



**KAPALI VE AÇIK KİNETİK ZİNCİR KUVVET EGZERSİZLERİNİN  
HORMONAL CEVAP VE KAS HASARI ÜZERİNE ETKİSİ**

**SELÇUK HANCIOĞLU**

**BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI**

**Tez Danışmanı  
Doç. Dr. M. Emin KAFKAS**

**Yüksek Lisans Tezi - 2020**

**T.C.**  
**İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KAPALI VE AÇIK KİNETİK ZİNCİR KUVVET**  
**EGZERSİZLERİNİN HORMONAL CEVAP VE KAS HASARI**  
**ÜZERİNE ETKİSİ**


Selçuk HANCIOĞLU

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı  
Doç. Dr. M. Emin KAFKAS

Bu Araştırma İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi  
Tarafından TYL/2019/1804 Proje Numarası ile Desteklenmiştir.

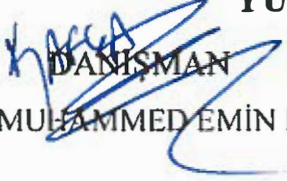
**MALATYA**  
**2020**

 İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ	<b>KABUL ONAY FORMU</b>	Doküman No	
		Yayın Tarihi	
		Revizyon No	
		Revizyon Tarihi	
		Sayfa No	

**İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ**

**KAPALI VE AÇIK KİNETİK ZİNCİR KUVVET EGZERSİZLERİNİN HORMONAL  
CEVAP VE KAS HASARI ÜZERİNE ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

  
DANIŞMAN  
DOÇ.DR.MUHAMMED EMİN KAFKAS

  
HAZIRLAYAN  
SELÇUK HANCIOĞLU

Jürimiz tarafından 22/01/2020 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda bu tez **oybirliği /oyçokluğu** ile başarılı bulunarak Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

**Jüri Üyelerinin Unvanı Adı Soyadı**

**İmza**

- 1.Doç.Dr.Muhammed Emin KAFKAS (Danışman)
- 2.Prof.Dr.Nazmi SARITAŞ
- 3.Dr.Öğr.Üyesi Serkan DÜZ

.....  
.....  
.....

**O N A Y**

Bu tez, İnönü Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../20... tarih ve 20.../..... sayılı Kararıyla da uygun görülmüştür.

**Prof. Dr. Yusuf TÜRKÖZ  
Enstitüsü Müdürü**

# İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	vi
ABSTRACT.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	x
TABLolar DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ .....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	4
2.1. Açık ve Kapalı Kinetik Zincirin Tarihsel Gelişimi .....	4
2.2. Kuvvet Egzersizleri.....	4
2.3. Kuvvet Egzersizlerinin Önemi.....	5
2.3.1. Fiziksel Görünüm ve Performansı Gelişimi .....	6
2.3.2. Metabolik Verimlilik Gelişimi.....	6
2.4. Kuvvet Antrenmanında Egzersiz Tercihi .....	7
2.5. Kuvvet Egzersiz Tercihinde Açık ve Kapalı Kinetik Zincir Yaklaşımı .....	8
2.6. Egzersiz Kaynaklı Kas Hasarının Rasyonel Mekanizmaları .....	10
2.7. Egzersize Bağlı Kas Hasarı.....	11
2.7.1. Egzersizin Neden Olduğu Kas Hasarının Temellerini Anlamak .....	12
2.7.2. Egzersizin Neden Olduğu Kas Hasarının Toparlanmayı Etkileyen Faktörleri.....	13
2.8. Egzersiz Kaynaklı İnflamasyon Yanıtı .....	13
3. MATERYAL METOT .....	16
3.1. Araştırma Grubunun Tespiti .....	16
3.2. Araştırmanın Deneysel Tasarımı .....	16
3.3. Verilerin Toplanması: .....	25
3.3.1. Biyometrik Ölçümler .....	25
3.4. Verilerin İstatiksel Analizi.....	27
4. BULGULAR.....	28
5. TARTIŞMA .....	37
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	42
KAYNAKLAR .....	44
EKLER.....	53
EK-1. Özgeçmiş.....	53

EK-2. Gönüllü Değerlendirme Formu .....	54
EK-3. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu .....	55
EK-4. Bilimsel Araştırma Proje Onay Formu .....	58
EK-5. Etik Kurul Onayı.....	60
EK-6. Spor Bilimleri Fakültesi İzin Yazısı.....	63



## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitim hayatımda ve voleybol hayatımın büyük bir bölümünde omuz omuza mücadele ettiğim ve antrenörlük adına bilgisi, tecrübesi ile yanımda olan, öğrenmenin hayat boyu devam eden bir süreç olduğu ilkesini benimsememde büyük rol oynayan, akademik duruşu ve bilime bakış açısıyla büyük övgüyü hak eden danışmanım Doç. Dr. M. Emin KAFKAS' a yürekten teşekkür ederim. Çalışmalarımın yürütülmesi aşamasında desteğini esirgemeyen değerli hocam Dr. Armağan KAFKAS' a, biyokimyasal ve mikrobiyoloji analizlerinin yapılmasında desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen İnönü Üniversitesi Klinik Biyokimya Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Çağatay TAŞKAPAN' a, araştırma görevlileri Nilüfer BULUT ve Fatma Ölmez BUDAK' a ve İnönü Üniversitesi Klinik Biyokimya ve Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Laboratuvarı çalışanlarına, kan alımı aşamalarında fedakarlıklarını ortaya koyan paramedik bölümü öğrencilerinden Melisa ve Mehmet 'e teşekkür ederim. Çalışmaya gönüllü olarak katılan İnönü Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi öğrencilerine yürekten teşekkürü bir borç bilirim.

TYL/2019-1804 numaralı proje ile çalışmamıza destek sağlayan İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkürlerimi sunarım.

Bu uzun yolda yürürken her anımda yanımda olan ve desteğini bir an olsun esirgemeyen değerli aileme, her koşulda desteğini esirgemeyen biricik eşim Birsen HANCIOĞLU' na, yüksek lisans eğitimimin her aşamasında yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen lisans dönem ve öğretmen arkadaşım Temel CEYLAN 'a sonsuz teşekkür ederim.

Selçuk HANCIOĞLU

Malatya, 2020

## ÖZET

### **Kapalı ve Açık Kinetik Zincir Kuvvet Egzersizlerinin Hormonal Cevap ve Kas Hasarı Üzerine Etkisi**

**Amaç:** Araştırma, Kapalı ve Açık Kinetik Zincir Egzersizlerinin hormonal cevap ve kas hasarı üzerine etkilerini araştırmayı amaçlamıştır.

**Materyal ve Metot:** Çalışmaya yaş ortalaması  $23.00 \pm 2.35$  olan 10 gönüllü erkek katıldı. Katılımcıların 1. Hafta biyometrik ölçümleri alındı. Sonrasında 48' er saat arayla 3 farklı Kinetik zincir protokolü için alıştırma fazı uygulandı. 1 hafta arayla 1 MT belirlendi. Akabinde 10'ar gün arayla 3 farklı kinetik zincir protokolü uygulandı. 1. protokolde kapalı kinetik zincir: squat ve deadlift 2. protokolde açık kinetik zincir: leg extension, leg curl, 3. protokolde: leg extension, leg curl, squat ve deadliftden oluşan kinetik zincir kombinasyon hareketleri 12 tekrarlı 4 set olacak şekilde uygulandı. Algılanan zorluk derecesi için OMNI-RES skalası, DOMS değerlendirmesi için VAS uygulandı. Alınan kan numunelerinden CK, LDH, Testosteron, IGF-1 düzeyleri protokol öncesi, hemen sonrası, 24. saat, 48. saat ve 72. saat olmak üzere 5 defa analiz edildi.

**Bulgular:** Protokollerden zamansal değişimlerde; CK, LDH, Testosteron parametrelerinde 1 ve 3. protokolde de anlamlı farklar bulundu ( $p < 0.05$ ). IGF-1 parametresinde hiçbir protokolde anlamlı fark gözlenmedi ( $p > 0.05$ ). Protokoller arası karşılaştırmalarda CK, değerlerinin 1 ve 3 protokolde 2. protokole göre daha yüksek olduğu görüldü ( $p < 0.05$ ). LDH değerlerinin 3. protokolde diğer 2 protokole göre daha yüksek olduğu görüldü ( $p < 0.05$ ). Testosteron değerlerinin 1. Protokolde diğer 2 protokole göre daha yüksek olduğu görüldü ( $p < 0.05$ ).

**Sonuç:** Kinetik zincir egzersizleri kullanılarak yapılan kuvvet antrenman uygulamasında 1.protokol ve 3.protokolün uygulanması daha yüksek kas hasarı, sitokin yanıt ve anabolik hormon aktivitesine neden olduğu söylenebilir. Kinetik zincir egzersizleri kullanılarak uygulanan kuvvet antrenman uygulamasında literatürde oldukça karşımıza çıkan kapalı kinetik zincir egzersizlerinin yanı sıra iki hareketin kombin edilmesi sonrasında elde edilecek bulguların diğer çalışmalara rehberlik edeceği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kinetik Zincir, Hormon, Kas Hasarı, Sitokin, Kreatin Kinaz

## ABSTRACT

### **Effect of Closed and Open Kinetic Chain Resistance Exercise on Hormonal Response and Muscle Damage**

**Purpose:** The research aimed to investigate the effects of Closed and Open Kinetic Chain Exercises on hormonal response and muscle damage.

**Material and Method:** Ten volunteer men with a mean age of  $23.00 \pm 2.35$  participated in the study. Biometric measurements of the participants were taken at week 1. Then, the training phase was applied for 3 different kinetic chain protocols at 48 hour intervals. 1 MT at 1 week interval was determined. Then, 3 different Kinetic Chain protocols were applied in 10 days intervals. Chain combination movements were performed with 4 sets of 12 repetitions. OMNI-RES scale was applied for perceived difficulty level and VAS was applied for DOMS evaluation. CK, LDH, Testosterone, IGF-1 levels were analyzed 5 times before, immediately after, 24 hours, 48 hours and 72 hours from the blood samples.

**Findings:** In temporal changes from the protocols; Significant differences were found in CK, LDH, Testosterone parameters in the 1st and 3rd protocols ( $p < 0.05$ ). No significant difference was observed in IGF-1 parameter in any protocol ( $p > 0.05$ ). The inter-protocol comparisons, CK values were found to be higher in the 1 and 3 protocols compared to the 2nd protocol ( $p < 0.05$ ). LDH values were higher in the third protocol than the other two protocols ( $p < 0.05$ ). Testosterone levels were higher in Protocol 1 than the other 2 protocols ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** It can be said that the application of 1.protocol and 3.protocol in kinetic chain exercises leads to higher muscle damage, cytokine response and anabolic hormone activity. It is thought that, in addition to the closed kinetic chain exercises, which are quite common in the force training practice using kinetic chain exercises, the findings to be obtained after combining the two movements will guide the other studies.

**Key Words:** Kinetic Chain, Hormone, Muscle Damage, Cytokines, Creatine Kinase



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ACL	: Anterior Cruciate Ligament
ACSM	: American College of Sports Medicine
AKZ	: Açık Kinetik Zincir
AKZE	: Açık Kinetik Zincir Egzersizleri
AZD	: Algılanan Zorluk Derecesi
BOSU	: Dengeyi Geliştiren Egzersiz Aleti
CD8	: Transmembran Glikoprotein
CK	: Kreatin Kinaz
CORE	: Merkezi Sütun Egzersizleri
CRP	: İltihap Belirteci
DKK	: Deri Kıvrım Kalınlığı
DOMS	: Gecikmiş Başlangıçlı Kas Ağrısı
ECM	: Ekstra Sellüler Matriks
IGF-1	: İnsülin Benzeri Büyüme Faktörü
IL – 1	: İnterlökin – 1
IL – 10	: İnterlökin – 10
IL – 4	: İnterlökin -- 4
IL – 6	: İnterlökin – 6
İÜSBF	: İnönü Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi
KKZ	: Kapalı Kinetik Zincir
KKZE	: Kapalı Kinetik Zincir Egzersizleri
KZE	: Kinetik Zincir Egzersizleri
LDH	: Laktat Dehidrogenaz
M1	: Makrofaj 1
M2	: Makrofaj 2
MT	: Maksimum Tekrar
MYF5	: Myod ve Miyojen
OMNI-RES	: OMNI Resistance Exercise Scale
PAX 7	: Paired Bax 7 Dokuya özel gen
TNF - a	: Tümör Nekroz Faktör – Alfa
VA	: Vücut Ağırlığı

VAS : Vizüel Analog Scale  
VKİ : Vücut Kütle İndeksi  
VYO : Vücut Yağ Oranı



## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil No</b>	<b>Sayfa No</b>
Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan protokollerin ve ölçümlerin akış şeması.....	17
Şekil 3.2. Araştırmada Uygulanan Antrenman Protokolleri ve Kan Toplama Zaman Dilimleri .....	18
Şekil 3.3. OMNI-Res algılanan zorluk derecesi skalası .....	19
Şekil 3.4. Vizüel Analog Skala.....	20
Şekil 3.5. Leg Extension Uygulama Tekniği ve Prosedürleri .....	22
Şekil 3.6. Leg Curl Uygulama Tekniği ve Prosedürleri .....	23
Şekil 3.7. Squat Uygulama Tekniği ve Prosedürleri .....	24
Şekil 3.8. Deadlift Uygulama Tekniği ve Prosedürleri .....	25

## TABLULAR DİZİNİ

<b>Tablo No</b>	<b>Sayfa No</b>
<b>Tablo 4.1.</b> Katılımcıların Demografik Bilgileri .....	28
<b>Tablo 4.2.</b> Katılımcıların Protokol ve Zaman Değişkenlerine Göre CK Analizleri .....	28
<b>Tablo 4.3.</b> Katılımcıların Protokol ve Zaman Değişkenlerine Göre CK Farklarının Karşılaştırılması .....	29
<b>Tablo 4.4.</b> Katılımcıların Protokol ve Zaman Değişkenlerine Göre LDH Analizleri .....	30
<b>Tablo 4.5.</b> Katılımcıların Protokol ve Zaman Değişkenlerine Göre LDH Farklarının Karşılaştırılması .....	31
<b>Tablo 4.6.</b> Katılımcıların Protokol ve Zaman Değişkenlerine Göre IGF-1 Analizleri .....	32
<b>Tablo 4.7.</b> Katılımcıların Protokol ve Zaman Değişkenlerine Göre IGF-1 Farklarının Karşılaştırılması .....	33
<b>Tablo 4.8.</b> Katılımcıların Protokol ve Zaman Değişkenlerine Göre Testosteron Analizleri .....	34
<b>Tablo 4.9.</b> Katılımcıların Protokol ve Zaman Değişkenlerine Göre Testosteron Farklarının Karşılaştırılması .....	35

# 1. GİRİŞ

Egzersiz bilimi açısından kuvvet çalışmaları uygulamaları farklı çalışma metodolojileri ile yürütülmektedir. Son yıllarda, kuvvet egzersizi yapanlar arasında kuvvet egzersiz modaliteleri kullanımında açık ve kapalı kinetik zincir tercihler sıklıkla tartışılmaktadır. Bu bağlamda, kuvvet egzersizleri çalışma prensipleri açısından kinetik zincir farklılığının önemi merak edilen konuların başında gelmektedir. Direnç antrenman uygulama aracı olarak kinetik zincir kavramı her ne kadar son yıllarda tartışılmasına rağmen oldukça eski bir felsefik temele dayanmaktadır. Öncelikle kinetik zincir kavramını anlamak için zamanının ünlü bilim insanlarından Alman asıllı Franz Reuleaux (1829-1905) tarafından yapılan çalışmalara rastlamak mümkündür. Reuleaux, tarihte “Kinetik Zincir” kavramını ilk olarak tanımlayan kişidir. “Kinematğin duayeni” olarak da nitelendirilen bilim adamı “bağlantı konsepti” teriminden de 1876’ yılında kaleme aldığı ünlü eseri olan “The Kinematics of Machinery” kitabında değinmiştir. Reuleaux’ a göre kinetik zincir modeli ardı ardına gelen rijit segmentleri birbirine bağlayan aracı segmentlerden oluşur. Ancak, Reuleaux kinetik zincir kavramını daha çok makinelerde ve mühendislik alanlarda kullanmıştır. İlerleyen dönemlerde bir başka bilim insanı olan “Hans Von Bayer” ise 1933 yılında Kinetik Bağlantı Modelini insan hareketlerine uyarlaması ile konuyu başka bir alana taşıdı. Bu bağlamda, Hans Von Bayer (1933) insan hareketinin tanımlanma yaklaşımını ekstremitelerdeki sinerjistik kassal aktivite üzerine temellendirmiştir. Tüm bu gelişmelerden sonra, “Kinetik Zincir Modelinin” insan hareketi ile ilişkisini net olarak tanımlayan bilim insanları 1950-60’ larda Steindler ve Brunnstorm olmuştur. Sonuç olarak her ne kadar kinetik zincir kavramı makine ve mühendislik temelli başlamasına rağmen ilerleyen zamanlarda özellikle fizyoterapinin odağı haline gelmiştir (1).

İnsan vücudunu oluşturan iskelet kasları işlevsel hareketleri sırasında belli bir sıra ve düzen içerisinde kasılarak, eklemlerde hareket meydana getirirler. İşlevsel bir birim oluşturan bu tür anatomik yapılara kinetik zincir ve bu özelleşmiş yapıların olağan fonksiyonlarına uygun olarak çalıştırılmasına da “Kinetik Zincir Egzersizleri” (KZE) adı verilmektedir. Hareket merkezinden uzakta yer alan eklemler bir dirence karşı hareket ediyorsa, bu tür egzersizler “Kapalı Kinetik Zincir Egzersizleri” (KKZE) olarak bilinmektedir (1, 2). Bir motor ünitenin en ucunda yer alan eklemlerin serbest hareket etmesi durumuna ise açık kinetik zincir egzersizi (AKZE) denilmektedir (3).

AKZE ve KKZE yıllardır rehabilitasyon etkileri açısından birçok çalışmaya konu olmuştur. Ulusal kaynaklar incelendiğinde bu konuda bugüne kadar kısıtlı araştırmalara rastlanmıştır. Aynı zamanda literatürde KZE kaynaklı rehabilitasyon uygulamalarından hangi KZE türünün daha etkili olduğuna dair kanıtlar oldukça yetersiz görülmektedir. Yapacağımız araştırmanın KZE' inden AKZE, KKZE yada AKZE, KKZE Kombinasyonlarının rehabilitasyon, kas ve eklem gelişimi açısından türünün belirlenmesi ve en etkili sonuçların alınması noktasında değerli kanıtlar sunması beklenmektedir. Araştırma bu yönü ile elde edeceği teorik bulgularla literatüre önemli katkılar sunarken, aynı zamanda da pratikte uygulanabilirliğiyle antrenörlerin ve sporcuların antrenman içeriklerini düzenlemelerine yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Yaptığımız detaylı literatür araştırmalarında, KZE kullanarak yapılan bir çok çalışmada AKZ incelemek için KKZ modeliyle çalışmalar yapılmış ya da tam zıttı protokollerin uygulandığı gözlemlenmiştir. Ele alınan bu araştırmaların sonucunda ilgili kinetik zincir çalışmasının etkilerine tam olarak bakılamayacağı görülmüştür. Yine kinetik zincirle ilgili istenilen parametrelerin çalışılmayacağı gözden kaçırılmış olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle planlamasını yaptığım araştırma da bahse konu olan çalışmanın, bu tür konulara ya da gözden kaçırılan noktaları farklı açılardan aydınlatacağı düşünülmektedir.

Herhangi bir spor branşını devam ettiren veya bu etkinlikler sonucunda sakatlanan sporcuların tedavisinde kullanılan AKZE ve KKZE ya da kombinasyonlarının oluşturduğu egzersiz aktivitelerinin, kas hasarı konusunda hormonal cevaplarının öğrenilmesi ve bu cevapların sporcuların performanslarının geliştirilmesinde çok büyük faydaları olacağı düşünülmektedir. Sakatlıkların tedavisinde hangi KZE' nin daha sağlıklı ve zaman açısından iyileştirmeyi hızlandırıcı etkisinin olduğunun bilinmesi; tedavi ve rehabilitasyon protokollerinin hazırlanmasında günümüz antrenman bilimine katkılarının ne olacağının tartışılması planlanmaktadır. Bu bağlamda AKZE ve KKZE' nin insan kas sistemi üzerine ne gibi yararları olacağı ve hangi derecede kas hasarı oluşturacağı, kas hasarının endokrin sistem üzerinde ne tür değişiklikler meydana getireceğinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Ayrıca yukarıdaki bilgilere ek olarak sakatlıkların tedavisinde hangi KZE' nin daha sağlıklı ve zaman açısından iyileştirmeyi hızlandırıcı etkisinin olduğunun bilinmesi; tedavi ve rehabilitasyon protokollerinin hazırlanmasında günümüz antrenman bilimine katkılarının ne olacağının tartışılması planlanmaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı; KKZE ve AKZE' nin oluşturduğu kuvvet egzersizlerinin hormonal cevap ve kas hasarı üzerine etkilerini araştırmayı amaçlamıştır.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Açık ve Kapalı Kinetik Zincirin Tarihsel Gelişimi

Tarihte kinetik zincir modelini ilk olarak tanımlayan kişi Alman bilim adamı Franz Reuleaux' dır (1829-1905), "Kinematikğin duayeni" olarak da nitelendirilen bilim adamı "bağlantı konsepti" teriminden 1876' yılında yayınlanan "The Kinematics of Machinery" kitabında bildirmiştir. Reuleaux' a göre kinetik zincir modeli ardı ardına gelen rijit segmentleri birbirine bağlayan aracı segmentlerden oluşur. Kinetik bağlantı modelinin insan hareketlerine uyarlanması yine Alman bilim adamı Hans Von Bayer tarafından 1933 yılında açıklamasıyla beraber konu başka bir alana taşındı. Tüm bu bilgiler ışığında Von Bayer ekstremitelelerdeki sinerjistik kassal aktiviteyi çalışmasının ana merkezine oturttu. Tüm bu gelişmeler yaşanırken Kinetik Zincir Modelinin tanımını Steindler ve Brunnstorm 1950-1960' larda ilk kez bilim dünyasına kazandırmışlardır. Bu kazandırılan yeni olgu başlarda bir mühendislik terimi olarak kullanılmış olsa da ilerleyen zamanlarda rehabilitasyonda bir ilke olarak değer görmüştür. 1980'lerin başlarında bilim adamları ACL (Anterior Cruciate Ligament) rekonstrüksiyonu sonrası Kuadriseps rehabilitasyonu prensipleri arayışındayken, KKZ egzersizleri bulunarak kullanılmaya başlanmıştır. Steindler kinetik zincir konseptini terminal segmentin, yani en dıştaki segmentin, yüklenmesi durumuna göre AKZ ya da KKZ olarak kategorize etmiştir. Steindler KKZ sistemini tanımlarken "distal segmentin serbest harekete engel olan bir miktar eksternal yüklenmeye maruz kaldığı durum" olarak ifade etmektedir. AKZ ve KKZ hareketlerini terminal segmentin hareketli ya da sabit olmasının yanı sıra yük taşıma durumuna göre de sınıflandırmışlardır. Distal segment tamamen hareketsiz ise her zaman yüklenmenin meydana gelmesi kaçınılmazdır. Bu aktiviteler şu şekilde sınıflandırılabilir:

1. Hareketli, yüklenme yok (AKZ)
2. Sabit, yüklenme var (KKZ)
3. Hareketli, yüklenme var (KKZ ve AKZ Kombinasyonu) (1).

### 2.2. Kuvvet Egzersizleri

Sportif verimi en üst düzeyde etkileyen unsurlardan birisi olan kuvvet, bir dirence karşı koyabilme veya direnç karşısında belirli bir süre dayanabilme yeteneği



olarak tanımlanmaktadır (4). Fizyolojik açıdan incelendiğinde, kas kasılması sırasında ortaya çıkan gerilim kuvvet olarak tanımlanmaktadır. Sportif açıdan incelendiğinde kuvvet gelişiminin sporculara sağladığı marjinal katkılarının olduğu göz ardı edilemeyecek bir gerçektir. Bu katkıların ilk sırasında kas ve iskelet sisteminin korunması, organizmanın yüklenebilirlik düzeyinin geliştirilmesi olduğu yapılan çalışmalarla desteklenmektedir (5).

Sportif açıdan kuvvetin geliştirilmesi ise sporcudan daha fazla verim almayı amaçlayan antrenör ve sporcular için elzem bir konudur. Kuvvet gelişimi için yapılan çalışmalar antik olimpiyatlardan günümüze kadar çeşitli şekillerde gerçekleştirilmiştir. Kuramsal açıdan ele alındığında kuvvet hem mekaniksel bir özellik hem de bir insan yeteneği olarak değerlendirilebilir. Sporcuların antrenman veya müsabakada üretebilecekleri maksimal kuvvet miktarları kasların biyomekaniksel çalışma özelliklerine ve kasılmaya katılan kasların kütsel büyüklüklerine bağlıdır (6).

Sporda kuvvet tüm hareketlerin ana parametresidir. Tüm kuvvet egzersiz uygulamalarının ardından mekanik bir hareket meydana gelmektedir (7). Kasların üretecekleri kuvvet miktarını harekete katılan kasların enine kesitleriyle doğrudan ilişkilidir. Bu bağlamda üretilecek kuvvet düzeyini kas fibrillerinin enine kesitlerinin geniş olması ve harekete katılan kas fibrillerinin sayısının fazla olması belirler (8).

Spor fizyolojisi açısından bakıldığında direncin geliştirilebilmesi için hem eksantrik hem de konsantrik kas kasılmalarının uygulandığı çok yönlü kuvvet egzersiz antrenmanlarının kullanılması oldukça yaygındır (9). Kuvvetin geliştirilmesine yönelik olarak sıklıkla serbest ağırlıklarla antrenman, ağırlık kullanılmadan yapılan direnç antrenmanları ve diğer ekipmanlar ile (elastik bantlar, sağlık topları vb.) yapılan antrenman sistemleri kullanılmaktadır (10). Amacına uygun olarak gerçekleştirilen kuvvet egzersiz antrenmanları ile de kuvvet gelişimi sağlanmaktadır (11).

### **2.3. Kuvvet Egzersizlerinin Önemi**

Kuvvet egzersizleri kas-iskelet sisteminin kondisyonunu ve kuvvetini arttırmaya yönelik direnç artırma egzersizleridir. Buradaki ana amaç kas tonusunu ve dayanıklılığını ileri bir aşamaya geçirmektir. İşaret edilen bu kuvvet antrenman modelleri, insan vücudunun temel motorik özelliklerini arttırmak için yapılan bölgesel veya tüm vücut kaslarının hızlı şekilde kasılmalarına sebebiyet veren egzersizlerden meydana gelir.

Fizyolojik olarak kuvvet egzersiz çalışmalarını ele alındığında, kas boyunu ve kas sertliğini net olarak arttırmasının yanı sıra, ifa edilecek hareketle daha çok kas fibrilinin olaya dahil olmasını da tetikleyen bir güçtür. Günlük hayat içerisinde aktif olmayan fibrilleri tekrardan harekete geçer ve sağlıklı formlarına kavuşur. Kas gücünün ve boyunun artması şu şekilde ifade edilebilir; kemiklerde, tendonlarda ve ligamentlerde tamamen gücün ve direncinin artması anlamı taşımaktadır.

### **2.3.1. Fiziksel Görünüm ve Performansı Gelişimi**

Fiziksel performansın artması kuvvet egzersiz çalışmalarının en önemli sonucudur. Artan bu performansla beraber ilgili organlar depolanan enerjiyi tam kapasite ile kullanabilir hale getirmektedir. Tüm motorik işlevlerin en verimli şekilde çalışmasını sağlamaktadır. Kuvvet egzersizleri kasların maksimum kuvveti oluşturabilmesi için, toplayabilecekleri en yüksek enerji miktarını depolamalarına ve en verimli şekilde kullanmalarına yardımcı olmaktadır.

Kuvvet çalışması kasın boyunu, gücünü ve dayanma kapasitesini arttırır. Kaslarımızın antrenmanların yanı sıra iş ve günlük yaşantımız da daha verimli olmasına pozitif katkılar sağlar. İyi bir kuvvet egzersizinin diğer önemli bir etkisi tüm vücut kompozisyonumuzun görüntüsünü değiştirmesine yardımcı olmasıdır. Aktif olan kaslarımızın tonusu, pasif olanlara nazaran daha sıkı bir görüntü verir ve kabaca söylemek gerekirse bedeni bir arada tutar. Ayrıca en önemli etkilerinden biriside, postürün daha sağlıklı bir formda korunmasını ve eğer postürel bir problem varsa bunun düzeltme sürecinde büyük önem taşır. Bu da kişinin kendine güveni, kendine saygısını arttırır.

### **2.3.2. Metabolik Verimlilik Gelişimi**

Bazal metabolizma faaliyetini tanımlamak gerekirse vücudumuzun normal yaşamını sürdürebilmesi için gerekli olan enerjiyi üretmesi demektir. 30 yaşından sonraki yıllarda kas dokusunda her yıl azalma oluşmaktadır. Yine bu yaşlardan sonra bazal metabolizmanın çalışmasında her yıl %1,5' luk bir kayıp oluşur. Yaşlanmaya bağlı olarak pasifleşen ve uyku moduna geçen kas lifleri, ileriki yaşlarda ağrılara ve kramplara neden olabilmektedir. Ayrıca bu eklemlerimize daha çok baskı yapar ve eklem rahatsızları oluşmasına kapı aralamış olur. Araştırmalar erkeklerde 35, bayanlarda 45 yaş sonrası kemik erimesi (osteoporoz) başladığını göstermektedir.

Bunun önüne geçmenin en doğru yöntemlerinden birisi gene haftada bir gün düzenli olacak şekilde, ağırlık-kuvvet egzersizleri yapmaktır.

Egzersiz yapmayan (sedanter) bir beden ne kadar iyi beslenirse beslensin, enerji üretmede ve onu kullanmada düzenli egzersiz yapan bir beden kadar verimli olamaz. Tüketilen besinleri enerjiye çevrilip kullanılmasında sorun oluşacağından depo etmeye meyilli hale gelecektir. Bu mekanizma yağ hücrelerinin daha dominant hale gelmesi sonucunda yağ oranının artmasını sağlayacaktır. Düzenli egzersiz yapan ve sağlıklı beslenen bir bedende anabolizma aktif olarak işler. Anabolizma; vücudumuzda gerçekleşen tüm yapım olaylarıdır. Enerji harcanır, yağ sentezi, dehidrasyon ve protein sentezi olayları anabolizma olayına örnek olarak verilebilir. Egzersiz yapmayan ve sedanter olan bir bedende daha çok katabolizma etkindir. Katabolizma ise tam tersi; vücudumuzda gerçekleşen tüm yıkım olaylarıdır. Yıkım olayında enerji harcanmaz. Yapım ve yıkım olaylarının toplamına ise metabolizma denmektedir. Yani metabolizma = anabolizma + katabolizma olarak ifade edilebilir. Canlı hücrelerde anabolizma ve katabolizma tepkimeleri eş zamanlı olarak sürekli gerçekleşmektedir. Yani bir yandan yapım gerçekleşirken diğer yandan da yıkım gerçekleşmektedir. Böylece canlı hücrenin ihtiyaçları dengeli bir şekilde karşılanmaktadır. Bu dengeyi korumalı ve sağlıklı yaş almayı sağlayabilmek için anabolizmayı mutlaka aktif tutmamız gerekmektedir.

Özetleyecek olursak, kuvvet antrenmanları metabolizmayı gerçek anlamda hızlandırır ve besler, tüm sistemlerin daha etkin ve verimli çalışmasına olanak sağlar. Ayrıca kuvvet çalışmaları kas dokusunun artması demek olduğundan daha yağsız bir vücut kompozisyonunuz olmasına ve ayrıca postürel sıkıntıların önünde geçmeye yardımcı olur. Kaslarımızın temel fonksiyonu hayatın devam etmesini sağlamak olduğundan daha fazla kas dokusu bizlere daha kaliteli bir yaşam sunmaya yardımcı olacaktır (12).

#### **2.4. Kuvvet Antrenmanında Egzersiz Tercihi**

Kuvvet egzersiz antrenman programlarında antrenörler ve profesyonel sporcular için egzersiz seçimi son derece önemlidir. Kuvvet antrenmanı egzersiz seçiminin de sporcunun hareket ve kas gereksinimleri, egzersiz tekniği tecrübesi, hali hazırdaki malzemeler, antrenman durumu dikkat edilmesi gereken parametrelerdir. Kuvvet egzersiz seçimi yapılırken uygulanacak branşa ve hedeflenen amaca yönelik olarak

literatürde var olan kuvvet egzersizleri içinden ana kas gruplarını veya vücut kısımlarını çalıştıracak egzersizlerin seçilmesi son derece önemlidir (13).

Kuvvet egzersizleri iki gruba ayrılır.

1. Merkezi sütun egzersizleri (core): Bir veya daha fazla geniş kas grubunu çalıştıran çok eklemli egzersizlerdir. 2. Yardımlı (assistance based) denen daha küçük kas gruplarını çalıştıran (örneğin kalf, kol, boyun, abdominal gibi) tek eklemli egzersizlerdir. Bu egzersizler antrenman amacına göre seçilir ve antrenman programına eklenirler (13).

Bir başka sınıflama da yapısal egzersiz ve güç egzersizi olarak yapılan gruplamadır. Yapısal egzersizler hareket sırasında stabiliteyi artırma amaçlı yapılırken güç egzersizi patlayıcı kuvvet kabiliyetini geliştirmek için kullanılır (13).

Antrenman programı planlanırken agonist - antagonist kas gruplarının her ikisini de güçlendirecek şekilde egzersiz seçimine de dikkat edilmelidir. Kas kuvveti dengesi yaralanmalardan korunmak için anahtar öneme sahiptir (14). Antrenman programının bitimine veya antrenmanın içerisine çok küçük bir bölüm olsa dahi toparlanma türü egzersizlerine de yer verilmelidir. Bu egzersizlerin şiddeti çok hafif veya düşük yoğunluklu bir aerobik egzersiz olarak planlanmalıdır. Toparlanma egzersizleri metabolik artıkları vücuttan uzaklaştırmanın yanı sıra onarım sürecinin de ayrılmaz bir parçasını ihtiva eder (13).

Kuvvet egzersiz antrenmanları planlanırken seçilen egzersizlerin sıralanışı büyük önem taşımaktadır. Egzersizlerde öncelik yorgunluk oluşturabilecek yüklenmelere verilmelidir. Öncelikle güç egzersizleri uygulanmalı devamında ‘merkezi sütun egzersizleri’ ve ‘yardımcı egzersizleri’ içerisine alacak uygulamalar planlanmalıdır (14). Bu planlamada öncelikle çoklu eklem egzersizlerine yer verilmeli buna mukabil tek eklem egzersizleri ile devam edilmeli veya geniş kas gruplarını içerisine alan egzersizlerin devamında daha küçük kas gruplarını optimize eden egzersizler yapılacak şekilde sıralamaya önem gösterilmelidir (14).

## **2.5. Kuvvet Egzersiz Tercihinde Açık ve Kapalı Kinetik Zincir Yaklaşımı**

AKZE ve KKZE kuvvet egzersizleri yardımıyla kasları güçlendirebildiği yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (15). AKZE’ de, hareket proksimal kısım sabitken, uzuvun distal kısmının serbestçe hareket etmesine izin verdiği ölçüde şekillenen bir hareketi

tanımlamaktadır. AKZE, bireysel kas gruplarının izole edilmesinde çok önemli rol oynamaktadırlar. Daha fazla dikkat dağınıklığı ve dönme kuvvetleri üretme meydana getirme eğiliminde olup sıklıkla eş güdümlü kas kasılmasıyla birlikte kullanılan egzersiz türleridir (16). KKZE, ayağın tabanı zemine veya egzersiz ekipmanına temas halinde olduğundan, distal kısmın sabitlendiği bir harekettir. Distal kısım sabitlendiğinden, kinetik zincirde bulunan herhangi bir eklemdaki hareket kinetik zincirdeki diğer eklemlerde de hareket meydana getirir. Böylece hem proksimal hem de distal parçalar aynı anda kuvvet eğitimi alırlar. Alt ekstremitte durumunda, KKZE daha işlevseldir, çünkü ağırlık dayanımı, alt ekstremitenin KKZE aktivitesidir. KKZE alıştırmaları, eksantriklere üstün eksantrik kasılma ve kasların kasılmasının yanı sıra, eklemlere sıkıştırma kuvveti eklerken kayma kuvvetlerinin azaltılması ve böylece eklem stabilitesinin artırılması olarak belirtilmiştir (17).

Kas kuvvetini arttırmak için AKZE ve KKZE kuvvet egzersiz programları içerisinde sıklıkla kullanılmaktadır. Alt ekstremitte kuvvetlendirme programında yer alan leg press, squat ve deadlift gibi KKZE kompleks nöral cevapları gerektirir ve toplu kas kuvvetlendirme amacıyla AKZE' ne kıyasla daha çok tercih edilir (18, 19). Diz ekstansiyonu gibi AKZE tek bir kas grubunu hedef alır. AKZE ve KKZE bosu, denge tahtası, stability trainer gibi stabil olmayan denge platformları üzerinde yapıldığında gövde stabilite kaslarının aktivitesini artırmaktadır. Fakat agonist kasın ortaya çıkardığı kuvveti azaltmaktadır (20, 21).

Hem KKZE hem de AKZE bütün sporsal verim ve rehabilitasyon protokollerinde kullanılmasına rağmen KKZE spora özel hareketlerin kullanılmasında nöromusküler eklem stabilitesini artıran dinamik bir metod olarak sporculara daha güvenle verilmekte olduğu yapılan araştırmalarda belirlenmiştir. KKZE' nin önemi ön çapraz bağ rehabilitasyonu için oluşturulan hızlandırılmış protokollerden bu yana gelişmiştir. KKZE de ekstremitenin alt veya üst distal kısmı sert yüzey ile sıkı temastadır. Koşma ve yürüme gibi pek çok egzersiz ve fonksiyonel aktiviteler AKZE ve KKZE kombinasyonundan meydana geldiği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (22).

KKZE çok daha fonksiyonel olduğu, daha çok propriyoseptif geri besleme sağladığı ve daha az makaslama kuvvetine neden olduğu düşünülmektedir (23). Literatüre bakıldığında Stensdotter ve ark. (2003) ve Bakhtiary ve ark. (2008) yapılan araştırmalarda KKZE' nin daha üstün yanları olduğunu bildirmiş olsalar da (23, 24). Witvrouw ve ark. (2004) ve Tagesson ve ark. (2008) yapmış olduğu çalışmalarda

AKZE özellikle ön çapraz bağ ve patellofemoral ağrı gibi pek çok farklı rehabilitasyon uygulamaların da faydalı etkileri olduğu belirtilmektedir (25, 26).

KKZ de yapılan üst ekstremitte egzersizleri özellikle omuz cerrahisinde erken toparlanma periyodunda faydalı olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. KKZE' nin pozitif yanlarından birisi de eklem almaçlarını stimule etmeleri ve omuz çevresindeki kasların ko-kontraksiyonunu fasilite etmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bunun sonucunda eklem stabilitesinin sağlanabildiği belirlenmiştir (27, 28).

KKZE ve AKZE tek taraflı ve bilateral olarak egzersiz programı içine dahil edilmelidir. Kas enduransını artırma da düşük ağırlıkların çok tekrarlar yapılması daha etkilidir. Tüm bunların yanı sıra orta ve ağır şiddetteki kuvvet egzersizlerinde enduransın geliştiği ortaya konulmuştur (29-31). Kuvvet egzersiz antrenmanlarına yeni başlayan bireylerde düşük ağırlıklarla 10-15 tekrarlı setler halinde yapılması önerilmektedir. 15-20 tekrarlı kuvvet egzersizlerinde 1-2 dk dinlenme, 10-15 tekrarlı kuvvet egzersizlerinde ise 1 dk' dan az dinlenme süresi verilmelidir. Düşük şiddetteki kuvvet antrenmanlarının endurans gelişimi için daha uygun olduğu (haftada 2-3gün) yapılan çalışmalarla bilinmektedir (32).

Ayrıca haftalık olarak planlanan mikro antrenman periyodunda hem AKZ hem KKZ uygulamalarının beraber uygulanması durumunda ise; hem daha fazla kası aktif edip metabolik hızı arttırmış hem de daha hızlı kuvvet ve performans artışı sağlanmış olunur. KZE kombinasyonlarının kullanıldığı çalışma modelleri ile çok büyük avantajlar sağlanmış olduğu belirlenmiştir. Bu elde edilen avantajlar ise en az ekipman kullanılarak aynı anda hem yağ yakımı, hem de kuvvet kazanımının yanı sıra esnekliğinde artmasına yol açtığı yapılan çalışmalarda gözlemlenmiştir.

## **2.6. Egzersiz Kaynaklı Kas Hasarının Rasyonel Mekanizmaları**

Eksantrik kas kasılmalarından oluşan alışılmadık egzersiz çoğu zaman kas dokusunda meydana gelen yapısal değişiklikler, klinik belirti ve semptomlar ile karakterize edilen kas hasarı ile sonuçlanır. Egzersiz sonrasında kas hasarına etki eden faktörler şöyle sıralamak mümkündür. İyileşme süresi, kasların yoğunluğuna, eklem açısına / kas uzunluğuna ve egzersiz sırasında kullanılan kas gruplarına etki eden ilk kas hasarının derecesine bağlıdır. Bu faktörlerin kas kuvveti, ağrı ve şişlik üzerindeki etkileri yapılan birçok çalışmayla ortaya konulmuştur. Tüm bunların yanı sıra kas

içerisinde cereyan eden enflamasyonu ve kas uyumunun yeniden oluşturulmasının moleküler yönleri üzerinde nasıl etkin olduğu hakkında çok daha az şey bilinmektedir. Her ne kadar iltihap, egzersizden sonra zararlı olarak nitelendirilmiş olsa da genel itibariyle iltihap tepkilerin sıkı bir şekilde düzenlenmesine, kas onarımı ve yenilenmesinin ayrılmaz bir parçası olduğu kabul edilmektedir. Yapılan deneysel hayvan çalışmalarının neticesinde nötrofiller, makrofajlar, mast hücreleri, eozinofiller, CD8 ve T düzenleyici lenfositler, fibro-adipogenik progenitörleri ve perisitler dahil olmak üzere çeşitli hücre tiplerinin, kas dokusunun yenilenmesini kolaylaştırmaya yardımcı olduğu ortaya konulmuştur. Fakat bahse konu olan bu hücrelerin egzersize bağlı kas hasarına cevap verip vermediğini belirlemek için daha fazla araştırma yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır (33).

### **2.7. Egzersize Bağlı Kas Hasarı**

Otuz yılı aşkın bir süredir egzersiz ve spor bilimciler araştırmalarında kas hasarı konusuna yoğun bir şekilde odaklanmışlardır. Egzersize bağlı kas hasarına bağlı mekanik değişiklikler ve metabolik stres, sonraki doku onarımını ve yeniden yapılanmasını başlatmak için iskelet kası içerisindeki çeşitli hücre tiplerini uyarır (34). Bu uyarma ile spesifik olarak, uydu hücreleri, enflamatuar hücreler, vasküler hücreler ve stromal hücreler birbirleriyle etkileşime girer. Bu hücreler arasındaki ilişkinin dinamikleri, kas hasarından sonra toparlanmanın etkinliğine ve zamanına etki eder.

İyileşme döneminin ilk saatlerinde, nötrofiller, hücre kalıntıları temizleyen ve sitokin salgılamasıyla enflamatuar cevabı çoğaltan, enflamatuar hücre profiline hakimdir. Mast hücreleri ayrıca histamin ve kemoatraktanları serbest bırakarak kas dokusuna sızar. Kas hasarından 4 ila 24 saat sonra, proinflammatuar makrofajlar kasları istila eder, proinflammatuar sitokinleri salgılar, fagositoz hasar görmüş dokuyu salgılar ve myoblast proliferasyonunu başlatır. 24 saat sonra proinflammatuar makrofajlar, antiinflammatuar makrofajlar ve CD8 ve T düzenleyici lenfositler ile değiştirilir. Bu hücreler, anti-enflamatuar sitokinleri salgılar, makrofajları alır ve myoblast proliferasyonunu ve uydu hücre havuzunun genişlemesini uyarır. Fibro-adipogenik progenitörleri ve perisitler dahil olmak üzere diğer stromal hücreler aktive edilir ve myoblast farklılaşmasını destekler. Bu enflamatuar yanıtlar etkili bir şekilde çözüldürse, yeni ve yenilenen kas lifleri, yaklaşık 7 gün boyunca iskelet kası dokusunun üst yapısını eski haline getirir (33).

### 2.7.1. Egzersizin Neden Olduğu Kas Hasarının Temellerini Anlamak

Kaslardaki ultra strüktürel bozulmaların, kas kuvvetindeki düşüşlerin, DOMS (Gecikmiş Başlangıçlı Kas Ağrısı) ve kas enzimlerinin akışının daha iyi olduğu ve bu endekslerin düzelmesinin eksantrik ve konsantrik kas kasılmalarından sonra daha yavaş olduğu kabul edilen bir gerçektir (35, 36). Konsantrik kas kasılmaları egzersize bağlı kas hasarına az da olsa yol açabilir (35), ancak egzersize bağlı kas hasarı uzun kas uzunluğunda izometrik kasılmalar ve düşük yoğunlukta bile eksantrik kasılmalardan sonra belirgindir (37). Çeşitli mekanizmalar muhtemelen eksantrik egzersizden sonra güç kaybı oluşur ve egzersizden kaynaklanan kas hasarının en iyi işareti olarak kabul edilir (38). Eksantrik egzersiz sırasındaki mekanik zorlanma, yarım sarkomere (kasılabilen en küçük yapı birimi) üniformitesinin bozulmasına ve sarkomerlerin filament örtüşmesinin ötesine aşırı gerilmesine neden olarak “sarkomerin bozulmasına” yol açar. Bu değişiklikler muhtemelen kuvvet üretimini ve aşırı sarkolemma ve t-boru yapılarını doğrudan azaltır. Buna karşılık, bu olaylar gerginlikle aktive olan kanalların açılmasına, zarın bozulmasına ve uyarma-büzülme kaplin disfonksiyonuna neden olur. Sitozama gerdirerek aktive edilmiş kanallar ve/veya sarkolemma'nın geçirgen bölümleri yoluyla giren Ca<sup>2+</sup> + kalpain enzimlerini kasılma proteinlerini veya uyarma-büzülme birleştirme proteinlerini parçalamak üzere uyarabilir, bu da kas kuvveti kaybına neden olur (34).

Egzersizin yol açtığı kas hasarının süresi eksantrik egzersizden hemen sonra normal myofibriller bantlanma düzeninde bozulma gösteren kas lifi sayısındaki artışın olduğu saptanmıştır (39). Z diskleri ve sarkerlerdeki bozulmanın, egzersizin bitiminden sonraki 1 ila 3 gün sonra zirve yaptığı görülmektedir (40-43), fakat egzersizden sonra bu yüksek seviye 6-8 güne kadar devam edebilir (41, 43, 44). Egzersiz sonrası kas kuvveti kaybının derecesi ile kas kuvvetini normale döndürmek için gereken süre arasında geçici bir ilişki vardır. Egzersizden hemen sonra kas kuvveti % 20 azaldığında, genellikle egzersizden sonraki 2 gün içinde yenilenme meydana gelir (40, 45). Fakat kas gücü, egzersizden hemen sonra % 50 azaldığında, özellikle eksantrik kas kasılmalarına ilk maruz kalma durumunda, egzersizden 7 gün sonra önceki değerlerin altında seyrederek (46-48). Yoğun kuvvet egzersizlerinden sonraki günlerde kas kuvveti, hareket açıklığı, DOMS, uzuv çevresi ve kan CK aktivitesindeki değişikliklerin süresi değişir. Kas gücünün iyileşmesi uzadığında bile, DOMS egzersizden yaklaşık 4 gün sonra ortadan



kalkar (38). Kas zorlanması egzersizden 4-5 gün sonra pick yaparken, CK aktivitesi gibi kas hasarının kan belirteçlerindeki yükselişi de gecikmektedir (38).

### **2.7.2. Egzersizin Neden Olduğu Kas Hasarının Toparlanmayı Etkileyen Faktörleri**

Egzersize bağlı kas hasarında toparlanmayı etkileyen en önemli faktör daha önce meydana gelen kas hasarıdır. Egzersizin ardından gelen ilk kas hasarı sonrasında kas bu hasara adapte olur ve kas hasarının belirtilerine ve semptomlarına vereceği tepkinin eşik sınırının altında kalmasıyla beraber sonraki egzersizde daha hızlı toparlanma meydana gelir (49-51). Bu fenomen “tekrarlanan yük etkisi” olarak bilinir. Organizma kendisini korumak için bazı semptomları araç olarak kullanır.

Egzersize bağlı kas hasarında toparlanmanın, kısmen araştırmaya katılanların yaş ve eğitim durumlarındaki, egzersiz protokollerinin türü ve yoğunluğundaki değişiklik nedeniyle erkekler ve kadınlar arasında farklılık gösterip göstermediği henüz net değildir (52). Bununla birlikte, cinsiyet farkının büyük olduğuna dair veriler yeterli değildir. Yüksek ve düşük kuvvetli kas kasılmaları ile ilişkili daha büyük mekanik zorlanma ve daha fazla sayıda kasılma büyük olasılıkla kasılma proteinleri ve ECM' de (Ekstra Sellüler Matriks) daha fazla hasara sebebiyet vererek bunun sonucunda daha ciddi egzersizlerin yapılması ile meydana gelen kas hasarı derecesi çok daha fazladır (53).

### **2.8. Egzersiz Kaynaklı İnflamasyon Yanıtı**

Kuvvet egzersizi kas homeostazını, metabolik stresi ve kas yapısındaki değişiklikleri teşvik ederek etkiler. Bu etkiler sarkomerik yapısal proteinlerin kaybı (örneğin desmin ve distrofin), kas lifi segmental nekrozu, bağ dokusundaki değişiklikler, T-tübüllerde ve sarkoplazmik retikulumda meydana gelir ( 54, 55 ). Kas hasarı genellikle, hücre dışı matrisin, bazal laminanın ve sarkolemanın bozulması ile tanımlanır.

İnflamatuar yanıt, vücudun homeostaz bozukluklarına, özellikle de enfeksiyon ve yaralanmaya karşı gelişen reaksiyonu ve savunmasıdır. Hücresel seviyedeki lokal bir reaksiyona başlangıçta hemen o bölgeyi çevreleyen makrofajlar, monositler, lökositler, fibroblastlar ve endotelial hücrelerin aktivasyonu ile yanıt verilir. Bu hücreler

sitokinleri, özellikle TNF- $\alpha$ , IL-1, IL-6 ve interferonları salgılar; bu durumda reaksiyon daha geniş bir organ sistemini kapsayan sistemik bir reaksiyona sebebiyet verir (56).

Sistemik inflamasyonun interlökin-6 (IL-6), tümör nekroz faktörü-alfa (TNF- $\alpha$ ) ve C-reaktif protein (CRP) gibi ölçülebilen birçok biyobelirteçleri vardır (57). Araştırmacılar İnflamatuvar sitokinlerin CRP üretimini tetiklemede etkili olduğunu; hepatosit CRP ekspresyonu ve üretiminin IL-6 ve TNF- $\alpha$  maruziyeti ile arttığını belirtmişlerdir (58).

Kas hasarı sonucu yaralanmaya cevap olarak iskelet kasının yenilenme süreci, yeni bir kas lifi geliştirmek için farklı hücre popülasyonları arasında karmaşık bir eşgüdüm gerektirir (59). İskelet kası uydu hücreleri, yaralanmaya yanıt olarak aktivite olan ve ardından çoğalarak miyotüplere farklılaşan ana popülasyondur (60). Bu hücreler, bazal laminanın altında, sakin bir durumda bekler, Pax7 ve miyojenik faktör 5 (Myf5) (61), ve aktive edilip myoblastlara farklılaştıklarında, Myod ve miyogenin (Myog) (62), olarak dönüşürler. Pax7 + hücreleri tamamen silindiğinde, iskelet kası yenilenmesinde bozulmalar meydana gelir ve bu hücrelerin bu süreçteki önemini açıklar (62, 63).

Kas yaralanmasından sonraki süreçte, farklı iskelet kası yenilenmesini oluşturabilmek için ilk önce bağışıklık hücrelerinin yaralanma bölgesine alınması, farklılaşma süreci boyunca uydu hücresi aktivasyonuna eşlik eden, iyi yönetilen, hayati önem taşıyan zamana bağlı bir enflamatuvar yanıt vardır (64, 65). Bir kas hasarına akut enflamatuvar yanıt nötrofillerin infiltrasyonu ile başlar (66, 67). Nötrofil akışını, tümör nekroz faktörü alfa (TNF -  $\alpha$ ), interlökin 1 beta (IL - 1 $\beta$ ) ve interferon gama (IFN -  $\gamma$ ) gibi enflamatuvar sitokinler üreten bir M1 fenotipi ile makrofajların infiltrasyonu izler (68). Bu sitokinlerin primer myoblast kültüründeki varlığı, M1 makrofajlarının uydu hücre aktivasyonuna katıldığı varsayımını destekleyen hücre proliferasyonunu artırır (69, 70). M1 makrofajlarındaki erken artış ile karakterize edilen bu ilk enflamatuvar süreci, doku onarımı ve uydu hücre farklılaşması ile ilişkili M2 makrofajlarının genişlemesi izlemektedir (71, 72). IL-4 ve IL-10 gibi M2 makrofajlar tarafından üretilen sitokinler, in vitro myoblast farklılaşmasını geliştirir ve uydu hücresi farklılaşması için gerekli olan Myog ifadesini artırır (71, 73). Bu nedenle, M1 ve M2 makrofajların kinetiği iskelet kası yenilenmesi için kritik önem taşıdığı yapılan çalışmalarla belirlenmiştir.

Ayrıca kas lifinde kontraktil ve hücre iskelet proteinlerine verilen zararın yanı sıra sarkolemma bozulması, bir enflamatuar yanıtın üretimi ile bağlantılı olan kreatin kinaz (CK) gibi kan kaynaklı intramüsküler protein seviyelerindeki artışla teyit edilebilmektedir (74). İnflamasyonun ciddiyeti türüne ve süresine bağlıdır. Eksantrik kasılmaların oluşturduğu egzersiz, aynı yoğunlukta ve sürenin eş merkezli yapılan diğer egzersizinden daha fazla hasara ve inflamasyona neden olduğu yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (75). Ayrıca, düzenli olarak yapılan egzersiz, oksidatif strese karşı savunma mekanizmalarının düzenlenmesi ve enfeksiyona karşı artmış direnç için faydalıdır.



### 3. MATERYAL METOT

#### 3.1. Araştırma Grubunun Tespiti

Örneklem grubunun belirlenmesi için yapılan Güç Analizi (Power Analysis) sonucunda toplam 10 gönüllünün olması gerektiği tespit edilmiştir. Bu bağlamda araştırmanın örnekleme İnönü Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi (İÜSBF) lisans eğitimi gören öğrencilerden oluşturuldu. Çalışmanın örneklem grubunun öğrencilerden oluşması için İÜSBF Dekanlığından izin alındı (Ek-6). Çalışmaya, düzenli herhangi bir antrenman programına katılmayan yaşları  $23.00 \pm 2.35$  yıl, boyları  $180.1 \pm 8.23$  cm, vücut ağırlıkları  $74.99 \pm 9.17$  kg, vücut kütle indeksi (VKİ)  $23.05 \pm 1.71$  kg/m<sup>2</sup> ve vücut yağ oranları (VYO)  $10.71 \pm 3.52$  yüzde (%) olan toplam 10 erkek gönüllü katıldı. Tüm gönüllülere çalışmaya başlamadan önce araştırmanın olası riskleri ve detayları hakkında bilgi verildi ve gönüllü rıza formu imzalatıldı. Araştırma Malatya Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylandı (Ek-5).

#### **Çalışmaya dahil edilme kriteri olarak:**

1) Araştırmaya katılan öğrencilerin testlerin uygulanması konusunda herhangi bir sağlık problemlerinin olmaması, 2) Rızalarının alınmış olunması, 3) Testler süresince gönüllü olmaları ve düzenli katılım göstermeleri

#### **Çalışmadan çıkarılma kriteri olarak:**

1) Testler süresince herhangi bir sağlık probleminin oluşması, 2) Ölçümlere katılım noktasında düzensizlik, 3) Performansın gösterilmesi ile ilgili özensiz davranışlar da çıkarılma kriterleri olarak belirlendi.

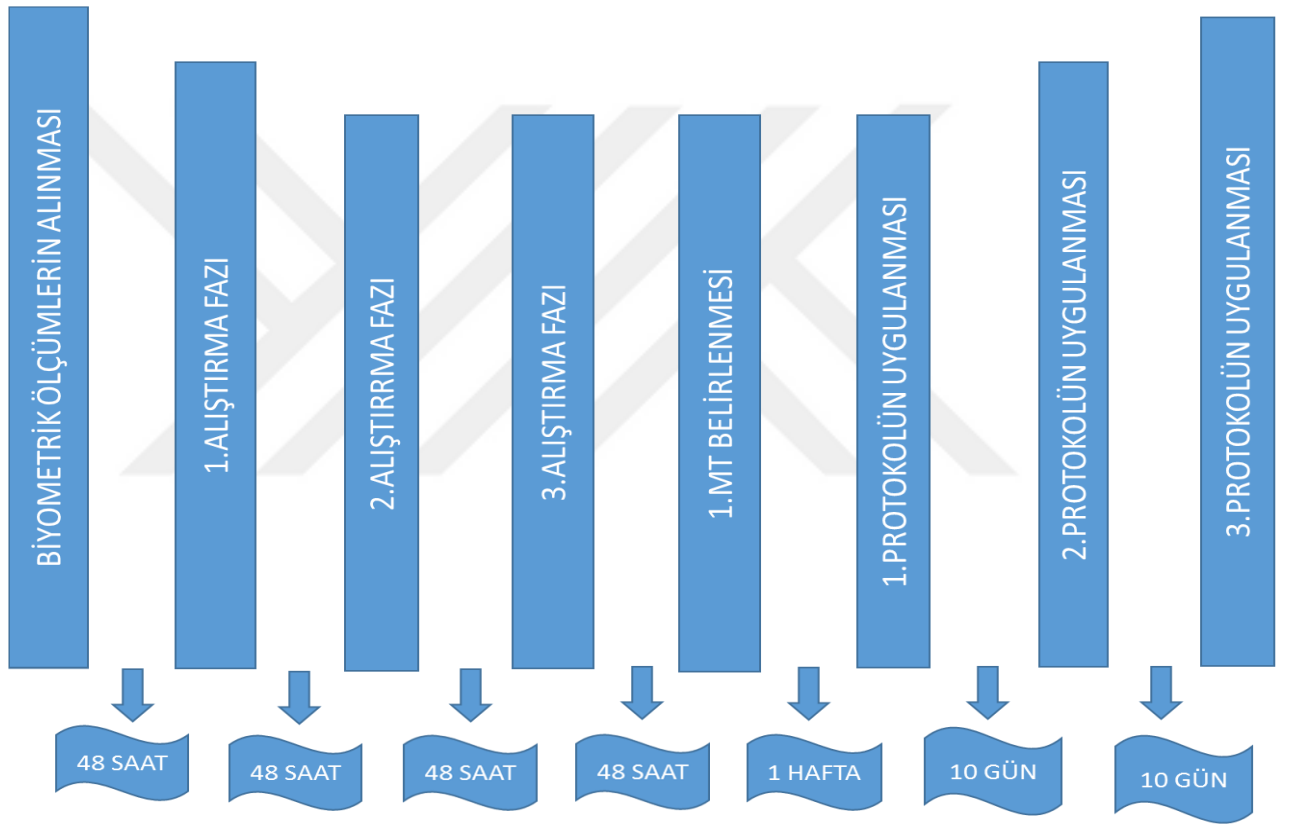
Araştırma süresince herhangi bir özel beslenme programı uygulanmadı ve günlük beslenme alışkanlıklarına devam etmeleri tavsiye edildi.

#### 3.2. Araştırmanın Deneysel Tasarımı

Çalışmaya katılan sporcuların çeşitli biyometrik özellikleri ölçüldü. Ölçümler İÜSBF spor salonu ve fizyoloji laboratuvarında gerçekleştirildi. Çalışmaya katılmayı kabul eden tüm deneklere çalışma öncesinde çalışmaların içeriği ile ilgili bilgiler ayrıntılı olarak anlatıldı ve uygulamalı olarak tanıtıldı. Uygulamalara başlamadan önce testlerin şekli, konusu, yeri ve zamanı hakkında gönüllülere gerekli bilgiler verildi.

Egzersizler lider gözetiminde yapıldı. Deneklere 24 saat önce ağır egzersiz yapmamaları, alkol, kafein ve ergojenik yardımcı kapsamına giren maddeleri kullanmamaları hususunda gerekli bilgilendirmeler yapıldı. Çalışma kapsamında tüm uygulamalar boyunca, denekler gerek test lideri gerekse test yöneticileri tarafından maksimal efor sergilenmesi konusunda sözel olarak desteklendi.

Çalışma İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylandı (EK-5). Gönüllülerle yapılan ilk görüşmede araştırma ile ilgili gerekli açıklamalar yapılarak "Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu" (EK-3) imzalatıldı.



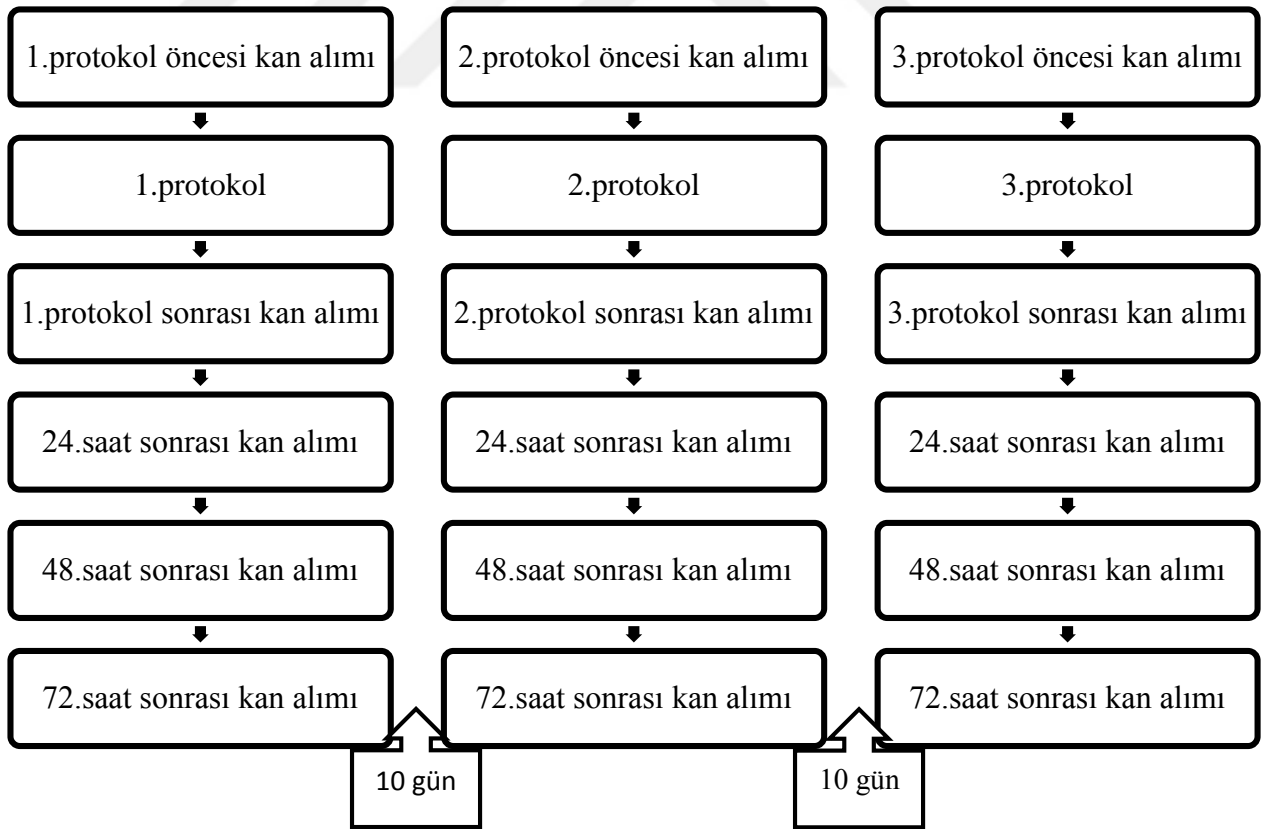
**Şekil 3.1.** Araştırmada kullanılan protokollerin ve ölçümlerin akış şeması

Çalışmanın ilk haftası gönüllülerin biyometrik ölçümleri yapıldı. 48 saat sonra alışma fazına geçildi ve gönüllülere 48 saat aralıklarla kuvvet antrenmanlarına; Squat (çömelme), Deadlift (yerden kesme), Leg Extension (bacağın dizden öne yükseltilmesi), Leg Curl (bacak bükme) alışabilmeleri için 3 alıştırma fazı uygulanmıştır. Alışma fazından 48 saat sonra gönüllülerin başlangıç egzersiz yüklerinin belirlenmesi amacı ile çalışmanın bir hafta öncesinde her bir gönüllünün her bir istasyon için 1 (MT) maksimumu tekrarı belirlenmiştir.

**Maksimal kuvvetin belirlenmesi:** Deneklerin 6 tekrarda kaldırılan maksimum ağırlık (6 TM) antrenman periyodu başlamadan üç gün önce belirlendi. Deneklere, leg extension, leg curl, squat ve deadlift hareketleri gösterildi. Her hareketin 6 TM kuvvetini tespit etmek amacıyla deneklerin kaldırabilecekleri tahmini ağırlık belirlenerek 6 TM' de yapmaları istendi. Kaldırdıkları ağırlığa ve hissettikleri zorluk derecesine göre 2,5-5 kg eklenerek hareketi tekrar yapmaları sağlanarak 6 TM değerleri elde edildi. Elde edilen değerlere göre gönüllülerin çalışma yoğunlukları belirlendi.

1  $MT = 100 \times \text{kaldırılan ağırlık} / 102,78 - 2,78 \times \text{tekrar sayısı}$  formülü ile belirlendi (76).

Çalışma 3 protokol halinde uygulanmış ve her protokol arasında 10 gün dinlenme aralığı verilmiştir. Her bir protokole, 5 dk süresince çalışacak kas gruplarına yönelik germe veya özel ısınma ile başlanmıştır ve 4 farklı kinetik zincir egzersizlerinden olan leg extension, leg curl, squat, deadlift uygulanmıştır. 4 farklı kinetik zincir egzersizleri 4 set 12 tekrar şeklinde yapılmış, setler arası dinlenme 90 sn. ve hareketler arası dinlenme 3 dk olarak uygulanmıştır.

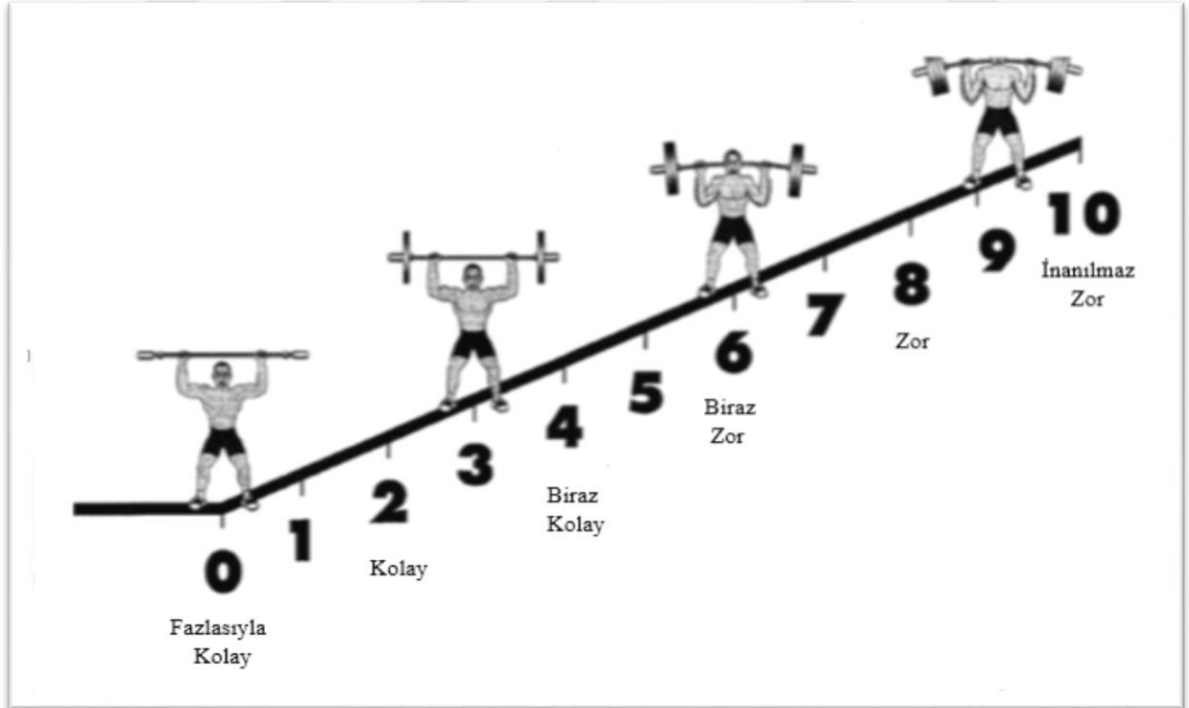


**Şekil 3.2.** Araştırmada Uygulanan Antrenman Protokolleri ve Kan Toplama Zaman Dilimleri

Kan parametreleri ölçümünde; egzersiz öncesi (istirahat seviyesi), egzersizin hemen sonrası (egzersizin akut etkisi), egzersiz bitiminin 24. 48. ve 72. saatleri olmak üzere 5 defa alınmıştır. Her protokol arası 10 gün ara verilmiştir. Her protokolün sonunda algılanan zorluk derecesinin belirlenmesi için OMNI-Res testi egzersizin hemen bitiminde, DOMS değerlendirmesi 24. 48. ve 72. saatlerde vizüel analog skala (VAS) kullanılarak yapıldı.

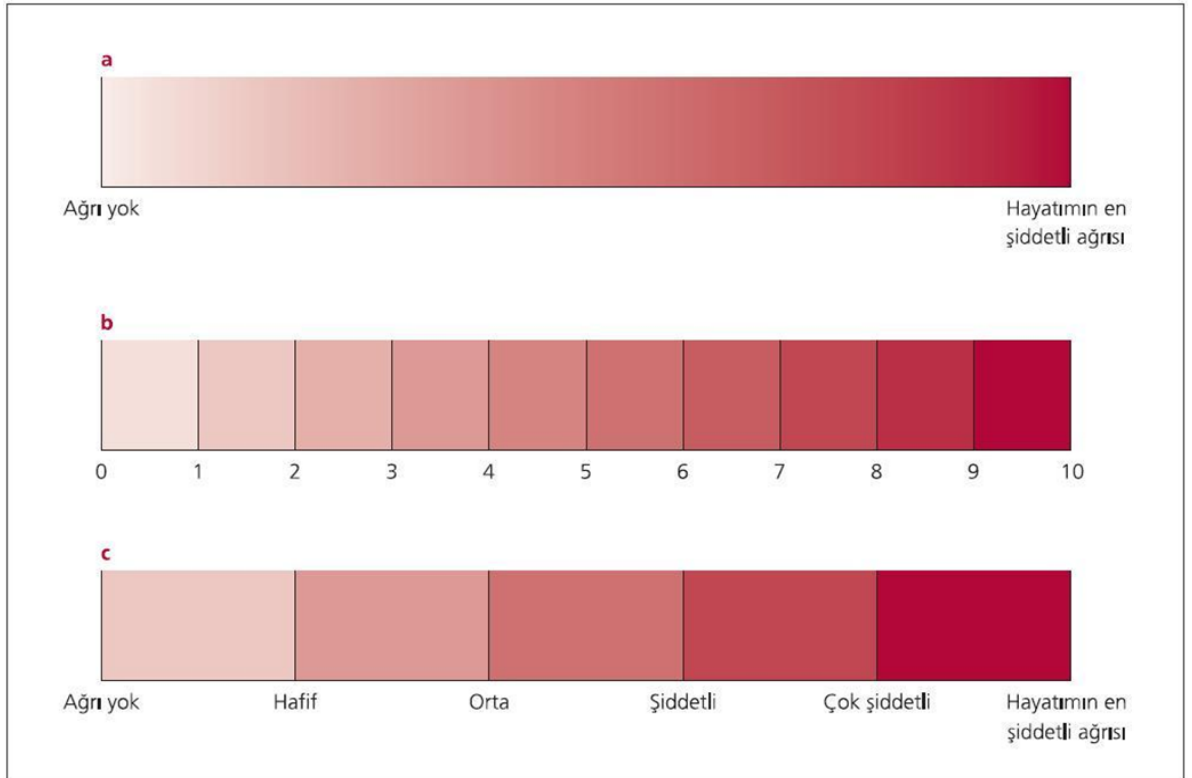
Analizler İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi Klinik Biyokimya ve Mikrobiyoloji Laboratuvarlarında yapılmıştır.

**Algılanan Zorluk Düzeyi Ölçümü:** OMNI-RES skalası kuvvet egzersizleri öncesinde gönüllülere tanıtıldı. Egzersiz zorluk derecesinin belirlenmesi American College of Sports Medicine (ACSM)' nin kriterlerine göre yapıldı. OMNI-RES skalası 0 - 10 arasında çok hafiften çok zora doğru skorlanmaktadır. 0-10 arasında, 0 çok kolay egzersiz, 10 ise çok zor egzersiz, nitelendirecek şekilde skorlanmaktadır. OMNI-RES skalası her kuvvet egzersizinden sonra gönüllülere gösterildi ve gönüllülerden alınan zorluk derecesini (AZD) skalaya bakarak tanımlaması istendi. Gönüllü tarafından algılanan zorluk derecesi araştırmacılar tarafından kaydedildi.



Şekil 3.3. OMNI-Res algılanan zorluk derecesi skalası (77)

**Görsel Analog Ölçeği:** Vizüel Analog Scale, (VAS) : Vizüel Analog Scale kuvvet egzersizleri öncesinde gönüllülere tanıtıldı. Egzersizden sonra oluşan ağrı derecesinin belirlenmesi American College of Sports Medicine (ACSM)' nin kriterlerine göre yapıldı. VAS skalası 0-10 arasında, 0 hiç ağrı yok, 10 ise dayanılmaz ağrıyı nitelendirecek şekilde skorlanmaktadır. Her kuvvet egzersizinden sonra, 24. 48 ve 72. saatlerde kan alımı öncesi gönüllülere gösterildi ve gönüllülerden hissedilen ağrı derecesini skalaya bakarak tanımlaması istendi. Gönüllü tarafından algılanan ağrı derecesi araştırmacılar tarafından kaydedildi.



**Şekil 3.4.** Vizüel Analog Skala (78).

### **Protokol 1 KKZE**

Çalışmaya katılan tüm gönüllülerden, egzersiz programı öncesi biyokimyasal parametrelerin bazal seviyeleri belirlemek için en az 12 saatlik bir açlığı takiben sabah 09.00 - 11.00 saatleri arasında ön kol venasından kan örnekleri alınmıştır. Egzersiz programı öncesi gönüllüler ısınma fazında 5 dk süresince çalışacak kas gruplarına yönelik germe veya özel ısınma yaptırılmıştır. 2 farklı kuvvet egzersizi 2 set 12 tekrar şeklinde uygulanmış olup setler arası dinlenme 90 sn. ve hareketler arası dinlenme 3 dk olarak uygulanmıştır. Egzersiz sonrası kan örneği alınmıştır. Egzersiz sonrasında pasif



toparlanma uygulanmıştır. Egzersiz sonrasında OMNI-RES skalası uygulanmıştır. Çalışmanın 24. 48. ve 72. saatlerinde kan örnekleri alınmış ve OMNI-RES skalası ve DOMS değerlendirmesi yapılmıştır.

### **Protokol 2 AKZE**

Egzersiz programı öncesi biyokimyasal parametrelerin bazal seviyeleri belirlemek için en az 12 saatlik bir açlığı takiben sabah 09.00 - 11.00 saatleri arasında ön kol venasından kan örnekleri alınmıştır. Egzersiz programı öncesi çalışacak kas gruplarına yönelik 5 dk süresince germe veya özel ısınma yaptırılmıştır. 2 farklı kuvvet egzersizi 2 set 12 tekrar şeklinde yapılmış, setler arası dinlenme 90 sn. ve hareketler arası dinlenme 3 dk olarak uygulanmıştır. Egzersiz sonrası kan örneği alınmıştır. Egzersiz sonrasında pasif toparlanma uygulanmıştır. Egzersiz sonrasında OMNI-RES skalası uygulanmıştır. Çalışmanın 24. 48 ve 72. saatlerinde kan örnekleri alınmış ve OMNI-RES skalası ve DOMS değerlendirmesi yapılmıştır.

### **Protokol 3. KKZE ve Akze Kombinasyonu**

Egzersiz programı öncesi biyokimyasal parametrelerin bazal seviyeleri belirlemek için en az 12 saatlik bir açlığı takiben sabah 09.00 - 11.00 saatleri arasında ön kol venasından kan örnekleri alınmıştır. Egzersiz programı öncesi gönüllüler ısınma fazında 5 dk süresince çalışacak kas gruplarına yönelik germe veya özel ısınma yaptırılmıştır. 4 farklı kuvvet egzersizi 2 set 12 tekrar şeklinde yapılmış, setler arası dinlenme 90 sn. ve hareketler arası dinlenme 3 dk olarak uygulanmıştır. Egzersiz sonrasında OMNI-RES skalası uygulanmıştır. Çalışmanın 24. 48 ve 72. saatlerinde kan örnekleri alınmış ve OMNI-RES skalası ve DOMS değerlendirmesi yapılmıştır.

### **Leg Extension**

Leg extension makinede oturarak yapılan, makinenin ayak ağırlık pedlerini kullanarak, alt bacağı (diz ve ayak arası) üst bacağa (diz ve kalça arası) dik pozisyondan, üst bacağa paralel hale getirerek yapılan bir üst bacak egzersizidir.

- ❖ Tüm katılımcıların boy uzunluğuna göre oturma pedi ayarlandı. Boy uzunluğu 180 üzeri ise bir iki kademe geri çekildi.
- ❖ Ayak pedi ayağın hemen üstüne yani bileğin başlangıcına ayarlandı. Uygun bir ağırlık seçildi. Seçilen yüksek ağırlıklar, alt bacağın üst bacağa paralel olana kadar kaldırmasına engel olabileceğinden biraz daha düşük bir ağırlık tercih edildi.

- ❖ Sırtın tamamen arkaya yaslanması sağlandı ve oturağın her iki yanında bulunan kolları kavranması istendi.
- ❖ Daha sonra nefes alıp ve ardından nefes vererek ayakları yukarı doğru orta hızda kaldırması sağlandı.
- ❖ Yapılabildiği kadar alt ve üst bacak paralel hale getirildi. Hareket yapılamıyorsa ağırlık düşürüldü.
- ❖ Tepe noktaya ulaştıktan sonra nefes alınarak yavaş hızda ayak indirmeye başlandı.



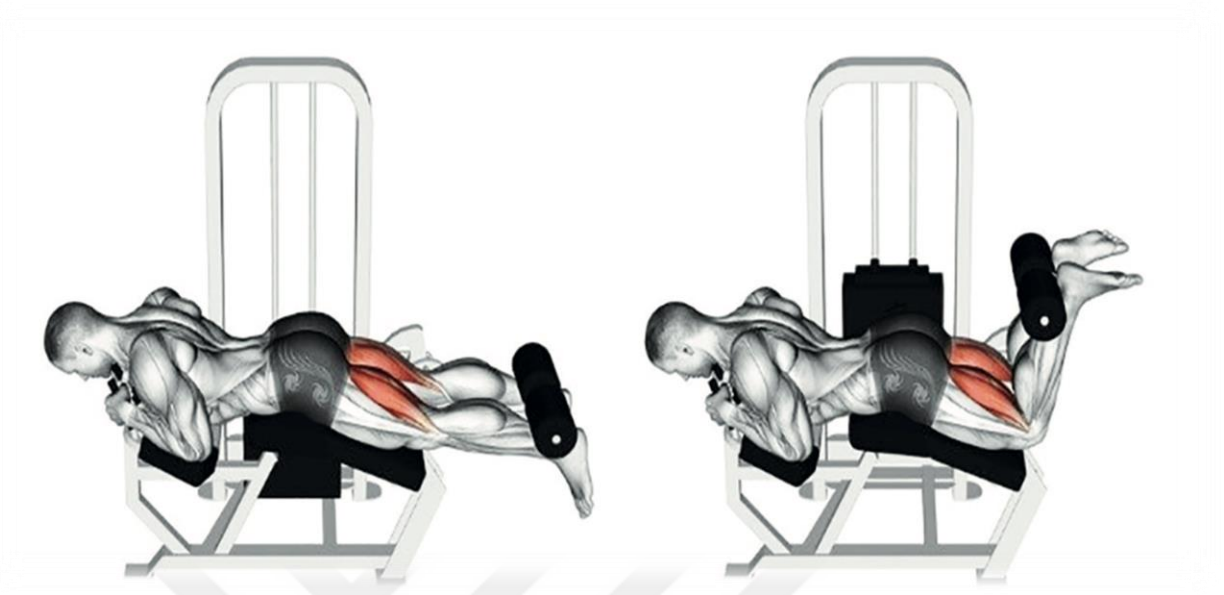
**Şekil 3.5.** Leg Extension Uygulama Tekniği ve Prosedürleri

### **Leg Curl**

Leg curl makinesinde yüz üstü yatar vaziyette, arka alt bacağı makinenin pedlerine yaslayıp kaldırarak yapılan bir arka bacak egzersizidir.

- ❖ İlk önce uygun bir ağırlık seçildi. Leg curl makinesinin pedleri tam aşil tendonunun üzerine gelecek şekilde ayarlandı. Leg curl makinesinin pedleri ne kadar dize yakın olursa kaldırılabilen yük o kadar azalmış olacaktır.
- ❖ Leg curl makinesine yüz üstü uzanmaları sağlandı, ayaklar pedlere temas ettirildi, tutamaçları tutmaları sağlandı. Nefes alıp vermesine dikkat çekilerek orta hızda bacaklar geriye doğru bükülmesi sağlandı.
- ❖ Pedler kalçaya değene kadar bükme hareketine devam ettirildi. Son noktaya

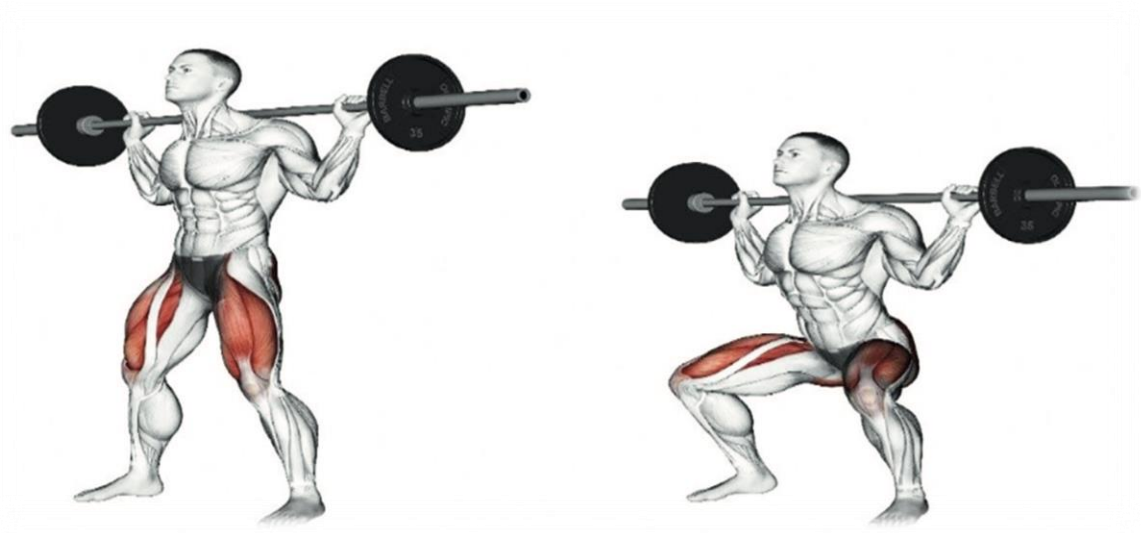
geldiğinde nefes alarak yavaş hızda ayaklar başlangıç konumuna getirilmeye çalışıldı.



Şekil 3.6. Leg Curl Uygulama Tekniği ve Prosedürleri

### Squat

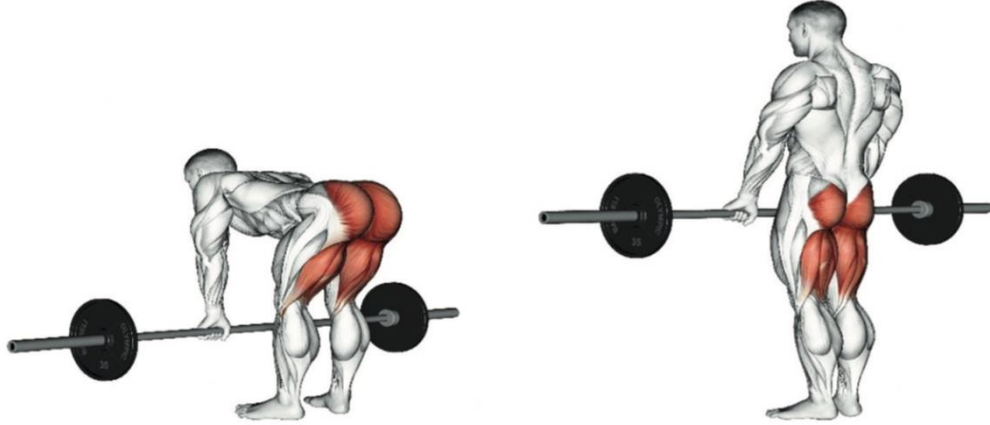
- ❖ El bilekleri bükülmeden dik konumda tutuldu.
- ❖ Topuklar omuz genişliğinde açılarak, kaval kemiği ve dizlerin karşıya bakması sağlandı.
- ❖ Ağırlık boyun üzerine değil omuzlar üzerine alınmasına dikkat edildi.
- ❖ Baş dik konumda tutularak ileriye doğru bakılacak şekilde pozisyon alması sağlandı.
- ❖ Kalçanın diz hizasına gelmesi sağlanana kadar çömelme pozisyonu verildi ve dizlerin ayak hizasını geçmemesine özen gösterildi.
- ❖ Kalkarken topuklardan kuvvet alarak kalkmaları, ağırlığın bel ve boyuna değil; bacak ve kalçaya aktarılmasına özen gösterildi.
- ❖ Çömelirken nefes alınmasına ve kalkarken nefes verilmesine dikkat edildi.



Şekil 3.7. Squat Uygulama Tekniği ve Prosedürleri

### Deadlift

- ❖ Yerde sabit duran ve kaldırılacak ağırlık takılmış olan olimpik bara yaklaştırılarak, ayak açıklığı kalça hizasında olmasına dikkat edildi.
- ❖ Kaval kemiği ile bara temas edilmeyecek şekilde pozisyon aldırıldı; fakat bar ile kaval kemiği arasında da bir yumruk mesafesinden fazla açıklık olmamasına özen gösterildi.
- ❖ Dizlerin bar kavranana kadar bükülmesi istendi.
- ❖ Barın kavrama aşamasında dirsekler gövdeye doğru döndürülmesine dikkat edildi.
- ❖ Kolun barın tamamen üzerinde olduğuna yani dik geldiğine emin olundu yük hamstringlere verilerek zemini itmesi sağlandı.
- ❖ Bar diz hizasına geldiğinde omurganın doğal pozisyonunu koruyup kalçayı sabitlemesi sağlandı.
- ❖ Kalça sabitlendiğinde beli geriye yatırmamasına dikkat edildi, omurga her zaman olması gerektiği gibi doğal pozisyonda tutuldu.
- ❖ Başlangıç pozisyonuna geri dönmek için kalçanın geri itilerek, dizlerin kaval kemiğinin zemine dik gelene kadar bükülmesi sağlandı ve omurga doğal pozisyondayken bar düz bir hatta zemine indirilmesi sağlandı.



**Şekil 3.8.** Deadlift Uygulama Tekniği ve Prosedürleri

### **3.3. Verilerin Toplanması:**

Araştırmaya katılan gönüllülere biyometrik ölçümler ve alan test protokolleri uygulandı. Gönüllüler ölçümlerden bir gün önce herhangi bir fiziksel yüklenme yaptırılmayarak dinlenmeleri sağlandı. Çalışmadan 24 saat önce uyarıcı türden çay, kahve ve asitli meşrubatları tüketmemeleri konusunda bilgi verildi. Çalışmada uygulanan tüm ölçüm ve test protokolleri İÜSBF fizyoloji laboratuvarında ve spor salonunda uygulandı. Vücut yağ oranı (VYO) ölçümleri tüm gönüllülere sabah dinlenim durumunda 12 saatlik açlık sonrası yapıldı. Testler 09.00 ile 11.00 saatleri arasında yapıldı.

#### **3.3.1. Biyometrik Ölçümler**

Gönüllülerin antropometrik ölçümleri İÜSBF fizyoloji laboratuvarında yapıldı.

##### **Boy Uzunluğu**

Boy uzunluğu belirleme esnasında ölçüm yapılacak deneklerin ayaklar çıplak, topuklar bitişik, vücut ve baş dik, gözlerin karşıya bakması ve kolların her iki yana serbest şekilde sarkıtılması ölçümün geçerliliği açısından önemli olduğu unutulmamalıdır. Ölçüm aletinde bulunan yatay eksenin deneğe temasında durdurulacak ve çıkan en yakın değer boy değeri olarak cm cinsinden kaydedilmiştir (79). Boy uzunluğu ölçümünde hassaslık derecesi 0.1 m olan cihaz (Harpender Anthropometer, Holtain Ltd.) kullanılmıştır.

### **Vücut Ağırlığı Ölçümleri**

Vücut ağırlığı ölçümleri esnasında deneklerin ayakları çıplak ve üzerinde ağırlığını en az etkileyecek minimal giysi olmasına dikkat edilmiştir. Ölçüm esnasında gönüllünün iki ayağının tartıya eşit oranda basmasına özen gösterilerek, denek dik konumda ve hareket etmemesi sağlanarak ölçüm yapılmıştır. Vücut ağırlık ölçümlerini hassaslık derecesi 0.1 kg olan terazi (Tanita SC-330) kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca tanitanın sert ve düz bir zemin üzerine konmasına dikkat edilmiştir. Elde edilen değer kg. cinsinden kaydedilmiştir (79).

### **Vücut Kütle İndeksi (VKİ)**

Çalışmaya katılan deneklerin VKİ ölçümünde  $\text{kg/boy}^2$  formülüyle ve  $\text{kg/m}^2$  formülüyle gösterildi. Vücut Kütle İndeksi= Vücut Ağırlığı (kg) / Boy (m<sup>2</sup>).

### **Vücut Yağ Oranının Hesaplanması**

Vücut yağ oranı hesaplanmasında öncelikle vücudun sağ tarafından Holtain marka skinfold kaliper (Holtain, UK) kullanarak aynı tecrübeli araştırmacı tarafından DKK (deri kıvrım kalınlığı) değerleri alındı. Çalışmaya katılan denekler için göğüs, karın, uyluk bölgelerinden DKK ölçümleri alındı. Vücut yoğunluğu değerleri denekler için Jackson & Pollock eşitliğinden tespit edildi ve Siri formülü kullanarak vücut yağ oranı hesaplanmıştır (80).

### **Kan Alımı ve Biyokimyasal Analizler**

Kan parametreleri ölçümünde; egzersiz öncesi (istirahat seviyesi), egzersizin hemen sonrası (egzersizin akut etkisi), egzersiz bitiminin 24. 48. ve 72. saatleri olmak üzere 5 defa alınmıştır. Her protokol arası 10 gün ara verilmiştir.

Analizler İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi Klinik Biyokimya ve Mikrobiyoloji Laboratuvarların da yapılmıştır. Kan alımı işlemleri tecrübeli paramedikler tarafından yapılmıştır. Bu çalışmaya gönüllü katılan İnönü Üniversitesi öğrencilerinden elde edilecek kan örneklerinde hormonlar ve kas hasarı belirteçlerinden; CK, LDH, Testosteron, IGF-1, parametreleri analiz edilmiştir. Tüm kan örnekleri 12 saat açlık sonrası sabah 09.00 - 11.00 saatleri arasında venöz ponksiyon yöntemi ile biyokimya tüplerine alınmıştır.

**CK:** Abott marka C 16000 model cihazda spektrofotometrik yöntem ile çalışıldı. (Abott Laboratories Diagnostics Abbott Park, IL 60064, USA) (intra-assey CV %5,2)

**LDH:** Abott marka C 16000 model cihazda spektrofotometrik yöntem ile çalışıldı. (Abott Laboratories Diagnostics Abbott Park, IL 60064, USA) (intra-assey CV %3,4)

**Testosteron (ng/dl):** Roche marka e601 model cihazda kemiluminesans yöntemle analiz edildi [(Roche Diagnostics GmbH Sandhofer Strasse 116, D-68305 Mannheim; intra-assey CV %7.0; % 7.0 sırasıyla)].

**IGF-1 (ng/ml):** Siemens marka immulate-2000 model cihazda kemiluminesans yöntemle analiz edildi [(Siemens healthcare Diagnostics Products Ltd. Llanberis, Gwynedd LL55 4EL United Kingdom; intra-assey CV %7.0)].

Kas hasarı ve hormon parametrelerinin analizi, İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi Biyokimya ve Mikrobiyoloji laboratuvarında yapılmıştır. Elde edilen kan numuneleri 1500 devirde on dakika santrifüj edilerek ayrılan serumlardan değerler ölçülmüştür.

### **3.4. Verilerin İstatiksel Analizi**

Araştırma verilerinin homojen olup olmadığı gönüllü sayısı 50'den küçük olduğu için "Shapiro Wilk's" testi ile sınıandı. Bir gruba ait tekrarlı ölçümler arasındaki farklılığı analiz etmek için "One Way Repeated Anova (Tekrarlı ANOVA) kullanılmıştır. Küresellik varsayımları sağlandığı için tekrarlayan ölçümlerden küreselliğin sağlandığı test seçeneği "Greenhouse Geiser Testi" ile analiz edildi. Protokoller açısından anlamlı farklılığın hangi protokolden kaynaklandığı ise "Paired T Testi" ile çözümlendi. Tüm istatistiksel analizler "IBM SPSS 23" paket programında yapıldı. Alınan tüm testler aritmetik ortalama±standart sapma ( $X\pm ss$ ) olarak ifade edildi. Araştırmada anlamlılık düzeyi  $p<0.05$  olarak kullanılmıştır.

## 4. BULGULAR

Araştırmada elde edilen bulgulara aşağıda tablo halinde verilmiştir.

**Tablo 4.1.** Katılımcıların Demografik Bilgileri

Parametreler ( n=10)	X	Ss
Yaş (yıl)	23.00	2.35
Boy (cm)	180.1	8.23
Kilo (kg)	74.99	9.17
BKİ (kg/m <sup>2</sup> )	23.05	1.71
VYO (%)	10.71	3.52

Araştırmaya katılan katılımcıların yaşları 23.00±2.35 yıl, boyları 180.1±8.23 cm, vücut ağırlıkları 74.99±9.17 kg, vücut kütle indeksi (VKİ) 23.05±1.71 kg/m<sup>2</sup> ve vücut yağ oranları (vyo) 10.71±3.52 yüzde (%) olarak tespit edildi.

**Tablo 4.2.** Katılımcıların Protokol ve Zaman Değişkenlerine Göre CK Analizleri

Zaman	CK ( U/L)		
	Protokol 1	Protokol 2	Protokol 3
	X ±ss		
Egzersiz Öncesi	243±56	172±34	181±30
Egzersiz Sonrası	316±50	188±39	203±33
24 Saat Sonrası	<b>483±73*</b>	280±60	424±33
48 Saat Sonrası	458±67	<b>356±35*</b>	<b>513±40*</b>
72 Saat Sonrası	309±36	223±23	273±39
	F= 73.215, p=.000*	F=76.052, p=.000*	F=296.877, p=.000*

Tablo 4.2 incelendiğinde, protokollerin kendi içinde karşılaştırmaları açısından CK değerlerinin 1. Protokol için 24 saat (483±73), 2. Protokol için 48 saat (356±35) ve 3. Protokol için 48 saat (513±40) sonrası zaman diliminde en yüksek konsantrasyon seviyesine sahip olduğu tespit edildi. Protokol 1 açısından 24 saat sonra (F=73.215, p=.000), Protokol 2 ve 3 için 48 saat sonrası CK konsantrasyonu istatistiksel olarak anlamlı bulundu (F=76.052, p=.000; F=296.877, p=.000 sırasıyla).



**Tablo 4.3.** Katılımcıların Protokol ve Zaman Değişkenlerine Göre CK Farklarının Karşılaştırılması

<b>Egzersiz Öncesi ve Sonrası Farkların Farkı</b>		
	<b>t</b>	<b>p</b>
Protokol 1 > Protokol 2	-5.703	.000*
Protokol 1 > Protokol 3	-5.003	.001*
Protokol 2 = Protokol 3	2.158	.059
<b>Egzersiz Öncesi ve 24 Saat Sonrası Farkların Farkı</b>		
	<b>t</b>	<b>p</b>
Protokol 1 > Protokol 2	-4.588	.001*
Protokol 1 = Protokol 3	.105	.919
Protokol 2 < Protokol 3	7.561	.000*
<b>Egzersiz Öncesi ve 48 Saat Sonrası Farkların Farkı</b>		
	<b>t</b>	<b>p</b>
Protokol 1 = Protokol 2	-1.146	.281
Protokol 1 < Protokol 3	3.398	.008*
Protokol 2 < Protokol 3	6.978	.000*
<b>Egzersiz Öncesi ve 72 Saat Sonrası Farkların Farkı</b>		
	<b>t</b>	<b>p</b>
Protokol 1 = Protokol 2	-.745	.475
Protokol 1 = Protokol 3	1.130	.288
Protokol 2 < Protokol 3	2.759	.022*

Tablo 4.3' e bakıldığında, protokoller arası CK konsantrasyonunda egzersiz öncesi ve egzersiz sonrasında istatistiki açıdan anlamlı farklılıklar tespit edildi ( $p < 0.05$ ). Protokoller açısından karşılaştırılan egzersiz öncesi ve sonrası CK konsantrasyon farkının protokol 2 ve 3 e kıyasla protokol 1 lehine anlamlı olduğu bulundu ( $t = -5.703$ ,  $p = .000$ ;  $t = -5.003$ ,  $p = .001$  sırasıyla). Protokol 2 ve 3 arasında ise egzersiz öncesi ve sonrası CK konsantrasyonu açısından matematiksel farklılık olmasına rağmen istatistiki açıdan anlamlı farklılık tespit edilmedi ( $t = 2.158$ ,  $p = .059$ ).

Tablo 4.3' e bakıldığında, protokoller arası CK konsantrasyonunda egzersiz öncesi ve 24 saat sonrasında istatistiki açıdan anlamlı farklılıklar tespit edildi ( $p < 0.05$ ). Protokoller açısından karşılaştırılan egzersiz öncesi ve 24 saat sonrası CK konsantrasyon farkının protokol 2 ve 3 e kıyasla protokol 1 lehine anlamlı olduğu bulundu ( $t = -4.588$ ,  $p = .001$ ;  $t = 7.561$ ,  $p = .000$  sırasıyla). Protokol 2 ve 3 arasında ise egzersiz öncesi ve 24 saat sonrası CK konsantrasyonu açısından protokol 3 lehine anlamlı olduğu bulundu ( $t = 7.561$ ,  $p = .000$ ). Protokol 1 ve 3 arasında ise egzersiz öncesi

ve 24 saat sonrası CK konsantrasyonu açısından matematiksel farklılık olmasına rağmen istatistiki açıdan anlamlı farklılık tespit edilmedi ( $t=.105$ ,  $p=.919$ ).

Tablo 4.3' e bakıldığında, protokoller arası CK konsantrasyonunda egzersiz öncesi ve 48 saat sonrasında istatistiki açıdan anlamlı farklılıklar tespit edildi ( $p<0.05$ ). Protokoller açısından karşılaştırılan egzersiz öncesi ve 48 saat sonrası CK konsantrasyon farkının protokol 1 ve 2 ye kıyasla protokol 3 lehine anlamlı olduğu bulundu ( $t = 6.978$ ,  $p=.000$ ;  $t=3.398$ ,  $p=.008$  sırasıyla). Protokol 1 ve 2 arasında ise egzersiz öncesi ve 48 saat sonrası CK konsantrasyonu açısından matematiksel farklılık olmasına rağmen istatistiki açıdan anlamlı farklılık tespit edilmedi ( $t = -1.146$ ,  $p=.281$ ).

Tablo 4.3' e bakıldığında, protokoller arası CK konsantrasyonunda egzersiz öncesi ve 72 saat sonrasında istatistiki açıdan anlamlı farklılıklar tespit edildi ( $p<0.05$ ). Protokoller açısından karşılaştırılan egzersiz öncesi ve 72 saat sonrası CK konsantrasyon farkının protokol 2 ve 3 arasında egzersiz öncesi ve 72 saat sonrası CK konsantrasyonu açısından protokol 3 lehine anlamlı olduğu bulundu ( $t=2.759$ ,  $p=.022$ ). Protokol 1-2 ve protokol 1-3 arasında ise egzersiz öncesi ve 72 saat sonrası CK konsantrasyonu açısından matematiksel farklılık olmasına rağmen istatistiki açıdan anlamlı farklılık tespit edilmedi ( $t = -.745$ ,  $p=.475$ ;  $t=1.130$ ,  $p=.288$  sırasıyla).

**Tablo 4.4.** Katılımcıların Protokol ve Zaman Değişkenlerine Göre LDH Analizleri

Zaman	LDH ( U/L)		
	Protokol 1	Protokol 2	Protokol 3
	X ±ss		
Egzersiz Öncesi	<b>239±38*</b>	182±30	144±15
Egzersiz Sonrası	233±31	175±25	149±15
24 Saat Sonrası	175±16	147±17	154±20
48 Saat Sonrası	184±28	182±40	160±35
72 Saat Sonrası	183±34	176±67	152±19
	F= 13.566, p=.000*	F=1.291, p=.297	F=1.370, p=.278

Tablo 4.4 incelendiğinde, protokollerin kendi içinde karşılaştırmaları açısından LDH değerlerinin 1. protokol için egzersiz öncesi (239±38), 2. protokol için 48 saat (182±40) ve 3. protokol için 48 saat (160±35) sonrası zaman diliminde en yüksek konsantrasyon seviyesine sahip olduğu tespit edildi. Protokol 1 açısından egzersiz

öncesi (F=13.566, p=.000) LDH konsantrasyonu istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Protokol 2 ve 3 için 48 saat sonrası LDH konsantrasyonu matematiksel farklılık bulunmasına rağmen istatistiki açıdan anlamlı farklılık tespit edilmedi (F=1.291, p=.297; F=1.370, p=.278 sırasıyla).

**Tablo 4.5.** Katılımcıların Protokol ve Zaman Değişkenlerine Göre LDH Farklarının Karşılaştırılması

<b>Egzersiz Öncesi ve Sonrası Farkların Farkı</b>		
	<b>t</b>	<b>p</b>
Protokol 1 = Protokol 2	-.116	.910
Protokol 1 = Protokol 3	.961	.362
Protokol 2 = Protokol 3	.887	.398
<b>Egzersiz Öncesi ve 24 Saat Sonrası Farkların Farkı</b>		
	<b>t</b>	<b>p</b>
Protokol 1 = Protokol 2	2.254	.051
Protokol 1 < Protokol 3	3.390	.008*
Protokol 2 < Protokol 3	4.521	.001*
<b>Egzersiz Öncesi ve 48 Saat Sonrası Farkların Farkı</b>		
	<b>t</b>	<b>p</b>
Protokol 1 < Protokol 2	2.417	.039*
Protokol 1 < Protokol 3	3.618	.006*
Protokol 2 = Protokol 3	.656	.528
<b>Egzersiz Öncesi ve 72 Saat Sonrası Farkların Farkı</b>		
	<b>t</b>	<b>p</b>
Protokol 1 = Protokol 2	1.972	.080
Protokol 1 < Protokol 3	3.894	.004*
Protokol 2 = Protokol 3	.532	.607

Tablo 4.5' e bakıldığında, protokoller arası LDH konsantrasyonunda protokoller açısından karşılaştırılan egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası LDH konsantrasyon farkının protokol 1 ve 2, protokol 1 ve 3 arasında ve protokol 2 ve 3 arasında egzersiz öncesi ve sonrası LDH konsantrasyonu açısından matematiksel farklılık olmasına rağmen istatistiki açıdan anlamlı farklılık tespit edilmedi (t=-.116, p=.910; t=.961, p=.362; t=.887, p=.398 sırasıyla ).

Tablo 4.5' e bakıldığında protokoller arası LDH konsantrasyonunda egzersiz öncesi ve 24 saat sonrasında istatistiki açıdan anlamlı farklılıklar tespit edildi (p<0.05). Protokoller açısından karşılaştırılan egzersiz öncesi ve 24 saat sonrası LDH konsantrasyon farkının protokol 1 ve 2 ye kıyasla protokol 3 lehine anlamlı olduğu

bulundu ( $t=4.521$ ,  $p=.001$ ;  $t =3.390$ ,  $p=.008$  sırasıyla). Protokol 1 ve 2 arasında ise egzersiz öncesi ve 24 saat sonrası LDH konsantrasyonu açısından matematiksel farklılık olmasına rağmen istatistiki açıdan anlamlı farklılık tespit edilmedi ( $t=2.254$ ,  $p =.051$ ).

Tablo 4.5' e bakıldığında protokoller arası LDH konsantrasyonunda egzersiz öncesi ve 48 saat sonrasında istatistiki açıdan anlamlı farklılıklar tespit edildi ( $p<0.05$ ). Protokoller açısından karşılaştırılan egzersiz öncesi ve 48 saat sonrası LDH konsantrasyon farkının protokol 1 ve 2 ye kıyasla protokol 3 lehine anlamlı olduğu bulundu ( $t =3.618$ ,  $p=.006$ ;  $t =2.417$ ,  $p=.039$  sırasıyla). Protokol 2 ve 3 arasında ise egzersiz öncesi ve 48 saat sonrası LDH konsantrasyonu açısından matematiksel farklılık olmasına rağmen istatistiki açıdan anlamlı farklılık tespit edilmedi ( $t = 656$ ,  $p =.528$ ).

Tablo 4.5' e bakıldığında protokoller arası LDH konsantrasyonunda egzersiz öncesi ve 72 saat sonrasında istatistiki açıdan anlamlı farklılıklar tespit edildi ( $p<0.05$ ). Protokoller açısından karşılaştırılan egzersiz öncesi ve 72 saat sonrası LDH konsantrasyon farkının protokol 1 ve 2 ye kıyasla protokol 3 lehine anlamlı olduğu bulundu ( $t=3.894$ ,  $p=.004$ ). Protokol 1 ve 2, protokol 2 ve 3 arasında ise egzersiz öncesi ve 72 saat sonrası LDH konsantrasyonu açısından matematiksel farklılık olmasına rağmen istatistiki açıdan anlamlı farklılık tespit edilmedi ( $t =1.972$ ,  $p =.080$ ;  $t=.532$ ,  $p=.607$  sırasıyla).

**Tablo 4.6.** Katılımcıların Protokol ve Zaman Değişkenlerine Göre IGF-1 Analizleri

Zaman	IGF-1 (ng/ml)		
	Protokol 1	Protokol 2	Protokol 3
	X ±ss		
Egzersiz Öncesi	197±48	207±50	197±44
Egzersiz Sonrası	195±35	215±45	210±60
24 Saat Sonrası	187±37	198±42	191±40
48 Saat Sonrası	192±41	201±50	201±46
72 Saat Sonrası	199±36	208±57	197±50
	F= 1.025, p=.407	F=2.489, p=.060	F=.646, p=.633

Tablo 4.6 incelendiğinde, protokollerin kendi içinde karşılaştırmaları açısından IGF-1 değerlerinin 1. protokol için 72 saat ( $199±36$ ), 2. protokol için egzersiz sonrası ( $215±45$ ) ve 3. protokol için egzersiz sonrası ( $210±60$ ) zaman diliminde en yüksek

konsantrasyon seviyesine sahip olduğu tespit edildi. Protokol 1 açısından 72 saat sonrasında, protokol 2 ve 3 için egzersiz sonrası IGF-1 konsantrasyonunda matematiksel farklılıklar bulunmasına rağmen istatistiki açıdan anlamlı farklılık tespit edilmedi (F=1.025, p=.407; F=2.489, p=.060; F=.646, p=.633 sırasıyla).

**Tablo 4.7.** Katılımcıların Protokol ve Zaman Değişkenlerine Göre IGF-1 Farklarının Karşılaştırılması

<b>Egzersiz Öncesi ve Sonrası Farkların Farkı</b>		
	<b>t</b>	<b>p</b>
Protokol 1 = Protokol 2	1.296	.227
Protokol 1 = Protokol 3	1.496	.169
Protokol 2 = Protokol 3	.422	.683
<b>Egzersiz Öncesi ve 24 Saat Sonrası Farkların Farkı</b>		
	<b>t</b>	<b>p</b>
Protokol 1 = Protokol 2	.130	.899
Protokol 1 = Protokol 3	.596	.566
Protokol 2 = Protokol 3	.397	.700
<b>Egzersiz Öncesi ve 48 Saat Sonrası Farkların Farkı</b>		
	<b>t</b>	<b>p</b>
Protokol 1 = Protokol 2	-.243	.814
Protokol 1 = Protokol 3	.516	.619
Protokol 2 = Protokol 3	.576	.579
<b>Egzersiz Öncesi ve 72 Saat Sonrası Farkların Farkı</b>		
	<b>t</b>	<b>p</b>
Protokol 1 = Protokol 2	-.067	.948
Protokol 1 = Protokol 3	-.169	.870
Protokol 2 = Protokol 3	-.190	.853

Tablo 4.7' ye bakıldığında, protokoller arası IGF-1 konsantrasyonunda protokoller açısından karşılaştırılan egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası IGF-1 konsantrasyon farkının protokol 1 ve 2, protokol 1 ve 3 arasında ve protokol 2 ve 3 arasında egzersiz öncesi ve sonrası IGF-1 konsantrasyonu açısından matematiksel farklılık olmasına rağmen istatistiki açıdan anlamlı farklılık tespit edilmedi (t=1.296, p=.227; t=1.496, p=.169; t=.422, p=.683 sırasıyla).

Tablo 4.7' ye bakıldığında, protokoller arası IGF-1 konsantrasyonunda protokoller açısından karşılaştırılan egzersiz öncesi ve 24 saat sonrası IGF-1 konsantrasyon farkının protokol 1 ve 2, protokol 1 ve 3 arasında ve protokol 2 ve 3 arasında egzersiz öncesi ve 24 saat sonrası IGF-1 konsantrasyonu açısından

matematiksel farklılık olmasına rağmen istatistiki açıdan anlamlı farklılık tespit edilmedi ( $t=.130, p=.899$ ;  $t=.596, p=.566$ ;  $t=.397, p=.700$  sırasıyla).

Tablo 4.7' ye bakıldığında, protokoller arası IGF-1 konsantrasyonunda protokoller açısından karşılaştırılan egzersiz öncesi ve 48 saat sonrası IGF-1 konsantrasyon farkının protokol 1 ve 2, protokol 1 ve 3 arasında ve protokol 2 ve 3 arasında egzersiz öncesi ve 48 saat sonrası IGF-1 konsantrasyonu açısından matematiksel farklılık olmasına rağmen istatistiki açıdan anlamlı farklılık tespit edilmedi ( $t=-.243, p=.814$ ;  $t=.516, p=.619$ ;  $t=.576, p=.579$  sırasıyla).

Tablo 4.7' ye bakıldığında, protokoller arası IGF-1 konsantrasyonunda protokoller açısından karşılaştırılan egzersiz öncesi ve 72 saat sonrası IGF-1 konsantrasyon farkının protokol 1 ve 2, protokol 1 ve 3 arasında ve protokol 2 ve 3 arasında egzersiz öncesi ve 72 saat sonrası IGF-1 konsantrasyonu açısından matematiksel farklılık olmasına rağmen istatistiki açıdan anlamlı farklılık tespit edilmedi ( $t=-.067, p=.948$ ;  $t=-.169, p=.870$ ;  $t=-.190, p=.853$  sırasıyla).

**Tablo 4.8.** Katılımcıların Protokol ve Zaman Değişkenlerine Göre Testosteron Analizleri

Zaman	TESTOSTERON ( ng / dl )		
	Protokol 1	Protokol 2	Protokol 3
	X ±ss		
Egzersiz Öncesi	430±101	467±167	422±124
Egzersiz Sonrası	<b>549±180*</b>	482±145	498±183
24 Saat Sonrası	443±153	437±145	460±177
48 Saat Sonrası	446±147	420±105	456±162
72 Saat Sonrası	412±107	471±99	459±163
	F= 7.304, p=.000*	F=1.077, p=.373	F=.766, p=.555

Tablo 4.8 incelendiğinde, protokollerin kendi içinde karşılaştırmaları açısından testosteron değerlerinin 1. protokol için egzersiz sonrası (549±180), 2. protokol için egzersiz sonrası (482±145) ve 3. protokol için egzersiz sonrası (498±183) sonrası zaman diliminde en yüksek konsantrasyon seviyesine sahip olduğu tespit edildi. Protokol 1 açısından egzersiz sonrası (F=7.304, p=.000) testosteron konsantrasyonu istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Protokol 2 ve 3 için egzersiz sonrası testosteron

konsantrasyonu matematiksel farklılık bulunmasına rağmen istatistiki açıdan anlamlı farklılık tespit edilmedi ( $F=1.077$ ,  $p=.373$ ;  $F=.766$ ,  $p=.555$  sırasıyla).

**Tablo 4.9.** Katılımcıların Protokol ve Zaman Değişkenlerine Göre Testosteron Farklarının Karşılaştırılması

<b>Egzersiz Öncesi ve Sonrası Farkların Farkı</b>		
	<b>t</b>	<b>p</b>
Protokol 1 > Protokol 2	-2.702	.024*
Protokol 1 > Protokol 3	-1.436	.185
Protokol 2 = Protokol 3	1.770	.111
<b>Egzersiz Öncesi ve 24 Saat Sonrası Farkların Farkı</b>		
	<b>t</b>	<b>p</b>
Protokol 1 = Protokol 2	-1.386	.199
Protokol 1 = Protokol 3	.702	.500
Protokol 2 = Protokol 3	1.269	.236
<b>Egzersiz Öncesi ve 48 Saat Sonrası Farkların Farkı</b>		
	<b>t</b>	<b>p</b>
Protokol 1 = Protokol 2	-.956	.364
Protokol 1 = Protokol 3	.315	.760
Protokol 2 = Protokol 3	1.199	.261
<b>Egzersiz Öncesi ve 72 Saat Sonrası Farkların Farkı</b>		
	<b>t</b>	<b>p</b>
Protokol 1 = Protokol 2	.426	.680
Protokol 1 = Protokol 3	1.719	.120
Protokol 2 = Protokol 3	.637	.540

Tablo 4.9' a bakıldığında, protokoller arası testosteron konsantrasyonunda egzersiz öncesi ve egzersiz sonrasında istatistiki açıdan anlamlı farklılıklar tespit edildi ( $p<0.05$ ). Protokoller açısından karşılaştırılan egzersiz öncesi ve sonrası testosteron konsantrasyon farkının protokol 2 ve 3 e kıyasla protokol 1 lehine anlamlı olduğu bulundu ( $t=-2.702$ ,  $p=.024$ ). Protokol 1 ve 3, protokol 2 ve 3 arasında ise egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası testosteron konsantrasyonu açısından matematiksel farklılık olmasına rağmen istatistiki açıdan anlamlı farklılık tespit edilmedi ( $t =-1.436$ ,  $p=.185$ ;  $t=1.770$ ,  $p=.111$  sırasıyla).

Tablo 4.9' a bakıldığında, protokoller arası testosteron konsantrasyonunda protokoller açısından karşılaştırılan egzersiz öncesi ve 24 saat sonrası testosteron konsantrasyon farkının protokol 1 ve 2, protokol 1 ve 3 arasında ve protokol 2 ve 3

arasında egzersiz öncesi ve 24 saat sonrası testosteron konsantrasyonu açısından matematiksel farklılık olmasına rağmen istatistiki açıdan anlamlı farklılık tespit edilmedi ( $t=-1.386$ ,  $p=.199$ ;  $t=.702$ ,  $p=.500$ ;  $t=1.269$ ,  $p=.236$  sırasıyla).

Tablo 4.9' a bakıldığında, protokoller arası testosteron konsantrasyonunda protokoller açısından karşılaştırılan egzersiz öncesi ve 48 saat sonrası testosteron konsantrasyon farkının protokol 1 ve 2, protokol 1 ve 3 arasında ve protokol 2 ve 3 arasında egzersiz öncesi ve 48 saat sonrası testosteron konsantrasyonu açısından matematiksel farklılık olmasına rağmen istatistiki açıdan anlamlı farklılık tespit edilmedi ( $t=-.956$ ,  $p=.364$ ;  $t=.315$ ,  $p=.760$ ;  $t=1.199$ ,  $p=.261$  sırasıyla).

Tablo 4.9' a bakıldığında, protokoller arası testosteron konsantrasyonunda protokoller açısından karşılaştırılan egzersiz öncesi ve 72 saat sonrası testosteron konsantrasyon farkının protokol 1 ve 2, protokol 1 ve 3 arasında ve protokol 2 ve 3 arasında egzersiz öncesi ve 72 saat sonrası testosteron konsantrasyonu açısından matematiksel farklılık olmasına rağmen istatistiki açıdan anlamlı farklılık tespit edilmedi ( $t=.426$ ,  $p=.680$ ;  $t=1.719$ ,  $p=.120$ ;  $t=.637$ ,  $p=.540$  sırasıyla).



## 5. TARTIŞMA

Kapalı kinetik zincir ve açık kinetik zincir egzersizlerine yönelik çalışmalar son yıllarda oldukça üzerinde durulan konular arasında yer almaktadır. Bu ölçekte değerlendirildiğinde ayrı 2 başlık halindeki çalışmalara ek olarak kombinasyon olarak da uygulanmasının olası farklı sonuçlar açısından değerlendirilmesinin, muhtemel bilgilerinden başka verilere de ulaşılabilme ihtimalini doğurmuştur. Literatür bu aşamada kinetik zincir egzersizlerinin kombinasyonu açısından bilime yeterli kanıt sunamamaktadır. Bu sebeple, çalışma, kuvvet egzersizinden 3 farklı kinetik zincir protokolünü karşılaştırarak iskelet kasında oluşabilecek bazı hormon (testosteron ve IGF-1), ve kas hasarı (CK ve LDH) aktivitesini incelemeyi merkeze almıştır. Tüm bunlarla beraber yapılan çalışma, literatür de bugüne kadar elde ettiğimiz bilgilere göre daha önce hiç ele alınmamış bir bakış açısıyla değerlendirildiğinde plazma düzeyinde meydana gelen yanıtları derinlemesine inceleme yoluna gidilmiştir. Bu nedenlerden dolayı araştırmanın özgün bir yere sahip olduğu kuvvetle muhtemeldir.

Araştırmada kinetik zincir egzersizleri açısından hormon ve kas hasarı yanıtları incelenmiştir. Kas hasarı ve hormon salımı üzerine etkisine baktığımız çalışmada; katılımcıların İÜSBF’ de lisans eğitimi gören 10 gönüllü öğrenciden oluştuğu, gönüllülerin demografik bilgileri (bkz. tablo 4.1)’ de verilmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda bazı kayda değer bulgular elde edilmiştir. Kinetik zincir egzersizleri kullanılarak yapılan hareketlerin 3 protokolde hormon ve kas hasarı yanıtı açısından değerlendirildiğinde, yapılan karşılaştırmalarda istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu belirlendi.

Araştırmanın hipotezleri olarak belirlenen; (1) kapalı, açık yada kapalı ve açık kinetik zincir egzersiz kombinasyonları kullanılarak yapılan kuvvet antrenmanları sonrası kas hasarı ve hormon belirteçlerinin etki edeceği savı CK ve LDH parametresi açısından kabul edilmiştir. Aynı zamanda hormon belirteçlerinden testosteron için kapalı kinetik zincir egzersizi açısından kabul edilmiş ancak IGF-1 açısından her 3 protokol için reddedilmiştir. Araştırmanın bir diğer hipotezi olan (2) açık kinetik zincir egzersizinin daha fazla kas hasarı ve hormon belirteci düzeyi salınımı süresi üzerine etki edeceği savı da reddedilmiştir. Araştırmanın bir diğer hipotezi (3) olan kapalı ve açık kinetik zincir den oluşan kombinasyonların kas hasarı ve hormon belirteçlerini arttıracığı savı kabul edilmiştir.

Yapılan çalışmanın bulguları göz önünde bulundurulduğunda hormonal salınım ve kas hasarı üzerine 1. ve 3. protokol lehine baskın olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmada katılımcıların CK analizleri protokol 1 açısından 24 saat sonra, protokol 2 ve protokol 3 için 48 saat sonrası CK konsantrasyonu istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0.05$ ). Uzun süreli egzersizlerin takibinde serum CK aktivitesi 24 ile 48 saatleri arasında en üst seviyeye çıkar. Devamlılığı olmayan kısa zamanlı eksantrik egzersiz de ise 2 ile 5 gün sonra gecikmiş zirve olarak isimlendirilen bir yükseliş meydana geldiği yapılan çalışmalarla belirtilmiştir (81, 82). Peñailillo ve ark., (2013)' de kapalı kinetik zincir egzersiz hareketi uygulayarak yapmış oldukları çalışmada kas hasarı oluşturabilecek egzersizlerin süre açısından uzun olarak yapılması ile birlikte kas içerisinde daha hızlı bir uyum sağlayabileceğine atıf yapmışlardır (83). Newham ve ark., (1986)' da kapalı kinetik zincir egzersiz hareketi kullanarak ele almış oldukları çalışmada ise diz kasındaki eksantrik kasılmada tekrar sayıları ile kasılması sonucu oluşan kas hasarına etkisini incelediklerinde serum CK düzeylerini artışında tekrar sayısının artırılmasının etken olduğunu bildirmişlerdir (84).

Farklı bir çalışmada Lawrence ve ark., (1996)' da ise 9 denek üzerinde açık kinetik zincir egzersiz hareketinin oluşturduğu tek kolla 12 adet maksimal eksantrik kasılma yapılmış, diğer kolla 100 kez izokinetik kasılma gerçekleştirilmiştir. Çalışma 2 haftalık periyotlarla yapılmış ve eksantrik kasılmanın izometrik kasılmaya oranla daha fazla CK aktivitesine sebep olduğu gözlemlenmiştir (85). Totsuka ve ark., (2002)' de kapalı kinetik zincir egzersizi kullanarak peş peşe 3 gün yaptırarak dayanıklılık egzersizlerinin CK seviyesinin iki kat artırdığını belirtmiştir. Bunun yanında aynı çalışmada bir birini takip eden dayanıklılık antrenmanlarının serum CK seviyesinde eşik noktası olarak 400 U/L 'de olduğunu ortaya koymuştur. Totsuka ve arkadaşlarına göre CK değeri sürekli antrenmanlar ile 400 U/L ulaştığında, CK da 2 ile 3 kat arasında değişen oranlarda hızlı bir zirve değere ulaşılmaktadır. (86). Sedanter bireylerde CK artışındaki oran daha düşük seviyede seyrederken, performans sporcularında CK serum artışında süreklilik vardır. Buna bağlı olarak atletlerde daha yüksek çıkabilir. Yapılan çalışmada aynı antrenmanı yapan atletler ile sedanter bireylerin CK değerleri karşılaştırıldığında, atletlerin CK seviyesi değeri daha düşük çıkmıştır. Yapılan egzersizin seviyesi, yoğunluğu, şekli ve süresi CK' nın salgılanma ve plazmadan atılma zamanına bağlıdır (87). Güzel ve ark., (1996)' da yapmış oldukları 8 erkek plaj hentbolu performans sporcusuna müsabakadan önce ve sonra aldığı laktat, glikoz ve CK

seviyeleri arasındaki bulgularda anlamlı derecede yükselme olduğunu tespit etmiştir (88).

Yapılan kuvvet egzersizleri neticesinde kalp ve iskelet kası harabiyetine mukabil CK seviyesinde yükselme meydana gelmektedir. Yapmış olduğumuz çalışmaya baktığımızda; kinetik zincir egzersizlerinin tamamlanmasından sonra serum CK aktivitesi 1. protokol için 24 saatte, 2 ve 3. protokoller için 48 saatte en üst seviyeye çıkmış, 48 saatten sonra CK seviyelerinde düşüş görülmüştür (bkz. tablo 4.2). Elde edilen sonuçlar doğrultusunda literatür sonuçları ile araştırma bulgularının benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (81-88).

Bir diğer önemli kas hasarı belirteci olan LDH aktivitesinde katılımcıların protokol ve zaman değişkenlerine göre LDH farklarının karşılaştırılmasında protokol 1 açısından egzersiz öncesi LDH konsantrasyonu istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0.05$ ). Kapalı kinetik zincir egzersizleri kullanılarak yapılan farklı çalışmalarda iskelet kasında eksantrik egzersiz sonrası çok ufak yırtılmaların meydana geldiği, bazı kas proteinlerinin (CK ve LDH) kan seviyesinde yükseldiği, ayrıca hissedilen kas ağrısının da önemli derecede artış gösterdiği kaydedilmiştir (83, 89). Korkmaz'ın 2010 yılında kapalı ve açık kinetik zincir egzersiz kombinasyonlarını kullanarak yaptığı çalışmada kas hasarıyla doğrudan ilişkisi bulunan LDH'nin serum konsantrasyonunun antrenmandan doğrudan etkilendiği belirlenmiştir. Ölçüm yapılan tüm haftalarda bu enzimin konsantrasyonunun antrenman sonrasında, öncesine oranla anlamlı olarak artış gösterdiği tespit edilmiş ( $p<0.001$ ), ancak yüklemeyi izleyen 24 saat içinde başlangıç seviyesine döndüğü bulunmuştur (90). Friden ve ark., (1989)' da yaptığı başka bir çalışmada kas hasarı değerlendirilmesinde kullanılan kreatin kinaz (KK), laktat dehidrogenaz (LDH), aspartat aminotransferaz (AST) ve alanin aminotransferaz (ALT), gibi kas enzimlerinin serum düzeylerinin artmasıdır. Bu enzimlerin eksantrik egzersiz kaynaklı kas hasarı sonrasında arttığı farklı çalışmalarda gösterilmiştir (91).

LDH seviyesinin yapılan literatür taraması sonucunda egzersiz sonrasında artış göstermiş olduğu belirtilmiştir. Yapılan çalışmada; KKZE ve AKZE kombinasyonlarından oluşan 3. protokolde LDH seviyeleri egzersizi takiben 24 saat, 48 saat ve 72 saat sonrasında yapılan karşılaştırmalarda diğer 2 protokole göre istatistiki olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$  bkz. tablo 4.5). Elde edilen bu bulgular doğrultusunda yapılan araştırmanın literatür ile benzerlik gösterdiği görülmüştür (83, 89-91).

Testosteron önemli anabolik hormon belirteçlerindedir. KZE uygulamasında hareketin yüklenme düzenine göre testosteron yanıtı önemli bir anabolik hormon olması bakımından araştırılması kıymetli görünmektedir. Bu güne kadar literatürde yapılan taramalarda, özellikle KZE kullanılarak yapılan kuvvet antrenmanları sırasında testosteron hormon sekresyonunu nasıl etkileyebileceği konusunda araştırma bulunmamaktadır. Bundan dolayı, araştırma kuvvet egzersiz uygulamasında kullanılan KZE dayalı olarak testosteron salınımını incelemesi bakımında oldukça özgün bir yapıya sahip olduğu düşünülmektedir. Geniş kas gruplarının antrenman yapılarak çalıştırıldığı (deadlift, squat gibi), yoğun yüklenmeli egzersizle (1 MT'nin % 85-95'i ile yapılan), orta şiddetten yüksek yoğunluğa çıkan, çoklu set ve çoklu egzersiz içeren protokoller, kısa dinlenme aralıkları (30sn- 1dk) gibi faktörler de direnç egzersizinde testosteron yanıtının sınırlarını ortaya koyan etmenler olarak ele alınmaktadır (92). Yapılan çalışmada protokoller arası testosteron karşılaştırılmasında protokol 1 lehine istatistiki açıdan anlamlı farklılıklar tespit edildi ( $p < 0.05$  bkz. tablo 4.8). Hickson ve ark., (1994)' de kapalı kinetik zincir egzersizleri kullanarak (93), Raastad ve ark., (2000)' de kapalı kinetik zincir egzersizlerini kullanarak (94), Bosco ve ark., (2000)' de kapalı kinetik zincir egzersizleri kullanılarak (95), Ahtiainen ve ark., (2003)' de açık kinetik zincir egzersizleri kullanılarak yapmış oldukları farklı çalışmalarda kuvvet egzersizleri kullanılarak erkekler üzerinde yapılan çalışmaların testosteron konsantrasyonunda akut olarak artış oluşturduğu bildirilmiştir (96). Testosteron aktivitesinin antrenmana gösterdiği adaptasyon konusunda ortak bir fikir birliği olmasına karşın hala elde edilen yeni bilgiler bulunmaktadır (97). Bu bölümde testosteron salgısı ile ilgili önemli etmenlerden birisi antrenman tecrübesi ve süresi olarak değerlendirilmektedir. Yapılan çalışmada; 1. 2. ve 3. protokolde elde edilen testosteron konsantrasyon seviyelerinin egzersiz sonrasında en yüksek seviyelere ulaştığı görülmektedir (bkz. tablo 4.8). Elde edilen bu veriler doğrultusunda yapılan araştırmanın literatür ile benzerlik görülmektedir (92-97).

Diğer önemli hormon belirteci IGF-1 'dir. IGF-1 aktivitesinde 3 KZE protokolünde zaman dilimi açısından kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamadı ( $p > 0.05$  bkz. tablo 4.6). IGF-1 aktivitesinin egzersizden kaynaklanan duyarlılığı bilinmektedir, muhtemelen araştırmada uygulanan protokollerdeki antrenman prosedürlerinde uygulanan ağırlığın veya gerim altında geçen sürelerin IGF-1 salınımını stimüle etme konusunda yetersiz kaldığı

düşünülebilir. Kas hasarının hipertrofik prosesteki olumlu etkisi düşünüldüğünde daha yüksek seviyede bir hormon salınımı için antrenmanda uygulanan ağırlığın veya gerime maruz kalındığında geçen sürede modifikasyonlara sebebiyet vereceği gözden kaçırılmamalıdır.

### **Pratik Uygulamalar**

Kuvvet antrenmanları stratejisi olarak kinetik zincir egzersizlerinin protokollere dahil edilmesi hem kas hasarı hem de hormon aktivitesi açısından antrenör ve sporcular için efektif bir yöntem olarak kullanılabilir. Kapalı ve açık kinetik zincir egzersiz kombinasyonları uygulamalarını kullanarak düzenlenen antrenman protokolleri neticesinde kuvvetin gelişebileceği etkili bir stratejidir. Kombin çalışmasında kapalı kinetik zincir egzersizleri ve açık kinetik zincir egzersizleri sıralamasının protokol olarak değiştirilmesinin muhtemel sonuçlarının farklı olabileceği göz ardı edilmemelidir. Son olarak, açık kinetik zincir egzersizleri açısından değerlendirildiğinde egzersizin yüklenme şiddeti ve çeşitliliğini arttırılmak kaydıyla daha fazla kas hasarı ve hormon salınımına sebebiyet verebileceği konusu detaylı olarak bilime ışık tutacağı düşünülmektedir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada, farklı kinetik zincir egzersizleri kullanılarak yapılan kuvvet egzersizlerinin bazı seçilmiş kas hasarı belirteçlerinden (CK ve LDH) ve hormonlardan (Testosteron ve IGF-1), 'in nasıl yanıtlar oluşturacağı belirlenmeye çalışıldı.

Bu yanıtlar doğrultusunda, yapılan çalışmada farklı protokoller açısından egzersiz öncesi, egzersiz sonrası 24. 48. ve 72. saatleri arasındaki CK değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur.

Yapılan çalışmada farklı protokoller açısından egzersiz öncesi, egzersiz sonrası 24. 48. ve 72. saatleri arasındaki LDH değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur.

Yapılan çalışmada farklı protokoller açısından egzersiz öncesi, egzersiz sonrası 24. 48 ve 72. saatleri arasındaki IGF-1 değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamamıştır.

Yapılan çalışmada farklı protokoller açısından egzersiz öncesi, egzersiz sonrasın da testosteron değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Ölçülen diğer zaman dilimlerinden olan 24. 48. ve 72. saatlerde testosteron değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamamıştır.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda 1. protokol olan KKZE ve 3. protokol olan KKZE ve AKZE kombinasyonlarının daha çok kas hasarı oluşturduğu kandaki CK ve LDH seviyelerinde görülmektedir. Bu sonuçlar ışığında kas gelişimine etkisinin olumlu yönde olacağı düşünülmektedir. Hormon sonuçlarına bakıldığında ise testosteron açısından 1. protokol olan KKZE' nin daha fazla hormon salınımı oluşturduğu görülmüştür. IGF-1 açısından değerlendirildiğinde tüm uygulanan protokollerde hormon salınımında istatistiki açıdan her hangi bir anlamlılık bulunamamıştır.

### Öneriler

Literatür taraması yapıldığında KZE kullanılarak hormon ve kas hasarı ile ilgili yapılan farklı çalışmalara rastlanmadı. Literatür de bulunan başka çalışmalarla bazı bölümler de benzerlik gösteren çalışmamızın antrenman bilimine ve rehabilitasyon prosedürlerine katkılar sunacağı düşünülmektedir.

Ayrıca yapılan çalışmada araştırma grubunun İSBF' de öğrenim gören öğrencilerinden oluşması sebebiyle, farklı yaş grupları, farklı antrenman seviyesi ve farklı sportif geçmişe ait bireyler kullanılarak farklı çalışmaların dizayn edilerek yapılması literatürde oluşan eksikliklerin tamamlanmasına yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Planlanan protokoller erkek gönüllü grubu üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kadın gönüllülerin protokollere dahil edilerek cinsiyet farklılığı açısından ele alındığında literatüre katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Yapılan çalışma KZE, kas hasarı ve hormonal yanıtlar ile ilişkili olması sebebiyle, antrenör, sporculara, fizyoterapist ve spor bilimcilere yararlı bilgiler sunabileceği, farklı KZE kombinasyonları uygulanarak kas hasarı ve hormonal cevaplar üzerine etkisine bakıla bileceği önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Turgut E, Türkiye Klinikleri. *J Physiother Rehabil-Special Topics* 2017, 3(2): 80-5.
2. Leblebici B, Adam M, Yapgu S, Bağış S, Akman MN. Rotator manşon problemlerinde açık ve kapalı kinetik zincir skapulohumeral stabilite egzersizlerinin karşılaştırılması. *Türk Fiz. Tıp Rehab. Derg* 2007, 53: 134-7.
3. Dursun H, Özgül A. Tedavi Edici Egzersizler. Tıbbi Rehabilitasyon, İstanbul, Nobel Kitabevi, 2004 491-526.
4. Sayın, M. Hareket ve Beceri Öğretimi, (Editör, Muammer Altun), 1. Baskı. Ankara, Spor Yayınevi ve Kitabevi, 2011.
5. Muratlı, S. Kalyoncu, O. Şahin, G. Antrenman ve Müsabaka, 2. Baskı. İstanbul, Ladin Matbaası, 2007.
6. Bompa, TO. Antrenman Kuramı ve Yöntemi, (Çeviri; İlkur Keskin, Burcu Tuner), 1. Baskı, Ankara, Bağırhan Yayınevi, 1998: 363-364.
7. Mengütay, S. Çocuklarda Hareket Gelişimi ve Spor, İstanbul, Morpa Kültür Yayınları, 2005.
8. Hasırcı, S. Sevimli, D. Durusoy, E. A. *Gelişim ve Öğrenme*, 1. Baskı. Ankara, Nobel Kitabevi, 2009.
9. Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, Dooly C, Feigenbaum MS, & Triplett - McBride T. American College of Sports Medicine Position Stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine And Science in Sports And Exercise* 2002, 34(2): 364-80.
10. Benjamin H.J, Glow KM. Strength Training For Children And Adolescents. What can physicians recommend. *Physician and Sports Medicine* 2003, 31(9): 19-27.
11. Sandbakk Ø, Hansen M, Ettema G, Rønnestad B. The effects of heavy upper-body strength training on ice sledge hockey sprint abilities in world class players. *Human Movement Science* 2014, 38: 251-61.
12. <https://www.formatolyesi.com/post/kuvvet-antrenmani> 20.09.2019
13. Haff GG, Triplett NT. Essentials of Strength Training and Conditioning, 4th ed. Illinois, *Human kinetics*, 2015: 72-6.
14. Fleck SJ, Kraemer WJ. Designing Resistance Training Programs; 4th ed. Illinois, *Human Kinetics*, 2014: 1-62.



15. Dannelly BD, Otey SC, Croy T. The effectiveness of traditional and sling exercise strength training in women. *J Strength Cond Res* 2011, 25: 464–71.
16. Augustsson J, Thomeé R. Ability of closed and open kinetic chain tests of muscular strength to assess functional performance. *Scand J Med Sci Sports* 2000, 10: 164–8.
17. Balci P, Tunay VB, Baltaci G. The effects of two different closed kinetic chain exercises on muscle strength and proprioception in patients with patellofemoral pain syndrome. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2009, 43: 419–25.
18. Chilibeck PD, Calder AW, Sale DG, Webber CE. A comparison of strength and muscle mass increases during resistance training in young women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1998, 77(1-2): 170-5.
19. Stone MH, Plisk SS, Stone ME, Schilling BK, O'Bryant HS, Pierce KC. Athletic Performance Development: Volume Load---1 Set vs. Multiple Sets, Training velocity and Training variation. *Strength & Conditioning Journal* 1998, 20(6): 22-31.
20. American College of Sports M. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009, 41(3): 687-708.
21. Anderson K, Behm DG. Trunk muscle activity increases with unstable squat movements. *Can J Appl Physiol* 2005, 30(1): 33-45.
22. Baltacı G. Spor Yaralanmalarında Egzersiz Tedavisi. 4. Baskı. Ankara, Pelikan Yayınevi, 2016: 40-41.
23. Stensdotter AK, Hodges PW, Mellor R. Quadriceps activation in closed and in open kinetic chain exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2003, 35(12): 2043-7.
24. Bakhtiary AH, Fatemi E. Open versus closed kinetic chain exercises for patellar chondromalacia. *Br J Sports Med* 2008, 42: 99-102.
25. Tagesson S, Oberg B. Comprehensive rehabilitation program with quadriceps strengthening in closed versus open kinetic chain exercise in patients with anterior cruciate ligament deficiency a randomized clinical trial evaluating dynamic tibial translation and muscle function. *Am J Sports Med* 2008, 36(2): 298-307.
26. Witvrouw E, Oanneels L, Van Tiggelen D. Open versus closed kinetic chain exercises in patellofemoral pain: a 5-year prospective randomized study. *Am J Sports Med* 2004, 32(5): 1122-30.

27. Cools AM, Declercq G, Cagnie B. Internal impingement in the tennis player rehabilitation guidelines. *Br J Sports Med* 2008, 42: 165-71.
28. Reinold MM, Gill TJ, Wilk KE. Current concepts in the evaluation and treatment of the shoulder in overhead throwing athletes. Part 2: Injury prevention and treatment. *Sports Health* 2010, 2(2): 101-15.
29. Campos GE, Luecke TJ, Wendeln HK, Toma K, Hagerman FC, Murray TF. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *Eur J Appl Physiol*. 2002, 88(1-2): 50-60.
30. Goto K, Nagasawa M, Yanagisawa O, Kizuka T, Ishii N, Takamatsu K. Muscular adaptations to combinations of high- and low-intensity resistance exercises. *J Strength Cond Res* 2004, 18(4): 730-7.
31. Huczel HA, Clarke DH. A comparison of strength and muscle endurance in strength-trained and untrained women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1992, 64(5): 467-70.
32. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009, 41(3): 687-708.
33. Jonathan M. Peake, X Oliver Neubauer, Paul A, Della Gatta, and X Kazunori Nosaka. Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. *J Appl Physiol* 2017, 122: 559–70.
34. Hyldahl RD, Hubal MJ. Lengthening our perspective: morphological, cellular, and molecular responses to eccentric exercise. *Muscle Nerve* 2014, 49: 155–70.
35. Lavender AP, Nosaka K. Changes in fluctuation of isometric force following eccentric and concentric exercise of the elbow flexors. *Eur J Appl Physiol* 2006, 96: 235–40,
36. Newham DJ, McPhail G, Mills KR, Edwards RH. Ultrastructural changes after concentric and eccentric contractions of human muscle. *J Neurol* 1983, 231: 109–22.
37. Chen TC, Chen HL, Pearce AJ, Nosaka K. Attenuation of eccentric exercise-induced muscle damage by preconditioning exercises. *Med Sci Sports Exerc* 2012, 44: 2090–8,

38. Damas F, Nosaka K, Libardi CA, Chen TC, Ugrinowitsch C. Susceptibility to exercise-induced muscle damage: a cluster analysis with a large sample. *Int J Sports Med* 2016, 37: 633–40,
39. Gibala MJ, MacDougall JD, Tarnopolsky MA, Stauber WT, Elorriaga A. Changes in human skeletal muscle ultrastructure and force production after acute resistance exercise. *J Appl Physiol* 1985, 78: 702–8.
40. Cramer RM, Aagaard P, Qvortrup K, Langberg H, Olesen J, Kjaer M. Myofibre damage in human skeletal muscle: effects of electrical stimulation versus voluntary contraction. *J Physiol* 2007, 583: 365–80.
41. Fridén J, Sjöström M, Ekblom B. Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man. *Int J Sports Med* 1983, 4: 170–6.
42. Newham DJ, McPhail G, Mills KR, Edwards RH. Ultrastructural changes after concentric and eccentric contractions of human muscle. *J Neurol Sci* 1983, 61: 109–22.
43. Yu JG, Carlsson L, Thornell LE. Evidence for myofibril remodeling as opposed to myofibril damage in human muscles with DOMS: an ultrastructural and immunoelectron microscopic study. *Histochem Cell Biol* 2004, 121: 219–27.
44. Jones DA, Newham DJ, Round JM, Tolfree SE. Experimental human muscle damage: morphological changes in relation to other indices of damage. *J Physiol* 1986, 375: 435–48.
45. Malm C, Sjödin TL, Sjöberg B, Lenkei R, Renström P, Lundberg IE, Ekblom B. Leukocytes, cytokines, growth factors and hormones in human skeletal muscle and blood after uphill or downhill running. *J Physiol* 2004, 556: 983–1000.
46. Lauritzen F, Paulsen G, Raastad T, Bergersen LH, Owe SG. Gross ultrastructural changes and necrotic fiber segments in elbow flexor muscles after maximal voluntary eccentric action in humans. *J Appl Physiol* 1985, 107: 1923–34.
47. Paulsen G, Cramer R, Benestad HB, Fjeld JG, Mørkrid L, Hallén J, Raastad T. Time course of leukocyte accumulation in human muscle after eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2010, 42: 75–85.
48. Paulsen G, Egner IM, Drange M, Langberg H, Benestad HB, Fjeld JG, Hallén J, Raastad T. A COX-2 inhibitor reduces muscle soreness, but does not influence recovery and adaptation after eccentric exercise. *Scand J Med Sci Sports* 2010, 20: 195–207.

49. Nosaka K, Sakamoto K, Newton M, Sacco P. How long does the protective effect on eccentric exercise-induced muscle damage last? *Med Sci Sports Exerc* 2001, 33: 1490–5.
50. Paulsen G, Lauritzen F, Bayer ML, Kalhovde JM, Ugelstad I, Owe SG, Hallén J, Bergersen LH, Raastad T. Subcellular movement and expression of HSP27, B-crystallin, and HSP70 after two bouts of eccentric exercise in humans. *J Appl Physiol* 2009, 107: 570–82.
51. Stupka N, Tarnopolsky MA, Yardley NJ, Phillips SM. Cellular adaptation to repeated eccentric exercise-induced muscle damage. *J Appl Physiol* 2001, 91: 1669–78.
52. Enns DL, Tiidus PM. The influence of estrogen on skeletal muscle: sex matters. *Sports Med* 2010, 40: 41–58.
53. Nosaka K, Newton M, Sacco P. Muscle damage and soreness after endurance exercise of the elbow flexors. *Med Sci Sports Exerc* 2002, 34: 920–7.
54. Damas F, Libardi CA, Ugrinowitsch C. The development of skeletal muscle hypertrophy through resistance training: the role of muscle damage and muscle protein synthesis. *Eur J Appl Physiol* 2017, 118(3): 485–500.
55. Paulsen G, Mikkelsen UR, Raastad T, et al. Leucocytes, cytokines and satellite cells: what role do they play in muscle damage and regeneration following eccentric exercise *Exerc Immunol Rev* 2012, 18: 42–97.
56. Reuben DB, Judd J, Hamilton L, Harris TB, Seeman TE. The associations between Physical Activity and Inflammatory Markers in High, Functioning Older Persons: Mac Arthur Studies of Successful Aging. *Journal of the American Geriatrics Society* 200, 51(8): 1125-30.
57. Smith JK. Exercise and atherogenesis. *Exercise and Sport Sciences Reviews* 2001, 29(2): 49-53.
58. Pepys MB, Hirschfield GM. C-reactive protein: a critical update. *The Journal of Clinical Investigation* 2003, 111(12): 1805-12.
59. Relaix F & Zammit PS. Satellite cells are essential for skeletal muscle regeneration: the cell on the edge returns centre stage. *Development* 2012, 139: 2845–56.
60. Dumont NA, Wang YX & Rudnicki MA. Intrinsic and extrinsic mechanisms regulating satellite cell function. *Development* 2015, 142: 1572–81.

61. Gayraud-Morel B, Chretien F, Jory A, Sambasivan R, Negroni E, Flamant P, Soubigou G, Coppee JY, Di Santo J, Cumano A. Myf5 haploinsufficiency reveals distinct cell fate potentials for adult skeletal muscle stem cells. *J Cell Sci* 2012, 125: 1738–49.
62. Lepper C, Partridge TA & Fan CM. An absolute requirement for Pax7-positive satellite cells in acute injury-induced skeletal muscle regeneration. *Development* 2011, 138: 3639–46.
63. Von Maltzahn J, Jones AE, Parks RJ & Rudnicki MA. Pax7 is critical for the normal function of satellite cells in adult skeletal muscle. *Proc Natl Acad Sci* 2013, 110: 16474–479.
64. Tidball JG. Regulation of muscle growth and regeneration by the immune system. *Nat Rev Immunol* 2017, 17: 165–78.
65. Peake JM, Neubauer O, Della Gatta PA & Nosaka K. Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. *J Appl Physiol* 2017; 122: 559–70.
66. Schneider BS & Tiidus PM. Neutrophil infiltration in exercise-injured skeletal muscle: how do we resolve the controversy? *Sports Med* 2007, 37: 837–56.
67. Kawanishi N, Mizokami T, Niihara H, K & Suzuki K. Neutrophil depletion attenuates muscle injury after exhaustive exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2016, 48: 1917–24.
68. Mosser DM & Edwards JP. Exploring the full spectrum of macrophage activation. *Nat Rev Immunol* 2008, 8: 958–69.
69. Li YP. TNF-alpha is a mitogen in skeletal muscle. *Am J Physiol Cell Physiol* 2003, 285: 370–6.
70. Otis JS, Niccoli S, Hawdon N, Sarvas JL, Frye MA, Chicco AJ & Lees SJ. Pro-inflammatory mediation of myoblast proliferation. *Plos One* 2014, 9: 92363.
71. Arnold L, Henry A, Poron F, Baba-Amer Y, Van Rooijen N, Plonquet A, Gherardi RK & Chazaud B. Inflammatory monocytes recruited after skeletal muscle injury switch into antiinflammatory macrophages to support myogenesis. *J Exp Med* 2007, 204: 1057–69.
72. Chazaud B, Sonnet C, Lafuste P, Bassez G, Rimaniol AC, Poron F, Authier FJ, Dreyfus PA & Gherardi RK. Satellite cells attract monocytes and use macrophages as a support to escape apoptosis and enhance muscle growth. *J Cell Biol* 2003, 163: 1133–43.

73. Deng B, Wehling-Henricks M, Villalta SA, Wang Y & Tidball JG. IL-10 triggers changes in macrophage phenotype that promote muscle growth and regeneration. *J Immunol* 2012, 189: 3669–80.
74. Flann KL, LaStayo PC, McClain DA. Muscle damage and muscle remodeling: no pain, no gain? *J Exp Biol* 2011, 15: 214(4): 674-9.
75. Malm C. Exercise-induced muscle damage and inflammation: fact or fiction? *Acta Physiol Scand* 2001, 171(3): 233-9.
76. Brzycki M. Assessing Strength You can judge 1-RM by formula without trying maximum lifts. *Fitness Management* 2000: 34-7.
77. Robertson E, Grace S, Wallington T, Stewart DE. *Gen Hosp Psychiatry*. 2004, 26(4): 289-95.
78. Scott J, Huskisson EC. Vertical or horizontal visual analog scales. *Ann Rheum Dis* 1979, 38: 560.
79. Powell LA, Nieman D.C, Mellay C. Assessment of body composition change in a community-based Weight management program. *Am J Coll Nutr* 2001, 20(1): 26-31.
80. Zorba E, Ziyagil MA. *Vücut Kompozisyonu ve Ölçüm Metodları*, Trabzon, Erek Ofset, 1995.
81. Nosaka K, Newton M, Sacco P. Muscle damage and soreness after endurance exercise of the elbow flexors. *Med. Sci. Sports Exerc* 2002, 34: 920-7.
82. Brown SJ, Child RB, Day SH, Donnelly AE. Exercise-induced skeletal muscle damage and adaptation following repeated bouts of eccentric muscle contraction. *J. Sports Sci* 1997, (2): 215-22.
83. Peñailillo L, Blazevich A, Numazawa H, Nosaka K. Metabolic and muscle damage profiles of concentric versus repeated eccentric cycling. *Med Sci Sports Exerc* 2013, 45 (9): 1773-81.
84. Newham DJ, Jones DA, Edwards RH. Plasma creatine kinase changes after eccentric and concentric contractions. *Muscle Nerve* 1986, 9 (1): 59-63.
85. Lawrence A, Kaplan A, Pesce J. *Clinical Chemistry*. 3rd ed. Theory Analysis and Correlation, 1996.
86. Totsuka M, Nakaji S, Suzuki K, Sugawara K, Sato K. Break point of serum creatine kinase release after endurance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 2002, 93(4): 1280-6.
87. Muratlı S. *Antrenman ve İstasyon Çalışmaları*, Ankara, 1976.

88. Gupta G, Goswami A, Sadhukhan AK, Mathar DN. "Comparative study of lactate removal in short term massage of extremities, active recovery and a passive recovery period after supramaximal exercise sessions". *Int J Sports Med* 1996, 17: 106-10.
89. McHugh MP, Connolly DA, Eston RG, Gleim GW. Exercise-induced muscle damage and potential mechanisms for the repeated bout effect. *Sports Med* 1999, 27(3): 157-70.
90. Korkmaz SG. Sporcularda Uzun Süreli Yorgunluğun Kas Hasarıyla İlişkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Bilim Dalı. Doktora Tezi, Adana: Çukurova Üniversitesi, 2010.
91. Friden J, Sfikianos PN, Hargens AR. Blood indices of muscle injury associated with eccentric muscle contractions. *J Orthop Res* 1989, 7(1): 142-5.
92. Haff GG, Triplett NT. Essentials of Strength Training and Conditioning 4th ed. Illinois, Human kinetics, 2015: 72-6.
93. Hickson R, Hidaka C, Foster K, Falduto C, MT, & Chatterton, RT. Successive time courses of strength development and steroid hormone responses to heavy-resistance training. *Journal of applied physiology* 1994, 76(2): 663-70.
94. Raastad T, Bjøro T, & Hållen J. Hormonal responses to high-and moderate-intensity strength exercise. *European journal of applied physiology* 2000, 82(1): 121-8.
95. Bosco C, Colli R, Bonomi R, Von Duvillard SP, & Viru A.(2000). Monitoring strength training: neuromuscular and hormonal profile. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2000, 32(1): 202-8.
96. Ahtiainen J, Pakarinen P, Alen A, Kraemer M, WJ, & Häkkinen K. Muscle hypertrophy hormonal adaptations and strength development during strength training in strength-trained and untrained men. *European journal of applied physiology* 2003, 89(6): 555-63.

97. Vingren JL, Kraemer WJ, Hatfield DL, Volek JS, Ratamess NA, Anderson JM, Hakkinen K, Ahtiainen J, Fragala MS, Thomas GA, Ho JY, Maresh CM. Effect of resistance exercise on muscle steroid receptor protein content in strength-trained men and women. *Steroids* 2009, 74: 1033-9.





## EKLER

### EK-1. Özgeçmiş

#### **Bireysel Bilgiler**

Adı ve Soyadı : SELÇUK HANCIOĞLU  
Doğum Tarihi ve Yeri : 30.01.1975 / Akçaabat/TRABZON  
Uyruğu : T.C.  
Medeni Durumu : Evli  
İletişim Adresi : selcukhancioglu61@gmail.com

#### **Eğitim Bilgileri**

Lise : Trabzon Atatürk Sağlık Meslek Lisesi  
Lisans : İnönü Üniversitesi  
Yüksek Lisans : Halen devam ediyor  
Yabancı Dil : İngilizce

#### **Mesleki Deneyim**

Sağlık Memuru 1993-2002 Trabzon ve Malatya Sağlık Müdürlüğüne Bağlı Hastane ve Sağlık Ocakları  
Beden Eğitimi Öğretmeni: 2002-2007 Darende M.Emin Ilıcak Sağlık M. Lisesi  
Beden Eğitimi Öğretmeni: 2007- 2009 Akçadağ Sağlık Meslek Lisesi  
Beden Eğitimi Öğretmeni: 2009- 2011 Kazım Karabekir Orta Okulu  
Beden Eğitimi Öğretmeni: 2011 -- Fethi Gemuhluoğlu Fen Lisesi

#### **Bilimsel Etkinlikler**

2017 : Avrupa Bilim, Sanat ve Kültür Konferansı (ECSAC)  
2018 : Uluslararası Tıbbi Fitness ve Düzeltici Egzersiz Konferansı (ICMFCE)

#### **Yayınlar**

**Hancıoğlu S.**, Ceylan T, Doğru S, Kafkas A. Serbest Atış Süresinin Atış Performansına Etkisi (Avrupa Bilim, Sanat ve Kültür Konferansı (ECSAC) Sözel Sunum 2017)

Ceylan T, **Hancıoğlu S.**, Doğru S, Kafkas A. Kalp Atım Sayısının Adölesan Basketbolcularda Serbest Atış Performansına Etkisi (Avrupa Bilim, Sanat ve Kültür Konferansı (ECSAC) Sözel Sunum 2017)

**Hancıoğlu S.**, Kafkas M.E. Medikal Egzersiz Tercihinde Kinetik Zincir Yaklaşımı (Uluslararası Tıbbi Fitness ve Düzeltici Egzersiz Konferansı (ICMFCE) Sözel Sunum 2018)

## EK-2. Gönüllü Değerlendirme Formu

Adı	:	
Soyadı	:	
Doğum Tarihi	:	
İletişim	:	

### 1.Ölçüm: Boy – Kilo Ölçümü

	Boy (cm)	Vücut Ağırlığı (kg)
1.Deneme		
2.Deneme		

### 2.Ölçüm: Vücut Yağ Oranının Ölçümü

1.Deneme		
2.Deneme		

### 3.Ölçüm: Kan Alımı ve Biyokimyasal Değerlerin Ölçümü

	Egzersiz Ö.	Egzersiz S.	24 Saat	48 Saat	72 Saat
CK					
LDH					
Testosteron					
IGF-1					
CRP					


### 4.Ölçüm: Algılanan Ağrı Düzeyi

1.Ölçüm			

### 5- Algılanan Zorluk Düzeyi

1.Ölçüm			

### EK-3. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

 <p>T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu</p>	<b>ASGARİ BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU ÖRNEĞİ</b>	<b>Doküman Adı:</b>
		<b>Yayın Tarihi:</b>
		<b>Sayfa No:</b>
		<b>Onaylayan: Daire Başkanı</b>

Bu katıldığınız çalışma bilimsel bir araştırma olup, araştırmanın adı; “Kapalı ve Açık Kinetik Zincir Kuvvet Egzersizlerinin Hormonal Cevap ve Kas Hasarı Üzerine Etkisi ”dir.

Araştırmanın amacı; “Kapalı ve Açık Kinetik Zincir Kuvvet Egzersizlerinin Hormonal Cevap ve Kas Hasarı Üzerine Etkisi ” nin belirlenmesidir.

Bu araştırmada size bazı testler uygulanacaktır.

Bunlar:

- \* Gönüllü araştırma protokolüne başlamadan demografik bilgilerin (yaş, boy ve kilo vb.) tespiti;
- \* Beden Kütle İndeksinin (VKİ) ve Vücut Yağ Yüzdesinin tespit edilmesi;
- \* Kan Alımı ve Biyokimyasal Değerlerin Ölçümü
- \* Algılanan Ağrı Düzeyi Ölçümü
- \* Algılanan Zorluk Düzeyi Ölçümü

Bu araştırma ile ilgili olarak sportif test uygulamalarında rahat hareket edebileceğiniz kıyafetler giymek ve kendinizi uygulamalar esnasında doğabilecek aksaklıklara karşı korumak sizin sorumluluklarınızdadır. Kişisel bilgilerin sorumluluğu size aittir. Başka herhangi bir yasal sorumluluğunuz veya zorunluluk bulunmamaktadır.

Bu araştırmada sizin için hiçbir tehlikesi ve rahatsızlık veren sonuçları olmayan bazı basit uygulamalar yapılacaktır. Araştırma esnasında ortaya çıkan masraflar tamamen destekleyici ve sorumlu araştırmacı Selçuk HANCIOĞLU tarafından

karşılacaktır. Araştırma sırasında sizi ilgilendirebilecek herhangi bir gelişme olduğunda, bu durum size veya yasal temsilcinize derhal bildirilecektir.

Araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da çalışma ile ilgili herhangi bir sorun ya da istenmeyen sonuçları bildirmek için günün 24 saatinde 0 422 377 46 61 (115) ve 0533 511 72 42 no.lu telefonlardan Selçuk Hancıoğlu' na ulaşabilirsiniz.

Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz; bu durum herhangi bir cezaya ya da sizin yararlarınıza engeller duruma yol açmayacaktır.

Araştırmacı bilginiz dâhilinde veya isteğiniz dışında, uygulanan uygulama şemasının gereklerini yerine getirmemeniz, çalışma programını aksatmanız vb. nedenlerle sizi araştırmadan çıkarabilir.

Araştırmanın sonuçları bilimsel amaçla kullanılacaktır; çalışmadan çekilmeniz ya da araştırmacı tarafından çıkartılmanız durumunda, sizle ilgili veriler de gerekirse bilimsel amaçla kullanılabilir. Size ait tüm kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayınlsa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde kendinize ait 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 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 kendi isteğim ile katıldığımı ve istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi biliyorum. Bundan dolayı söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum.

**Gönüllünün**

Adı Soyadı :

Adresi :

Tel-Faks :

Tarih ve İmza :...../...../2019

**Açıklamayı Yapan Araştırmacının**

Adı Soyadı :SELÇUK HANCIOĞLU

Adresi :İnönü Üniversitesi Beden


Eğitimi ve Spor A.B.D

Tel-Faks :05335117242

Tarih ve İmza :...../...../2019

**NOT:** Bu formun imzalı bir kopyası gönüllüye verilecektir

## EK-4. Bilimsel Araştırma Proje Onay Formu

	T.C.İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi <b>PROJE ÖZET RAPORU</b>
---	--

Proje Yürütücüsü	Doç.Dr. MUHAMMED EMİN KAFKAS		
Proje Kodu	TYL-2019-1804		
Proje Başlığı	Kapalı ve Açık Kinetik Zincir Kuvvet Egzersizlerinin Hormonal Cevap ve Kas Hasarı Üzerine Etkisi		
Proje Türü	Tez Projesi, Yüksek Lisans		
Proje Grubu	Tıp Sağlık		
Süresi (Ay)	12		
Proje Durumu	Yürüyen Proje		
Başvuru Tarihi	17.4.2019	Muhtemel Bitiş Tarihi	27.5.2020
Başlangıç Tarihi	27.5.2019	Bitiş Tarihi	
Ek Süre 1 (Ay)		Ek Süre 2 (Ay)	
Onaylanan Bütçesi	14.805,52 ₺		
Ek Ödenek 1	0,00 ₺		
Ek Ödenek 2	0,00 ₺		
Ek Ödenek 3	0,00 ₺		
Toplam Bütçe	14.805,52 ₺	Gerçekleşen Harcama	0,00 ₺

### Proje Özeti

İnsan vücudunu oluşturan iskelet kasları işlevsel hareketleri sırasında belli bir sıra ve düzen içerisinde kasılarak, eklemlerde hareket meydana getirirler. İşlevsel bir birim oluşturan bu tür anatomik yapılara kinetik zincir ve bu özelleşmiş yapıların olağan fonksiyonlarına uygun olarak çalıştırılmasına da "Kinetik Zincir Egzersizleri" (KZE) adı verilmektedir. KZE tanımlanırken, hareket merkezinden uzakta yer alan eklemler bir dirence karşı hareket ediyorsa, bu tür egzersizler "Kapalı Kinetik Zincir Egzersizler (KKZE) olarak bilinmektedir (Leblebici ve Ark, Dursun ve Ark, 2007, 2004). Açık bir kinetik zincir(AKZ), "terminal bölümlerinin serbestçe hareket edebildiği ardışık olarak düzenlenmiş eklemlerin bir kombinasyonu" olarak tanımlanır. Böylece bir açık kinetik zincir hareketi, bir ekstremitenin çevresel segmentinin / eklemine serbestçe hareket etmesidir. En sade anlatımıyla açık kinetik zincir aktivitesine örnek verecek olursak sandalyede oturan bir kişinin diz ekstansiyonu yapması verilebilir. Bu hareket esnasında hareket merkezine yakın eklem yani üst bacak ve gövde, sabitken hareket merkezine uzak olan eklem yani alt bacak, uzayda serbestçe hareket edebilir. Yukarıda verilen diz örneğinin de olduğu gibi açık kinetik zincir hareketlerin tamamına yakını tek eklem üzerinde yoğunlaşmaktadır (Altınkaya, 2017). Açık ve kapalı kinetik zincir hareketleri günlük yaşam etkinliklerine ve egzersizlere kolaylıkla adapte edilmişlerdir. Bir çok terapatik egzersizleri çoğunlukla açık ve kapalı kinetik zincir aktivitelerinin birleşiminden meydana gelmektedir. Kapalı kinetik zincir egzersizlerine ise ayakta squat hareketi örnek olarak verilebilir. Çömelme (Squat) hareketinde ayak yerde sabit iken, hareket birden çok eklemden bir birine uyumlu bir şekilde gerçekleşmektedir (Turgut, 2017). Farklı türde yapılan egzersizler farklı ebatlarda kas hasarı meydana getirir. Bununla birlikte eksantrik kasılma literatür de bahsi geçen kasılma türlerine göre daha fazla kas hasarı oluşturduğu bilinmektedir (Brown ve Ark, 1999). Kasların sürekli karşılaşmadığı eksantrik kasılmaların sebep olduğu hasar miyofibrillere ait yapının bozulmasına neden olmaktadır. Z bandındaki kopmalara miyofibril iskeletindeki kırılmalar özellikle eşlik eder (Hazar, 2004). Kas hasarı iki yöntemle belirlenmektedir. Bu yöntemlerden bir tanesi direkt yöntem olan görüntüleme teknikleridir. Bu teknikler hem pahalı hem de uygulanabilirliği zor yöntemlerdir.(Manyetikrezonans, spektroskopi, mikrografi, elektron mikroskopu). Bir diğer yöntem gelince kas içi enzimlerinin plazmadaki miktarlarının tespit edilmesini belirleyen yöntemdir. Kas hasarıyla birlikte plazmada bulunan kasa özgü enzim ve protein yapıları artar. Ana eksen bu mekanizmadan

## EK-4. Bilimsel Araştırma Proje Onay Formu (Devamı)

### Kullanılabilir Bütçe Özeti

	Toplam	Harcama	Avans	Sipariř	Kalan
Seyahat	2.500,00 ₺	0,00 ₺	0,00 ₺		2.500,00 ₺
Mal,Malzeme,Hizmet	12.305,52 ₺	0,00 ₺	0,00 ₺	12.150,00 ₺	155,52 ₺



## EK-5. Etik Kurul Onayı

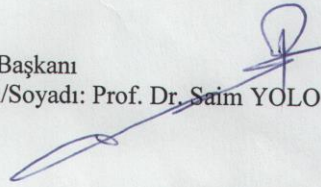
### KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Kapalı ve Açık Kinetik Zincir Kuvvet Egzersizlerinin Hormonal Cevap ve Kas Hasarı Üzerine Etkisi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	2018/166

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	MALATYA KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
	AÇIK ADRESİ:	İnönü Üniversitesi Merkez Kampüsü, 44280, Malatya, Türkiye
	TELEFON	+90 422 341 06 60 / 1219
	FAKS	+90 422 341 00 36
	E-POSTA	inu.dhek@inonu.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Doç. Dr. Muhammed Emin KAFKAS			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	İnönü Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	MALATYA			
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI				
	DESTEKLEYİCİ				
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)				
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ				
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 2	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 3	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 4	<input type="checkbox"/>		
		Gözlemsel ilaç çalışması	<input type="checkbox"/>		
		Tıbbi cihaz klinik araştırması	<input type="checkbox"/>		
		İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları	<input type="checkbox"/>		
İlaç dışı klinik araştırma		<input type="checkbox"/>			
Diğer ise belirtiniz					
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ	ÇOK MERKEZLİ	ULUSAL	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Etik Kurul Başkanı  
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Saim YOLOĞLU  
İmza:



Not: Etik kurul başkanının her sayfada imzasının olması gerekmektedir.



KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Kapalı ve Açık Kinetik Zincir Kuvvet Egzersizlerinin Hormonal Cevap ve Kas Hasarı Üzerine Etkisi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	2018/166


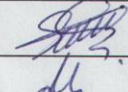

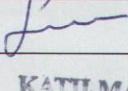
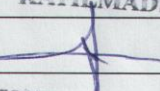
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili			
		ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama					
	SİGORTA	<input type="checkbox"/>					
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input type="checkbox"/>					
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>					
	İLAN	<input type="checkbox"/>					
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>					
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>					
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>					
	DİĞER:	<input type="checkbox"/>					
KARAR BİLGİLERİ	Karar No:2018/166	Tarih: 28.11.2018					
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.						
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU							
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu						
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr. Saim YOLOĞLU						

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
Prof. Dr. Saim YOLOĞLU	Biyostatistik	İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Metin GENÇ	Halk Sağlığı	İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. İbrahim ŞAHİN	İç Hastalıkları	İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Sedat YILDIZ	Fizyoloji	İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Barış OTLU	Mikrobiyoloji	İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Mehmet GÜL	Histoloji	İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Cemalettin AYDIN	Genel Cerrahi	İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	KATILMADI

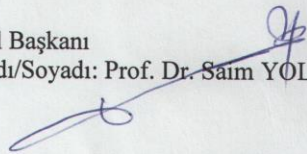
Etik Kurul Başkanı  
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Saim YOLOĞLU  
İmza:

Not: Etik kurul başkanının her sayfada imzasının olması gerekmektedir.

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Kapalı ve Açık Kinetik Zincir Kuvvet Egzersizlerinin Hormonal Cevap ve Kas Hasarı Üzerine Etkisi								
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	2018/166								
Prof. Dr. Hakan HARPUTLUOĞLU	Onkoloji	İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Yılmaz TABEL	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	KATILMADI
Doç. Dr. Seda TAŞDEMİR	Tıbbi Farmakoloji	İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KARATAŞ	Tıp Tarihi ve Etik	İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Sedat AKBAŞ	Anesteziyoloji ve Rea.	İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Necla DENİZ	Eczacı	Serbest Eczacı	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	KATILMADI
Abdullah DEMİREL	Hukuk	Serbest Avukat	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Hasan KONAN	Sivil Üye	MSD Ltd. Şti.	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	KATILMADI

Etik Kurul Başkanı  
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Saim YOLOĞLU  
İmza:



Not: Etik kurul başkanının her sayfada imzasının olması gerekmektedir.

## EK-6. Spor Bilimleri Fakültesi İzin Yazısı

Evrak Tarih ve Sayısı: 26/10/2018-E.82405

T.C.  
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ

Spor Bilimleri Fakültesi Dekanlığı



Sayı : 21619327-604.99

Konu : İzin Talebi

Doç.Dr. M. Emin KAFKAS  
(Sorumlu Araştırmacı)

"Kapalı ve Açık Kinetik Zincir Kuvvet Egzersizlerinin Hormonal Cevap ve Kas Hasarı Üzerine Etkisi" başlıklı çalışmanın yapılabilmesi için katılımcıların Spor Bilimleri Fakültesinde okuyan sağlıklı öğrencilerden oluşturulabilmesi ve Fizyoloji laboratuvarında bulunan Tanita, Antropometrik set ve kuvvet ekipmanlarının araştırma sürecinde (01.12.2018-01.12.2019) kullanılmasına ilişkin talebiniz Dekanlığımızca uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi rica ederim.

**e-İmzalıdır**

Prof.Dr. Rifat GÜNEŞ  
Dekan V.

Spor Bilimleri Fakültesi/Malatya  
Telefon No: 04223411109-04223411153 Faks No: 4223411153  
E-Posta: besyo@inonu.edu.tr İnternet Adresi: www.inonu.edu.tr/cms/besyo

Bilgi İçin: Güler CANPOLAT  
Unvan: Bilgisayar İşletmeni  
Telefon No: 4223411109

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.