

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri
Anabilim Dalı**

**FARKLI KUVVET ANTRENMANLARININ KAS
KUVVETİ VE HİPERTROFİSİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Gürcan ÜNLÜ

Yüksek Lisans Tezi

Antalya, 2015

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri
Anabilim Dalı

FARKLI KUVVET ANTRENMANLARININ KAS
KUVVETİ VE HİPERTROFİSİ ÜZERİNE
ETKİLERİ

Gürcan ÜNLÜ

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Tuba MELEKOĞLU

Bu Çalışma, Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi
Tarafından Desteklenmiştir. (Proje No: 2013.02.0122.009)

“Kaynakça Gösterilerek Tezimden Yararlanılabilir.”

Antalya, 2015

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne;
Bu çalışma, jürimiz tarafından Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Programında
Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 29/01/2015

Tez Danışmanı : **Yrd. Doç. Dr. Tuba MELEKOĞLU**
Akdeniz Üniversitesi
Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu
Hareket ve Antrenman Bilimleri Anabilim Dalı

Üye : **Prof. Dr. Ümit Kemal ŞENTÜRK**
Akdeniz Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Fizyoloji Anabilim Dalı

Üye : **Yrd. Doç. Dr. K. Alparslan ERMAN**
Akdeniz Üniversitesi
Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu
Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Anabilim Dalı

Üye : **Prof. Dr. Filiz BASRALI**
Akdeniz Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Fizyoloji Anabilim Dalı

Üye : **Yrd. Doç. Dr. Asuman ŞAHAN**
Akdeniz Üniversitesi
Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu
Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Anabilim Dalı

ONAY:

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri
tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun / / ve
..... / sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. İsmail ÜSTÜNEL

Enstitü Müdürü

ÖZET

Bu araştırmanın amacı 12 haftalık farklı tempolardaki (30^0s^{-1} , 180^0s^{-1}) eksantrik, konsantrik ve kombine(eksantrik-konsantrik) kuvvet antrenmanlarının kas kuvveti, hipertrofi ve kas hasarı üzerine etkilerini incelemektir. Araştırmaya katılan yaşları 18-24 yıl aralığında olan 42 gönüllü tabakalı randomizasyonla kuvvet ortalamalarına göre 6 gruba ayrılmıştır; Yavaş Konsantrik (YK; n=7), Yavaş Eksantrik (YE; n=7), Hızlı Konsantrik (HK; n=7), Hızlı Eksantrik (HE; n=7, 1 denek araştırmayı tamamlayamamıştır), Konsantrik-Eksantrik (KE; n=7) ve Kontrol grubu(KO; n=7). Antrenman grupları 12 haftalık antrenman periyodu süresince haftada 3 gün bitkinliğe varan bacak ekstansiyonu uygulamıştır. Antrenman periyodu öncesinde ve sonrasında deneklerin Quadriceps Femoris (QF) kas hacimleri MRI yöntemi ile, izokinetik kuvvetleri (60^0s^{-1} , 180^0s^{-1}) Cybex cihazı ile ölçülmüştür. Bunun yanında kas hasarı belirteçleri olan kreatin kinaz (CK), aspartat aminotransferans (AST), alanin aminotransferaz (ALT) ve miyogloblin (MYB) enzim aktivitelerinin ve hematolojik değerlerin incelenmesi için deneklerden antrenmandan hemen önce, hemen sonra, 24 ve 48 saat sonra kan örnekleri alınmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel analizi için SPSS 21.0 paket programı kullanılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre tüm antrenman gruplarının kuvvet değerlerinde ($60^0 sn^{-1}$ ve $180^0 sn^{-1}$ izokinetik kuvvet, 1RM) istatistiksel olarak anlamlı artışlar tespit edilmiştir ($p<0,05$). 12 haftalık en fazla 1RM artışı % 41,45 ile KE grubunda gözlemlenmiştir($p<0,01$). KE grubunu takiben YE grubunun 1RM değerleri %36,46 ($p<0,01$), HK grubunu değerleri %34,31 ($p<0,01$), HE grubunun değerleri %28,49 ($p<0,05$) ve YK grubunun % 25,25 ($p<0,01$) artmıştır. Bununla birlikte kontrol grubunun 1RM değeri % 0,59 azalmıştır($p>0,05$). En fazla izokinetik kuvvet artışı KE grubunda görülmüştür ($60^0 sn^{-1}$ ve $180^0 sn^{-1}$ için sırasıyla %32,48; $p<0,001$ ve %20,08; $p<0,01$). Antrenman periyodu sonrasında QF kas hacmi artışları sırasıyla; YE grubunda $209 cm^3$ (% 10,06; $p<0,05$), HK grubunda $167 cm^3$ (%7,99; $p<0,05$), KE grubunda $153 cm^3$ lük(% 6,81; $p<0,05$), YK grubunda $133 cm^3$ (% 6,14; $p<0,05$), HE grubunda $94 cm^3$ (% 4,42; $p>0,05$) ve KO grubunda $74 cm^3$ (%3,76, $p>0,05$) olarak tespit edilmiştir.

Araştırmamızdan elde edilen bulgulara göre tüm kuvvet antrenman protokolleri sonrasında kas hasarı oluşmuştur. Grupların kas hasarı belirteçlerindeki artışlar dikkate alındığında en fazla kas hasarı YE grubunda görülmüştür.

Sonuç olarak tüm kuvvet testlerinde en fazla kuvvet gelişimi KE grubunda görülmüş olmasına rağmen antrenman grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunamamıştır($p>0,05$). Ayrıca tüm kuvvet antrenman protokolleri kas kuvvetini anlamlı ölçüde arttırmıştır($p>0,05$). En fazla kas hasarı ve hipertrofi yavaş hızda yapılan eksantrik antrenmanlar sonrası oluşmuştur. Bu fark diğer antrenman gruplarıyla kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı olmasa da yavaş eksantrik çalışmaların kas hacmi artışında etkili bir yöntem olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Kuvvet, Konsantrik, Eksantrik, Tempo, Kas Hasarı, Hipertrofi

ABSTRACT

The purpose of this study was to examine the effects of eccentric, concentric, and eccentric-concentric training at different contraction velocities (30^0s^{-1} , 180^0s^{-1}) on muscle strength, hypertrophy and muscle damage. 42 untrained (age 18–24) male subjects volunteered to participate in this study as experimental group (slow concentric group(SC; n=7), slow eccentric group(SE; n=7), fast concentric group(FC; n=7), fast eccentric group (FE; n=7), concentric-eccentric group (CE; n=7), and control group (CN; n=7). Subjects applied leg extensions until they reached the level of exhaustion, one repetition maximum (1RM) values were measured every 3 weeks and the weights used in the trainings were adapted consequently with the increases in strength 3 days/week during 12 weeks of training period. Subjects were measured before and after training for Quadriceps Femoris (QF) muscle volume by a 1.5 Tesla MRI scanner and isokinetic strength (60^0s^{-1} , 180^0s^{-1} /Cybex). Besides, changes in muscle damage indicators creatine kinase(CK), Aspartat aminotransferaz(AST), Alanin aminotransferaz(ALT), Myoglobin(MYB) activities and some hematological indicators were measured before, immediately after, and 24-48 hours after exercise.

As a result of the study, in the values of all strength tests (1RM, 60^0sn^{-1} and 180^0sn^{-1} isokinetic peak torque) increased significantly in all training groups($p<0,05$). 1RM strength values in all training groups increased significantly (SC %25,25 ($p<0,01$), SE %36,46 ($p<0,01$), FC %34,31 ($p<0,01$), FE %28,49 ($p<0,05$), CE %41,45 ($p<0,01$)). KO groups 1RM strength decreased %0,59 ($p > 0,05$). Also, there was a remarkable increase in FC, SE and CE groups after the 6th week of resistance training. Isokinetic strength peak torque values in all training groups increased significantly and the highest increases were observed in CE group(Respectively for 60^0sn^{-1} and 180^0sn^{-1} peak torque %32,48 ($p<0,001$), %20,08 ($p<0,01$)). SE training resulted in greater overall muscle volume change(209 cm^3 %10,06; $p<0,05$) than FC(%7,99 ($p<0,05$), CE(153 cm^3 % 6,81; $p<0,05$), SC (133 cm^3 %6,14; $p<0,05$), FE (94 cm^3 % 4,42; $p>0,05$) and KO(74 cm^3 %3,76, $p>0,05$) groups.

In this study, the increases in muscle damage parameters such as CK, AST, ALT and MYB activities were changed significantly for all groups. The increases in muscle damage parameters and hematological values were greater for the slow velocity exercise (SE group) in compared with the other training groups($p<0,05$).

In conclusion, we found greater strength increases in CE group for all strength tests. The highest increase was observed in the CE group, but there were no differences between groups over the training program for rates of isokinetic peak torque or 1RM development ($p > 0,05$). However, other resistance training methods also increased strength significantly. As a result, dynamic exercise involving both concentric and eccentric contractions (CE group) might be the rapid way to increase the strength values. When eccentric exercise was performed at low velocities compared with other exercises at different velocities muscle volume more increased as a percentage and showed greater muscle damage for slow eccentric exercise. SE group values of AST, CK, ALT and MYB increased significantly immediately after the exercise, 24h or 48h thereafter. According to these results it can be said that also slow eccentric training maybe able to be effective for muscle damage and hypertrophy.

Key Words: Strength, Concentric, Eccentric, Velocity, Muscle Damage, Hypertrophy

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde ve akademik alanda ilerlememde büyük katkıları olan, danışman hocam Tuba MELEKOĞLU'na,

Tez çalışmamın çeşitli evrelerinde büyük yardımlarını gördüğüm sayın hocalarım Prof. Dr. Can ÇEVİKOL, Prof. Dr. Sebahat ÖZDEM, Prof. Dr. Cahit KAÇAR ve Doç. Dr. Gül ÖZKAYA'ya,

Kan analizlerinin yapılmasında Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Biyokimya Laboratuvarı personeline ve özellikle Dr. Gülbahar UZUN hocama, Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Radyasyon Onkolojisi personellerine, Akdeniz Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü'ne ve bölümde izokinetik kuvvet ölçümlerini yapan Tufan DAĞSEVEN hocamıza büyük fedakarlıkları için,

İstatistiksel desteklerinden dolayı sayın hocalarım Yrd. Doç. Dr. Evren TERCAN ve Öğr. Gör. Eray AKGÜN'e,

Eğitim süresince yardımlarını esirgemeyen Enstitü personellerine,

Tezime gönüllü olarak katılıp düzenli olarak tezin tüm gerekliliklerini yerine getiren sporculara,

Tez çalışmam süresince tüm sıkıntılara benimle birlikte göğüs geren eşim Gamze ÜNLÜ' ye ve diğer tüm aile fertlerime teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	IV
ABSTRACT	V
TEŞEKKÜR	VI
İÇİNDEKİLER	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
TABLolar DİZİNİ	XIII
GİRİŞ	1
GENEL BİLGİLER	2
2.1. Kuvvet	2
2.1.1. Kas Kuvveti Ölçüm Yöntemleri	3
2.1.1.1. Kablolu Tansiyometre	3
2.1.1.2. Dinamometre	3
2.1.1.3. Bilgisayar Tabanlı Elektromekanik Ve İzokinetik Yöntemler	3
2.1.1.4. Maksimum Tek Tekrar	4
2.1.2. Kuvvetin Sınıflandırılması	4
2.1.2.1. Mutlak Kuvvet	4
2.1.2.2. Relatif Kuvvet	5
2.1.3. Kuvveti Etkileyen Faktörler	5
2.1.3.1. Hipertrofi	5
2.1.3.2. Hiperplazi	7
2.1.3.3. Sinirsel Faktörler	7
2.1.4. Kas Hacminin Ölçümü	8
2.1.5. Kuvvet Antrenmanları	8
2.1.6. Kuvvet Antrenmanları Çalışma Formları	9
2.1.6.1. İzometrik (Statik)	9
2.1.6.2. Dinamik (Eksantrik-Konsantrik)	9
2.1.7. Kuvvet Antrenman Yöntemleri	9
2.1.8. Kuvvet Antrenmanlarında Yapısal ve Fonksiyonel Adaptasyonlar	10
2.1.8.1. Kas Ağrısı	10
2.1.8.2. Kas Hasarı	11

2.1.8.3.	Hematolojik Parametreler	13
GEREÇ VE YÖNTEM		
3.1.	Araştırma Grubu	15
3.1.1.	Araştırmaya Katılma Kriterleri	15
3.1.2.	Katılımcıların Gruplandırılması	16
3.2.	Antrenman Protokolü	16
3.2.1.	1RM Ölçümü	16
3.2.2.	Ön Testler	18
3.2.3.	Yüklenme Türü	19
3.2.3.1.	Konsantrik Kuvvet Egzersizi	19
3.2.3.2.	Eksantrik Kuvvet Egzersizi	19
3.2.3.3.	Kombine (Konsantrik + Eksantrik) Kuvvet Egzersizi	20
3.2.4.	Yüklenme Temposu	21
3.2.5.	Antrenman Modeli	21
3.3.	Antrenman Periyodu	21
3.4.	Antropometrik Ölçümler	22
3.4.1.	Boy Uzunluğu	22
3.4.2.	Vücut Ağırlığı (VA)	22
3.4.3.	Vücut Kitle İndeksi (VKİ)	22
3.5.	İzokinetik Kuvvet Ölçümleri	22
3.6.	Kas Hacminin Ölçümü	23
3.7.	Kan Parametreleri	24
3.7.1.	Biyokimyasal Testlerin Çalışma Prosedürü	25
3.7.1.1.	Tam Kan Sayımı (Hemogram)	25
3.7.1.2.	Serum Total CK Düzeyi	25
3.7.1.4.	Serum AST Düzeyi	25
3.7.1.4.	Serum ALT Düzeyi	26
3.7.1.5.	Serum MYB Düzeyi	26
3.8.	Kullanılan İstatistiksel Yöntemler	26
BULGULAR		
4.1.	Fiziksel Parametreler	27
4.2.	Kuvvet Parametreleri	28

4.2.1.	1 RM Ölçümleri	28
4.2.2.	Cybox İzokinetik Kuvvet Ölçümleri	30
4.2.3.	Hipertrofi Ölçümleri	35
4.2.4.	Kuvvet ve Hipertrofi Korelasyonu	37
4.2.5.	Kan Parametreleri	38
4.2.5.1.	Kas Hasarı	38
4.2.5.2.	Kan Parametreleri	43
	TARTIŞMA	45
	SONUÇLAR	64
	ÖNERİLER	65
	KAYNAKLAR	66
	ÖZGEÇMİŞ	84
	EKLER	85
Ek 1:	Etik Kurul Onayı	
Ek-2:	Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	

SİMGELER VE KISALTMALAR

VKİ	: Vücut Kitle İndeksi
BİA	: Biyoelektriksel İmpedans Analizi
MSS	: Merkezi Sinir Sistemi
ROM	: Eklem Hareket Genişliği
ATP	: Adenozin Trifosfat
AST	: Aspartat Aminotransferaz
ALT	: Alanin Aminotransferaz
MYB	: Miyoglobin
CK	: Kreatin Kinaz
1RM	: 1 Tekrar Maksimum
MR	: Magnetic Rezonans
SS	: Standart Sapma
ORT	: Ortalama
ML	: Mikrolitre
HK	: Hızlı Konsantrik
HE	: Hızlı Eksantrik
KE	: Konsantrik- Eksantrik
YK	: Yavaş Konsantrik
YE	: Yavaş Eksantrik

KO : Kontrol

QF : Quadriseps Femoris

VA : Vücut Ağırlığı

CV : Korelasyon Katsayısı

NEU : Nötrofiller

WBC : Lökositler

LYMPH: Lenfosit

PLT : Trombosit

HCT : Hematokrit

RBC : Eritrosit

HGB : Hemoglobin

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil		Sayfa
1.	Ek Kuvvet Düzenegi	18
2.	Eksantrik Kuvvet Egzersizi	20
3.	Kombine Kuvvet Egzersizi	20
4.	M. Quadriceps Kesitinin MRG Görüntüsü	23
5.	1RM Değişim Farklarının (1RM-5 – 1RM-1) Yayılma Grafiği	29
6.	60 ⁰ sn ⁻¹ İzokinetik Kuvvet Ölçümleri	31
7.	60 ⁰ sn ⁻¹ İlk-Son Test Değişimlerinin İstatistiksel Yayılma Grafiği	32
8.	180 ⁰ sn ⁻¹ İzokinetik Kuvvet Ölçümleri	33
9.	180 ⁰ sn ⁻¹ İlk-Son Test Değer Farklarının İstatistiksel Yayılma Grafiği	35
10.	Kas Hacmi Ölçümleri	36
11.	Antrenman Periyodu Öncesi İlk CK Değerleri İle Maksimum CK Değerleri Arasındaki Farkların Dağılımları	41

TABLÖLAR DİZİNİ

Şekil	Sayfa
1. Ön Test Sonuçları	19
2. Antrenman Modeli	21
3. Deneklerin Antrenman Periyodu Öncesi ve Sonrası Fiziksel Özellikleri	27
4. Antrenman Periyodu Süresince 1RM Değerleri ve %'lik Gelişimleri	28
5. Antrenman Periyodu Öncesi ve Sonrası 1RM Değişimleri	29
6. Cybex İzokinetik (60^0 sn^{-1} ve 180^0 sn^{-1}) Kuvvet Değerleri	30
7. Antrenman Periyodu Öncesi ve Sonrası 60^0 sn^{-1} İzometrik Kuvvet Değişimleri	32
8. 180^0 sn^{-1} İlk Test-Son Test Kuvvet Değerleri Farklarının Karşılaştırılması	34
9. QF Kasının Hacim Değerleri (cm^3)	35
10. QF Kas Hacmi İlk Test-Son Test Kuvvet Değerleri Farklarının Karşılaştırılması	37
11. Kuvvet ve Hipertrofi Korelasyon Değerleri	38

12. Antrenman Periyodu Öncesi Egzersize Bağlı Kas Hasarı Parametreleri	38
13. Antrenman Periyodu Sonrası Egzersize Bağlı Kas Hasarı Parametreleri	40
14. Deneklerin Maksimum Kan Değerlerinin İlk Kan Değerlerine Göre Artışlarının Karşılaştırılması	42
15. Egzersize Bağlı Hematolojik Değerlerdeki Akut Artışlar	43

GİRİŞ

Genel tanımıyla kuvvet bir dirence karşı dayanabilme yeteneğidir. Bir maksimal kas kasılmasıyla kişinin üretebildiği güç kuvveti tanımlar (1). Sportif performansın belirlenmesinde önemli bir bileşen olan kuvvet, sporcuların yanı sıra daha kaliteli bir hayat yaşamak isteyen bireyler için de önemli bir unsurdur. Özellikle günlük hayatlarında fiziksel olarak aktif olmayan bireylerde zamanla kilo kontrolünün kaybedilmesi, çeşitli eklem ve kemik rahatsızlıkları ve kas ağrıları gibi problemler ortaya çıkmaktadır. Kuvvet gelişimi ile sedanter bireyler kas ve eklem rahatsızlıklarını önleyebilip hayat kalitelerini yükseltirler (2). Sporcular ise kuvvetle beraber becerilerini en etkin biçimde performansa yansıtırlar (3).

Kuvvet gelişiminde antrenman metotlarının farklı etkileri olabilmektedir. Ağır kilo ve hızlı tempoda yapılan antrenmanlar ile hafif kilo ve yavaş tempoda yapılan antrenmanlara vücut farklı fizyolojik cevaplar verebilmektedir (4).

Bu araştırmada amaç, sporcuların kuvvetlerini geliştirmelerinde hangi yöntemlerin daha etkili olabileceği sorusunun irdelemesinin yanında sağlık için spor yapanlara “fitness gerçeği” hakkında bir fikir verebilmektir. Kişilerin metabolizma hızlarını geliştirmede en önemli faktörün kas kütlesi olduğu da düşünülürse çalışmanın sağlık için sporda da önemli bir yol gösterici olabileceğini de söyleyebiliriz.

Farklı türlerde yapılan kuvvet antrenmanlarının farklı derecelerde kas hasarı oluşturduğu ve bu antrenmanların oluşturduğu bir süreç sonrasında kuvvet gelişim oranlarında farklılıklar olduğu bilinmektedir (5,6,7,8,9). Çalışmamızda bacak kuvveti antrenmanının farklı türde kontraksiyonları ve bu kontraksiyonların hızları da ayrıca incelenmiştir. Farklı tempolarda yapılan antrenmanların kuvvet gelişimine etkisi, bu kuvvet gelişiminin kas kütlesindeki artışla ne kadar alakalı olduğu incelenmiştir. Ayrıca antrenmanda oluşan kas hasarı ve toparlanma süreleri kan parametrelerindeki değişimlere bakılarak incelenmiştir.

GENEL BİLGİLER

2.1. Kuvvet

Spor biliminde kuvvet kasların bir dirence karşı koyabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bir yetenek olarak da tanımlanan kas kuvveti sportif performansın arttırılabilmesi için önemli bir bileşendir. Sporcular kas kuvvetlerini arttırarak hem performanslarını geliştirirler hem de sakatlıkları önlerler(8,10). Kas liflerinin kalınlaşmasının kas gücü ile doğrudan bir ilişkisi olsa da sinirsel faktörlerin de kuvvet üretiminde önemli bir rolü vardır(11,5). Kuvvetin miktarı; güce, eklem yapısına, bağ ve eklem ekseninin mesafe ve mekanik açısına, eklem hareketlerine, tendon ve kas dokusunun diğer özelliklerine bağlıdır. Bir cismi ya da kişinin kendisini bir yerden başka bir yere taşıması kuvvetin varlığını göstermektedir (12). Kişi kuvvet antrenmanlarıyla birlikte sinir sisteminin reseptörleri aracılığıyla uyarabildiği kas lifi sayısını arttırır. Daha fazla kas lifi aktif edildiği için kas tonusu aynı kalsa da daha fazla kuvvet ortaya konabilir. Ayrıca hipertrofi ile kas lif çapını büyüterek de kuvvet artışı sağlanabilir.

İskelet kasları kas hücresi olarak da isimlendirilen birçok kas lifi içermektedir. Bu kas liflerinin içerisinde de miyofibril adı verilen lifler vardır. Kasılma esnasında bu miyofibrillerdeki myoflamentler devreye girer. Kasılabilir proteinler bir kas lifinin ancak %50'sini oluştururlar. Kas lifinin %30-35'lik kısmını mitokondri, %5'ini sarkoplazmik retikulum, %10-15'ini ise bağ dokular oluşturur (13).

Bir kuvvet ortaya koyabilmenin birçok faktörü vardır. Kasılmaya katılacak motor ünite sayısı, sinir uyarı düzeyi ve kasın boyutunun yanı sıra eklem açısı, kasın kasılma hızı ve kasılmaya katılan kas grubunun büyüklüğü bir kuvvet ortaya koyabilmek adına devrede olacak faktörlerdendir. Kuvvet antrenmanlarında kasılmanın niteliği ve niceliği bu faktörlerden bazılarının daha fazla gelişebilmesinde belirleyici olabilir (12).

2.1.1. Kas Kuvveti Ölçüm Yöntemleri

2.1.1.1. Kablolü Tansiyometre

Kas boyutunda bir değişim olmaksızın izometrik kasılmanın çekiş gücünü ölçen araçtır. Kas gücüyle tansiyometredeki kablo gerilir ve ibreyi harekete geçirir. Harekete geçen ibre kablodaki gerilim kuvvetini gösterir. Parmak, bilek, kol, dirsek, omuz, sırt, boyun, kalça, diz ve ayak bileği ile ilgili kas hareketlerinin statik ölçümleri amacıyla geliştirilmiştir. Gerilimi test etmek için geliştirilmiştir (14).

2.1.1.2. Dinamometre

Genellikle çelik yaylardan yapılan kuvvet ölçüm mekanizmasıdır. Yayın uzama ve kısalması kuvvete karşılık gelecek taksimata göre ayarlanmıştır.

Kas kuvvetinin ölçülmesinde en güvenilir yöntemler çeşitli dinamometrelerden oluşan aletlerle geliştirilmiştir. Özellikle izokinetik sistemli dinamometreler günümüzde en yaygın kuvvet ölçüm teknolojisi olarak yerini almıştır.

2.1.1.3. Bilgisayar Tabanlı Elektromekanik ve İzokinetik Yöntemler

İzokinetik yöntemli dinamometreler bir kas grubunun *torque* denilen rotasyonel döndürme kuvvetini ölçer ve ölçüm birimlerini genelde Newton birimiyle verirler. Bu dinamometreler çeşitli kasılma hızlarında ortaya koyulabilen kuvveti ölçebilir. Hem fleksiyon hem ekstansiyon hareketlerde bir direnç ortaya koyarak bu kuvvetleri incelemeyi mümkün kılar (15).

İzokinetik kasılmanın en önemli özelliği belirlenen hareket hızının üstüne çıkılmadan maksimal bir kasılmanın devam ettirebilmesidir. Hız-kontrol mekanizması hareketin her açısında aynı olabilmektedir. Sabit hıza rağmen kişi daha fazla efor sarfettiğinde direnç artar ve bu sayede kişi istese de belirlenen hareket hızının üstüne çıkamaz.

İzokinetik sistemin özellikle spor bilimlerinde oldukça önemli bir yeri vardır. Bu sistem sayesinde kişinin fonksiyonel kapasitesi değerlendirilir ve bölgesel iş kapasitesi belirlenir. Agonist antagonist dengesi oranlarının kontrolü yapıp olası güçsüz olan kas grubuna spesifik olarak kuvvet antrenmanları yapılmasını mümkün

kılar. Elde edilen veriler sayesinde hareket sistemine ait hastalıklar tespit edilebilir. Fiziksel tedavilerde etkin olarak kullanılmaktadır (16).

Bu sistemin 4 önemli işleyişi vardır. Bunlar: dinamometre, hız seçici, kaydedici ve bilgisayardır. Dinamometrenin ayarlanması ile eklemün tüm açısına hareket yaptırılabilir ya da bu hareket açısı kısıtlanabilir. Hız seçici ile hareketin istenilen hızda olabilmesine imkan sağlar. Bilgisayar ise harekete ait kaydedilen tüm değişik parametreleri hesaplayarak bunların dökümanını verir (17)

2.1.1.4. Maksimum Tek Tekrar

1RM yöntemi olarak adlandırılan bu yöntemde kişinin bir seferde kaldırabileceği maksimum ağırlık belirlenir. Zaman bileşiminden bağımsız olarak yapılabilen bu kuvvet ölçüm yöntemi ile kaldırılacak ağırlık yükü belirlenir. Sporçunun maksimal kuvveti bilinirse tekrar sayısına bağılı amaca yönelik kuvvet antrenmanı hazırlanabilir(18,19).

1RM yönteminde sporçunun tam bir konsantrasyonla hareketi gerçekleştirmesi gerekmektedir. Hem genel hem özel ısınmalar gerçekleştirildikten sonra 1RM denemesi yapılır. Başarılı olunamayacak ağırlığa kadar yüklenme devam eder. Sporçunun motivasyonuda arttırılarak 1RM ye ulaşması desteklenir(19,20).

2.1.2. Kuvvetin Sınıflandırılması

2.1.2.1. Mutlak Kuvvet

Kasın tüm fonksiyonlarını kullanarak ortaya koyduğu kuvvet olarak tanımlanır. Bir kas ile kuvvet ortaya koyulmak istenildiğinde bu kastaki tüm lifler kasılmazlar. Kastaki önleyici mekanizmalar bazı liflerin aktif olmasını engelleyerek kas ve tendona zarar gelmemesi için önlem alır. Antrenmanla birlikte sporcular bu önleyici mekanizmaların üstesinden gelmeyi bir miktar başarabilirler ancak bu tamamen ortadan kalkmaz. Ortaya koyulabilen toplam kuvvet sporçunun mutlak kuvvet becerisini tanımlar (21).

2.1.2.2. Relatif Kuvvet

Vücut ağırlığı ile kaldırılan maksimum ağırlık arasındaki ilişkiyi gösterir. Sporcunun her 1 kg için ortaya koyabildiği kuvvet miktarıdır. Kaldırılan ağırlığın vücut ağırlığına göre oranının belirlenmesiyle sporcunun relatif kuvveti belirlenir. Örneğin 56 kg ağırlık kaldırabilen 80kg ve 70 kg'larında 2 sporcunun mutlak kuvvetleri eşitken relatif kuvvetleri farklıdır. Bu sporcuların relatif kuvvetleri sırasıyla 0.7 ve 0.8 dir(80/56, 70/56). Burada relatif kuvvet hafif kilolu olan sporcunun kilo dezavantajını telafi eder. Özellikle siklete dayalı spor branşlarında sporcuların kuvvetlerini karşılaştırmak için çok uygun bir metottur(21,22).

2.1.3. Kuvveti Etkileyen Faktörler

2.1.3.1. Hipertrofi

Kas boyutundaki artışa hipertrofi denmekte ve kuvvet ile ilişkilendirilmektedir. Hipertrofi oluşumu daha önceden var olan kas fibrillerinin çaplarındaki artışa bağlıdır. Kasta meydana gelen hipertrofi paralel olarak kuvveti de geliştirir. Ağırlık antrenmanlarıyla beyaz kas lifleri kırmızı kas liflerine oranla daha iyi cevap verirler(5,6). Dayanıklılık antrenmanlarıyla tip1 kas lifleri'nde, kuvvet antrenmanlarıyla tip2 kas lifleri'nde hipertrofi görülür. Bazı kişilerde aynı ağırlık antrenmanları sonrası kas hipertrofisi daha az olur. Bunun nedeni kas lifleri dağılımlarında farklılıklar olmasıdır (23). Kas liflerindeki dağılım farklılığı genetik bir durumdur ve motor ünitenin aksonlarıyla da alakalıdır. İnsan vücudunda yaklaşık 250.000.000 kas lifi mevcutken motor ünite sayısı 420000 civarındadır (24). Bir motor ünite fibril sayısı 10'dan az da olabilir 2000'den fazla da olabilir. Bu motor ünitenin büyüklüğüne göre farklılık gösteren bir durumdur (25). Kalın aksonlu motor ünite daha fazla kas lifini innerve edebilir ve böylece ortaya koyulan kuvvet daha fazla olur. İnce aksonlu motor ünite ise daha az kas lifini aktive eder ve iletim hızı yavaş olacağı için ortaya koyulacak kuvvet daha az olur. Kas lifi dağılımının özellikle sinir sistemine bağlı kuvvet üretiminde belirleyici bir rolü olsa da kas hipertrofisine de etkisi oldukça fazladır. Kuvvet antrenmanlarıyla hipertrofi beyaz kas liflerinde oluşur (5).

Kas hipertrofisiyle birlikte kasta miyofibril ve mitokondri sayısı artar, fosfojen sistem gelişir. Ayrıca glikolitik kapasite artar, aerobik kapasite de gelişme olur (2).

Akut Hipertrofi :

Antrenman süresince ve antrenmanın hemen sonrasında gözlemlenen kas hacmindeki artıştır. Egzersize bağlı olarak ortaya çıkan bu artışın hücre içinde ve hücreler arasındaki sıvı birikimi artışından kaynaklandığı bildirilmiştir. Bu bölgelerde toplanan sıvı, egzersiz sonrasında zamanla kana karışır ve kas hacmindeki geçici şişkinlik sona erer (23).

Kronik Hipertrofi:

Uzun süreli kuvvet antrenmanlarından sonra ortaya çıkan kas hacmindeki artıştır. Bu artış kastaki fibrillerin kalınlaşması, çoğalması yada her iki durumunda görülmesiyle ortaya çıkar (23). Kasta böyle bir adaptasyon oluşabilmesi için kuvvet antrenman minimum 6-8 hafta uygulanması gerekir (7).

Hipertrofide antrenmanın eksantrik evresi oldukça önemlidir. Yapılan çalışmalarda eksantrik evre ile ortaya çıkan kronik hipertrofinin, konsantrik evre ile oluşan hipertrofidan daha fazla olduğu bildirilmiştir (23). Eksantrik kasılmanın neden daha fazla kas hasarı oluşturmasının ana sebebi bu kasılmada motor ünite aktivasyonunun daha az olmasıdır. Yaklaşık 1/5 oranında azalan motor ünite beraberinde aynı ağırlık için kas fibril başına düşen yükün artmasına neden olur (26).

2.1.3.2. Hiperplazi

Kas hücrelerinde bir artışın olup olmadığı uzun yıllardan beri tartışılmaktadır. Oluşan bu yapının kas hacmindeki artışa ne kadar etki ettiği ve kas lif sayısı ile alakalı kas hipertrofisi üzerine yapılmış çalışmalar kesin bilgiler vermemektedir. Nöromusküler aktiviteler sonucu yeni kas fibrillerinin arasındaki bazı hareketsiz uydu hücreleri gelişebilir. Kazalarda ölen bazı insanlara yapılan otopsilerin sonucunda, ölen kişilerin bir bacaklarında (dominant bacak) diğer bacaklarına oranla %10 daha fazla lif olduğu da tespit edilmiştir(5,27,23).

14 erkek bireye haftada 3 gün ve 8 haftalık bacak skuat kuvvet antrenmanları sonrası biopsi yapılmıştır. 6 RM ve 3 set olarak planlanmış antrenmanlar sonrası bu 14 kişinin kas lifi boyutlarıyla beraber kişilerin kas lifi kompozisyonlarına da bakılmıştır. Vastus lateralis kasında yapılan incelemelerde hızlı ve yavaş kasılan kas liflerinin yüzdelik dağılımlarında bir farklılık bulunmamıştır. Ortalama bir erkekte quadriceps bölgesinde kas lifi dağılımı yaklaşık %55 hızlı kasılan, %45 yavaş kasılan kas lifleri mevcuttur (28). Bazı bireylerde gözlemlenen lif sayısındaki değişikliklerin bazı bireylerde gözlemlenmemesinin nedeni günümüzde genetik faktörlere bağlanmıştır(5,23).

2.1.3.3. Sinirsel Faktörler

Sinir sistemi, birbirleriyle ilişkili olan sinir hücrelerinden oluşmaktadır. Sinir sisteminin görevlerinden bir tanesi de iskelet kaslarının kasılıp-gevşemesini sağlamaktır. Efferentler olarak da adlandırılan motor nöronlar, gelen emirleri kaslara ulaştırırlar. Merkezi sinir sisteminden (MSS) alınan uyarılar, efektör organa iletilir. Bu istemli kas aktivasyonunda sinir sistemi sırasıyla şu şekilde işler:

MSS - Periferik sinir sistemi - Nöromusküler kavşak- Kas lifleri

MSS beyin ve omurilikten oluşur ve 100 milyardan fazla nöron içerir. Periferik sinir sistemi ise beyin ve omurilikten çıkan sinirlerden oluşur. Beyine bağlı olan kafatasında 12, spinal korda bağlı 31 çift olmak üzere toplam 43 çift sinir bulunur. Motor plak olarak da tanımlanan nöromusküler kavşak, sinir hücresi ile kas hücresinin bağlantı yeri olarak adlandırılmaktadır(5,23).

2.1.4. Kas Hacminin Ölçümü

Kas hacmi en doğru olarak bilgisayarlı tomografi (BT) veya manyetik rezonans görüntüleme (MRG) gibi kesitsel görüntüleme yöntemleri ile yapılabilir. BT incelemelerinde x-ışını kullanılmasından dolayı radyasyonun zararlı etkileri ile karşılaşılabilir. MRG ise radyasyon içermeyen, non-invaziv ve kas kitesini doğru olarak ölçebilen bir görüntüleme yöntemidir. Bu nedenle kas hacminin ölçülmesinde tercih edilir(20,29).

2.1.5. Kuvvet Antrenmanları

İnsanların kuvvet antrenmanlarıyla beraber kaslarında yapısal değişiklik oluşur. Yüksek şiddette yapılan kuvvet antrenmanları sonucu kaslarda belirgin bir genişleme olacağı bilinmektedir. Kuvvet çalışmalarıyla beraber kasta oluşan hasar sonrası yeterli toparlanma süresi sağlanabildiğinde hipertrofi oluşur. MRI yöntemi ile kasın enine kesit alanının ve volümünün incelendiği birçok çalışma vardır(27,30,31,32).

Aerobik çalışmalarda kuvvet kazanımı ya çok az olur ya da hiç olmaz. Yüksek şiddetteki kuvvet antrenmanlarıyla %25'den %100'e kadar bir kuvvet gelişimi oluşabilir. Bir bölge için yapılan kuvvet antrenmanları diğer bölgede de bir miktar kuvvet gelişimi yapar. Örneğin, dominant bacakla yapılan çalışmalarla non dominant bacakta da kuvvet ve hipertrofi oluşur (33).

Kuvvet kazanmak için antrenmanlara ağır kilolar ve az tekrar önerilmektedir. Hipertrofi antrenmanları da yine ağır kilo ve az tekrarın yanı sıra eksantrik ağırlıklı olarak yapılmalıdır. Kassal dayanıklılık ve güç kazanımı için az kilo çok tekrar önerilir(4,34). Bu amaçla yapılan egzersizlerde 60sn-120sn set arası dinlenme ve hızlı tempo uygulanmalıdır(1RM'nin %40-60 ile tekrar). Bu çalışmada daha önce yapılan çalışmalara bakılarak setler arası dinlenme 90sn olarak belirlenmiştir(35,36,37). Güç antrenmanlarında tekrar sayısı artırılıp setler arası dinlenme 3-5 dakikaya kadar çıkarılabilir. Sedanter bireylerde dinlenme süresi biraz daha arttırılabilir (4) .

2.1.6. Kuvvet Antrenmanları Çalışma Formları

2.1.6.1. İzometrik (Statik)

Kasın tonusunun arttığı, kasılmaya etki edecek iç ve dış kuvvetlerin birbirlerine eşit olduğu kasılmalardır. Kasın uzunluğu değişmezken gerilimi artar.

2.1.6.2. Dinamik (Eksantrik-Konsantrik)

Kasın tonusunun değişmediği boyunun uzadığı ya da kısaldığı kasılmalardır. Motor ünitenin yeteri kadar devreye girmesiyle kasın bir ağırlığı hareket ettirmesi konsantrik kasılmadır. Konsantrik antrenmanlar maksimal kuvveti arttırmada yaygın olarak tercih edilen yöntemlerdendir. Kasın boyunun uzayarak bir dirence karşı koyması eksantrik kasılmayı tanımlar. Motor ünite daha az devrede olduğundan lif başına düşen ağırlık miktarı artar ve kasta daha fazla mikro travmalar oluşur (5).

2.1.7. Kuvvet Antrenman Yöntemleri

Kuvvet antrenmanlarında amaca yönelik birçok farklı etken vardır. Hipertrofi için eksantrik antrenmanlar önerilirken sinirsel aktivasyonlara bağlı kuvvet gelişimi için konsantrik çalışmalar önerilmektedir (38). Ağırlığın kaldırılıp indirilme hızı da kuvvet kazanımı ve hipertrofide belirleyici etken olabileceği daha önce yapılan çalışmalarda bildirilmiştir(39,40)

2.1.8. Kuvvet Antrenmanlarında Yapısal ve Fonksiyonel Adaptasyonlar

Kuvvet antrenmanlarıyla ilk olarak sinirsel faktörlere bağlı kuvvet gelişimi olur. Sinir sistemi fonksiyonlarında hızlı ve büyük çaplı bir kuvvet artışı meydana gelirken kas boyutunda fazla bir değişiklik meydana gelmez.

Kuvvet Antrenmanlarıyla Nöral Adaptasyonların Arttırdığı Kuvvet :

Motor nöron uyarılması artar ve daha verimli bir kuvvet artışı meydana gelir. Merkezi sinir sistemi aktivasyonu artar. Motor ünite senkronizasyonu gelişir ve ateşleme hızı artar (5). Daha fazla kas lifini innerve edebilen motor nöron daha fazla kuvvet üretebilir.

Egzersize bağlı kas gerilimindeki artış, hipertrofi ya da kas gelişimini arttırmak için öncelikli bir uyarıcıdır. Kas boyutundaki artış 3 haftalık bir egzersiz sürecinden sonra gözlemlenebilir. Kuvvet antrenmanları süresince hızlandırılan protein sentezi ve mevcut amino asit yeterliliği durumunda kas boyutunda artış meydana gelir. Kas hipertrofisi yaş ve cinsiyete göre farklılık gösterir. Kas gücü ya da kas kuvvetini geliştirmek için kas lifleriyle oluşan hipertrofi tek başına yeterli değildir. Nörolojik faktörler insan kuvvetine etki eden önemli bir mekanizmadır (23).

Overload antrenmanlar bireysel kas liflerini genişletir ve genişleyen kas lifleri kuvvetin gelişmesine neden olur. Ağırlık antrenmanları yapanların hızlı kasılan lifleri sedanter bireyler ve dayanıklılık sporcularına göre %45 oranında daha fazladır (23).

2.1.8.1. Kas Ağrısı

Antrenman esnasında ya da antrenmandan sonra ağrılar meydana gelebilmektedir. Bu ağrılar kuvvet antrenmanlarından 24 ila 48 saat arası bir süreçte meydana gelir ve genellikle bitkinliğin olduğu antrenmanlarla meydana gelir. Antrenmandan hemen sonra hissedilen ağrılar genellikle kaslardaki su toplanmasından kaynaklanır ve genellikle birkaç saat içerisinde kaybolur. Antrenmandan 24 -48 saat sonra hissedilen ağrılar ise gecikmeli kas ağrıları olarak adlandırılır. Gecikmeli kas ağrıları daha çok eksantrik çalışmalar ile oluşur ve bu ağrılar kas hasarı ile ilişkilendirilir. Kanda bulunan kas enzimlerinde yoğun antrenmanlar sonrasında bir artış gözlemlenir ve kas hasarının oluşmasıyla bu enzimler artar (23).

Akut Kas Ağrısı:

Egzersiz sonrasında başlayan kas ağrısı yapılan egzersizi takiben iskelet kaslarındaki travma şartlarında geçici olarak oluşan ağrıdır.

Gecikmeli Kas Ağrısı:

Vücudun alışık olmadığı bir egzersizle kaslardaki zedelenmeden dolayı ortaya çıkan ağrıdır. Genellikle egzersizden 24 saat sonra başlar ve kastaki sertleşmeyi de beraberinde getirir. Yapılan çalışmalarda bu kas ağrısının kas hasarıyla ve kuvvetle doğrudan ilişkisi olduğu bildirilmiştir. Kuvvet antrenmanlarından sonra alınan kan değerleri kas hasarının miktarı MR ya da elektromiyogram görüntüleri ise egzersizin kaslar üzerindeki etkisi hakkında bilgi verir.

2.1.8.2. Kas Hasarı

Egzersizle birlikte oluşan doku hasarı literatürde kas hasarı olarak geçmektedir. Kaslar alışık olmadıkları bir kasılmayla karşı karşıya kaldıklarında miyofibrillerdeki yapı daha fazla bozulur. Kas hücrelerindeki hasar sonucu dolaşıma karışan kas enzimleri oluşan kas hasarını ve bu hasarın seviyesini gösterir.

İnsanda bulunan kanın %55'ini plazma oluşturur. Bu plazma çoğunluğu sudan oluşan(%90) ve haricinde proteinlerin, eritrositlerin antikor hormonların, amino asitlerin, enzimlerin ve metabolik atıkların oluşturduğu bir sıvıdır (13). Egzersiz sonrasında iskelet kaslarında oluşan hasar sonucu kas dokularındaki bazı enzimlerde membrandan kan dolaşımına sızar. Böylece bir kişiden alınan kanın özel bir işlemde geçirilerek ayrıştırılması sonucu kas hasarı mekanizması açıklanabilmektedir.

Antrenmanın şiddetinin düşük tutulmasıyla bu hasar en aza indirgenebilir (41). Bol sıvı tüketimi oksijen transferini kolaylaştıracağı için hasarı inhibe etmedeki rolü fazla olmasada toparlanma sürecini kısaltacaktır. Yağ oranı yüksek olan bireylerde kas hasarının daha az olacağı belirtilmiştir. Artmış yağ yüzdesi kasları korur ve olası travmaları önler (42).

Kas Hasarı Belirtileri:

Kas hasarının doğrudan belirlenebilmesi biyopsi ya da MR yöntemi ile mümkün olabilirken biyokimyasal yöntemler en net fikir veren bir dolaylı yöntem çeşitidir. Ağrı(gecikmeli kas ağrısı), şişlik, kuvvet kaybı ya da hareket genişliğindeki azalma gibi birçok kişinin kendisinin de tespit edebileceği fonksiyonel belirtilerdir.

Kreatin Kinaz (CK):

Kas dokusunda depolanan kreatin fosfat ATP yenilenmesinin rezervuarı olarak çalışır. Kreatin kinaz enziminin insan dokularında 3 izoenzimi bulunmaktadır. Bunlar CK-MM, CK-MYB ve CK-BB dir. İskelet kaslarındaki CK aktivitesinin %99'unu CK-MM izoenzimi oluşturur. Kreatin Kinaz (CK) enzimi beyin ya da kas zedelenmesinden sonra kana salınır ama karaciğer zedelenmesinde salınmaz. Kas dokusunda olacak bir zedelenme kanda total CK düzeyini artırır(Montgomery, Conway, Spector, & Chapell, 2000). Kuvvet antrenmanlarından sonra kas dokusunda meydana gelen bu zedelenme sonucunda total CK yükselir(43,44). Artan CK antrenmandan sonraki 5.güne kadar sürebilir (6).

Aspartat Amino Transferaz (AST):

Genellikle karaciğer fonksiyon testlerinde kullanılan bu enzim kalp ve iskelet kaslarında da bulunmaktadır. Karaciğer gözesi olan hepositlerinde oldukça fazla bulunan bu enzimin fazlalığı hepositlerin zarar görmesiyle kana karışır ve yüksek AST

karaciğer rahatsızlıklarının belirtileri arasındadır (45). İskelet kaslarında da bulunması egzersize bağlı kas hasarı için fikir vermektedir. Bu nedenle de karaciğer hasarının spesifik göstergesi değildir. Kandaki AST seviyesi ne kadar yüksek olursa olsun antrenmanların karaciğer üzerinde bir etkisinin olmaması, egzersiz sonrası artan AST seviyesi kas hasarının bir göstergesi olabilmektedir.

Alanin Aminotransferaz (ALT):

AST enzimi gibi karaciğer fonksiyonlarını araştırmada kullanılan bir biyokimya testidir. Kas hasarları, müküler distrofiler, akut pankreatit, konjetif kalp yetmezliği ve hepatotoksik ilaçlar ALT düzeyinde artışa neden olur. Özellikle ağır zedelenmelerde sarkoplazmik enzimlere ek olarak mitokondriyal enzimlerde plazmaya geçebilir. ALT hücre organellerinde bulunmadığından aynı aktiviteler sonrası AST aktivitesine göre daha az olabilir (46).

Miyogloblin (MYB):

Oksijenin kas hücresinde mitokondriye taşınmasını sağlayan protein yapıda bir maddedir. Oksijenin depolanması ve kas içine taşınması görevini üstlenir. Kırmızı kas liflerinde beyaz kas liflerine oranla 5 kat daha fazla miyogloblin bulunur. Aerobik performanslarda daha fazla rol üstlenirse de kuvvet antrenmanlarında Miyoglobline bağlı oksijen mitokondriye geçerek ATP elde edilir(Sevim, 2002). Miyogloblin kardiak kasında da bulunmasına rağmen iskelet kasında çok daha fazladır (47). Ağır kuvvet antrenmanlarında tahrip olan kas hücrelerindeki miyogloblin kana karışır. Kana karışan miyogloblin kas hasarı hakkında bilgi verir.

2.1.8.3. Hematolojik Parametreler:

Hemogram kapsamında değerlendirilmeye tabi tutulan parametre sayıları kullanılan analizörün özelliklerine göre değişiklik gösterebilmektedir. Otomatize kan sayım sistemlerinin çoğunda eritrositler, lökositler, hemoglobin ve trombositler doğrudan doğruya ölçülen parametrelerdir. İndeks değerlerin çoğu hesaplanarak belirlenir (48).

Lökositler (WBC):

Beyaz kan hücreleri olarak adlandırılan lökositler bağışıklık sistemiyle alakalıdır. Tüm vücudu dolaşan lökositler kemik iliğinde üretilirler. Lökositlerin de büyük bir kısmını nötrofiller oluşturur (25).

Antrenmanın şiddeti ve süresi doğal öldürücü hücreler (NK) hücre sayısının ve aktivitesinin artışında önemli rol oynar. Eğer egzersiz yoğun yüklemeli ve maraton sporu gibi uzun süreli ise antrenmandan sonra orta dereceli bir NK hücre aktivite artışı olabilmektedir. Şiddetli ve uzun süreli egzersizler sonrasında NK hücreleri ve NK sitolitik aktiviteleri egzersiz öncesine göre azalır. Egzersizden 2-4 saat sonra NK hücre konsantrasyonunda maksimal azalma ve NK hücre aktivitesinde düşme oluşabilmektedir. Genellikle NK hücre aktivitesi hem orta şiddetli egzersizlerden hem de şiddetli egzersizlerden birkaç dakika sonra artmaktadır (49).

Hemoglobin (HB):

Kana kırmızı rengini veren demir içerikli protein yapısında bir maddedir. Dokularla akciğer arasında oksijen ve karbondioksit transportunu sağlayan eritrositler bu işi hemoglobin konsantrasyonu sayesinde yapabilirler (48).

Nötrofiller (NEU):

Özellikle bakteri enfeksiyonları için vücutta en önemli savunma mekanizmasını temsil eder. Vücuttaki bakteri ve mikroorganizmalarla savaşım onları fagositoz yoluyla yok eder (48).

Kuvvet antrenmanları sonrasında dolaşımdaki nötrofillerin artması egzersizin yoğunluğuna bağlıdır. Kas hasarı ve ısının yanı sıra epinefrin salınımı nötrofil düzeyini artırır. Kuvvet antrenmanları sonrası kan akımının hızlanması sonucu damar duvarına yapışmış olan nötrofiller kan akımına karışır ve kanda nötrofil artışı gelişebilmektedir (49).

Trombosit (PLT):

Kemik iliğinde megakaryositlerin sitoplazmasında üretilen trombositler normal değerlerinin üstünde olmasına trombositoz altında olmasına ise trombositopeni

adı verilir. Her iki durumda da doku hastalıklarından kardiyovasküler hastalıklara kadar birçok fonksiyonel bozulmaların belirtisi olabilmektedir (48).

Eritrosit (RBC):

Kanda en fazla bulunan hücrelerdir. Görevleri dokularla akciğer arasında oksijen ve karbondioksit transportunu sağlamaktır. Kandaki eritrosit seviyesinin artması akciğer ve kalp hastalıklarına bağlı sıkıntının belirtisi olabilir. Ağır egzersizler eritrosit sayısını arttırabilir. Azaldığı durumlarda da yine anemi, kan kaybı, hamilelik ilk aranan durumlardır. Yemeklerden sonra eritrosit değerlerinde yemek öncesine göre %10'a yakın azalma görünebilir (48). Eritrositlerin kandaki hacmi Hematokrit (HCT) ile ifade edilir. Genellikle % olarak belirtilse de L hacim fonksiyonu da önerilmektedir (48).

GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Grubu

Araştırma, Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan (24.06.2013/004) (Ek 1) gerekli onay alındıktan sonra araştırmaya katılacak denekleri belirlemek üzere duyuru yapılmış ve gönüllülere çalışma hakkında detaylı bilgi verilmiştir. Gönüllü olarak başvuran 75 erkek denegin sağlık durumları ve fiziksel özellikleri değerlendirildikten sonra uygun olan 42 erkek denek çalışmaya kabul edilmiştir. Araştırmaya kabul edilen deneklere araştırma protokolü hakkında yazılı bilgi verilmiş ve kendilerinden gönüllü olur formu onayları alınmıştır (Ek 2).

3.1.1. Araştırmaya Katılma Kriterleri :

- *Sağlıklı olma (egzersiz testlerine katılmayı engelleyecek sağlık sorunu olmaması),
- *Erkek olma,
- *12 haftalık antrenman periyoduna katılabilecek olma,
- *18 -24 yaş aralığında olma,
- *Vücut kitle indeksinin normal sınırları içinde olma,
- *Benzer kuvvet değerlerine sahip olma,
- *Gönüllü olma,
- *Son 12 ay içerisinde herhangi bir kuvvet antrenman çalışması içerisinde yada yüksek şiddetteki fiziksel aktivitelerde (günde 1,5 saat ve haftada 4 gün ve üzeri yüksek şiddetteki egzersizler) bulunmama
- *Deneyden en az 3 ay öncesine kadar herhangi bir tıbbi tedavi almış veya vitamin, mineral gibi çalışma sonuçlarını etkileyebilecek herhangi bir ürün kullanmamış olma,

3.1.2. Katılımcıların Gruplandırılması :

Araştırmaya katılan deneklerin 1RM ve cybex kuvvet dinamometresiyle ölçülen kuvvet değerleri esas alınarak, grupların kuvvet ortalamaları benzer olacak şekilde denekler 5 farklı deney ve 1 kontrol grubuna ayrılmıştır. Tabakalı randomizasyon yöntemi ayrılan bu gruplar;

- *Hızlı konsantrik kasılma grubu (HK) , (n=7)
- *Hızlı eksantrik kasılma grubu (HE) , (n=6)
- *Yavaş konsantrik kasılma grubu (YK) , (n=7)
- *Yavaş eksantrik kasılma grubu (YE), (n=7)
- *Konsantrik ve eksantrik kasılma grubu (KE), (n=7)
- *Kontrol grubu (KO), (n=7) olarak adlandırılmıştır.

Antrenman periyodunun 9. haftasında HE grubundaki 1 denek sakatlandığı için çalışmadan çıkartılmış ve HE grubunun verileri n=6 denek için değerlendirilmiştir.

3.2. Antrenman Protokolü

Denekler kuvvet antrenmanlarında konsantrik, eksantrik ve kombine çalışma prensiplerini kullanmışlardır. Yüklenme protokolünü belirlemek için literatür taraması ve ön testler yapılmıştır. Deneklerin 1RM değerleri belirlenerek ön testler ışığında egzersizlerin tekrar sayıları, temposu ve kaldırılacak ağırlık yüzdesi belirlenmiştir. Uygulamalardan bir hafta önce yapılan bu testlerde deneklerin egzersizleri yapacakları leg extension aletini tanıyabilme ve antrenman protokollerini gözden geçirme imkanı sağlanmıştır.

Antrenman sıklığı haftada 3 gün olarak belirlenmiş, set sayısı farklı olmamakla birlikte (4 set) hızlı kasılgmal gruplar için 8-10, yavaş kasılgmal gruplar için ise 6-8 tekrar uygulanmıştır.

3.2.1. 1RM Ölçümü

Çalışma öncesi ön testler ve araştırma için deneklerin 1RM değerleri (bir defada kaldırıp ikinci tekrarı kaldıramadıkları ağırlık) tespit edilmiştir. Hareketin

doğru yapılması için uygun açđ ve doğru teknik deneklere izah edilmiştir (50). 1RM belirlenirken şu prosedürler izlenilmiştir:

*Uygulama başlamadan önce 48 saat öncesine kadar bireylerden ağır bir aktivite yapmamaları istenmiştir.

*10 dk kondisyon bisikleti ile ısınma yaptırılmıştır.

*Çalışacak kas gruplarına yönelik germe hareketleri yaptırılmıştır.

*Çalışmanın yapılacağı bacak ekstansiyon aletinde yapacakları hareket hakkında bilgi verilmiştir.

*Uygun açđ ayarlanmış ve hareketi nasıl yapmaları gerektiği gösterilmiştir (50).

*Çalışacak kasların ısınması için hafif kilolarla ve hızlı tempoda yorgunluk oluşturmayacak şekilde egzersiz birkaç kez uygulatılmıştır.

*Test öncesinde literatür dikkate alınarak uygun bir başlangıç ağırlığı belirlenmiştir. Deneklerin başarılı olduğu her kaldırıştan sonra 5 ila 10 kg arasında ağırlık arttırılmıştır.

*Bireylerin en fazla 5 deneme sonucu bir defa diz ekstansiyonu ile bir kez kaldırıp ikinci kez kaldıramadıkları ağırlık 1RM değerı olarak kaydedilmiştir (51).

*1RM ölçümleri esnasında deneklere sözlü ve görsel olarak cesaretlendirme ve motivasyon sağlanmışır.

*Eksantrik çalışmalar için de diz ekstansiyonu ile alınan 1RM değerleri dikkate alınmış fakat kaldırılan ağırlıklar 1RM değerlerinin %100-%115'i olacak şekilde arttırılmıştır(4,52).

*Bacak ekstansiyon makinesinin ağırlık kapasitesinin üstüne çıkan denekler için aynı alete ek ağırlıkları yüklemek üzere bir düzenek yaptırılmışır



Şekil 1. Ek Kuvvet Düzenegi

*12 haftalık antrenman periyodu süresince 3 haftada bir 1RM değerleri ölçülerek çalışmada kullanılan ağırlıklar tekrar ayarlanmıştır. 1RM ölçümleri aşağıdaki şekilde isimlendirilmiştir:

1RM-1	(Antrenman periyodu öncesi 1RM değerleri)
1RM-2	(3. Hafta 1RM ölçüm değerleri)
1RM-3	(6. Hafta 1RM ölçüm değerleri)
1RM-4	(9. Hafta 1RM ölçüm değerleri)
1RM-5	(12. Hafta 1RM ölçüm değerleri)

3.2.2. Ön Testler

Antrenman protokollerini belirlemek için; yapılan literatür taraması ışığında(6,12,52,53,54,55,56,57) denek grubuna benzer özellikleri taşıyan deneklerle pilot çalışma yapılmıştır. Ön çalışma testlerinden 48 saat öncesine kadar ön test deneklerinin ağır aktivite yapmamaları istenmiştir.

Deneklere ısınma egzersizleri yaptırıldıktan sonra farklı yüklenme tempoları ve ağırlık yüzdeleri ile kombinasyonlar denenmiş; denekleri bitkinliğe

ulaştıran tekrar sayıları tespit edilmiştir. Ön test sonuçlarına göre; deneklerin bitkinliğe ulaşacakları tekrar sayıları, tempo ve kaldırılacak ağırlık yüzdeleri belirlenmiştir.

Tablo 1. Ön Test Sonuçları

ÇALIşMA METODU	1RM %	EGZERSİZ SÜRESİ	TEMPO	TEKRAR SAYISI ORT. ± SS
Konsantrik	80	1 sn	Hızlı (180 ⁰ sn ⁻¹)	8 ± 0,22
Konsantrik	85	1 sn	Hızlı (180 ⁰ sn ⁻¹)	7,43 ± 4,29
Eksantrik	100	1 sn	Hızlı (180 ⁰ sn ⁻¹)	13 ± 0,40
Eksantrik	115	1 sn	Hızlı (180 ⁰ sn ⁻¹)	8,6 ± 0,49
Konsantrik+Eksantrik	60	2 sn	Hızlı (180 ⁰ sn ⁻¹)	10 ± 0,44
Konsantrik+Eksantrik	75	2 sn	Hızlı (180 ⁰ sn ⁻¹)	7,14 ± 0,26
Konsantrik	50	5 sn	Yavaş (30 ⁰ sn ⁻¹)	9 ± 0,44
Konsantrik	60	5 sn	Yavaş (30 ⁰ sn ⁻¹)	7,43 ± 0,20
Eksantrik	80	5 sn	Yavaş (30 ⁰ sn ⁻¹)	11 ± 0,62
Eksantrik	90	5 sn	Yavaş (30 ⁰ sn ⁻¹)	7,57 ± 0,37

3.2.3. Yükleme Türü

Denekler kuvvet çalışması olarak bacak ekstansiyon makinesinde (Matrix, G3-S71, Italy) çift bacakla konsantrik,,eksantrik ve kombine uygulamalar yapmışlardır. Deneklerin bacak ekstansiyon pozisyonları gonyometre yardımıyla kalçada yaklaşık 85⁰'lik fleksiyon, dizde yaklaşık 45⁰'lik aç olacak şekilde ayarlanmıştır. Egzersizde ana kas grubu olarak Quadriseps Femoris (QF) ve yardımcı kas grupları olarak Sartorius, Adductor Magnus, Tibialis Anterior, Biceps Femoris, Semitendinosus, ve Soleus kaslarının çalışması planlanmıştır.

3.2.3.1. Konsantrik Kuvvet Egzersizi

Konsantrik çalışmada, denekler ağırlığı kaldırdıktan sonra yardımcılar aletin kuvvet kolunu tutarak başlangıç pozisyonuna geri getirmişlerdir. Deneklerin başlangıç pozisyonuna dönerken kuvvet uygulamalarına dikkat edilmiştir.

3.2.3.2. Eksantrik Kuvvet Egzersizi

Eksantrik uygulamalarda deneğin konsantrik çalışma yapmasını engellemek için aletin kuvvet kolu yardımcılar tarafından kaldırılmış ve katılımcıdan bu ağırlığı eksantrik kasılma ile başlangıç pozisyonuna geri getirmeleri istenmiştir.



Şekil 2. Eksantrik Kuvvet Egzersizi

3.2.3.3. Kombine (Konsantrik + Eksantrik) Kuvvet Egzersizi

Kombine çalışmada denekler hem konsantrik hem de eksantrik kasılma uygulamıştır. Deneklerden ağırlığı yardımcılarından destek almadan kaldırıp indirmeleri istenmiştir.



Şekil 3. Kombine Kuvvet Egzersizi

3.2.4. Yükleme Temposu

Antrenman protokolünde egzersizler yavaş (30^0 sn^{-1}) ve hızlı (180^0 sn^{-1}) olmak üzere 2 farklı tempoda uygulanmıştır. Antrenmanlarda temponun standardizasyonunu sağlamak için bilgisayar ortamında her çalışma modeli için animasyonlar hazırlanmış ve deneklerden egzersizleri uygularken bu animasyonları takip etmeleri istenmiştir.

3.2.5. Antrenman Modeli

Antrenman protokolü, ön test sonuçlarına göre bitkinliğe varacak şekilde dizayn edilmiştir. Deneklerin bitkinliğe ulaşmadığı durumlarda ağırlık yüzdesi ve tekrar sayısı artırılmış ve bitkinliğe ulaşmaları sağlanmıştır. Hızlı tempo grupları 1RM'nin %80-85'i ile 8-10 tekrar, yavaş tempo grupları 1RM'nin %50-60'ı ile 6-8 tekrar uygulamıştır.

Öntest sonuçlarına göre elde edilen veriler doğrultusunda çalışma temposu ve tekrar sayıları göz önünde bulundurularak eksantrik kasılmalar için 1RM değeri dolaylı olarak konsantrik 1RM'nin % 140-150'si düzeyinde kabul edilmiş (58) (40) ve ağırlıklar buna göre ayarlanmıştır. Aşağıdaki tabloda verilen 1RM değerleri konsantrik 1RM'ye göre hesaplanmış yüzdelerdir. Denekler ısınma yaptıktan sonra aşağıdaki antrenman modelini uygulamışlardır:

Tablo 2. Antrenman Modeli

GRUP	ÇALIŞMA METODU	1RM%	TEMPO	TEKRAR SAYISI
HK	Konsantrik	80-85	180^0 sn^{-1}	8-10
HE	Eksantrik	100-115	180^0 sn^{-1}	8-10
KE	Kombine	65-70	180^0 sn^{-1}	6-8
YK	Konsantrik	50-60	30^0 sn^{-1}	6-8
YE	Eksantrik	80-85	30^0 sn^{-1}	6-8

3.3. Antrenman Periyodu

Antrenman periyodu başlamadan önce deneklerin antrenman protokolüne, alete ve doğru egzersiz tekniğine alışmaları için düşük yüklenme yoğunluğunda alıştırmaya antrenmanları yaptırılmıştır.

Araştırmalarda kuvvet ve hipertrofi gelişimi için 8-12 haftalık, haftada en az 3 gün yapılan çalışmaların belirleyici olduğu bildirilmiştir(31,59,60,61,62). Bu nedenle araştırmamızda kuvvet antrenman periyodu 12 hafta, haftada 3 gün olarak planlanmış ve uygulanmıştır.

3.4. Antropometrik lmler

3.4.1. Boy Uzunluğu

Denekler düz bir zeminde ayaklarında ayakkabıları olmadan duvara yerleştirilmiş olan mezrun önüne uygun bir aı ve duruş pozisyonunda yerleştirildikten sonra, kendi ağırlığının iki ayağına eşit olarak dağıtılmış olmasına, başının frontal pozisyonunda, gözlerinin karşıya bakacak Şekilde ve kollarının omuzlardan serbestce yanlarda olmasına dikkat edilmiştir. Ölüm sırasında doğru ölüm alabilmek için denekten, derin bir nefes alarak dik pozisyonadaki duruşunu bozmadan nefesini tutması istenmiş ve ayaklarının topuk ucundan baş kısmının tepe noktası belirlenip, bir cetvel yardımı ile mezrun üstüne gelecek Şekilde hiza alınarak ölüm yapılmıştır (63).

3.4.2. Vücut Ağırlığı (VA)

lmler sırasında deneklerin ayakları çıplak ve üzerlerinde ağırlıklarını etkilemeyecek en az giysi bulundurmalarına dikkat edilmiştir. Ölüm sırasında deneğin iki ayağının tartıya(Tanita TBF 300 Pro) eşit basması sağlanmış ve denek dik ve hareketsiz durumdayken ölüm yapılmıştır. Ağırlık lmleri hassaslık derecesi 100 gr olan tartı kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca sert ve düz bir zemin üzerine konmasına dikkat edilmiştir. Elde edilen değer kg cinsinden kaydedilmiştir (63).

3.4.3. Vücut Kitle İndeksi (VKİ)

Deneklerin VKİ değerleri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$VKİ= Vücut Ağırlığı(kg) / Boy Uzunluğu^2 (m^2) (63)$$

3.5. İzokinetik Kuvvet lmleri

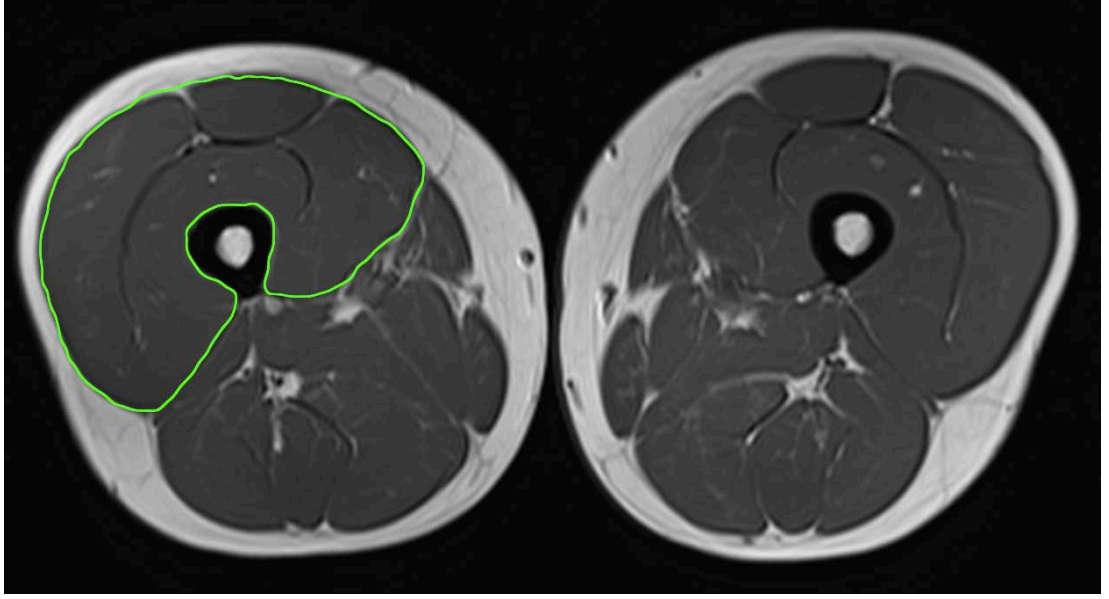
Kuvvet testleri öncesinde deneklerin bacak bölgesi kaslarının daha iyi ısınması için bisiklet ile 10 dk'lık ısınma yapmışlardır. İzokinetik diz kuvveti lmleri Akdeniz Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim dalındaki

izokinetik dinamometre (Cybex NORM,6000) ile yapılmıştır. Katılımcılar dominant bacaklarına göre test koltuğuna doğru pozisyonda oturtulmuş ve cihazın her iki yerinde bulunan el tutma kollarını tutmuşlardır. Eklem hareket açıklığı (ROM) 0⁰ ila 90⁰ arası olarak ayarlanmıştır. Hazırlanan egzersiz protokolüne göre en yüksek izokinetik konsantrik diz ekstansiyonu ve diz fleksiyonu baskın bacakta 2 değişik hareket açış hızıyla uygulanmıştır. Hazırlanan protokole göre 60⁰ sn⁻¹ hızda 6 tekrar ve 180⁰ sn⁻¹ hızda 10 tekrar maksimal kasılma oluşan diz ekstansiyon ve fleksiyon testi yapılmıştır. Benzer protokollerde yapılan çalışmalar neticesinde setler arasında 90 sn dinlenme uygun görülmüştür(35,36,37). En iyi dereceler N/m cinsinden kaydedilmiştir.

3.6. Kas Hacminin Ölçümü

MRG incelemeleri Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda Siemens Avanto (Erlangen, GERMANY) 1,5 Tesla MRG cihazında yapılmıştır. Denekler incelemeye alınmadan önce MRG incelemesinin yapılmasına engel oluşturabilecek durumlar açısından (kalp pili, vücutlarında metalik yabancı cisim veya implant varlığı, klostrofobi vb.) sorgulanmış ve ölçümleri olumsuz etkilememesi açısından, inceleme öncesi ayakları uzatılmış şekilde, fiziksel aktivite yapmadan 1 saat dinlendirilmişlerdir.

İncelemelerde kullanılan kesitler, en üstte büyük trokanter üst sınırından başlayarak, aşağıda sağ diz mediyal ve lateral kondilleri düzeyinde (kas kitlesi görünmeyene kadar) sonlanacak şekilde planlanmıştır. Bu planlama dahilinde 50 adet aksiyel planda, T1-ağırlıklı spin eko (T1A) kesit (TE: 12 msn, TR: 700 msn, kesit kalınlığı/kesit aralığı: 10 mm, aralıksız) alınmıştır. İlgili kas kitlesi 50 kesite tam olarak girmeyen olgularda kesit sayısı arttırılmıştır. Elde edilen görüntüler kişisel bir bilgisayara aktarılarak, "Osirix" DICOM görüntüleme programı ile, 14 yıllık kas-iskelet radyolojisi deneyimi olan bir radyolog tarafından her bir kesitte GF kaslarının alanları ölçülüp, kesit kalınlığı ile çarpılmış ve tüm değerler toplanarak kas hacmi (cm³) belirlenmiştir.



Şekil 4. M. Quadriceps Kesitinin MRG Görüntüsü

Bu ölçümün değişkenlik katsayısının (coefficient variation, CV) %1'den az olduğu bilinmektedir. Ölçümler deneklerin isimleri, egzersiz öncesi veya sonrası incelemeleri olup olmadığı bilinmeksizin yapılmıştır.

YE grubundaki bir deneğin ilk MRI görüntülerinde sorun olduğu düşünüldüğünden bu deneğin MRI verileri istatistiksel değerlendirmelere alınmamıştır.

3.7. Kan Parametreleri

Kan örnekleri sağlık personelleri tarafından alınmış, soğuk zincirinin bozulmaması için buz içinde bekletilerek yaklaşık 1 saat içerisinde Akdeniz Üniversitesi Hastanesi merkez laboratuvarında testler gerçekleştirilmiştir. Kas hasarını belirlemek üzere kan örneklerinde, CK, AST,ALT ve MYB ölçümleri yapılmıştır. Egzersiz esnasında oluşan inflamasyona karşı lökosit ve trombositlerin tepkilerini takip etmek ve ayrıca deneklerin aerobik güçlerinin göstergelerinden birisi olan hemoglobin değerlerinin de antrenman periyodu sonrasında artıp artmadığını tespit etmek için hemogram ölçümleri yapılmıştır.

Kan parametrelerine dair ölçümler 12 haftalık antrenman periyodu öncesinde; egzersiz öncesi (A1), egzersizden hemen sonra(A2), egzersizden 24 saat

sonra (A3) ve egzersizden 48 saat sonra (A4) ve 12 haftalık antrenman periyodu sonrasında egzersiz öncesi (B1), egzersizden hemen sonra(B2), egzersizden 24 saat sonra (B3) ve egzersizden 48 saat sonra (B4) olarak gruplandırılmış ve karşılaştırılmıştır. Kan parametrelerine dair tekrarlayan ölçümlerde en yüksek değerler 12 haftalık antrenman periyodu öncesinde (A max) ve 12 haftalık antrenman periyodu sonrasında (B max) olarak isimlendirilmiştir.

3.7.1. Biyokimyasal Testlerin Çalışma Prosedürü

Deneklerden alınan venöz kan örnekleri, jelli biyokimya tüpüne ve K3EDTA'lı tüplere konuldu. Jelli tüpler 30 dakika bekledikten sonra 4000 g'de 5 dakika santrifüj edildi ve serum örnekleri ayrılarak Hemogram (CBC) CK, AST, ALT ve Myo biyokimyasal parametreleri çalışılmıştır

3.7.1.1. Tam Kan Sayımı (Hemogram)

K3EDTA içeren tüplere alınan örnekler, antikuagülan maddenin karışması için 7-8 kez yavaşça alt üst edildikten sonra ADVIA 2120 (Siemens Medical Solutions, Germany) kan sayım analizörü kullanılarak analiz edilmiştir.

3.7.1.2. Serum Total CK düzeyi

International Federation of Clinical Chemistry (IFCC) 'nin önerdiği ve optimize ettiği enzimatik spektrofotometrik yöntem ile, Roche Cobas 8000 otoanalizöründe ölçüldü (Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Germany).

Kite ait intra-assay CV: % 0.7 (kontrol değeri: 148 U/L), inter-assay CV: % 0.4 (kontrol değeri: 492 U/L), minimum ölçümü yapılabilen serum total CK düzeyi: 7 U/L, ölçüm aralığı 7-2000 U/L idi.

3.7.1.3. Serum AST düzeyi

International Federation of Clinical Chemistry (IFCC) 'nin önerdiği ve piridoksal fosfat ile aktivasyonun yapılmadığı enzimatik spektrofotometrik yöntem ile, Roche Cobas 8000 otoanalizöründe ölçüldü (Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Germany).

Kite ait intra-assay CV: % 0.8 (kontrol değeri: 36.6 U/L), inter-assay CV: % 0.8 (kontrol değeri: 130 U/L), minimum ölçümü yapılabilen serum ALT düzeyi: 5 U/L, ölçüm aralığı 5-700 U/L idi.

3.7.1.4. Serum ALT düzeyi

International Federation of Clinical Chemistry (IFCC) 'nin önerdiği ve piridoksal fosfatın eklendiği enzimatik spektrofotometrik yöntem ile, Roche Cobas 8000 otoanalizöründe ölçüldü (Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Germany).

Kite ait intra-assay CV: % 1.5 (kontrol değeri: 40.6 U/L), inter-assay CV: % 1.3 (kontrol değeri: 132 U/L), minimum ölçümü yapılabilen serum ALT düzeyi: 2 U/L, ölçüm aralığı 2-700 U/L idi.

3.7.1.5. Serum Myoglobin Düzeyi

Serum örneklerinde Elektrokemilüminesans Immünassay (ECLIA) yöntemi kullanılarak, Roche Modular Analytics E170 Immunoassay analizöründe ölçüldü (Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Germany).

Kite ait intra-assay CV: % 2.1 (kontrol değeri: 38.9 ng/mL), inter-assay CV: % 1.9 (kontrol değeri: 60.5 ng/mL), minimum ölçümü yapılabilen myoglobin düzeyi : 21 ng/mL, ölçüm aralığı 21-3000 ng/mL idi.

3.8. Kullanılan İstatistiksel Yöntemler

Araştırmadaki verilerin normal dağılım varsayımına uygunluğunu incelemek amacıyla Shapiro Wilk normallik testi uygulandı. Örneklem büyüklüğü normallik testinin seçiminde ilk kriterdir. Bu tip çalışmalarda (50 den az denek sayısı) Shapiro Wilk normallik testinin daha doğru sonuçlara ulaştıracığı belirtilmiştir (64). Oluşturulan gruplara ilişkin varyans homojenliği varsayımı Levene Testi ile sınanmıştır. Normal dağılım gösteren ve varyansları homojen olan gruplara parametrik, bu şartların sağlanmadığı gruplara ise parametrik olmayan testler uygulanmıştır.

Grup içi tekrarlayan ölçümler arasındaki farkın anlamlılığını değerlendirmek için; iki ölçüm olduğu durumlarda Bağımlı Örneklem (Paired Sample) testi

(parametrik) ve Wilcoxon Testi (parametrik olmayan), grup içinde ikiden fazla tekrarlanan ölçüm olduğu durumlarda Tekrarlayan Ölçümlerde ANOVA (Repeated Measures ANOVA) Testi (parametrik) ve Friedman Testi (parametrik olmayan) uygulandı. Güven Aralığı Düzeltmesi “Bonferroni ile birlikte değerlendirilmiştir.

Gruplar arasındaki farkı değerlendirmek için; ikili karşılaştırmalarda Bağımsız Örneklem (Independent Sample) T Testi (parametrik) ve Mann-Whitney U Testi (parametrik olmayan), ikiden fazla grubun karşılaştırıldığı durumlarda tek Yönlü (One Way) ANOVA Testi (parametrik) ve Kruskal Wallis Testi (parametrik olmayan) uygulandı. İki'den fazla grubun olduğu karşılaştırmalarda oluşan farkların hangi gruplardan kaynaklandığının bulunması için Post-Hoc testlerinden TUKEY HSD Testi (parametrik) ve Dunnett's T3 Testi (parametrik olmayan) kullanıldı.

Gruplar arası korelasyon Pearson (parametrik) ve Spearman (parametrik olmayan) Testi ile değerlendirildi. Tüm testlerde anlamlılık $p < 0,05$, $p < 0,01$ ve $p < 0,001$ düzeylerinde değerlendirilmiştir.

BULGULAR

4. Fiziksel Parametreler

Araştırmaya katılan 41 deneğin antrenman periyodu öncesi yaş ortalamaları $21,15 \pm 1,82$ yıl, boy ortalamaları $178,90 \pm 6,05$ cm, ağırlık ortalamaları $70,49 \pm 9,75$ kg, VKİ ortalamaları $21,99 \pm 2,60$ kg/m², yağ yüzdelerinin ortalamaları $\% 11,53 \pm 4,26$ olarak tespit edilmiştir.

Araştırmaya katılan deneklerin gruplara göre antrenman periyodu öncesi ve sonrası fiziksel değerleri Tablo 3.'de gösterilmiştir.

Tablo 3. Deneklerin Antrenman Periyodu Öncesi ve Sonrası Fiziksel Özellikleri

Değişkenler		HE (n=6)	HK (n=7)	YE (n=7)	YK (n=7)	KE (n=7)	KO(n=7)
		Ort \pm SS	Ort \pm SS	Ort \pm SS	Ort \pm SS	Ort \pm SS	Ort \pm SS
Yaş (Yıl)	İlk Test	20,50 \pm 1,87	20,14 \pm 1,34	21,57 \pm 0,53	22,43 \pm 1,51	20,86 \pm 2,34	21,29 \pm 2,36
	Son Test	72,83 \pm 8,15	70,71 \pm 16,65	68,71 \pm 8,20	71,29 \pm 2,80	72,14 \pm 8,85	67,57 \pm 8,81
VA (kg)	İlk Test	73,33 \pm 8,59	72,14 \pm 17,73	70,71 \pm 7,78	72,14 \pm 2,80	73,28 \pm 8,38	68,14 \pm 9,35
	Son Test	178,83 \pm 8,47	180,14 \pm 7,44	176,71 \pm 4,88	178,71 \pm 1,89	180,57 \pm 7,18	178,43 \pm 6,26
Boy (cm)	İlk Test	178,83 \pm 8,47	180,14 \pm 7,44	176,71 \pm 4,88	178,71 \pm 1,89	180,57 \pm 7,18	178,43 \pm 6,26
	Son Test	22,81 \pm 2,53	21,69 \pm 4,22	21,99 \pm 2,30	22,29 \pm 0,76	22,11 \pm 2,21	21,21 \pm 2,43
VKİ (kg/m)	İlk Test	22,81 \pm 2,53	21,69 \pm 4,22	21,99 \pm 2,30	22,29 \pm 0,76	22,11 \pm 2,21	21,21 \pm 2,43
	Son Test	22,97 \pm 2,76	22,11 \pm 4,48	22,63 \pm 2,15	22,56 \pm 1,91	22,48 \pm 2,39	21,38 \pm 2,47
Yağ (%)	İlk Test	11,88 \pm 4,54	10,54 \pm 7,04	10,97 \pm 4,17	12,32 \pm 1,20	12,52 \pm 3,81	11,00 \pm 2,96
	Son Test	12,38 \pm 4,18	11,70 \pm 7,56	12,27 \pm 3,36	12,12 \pm 2,65	13,07 \pm 2,96	11,25 \pm 3,04

Araştırmaya katılan deneklerin antrenman periyodu öncesi ve sonrası gruplar arası ve grup içi tüm fiziksel değerleri kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

4.2. Kuvvet Parametreleri

4.2.1. 1 RM Ölçümleri

Antrenmanların başlamasıyla 3 haftada bir tekrarlayan ölçümlerdeki 1RM değerleri kademeli olarak artmıştır. Tekrarlayan ölçümlerle 1RM-1 değerleri 1RM-5 değerleriyle karşılaştırıldığında tüm antrenman gruplarında anlamlı bir artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05^*$, $p<0,01^{**}$, $p<0,001^{***}$) (Tablo 4).

Tablo 4. Antrenman Periyodu Süresince 1RM Değerleri ve %'lik Gelişimleri

Değişkenler (kg)	HE (n=6) Ort ± SS	HK (n=7) Ort ± SS	YE (n=7) Ort ± SS	YK (n=7) Ort ± SS	KE (n=7) Ort ± SS	KO(n=7) Ort ± SS
1RM-1	143,33±33,35	145,71±33,71	145,00±26,61	143,14±31,34	145,43±30,24	143,71±35,68
1RM-2	157,50±26,59	165,71±32,58 ^{***}	173,57±19,30 [*]	159,29±29,92	173,57±20,95 [*]	
%	9,89	13,73	19,70	11,28	19,35	
1RM-3	171,67±21,83 [*]	177,86±32,64 ^{***}	181,43±18,42 [*]	165,71±31,28 [*]	189,29±20,90 [*]	
%	19,77	22,06	25,12	15,77	30,16	
1RM-4	176,67±19,40 [*]	185,71±33,96 ^{***}	188,57±16,25 [*]	170,00±30,68 [*]	198,57±20,35 ^{**}	
%	23,26	27,45	30,05	18,76	36,54	
1RM-5	184,17±22,45 ^{*#}	195,71±31,01 ^{****}	197,86±13,18 ^{###}	179,29±23,52 ^{**}	205,71±21,87 ^{####}	142,86±31,47
%	28,49	34,31	36,46	25,25	41,45	-0,59

HE, hızlı eksantrik; HK, hızlı konsantrik; YE, yavaş eksantrik, YK, yavaş konsantrik; KE, kombine; KO, kontrol

1RM-1'e göre farklılık düzeyi, $p<0,05^*$, $p<0,01^{**}$ ve $p<0,001^{***}$

Kontrol grubuna göre farkın anlamlılığı $p<0,05^{\#}$, $p<0,01^{\#\#}$ ve $p<0,001^{\#\#\#}$

1RM-1'e göre ortalamalardaki yüzdelik değişim düzeyi, %

Antrenman gruplarından 12 haftalık antrenman periyodu sonrasında en fazla 1RM artışı %41,45 ile KE grubunda gözlemlenmiştir. KE grubunu takiben YE grubunun 1RM değerleri %36,46, HK grubunu değerleri %34,31, HE grubunun değerleri %28,49 ve YK grubunun %25,25 artmıştır. Bununla birlikte kontrol grubunun 1RM değeri %0,59 azalmıştır fakat bu fark istatistiksel açıdan anlamlı değildir ($p>0,05$). Antrenman gruplarının son kuvvet değerlerinin (1RM-5) gruplar arası farkları istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$).

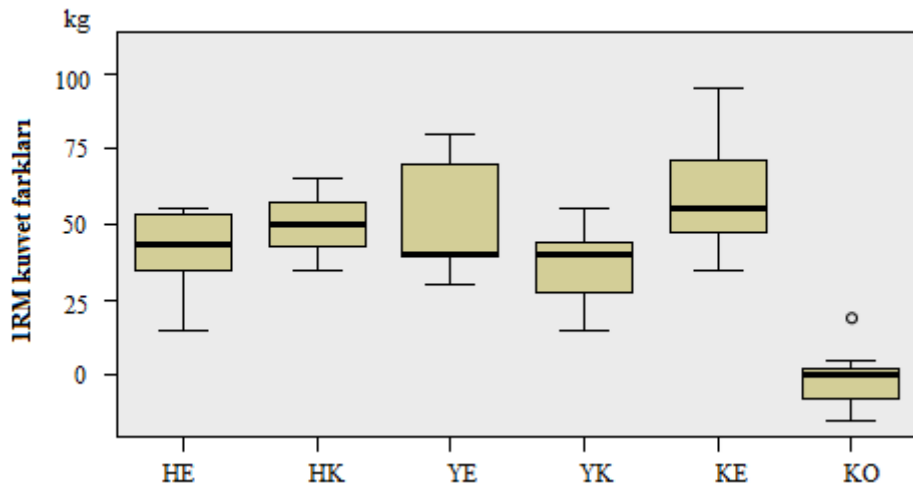
Tüm deneklerin 1RM değerlerindeki değişimler hesaplanmış ve bu değişimlerin gruplar arası kıyaslamaları yapılmıştır. Buna göre tüm deney gruplarının kuvvet gelişim değerleri kontrol grubuna göre istatistiksel açıdan anlamlı olarak fazladır ($p<0,05$) (Tablo 5).

Tablo 5. Antrenman Periyodu Öncesi ve Sonrası 1RM Değişimleri

Gruplar	1RM5-1RM1 Ort ± SS (Kg)	Ortancalar Farkı	t	P
YK-KO	37,00±12,49	40	13,85	,030*
HE-KO	41,69±13,63	43,5	16,38	,014*
HK-KO	50,85±17,53	50	21,71	,001***
YE-KO	53,71±26,91	40	22,21	,001***
KE-KO	61,14±23,63	55	26,07	,000***
HE-YK	4,69±11,47	3,5	2,52	,704
HK-YK	13,86±16,71	10	7,85	,219
YE-YK	16,71±21,22	0	8,35	,191
KE-YK	24,14±23,61	15	-12,21	,056
HK-HE	9,16±20,04	6,5	-5,33	,422
YE-HE	12,02±20,81	-3,5	-5,83	,380
KE-HE	19,45±25,08	11,5	-9,69	,145
YE-HK	2,85±21,19	-10	-,500	,938
KE-HK	10,29±15,32	5	-4,35	,495
KE-YE	7,42±28,33	15	-3,85	,546

HE, hızlı eksenrik; HK, hızlı konsantrik; YE, yavaş eksenrik; YK, yavaş konsantrik; KE, kombine; KO, kontrol
Gruplar arası farklılık düzeyi, p<0,05*, p<0,01** ve p<0,001***

1RM değerlerinde ilk test-son test farklarının istatistiksel olarak sınanması sonucu tüm deney gruplarının KO grubuna göre değişim farkları istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05).



Şekil 5. 1RM Değişim Farklarının (1RM-5 – 1RM-1) Yayılma Grafiği

Şekil 5.'de "1-RM Değişim Farkları" analizinde en küçük değer ile en yüksek değer aralığı en geniş olan gruplar KE grup (60 kg) ve YE(50 kg) gruplarının olduğu görülmektedir. Bu grupları sırasıyla HE(40),YK(40) HK(30) ve KO(34) grupları takip etmektedir. Çeyrekler açıklığı değerlerine göre de yine YE ve KE gruplarındaki deneklerin kuvvet gelişimleri diğer gruplara göre daha az homojen dağılmıştır.

Deney gruplarındaki kuvvet artışları benzer görünse de, artışların yayılımları incelendiğinde HE, YK ve HK grupları daha homojen bir artış göstermiştir.

4.2.2. Cybex İzokinetik Kuvvet Ölçümleri

Araştırmaya katılan deneklerin 12 haftalık antrenman periyodu öncesi ve sonrası Cybex İzokinetik Kuvvet ölçümleri (60^0 sn^{-1} ve 180^0 sn^{-1}) Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Cybex İzokinetik (60^0 sn^{-1} ve 180^0 sn^{-1}) Kuvvet Değerleri

Değişkenler (Newton)	HE (n=6) Ort ± SS	HK (n=7) Ort ± SS	YE (n=7) Ort ± SS	YK (n=7) Ort ± SS	KE (n=7) Ort ± SS	KO(n=7) Ort ± SS	
60^0 sn^{-1}	İlk Test	290,75±70	345,85±106	345,14±63	320,14±82	352,71±63	272,85±92
	Son Test	325,70±94*	432,43±88**,#	431,14±33***,#	398,57±38**,#	467,28±77***,#	270,57±104
	%	12,02	25,03	24,91	24,47	32,48	-0,83
180^0 sn^{-1}	İlk Test	193,00±27	180,71±40	178,57±31	169,86±27	191,29±29,5	173,43±65
	Son Test	221,17±45	208±39***	208,86±28***	198,14±12*	229,71±48**	178,71±65
	%	15,06	15,10	16,96	16,64	20,08	3,04

HE, hızlı eksantrik; HK, hızlı konsantrik; YE, yavaş eksantrik, YK, yavaş konsantrik; KE, kombine; KO, kontrol

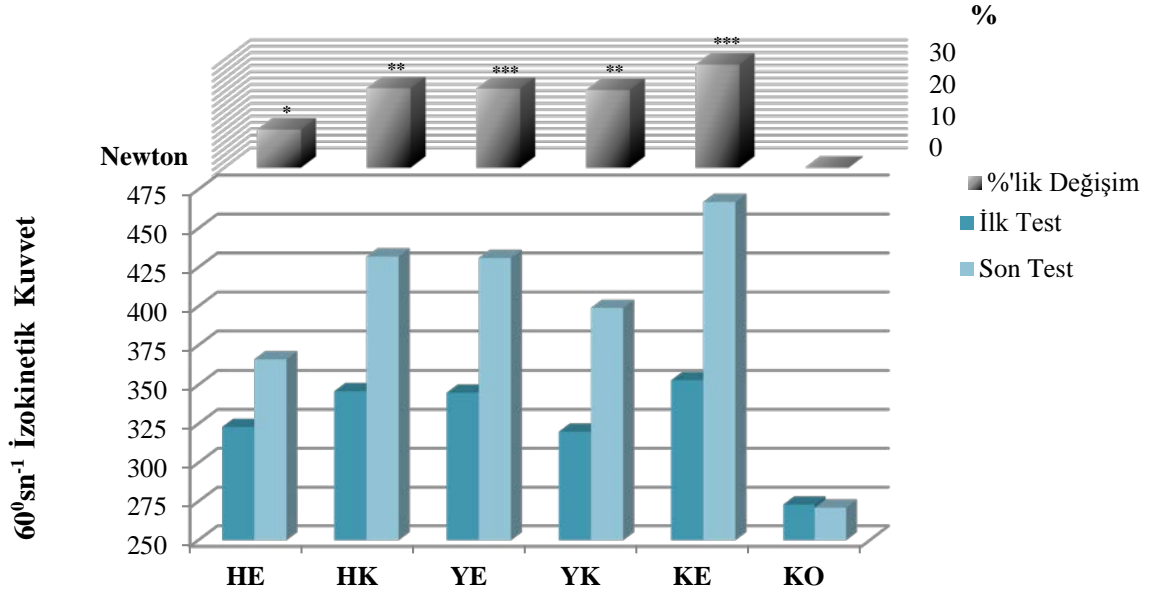
İlk test ve son test farklılık düzeyi, p<0,05*, p<0,01** ve p<0,001***

Kontrol grubuna göre farkın anlamlılığı p<0,05#, p<0,01## ve p<0,001###

İlk test ve son test ortalamalarının yüzdelerik değişim düzeyi, %

İzokinetik kuvvet ölçümlerinde 60^0 sn^{-1} ve 180^0 sn^{-1} için en yüksek gelişim KE grubunda görülmüştür (sırasıyla, %32,48 ve %20,08). Deney gruplarının 60^0 sn^{-1} ve 180^0 sn^{-1} açısal hızlardaki son kuvvet değerlerinin ilk kuvvet değerlerine göre farklılıkları HE grubunun 180^0 sn^{-1} ölçümleri hariç istatistiksel olarak anlamlıyken, antrenman periyodu öncesi ve sonrasında gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı değildir(p>0,05).

İzokinetik kuvvet ölçümleri için 60^0 sn^{-1} ve 180^0 sn^{-1} değerleri ve yüzdesel artışları Şekil 6 ve Şekil 7'de gösterilmiştir. İlk test ve son test farklılık düzeyi, $p<0,05^*$, $p<0,01^{**}$ ve $p<0,001^{***}$ şeklinde ifade edilmiştir.



İlk ölçümlere göre farklılık düzeyi, $p<0,05^*$, $p<0,01^{**}$ ve $p<0,001^{***}$

Şekil 6. 60^0 sn^{-1} İzokinetik Kuvvet Ölçümleri

Araştırmaya katılan denek gruplarının Cybex İzokinetik Kuvvet ölçümleri 60^0 sn^{-1} için, 12 haftalık antrenman periyodu öncesi ve sonrası anlamlı olarak artmıştır ($p<0,05$, $p<0,01$ ve $p<0,001$). En fazla yüzdelik artış KE grubunda görülmüştür (%32,48). KE grubunu takiben HK grubunda %25,03, YE grubunda %24,91, YK grubunda %24,47 ve HE grubunda %12,02 % artış görülmüştür ($p<0,05$). Bununla birlikte kontrol grubunun 60^0 sn^{-1} izokinetik kuvvet değerlerinde %0,83 azalma tespit edilmiş, fakat bu azalma istatistiksel açıdan anlamlı değildir ($p>0,05$).

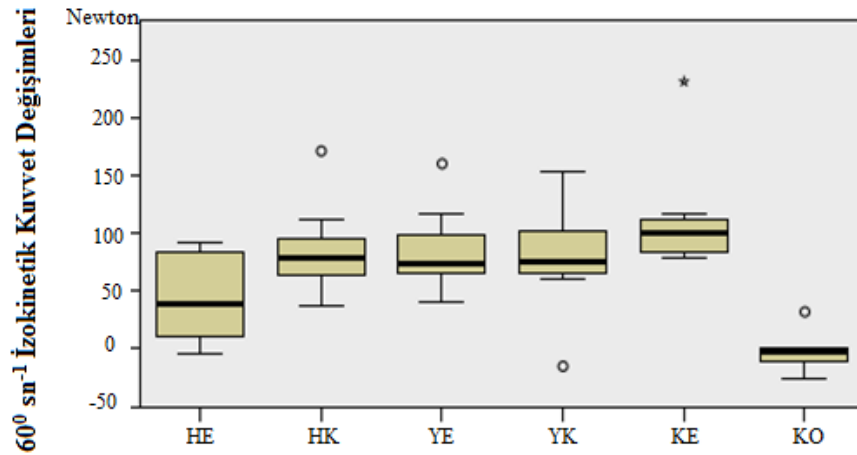
Tüm deneklerin antrenman periyodu sonrasında 60^0 sn^{-1} değişim farkları ayrıca değerlendirilmiştir. Değişim farkları kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Buna göre HE grubu hariç tüm deney gruplarının kuvvet gelişim değerleri kontrol grubuna göre istatistiksel olarak fazladır (Tablo 7.).

Tablo 7. Antrenman Periyodu Öncesi ve Sonrası 60° sn⁻¹ İzokinetik Kuvvet Değişimleri

Gruplar	OrtalamaFark±SS (Newton)	Ortancalar Farkı	T	P
HE-KO	45,78±38,91	42,5	10,44	,117
YK-KO	80,71±57,80	79	17,57	,006**
YE-KO	88,28±47,23	73	18,78	,003**
HK-KO	88,85±43,97	81	18,85	,003**
KE-KO	116,86±48,32	104	25,79	,000***
YK-HE	34,93±53,48	36,5	7,14	,284
YE-HE	42,50±44,73	33,5	8,34	,210
HK-HE	43,07±65,02	38,5	8,41	,206
KE-HE	71,07±63,50	61,5	15,34	,021*
YE-YK	7,57±69,33	-3	1,21	,850
HK-YK	8,14±67,21	2	1,28	,841
KE-YK	36,14±46,62	35	8,21	,199
HK-YE	0,57±56,20	5	,071	,991
KE-YE	28,57±73,52	28	7,00	,274
KE-HK	28,00±75,69	23	6,93	,279

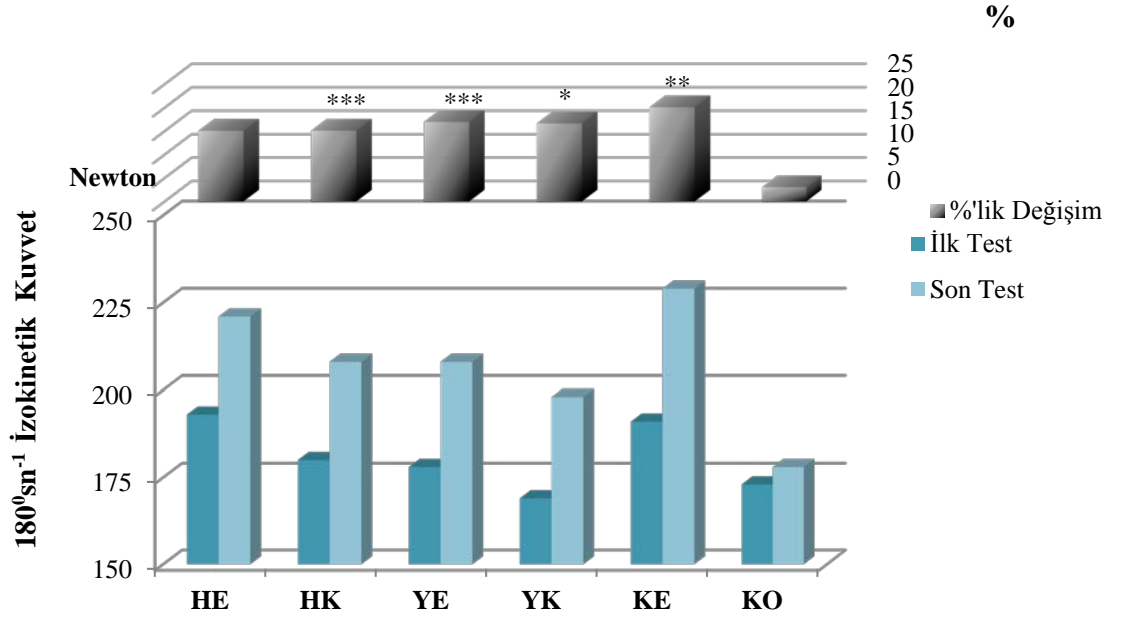
HE, hızlı eksantrik; HK, hızlı konsantrik; YE, yavaş eksantrik; YK, yavaş konsantrik; KE, kombine; KO, kontrol
Gruplar arası farklılık düzeyi, p<0,05*, p<0,01** ve p<0,001***

60° sn⁻¹ açısal hızda yapılan izokinetik kuvvet değerlerinde ilk test-son test farklarının istatistiksel olarak sınanması sonucu deney gruplarından HE ve KE gruplarının arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur(p<0,05). Ayrıca HK, KE, YK ve YE gruplarının KO grubuna göre değişim farkları istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05).



Şekil 7. 60°sn⁻¹ İlk Test-Son Test Değişimlerinin İstatistiksel Yayılma Grafiği

Şekil 7.'de “60⁰sn⁻¹ İlk Test-Son Test Değişimleri” analizinde KE grubunda bir aşırı değer tespit edilmiştir. HK, YE ve KO gruplarında birer uç değer görülmüştür. Çeyrekler açıklığı değerlerine göre HE grubunun diğer gruplara göre daha az homojen dağıldığı görülmüştür.



İlk ölçümlere göre farklılık düzeyi, p<0,05*, p<0,01** ve p<0,001***

Şekil 8. 180⁰ sn⁻¹ İzokinetik Kuvvet Ölçümleri

İzokinetik kuvvet ölçümlerinde 180⁰ sn⁻¹ için, 12 haftalık antrenman periyodu öncesi ve sonrası HE grubu hariç diğer tüm antrenman gruplarında anlamlı artış tespit edilmiştir (p<0,05). En fazla yüzdeler artış KE grubunda görülmüştür(%20,08). KE grubunu takiben YE grubunda %16,96, YK grubunda %16,64, HK grubunda %15,10 ve HE grubunda %15,06 artış görülmüştür. Bununla birlikte kontrol grubunun 180⁰ sn⁻¹ izokinetik kuvvet değerlerinde %3,04 artış tespit edilse de bu artış istatistiksel açıdan anlamlı değildir (p>0,05).

Tüm deneklerin 180⁰ sn⁻¹ ilk test-son test değerleri farkları ayrıca değerlendirilmiştir. Araştırmaya katılan deneklerin antrenman periyodu sonrası

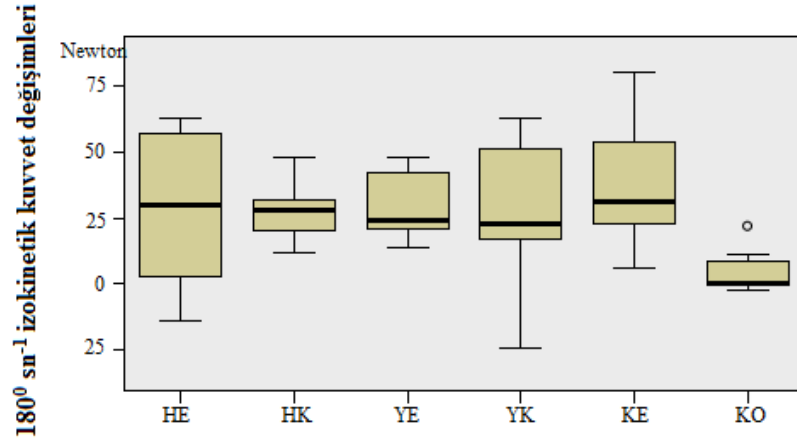
değerlerinden antrenman periyodu öncesi değerleri çıkartılarak elde edilen değerler veri olarak değerlendirilmiştir. Bu fark değerleri gruplar arası kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Buna göre tüm deney gruplarının kuvvet gelişim değerleri kontrol grubuna göre istatistiksel olarak fazladır (Tablo 8.).

Tablo 8. 180⁰ sn⁻¹ İlk Test-Son Test Kuvvet Değerleri Farklarının Karşılaştırılması

Gruplar	OrtalamaFark±SS (Newton)	Ortancalar Farkı	T	P
HK-KO	22,00±13,28	28	14,57	,023*
HE-KO	22,88±24,35	30	14,89	,025*
YK-KO	23,00±23,40	23	15,21	,017*
YE-KO	25,00±13,52	24	15,79	,014*
KE-KO	33,14±25,10	31	18,64	,004**
HE-HK	,88±25,14	2	0,32	,961
YK-HK	1,00±29,35	-5	-0,64	,920
YE-HK	3,00±11,22	-4	-1,21	,849
KE-HK	11,14±27,57	3	-4,07	,524
YK-HE	,12±35,82	-7	-0,31	,961
YE-HE	2,12±26,56	-6	-0,89	,893
KE-HE	10,26±48,51	1	-3,75	,573
YE-YK	2,00±20,85	1	-0,57	,929
KE-YK	10,14±42,23	8	-3,42	,592
KE-YE	8,14±28,73	7	-2,85	,655

HE, hızlı eksantrik; HK, hızlı konsantrik; YE, yavaş eksantrik; YK, yavaş konsantrik; KE, kombine; KO, kontrol
Gruplar arası farklılık düzeyi, p<0,05*, p<0,01** ve p<0,001***

180⁰ sn⁻¹ açısal hızda yapılan izokinetik kuvvet değerlerinde ilk test-son test farklarının istatistiksel olarak sınanması sonucu deney gruplarının kendi aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmamıştır. Tüm deney gruplarının KO grubuna göre farkları istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05).



Şekil 9. 180° sn⁻¹ İlk Test-Son Test Değer Farklarının İstatistiksel Yayılma Grafiği

Hem en küçük değer ile en büyük değer farklarına bakıldığında hem de çeyrekler açıklığı saplı kutu grafiği değerlendirildiğinde HE, YK ve KE gruplarının 180° sn⁻¹ kuvvet gelişimlerinde farklılıklar olduğu görülmektedir.

YE, HK ve KO grupları diğer gruplara göre daha homojen bir dağılım sergilemişlerdir. KO grubu en homojen dağılan grup olarak görünse de bu grupta bir uç değer tespit edilmiştir.

4.2.3. Hipertrofi Ölçümleri

Araştırmamızda deneklerin QF kaslarında oluşan hipertrofiyi belirlemek için hesaplanan kas hacmine dair veriler Tablo 9.'da gösterilmiştir.

Tablo 9. QF Kasının Hacim Değerleri (cm³)

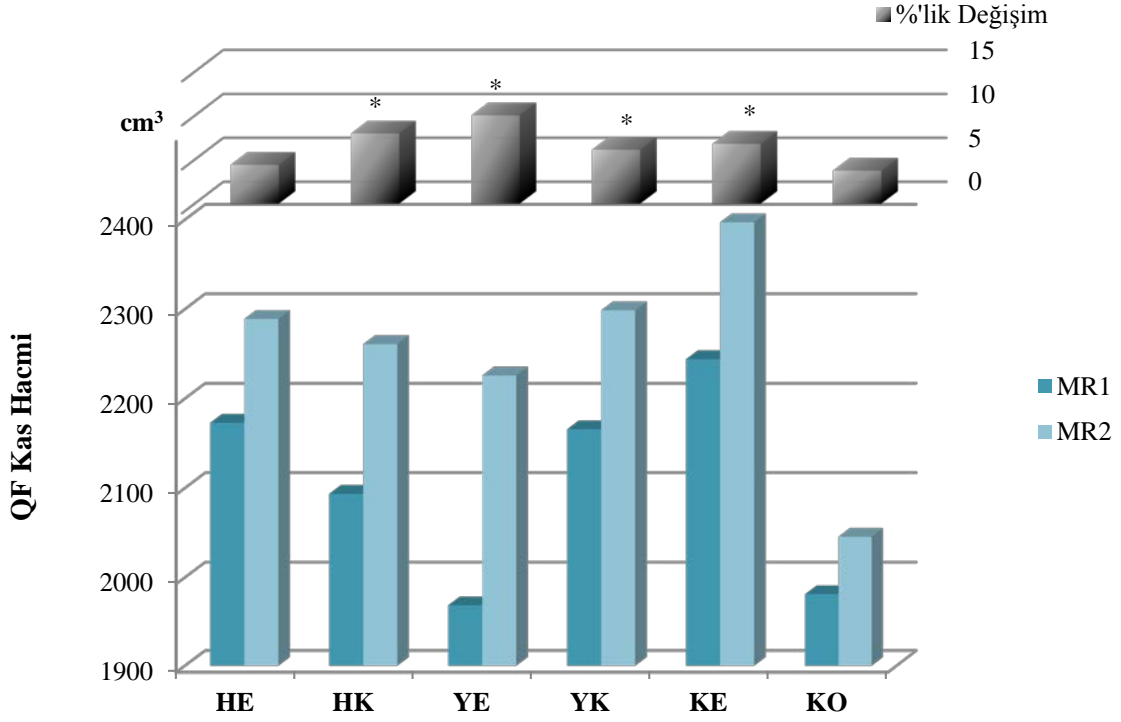
Değişkenler		HE (n=6)	HK (n=7)	YE (n=6)	YK (n=7)	KE (n=7)	KO(n=7)
		Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS
QF Hacmi cm ³	İlk Test	2174±476	2094±462	2080±353	2166±219	2244±313	1971±295
	Son Test	2264±418	2261±523*	2289±251*	2299±241*	2397±306*	2045±311
	%	4,42	7,99	10,06	6,14	6,81	3,76

HE, hızlı eksantrik; HK, hızlı konsantrik; YE, yavaş eksantrik, YK, yavaş konsantrik; KE, kombine; KO, kontrol

İlk test ve son test farklılık düzeyi, p<0,05*, p<0,01** ve p<0,001***

Kontrol grubuna göre farkın anlamlılığı p<0,05*, p<0,01** ve p<0,001***

İlk test ve son test ortalamalarının yüzdelik değişim düzeyi, %



İlk ölçümlere göre farklılık düzeyi, $p<0,05^*$, $p<0,01^{**}$ ve $p<0,001^{***}$

Şekil 10. Kas Hacmi Ölçümleri

Çalışmamızda 12 haftalık antrenman periyodu sonrasında QF kas hacimleri; HK grubunda 167 cm^3 (%7,99; $p<0,05$), YE grubunda 209 cm^3 (%10,06; $p<0,05$), YK grubunda 133 cm^3 (% 6,14; $p<0,05$), KE grubunda 153 cm^3 lük (% 6,81; $p<0,05$) anlamlı olarak artmıştır. Bununla birlikte HE grubunda 94 cm^3 (% 4,42; $p<0,05$) ve KO grubunda 74 cm^3 (%3,76, $p>0,05$) olarak tespit edilen artışlar istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır.

Araştırmaya katılan deneklerin antrenman periyodu sonrası kas hacim değerlerinden antrenman periyodu öncesi kas hacim değerleri çıkartılarak elde edilen değerler veri olarak değerlendirilmiştir. Bu fark değerler gruplar arası kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Buna göre tüm deney gruplarının kuvvet gelişim değerleri kontrol grubuna göre istatistiksel olarak fazladır (Tablo 10).

Tablo 10. QF Kas Hacmi İlk Test-Son Test Kuvvet Değerleri Farklarının Karşılaştırılması

Gruplar	Ortalama Fark±SS	Ortancalar Farkı	P
HE-KO	15,69±161,93	-3,95	,797
YK-KO	58,83±167,06	106,55	,593
KE-KO	78,80±168,33	119,32	,109
HK-KO	93,20±190,19	92,96	,109
YE-KO	135,12±164,58	169,72	,008**
YK-HE	43,13±226,15	110,51	,469
KE-HE	63,11±192,29	173,68	,318
HK-HE	77,51±195,01	123,33	,191
YE-HE	119,43±177,20	173,68	,048*
KE-YK	19,98±91,45	12,82	,593
HK-YK	34,38±114,75	-13,59	,593
YE-YK	76,29±116,56	63,17	,109
HK-KE	14,40±94,68	26,41	,593
YE-KE	56,32±143,11	26,41	,174
YE-HK	41,92±214,03	76,76	,109

HE, hızlı eksantrik; HK, hızlı konsantrik; YE, yavaş eksantrik; YK, yavaş konsantrik; KE, kombine; KO, kontrol
Gruplar arası farklılık düzeyi, p<0,05*, p<0,01** ve p<0,001***

QF kas hacmi ilk test-son test farklarının istatistiksel olarak sınanması sonucu antrenman gruplarının kendi aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmamıştır. YE grubunun HE ve KO grubuna göre farkı istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05).

4.2.4. Kuvvet ve Hipertrofi Korelasyonu

Araştırmamızda ölçülen kuvvet parametreleri (60^0 sn^{-1} , 180^0 sn^{-1} , 1RM) ile MRI değerleri arasında yüksek korelasyon tespit edilmiştir (p<0,001). Ayrıca kuvvet parametrelerinin de birbirleri arasında yüksek korelasyon bulunmuştur. Korelasyon değerleri ve anlamlılık düzeyleri Tablo 11’de gösterilmiştir.

Tablo 11. Kuvvet ve Hipertrofi Korelasyon Değerleri

Değişkenler	1	2	3	4	5	6	7	8
60⁰sn⁻¹	1. İlk Test	1						
	2. Son Test	,842***	1					
180⁰sn⁻¹	3. İlk Test	,654***	,626***	1				
	4. Son Test	,673***	,754***	,797***	1			
1RM	5. 1RM-1	,660***	,596***	,715***	,668***	1		
	6. 1RM-5	,777***	,920***	,641***	,730***	,694***	1	
MRI	7. MRI-1	,687***	,658***	,656***	,727***	,787***	,636***	1
	8. MRI-2	,750***	,768***	,687***	,752***	,690***	,752***	,932***

HE, hızlı eksantrik; HK, hızlı konsantrik; YE, yavaş eksantrik, YK, yavaş konsantrik; KE, kombine; KO, kontrol
Spearman Korelasyon anlamlılık düzeyi, p<0,05*, p<0,01** ve p<0,001***

4.2.5. Kan Parametreleri

4.2.5.1. Kas Hasarı

Tablo 12. Antrenman Periyodu Öncesi Egzersize Bağlı Kas Hasarı Parametreleri

	Grup	A1	A2	A3	A4
CK (IU/L)	HE	291,22	306,59	312,75	333,64*
	HK	294,14	306,43	325,86	212,29
	YE	233,43	257,29*	435,43*	378,00
	YK	294,71	315,71	354,57	449,71
	KE	348,14	394,00*	574,00**	449,29**
AST (IU/L)	HE	22,69	22,93	22,75	21,54
	HK	21,00	23,57*	22,29	19,57
	YE	26,86	30,71*	29,14	27,57
	YK	23,29	25,14	22,14	22,43
	KE	21,43	23,86	24,86	22,86
ALT (IU/L)	HE	22,40	24,00*	21,60	18,20
	HK	19,00	22,71	20,43	16,71*
	YE	30,86	34,29**	28,86	28,86
	YK	20,00	22,14**	18,00	18,71
	KE	18,14	19,86*	18,43	15,43
MYB (ng/mL)	HE	27,72	36,26	38,86	32,89
	HK	37,47	44,90	34,28	27,31
	YE	26,21	30,48	32,54	35,51*
	YK	38,56	50,19*	38,55	60,10
	KE	35,71	46,46*	49,67	37,08

HE, hızlı eksantrik; HK, hızlı konsantrik; YE, yavaş eksantrik, YK, yavaş konsantrik; KE, kombine; KO, kontrol
A1, egzersiz öncesi; A2, egzersizden hemen sonra; A3, egzersizden 24 saat sonra, A4, egzersizden 24 saat sonra
A1'e göre farklılık düzeyi, p<0,05*, p<0,01** ve p<0,001***

Araştırmaya katılan grupların 12 haftalık antrenman periyodu öncesi tüm kas hasarı belirteçlerinin (CK, AST, ALT, MYB) zaman içinde değişimler gösterdiği görülmüştür.

CK'nın tüm gruplarda antrenmandan hemen sonra yükselmeye başladığı görülmüştür. KE, HK ve YE gruplarında 24'ncü saatte, HE ve YK gruplarında ise 48'nci saatte en yüksek ortalama görülmüştür. Konsantrik gruplarda (HK,YK) istatistiksel olarak anlamlı artış görülmemiştir ($p>0,05$). En yüksek 24.saat CK artış ortalaması KE grubunda görülmüştür (226 IU/L). Bir grupta her kişi aynı zamanda en yüksek değere ulaşmamıştır. Her bir deneğin ulaştığı en yüksek değeri ile bazal değeri arasındaki farkların gruplara göre artış ortalamaları tablo 14'de gösterilmiştir.

AST'nin tüm gruplarda antrenmandan hemen sonra yükselmeye başladığı görülmüştür. HK, YE ve YK grupları antrenmandan hemen sonra en yüksek ortalama AST değerlerine ulaşmışlardır. KE grubunda 24'ncü saatte en yüksek ortalama değer görülmüştür. HE grubunun en yüksek ortalama değeri antrenmandan hemen sonrası ve 24'ncü saat olarak belirlenmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı artış sadece YE grubunda görülmüştür($p<0,05$).

ALT'nin tüm gruplarda antrenmandan hemen sonra en yüksek ortalama ALT değerleri görülmüştür. En yüksek ALT artışı HK grubunda görülmüştür (3,71 IU/L). İstatistiksel olarak anlamlı artış sadece YE grubunda görülmüştür($p<0,05$).

MYB'nin tüm gruplarda antrenmandan hemen sonra yükselmeye başladığı HK grubunda antrenmandan hemen sonra, HE ve KE gruplarında 24'ncü saatte, YE ve YK gruplarında 48'nci saatte en yüksek ortalama değerlere ulaştığı görülmüştür. İstatistiksel olarak anlamlı artış sadece YE ve KE gruplarında görülmüştür ($p<0,05$).

Tablo 13. Antrenman Periyodu Sonrası Egzersize Bağlı Kas Hasarı Parametreleri

	Grup	B1	B2	B3	B4
CK (IU/L)	HE	410,80	553,80*	401,20	308,20
	HK	192,17	202,00*	194,00	155,67
	YE	203,14	212,86*	228,43	458,29*
	YK	188,86	198,00*	220,43	249,00
	KE	345,14	387,43*	413,00	359,57
AST (IU/L)	HE	27,40	30,40	26,60	26,20
	HK	19,33	21,83	19,33	20,17
	YE	24,00	25,00	26,29	29,86*
	YK	22,14	23,14	22,57	22,43*
	KE	23,71	25,29	22,14	21,43
ALT (IU/L)	HE	15,32	16,21	16,84	17,30
	HK	15,29	17,14	16,71	17,14
	YE	19,57	19,43	24,86	27,00*
	YK	20,57	21,57*	22,71*	23,29*
	KE	17,00	17,71	18,14*	17,43*
MYB (ng/mL)	HE	43,22	48,76	40,32	38,46
	HK	28,21	37,02	29,78	28,94
	YE	30,90	36,00**	26,13	58,07*
	YK	28,97	32,24**	44,79	30,42
	KE	55,37	64,62	35,86	49,58

HE, hızlı eksantrik; HK, hızlı konsantrik; YE, yavaş eksantrik; YK, yavaş konsantrik; KE, kombine; KO, kontrol B1, egzersiz öncesi; B2, egzersizden hemen sonra; B3, egzersizden 24 saat sonra, B4, egzersizden 24 saat sonra B1'e göre farklılık düzeyi, p<0,05*, p<0,01** ve p<0,001***

Araştırmaya katılan denek gruplarının 12 haftalık antrenman periyodu sonrası kas hasarı belirteçlerinin(CK, AST, ALT, MYB) zaman içindeki değişimleri için sadece tüm gruplarda istatistiksel olarak anlamlı farklar görülmüştür.

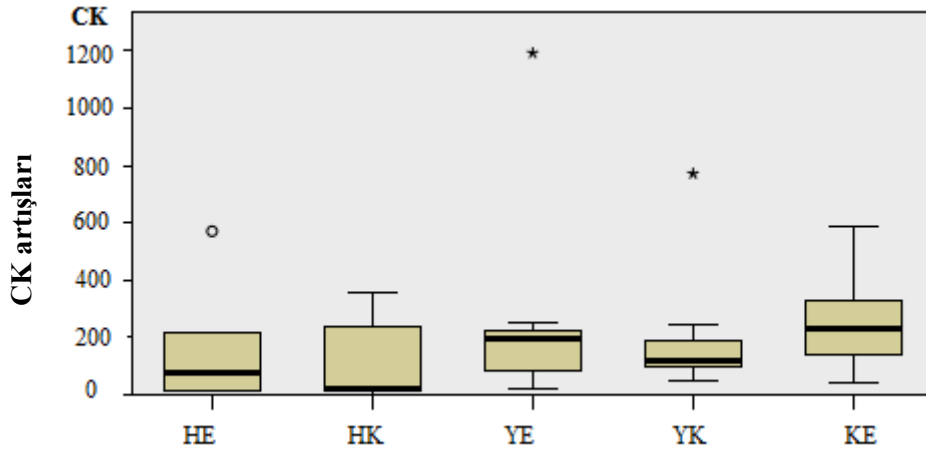
CK'nın HE ve HK gruplarında antrenmandan hemen sonra, YK ve YE gruplarında 48 saat sonra, KE gruplarında ise 24 saat sonra en yüksek ortalama değerlere ulaştığı görülmüştür. En yüksek CK artışı YE grubunda görülmüştür(255,15 IU/L). Tüm grupların zaman içerisindeki anlamlı CK artışları görülmüştür(p<0,05).

AST'nin HE, HK ve KE gruplarında antrenmandan hemen sonra, YK grubunda 24 saat sonra, YE grubun da ise 48 saat sonra en yüksek ortalama değerlerine ulaştığı görülmüştür. İstatistiksel olarak anlamlı artış sadece YE ve YK gruplarında görülmüştür (p<0,05).

ALT'nin HK grubunun antrenmandan hemen sonra, KE grubunun 24 saat sonra, HE, YK ve YE gruplarının ise 48 sonra en yüksek ortalama değerlerine

ulaştıkları görülmüştür. YE, YK ve KE gruplarında istatistiksel olarak anlamlı artış görülmüştür($p<0,05$).

MYB'nin HE, HK ve KE gruplarında antrenmandan hemen sonra, YK grubunda 24'ncü saatte, YE grubunda ise 48'nci saatte en yüksek ortalamaya sahip olduğu görülmüştür. HK, YE ve YK gruplarında istatistiksel olarak anlamlı artışlar görülmüştür ($p<0,05$).



Şekil 11. Antrenman Periyodu Öncesi İlk CK Değerleri İle Maksimum CK Değerleri Arasındaki Farkların Dağılımları

HE grup bir uç değerin dışında (571 IU/L) 12-217 IU/L aralığında, HK grup 0-356 IU/L aralığında, YE grup bir aşırı uç değer (1193 IU/L) dışında 21-250 IU/L aralığında, YK grup bir aşırı uç değer (772 IU/L) dışında 49-246 IU/L aralığında, KE grup ise 40-591 IU/L aralığında bir dağılım sergilemiştir.

Tablo 14. Deneklerin Maksimum Kan Değerlerinin İlk Kan Değerlerine Göre Artışlarının Karşılaştırılması

	Grup	Max A-A1	MaxB-B1	Ortalama Fark
CK (IU/L)	HE	159,0	99,0	60
	HK	126,6	21,6	105
	YE	290,3	262,6	27,7
	YK	217,0	94,0	123
	KE	257,6	138,0	119,6
AST (IU/L)	HE	2,10	2,65	-0,55
	HK	3,43	2,43	1
	YE	6,00	5,86	0,14
	YK	2,71	2,43	0,28
	KE	4,43	2,43	2
ALT (IU/L)	HE	2,00	3,33	-1,33
	HK	3,86	4,14	-0,28
	YE	2,57	2,71	-0,14
	YK	2,14	3,14	-1
	KE	1,86	2,43	-0,57
MYB (ng/mL)	HE	30,53	9,67	20,86
	HK	13,34	10,32	3,02
	YE	21,33	28,77	-7,44
	YK	14,10	6,80	7,3
	KE	31,67	15,08	16,59

HE, hızlı eksantrik; HK, hızlı konsantrik; YE, yavaş eksantrik; YK, yavaş konsantrik; KE, kombine; KO, kontrol
Max A, antrenman periyodu öncesi en yüksek değer; Max B, antrenman periyodu sonrası en yüksek değer

Deneklerin en yüksek kan değerleriyle antrenman öncesi bazal kan değerleri arasındaki farklar değerlendirildiğinde, 12 haftalık antrenman periyodu sonrasında kan enzim aktivitelerinde azalmalar görülmüştür. Özellikle HK grubunun antrenman periyodu sonrası CK artışı çok azdır (21,6 IU/L). Bu grubun başlangıçta 126,6 IU/L olan CK artışı 12 hafta sonrasında 21,6 olarak ölçülmüştür. Diğer grupların CK aktivitesi değerlerine bakıldığında YE grubunun antrenman periyodu sonrasında CK artışının antrenman periyodu öncesi CK artışıyla benzer olduğu görülmüştür(ortalama fark: 27,7 IU/L).

YE grubunda hem antrenman periyodu öncesi ve sonrası CK ve AST artışlarının diğer gruplara göre fazla olduğu görülmüştür. AST için en fazla artış antrenman periyodu öncesinde HK grubunda iken antrenman periyodu sonrasında YK grubunda görülmüştür. MYB için en fazla artış antrenman periyodu öncesinde KE grubunda iken antrenman periyodu sonrasında HK grubunda görülmüştür.

4.2.5.2. Kan Parametreleri

Tablo 15. Egzersize Bağlı Hematolojik Değerlerdeki Akut Artışlar

	Grup	A1	A2	B1	B2
HCT(%)	HE	37,37	38,44*	37,79	40,01*
	HK	43,07	45,69*	43,23	44,89*
	YE	43,76	46,11***	43,86	45,01*
	YK	45,19	47,71***	44,59	46,90**
	KE	43,40	45,84*	43,30	46,41
RBC (µL)	HE	4,37	4,43	4,54	4,74**
	HK	5,03	5,26*	5,14	5,28*
	YE	4,97	5,16**	5,04	5,09
	YK	5,17	5,34**	5,16	5,36*
	KE	4,99	5,19**	5,27	5,39**
HGB (g/dL)	HE	12,71	13,04**	13,39##	13,84**
	HK	14,40	14,97	14,81#	15,30**
	YE	14,93	15,54**	15,21#	15,44
	YK	15,54	16,10*	15,69#	16,23**
	KE	14,61	15,19*	15,49##	15,81**
NEU (µL)	HE	3,69	4,08	3,19	3,01
	HK	3,92	4,87**	4,15	3,96*
	YE	3,94	5,10**	4,41	4,30
	YK	3,39	4,40*	3,69	3,56
	KE	4,33	4,75	3,75	3,68
WBC (µL)	HE	5,84	6,81*	5,24	6,75**
	HK	6,58	7,87	6,89	8,71**
	YE	6,78	9,06***	7,46#	9,22**
	YK	6,56	8,85***	7,16	8,90*
	KE	6,95	9,32**	6,69	8,25
LYMP (µL)	HE	1,84	2,09	2,04	2,79*
	HK	2,02	2,69	1,52	2,22**
	YE	2,10	3,09**	2,20	2,93*
	YK	2,25	3,27**	2,46	3,17*
	KE	1,97	2,88**	2,21	2,84*
PLT (µL)	HE	194,13	218,50**	206,2	227,84**
	HK	205,86	245,29**	248,86#	287,57**
	YE	248,19	291,00***	246,57	278,71***
	YK	257,71	292,71*	212,57	229,14**
	KE	179,57	214,43*	213,14#	245,29**

HE, hızlı eksantrik; HK, hızlı konsantrik; YE, yavaş eksantrik, YK, yavaş konsantrik; KE, kombine; KO, kontrol
A1, ilk testlerde egzersiz öncesi; A2, ilk testlerde egzersizden hemen sonra; B1, son testlerde egzersiz öncesi, B2, son testlerde egzersiz sonrası
A2 ve B2'nin A1 ve B1'e göre farklılık düzeyi, p<0,05*, p<0,01** ve p<0,001***
A1 ve B1'in farklılık düzeyleri, p<0,05#, p<0,01## ve p<0,001###

Antrenman periyodu öncesi akut hematolojik değişimler (egzersiz öncesi-egzersizden hemen sonrası): HCT ve PLT için antrenman periyodu öncesinde tüm gruplarda egzersiz sonrası akut artışlar görülmüştür. YE, YK ve KE gruplarının tüm hematolojik değerlerinde anlamlı artışlar görülmüştür. HK grubunda HCT, RBC ve PLT değerlerinde, HE grubunda ise HCT, HGB, WBC ve PLT değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı olan artışlar görülmüştür (p<0,05).

Antrenman periyodu sonrası akut hematolojik değişimler (egzersiz öncesi-egzersizden hemen sonrası): HK grubunda tüm kan hücrelerinde, HK ve HE gruplarında LYMP haricindeki tüm kan hücrelerinde, YE grubunda RBC ve HGB haricindeki tüm kan hücrelerinde, KE grubunda ise HCT ve WBC haricindeki tüm kan hücrelerinde istatistiksel olarak anlamlı artışlar görüştür($p<0,05$).

12 haftalık antrenman periyodu sonrası tüm grupların bazal HGB değerlerinde artış görülmüştür ($p<0,05$).

TARTIŞMA

Sportif anlamda kuvvet her kesim için farklı anlamlar ifade etmektedir. Sporcular performanslarını arttırmak için kuvvetlerini geliştirmeyi hedeflerken sedanter bireyler sağlık amaçlı kuvvet egzersizleri yaparlar. Yapılan kuvvet antrenmanları fiziksel özelliklere göre farklılık gösterebilmektedir. Kilolu bireyler metabolizmalarını hızlandırarak daha hızlı kilo verebilmek için kuvvet antrenmanları yaparken; düşük kilolu bireyler kas kitlelerini arttırmak için kuvvet antrenmanları yaparlar. Kuvvet antrenmanlarının hem bazal metabolizmayı hem de kas kütlesini arttırdığı bilinmektedir(5,18,65).

Antrenörlerin çoğu amaca yönelik kuvvet antrenmanları tasarlamakta yetersiz kalmaktadır. Kuvvet antrenmanlarının farklı formları için vücudun fizyolojik cevapları farklı olabilmektedir. Bu nedenle kişiye ve amaca yönelik antrenman modelleri geliştirmek çok önemlidir (12). Araştırmamızda farklı kuvvet antrenman modellerinin hipertrofi, kuvvet ve kas hasarı gibi fizyolojik cevaplarını incelemek üzere 12 haftalık 5 farklı kuvvet antrenman protokolü uygulanmıştır.

Antrenman protokolleri maksimal kuvveti geliştirmeye yönelik olarak tasarlanmıştır. Araştırmalarda maksimal kuvvet gelişimi için antrenmanların bitkinliğe varan nitelikte olması gerektiği bildirilmiştir(4,34,66,67). Bu nedenle antrenman modellerindeki tempo, tekrar ve set sayıları bitkinliğe ulaştıracak şekilde planlanmıştır.

Campos ve diğerleri (66) yaptıkları bir çalışmada az tekrarlı kuvvet antrenmanlarının, çok tekrarlı kuvvet antrenmanlarına göre maksimum kuvveti daha fazla geliştirdiğini bildirmişlerdir. Bu nedenle araştırmamızda antrenman modelleri planlanırken, az tekrarla bitkinliğe ulaşmak için tempo etkeni değiştirilmiştir. Antrenman modellerini belirlemek üzere yapılan literatür taraması ve ön testler sonucunda, yavaş tempo antrenman modellerinde bitkinliğe ulaştıran temponun 30⁰ sn⁻¹

¹ olduğu tespit edilmiştir. Tempo etkenini kıyaslamak için tekrar sayıları arttırılarak 180^0 sn^{-1} hızındaki uygulamalar, hızlı tempo antrenman modeli olarak kullanılmıştır.

Araştırmalarda kuvvet antrenman modelleri planlanırken kullanılan en önemli değişkenlerden birisi de kasılma prensipleridir. Yapılan araştırmalarda eksantrik ve konsantrik kasılma prensipleri için farklı bulgular ortaya konmuştur. Bazı araştırmacılar eksantrik kasılmanın eksantrik kas kuvvetini, konsantrik kasılmaların da konsantrik kas kuvvetini arttırdığını bildirirken(31,68,69), bazı araştırmacılar eksantrik kasılmaların kuvveti daha fazla arttırdığını bildirmişlerdir (30). Bununla birlikte konsantrik kuvvet antrenmanlarının kuvvet gelişiminde daha fazla etkili olduğunu savunan araştırmacılar da bulunmaktadır (70). Bu kasılma prensiplerini kıyaslamak için araştırmamızda yavaş ve hızlı tempoda uygulanan konsantrik, eksantrik ve kombine (konsantrik+eksantrik) kasılma prensipleri kullanılmıştır.

Araştırmamızda kaldırılacak olan ağırlıklar belirlenirken konsantrik kasılmayla elde edilen 1RM değerleri dikkate alınmıştır. Bununla birlikte eksantrik kasılmada kasın, konsantrik kasılmaya göre % 30 daha fazla güç üretebildiği bildirilmiştir(19,38,71,72). Bazı araştırmacılar eksantrik kasılmalarda 1RM değerinin, konsantrik kasılmaların %150'si düzeyinde olabileceğini bildirmişlerdir(58). Bu nedenle araştırmamızda yapılan ön testler sonucunda eksantrik antrenman modellerinde kaldırılan ağırlıklar ve tekrar sayıları da dikkate alınarak eksantrik kasılmalar için 1RM değeri konsantrik 1RM'nin % 140-150'si olarak kabul edilmiştir.

Araştırma sonuçlarımıza göre 12 haftalık antrenman periyodu sonrasında tüm kuvvet antrenman modellerinin kas kuvvetini arttırdığı tespit edilmiştir ($p<0,05$). Fakat izokinetik kuvvet ve 1RM ölçümlerindeki artış yüzdesel olarak değerlendirildiğinde, kas kuvvetini en fazla geliştiren yöntemin kombine kasılma antrenmanlar olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte antrenman periyodundan sonra tüm deney gruplarında kuvvet artışı gözlemlenmiş ve gruplar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir.

Araştırmamızda 1RM değerlerinin gelişimi 3 haftalık periyotlarda incelenmiş ve önemli bulgular tespit edilmiştir. Ayrıca 1RM gelişimlerine göre deneklerin kaldırdıkları ağırlıklar yeniden düzenlenmiştir. Özellikle kaslarda

hipertrofi oluşmasıyla beraber, ihtiyaç duyulan optimal sinir aktivasyonu azalmaktadır (73). Sinir sistemini de optimal olarak uyarabilmek için kuvvet artışıyla birlikte kaldırılan ağırlıklar arttırılmıştır.

Yapılan 3 haftalık antrenmanlar sonrasında KE (%19,35; $p<0,05$), YE (%19,70; $p<0,05$) ve HK grubunda (%13,73; $p<0,001$) kuvvet gelişiminin çok erken safhalarda başladığı tespit edilmiştir. Hatta HK grubunda 3. haftada istatistiksel olarak yüksek düzeyde anlamlı bir kuvvet artışı görülmüştür ($p<0,001$). Bu bulgulara benzer şekilde 3 haftalık kuvvet antrenmanlarının bile kuvveti anlamlı düzeyde arttırdığını bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Ingebrigtsen ve arkadaşları (74) 3 hafta uygulanan kuvvet antrenmanları sonrasında yüksek ağırlık ve yüksek tempo kullanılan uygulamalarda %9,7, yüksek ağırlık ve düşük tempo kullanılan uygulamalarda ise %8,5'lik kuvvet artışı olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte düşük ağırlık ve yüksek hızda yapılan 3 haftalık kuvvet antrenmanlarında kuvvet gelişimi tespit edememişlerdir. Çalışmalarında her ne kadar 3 hafta içinde kuvvet artışı gözlemlenebileceğini bildirmiş olsalar da, özellikle sezon öncesi hazırlık kamplarında kuvvet antrenmanlarının süresinin uzamasıyla kuvvet gelişiminin daha fazla olabileceğini belirtmişlerdir. Bulgularımıza benzer şekilde, Raue ve arkadaşları (53) 4 haftalık konsantrik kasılmaları içeren ve 1RM'nin %80'i ile 8 tekrar olarak uyguladıkları antrenman periyodu sonrasında %19,00'lük 1RM artışı tespit etmişlerdir.

İlk 3 haftada görülen bu kuvvet artışının, çalışmada kullanılan tempo ve kasılma tipine bağlı olduğu düşünülmektedir. Hızlı kasılmaların motor üniteyi daha çok geliştireceği ve kuvvet antrenmanlarına sinir sisteminin kısa sürede adaptasyon sağlayacağı literatürde kabul edilmektedir (5,75). Bu görüşe benzer şekilde araştırmamızda hızlı kasılmaları kullanan KE (%19,35) ve HK (%13,73) gruplarında ilk 3 haftada hızlı bir kuvvet artışı gözlemlenmiştir. Fakat her ne kadar temposu yavaş olsa da YE grubunda da dikkate değer bir kuvvet artışı (%19,70) tespit edilmiştir. Bu sonuçlar göstermektedir ki yavaş tempoda uygulanan eksantrik çalışmalarda da kuvvet gelişimi erken safhalarda gözlemlenebilmektedir. Bununla birlikte, hızlı ve eksantrik kasılmaların uygulandığı HE grubundaki kuvvet artışı anlamlı bulunmamıştır (%9,89; $p>0,05$). İlk 3 haftadaki kuvvet gelişiminin HE grubunda YE grubuna göre az

olma nedeninin, HE grubunda uygulamaların hızlı yapılmasına bağlı olarak kasların uyguladığı iş yükünün azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde eklemdaki açısal hızın artmasıyla, 90^0 sn^{-1} 'e kadar uygulanan eksantrik çalışmalar esnasında en yüksek torkun oluşturulabileceği ve bu hızdan sonra dereceli olarak torkun azalacağı belirtilmiştir (76). Ayrıca bazı çalışmalarda eksantrik kasılma antrenmanları için 1RM'nin %130'dan %230'una kadar artan ağırlıkların kullanıldığı bildirilmiştir (40). Araştırmamızdaki eksantrik çalışma gruplarında konsantrik 1RM'nin %140-150'si kullanılarak antrenman şiddeti yüksek tutulmaya çalışılmıştır. Ayrıca antrenmanlardaki setlerin sonundaki bitkinlik durumuna göre kaldırılan ağırlıklar arttırılmış ve bitkinlik oluşturulmaya çalışılmıştır. Fakat ilk 3 haftada bu grupta anlamlı bir kuvvet artışı tespit edilememiştir.

Bununla birlikte araştırmamızda 6. haftada ölçülen 1RM değerlerine bakıldığında, tüm gruplarda anlamlı artış tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu veriler göstermektedir ki; KE, YE, ve HK grupları için 3 haftalık ve tüm gruplar için 6 haftalık kuvvet antrenmanları anlamlı düzeyde kuvvet gelişimi sağlamaktadır. Araştırma sonuçlarına benzer şekilde, De Oliveira ve arkadaşları (77) yaptıkları araştırmalarında 6 haftalık hızlı konsantrik kuvvet antrenmanlarının kısa sürede güç ve kuvvet artışına neden olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde; González-Badillo ve arkadaşları (78) hızlı tempoda yaptıkları 6 haftalık konsantrik kuvvet antrenmanları sonrasında 1RM değerlerinde $\%18,2 \pm 11,9$ 'luk artış tespit etmişlerdir ($p<0,001$). Carvalho ve arkadaşları(70) ise yaptıkları çalışmada 8 haftalık eksantrik ve konsantrik kuvvet antrenmanlarının eksantrik ve konsantrik kuvvet üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmalarının sonucunda uygulanan antrenman tipinin aynı kasılma tipindeki kuvveti arttırdığını tespit etmişlerdir. Eksantrik antrenmanın konsantrik kuvvet antrenmanlarına göre eksantrik kuvveti daha fazla arttırdığını (%10'a karşın %7), bununla birlikte konsantrik kuvvet üzerine çok etkili olmadığını bildirmişlerdir (%1'e karşın %6).

Yapılan araştırmalarda 6 hafta gibi erken dönemde ortaya çıkan bu kuvvet gelişiminin hızlı kasılmalarla yapılan antrenmanlarla daha fazla oluşabileceği bildirilmiştir(30,79,80). Gonzales-Badillo ve diğerleri (78) yaptıkları bir çalışmada 6 haftalık antrenman periyodu için, hızlı kuvvet antrenmanları sonrası 1RM artışını %

18,2 ± 11,9 ve yavaş kuvvet antrenmanları sonrası % 9,7 ± 7,9 olarak bildirmişlerdir. Benzer şekilde Ramirez ve diğerleri (80) bayanlar üzerine yaptıkları çalışmada hızlı tempoda yapılan kuvvet antrenmanlarının hem kas kuvveti hem de fonksiyonel kapasite gelişiminde yavaş tempoda yapılan kuvvet antrenmanlarına göre daha etkili olduğunu bildirmişlerdir (80). Munn ve arkadaşları (81) bacak ekstansiyonu uygulaması ile 6 haftalık kuvvet antrenmanları sonucunda hızlı tempoda yapılan kuvvet antrenmanlarının(140⁰ sn⁻¹) yavaş tempoda yapılan kuvvet antrenmanlarına(50⁰ sn⁻¹) göre daha fazla kuvvet geliştirdiğini bildirmişlerdir. Araştırmamızda da benzer şekilde 6. haftada en fazla kuvvet artışı görülen gruplardan ikisi hızlı tempo kullanılan HK ve KE gruplarıdır (sırasıyla %22,06 ve %30,16). Fakat bu gruplarla birlikte YE grubunda da 6. haftadaki kuvvet gelişimi %25,12 olarak ölçülmüştür.

Çalışmamızda 12 haftalık antrenman periyodu sonunda tüm antrenman gruplarının kuvvet değerleri (1RM, 60⁰ sn⁻¹ ve 180⁰ sn⁻¹ izokinetik kuvvet) anlamlı olarak artmıştır. Bununla birlikte tüm kuvvet değerlerinde en fazla artışın KE grubunda olduğu tespit edilmiştir.

Kas kuvvetini belirlemek üzere ölçülen ilk test ve son test 1RM kuvvet değerlerine göre, en büyük artışın %41,45 ile KE grubunda olduğu tespit edilmiştir(p<0,001). KE grubunu sırasıyla YE grubu (%36,46; p<0,001), HK grubu (% 34,31; p<0,001) HE grubu (% 28,49; p<0,001) ve YK grubu (% 25,25; p<0,001) takip etmiştir. KO grubunda ise % 0,59'luk istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir azalma tespit edilmiştir. 12 haftalık antrenman periyodu sonrasında tüm deney gruplarının 1RM kuvvet değerleri KO grubuna göre yüksek bulunmuştur(p<0,01). Deney gruplarının kuvvet ortalamaları kıyaslandığında ise anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir (p>0,05).

İlk test ve son test 60⁰ sn⁻¹ izokinetik kuvvet değerlerinde, en büyük artışın %32,48 ile KE grubunda olduğunu görülmüştür (p<0,001). KE grubunu sırasıyla HK grubu (%25,3; p<0,01), YE grubu (%24,91; p<0,001) YK grubu (%24,47; p<0,01) ve HE grubu (%12,02; p<0,05) takip etmiştir. KO grubunda ise % 0,83'lük istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir azalma tespit edilmiştir. 12 haftalık antrenman periyodu sonrasında HE grubu dışındaki tüm deney gruplarının 60⁰ sn⁻¹ izokinetik kuvvet ölçümleri KO grubuna göre yüksek bulunmuştur (p<0,05). Deney gruplarının kuvvet

ortalamları kıyaslandığında ise gruplar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir ($p>0,05$).

Ölçülen ilk test ve son test 180^0 sn^{-1} izokinetik kuvvet değerlerinde ise en büyük artışın %20,08 ile yine KE grubunda olduğu tespit edilmiştir ($p<0,001$). KE grubunu sırasıyla YE grubu (%16,96; $p<0,001$), YK grubu (%16,64; $p<0,05$) ve HK grubu (%15,10, $p<0,001$) takip etmektedir. Bu gruplardaki değişim istatistiksel açıdan anlamlyken HE grubunda %15,06'lık bir artış görülmesine rağmen bu artış istatistiksel açıdan anlamsızdır ($p>0,05$). Bununla birlikte KO grubunda %3,04'lük istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir artış tespit edilmiştir. Deney gruplarının ilk ve son test 180^0 sn^{-1} izokinetik kuvvet ortalamları kıyaslandığında ise gruplar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir ($p>0,05$).

Araştırmamıza benzer şekilde Hortobagyi ve arkadaşları (82) 3 hafta hareketsiz dönemi takiben 12 hafta uygulanan konsantrik, eksantrik ve kombine kuvvet antrenmanlarının sonunda, eksantrik (%52) ile kombine(%46) antrenman gruplarında konsantrik (%31) antrenman grubuna göre daha fazla izokinetik kuvvet (180^0 sn^{-1}) gelişimi olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmamızda her ne kadar KE grubundaki kuvvet artışı dikkate çekse de diğer gruplarda da anlamlı kuvvet artışları ölçülmüştür. Antrenman gruplarının kuvvet ortalamları antrenman periyodu sonrasında kıyaslandığında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunamamıştır. Bu sonuçlar göstermektedir ki 12 hafta uygulanan farklı tempodaki konsantrik, eksantrik ve kombine kuvvet antrenmanları benzer düzeyde kuvveti geliştirmektedir. Bununla birlikte yüzdesel kuvvet gelişimleri dikkate alınacak olursa KE, YE ve HK grupları en fazla artışı göstermiştir.

Araştırma sonuçlarımıza benzer şekilde Vikne ve arkadaşları (68) 4 set ve 8 tekrar uyguladıkları 12 haftalık dirsek fleksiyonu kuvvet antrenmanları sonrasında, eksantrik ve konsantrik antrenmanların 1RM kuvvet gelişimine etkilerinin aynı oranlarda (%14-18) olduğunu rapor etmişlerdir. Franchi ve arkadaşları (83) 2014 yılında yayınladıkları araştırmalarında, 10 haftalık antrenman periyodu sonrasında eksantrik grupta %44 1RM artışı, konsantrik grupta %36'lık 1RM artışı tespit etmişler ve konsantrik ile eksantrik gruplardaki artışın istatistiksel olarak benzer olduğunu bildirmişlerdir. Seger ve arkadaşları (69) eksantrik antrenmanların konsantrik

antrenmanlara göre izometrik kuvvet gelişiminde daha etkili olduğunu bildirseler de, yüksek hızlarda yapılan dinamik kuvvet testlerinde (270^0 sn^{-1}) bu iki kasılma tipi arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark olmadığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Johnson ve arkadaşları (84) eksantrik ve konsantrik antrenmanların kuvvet artışları açısından fark yaratmadığını bildirmişlerdir. Moore ve arkadaşları (85) 9 haftalık konsantrik ve eksantrik kasılmaların 45^0 sn^{-1} ve 300^0 sn^{-1} açısal hızlardaki kuvvet gelişimlerinin benzer olduğunu bildirmişlerdir.

Bununla birlikte konsantrik antrenmanların motor üniteyi ve beraberinde kuvveti daha fazla geliştirdiği bildiren çalışmalar (70) olduğu gibi, eksantrik antrenmanların hipertrofiyi ve beraberinde kuvveti daha fazla geliştirdiğini bildiren çalışmalar da (30) rapor edilmiştir. Ayrıca eksantrik antrenmanların eksantrik kuvveti, konsantrik antrenmanların da konsantrik kuvveti geliştirdiğini savunan çalışmalar da bulunmaktadır(31,86,87,88). Higbie ve arkadaşları (31) 10 hafta uyguladıkları kuvvet antrenmanları sonrasında 60^0 sn^{-1} maksimum izokinetik kuvvet ölçümleri için eksantrik antrenmanların eksantrik kuvveti (eksantrik kuvvet:%34; konsantrik kuvvet:%12,5), konsantrik antrenmanların ise konsantrik kuvveti daha fazla geliştirdiğini (eksantrik kuvvet:%5,4; konsantrik kuvvet:%14,4) bildirmişlerdir. Seger ve arkadaşları (69) 90^0 sn^{-1} maksimum izokinetik kuvvet ölçümleri için eksantrik gruptaki eksantrik kuvvet artışı %18 iken konsantrik kuvvet artışı %2 olarak görülmüştür. Aynı çalışmada konsantrik gruptaki konsantrik kuvvet artışı %14 iken eksantrik kuvvet artışı ise %10 olarak bulunmuştur.

Roig ve arkadaşlarının (59) 2009 yılında yayınladıkları meta analizde eksantrik çalışmaların yüksek şiddette uygulanması durumunda, konsantrik çalışmalara göre daha fazla toplam kuvvet ve eksantrik kuvvet gelişimi sağlayacağını belirtilmişlerdir. Fakat bu araştırmadaki sonuçlarımız eksantrik ve konsantrik kasılmaların beraber kullanıldığı KE grubunda kuvvet gelişiminin diğer gruplara göre daha fazla olduğunu göstermektedir.

Tempo etkeninin incelendiği araştırmalarda halen kesin bir sonuca ulaşamamıştır. Araştırmadaki bulgularımıza benzer şekilde; yavaş ve hızlı tempodaki kuvvet antrenmanlarının kuvvet kazanımına etkilerinin benzer olduğunu bildiren araştırmaların(57,89,90) yanı sıra hızlı tempo antrenmanlarının kuvvet gelişiminde

daha etkili olduğunu bildiren araştırmalar da(80,91,92,93 bulunmaktadır. Yine bu bulgulara tezat olarak yavaş temponun daha etkili kuvvet gelişimi sağladığını bildiren çalışma raporları da vardır(11,41,94). Bu bulgularla birlikte, Kanehisa ve Miyashita (39) 3 farklı hızda yapılan (60^0 sn^{-1} 180^0 sn^{-1} ve 360^0 sn^{-1}) bacak kuvvet antrenmanlarının 60^0 sn^{-1} 120^0 sn^{-1} 180^0 sn^{-1} 240^0 sn^{-1} 300^0 sn^{-1} hızlardaki kuvvet gelişimlerini araştırmışlardır. Araştırmalarının sonucunda yavaş ve orta hızlardaki (60^0 sn^{-1} 180^0 sn^{-1}) kuvvet antrenmanlarının tüm hızlardaki kuvvet performansını arttırdığını, fakat hızlı yapılan kuvvet antrenmanlarının sadece yüksek hızdaki kuvvet performansı arttırdığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Thomee ve arkadaşları (95) hızlı ve yavaş tempolarda yapılan kuvvet antrenmanları sonrası hızlı tempo grubun hızlı tempoda yapılan kuvvet testlerinde daha fazla gelişim gösterdiklerini tespit etmişlerdir.

Paddon Jones ve arkadaşları (92) sadece eksantrik antrenmanların farklı hızlardaki etkilerini incelemiş, hızlı eksantrik gruptaki kuvvet artışının yavaş eksantrik gruba göre daha fazla olduğunu göstermişlerdir. Benzer şekilde Farthing ve Chilibeck (30) kas kuvvetini en fazla arttıran metodun hızlı eksantrik çalışmalar olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırmamızdaki antrenman modelleri tempo etkeni açısından incelendiğinde; hızlı tempo antrenmanlarının özellikle kombine kasılma metodu kullanıldığında kuvveti daha fazla geliştirdiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde; 12 haftalık antrenman periyodu sonunda hızlı ve yavaş tempo antrenman gruplarının hepsinde anlamlı düzeyde kuvvet gelişimi tespit edilmiş, fakat kuvvet gelişimleri açısından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Araştırmamızda tespit edilen kuvvet artışının hipertrofi kaynaklı olup olmadığı belirlemek için QF kasının toplam hacimsel artışı MRI ile değerlendirilmiş ve kuvvet artışı ile hipertofî arasında yüksek korelasyon bulunmuştur ($p<0,001$). Kuvvet antrenmanlarıyla oluşan kuvvet gelişimin hipertrofiye ve/veya artmış sinir aktivasyonuna bağlı olduğu bildirilmiştir(5,7,12). Özellikle düzenli kuvvet antrenmanlarının kas kuvvetini ve beraberinde kas hipertrofisini arttırdığı bilinmektedir(36,62).

Çalışmamızda 12 haftalık antrenman periyodu sonrasında QF kas hacimleri; HE grubu için 94 cm^3 (% 4,42, $p>0,05$), HK grubu için 167 cm^3 (%7,99; $p<0,05$), YE grubu için 209 cm^3 (%10,06; $p<0,05$), YK grubu için 133 cm^3 (% 6,14; $p<0,05$), KE grubu için 153 cm^3 (% 6,81; $p<0,05$), ve KO grubu için 74 cm^3 (%3,76, $p>0,05$) artmıştır. Çalışmamızda HE grubu dışında tüm antrenman gruplarında istatistiksel olarak anlamlı kas hacmi artışı görülmüş kontrol grubunda ise istatistiksel olarak anlamlı olmayan kas hacmi artışı tespit edilmiştir. En fazla kas kitlesi artışı YE grubunda görülmekle beraber (%10,06) bu fark diğer antrenman gruplarına göre anlamlı değildir.

Araştırma sonuçlarımıza benzer şekilde eksantrik veya kombine antrenmanların konsantrik antrenmanlara göre, kas hipertrofisi ve sinirsel aktivasyondaki artışa dair etkisinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir(31,38,68,86,96,97,98,99,100). Araştırmalarda farklı antrenman modellerinin daha fazla hipertofi oluşturduğuna dair veriler de bulunmaktadır.

Franchi ve diğerleri (83) 10 haftalık konsantrik ve eksantrik antrenmanların kas yapısındaki etkilerini incelemiştir. Leg press aleti ile yaptıkları çalışmalar sonrasında distal bölgede eksantrik grupta daha fazla kas kitlesi artışı (%8-%5), konsantrik grupta orta kısımda daha fazla kas kitlesi artışı görülmüştür (%7-%11). Proksimal bölgede ise her iki grupta benzer bir artış görülmüştür. Narici ve diğerleri bacak ekstansiyonu uyguladıkları 6 aylık kuvvet antrenmanları sonrası %8,5 kas hacmi artışı tespit etmişlerdir (101). Bununla birlikte Garfinkel ve Cafarelli bacakta uygulanan 8 haftalık izometrik kuvvet antrenmanları sonrası QF kas hacminde %14,6 artışla birlikte maksimal istemli kasılmada %28'lik bir artış tespit etmişlerdir (102).

Tanimoto ve Ishii (41) yaptıkları çalışmada yavaş tempoda yapılan maksimal kuvvet antrenmanların normal tempoda yapılan kuvvet antrenmanlarına göre daha fazla hipertrofi oluşturacağını bildirmişlerdir. Bununla birlikte literatürde hızlı eksantrik antrenmanların hipertrofi için daha etkili bir yöntem olduğu savunan raporlar da bulunmaktadır(40,99,103). Araştırma bulgularımıza tezat olarak Farthing ve Chilibeck (30) yaptıkları bir çalışmada hızlı tempoda yapılan eksantrik antrenmanların yavaş yapılan eksantrik antrenmanlara göre daha fazla kas hacmi artışı oluşturacağını belirtmişlerdir. Paddon-Jones ve arkadaşları (92) yaptıkları çalışma sonucunda hızlı

eksantrik antrenmanlar sonrasında tip2b kas lifi yüzdesinde artış olduğunu, fakat yavaş eksantrik antrenmanlar sonrasında tip2b kas lifi yüzdesinde istatistiksel olarak anlamlı artış olmadığını ortaya koymuşlardır. Shepstone ve arkadaşları (93) yaptıkları bir çalışmada hızlı kasılma yapan kolda (3,66 rad/s) yavaş kasılma yapan kola(0,35 rad/s) göre daha fazla hipertrofi artışı ölçmüşlerdir. Çalışmamızda HE grubunun QF kas hacimlerinde her ne kadar % 4,42'lik artış olsa da bu artış istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Genel olarak tüm gruplardaki kas hacmi artışı benzer olmakla birlikte en dikkate değer artış YE grubunda görülmüştür(%10,06; $p<0,05$). HE grubunda anlamlı hipertrofinin görülmemesiyle birlikte en düşük kuvvet artışı da bu grupta tespit edilmiştir. Bu sonuçlar bazı araştırma raporlarıyla çelişmektedir. Bulgularımız HE antrenman modelinin diğer gruplara göre kuvvet ve hipertrofi gelişiminde daha yetersiz kaldığını göstermektedir.

Araştırma sonuçlarımızda göze çarpan diğer bir bulgu da hipertrofi ve kuvvet gelişiminin gruplarda paralel bir şekilde aynı sıralamalarla gelişmemesidir. Bulgularımıza göre en yüksek hipertrofi YE grubunda iken, en yüksek kuvvet artışının KE grubunda olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte KE grubunun kas hacmi gelişimi % 6,81 ile 3. sıradadır. Bu sonuçlar göstermektedir ki her ne kadar hipertrofi ile kuvvet değerleri arasında yüksek korelasyon tespit edilmiş olsa da hipertrofi ile kuvvet gelişimi paralel bir şekilde artmamaktadır. Literatürde kuvvet gelişimini etkileyen tek faktörün hipertrofi olmadığı belirtilmiştir. Özellikle KO grubunda kullanılan yüksek tempo ve kombine kasılmaların, sinir sistemini de yüksek oranda geliştirerek kuvvet gelişimine katkı sağladığı düşünülmektedir. Daha önce yapılmış benzer araştırmalarda bu düşünceyi destekler şekilde, kas liflerinde hipertrofi olmaksızın sinir sistemine bağlı kuvvet artışı olabileceği bildirilmiştir(62,98,104). Kas hipertrofisi olmaksızın kuvvet gelişimi olabileceği gibi, sinirsel kas aktivasyonu gelişmeksizin de kuvvet gelişimi olabileceği bildirilmiştir. Walker ve Hakkinen (104). 2014 yılında yayınladıkları bir çalışmada kas aktivasyonunda değişiklik olmadan sadece hipertrofiye bağlı olarak da bir kuvvet gelişimi olabileceğini bildirmişlerdir.

Literatürde hipertrofi ile kas hasarı arasında ilişki olduğu bildirilmiştir. Egzersize bağlı oluşan kas hasarının; iskelet kasında oluşan inflamasyon ve artan protein turnoverine bağlı olarak uzun vadede hipertrofi oluşturacağı bildirilmiştir.

Bununla birlikte kas hasarı belirteçlerinin yeterince tespit edilememesi durumunda bile, egzersize bağlı kas hasarı sonrası oluşan ve kas proteinlerinin gelişmesini sağlayan inflamatuvar ajanların salgılanması, uydu hücrelerin aktivasyonu ve IGF-1 sisteminin upregülasyonu gibi bazı mekanizmalar kas büyümesini sağlamaktadır. Bu nedenle araştırmamızda oluşan hipertrofi ile kas hasarı arasında bir ilişki olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Uygulanan antrenman modellerinde oluşan kas hasarı düzeyleri kıyaslanmış ve 12 haftalık antrenman periyodu sonrasında bu tepkilerin değişip değişmediği incelenmiştir.

Araştırmamızda kas hasarını tespit etmek için kas içi enzimlerinin plazmadaki miktarları değerlendirilerek incelenmiştir. Antrenmanlara bağlı oluşan kas hasarıyla birlikte plazmada bulunan kasa özel enzim ve protein yapılarında artış olabilmektedir. Araştırmalarda bu yöntem yaygın olarak kullanılmaktadır. Kasa özgü olan serum CK aktivitesi kas hasarının belirlenmesinde en çok kullanılan belirteçtir(43,44). Kuvvet antrenmanlarında kas hasarının belirlenmesi için CK aktivitesi en önemli marker olarak kabul görmüş(105,106) ancak kasa özgü diğer enzimlerin de (MYB, AST ve ALT) birlikte değerlendirildiği çalışmalar yapılmıştır(107,108). Yorucu kuvvet antrenmanları sonrasında birçok kas enziminde değişiklikler oluşabileceği bildirilmiştir(109,110). Birçok araştırmada AST, ALT ve MYB enzimlerinin kas hasarına bağlı artabileceği ve kas hasarının belirlenmesinde dolaylı yöntem olabileceği bildirilmiştir(107,108,111). Bu nedenle çalışmamızda farklı kuvvet antrenmanları sonrası kas hasarını belirlemek üzere CK, AST, ALT ve MYB aktiviteleri incelenmiştir.

Antrenman periyodu öncesi ve sonrası alınan tüm kas hasarı belirteçlerinde artış tespit edilmiştir. Fakat tüm gruplarda istatistiksel açıdan anlamlı artışlar bulunamamıştır. Çalışmamızda 12 haftalık antrenman periyodu öncesinde ilk kuvvet antrenmanına verilen kas hasarı tepkisi incelendiğinde CK ve ALT tüm gruplarda antrenman sonrası anlamlı olarak artmıştır ($p<0,05$). Ölçülen tüm kas hasarı belirteçlerinde hem antrenman periyodu öncesinde hem antrenman periyodu sonrasında YE grubunda anlamlı artışlar gözlemlenmiştir. Antrenman periyodu öncesi alınan ölçümlerde eksantrik kasılmaların kullanıldığı tüm gruplarda (YE, HE, KE) CK düzeyleri egzersize bağlı olarak anlamlı artış göstermiştir. MYB düzeyleri ise kuvvet

antrenmanı sonrasında yavaş kasılma gruplarında (YE,YK) ve KE grubunda anlamlı olarak artmıştır. AST ve ALT aktivitesinde en dikkati çekecek düzeyde egzersize bağlı artış YE grubunda gözlemlenmiştir($p<0,05$). Hızlı eksantrik grubun MYB, AST ve ALT kan serum düzeylerinde anlamlı artış görülmemiştir ($p>0,05$).

Kuvvet antrenmanlarına yönelik bazı çalışmalarda eksantrik antrenmanların daha fazla kas hasarı oluşturacağı bildirilmiştir(5,67,105,112,113). Çalışmamızda da literatüre paralel şekilde, antrenman periyodu öncesinde akut kuvvet antrenmanı ile ortaya çıkan kas hasarı incelendiğinde, eksantrik grupların (HE, YE, KE) enzim aktivitelerinde anlamlı artışlar görülmüştür. Özellikle YE grubu hem antrenman periyodu öncesi hem de antrenman periyodu sonrasındaki ölçümlerinde CK, AST, ALT ve MYB enzimleri için zamana bağlı anlamlı artış göstermiştir ($p<0,05$).

Benzer şekilde Darryn ve arkadaşları (58) eksantrik antrenmanlar sonrası en yüksek CK değerini bazal CK değerine göre artışını %227,76, konsantrik antrenmanlar sonrası en yüksek CK değerini bazal CK değerine göre artışını %143,41 olarak bulmuşlardır. Bununla birlikte Nosaka ve Newton (114) hızlı tempoda eksantrik antrenmanın konsantrik antrenmanlara göre daha fazla kas hasarı oluşturduğunu bildirmişlerdir. Literatürdeki kas hasarına ilişkin ortak görüş eksantrik antrenmanların konsantrik antrenmanlara göre daha fazla kas hasarı oluşturacağı yönündedir (112).

Eksantrik antrenmanların daha fazla kas hasarı oluşturacağı literatürde kabul görmesiyle birlikte kasılmanın temposu üzerine çelişkili çalışmalar vardır. Paddon Jones ve arkadaşları (92) hızlı ve yavaş eksantrik antrenmanların kas yapısı üzerine etkilerini incelemişler ve sadece hızlı eksantrik çalışmalar sonrası tip 2a kas lif yüzdesinde anlamlı artış tespit etmişlerdir. Paddon Jones ve arkadaşları 2005 yılında yaptıkları başka bir çalışmada, bizim çalışmamızla aynı olan kasılma hızlarını (30^0sn^{-1} ve 180^0sn^{-1}) karşılaştırmıştır. Bu çalışmada hızlı ve yavaş eksantrik kasılmaların aynı derecede kas hasarı oluşturduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçların yanı sıra tempo etkeninin kas hasarı üzerinde etkisi olmadığını bildiren araştırmalar da vardır. Barroso ve diğerleri (115) hızlı ve yavaş eksantrik antrenmanların kas hasarı üzerine etkileri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulmamışlardır. Kleiner ve arkadaşları (44) yaptıkları çalışmada farklı hızlarda ve bitkinliğe varan kuvvet antrenmanlarının

etkilerini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmada 50^0sn^{-1} , 100^0sn^{-1} ve 200^0sn^{-1} kasılma hızları arasında CK aktivitesi açısından anlamlı bir fark tespit edememişlerdir.

Araştırmamızda tüm kas hasarı belirteçleri tempo etkeni açısından dikkate alındığında YE grubunda oluşan kas hasarı düzeyi dikkat çekmektedir. Bulgularımıza benzer şekilde Conceição ve arkadaşları (116) 2014 yılında yayınladıkları bir çalışmada yavaş eksantrik kasılmanın (30^0sn^{-1}) hızlı eksantrik kasılmaya (210^0sn^{-1}) göre daha fazla kas hasarı yaptığını bildirmişlerdir. Bu bulguların aksine Chapman ve arkadaşları (117) yaptıkları benzer bir çalışmada hızlı eksantrik antrenmanların daha fazla kas hasarı oluşturduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada yavaş tempoyu 30^0sn^{-1} hızlı tempoyu 210^0sn^{-1} olarak belirlemişlerdir. Chapman ve arkadaşları (118) yaptıkları başka bir çalışmada yine hızlı eksantrik antrenmanların yavaş eksantrik antrenmanlara göre daha fazla kas hasarı oluşturacağını rapor etmişlerdir. Benzer şekilde Shepstone ve arkadaşları (93) hızlı eksantrik antrenmanların yavaş eksantrik antrenmanlara göre daha fazla kas hasarı oluşturacağını bildirmişlerdir. Araştırmamızda her ne kadar tüm antrenman gruplarında kas hasarı gözlemlenmiş olsa da YE grubundaki kas hasarı düzeyi tüm ölçümler için daha yüksek bulunmuştur. Bu nedenle yavaş eksantrik antrenmanların daha fazla kas hasarı oluşturduğu düşünülmektedir.

Tempo etkeninin yanı sıra kas hasarı belirteçlerinin de zamana bağlı değişimleri farklılık gösterebilmektedir. CK aktivitesinin birçok faktöre bağlı olarak 1-5 gün içerisinde herhangi bir zamanda en yüksek değere ulaşabileceği bildirilmiştir. Bununla birlikte kuvvet antrenmanları sonrasında genellikle en yüksek değer 48 saat sonra görüldüğü bildirilmiştir (106,119,120). Fakat MYB' nin moleküler ağırlığı daha az olduğu için CK enziminden çok daha önce en yüksek değerine ulaştığı bilinmektedir (107,121,122). Araştırmamızda da CK değerleri için en yüksek değerler 24 ve 48 saat sonra görülmüştür. CK için en yüksek değerler HK, YE ve KE gruplarında 24. saatte, HE ve YK gruplarında 48. saatte tespit edilmiştir. Literatüre paralel şekilde ilk ölçümler için MYB' nin tüm gruplarda antrenmandan hemen sonra yükselmeye başladığı, HK grubunda antrenmandan hemen sonraki, HE ve KE gruplarında 24'ncü saatte, YE ve YK gruplarının 48'nci saatte en yüksek değere ulaştığı görülmüştür. İlk ölçümlerde CK aktivitesi için en yüksek artış YE grubunda

olmasına karşın, en yüksek MYB artışı YK grubunda görülmüştür. İlk ölçümler için MYB'e dair en yüksek değerler HK için egzersizden hemen sonra, HE ve KE için 24. saatte, YE ve YK için 48. saatte tespit edilmiştir. Son ölçümler için MYB'nin HE, HK ve KE gruplarında antrenmandan hemen sonra, YK grubunda 24'ncü saatte, YE grubunda ise 48'nci saatte en yüksek değere ulaştığı görülmüştür. En yüksek MYB artışı CK aktivitesinde de olduğu gibi YE grubunda görülmüştür. Antrenman gruplarında ölçülen AST ve ALT değerleri için en yüksek değerler egzersizden hemen sonra tespit edilmiştir.

Araştırmamızda literatürle çelişen bir bulgu da CK düzeyleridir. Antrenman periyodu öncesi ve sonrasında akut antrenmana bağlı kas hasarı incelendiğinde CK değeri için en yüksek artışlar YE grubunda gözlemlenmiştir. Her ne kadar YE grubunda CK değerleri istatistiksel açıdan anlamlı olarak 2 kata yakın artmış olsa da kas hasarı için bildirilen değerlerin oldukça altında tespit edilmiştir. Yapılmış olan bazı çalışmalarda CK düzeylerinin kas hasarına bağlı olarak 2000 IU/L'yi aştığı bildirilmiştir(115,123). Chapman ve arkadaşları (117) 2006 yılında yayınladıkları bir çalışmada hızlı eksantrik çalışma sonrası CK aktivitesinin 200 IU'den 1298 IU/L⁻¹'ye yükseldiğini ve bu artışın yavaş eksantrik gruptaki artışa göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Her ne kadar bazı araştırmalarda bildirilen kas hasarına dair CK düzeyleri bulgularımızdan oldukça yüksek olsa da, bulgularımıza benzer kas hasarı düzeyleri de rapor edilmiştir(119,124,125). Araştırmalarda bildirilen farklı düzeydeki CK değerlerinin çalışılan kas grubu, antrenman modeli veya protokolünün farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. CK seviyesinin yaş, cinsiyet, kas kütlesi, fiziksel aktivite ve çevresel şartlardan etkilendiği bildirilmiştir. Bununla birlikte bireysel cevapların da değişken olduğu bildirilmiştir (43). Yaş cinsiyet, demografik özellikler ve antrenman geçmişi kas hasarını etkileyen başlıca parametreler olmakla birlikte çalışmamızdaki tüm denekler bu kriterler üzerinde homojen bir dağılıma sahiptir. Sederter bireylerin CK aktiviteleri için antrenman geçmişlerinin de önemli bir rolü olduğu bildirilmiştir (126). Çalışmamızda fiziksel olarak aktif erkek bireyler denek olarak alınmıştır. Bulgularımıza benzer şekilde Mougiosun (126) 2007 yılında yayınladığı bir çalışmada bu özelliklerdeki erkekler için referans aralığını 369-728 IU/L olabileceğini bildirmiştir.

Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda kuvvet antrenmanlarının CK, AST, ALT ve MYB yanıtlarının değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Harbili ve arkadaşları (127) eksantrik antrenmanlar sonrası CK aktivitesinde istatistiksel olarak anlamlı artış olmasına karşın($p<0,01$), AST ve ALT enzimleri için herhangi bir değişimin olmadığını bildirmişlerdir. Yine Nosaka ve Clarkson CK aktivitesinde bir artış olmasına karşın AST aktivitesinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış olmadığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da 12 haftalık antrenman periyodu öncesinde CK ve ALT aktivitesi için tüm grupların zaman içerisindeki değişimleri anlamlı iken, AST için istatistiksel olarak anlamlı artış sadece YE ve HK gruplarında, MYB için ise KE, YE ve YK gruplarında görülmüştür($p<0,05$). 12 haftalık antrenman periyodu sonrasında ise CK aktivitesi için tüm grupların zaman içerisindeki değişimleri anlamlı iken, AST ve MYB için YE ve YK grubunda, ALT için YE, YK ve KE grubunda anlamlı artış tespit edilmiştir($p<0,05$).

Araştırmamızdan elde edilen bulgulara göre tüm kuvvet antrenman protokollerinin kas hasarı oluşturduğu, fakat eksantrik antrenmanların nispeten daha fazla kas hasarı oluşturabileceği belirlenmiştir. Grupların kas hasarı belirteçlerindeki artışlar dikkate alındığında en fazla kas hasarı YE grubunda görülmüştür. Aynı zamanda YE grubunun kas hacmindeki artışın diğer gruplardan daha fazla olduğu belirlenmiştir. Kas hacmi ve kas hasarında en yüksek artışın YE grubunda tespit edilmesi bu iki parametre arasında ilişki olduğunu düşündürmektedir. Ayrıca antrenman periyodu öncesi kuvvet antrenmanı sonucu oluşan kas hasarı ile antrenman periyodu sonrası kuvvet antrenmanına karşı oluşan kas hasarı kıyaslandığında, YE grubu haricindeki tüm antrenmanlı gruplarda oluşan kas hasarının azaldığı görülmüştür. Bu bulgu kuvvet antrenmanlarının vücutta fizyolojik bir adaptasyon oluşturduğunu düşündürmektedir. Literatürde de antrenmanlarla azalan kas hasarı miktarının kasların kuvvet antrenmanlarına adaptasyonundan kaynaklandığı bildirilmiştir(5,67). Benzer şekilde Vincent yaptığı bir çalışmada antrenmanlı bireylerde daha az kas hasarı oluştuğunu bildirmiştir.

Literatürde kas hasarına verilen tepkinin enfeksiyonlara verilen akut inflamatuvar tepkiyle benzer olduğu belirtilmiştir. İnflamasyon sırasında en önemli basamak lökositlerin yaralanmanın olduğu yere transferidir. Kas hasarı oluştuğunda

da nötrofiller travma bölgesine taşınmakta ve hasarlı liflerden serbestlenen ajanlarla birlikte hasar bölgesine makrofajları çekmektedirler. Bu inflamatuvar hücreler hasarlı dokudaki yenileme ve onarımı başlatmak üzere diğer ajanları da salgılamaktadır. Her ne kadar nötrofillerin kas büyümesindeki rolünü desteklediğine yeterli kanıt bulunmasa da, kas rejenerasyonu için gerekli olan diğer inflamatuvar hücrelere sinyalizasyondan sorumlu oldukları düşünülebilir. Nötrofillerin çeşitli reaktif oksijen türevlerini oluşturabilme yeteneğine sahip olduğu ve reaktif oksijen türevlerinin de iskelet kasında hipertrofiyi teşvik ettiği bildirilmiştir(128,129). Sitokin salgılayan bu hücrelerin ve diğer plazma proteinlerinin egzersizin süresi, yoğunluğu ve hatta setler arası dinlenmeye bağlı olarak kandaki miktarlarının değişebileceği bilinmektedir(130,131). Örneğin aşırı yoğun antrenmanlar sonrasında hemoglobin ve hematokrit değerlerinde düşüş olabilmekte ve sporcu anemisi olarak adlandırılan bu durum sağlık sıkıntılarını beraberinde getirebilmektedir (132). Ayrıca egzersizle birlikte kan akımının hızlanması sonucu damar duvarına yapışmış olan nötrofillerin kan akımına karışarak nötrofil artışına sebep olabileceği bildirilmiştir (133).

Araştırmamızda WBC seviyeleri antrenmanlardan hemen sonra anlamlı düzeyde artmıştır. Bulgularımıza benzer şekilde antrenmanlar sonrası kandaki WBC miktarında artış olabileceği bildirilmiştir. Özellikle egzersize bağlı bazı kas hasarı sonucu kan hücrelerinin kana karışması, yabancı maddelerin yok edilmesi görevini üstlenen lökositler için uyarı oluşturur. Kandaki WBC miktarının artması fizyolojik bir savunma mekanizması olarak açıklanabilir (134). Peake ve arkadaşları (135) maksimal ve submaksimal kuvvet antrenmanlarını karşılaştırmış ve her iki antrenman modelinde de WBC artışları bulmuşlardır. Hazar ve Ateşoğlu (136) yaptıkları bir çalışmada % 80-90 yoğunlukta az tekrarlı maksimal kuvvet antrenmanları ve %20-%35 yoğunlukta çok tekrarlı kuvvette devamlılık antrenmanlarının inflamatuvar etkilerini incelemişlerdir. Çalışmaları sonucunda her iki grupta WBC değerlerinde artış görülmüş fakat gruplar arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır. Benzer şekilde Brunelli ve diğerleri (137) 2014 yılında yayınladıkları bir çalışmada 1RM nin %75'i ile 8 tekrar yapılan maksimal kuvvet antrenmanları hemen sonrasında WBC'nin anlamlı olarak arttığını belirtmişlerdir (137). Yine benzer şekilde Malm ve arkadaşları eksantrik antrenmanların lökosit seviyesini arttırdığını bildirmişlerdir(135,138). Simonson ve Jackson (139) fiziksel olarak aktif bireyler üzerinde uyguladıkları

1RM'nin %75'i ile 3 set 8 -10 tekrar kuvvet antrenmanları sonrası akut lökosit artışı tespit etmişlerdir.

Araştırmamızda nötrofil ve lenfosit değerleri için tüm gruplarda egzersiz sonrasında artışlar tespit edilmiştir. Bulgularımıza benzer şekilde Mayhew ve arkadaşları (140) 2 farklı dinlenme aralığında leg press kuvvet antrenmanları uygulamışlar ve her 2 grupta lökosit, lenfosit ve nötrofil artışı tespit etmişlerdir. Gabriel ve arkadaşları (141) yaptıkları çalışmada 8-9 günlük bisiklet yarışları sonrasında LYMP'lerin aktive edilerek dolaşıma karıştıklarını bildirmişlerdir. Brunelli ve arkadaşları (137) yaptıkları çalışmada 22 yaş yaş ortalaması olan genç antrenmanlı bireyler üzerine yaptıkları çalışmalarında düzenli üst vücut kuvvet antrenmanları sonrası akut nötrofil artışı tespit etmişlerdir. Bununla birlikte literatürde nötrofillerin sayısının egzersiz sonrasında zamana bağlı olarak değişebileceğini de bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Peake ve arkadaşları (135) maksimal ve submaksimal kuvvet antrenmanlarını karşılaştırmış ve nötrofil değerlerinin egzersizden 3 saat sonra arttığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte ağır antrenmanlar sonrasında nötrofil değerlerinin azaldığını bildiren araştırmalar da bulunmaktadır. Maksimal antrenmanlarda daha fazla kas hasarı oluşurken, nötrofil değerleri orta şiddetli antrenmanlarda daha fazla olabilmektedir. Orta şiddetli antrenmanlar sonrası nötrofil fonksiyonları artarken ağır antrenmanlar sonrası bu fonksiyonların azalabileceği ve uzun süreli fiziksel aktivitelerde nötrofil değerlerinin daha aşağıya düşebileceği bildirilmiştir(49-142). Ayrıca kuvvet antrenmanları sonrasında dolaşımdaki nötrofillerin artmasının egzersizin yoğunluğuna ve süresine bağlı olduğu, kas hasarı ve ısının yanı sıra epinefrin salınımının da nötrofil düzeyini arttırdığı ve lökositin içerisinde bulunan nötrofilin yüzdeler diliminin kas hasarının belirtisi olabileceği bildirilmiştir(135,143,144,145). Cordova ve arkadaşları 4 aylık antrenman periyodu öncesinde ve sonrasında voleybolculara bisiklet ergometresinde maksimal yüklenmeli anaerobik testi uygulamışlar, hem ilk ölçümlerde hem de son ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı akut WBC, HGB, HCT ve RBC artışları tespit etmişlerdir (146). Ihalainen ve diğerleri (147) yaptıkları çalışmada hipertrofi nitelikli ve maksimal kuvvet nitelikli 2 farklı kuvvet antrenman protokolünün bazı hematolojik parametrelere olan etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışmaya göre 1RM'nin %80 ile 5 tekrar yapılan hipertrofi antrenmanları sonrasında WBC, LYMP, NEU ve PLT artışı

görülürken 1RM'nin %100'ü ile tek tekrar yapılan maksimal kuvvet antrenmanları sonrası akut artış görülmemiştir. Miles ve diğerleri (148) 1RM'nin %75'i ile 10 tekrar ve 6 set yaptıkları tüm vücut kuvvet antrenmanları sonrası LYMP artışının aynı yoğunluktaki üst vücut antrenmanları sonrası LYMP artışı ile benzer olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırmamızda önemli bulgularımızda birisi de 12 haftalık periyodu sonrasında deneklerde egzersiz sonrasında nötrofil artışının oluşmamasıdır. Literatürde antrenmanlı bireylerde inflamatuvar tepkilerin azaldığı bildirilmiştir. Özellikle ağır ve yoğun yapılan düzenli antrenmanlar sonucunda nötrofillerin solunumsal patlama özelliklerinin azaldığı bildirilmiştir. Bununla birlikte düzenli antrenmanlar ile doğal öldürücü hücrelerin (natural killer) sayısının artacağı bildirilmiştir (149). Araştırmamızda da benzer şekilde antrenmanlı bireylerde antrenman sonrasında WBC sayıları her ne kadar artmış görünse de bu artış nötrofiller değil lenfosit kaynaklı oluşmuştur.

HCT, RBC, HGB ve PLT için antrenman periyodu öncesinde ve sonrasında akut egzersize tepki olarak çoğu anlamlı olan artışlar tespit edilmiştir. Bulgularımıza benzer şekilde İbiş ve arkadaşları(150) tükenmişliğe varan maksimal yüklenmeli bisiklet ergometresi sonrasında hemoglobin sayısında akut artışların olabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca 12 haftalık kuvvet antrenman periyodu sonrası hemoglobin seviyelerinde artışlar da görülmüştür. Hemoglobin sayısının artışıyla birlikte oksijen taşıma kapasitesinin de artmış olabileceği düşüncesiyle, 12 haftalık kuvvet antrenmanlarının aynı zamanda aerobik gücü de arttırmış olabileceği düşünülebilir. Aerobik çalışmaların hemoglobin seviyesini arttıracığı bilinmektedir. Anaerobik antrenmanların akut ve kronik olarak hemoglobin artışına sebep olabileceği bildirilmiştir (49). Çakır- Atabek ve arkadaşları (151) 2009 yılında yaptıkları bir çalışmada 1RM'nin %70'i ile 12 tekrar yapan grubun RBC değişimlerini 1RM'nin %85'i ile 6 tekrar yapan gruptan daha fazla bulmuşlardır. Bununla birlikte daha önce yapılan araştırmalarda maksimal egzersizlerin hemen sonrasında eritrositte belirgin artışlar olduğu, 4 ila 6 saat sonra ise normal değerlerinin altına düştüğü bildirilmiştir (153). Literatürde egzersiz sonrasında hemokonsantrasyonla ve splanik dolaşımdan kaynaklanan hematokrit artışı belirtilmiştir (25). Bulgularımıza benzer şekilde İbiş ve

arkadaşları (150) Max VO₂' nin % 120'si ile tükenmişliğe varan yine bacak kas gruplarının kullanıldığı bisiklet ergometresi sonrasında hematokrit değerlerinde anlamlı artış tespit etmişlerdir. Cordova ve arkadaşları (146) 4 aylık antrenman periyodu öncesinde ve sonrasında voleybolculara bisiklet ergometresinde maksimal yüklenmeli anaerobik test uygulamışlar hem ilk ölçümlerde hem de son ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı HCT yüzdesi artışı tespit etmişlerdir. Daha önce yapılan araştırmalarda antrenman şiddetinin artmasıyla granül salgılanması ve trombosit kümeleşmesinin artacağı bildirilmiştir(49,154). Bu artışların antrenmana bağlı oluşan hemokonsantrasyondan ya da vücudu zorlama altına sokan ve stres oluşturan etmenlerin sinir sistemi aktivasyonuna neden olması ve trombosit sayısını arttırmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (49). Ayrıca orta şiddette yapılan kas hasarının olduğu antrenmanlar sonrası trombosit sayısının artmadığı çalışmalar da mevcuttur(127,155).

Araştırmamız sonucunda WBC, HCT, PLT, RBC ve HGB parametrelerin hepsinde egzersiz sonrası artışlar tespit edilmiştir. Özellikle WBC artışlarının egzersiz esnasında oluşan kas hasarıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir.

SONUÇLAR

Bu araştırmada farklı kasılma tipi ve tempo uygulanan kuvvet antrenman modellerinin kuvvet gelişimi, hipertrofi ve kas hasarına etkileri incelenmiştir. Buna göre hem konsantrik hem de eksantrik kasılmaların olduğu kombine çalışmalar, fiziksel olarak aktif sedanter bireylerde kuvvet gelişimi için en etkili yöntemdir. Her ne kadar kuvvet gelişimi açısından gruplar arası farklar istatistiksel olarak anlam taşımaya da tüm kuvvet parametrelerinde en fazla kuvvet gelişimi KE grupta tespit edilmiştir. Araştırma sonucuna göre 12 haftalık kuvvet gelişimin hedeflendiği antrenmanlar için konsantrik-eksantrik antrenmanlar önerilmektedir.

Kuvvet gelişiminin yanı sıra kas hacmi artışı en fazla yavaş yapılan eksantrik çalışmalar(YE grup) sonrasında görülmüştür. Bu sonuçlara göre 30^0 sn^{-1} açısal hızla yapılan maksimal eksantrik kuvvet antrenmanlarının kas hacmi artışı için etkili bir yöntem olabileceği düşünülmektedir. Her ne kadar hipertrofi ve kuvvet gelişimi arasında yüksek korelasyon tespit edilmiş olsa da, artış yüzdeleri dikkate alındığında kombine kasılma yöntemlerinin kullanıldığı antrenmanların kuvvet gelişiminde ve yavaş eksantrik kasılmaların kullanıldığı antrenmanların hipertrofi gelişiminde daha avantajlı olduğu görülmektedir. Araştırmamızın kas hasarı üzerine bulguları incelendiğinde en fazla kas hasarı oluşturan antrenman modelinin yavaş eksantrik grup olduğu görülmüştür. Bu bulgu kas hasarı ile hipertrofi arasında bir ilişki olduğunu düşündürmektedir.

Araştırmada kan parametrelerinden özellikle inflamatuvar cevaplar açısından WBC hücrelerinin akut antrenman sonrasında artmış olması kas hasarı ve inflamatuvar cevaplar arasında ilişki olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte egzersizle beraber artan kan akım hızının WBC hücrelerinin kanda yüksek oranda tespit edilmesini sağladığı düşünülmektedir. Ayrıca araştırmamızda her ne kadar anaerobik antrenman modelleri kullanılmış olsa da 12 haftalık antrenman periyodu sonrasında RBC ve HGB değerlerinin yükselmesi, anaerobik antrenmanların aerobik performansa da olumlu etkisi olabileceğini göstermektedir.

ÖNERİLER

1. Kas kuvveti ve hipertrofisi tüm antrenman modellerinde artmıştır. Bununla birlikte hipertrofi ve kas kuvveti açısından en yüksek artışlar incelendiğinde farklı gruplar ön plana çıkmaktadır. Bu bulgu da kas kuvvetinde hipertrofidan başka etkenlerin de rol oynadığını göstermektedir. Bu nedenle kasa dair elektriksel aktivasyon (EMG) düzeylerinin de değerlendirildiği başka çalışmalar yapmak kuvvet gelişimine etki eden faktörlerin açıklanmasında faydalı olacaktır.

2. Antrenman modellerinde kullanılan denek sayısı artırılarak daha yüksek istatistiksel anlamlılık düzeylerine ulaşılabilir.

3. Benzer çalışmalar lif tip dağılımları da incelenerek yapılabilir.

4. Çalışmamızda deneklerin günlük beslenme rutinlerini bozmamaları istenmiştir ve diyetlerine müdahale edilmemiştir. Benzer yapılacak çalışmalarda diyete müdahale edilmesi önerilebilir.

5. Çalışma sonucumuzda hemoglobin düzeylerinin artmış olduğu tespit edilmiştir. Bu da dolaylı olarak aerobik gücün artmış olabileceği düşüncesini doğurmaktadır. Araştırmamızda aerobik güce dair ölçümlerin bulunmaması nedeniyle bu bulgu net olarak ispatlanamamakla birlikte, daha sonra yapılacak olan çalışmalarda aerobik güç gelişiminin de takip edilmesi önerilebilir.

6. Gelecekte yapılacak çalışmalarda farklı antrenman modellerinin miyokin ve stokinler üzerine etkileri incelenerek bağışıklık sistemi değişimlerine dair daha net bulgulara ulaşılabilir.

KAYNAKLAR

1. Hay Jr, W. W., Levin, M. J., Deterding, R. R., Abzug, M. J., & Sondheimer, J. M. (2011). Chapter 27. Sports Medicine. In B. H. Quynh, *Current Diagnosis & Treatment*: (pp. 393–397). USA.
2. Foss, F. &. (1999). *Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri*. Ankara: Bağırğan Yayımevi.
3. Delavier, F. (2006). *Strength Training Anatomy*. paris, Fransa: Human Kinetics.
4. American College of Sports Medicine. (2002, 3). American College of Sports Medicine Position Stand. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(2), 364-380.
5. Mc Ardle, D. W., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2010). *Exercise Physiology*. Lippincott Williams & Wilkins.
6. Garrett, W. E., & Kirkendall, D. T. (2000). *Exercise and sport Science*. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
7. Harbili, S., Özergin, U., Harbili, E., & Akkuş, H. (2005). Kuvvet antrenmanının vücut kompozisyonu ve bazı hormonlar üzerine etkisi. *Spor Bilimleri Dergisi*(16), 64-76.
8. Komi, P. V. (2003). *Strength and power in sport* (2 b.). Blackwell Science.
9. Hatfield , D. L., Kreamer, W. J., Spiering, B. A., Hakkinen, K., Volek, J. S., Shimano, T., et al. (2006). The impact of velocity of movement on performance factors in resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*,, 20, 760-766.

10. Yenigün, Ö., Çolak, T., Belgin, B., Yenigün, N., Özbek, A., Bayazıt, B., et al. (2008). The determination of isokinetic performance values of knee joint and Hamstring (flexor)/Quadriceps (extensor) ratios differences in Volleyball players. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 5(1).
11. Tansu, M. (2006). Geleneksel ağırlık programın ve aşırı yavaş antrenman şeklinin (Ayaş) kardiovasküler sistem ve kas hipertrofisine etkilerinin karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Marmara Üniversitesi.
12. Sevim, Y. (2002). *Antrenman Bilgisi*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
13. Koz, M., Gelir, E., & Ersöz, G. (2010). *Fizyoloji Ders Kitabı*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
14. Mgekernan, J. G. (1965 йил 23-March). *Patent No. US3174334 A*. USA.
15. Li, R. C., Wu, Y., Maffulli, N., Chan, K. M., & Chan, J. L. (1996). Eccentric and concentric isokinetic knee flexion and extension: a reliability study using the Cybex 6000 dynamometer. *British Journal of Sports Medicine*, 156-160.
16. Feiring, D. C., Ellenbecker, T. S., & Derscheid, G. L. (1990). Test-Retest reliability of the biodex isokinetic dynamometer. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 11(7), 298-300.
17. Costa, P. B. (2011). The effects of short-term resistance training and subsequent detraining on neuromuscular function, muscle cross-sectional area, and lean mass. *Doktora tezi*. Norman, Oklahoma.
18. Bompa, T. O. (1999). *Theory and Methodology of Training*. Human Kinetics.
19. Brandon, K. D., Newton, R. U., Joseph, L. M., Triplet-Mcbridge, N. T., Kozisis, P. L., Fry, A. C., et al. (2002). Effects of increased eccentric loading on bench press 1RM. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(1), 9-13.

20. Yasuda T, F. S. (2010). Effects of low-intensity bench press training with restricted arm muscle blood flow on chest muscle hypertrophy: a pilot study. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 30(5), 338-43.
21. Plowman, S., & Smith, D. (2007). *Exercise physiology for health, fitness, and performance*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
22. Andersona, T., & Kearneya, J. T. (2013). Endurance, effects of three resistance training programs on muscular strength and absolute and relative. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1-7.
23. Wilmore, J. H., Costill, D. L., & Larry, W. (2008). *Physiology of Sport and Exercise*. Human Kinetics.
24. Tiryaki Sönmez, G. (2002). *Egzersiz ve Spor Fizyolojisi*. Bolu: Birlik Yayıncılık.
25. Guyton, A. C. (2011). *Tıbbi Fizyoloji* (10 b.). Ankara: Yüce yayınları& Nobel Tıp yayınevi.
26. Hazar, S. (2004). Egzersize bağlı iskelet ve kalp kası hasarı. *Spormetre*, 119-126.
27. McCall, G. E., Byrnes, W. C., Dickinson, A., Pattany, P. M., & Fleck, S. J. (1996). Muscle fiber hypertrophy, hyperplasia, and capillary density in college men after resistance training. *Journal of applied physiology*, 5, 2004–2012.
28. Zorba, E. (2001). *Fiziksel Uygunluk*. Ankara: Gazi Kitapevi.
29. Abe, T., Kearns, C. F., & Fukunaga, T. (2003). Sex differences in whole body skeletal muscle mass measured by magnetic resonance imaging and its distribution in young japanese adults. . *British Journal of Sports Medicine*, 436-440.

30. Farthing, J. P., & Chilibeck, P. D. (2003). The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy. *European Journal Applied Physiology*(89), 578-586.
31. Higbie, E. J., Cureton, K. J., Warren III, G. L., & Prior, B. M. (1996). Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation. *Journal of Applied Physiology*(81), 2173-2181.
32. Hudelmaier, M., Wirth, W., Himmer, M., Ring-Dimitriou, S., Sanger, A., & Eckstein, F. (2010). Effect of exercise intervention on thigh muscle volume and anatomical cross-sectional areas. *Magnetic Resonance in Medicine*, 64, 1713–1720.
33. Sanchis-Moysi, J., Idoate, F., Dorado, C., Alayo´ n, S., & Calbet, J. A. (2010). Large asymmetric hypertrophy of rectus abdominis muscle in professional tennis players. *The Journal Pioneer*, 12.
34. Stone, W. J., & Coulter, S. P. (1994). Strength/Endurance effects from three resistance training protocols with women. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 8(4).
35. David, G. L., Jose, A. P., Guil, E., & Izquierdo, M. (2007). Effects of short vs. long rest period between sets on elbow-flexor muscular endurance during resistance training to failure. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 41(4), 1320-1324.
36. Bottaro, M., Martins, B., Gentil, P., & Wagner, D. (2009). Effects of rest duration between sets of resistance training on acute hormonal responses in trained women. *Journal of Science and Medicine in Sport*(12), 73-78.
37. Newman, M. A., Tarpinning, K. M., & Marino, F. E. (2004). Relationships between isokinetic knee strength, single-sprint performance, and repeated-sprint ability in football players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(4), 865-872.

38. Hather, B. M., Tesch, P. A., Buchanan, P., & Dudley, G. A. (1991). Influence of eccentric actions on skeletal muscle adaptations to resistance training. *Acta Physiologica*, 177 – 185.
39. Kanehisa, H., & Miyashita, M. (1983). Specificity of velocity in strength training. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 1(52), 104-106.
40. Wernbom M, A. J. (2007). The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. *Sports Medicine*, 37(3), 225-64.
41. Tanimoto M, I. N. (2006). Effects of low-intensity resistance exercise with slow movement and tonic force generation on muscular function in young men. *J Appl Physiol*, 100(4), 1150-7.
42. Ehlers, G. G., Thomas, E. B., & Linda, L. (2002). Creatine kinase levels are elevated during 2-a-day practices in collegiate football players. *Journal of Athletic Training*, 151-156.
43. Brancaccio, P., Maffulli, N., & Limongelli, F. M. (2007). Creatine kinase monitoring in sport medicine. *British Medical Bulletin*, 209-230.
44. Kleiner , D. M., Worley, M. E., & Blessing , D. L. (1996). Creatine kinase response to various protocols of resistance exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15-19.
45. Nathwani , R. A., S, P., Reynolds , T. B., & Kaplowitz , N. (2005). Serum alanine aminotransferase in skeletal muscle diseases. *Hepatology*, 380-2.
46. Gvntıp. (2006). Klinik laboratuvar testleri. *Aspartat Transaminaz*.
47. Montgomery, R., Conway, T. W., Spector, A. A., & Chapell, D. (2000). *Biyokimya*. (N. Altan, Çev.) Ankara: Palme Yayıncılık.
48. Şahin, A. (2012). Klinik laboratuvar testleri. Bursa.

49. Otağ, A. (2011). Isınma egzersizlerinin amatör erkek sporcular ve sedanterlerde pro-inflamatuar, anti-inflamatuar sitokinler ile kas hasarı belirteçleri üzerine olan etkileri. *Doktora Tezi*. Sivas: Cumhuriyet Üniversitesi.
50. R. Earle, & N. Harms Leg (Knee) Extension (2009), *Exercise technique manual for resistance training* (s. 50-51). Human Kinetics.
51. Sharon, R. R., Chleboun, G. S., Gilders, R. M., Hagerman, F. C., Herman, J. R., Hikida, R. S., et al. (2008). Comparison of early phase adaptations traditional strength and endurance, and low velocity resistance training programs in collage-aged women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 119.
52. Çankaya, T. (2012, Kasım). İzometrik, konsantrik ve eksantrik kontraksiyonlarla yapılan direnç egzersizleri sonrası toparlanma sürecinde kas hasarı ve emg cevaplarının incelenmesi. *Doktora Tezi*. Bolu: Abant İzzet Baysal Üniversitesi.
53. Raue, U., Terpstra, B., Williamson, D. L., Gallagher, P. M., & Trappe, S. W. (2005). Effects of short-term concentric vs. eccentric resistance training on single muscle fiber MHC distribution in humans. *International Journal of Sports Medicine*, 5(26), 339-43.
54. Hazar, S., Erol, E., & Gökdemir, K. (2006). Kuvvet antrenmanı sonrası oluşan kas ağrısının kas hasarıyla ilişkisi. *Atatürk Üniversitesi BESYO, Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 45-53.
55. Palmieri, G. A. (1987). Weight Training and Repetition Speed. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 2.
56. Aagard, P., Simonsen, E. B., Trolle, M., Bangbo, J., & Klausen, K. (1996). Specificity of training velocity and training load on gains in isokinetic knee joint strength. *Acta Physiologica Scandinavica*, 123-129.
57. Keeler, L. K., Finkelstein, L. H., Wayne, M., & Fernhall, B. O. (2001). Early-Phase adaptations of traditional-speed vs. superslow resistance training on

- strength and aerobic capacity in sedentary individuals. *Journal of Strength & Conditioning*, 309-314.
58. Darryn, S. W., Clesi, V., & Taylor, L. (2003). Effects of concentric and eccentric contractions on exercise induced muscle injury, inflammation, and serum il6. *Journal of Exercise Physiology*, 6, 8-15.
 59. Roig, M., Brien, K. O., Kirk, G., Murray, R., McKinnon, P., Shadgan, B., et al. (2009). The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: a systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 43(8), 556-568.
 60. Seynnes, O. R., Erskine, R. M., Maganaris, C. N., Longo, S., Simoneau, E. M., Grosset, J. F., et al. (2009). Training-induced changes in structural and mechanical properties of the patellar tendon are related to muscle hypertrophy but not to strength gains. *Journal of Applied Physics*, 523-530.
 61. Potier, T. G., Alexander, C. M., & Seynnes, O. R. (2009). Effects of eccentric strength training on biceps femoris muscle architecture and knee joint range of movement. *European Journal of Applied Physiology*(105), 939-944.
 62. Wakaharu, T., Miyamoto, N., Norihide, S., Murata, K., Kanehisa, H., Kawakami, Y., et al. (2012). Association between regional differences in muscle activation in one session of resistance exercise and in muscle hypertrophy after resistance training. *European Journal of Applied Physiology*(112), 1569-1576.
 63. Thompson, W. R., Gordon, N. F., & Pescatello, L. S. (2009). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. USA: Lippincott Williams & Wilkins.
 64. Ghasemi, A., & Saleh, Z. (2012). Normality tests for statistical analysis: A guide for non-statisticians. *International Journal Endocrinology Metabolism*, 486-489.

65. Watts, K., Jones, T. W., Davis, E. A., & Green, D. (2005). Exercise training in obese children and adolescents: current concepts. *Sports Medicine*, 375-92.
66. Campos, G. E., Thomas, J. L., Wendeln, H. K., Toma, K., Hagerman, F. C., Thomas, F. M., et al. (2002). Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *European Journal of Applied Physiology*, 50–60.
67. Flann, K. L., L. P. (2011). Muscle damage and muscle remodeling: no pain, no gain? *The Journal of Experimental Biology*, 214(4), 674-9.
68. Vikne, H., Refsnes, P. E., Ekmark, M., Medbø, J. I., Gundersen, V., & Gundersen, K. (2006). Muscular performance after concentric and eccentric exercise in trained men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(10), 1770-81.
69. Seger, J., Arvidsson, B., & Thorstensson, A. (1998). Specific effects of eccentric and concentric training on muscle strength and morphology in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 49-57.
70. Carvalho, A., Caserotti, P., Carvalho, C., Abade, E., & Sampaio, J. (2014). Effect of a short time concentric versus eccentric training program on electromyography activity and peak torque of quadriceps. *Journal of Human Kinetics*, 41, 5-13.
71. Dudley, G. A., & Harris, R. T. (1992). *Use of electrical stimulation in strength and power training*. In P.V. Komi (Ed.).
72. Reiman, M. P., & Manske, R. C. (2009). *Functional testing in human performance*. Illinois: Human Kinetics.
73. Ratamess, N. (2012). *ACSM's foundations of strength training and conditioning*. Indianapolis: ACSM.
74. Ingebrigtsen, J., Holtermann, A., & Roeleveld, K. (2009). Effects of load and contraction velocity during three-week biceps curls training on isometric and

isokinetic performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1670–1676.

75. Van Cutsem, M., Duchateau, J., & Hainaut, K. (1998). Changes in single motor unit behaviour contribute to the increase in contraction speed after dynamic training in humans. *The Journal of Physiology*, 295–305.
76. Baechle, T. B., & Earle, R. W. (2008). *Essentials of strength training and conditioning / national strength and conditioning association*. Hong Kong: Human Kinetics.
77. De Oliveira, F. B., Rizzato, G. F., & Denadai, B. S. (2013). Are early and late rate of force development differently influenced by fast-velocity resistance training? *Clinical Physiology and Functional Imaging Journal*, 282–287.
78. González-Badillo, J. J., Rosel, D. R., Medina, L. S., Gorostiaga, E. M., & Blanco, F. P. (2014). Maximal intended velocity training induces greater gains in bench press performance than deliberately slower half-velocity training. *European Journal of Sport Science*, 772-781.
79. Morrissey, M. C., Harman, E. A., & Johnson, M. J. (1995). Resistance training modes: specificity and effectiveness. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 648-60.
80. Ramírez-Campillo, R., Castillo, A., Carlos, I. F., Jara, C. C., Andrade, D. C., Álvarez, C., et al. (2014). High-speed resistance training is more effective than low-speed resistance training to increase functional capacity and muscle performance in older women. *Experimental Gerontology*, 58, 51-57.
81. Munn, J., Herbert, R. D., Hancock, M. J., & Gandevia, S. C. (2005). Resistance training for strength: effect of number of sets and contraction speed. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1622-1626.
82. Hortobagyi, T., Dempsey, L., Fraser, D., Zheng, D., Hamilton, G., Lambert, J., et al. (2000). Changes in muscle strength, muscle fibre size and myofibrillar

- gene expression after immobilization and retraining in humans. *Journal of Physiology*, 293-304.
83. Franchi, M. V., Atherton, P. J., Reeves, N. D., Flück, M., Williams, J., Mitchell, W. K., et al. (2014). Architectural, functional and molecular responses to concentric and eccentric loading in human skeletal muscle. *Acta Physiologica*, 642-654.
 84. Johnson , B. L., Adamczyk, J. W., Tennoe, K. O., & Stromme , S. B. (1976). Comparison of concentric and eccentric muscle training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35-38.
 85. Moore, D. R., Young, M., & Phillips, S. M. (2011). Similar increases in muscle size and strength in young men after training with maximal shortening or lengthening contractions when matched for total work. *European Journal of Applied Physiology*, 2078.
 86. Duncan, P. W., Chandler, J. M., Cavanaugh, D. K., Johnson, K. R., & Buehler, A. G. (1989). Mode and speed specificity of eccentric and concentric exercise training. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 70-5.
 87. Tomberlin, J. P., Basford, J. R., Schwen, E. E., Orte, P. A., Scott, S. C., Laughman, R. K., et al. (1991). Comparative study of isokinetic eccentric and concentric quadriceps training. 31-6.
 88. Seger, J. Y., & Thorstensson, A. (2005). Effects of eccentric versus concentric training on thigh muscle strength and EMG. *International Journal of Sports Medicine*, 1(26), 45-52.
 89. Fielding , R. A., LeBrasseur , N. K., Cuoco , A., Bean , J., Mizer , K., & Fiatarone, S. M. (2002). High-velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older women. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50, 655-62.

90. Henwood, T. R., Riek, S., & Taaffe, D. R. (2008). Strength versus muscle power-specific resistance training in community-dwelling older adults. *Biological Sciences and Medical Sciences*, 63, 83-91.
91. Pereira, M. I., & Gomes, P. S. (2003). Movement velocity in resistance training. *Sports Medicine*, 427-438.
92. Paddon-Jones , D., Leveritt, M., Lonergan , A., & Abernethy, P. (2001). Adaptation to chronic eccentric exercise in humans: the influence of contraction velocity. *European Journal of Applied Physiology*, 466-71.
93. Shepstone, T. N., Tang, J. E., Dallaire, S., Schuenke, M., Staron, R. S., & Phillips, S. M. (2005). Short-term high- vs. low-velocity isokinetic lengthening training results in greater hypertrophy of the elbow flexors in young men. *Journal of Applied Physiology*, 1768-76.
94. Westcott W L, W. R. (2001). Effects of regular and slow speed resistance training on muscle strength. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(2), 154-8.
95. Thomeé , R., Renstrom, P., Grimby , G., & Peterson , L. (1987). Slow or fast isokinetic training after - Knee Ligament Surgery. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 8(10), 475-9.
96. Miller, A. J., MacDougall, J. D., Tarnopolsky, M. A., & Sale, D. G. (1993). Gender differences in strength and muscle fiber characteristics. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 254-262.
97. Maughan, R. J., Watson, J. S., & Weir, J. (1983). Strength and cross-sectional area of human skeletal muscle. *The Journal of Physiology*, 338, 37-49.
98. Moritani, T. (1979). Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 58(3), 115-130.

99. Lopes, C. R., Crisp, A. H., Rodrigues, A. L., Teixeira, A. G., da Mota, G. R., & Verlengia, R. (2012). Fast contraction velocity in resistance exercise induces greater total volume load lifted and muscle strength loss in resistance-trained men. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 5(3), 83-90.
100. Ben-Sira, D., Ayalon, A., & Tavi, M. (1995). The effect of different types of strength training on concentric strength in women. *Journal Strength Conditioning Research*, 143-8.
101. Narici, M. V., Hoppeler, H., Kayser, B., Landoni, L., Claassen, H., Gavardi, C., et al. (1996). Human quadriceps cross-sectional area, torque and neural activation during 6 months strength training. *Acta Physiologica Scandinavica*, 175-186.
102. Garfinkel, S., & Cafarelli, E. (1992). Relative changes in maximal force, EMG, and muscle cross-sectional area after isometric training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1220-1227.
103. Sharifnezhad, A., Marzilger, R., & Arampatzis, A. (2014). Effects of load magnitude, muscle length and velocity during eccentric chronic loading on the longitudinal growth of vastus lateralis muscle. *The Journal of Experimental Biology*, jeb-100370.
104. Walker, S., & Häkkinen, K. (2014). Similar increases in strength after short-term resistance training due to different neuromuscular adaptations in young and older men. *The Journal of Strength & Conditioning*, 28(11), 3041-3048.
105. Hody, S., Rogister, B., Leprince, P., Wang, F., & Croiser, J. L. (2011). Muscle fatigue experienced during maximal eccentric exercise is predictive of the plasma creatine kinase response. *Scandinavian Journal of Medicine Science in Sport*, 501-7.
106. Dousset, E., Avela, J., Ishikawa, M., Kallio, J., Kuitunen, S., Kyrolainen, H., et al. (2007). Bimodal recovery pattern in human skeletal muscle induced by

exhaustive stretch-shortening cycle exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(3), 453.

107. Lippi , G., Schena , F., Salvagno , G. L., Montagnana , M., Gelati , M., & Tarperi , C. (2008). Acute variation of biochemical markers of muscle damage following a 21-km, half-marathon run. *The Scandinavian Journal of Clinical Laboratory Investigation*, 667-672.
108. Kanda, K. S. (2014). Evaluation of serum leaking enzymes and investigation into new biomarkers for exercise-induced muscle damage. *Exercise Immunology Review*, 20, 39-54.
109. Priest, J. B., Oei, T. O., & Moorehead, W. R. (1982). Exercise-induced changes in common laboratory tests. *American Journal of Clinical Pathology*, 285-289.
110. Munjal, D. D., McFadden, J. A., Patricia, A. M., Coffman, K. D., & Cattaneo, S. M. (1983). Changes in serum myoglobin, total creatine kinase, lactate dehydrogenase and creatine kinase MB levels in runners. *Clinical Biochemistry*, 16, 195-199.
111. Nosaka , K., & Clarkson , P. M. (1996). Changes in indicators of inflammation after eccentric exercise of the elbow flexors. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28(8), 953-961.
112. Howatson , G., & Van Someren , K. A. (2008). The prevention and treatment of exercise-induced muscle damage. *Sports Medicine*, 483-503.
113. Brown , S., Day , S., & Donnelly , A. (1999). Indirect evidence of human skeletal muscle damage and collagen breakdown after eccentric muscle actions. *Journal of Sports Sciences*, 397-402.
114. Nosaka , K., & Newton, M. (2002). Concentric or eccentric training effect on eccentric exercise-induced muscle damage. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 63-9.

115. Barroso , R., Roschel, H., Ugrinowitsch , C., Araújo , R., Nosaka , K., & Tricoli , V. (2010). Effect of eccentric contraction velocity on muscle damage in repeated bouts of elbow flexor exercise. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 534-40.
116. Conceição, M. S., Libardi, C. A., Chacon-Mikahil, M. T., Nogueira, F. R., Vechin, F. C., Valéria, B., et al. (2014). Inflammatory responses after different velocities of eccentric exercise. *Isokinetics & Exercise Science*, 22(1), 77-85.
117. Chapman, D., Newton, M., Sacco, P., & Nosaka, K. (2006). Greater muscle damage induced by fast versus slow velocity eccentric exercise. *International Journal Sports Medicine*, 27, 591-8.
118. Chapman, D. W., Newton, M., Mcguigan, M., & Nosaka, K. (2007). Effect of lengthening contraction velocity on muscle damage of the elbow flexors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 926.
119. Fernandez-Gonzalo, R., Lundberg, T. R., Alvarez-Alvarez, L., & A de Paz, J. (2014). Muscle damage responses and adaptations to eccentric-overload resistance exercise in men and women. *European journal of applied physiology*, 1075-1084.
120. Vincent, H. K., & Vincent, K. R. (1997). The effect of training status on the serum creatine kinase response, soreness and muscle function following resistance exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 431-437.
121. Mikkelsen , T. S., & Toft , P. (2005). Prognostic value kinetics and effect of CVVHDF on serum of the myoglobin and creatin kinase in critically III Patients with rhabdomyolysis. *Acta Anaesthesiologia Scandinavica* , 49, 859-864.
122. Rodenburg, J. B., de Boer, R. W., Schiereck, P., Van Echteld, C. J., & . Bär, P. R. (1994). Changes in phosphorus compounds and water content in skeletal muscle due to eccentric exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 205-213.

123. Clarkson, P. M., Kearns, A. K., Rouzier, P., Rubin, R., & Thompson, P. D. (2006). Serum Creatine Kinase Levels and Renal Function Measures in Exertional Muscle Damage. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(4), 623-7.
124. Chaves, C. P., Simao, R., Miranda, H., Ribeiro, J., Soares, J., Salles, B., et al. (2013). Influence of Exercise Order on Muscle Damage During Moderate-Intensity Resistance Exercise and Recovery . *Research in Sports Medicine*, 21, 176-86.
125. Hurley, B. F., Redmond, R. A., Pratley, R. E., Treuth, M. S., Rogers, M. A., & Goldberg, A. P. (1995). Effects of Strength Training on Muscle Hypertrophy and Muscle Cell Disruption in Older Men. *International Journal of Sports Medicine*, 16(6), 378-84.
126. Mougios, V. (2007). Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 674-678.
127. Harbili, S., Gencer, E., Ersöz, G., & Demirel, H. A. (2008). Orta şiddetli ekzentrik egzersiz diğer hasar belirteçlerini etkilemeksizin plazma kreatin kinaz düzeyini artırır. *Selçuk Üniversitesi BES Bilim Dergisi*, 21-31.
128. Schoenfeld, B. J. (2012). Does Exercise Induced Muscle Damage Play a Role in Skeletal Muscle Hypertrophy? *Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(5), 1441-53.
129. Kuzu, A. M. (2001). İnflamasyon, sistemik inflamatuvar reaksiyon sendromu ve peritonitin fizyopatolojisi. *Hastane Enfeksiyonları Dergisi*, 69-83.
130. Petersen , A. M., & Pedersen , B. K. (2005). The anti-inflammatory effect of exercise. *Journal of Applied Physiology*, 1154-62.
131. Olson , T. P., Dengel , D. R., Leon , A. S., & Schmitz , K. H. (2007). Changes in inflammatory biomarkers following one-year of moderate resistance training in overweight women. *International Journal of Obesity*, 31, 996-1003.

132. Lindemann, R. (1978). Low hematocrits during basic training: Athlete's anemia. *The New England Journal of Medicine*, 299(1191), 2.
133. Özdengül, F., U, H., Gökbel, H., Çelik, İ., & Altındış, M. (1999). Akut submaksimal egzersizin immün sisteme etkileri. *Genel Tıp Dergisi*, 99-104.
134. Ndon, J. A., Snyder, A. C., Foster, C., & Wehrenberg, W. B. (1992). Effects of chronic intense exercise training on the leukocyte response to acute exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 176-182.
135. Peake, J., Nosaka, K., Muthalib, M., & Suzuki, K. (2006). Systemic inflammatory responses to maximal versus submaximal lengthening contractions of the elbow flexors. *Exercise Immunology*, 72-85.
136. Hazar, S., & Ateşoğlu, U. (2006). Farklı türdeki kuvvet egzersizlerinin bağışıklık sistemine akut etkisi. *Ataturk Üniversitesi Besyo, Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 45-53.
137. Brunelli , D. T., Caram, K., Nogueira , F. R., Libardi , C. A., Prestes, J., & Cavaglieri, C. R. (2014). Immune responses to an upper body tri-set resistance training session. *Clinical Physiology and Functional Imaging Journal*, 64-71.
138. Malm, C., Lenkei, R., & Sjodin, B. (1999). Effects of eccentric exercise on the immune system in men. *Journal of Applied Physiology*, 86, 461-468.
139. Simonson, S. R., & Jackson, C. R. (2004). Leukocytosis occurs in response to resistance exercise in men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 266-271.
140. Mayhew, D. L., Thyfault, J. P., & Koch, A. J. (2005). Rest-interval length affects leukocyte levels during heavy resistance exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16-22.
141. Gabriel , H., Schmitt , B., Urhausen , A., & Kindermann , W. (1993). Increased CD45RA+CD45RO+ cells indicate activated T cells after endurance exercise. *Institute of Sports and Performance Medicine*, 1352-1357.

142. Nieman, D. C. (2000). Exercise effects on systemic immunity. *Immunology and Cell Biology*, 496-501.
143. İpek, D., Özkaya, Ö., Sözen, H., & Tekat, A. (2009). Pasif germe hareketlerinin sedanterlerde oluşturulan gecikmiş kas ağrısı üzerine etkileri. *Spormetre*, 37-40.
144. Brines , R., Hoffman-Goetz , L., & Pedersen , B. K. (1996). Can you exercise to make your immune system fitter? . *Immunology Today*, 252-4.
145. Pyne, D. B. (1994). Regulation of neutrophil function during exercise. *Sports Medicine*, 245-258.
146. Córdova, A., Sureda, A., & Pons, A. (2010). Immune response to exercise in elite sportsmen during the competitive season. *Journal of Physiology and Biochemistry*, 1-6.
147. Ihalainen, J., Walker, S., Paulsen, G., Häkkinen, K., Kraemer, W. J., Hämäläinen, M., et al. (2014). Acute leukocyte, cytokine and adipocytokine responses to maximal and hypertrophic resistance exercise bouts. *European Journal of Applied Physiology*, 114(12), 2607-2617.
148. Miles, M. P., Kraemer, W. J., Nindl, B. C., Grove, D. S., Leach, S. K., Dohi, K., et al. (2003). Strength, workload, anaerobic intensity and the immune response to resistance exercise in women. *Acta physiologica scandinavica*, 155-163.
149. Gleeson, M., Bishop, N., & Walsh, N. (2013). *Exercise Immunology*. New York: Taylor & Francis Group.
150. İbiş, S., Hazar, S., & Gökdemir, K. (2010). Aerobik ve anaerobik egzersizlerin hematolojik parametrelere akut etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 7, 1.

151. Cakir-Atabek, H., Atsak, P., Gunduz, N., & Bor-Kucukatay, M. (2009). Effects of resistance training intensity on deformability and aggregation of red blood cells. *Clinical Hemorheology and Microcirculation*, 251-261.
152. Özyener, F., Gür, H., & Özlük, K. (1994). Sedanter erkeklerde yorgunluğa kadar yapılan kısa süreli maksimal bir egzersizi takiben kan hücrelerinde gözlenen değişiklikler. *Spor Bilimleri Dergisi*, 6, 27-37.
153. Ersöz, G. (1997). Submaksimal egzersizin trombosit fonksiyonları üzerine etkisi., 2, s. 50.
154. Tozzi-Ciancarelli , M. G., Penco , M., & Di Massimo , C. (2002). Influence of acute exercise on human platelet responsiveness: possible involvement of exercise-induced oxidative stress. *European Journal of Applied Physiology* , 266-72.

ÖZGEÇMİŞ

01.06.1985 tarihinde Bandırma’da doğdu. İlk-orta-lise eğitimini Balıkesir’de tamamladı. Lisans eğitimine 2006 yılında Akdeniz Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Antrenörlük Eğitimi bölümünde başladı ve 2011 yılında bu bölümden mezun oldu. 2012 yılında Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesinde ÖYP Araştırma Görevlisi olarak işe başladı. 2013 yılında yüksek lisans yaptığı Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı’nda araştırma görevlisi olarak görevlendirildi. 2013 yılından beri Akdeniz Üniversitesinde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.

EKLER

EK 1: ETİK KURUL ONAYI



T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 70904504/ 244
Konu : Bütçe Onay Kararı

04...A.0/2013

Sayın
Yrd.Doç.Dr. Tuba MELEKOĞLU
Akdeniz Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu
Öğretim Üyesi

Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'na başvurmuş olduğunuz **"Farklı Kuvvet Antrenmanlarıyla Oluşan Kasal ve Nöromusküler Adaptasyonların Kuvvet Gelişimi Üzerine Etkisi"** adlı araştırmaya ait etik kurul kararı ekte gönderilmiştir.
Bilgilerinizi rica ederim.


Prof. Dr. Ender TERZİOĞLU
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanı

Eki: Etik Kurul Kararı

Adres : Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı 1. Kat ANTALYA
Tel : (242)249 69 54
Faks : (242) 249 69 03
e-posta : etik@akdeniz.edu.tr

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Sayı: 70904504/
Konu:

24/06/2013

KARAR

Kurulun Adı, Adresi : Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu ,
Dumlupınar Bulvarı Kampüs
07070/ANTALYA

Toplantı Tarihi ve Karar No : 24.06.2013/ 004

Araştırmanın tam adı : Farklı Kuvvet Antrenmanlarıyla Oluşan Kasal ve Nöromusküler Adaptasyonların Kuvvet Gelişimi Üzerine Etkisi

Sorumlu araştırmacının ismi : Yrd.Doç.Dr. Tuba MELEKOĞLU

Sorumlu Araştırmacı Yrd.Doç.Dr. Tuba MELEKOĞLU tarafından yürütülecek olan "Farklı Kuvvet Antrenmanlarıyla Oluşan Kasal ve Nöromusküler Adaptasyonların Kuvvet Gelişimi Üzerine Etkisi" adlı çalışmanın yapılmasında bilimsel ve etik açıdan sakınca olmadığı kararı alınmıştır. Araştırmacıya çalışmalarında başarılar dileriz.

Prof.Dr. Ender TERZIOĞLU
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanı

Prof.Dr. Ender TERZIOĞLU
Başkan

Prof.Dr. Arda TAŞATARGİL
Başkan Yardımcısı

Öğr.Gör.Dr. Mustafa Levent ÖZGÖNÜL
Üye

Prof.Dr. Ramazan SARI
Üye

Prof.Dr. Murat CANPOLAT
Üye

Prof.Dr. Oktay ERAY
Üye

Prof.Dr. Ali Aydın YAVUZ
Üye (İznil)

Prof.Dr. Bilge KARSLI
Üye

Prof.Dr. Can ÇEVİKOL
Üye (Yardımcı Araştırmacı)

Prof.Dr. Koksal KOCAĞA
Üye

Prof.Dr. Mehmet Murat KULOĞLU
Üye

Doç.Dr. Yeşim SENOL
Üye

Doç.Dr. Gülnihal KUTLU
Üye (İznil)

Doç.Dr. Doğa TÜRKKAHRAMAN
Üye

Turgut ALTUN
Üye

EK 2: BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

GÖNÜLLÜLERİN BİLGİLENDİRİLDİĞİ VE RIZASININ ALINDIĞINI GÖSTEREN METİNDE YER ALMASI GEREKEN HUSUSLAR

Araştırma ile ilgili çalışmalar:

Sportif performansın önemli göstergelerinden birisi sporcunun kaslarının ortaya koyabileceği güç miktarıdır. Kasın kuvvetini belirleyen en önemli etkenlerden birisi kasın büyüklüğü yani enine kesit alanıdır. Kas 1 cm²'lik enine kesitinin 3-4 kg'lık kuvvet ortaya koyabileceği bildirilmiştir. Kas boyutundaki artışa hipertrofi denmekte ve kuvvet ile ilişkilendirilmektedir. Hipertrofi oluşumu daha önceden var olan kas fibrillerinin çaplarındaki artışa bağlıdır. Yapılan çalışmalarda yeni fibrillerin gelişmediği gözlemlenmiştir.

Ağır kuvvet antrenmanları sonucu oluşan hipertrofiyle beraber kas kuvvetinde de artış görülür. Hipertrofinin gelişimi süre ile ilişkilidir ve ortalama 6-8 haftalık bir süreç sonrasında kasın enine kesitinde bir artış olacağı bildirilmiştir. Kas fibrillerinin enine kesit alanındaki artış; sarkomerlerin, aktin ve miyozin filamentlerinin sayılarındaki ve boyutlarındaki artışa bağlıdır. Kuvvet antrenmanlarıyla beyaz kas fibrillerinin (FT) enine kesitlerindeki artışın, kırmızı kas fibrillerine (ST) oranla daha fazla olduğu bildirilmiştir.

Hipertrofi ve sinir sisteminin gelişimi gibi kuvveti etkileyen birçok faktör vardır. Kuvvet antrenmanlarıyla vücutta birçok değişiklikler meydana gelir. Bu değişikliklerden bir tanesi olan hipertrofinin, güç ile doğrudan bir ilişkisi olsa da kuvvet üretimi için tek başına yeterli değildir.

Kuvvet antrenman modellerinde farklı tempo yaklaşımlarının yanı sıra farklı kasılma prensiplerine göre de uygulamalar kullanılmaktadır. Kasların konsantrik, eksantrik ve izometrik kasılma türlerine göre dizayn edilen kuvvet antrenman yöntemleri ile hipertrofi ve kuvvet gelişimi hedeflenir. Bu antrenman yöntemlerinden

özellikle eksantrik kasılma antrenmanlarının konsantrik kasılma antrenmanlarına göre daha fazla hipertrofi ve kuvvet gelişimiyle sonuçlandığını bildiren çalışmalar vardır.

Genel anlamda eksantrik kasılma antrenmanlarının konsantrik kasılma antrenmanlarına göre daha fazla hipertrofi ve kuvvet gelişimiyle sonuçlandığını bildiren çalışmalar vardır. Farthing ve Chilibeck 2003 yılında farklı hızlarda yapılan eksantrik ve konsantrik kas kasılmalarının etkilerini incelemişler ve hızlı eksantrik çalışmalarda elde edilen hipertrofinin, diğer 3 kas kasılma durumundan(yavaş eksantrik, hızlı ve yavaş konsantrik) daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Eksantrik çalışmaların kas hipertrofisinde daha fazla etkili olduğu bilinmektedir. Yine Tara G. Potier ve arkadaşları hamstring bölgesi için yaptıkları eksantrik kuvvet çalışmasında % 34.2 kas gücü artışı tespit etmişlerdir.

Amaç: Bu çalışmada özellikle hipertrofi ve kuvvet gelişimi için planlanan 12 haftalık farklı tempolardaki eksantrik, konsantrik ve kombine(eksantrik+konsantrik) kuvvet egzersizlerinin bu kazanımları ne düzeyde edindirdiği ve bunun yanı sıra bu egzersizlerin kas hasarı üzerine etkileri incelenecektir. Uzun periyotlu kuvvet antrenmanlarının ilk 3 aylık evresindeki “günlük ortalama hipertrofi artışı”nın, tüm antrenman periyodundaki hipertrofi artışından daha fazla olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle çalışmamızda 12 haftalık periyodun hipertrofi ve kuvvet gelişimi için yeterli olacağı düşünülmektedir

İzlenecek İşlemler: Çalışmaya 18-24 yaş aralığındaki aktif fakat düzenli egzersiz yapmayan 48 erkek birey katılacaktır. Bireylere Çalışmanın süreci ve kapsamı hakkında bilgi verilecektir. Araştırmaya Katılma Kriterleri :

- Sağlıklı olma (egzersiz testlerine katılmayı engelleyecek sağlık sorunu olmaması),
- 12 haftalık antrenman
- 18 yaş ve üstü olma,
- Vücut kitle indeksinin normal sınırları içinde olma
- Benzer kuvvet değerlerine sahip olma
- Gönüllü olma,

- Son 12 ay içerisinde herhangi bir kuvvet antrenman çalışması içerisinde bulunmama
- Deneyden en az 3 ay öncesine kadar herhangi bir tıbbi tedavi almış veya vitamin, mineral gibi çalışma sonuçlarını etkileyebilecek herhangi bir ürün kullanmış olmama,

Çalışmalar öncesi deneklerin herhangi bir rahatsızlıkları olup olmadığına bakılacaktır. Test sonuçları problemlili olan kişiler bu çalışmaya katılmayacaktır. Bir hemşire tarafından deneklerden 10cc miktarında kan alınacaktır. Deneklere 12 haftalık antrenman periyodunun içeriği, ölçümleri ve kapsamı hakkında bilgi verilecektir. Sağlıkla ilgili araştırmaya bağlı bir şikâyetin oluşması halinde araştırmacıya başvurabilecekleri ve çalışmayı bitirebilecekleri bildirilecektir.

Muhtemel zarar durumunda gönüllünün veya yakınının bilgi için ilişki kuracağı kişilerin ismi: Yrd.Doç.dr Tuba Melekoğlu, Doç.Dr. Gül Özkaya ve Arş. Gör. Gürcan Ünlü

Araştırmacılarından birinin tıp doktoru olduğu konusunda bilgilendirildim. Araştırmanın herhangi bir zamanında araştırmacıya haber vererek çekilme hakkım olduğu, araştırma sırasında herhangi bir sağlık sorununda araştırmacıları telefonla arayabileceğim, bilgi alabileceğim ve herhangi bir sağlık sorununda, sorunun tanısı ve çözümlenmesi için, giderler araştırmacılar tarafından karşılanmak kaydıyla, Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi hastanesinde muayene ve tedavi edileceğim bildirildi.. Çalışma protokolüne karşı oluşan zarar ve sorunlara karşı güvence altına alındığım tarafıma bildirildi. Çalışma sırasında, araştırmacı tarafından benim zararım olabileceği düşünülen durumlarda çalışmadan çıkarılabileceğim ve bunun nedenlerinin bana açıkça anlatılacağı belirtildi. Çalışmaya yaklaşık 42 kişi katılacağını biliyorum. Çalışma sırasında tutulan bütün kayıtların ve dosya bilgilerinin gizli tutulacağını, fakat çalışmanın sonuçlarının bilimsel toplantılarda ya da yayınlarda sunulabileceğini, ancak kimliğimin gizli tutulacağını biliyorum.

Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce bana verilen bilgileri içeren aydınlatılmış onam formu adlı metni kendi ana dilimde okudum. Bu bilgilerin içeriği yazılı ve sözlü olarak açıklandı. Aklıma gelen bütün soruları sorma olanağı tanındı ve sorularımın doyurucu cevaplar aldım. Çalışmaya katılmadığım ya da katılmaktan

vazgeçtiğim durumda hiçbir yasal hakkımdan vazgeçmiş olmayacağım. Bu koşullarda söz konusu araştırmaya kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Gönüllünün Adı, İmzası, Adresi, Telefon Numarası

Açıklamaları yapan araştırmacının Adı, İmzası:

Yrd. Doç. Dr. Tuba Melekoğlu (Akdeniz Üni. Beden Eğ. ve Spor Y.O)

Tel:0505 518 85 59 E-mail: tubasn@akdeniz.edu.tr

Rıza alma işlemine başından sonuna kadar tanıklık eden görevlinin Adı, İmzası,
Görevi:

Arş. Gör. Gürcan Ünlü (Akdeniz Üni. Beden Eğ. Ve Spor Y.O)

Tel:0554 223 55 00 E-mail: gurcanunlu@akdeniz.edu.tr