

T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ
SPOR BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MİYOFİBRİL VE SARKOPLAZMİK
HİPERTROFİ ANTRENMANLARININ KAS
HİPERTROFİSİ VE KUVVETİ ÜZERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hacı Tunahan GEZER

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Hasan SÖZEN

Doç. Dr. Ali ASLAN

ORDU-2024

ONAY

Ordu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Hacı Tunahan GEZER tarafından hazırlanan ve Doç. Dr. Hasan SÖZEN danışmanlığında yürütülen “Miyofibril ve Sarkoplazmik Hipertrofi Antrenmanlarının Kas Hipertrofisi ve Kuvveti Üzerine Etkisi” adlı bu tez, jürimiz tarafından 12 / 02 / 2024 tarihinde oybirliği ile Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı Beden Eğitimi ve Spor Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Hasan SÖZEN

Başkan : Doç. Dr. Özgür DİNÇER İmza.....
Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı
Ordu Üniversitesi

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Hasan SÖZEN İmza.....
Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı
Ordu Üniversitesi

Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Asiye Hande BAŞKAN İmza.....
(Giresun Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı)

ONAY

... / ... / 20... tarihinde enstitüye teslim edilen bu tezin kabulü, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../20... tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

...../...../20.....

Prof. Dr. Dilek KÜÇÜK ALEMDAR
Enstitü Müdürü V.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

İmza

Hacı Tunahan GEZER

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitim sürecinde değerli akademik bilgisini benimle paylaşan, bu süreçte bana yol gösteren, desteğini her zaman hissettiğim değerli hocam, tez danışmanım Doç. Dr. Hasan SÖZEN'e ve ikinci tez danışmanım Doç. Dr. Ali ASLAN'a

Yüksek lisans eğitim sürecim boyunca alınan ölçümlerde bana yardımcı olan Doç. Dr. Hilal ALTAŞ'a

Araştırmaya gönüllü olarak katılan ve bu çalışmanın yürütülmesinde katkı sağlayan Look Fit üyelerine,

Araştırma süreci boyunca benimle tüm bilgi, deneyim ve kaynaklarını paylaşan değerli fitness uzmanı ve yazar Yusuf SÜRER'e ve Ebubekir ÇİFTÇİ'ye

Desteğini hiç üzerimden esirgemeyen ve her koşulda yanımda olan sevgili eşim Cansu GEZER'e, sevgili arkadaşım Arş. Gör. Dr. Emine KOÇYİĞİT'e ve İlkay ATEŞ'e

Yüksek lisans eğitim süreci boyunca birçok paylaşımımız olan sınıf arkadaşlarım ve okulumuz personellerine teşekkürlerimi sunarım.

Hacı Tunahan GEZER

ÖZET

MİYOFİBRİL VE SARKOPLAZMİK HİPERTROFİ ANTRENMANLARININ KAS HİPERTROFİSİ VE KUVVETİ ÜZERİNE ETKİSİ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, miyofibril ve sarkoplazmik hipertrofi antrenmanlarının kas hipertrofisi, kuvveti ve seçilmiş antropometrik özelliklerin üzerine etkilerinin incelenmesidir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya 20-35 yaş arası toplam 30 sağlıklı erkek gönüllü katılmıştır. Çalışmaya katılan bireyler bilgisayar ortamında rasgele 15 miyofibril (yaş: 25,13 ±5,56 (yıl), ağırlık: 83,95 ±13,18 (kg), boy: 178,10 ±7,42 (cm), VKİ: 26,42 ±3,58 (kg/m²)) ve 15 sarkoplazmik (yaş: 25,41 ±5,90 (yıl), ağırlık: 83,91 ±14,31 (kg), boy: 177,37 ±7,56 (cm), VKİ: 26,61 ±3,82 (kg/m²)) hipertrofi antrenman grupları olarak atanmıştır. Çalışma sekiz haftalık miyofibril ve sarkoplazmik antrenmanın etkilerini görebilmek için ön test- son test desenine göre tasarlanmıştır. Antropometrik ölçümler boy (m), ağırlık (kg), VKİ (kg/m²) ile omuz, göğüs, bel ve baskın taraf üst kol ve uyluk bölgesi çevre (cm) ölçümlerini içermektedir. Pectoralis majör (PM), latissimus dorsi (LD) ve quadriciceps femoris (QF) kas görüntüleme ölçümleri Ordu Üniversitesi Dahili Tıp Bilimleri Bölümü Radyoloji Anabilim Dalında uzman hekim tarafından ultrasonografi cihazıyla değerlendirilmiştir. Kuvvet ölçümleri için bench press, squat ve deadlift 1 RM ölçümleri antrenman öncesinde ve antrenman sonrasında alınmıştır.

Bulgular: Miyofibril ve sarkoplazmik hipertrofi antrenman gruplarının baskın taraf PM, LD kaslarının ön test-son test ultrason verisi fark ortalamaları istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Miyofibril ve sarkoplazmik hipertrofi antrenman gruplarının baskın olmayan taraf PM, LD kaslarının ön test-son test ultrason verisi fark ortalamaları istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Miyofibril antrenman grubunun bench press, squat ve deadlift kuvvet değerleri ön test- son test ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Sarkoplazmik antrenman grubunun bench press ve deadlift kuvvet değerleri ön test- son test ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Miyofibril ve sarkoplazmik hipertrofi antrenman gruplarının bench press, squat ve deadlift ön test-son test kuvvet verisi fark ortalamaları istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur.

Sonuç: Çalışmamızın sonucunda miyofibril hipertrofi antrenmanı kas ultrasonografi görüntülerine göre sarkoplazmik antrenman grubuna göre daha fazla hipertrofi sağladığı bulunmuştur. Bu sonuçla çevre ölçümlerinde 6 haftalık antrenman sonunda fark olmasa bile kas inşasında hipertrofi görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Hipertrofi, Antrenman, Miyofibril antrenman, Sarkoplazmik antrenman, Kuvvet antrenmanı.

ABSTRACT

THE EFFECT OF MYOFIBRYL AND SARCOPLASMIC HYPERTROPHY TRAINING ON MUSCLE HYPERTROPHY AND STRENGTH

Objective: The aim of this study was to investigate the effects of myofibril and sarcoplasmic hypertrophy training on muscle hypertrophy, strength and selected anthropometric characteristics.

Materials and Methods: A total of 30 healthy male volunteers aged 20-35 years participated in the study. Participants were randomly assigned to 15 myofibrillar (age: 25.13 ± 5.56 (years), weight: 83.95 ± 13.18 (kg), height: 178.10 ± 7.42 (cm), BMI: 26.42 ± 3.58 (kg/m^2)) and 15 sarcoplasmic (age: 25.41 ± 5.90 (years), weight: 83.91 ± 14.31 (kg), height: 177.37 ± 7.56 (cm), BMI: 26.61 ± 3.82 (kg/m^2)) were assigned as hypertrophy training groups. The study was designed according to a pretest-posttest design to see the effects of eight weeks of myofibril and sarcoplasmic training. Anthropometric measurements included height (m), weight (kg), BMI (kg/m^2) and circumference (cm) of the shoulder, chest, waist and dominant side upper arm and thigh. Pectoralis major (PM), latissimus dorsi (LD) and quadriceps femoris (QF) muscle imaging measurements were evaluated by an expert physician at Ordu University, Department of Internal Medicine, Department of Radiology using an ultrasonography device. For strength measurements, bench press, squat, and deadlift 1 RM measurements were taken before and after training.

Results: There was a statistically significant difference between the mean pretest-posttest ultrasound data of the dominant side PM, LD muscles of the myofibrillar and sarcoplasmic hypertrophy training groups. There was a statistically significant difference between the pre-test and post-test ultrasound data of the non-dominant side PM, LD muscles of the myofibril and sarcoplasmic hypertrophy training groups. A statistically significant difference was found in the pre-test-post-test means of bench press, squat, and deadlift strength values of the myofibril training group. A statistically significant difference was found in the bench press and deadlift strength values of the sarcoplasmic training group in the pre-test and post-test averages. There was a statistically significant difference in the mean difference of bench press, squat and deadlift pretest-posttest strength data of myofibril and sarcoplasmic hypertrophy training groups.

Conclusion: As a result of our study, myofibril hypertrophy training provided more hypertrophy than the sarcoplasmic training group according to muscle ultrasonography images. With this result, hypertrophy in muscle building was observed even if there was no difference in circumference measurements at the end of 6 weeks of training.

Keywords: Hypertrophy, Training, Myofibril training, Sarcoplasmic training, Strength training.

İÇİNDEKİLER

KAPAK	
ONAY	
TEZ BİLDİRİMİ	I
TEŞEKKÜR	II
ÖZET	III
ABSTRACT	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	X
EKLER	XI
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kuvvet	3
2.1.1. Kuvvet Türleri	3
2.1.2. Genel Kuvvet.....	4
2.1.3. Özel Kuvvet.....	4
2.1.4. Kuvvet Sınıflandırması.....	5
2.1.5. Maksimal Kuvvet.....	5
2.1.6. Çabuk Kuvvet	7
2.1.7. Kuvvette Devamlılık.....	7
2.2. Kuvvet Antrenman Metotları	8
2.3. Kuvvet Antrenmanlarının Etkileri.....	9
2.3.1. Kas Kuvveti	10
2.3.2. Statik Kuvvet	11
2.3.3. Dinamik Kuvvet.....	12
2.4. Ağırlık Çalışması.....	12
2.4.1. Ağırlık Antrenmanı Yöntemleri	13
2.4.1.1. Süper Set.....	13
2.4.1.2. Compound Set	13
2.4.1.3. Triset Antrenman Yöntemi.....	13
2.4.1.4. Giant Set	13

2.4.1.5. Piramit Set	14
2.4.1.6. Drop Set	14
2.5. Direnç Antrenmanlarının Temel Bileşenleri	14
2.5.1. Hacim.....	14
2.5.2. Sıklık.....	15
2.5.3. Yük	16
2.5.4. Egzersiz seçimi ve sıralaması	17
2.5.5. Kasılma tipi.....	18
2.5.6. Dinlenme süresi	18
2.6. Kas Hipertrofisi	18
2.6.1. Kas Hipertrofisi Çeşitleri.....	20
2.6.1.1. Paralel ve Serial Hipertrofi	20
2.6.1.2. Sarkoplazmik Hipertrofi	21
2.7. Kas Hipertrofisinin Değerlendirilmesi	23
2.8. Kas Hipertrofisi ve Uydu Hücreler	25
2.9. Kas Hipertrofisi ve Endokrin Sistem.....	26
2.10.1. Hipertrofi Antrenmanı Yüğü.....	27
2.10.2. Hipertrofi Antrenman Hacmi	28
2.10.3. Hipertrofi Antrenman Frekansı	28
2.11. Hormonların Kas Hipertrofisine Etkileri.....	29
2.11.1 Büyüme (Growth) Hormonu	30
3. MATERYAL VE METOT	31
3.1. Araştırma Grubu.....	31
3.4. İstatistiksel Analiz	35
4. BULGULAR.....	37
5. TARTIŞMA.....	46
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	55
KAYNAKÇA	56
EKLER.....	70
EK 1: Tez Önerisi /Enstitü Yönetim Kurulu Kararı	70
EK 2: Klinik Etik Kurul Araştırma İzni	71
ÖZGEÇMİŞ.....	72

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 2. 1. Başlıca Anabolik Hormonlar ve Etkileri	29
Tablo 3. 1. Araştırma İş Tanımı ve Takvimi	31
Tablo 3. 2. Miyofibril Hipertrofi Bacak Antrenman Programı	34
Tablo 3. 3. Miyofibril Hipertrofi İtiş Antrenman Programı	34
Tablo 3. 4. Miyofibril Hipertrofi Çekiş Antrenman Programı	34
Tablo 3. 5. Sarkoplazmik Hipertrofi Bacak Antrenman Programı.....	35
Tablo 3. 6. Sarkoplazmik Hipertrofi İtiş Antrenman Programı	35
Tablo 3. 7. Sarkoplazmik Hipertrofi Çekiş Antrenman Programı.....	35
Tablo 4. 1. Bütün Katılımcıların Baskın Taraf PM, LD ve QF Kaslarının Ön test-Son test Ultrason Veri Ortalamalarının Karşılaştırması.....	37
Tablo 4. 2. Bütün Katılımcıların Baskın Olmayan Taraf PM, LD ve QF Kaslarının Ön test-Son test Ultrason Veri Ortalamalarının Karşılaştırması.....	37
Tablo 4. 3. Bütün Katılımcıların Omuz, Göğüs, Üst Kol, Bel ve Uyluk Bölgesi Ön test-Son test Çevre Ortalamalarının Karşılaştırması	38
Tablo 4. 4. Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Baskın Taraf PM, LD ve QF Kaslarının Ön test Ultrason Veri Ortalamalarının Karşılaştırması.....	38
Tablo 4. 5. Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Baskın Olmayan Taraf PM, LD ve QF Kaslarının Ön test Ultrason Veri Ortalamalarının Karşılaştırması.....	39
Tablo 4. 6. Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Omuz, Göğüs, Üst Kol, Bel ve Uyluk Bölgesi Ön test Çevre Ortalamalarının Karşılaştırması	39
Tablo 4. 7. Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Baskın Taraf PM, LD ve QF Kaslarının Son test Ultrason Veri Ortalamalarının Karşılaştırması.....	40

Tablo 4. 8. Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Baskın Olmayan Taraf PM, LD ve QF Kaslarının Son test Ultrason Veri Ortalamalarının Karşılaştırması.....	40
Tablo 4. 9. Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Omuz, Göğüs, Üst Kol, Bel ve Uyluk Bölgesi Son test Çevre Ortalamalarının Karşılaştırması.....	41
Tablo 4. 10. Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Baskın Taraf PM, LD ve QF Kaslarının Ön test- Son test Ultrason Verisi Fark Ortalamalarının Karşılaştırması	42
Tablo 4. 11. Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Baskın Olmayan Taraf PM, LD ve QF Kaslarının Ön test- Son test Ultrason Verisi Fark Ortalamalarının Karşılaştırması	42
Tablo 4. 12. Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Omuz, Göğüs, Üst Kol, Bel ve Uyluk Bölgesi Ön test- Son test Çevre Fark Ortalamalarının Karşılaştırması.....	43
Tablo 4. 13. Miyofibril Antrenman Grubunun Bench Press, Squat ve Deadlift Kuvvet Ön test-Son test Değerleri Ortalamalarının Karşılaştırması.....	45
Tablo 4. 14. Sarkoplazmik Antrenman Grubunun Bench Press, Squat ve Deadlift Kuvvet Ön test-Son test Değerleri Ortalamalarının Karşılaştırması.....	45
Tablo 4. 15. Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Bench Press, Squat ve Deadlift Ön test- Son test Kuvvet Fark Ortalamalarının Karşılaştırması.....	46

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1: Kas Hipertrofisi Çeşitleri.....	20
Şekil 2. 2. Paralel ve Serial Hipertrofi	21
Şekil 2. 3. Sarkoplazmik Hipertrofi	21
Şekil 2. 4. Uydur hücreler ile kas yapısı. https://www.istockphoto.com	26
Şekil 3. 1. PM kasının örnek ultrasonografi görüntüsü.....	33

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

kg	: Kilogram
cm	: Santimetre
VKİ	: Vücut Kitle İndeksi
m	: Metre
PM	: Pectoralis Major
LD	: Latissimus Dorsi
QF	: Quadriceps Femoris
RM	: Repeat Maximum
J	: Joule
s	: Saniye
ST	: Slow Twitch
FT	: Fast Twitch
MR	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
UH	: Uydu Hücreleri
DE	: Direnç Egzersizleri
T	: Testosteron
GH	: Growth Hormone
IGF	: Insulin like Growth Factor

EKLER

Ek No		Sayfa No
Ek 1.	Tez Önerisi Yönetim Kurulu Kararı	70
Ek 2.	Etik Kurul Kararı	71

1. GİRİŞ

Egzersizin tarihi oldukça eskiye dayanır. İnsanlar, tarih boyunca fiziksel aktiviteleri ve bedensel hareketleri günlük yaşamlarının bir parçası olarak benimsemişlerdir. Zaman içinde egzersiz insanların fiziksel sağlıklarını koruma, performanslarını geliştirme ve yaşam kalitelerini artırma çabalarıyla şekillenmiştir. Egzersiz, insanlık tarihinin bir parçası olmuş ve sürekli olarak değişen bir etkinlik olarak evrilmeye devam etmektedir.

Egzersiz, kuvveti artırmak için kas liflerine mikro hasarlar vererek ve bu kasların onarılması ve büyümesi (hipertrofi) sürecini başlatmasına etki eder. Hipertrofi ve kuvvet arasında olumlu yönde bir ilişki vardır. Yağsız vücut kütlelerini artırma arayışı, ağırlık antrenmanı yapanlar tarafından yaygın olarak takip edilmektedir. Kas kesit alanı ile kas gücü arasındaki güçlü korelasyon göz önüne alındığında, kas kütlelerini artırmak güç ve kuvvet sporlarıyla uğraşan sporcuların birincil hedefidir. Kas kütleleri, yarışmacıların kas gelişimlerinin hem miktarına hem de kalitesine göre değerlendirildiği vücut geliştirme sporu için de hayati önem taşımaktadır. Daha genel bir düzeyde, kas hipertrofisi, fiziklerini sonuna kadar geliştirmek isteyen birçok rekreasyonel sporcular tarafından da takip edilmektedir. Bu nedenle, kas kütlelerinin en üst düzeye çıkarılması, spor ve sağlıkla ilişkili çeşitli popülasyonlar üzerinde geniş kapsamlı etkilere sahiptir.

Kas hipertrofisi çok çeşitli direnç antrenmanı programlarıyla elde edilebilse de antrenmanın özgüllük ilkesi bazı rutinlerin diğerlerinden daha fazla hipertrofiyi teşvik edeceğini belirtir. Bununla birlikte, bu hedefe ulaşmak için en iyi yaklaşım konusunda araştırmalar eksiktir. Vücut geliştiriciler genellikle yüksek miktarda metabolik strese neden olan orta dereceli yüklerle ve oldukça kısa dinlenme aralıklarıyla antrenman yaparlar. Öte yandan, powerlifterlar rutin olarak yüksek yoğunluklu yüklerle ve setler arasında uzun dinlenme süreleriyle antrenman yaparlar. Her iki grubun da etkileyici kas yapısı sergilediği bilinse de hipertrofik kazanımları en üst düzeye çıkarmak için hangi yöntemin en iyisi olduğu veya diğer antrenman yöntemlerinin belki de daha üstün olup olmadığı net değildir.

İskelet kası lifleri, sarkoplazma olarak adlandırılan sulu bir ortamda asılı duran çoğunlukla miyofibriller içeren çok çekirdekli hücrelerdir. Literatür incelendiğinde,

sarkoplazmik hipertrofinin veya sarkoplazmanın miyofibril protein birikimine göre orantısız bir şekilde genişlemesinin, direnç antrenmanı sırasında kas lifi veya doku büyümesi ile çakıştığını göstermektedir. Ayrıca, miyofibril proteininin lif veya doku büyümesi ile orantılı olarak birikmesi veya lif veya doku büyümesinden önce miyofibril proteininin birikmesi dahil olmak üzere direnç antrenmanı dönemlerinde meydana gelen diğer hipertrofi modlarını destekleyen kanıtlar da vardır. Bu hipertrofi modlarını araştırmak için kullanılan yöntemler tartışılmaktadır.

Güncel hipertrofik antrenmanları incelediğimizde sarkoplazmik ve miyofibriller hipertrofi antrenmanları dikkat çekmektedir. Sarkoplazmik hipertrofi, genellikle yüksek tekrarlı egzersizlerle, düşük ağırlıklarla yapılan antrenmanlarla ilişkilendirilir. Miyofibriller hipertrofi ise genellikle daha yüksek ağırlıklarla yapılan düşük tekrarlı kuvvet antrenmanlarıyla ilişkilendirilir. Her iki hipertrofi de kasın gücünü artırabilir ve daha büyük kas kütlesi oluşturabilir.

Bu kapsam doğrultusunda, çalışmanın amacı hipertrofi türü olan sarkoplazmik ve miyofibriller hipertrofi antrenmanlarının kasın antropometri, görüntüleme ve kuvvet bileşenleri üzerine etkilerinin incelenmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kuvvet

Kuvvet, spor performansında kritik bir rol oynayan motor kabiliyetlerden biridir. Bu kabiliyet, sporcuların kassal etkinlikle dış dirençleri yenmesini, kütleyi hareket ettirmesini (kendi vücut ağırlığı veya bir spor aracı gibi) ve bu dirence karşı kasılarak cevap vermesini içerir. Kısacası, kuvvet, maksimum kasılma gücünü üreterek dış dirençlere karşı etkili bir şekilde hareket etme yeteneğini ifade eder. Uygulama veya uygun yöntemin seçimi, zaman dilimine, amaçlara, yaşa ve sporcu için taşıyabileceği yük miktarına göre değişebilir. (Akarsu, 2009; Aktaş, 2010; Weineck, 2011) Kuvvet, bir cismin hareketini ya da durumunu değiştiren faktörlerden biridir ve bu değişimi cismin kütlesi ile ivme çarpanları belirler. (Hamzaoğulları, 2009)

Kuvvet, bir cismin hareket ettirilmesi veya duruşunu değiştirmesi için gereklidir. Bu kuvvet hareket ettirilen cismin hızını artırabilir veya sabit tutabilir. Kuvvetin büyüklüğü, hareket ettirilen cismin hızındaki değişiklik üzerinde belirleyici bir faktördür. Özellikle hızın kısa sürede arttırılması, kuvvetle kütle arasındaki ilişkiyi vurgular. Kas hipertrofisi, kas kuvvetindeki artışla ilişkilidir ve bu durumda vücut ağırlığı ve yağsız vücut ağırlığında bir artış gözlemlenebilir. Ancak, ideal durumda, güç artışı sağlanırken vücut ağırlığının sabit kalması veya azalması tercih edilir. Bu durum, hareket ettirilmesi gereken kütlenin azalmasıyla birlikte ekonomik bir avantaj sağlar ve performansı artırabilir (Şentürk ve ark., 2010).

2.1.1. Kuvvet Türleri

Kuvvet karmaşık bir özellik olduğundan, bilim insanları bu konuyu ele alırken farklı yaklaşımlar benimsemişlerdir. Kuvvetin özellikleri, uzmanlaşma, çalışma şekli, kas kasılma tipleri, miktarı ve karşılaşılan direnç gibi farklı sınıflandırmalarla açıklanmıştır. Bu farklı sınıflandırmalar, kuvvetin çeşitli yönlerini ve özelliklerini daha iyi anlamak ve tanımlamak için kullanılmıştır (Muratlı ve ark., 2007).

2.1.2. Genel Kuvvet

Tüm kas gruplarının katılımıyla gerçekleşen, spesifik bir spor türüne bağlı olmayan ve farklı hareketlerde (bükme, uzatma, yan hareketler) tüm kas gruplarının ürettiği kuvvet, genel olarak "fonksiyonel kuvvet" olarak ifade edilir. Bu kavram, çok yönlüdür ve vücudun farklı bölgelerindeki kas gruplarının iş birliğiyle oluşan, genel ve kullanışlı kuvveti tanımlar. Bu kuvvet, spesifik bir spor disiplinine özgü olmayıp, günlük aktivitelerden performans sporlarına kadar birçok alanda önemlidir. (Aktaş, 2010; Dündar, 2003; Muratlı ve ark., 2007; Saygı, 2010) Genel kuvvet, bir kuvvet programının temeli olarak kabul edildiği için, yeni başlayan sporcuların ilk birkaç yılı veya hazırlık döneminde özellikle dikkatle geliştirilmesi gereken bir özelliktir. Zira düşük genel kuvvet seviyeleri, sporcunun tüm gelişimini kısıtlayan bir faktör olabilir. Bu sebeple, antrenörler genellikle sporcuların ilk beş yıl veya antrenman süresi boyunca genel kuvvete odaklanırlar. Bu dönemde genel kuvvetin sağlam temeller üzerine inşa edilmesi, sporcuların daha ileri seviyelere yükselmesi için önemli bir adımdır. (Bompa, 2007; Bompa ve Haff, 2009)

2.1.3. Özel Kuvvet

Özel kuvvet, seçilen spor dalının hareketlerine özgü olarak geliştirilen ve en üst seviyeye taşınan bir kuvvet türüdür. Bu kuvvet, elit sporcular için hazırlık evresinin sonuna doğru aşamalı bir biçimde, diğer motorik özelliklerle birleştirilerek uygulanır. Sporun spesifik hareketlerine odaklanan özel kuvvet, sporcunun disiplin özelinde en etkili performansı elde etmesine yardımcı olur. Bu kuvvet türü, seçilen spor dalında gereken hareketlerin geliştirilmesi ve bu hareketlerin en verimli şekilde uygulanması için özel olarak tasarlanır ve uygulanır (Aktaş, 2010; Akarsu, 2008; Atılan, 2010; Bompa, 2007; Bompa ve Haff, 2009).

Sporcunun uygulama sırasında ürettiği diğer kuvvet türleri, salt kuvvet ve göreceli kuvvet olarak adlandırılır. Vücut kütlesi ne olursa olsun, bir sporcunun sporsal bir hareket sırasında ürettiği kuvvet, mutlak kuvvet olarak tanımlanır. Mutlak kuvvet, antrenmansız kişilerde istemli kas kasılmasıyla üretilen maksimum kuvvetin %30 ila %40'ının üzerinde olan bir kuvvettir. Aynı zamanda bu kuvvet, eksantrik kuvvet düzeyindedir; yani kasın uzunlamasına gerilerek kasılma sırasında ürettiği kuvveti ifade eder. Bu, sporcuların belirli bir sporsal hareket esnasında

ürettikleri ve kas kütesine göre değişebilen kuvvetin bir ölçüsüdür. (Muratlı ve ark., 2007). Relatif kuvvet, bir sporcu tarafından kendi vücut ağırlığına karşı geliştirilebilen en büyük kuvvettir. Kas kuvveti ile vücut ağırlığı arasındaki karşılaştırmalarda relatif kuvvet kavramı önemli bir ölçüdür. Bu kavram, sporcunun mevcut kilosunda maksimum kuvvetin elde edilmesine odaklanır. Relatif kuvvet, bir kilogramın karşılığı büyüklüğündeki kuvveti ifade eder. Yani, sporcunun vücut ağırlığına göre üretebildiği maksimum kuvvetin ölçümüne dayalıdır ve sporcunun kendi bedenine göre ne kadar güçlü olduğunu gösterir. (Aktaş, 2010; Muratlı ve ark., 2007)

2.1.4. Kuvvet Sınıflandırması

Antrenmanın öne çıkan özelliğine göre, yüklenme doruk noktasına ulaştığında antrenmanın ya kuvvet ya da dayanıklılık odaklı olduğu anlaşılır. Doruk düzeye ulaşan yüklenme kuvvet odaklıysa, antrenman kuvvet antrenmanıdır. Eğer doruk düzey tekrar sayısı, mesafe ya da süre odaklı ise, antrenmanın dayanıklılık antrenmanı olduğu anlaşılır. Her antrenmanın belirgin bir özelliği olduğundan, yüklenme düzeyinin bu özelliklerle ilişkilendirilmesi antrenmanın amacını netleştirir (Bompa, 2007). Kuvvet, yaşla birlikte boy, kilo, iskelet yapısındaki oranlar ve kas kütesindeki artışa bağlı olarak artış gösterebilir. Kuvvet geliştirici antrenmanlar, kasılma hızını ve gücünü artırabilir. Clarke'a göre yapılan araştırmalar, izometrik ve izotonik kuvvet antrenmanlarının spor performansını ve motor yetenekleri geliştirebileceğini göstermektedir. Ancak bazı çalışmalar, izometrik ve izotonik kuvvet antrenmanlarının aşırı yüklenme prensibine göre uygulanmasının yeterli gelişimi sağlamadığını ortaya koymaktadır. Genellikle kısa süreli basit statik kasılma egzersizleri ve izotonik egzersizler, kuvvet ve motor gelişiminde etkili olmamıştır. Bu araştırmalar ayrıca, hareket hızının kuvvet gelişiminde önemli olduğunu ve egzersizlerin spesifik spor branşlarına özgü olmasının gerektiğini göstermiştir (Fox ve ark., 2011).

2.1.5. Maksimal Kuvvet

Maksimal kuvvet, sporcunun isteyerek kaldırabileceği en yüksek yükü, mümkün olan en yavaş kasılma hızıyla ortaya çıkardığı durumu ifade eder. Bu tür bir antrenmanda, egzersizi gerçekleştiren kasların tüm sinir-kas birimleri veya motor

üniteleri aktive olmalıdır. Bu, kuvvetin en üst düzeyde ortaya çıkması ve kasın maksimum kuvvet kapasitesinin test edilmesi için gereklidir (Bompa, 2007). Kuvvet, güç üretiminin bir becerisi olarak tanımlanır. Bu sebeple kuvvet, sıfırdan maksimum güç üretimine yükselmek ve en büyük potansiyel güce sahip olma yeteneğidir. Maksimum kuvvet, güç çıktılarını etkileyen temel bir niteliktir. Yani, güç üretiminin temelini oluşturan en yüksek seviyedeki kuvvet kapasitesidir (Stone ve ark., 2004). Maksimal kuvvet antrenmanlarında genellikle düşük tekrar sayısı (iki-dört), yüksek yüklenme şiddeti (%80-90), istasyonlar arası dinlenme sürelerinin yaklaşık iki dakika ve setler arası dinlenme sürelerinin ise üç ile beş dakika arasında olması tercih edilir. Bu tip antrenmanlarda odak, maksimum kuvvetin geliştirilmesine yönelik olduğu için, yüksek yoğunluklu, düşük tekrarlı ve uzun dinlenme sürelerini içeren bir yaklaşım benimsenir. Bu şekilde kasın maksimum kuvvet kapasitesinin artırılması amaçlanır (Weineck, 2011).

Maksimal kas kuvvetini geliştirmek için birçok yöntem mevcuttur. Statik, izokinetik veya elektriksel uyarım gibi teknikler de kullanılarak bu kuvvet geliştirilebilir ancak en yaygın ve etkili yöntem, serbest ağırlıklar ve benzeri ekipmanlarla yapılan çalışmalardır. Maksimal izometrik (statik) yöntem, kas içi koordinasyonun geliştirilmesine odaklanarak maksimal kuvvetin artırılmasına yardımcı olabilir. Bu yöntemde genellikle 4-6 saniye süren kasılmalar yapılır ve bu özellikle yüksek motivasyona sahip, üst düzey veya iyi bir genel kuvvet seviyesine sahip sporcular için uygun bir seçenektir (Weineck, 2011).

Hittinger ve Muller (1953) ile Hittinger (1966), statik kasılmaların maksimal kuvvet gelişimindeki rolünü bilimsel olarak kanıtlamıştır. Ancak, bu yöntem zamanla güncelliğini yitirmiştir. Sporunun maksimal kuvvetinin %70 – %100'ünün kullanıldığı, iyi gelişmiş sporcuların antrenmanlarında, kasılma süresinin 6 – 12 saniye olduğu (her kas grubu için toplam antrenman süresinin 60 – 90 saniye olduğu) antrenmanlarda, dinlenme arasında bu egzersizlerin dolaşım ve oksijen kaynağını sınırlayabileceği için, gevşeme ve nefes alma egzersizlerinin yapılmasının etkili olabileceği düşünülmektedir. Bu metodoloji günümüzde artık yaygın olarak tercih edilmemektedir (Bompa, 2007). Antrenmanlara başladıktan ilk iki hafta içinde bireyin kuvvetinde %10'luk bir artış gözlemlenebilir. Bu dönem, antrenmanlara yeni

başlayan kişilerde gözle görülür bir başlangıç gelişimi olarak kabul edilebilir (Hakkinen, 1985).

2.1.6. Çabuk Kuvvet

Kasların en kısa sürede ve yüksek hızda kasılmasıyla üretilen kuvvet, bir birim zamanda en sık yenen kuvveti ifade eder. Bu, sinir-kas sisteminin hızlı ve yüksek hızda kasılmasıyla oluşan bir kuvvettir. Bu tip kuvvet, daha ekonomik ve etkili bir eksantrik evrenin oluşmasını sağlar. Özellikle atma, atlama, vurma ve hızlı yön değiştirmeyi gerektiren spor dallarında, çabuk kuvvet performansın belirleyicisidir. Bu tür sporlarda çabuk kuvvet, performansın temelini oluşturur (Bompa, 2007; Bompa, 2013; Hamzaoğulları, 2009; Muratlı ve ark., 2007; Parpucu, 2009; Saygı, 2010; Şahin, 2008; Weineck, 2011). Belçikalı Molette'nin geliştirdiği yöntem, serbest ağırlıklarla yapılan antrenmanlara benzer bir yaklaşımı içerir. Bu yöntemde, haltercilerin antrenmanlarına benzer çalışmaların yanı sıra sağlık topları, aletsiz cimnastik ve yerde yapılan esneklik egzersizleri de çabuk kuvvet geliştirmek için kullanılır. Bu yöntemde farklı ekipmanlar ve egzersizler bir arada kullanılarak çabuk kuvvetin geliştirilmesi amaçlanmaktadır (Bompa,2007). Araştırmalar, çalışmalarda 4 ila 10 tekrar arasında, 15 saniye yüklenme ve 15 saniye dinlenme aralığının uygun olduğunu belirtmektedir. Bu yüklenme yönteminin olumlu tarafı, maksimal oksijen tüketiminin en yüksek seviyeye ulaşmasını sağlamakla birlikte şiddet düşüşü olmamasıdır. Bu aralıkların kullanılmasıyla maksimal performansın korunarak, yüksek oksijen tüketimi elde edilebilir (Weineck, 2011).

Çabuk kuvvet antrenman programları genellikle yıl boyunca benzer yüklenme seviyeleri ve tekrar sayılarıyla bir düzeyi korur. Bu programlar, sporcuların sağlam bir temele sahip olduğu durumlarda, balistik alıştırmaları, düşük yüksekliklerden yapılan hızlı ve patlayıcı hareketler içerebilir. Balistik alıştırmalar, çabuk kuvvetin geliştirilmesine yardımcı olabilir ve özellikle sağlam bir altyapıya sahip sporcularda etkili olabilir (Bompa, 2013).

2.1.7. Kuvvette Devamlılık

Yüksek dayanıklılık, uzun süre boyunca sürekli kuvvet gerektiren çalışmalarda organizmanın yorulmaya karşı gösterdiği direnç yeteneğidir. Bu, vücudun uzun süreli

kuvvet gerektiren aktivitelerde dayanıklılığını sürdürme yeteneği olarak açıklanabilir (Muratlı ve ark., 2007; Parpucu, 2009). Dinamik direnç çalışmalarının temel hedeflerinden biri, istemli olarak düşük hareket hızıyla kas hipertrofinin artırılmasına odaklanmaktadır. Bu yöntemler, düzenli ve kontrol edilen hareket hızlarıyla kas büyümesini hedefler (Hamzaoğulları, 2009). Kuvvetin devamlılığı, uzun bir zaman diliminde önemli bir direncin aşıldığı durumlarda performansı belirler. Bu yetenek, yüksek seviyede kuvvetin uygulanmasının yanı sıra her türlü engel veya zorluğa karşı da uygulanabilme kapasitesini içerir (Bompa, 2007; Saygı, 2010).

2.2. Kuvvet Antrenman Metotları

Kuvvet, kas-motor yetilerinden en önemlilerinden biridir ve sporcuların antrenmanında büyük bir rol oynar (Bompa, 2007). Bu özellik, iç ve dış dirençlere karşı başarıyla mücadele edilerek geliştirilebilir. Kuvvet kazanma ve meydana getirme yeteneği, iskelet kaslarına yapılan yüklenme yoğunluğuna, süresine, sıklığına ve yeterli dinlenmeye bağlı olarak şekillenir.

Kassal kuvveti arttırmak için kuvvet antrenmanları kademeli ağırlık antrenmanlarıyla gerçekleştirilebilir. Bu programlar, sporcunun branşının gereken özelliklerine uygunluğu ve enerji sistemleri ile hareket modellerini içermelidir. Aynı zamanda, sporcunun çalıştığı özel kas gruplarına odaklanmalıdır.

Kuvvet Antrenmanları Programının Özellikleri:

• **Uygunluk:** Kuvvet antrenmanları programı, sporcunun branşının ihtiyaçlarına uygun olmalıdır.

• **Enerji Sistemleri:** Program, sporcunun enerji sistemlerini doğru bir şekilde hedeflemeli ve geliştirmelidir.

• **Hareket Modelleri:** Antrenmanlar, sporcunun ihtiyaç duyduğu hareket modellerini içermeli ve bu modellere uygun kas gruplarını hedeflemelidir.

Bu özelliklere dikkat edilen kuvvet antrenmanları, sporcuların istedikleri güç, dayanıklılık ve performansı elde etmelerine yardımcı olabilir.

Bu çalışmaların temel amacı, kas gruplarının normal standartlarda uygulanan kuvvet ve direncin ötesine geçmelerini sağlamaktır (Şahin, 2008). Bu bağlamda, kuvvet ve dirençte daha yüksek seviyelere ulaşmak için kasa baskı yüksekliğinin, tekrar sayısının veya seri sayısının değiştirilmesi önemlidir. Bu değişiklikler, maksimal kuvvet, çabuk kuvvet ve kuvvette devamlılık kuvvetinin gelişimini destekler (Weineck, 2011). Yüksek yoğunluklu ve tekrar sayıları az olan hareketler akışkandır ve seri sayısı fazladır. Set aralarında dinlenme süreleri 1-2 dakikadır.

Kombine Maksimal Kuvvet Antrenman Metodu: Bu antrenman metoduna göre kas gelişimini destekleyen maksimal kuvvet antrenmanı ile intramüsküler (kas içi) koordinasyon kuvvet antrenmanı kombine edilir. Öncelikle kas gelişimini destekleyen maksimal kuvvet antrenman yöntemi ile başlayıp sonrasında intramüsküler koordinasyon antrenman metoduna geçilir. Antrenman metodu olarak piramidal metot tercih edilir (Şahin, 2008). Birçok çalışmada maksimal kuvvetle gerçekleştirilen farklı antrenman metotlarının etkileri tanımlanmıştır. Ayrıca yoğunluğu ve ağırlığı yüksek dayanıklılık antrenmanlarında maksimal izometrik kuvvetin yanı sıra 1 maksimal tekrarı (1RM) arttırdığı da bilinmektedir (Bostan, 2022).

2.3. Kuvvet Antrenmanlarının Etkileri

Kuvvete ilişkin antrenmanlardan son dönemlerde yoğun bir biçimde faydalanılmaktadır. Bireylerin sportif performanslarını arttırmanın da akabinde kuvvet antrenmanları bazı rahatsızlıkların sonlandırılmasında ve tedavi edilmesinde kullanıldığı görülmektedir. Etkili bir biçimde daha yararlı ve güven veren antrenmanlar, antrenman çeşitliliği arasındaki etkileşimi kavramada önem taşımaktadır. Değindiğimiz bu etkenler kas aktivasyonunun hızı, egzersizin özelliği, setler arası dinlenmeler, set sayısı ve antrenman yoğunluğunu kapsamaktadır (Salles, 2009). Amaca yönelik gerçekleştirilen antrenmanların desteği ile kuvvet artışı sağlanabilir. Mevcut değerlerin üstünde bir dirence karşı kuvvet gerçekleştiren düzenli kasılmalar ile kas kuvveti artış sağlar. Hızlı artış için iskelet kası düzenli aralıklar ile ağır bir dirence karşı koyacak biri biçimde kasılmalı, kuvvet azaldıkça direnç arttırılmalıdır (Bostan, 2022). Bu kapsam doğrultusunda gerçekleştirilen bir araştırmada kuvvet gelişimi artan direnç egzersizleri grubunda %29,82 iken genel

maksimal kuvvet antrenman grubunda ise %21,57 olarak bulunmuştur (Yüceloğlu, 2009). Bunun yanı sıra, kas kütlelerinin ve kuvvetinin büyümesiyle alakalı gerçekleştirilen egzersizlerde amaç maksimal kuvvetin geliştirilmesine dönükse kas liflerinin enine kesitinde artış meydana gelmektedir. Bu durum kuvvet ve hipertrofinin artmasına sebep olan sinirsel ve morfolojik uyumu gerçekleştirilebilmektedir (Hansen ve ark., 2001) Kuvvet antrenmanlarında, kısa bir zamanda kasların gelişimi gerçekleşmiş olmasıyla birlikte, antrenmanlara ara verildiği anda veya çalışma sonlandırıldığı zaman kazanılan kas ve kuvvet gelişimi kısa bir süre sonra kaybolur. Dolayısıyla kuvvet gelişimine dönük egzersizler ne kadar uzun süreli olursa kas kuvveti ve kas hipertrofisi o ölçüde de korunabilir. Kuvvet antrenmanlarına son verildiği takdirde, artan kas kuvveti yaklaşık olarak 10 haftalık bir aranın sonunda yeniden başlangıç seviyesine döner (Dündar, 2003).

2.3.1. Kas Kuvveti

Kaslar, vücudumuzdaki eylemleri gerçekleştirmek ve sportif aktiviteleri yerine getirmek için kimyasal enerjiyi mekanik işe dönüştüren yapılar olarak temel bir rol oynar. Bu sayede kaslar, bedensel hareketleri sağlayan ve kuvvet oluşturan bir mekanizmadır. Kuvvet, kasların dinamik veya statik gerilim oluşturarak maksimum çabayı ortaya koyarak bedensel harekete etki etme yeteneğidir. (Parpucu, 2009). Kas kuvveti, kısa süreli güç çıktısının bir ölçüsü olarak ifade edilir. Bu genellikle kas mekanik gücünün, yani işin (J) zaman birimiyle (s) orantılı olarak ölçüldüğü bir metrik olarak tanımlanır (Ikemoto ve ark., 2007). Bu araştırmalar çeşitli yüklenme hızlarının bir araya getirildiği antrenman uygulamaları üzerine odaklanmaktadır. Bu çalışmalarda, orta, yavaş ve hızlı yüklenme hızları kullanılarak yapılan kombine antrenmanların tek bir yüklenme hızına kıyasla daha yüksek kas kuvveti oluşturduğu gözlemlenmiştir. Yavaş hareketler özellikle ST (yavaş kasılan) kas liflerini etkilerken, hızlı hareketler FT (hızlı kasılan) kas liflerini daha fazla çalıştırmıştır. Bu da farklı yüklenme hızlarının kas lifleri üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır (Weineck, 2011).

Kuvvetin izometrik (statik) veya izokinetik (dinamik) olarak uygulanabilir olması, kasılma tiplerinin, motor ünite aktivasyon oranının, aktivasyon derecesinin ve benzeri birçok faktörün etkisi altında olduğunu göstermektedir. Bu faktörlerin

çeşitliliği, kuvvetin, güç ve hızın birbirine bağlı olarak nasıl üretildiğini etkiliyor. Güç, temelde kuvvet ve hızın birleşiminden doğduğu için, kuvvetteki çeşitlilikler güç üretimini önemli ölçüde etkileyebiliyor (Reichard ve ark., 2005).

Hettinger'in çalışması, izometrik (statik) antrenmanların ilk uygulamasının başlangıç kuvvetini %1-4 arasında arttırdığını göstermiştir. Bununla birlikte, bu artışın büyük bir kısmının birinci antrenman gününde (%56) gerçekleştiği, ikinci günde %39'a ve yedinci günde ise %0,6'ya düştüğü tespit edilmiştir. Bu bulgular, antrenmanlardaki kuvvet kazancının büyük bir kısmının ilk gün elde edildiğini ve ardından azaldığını göstermektedir. Bu nedenle, günlük antrenman uygulamasının, bazen günde birkaç kez olabileceği şekilde daha sık yapılarak, temel bir amaç olarak düşünülebilir. Bu sonuçlar, izometrik antrenmanların kısa süreli kuvvet artışlarına nasıl etki ettiği konusunda önemli bir perspektif sunar (Weineck, 2011).

2.3.2. Statik Kuvvet

Kuvvetin dirençle karşılaştığı duruşu ve izometrik kas kasılması, kuvveti temsil eder. İzometrik yüklenmeler, hareket hızının daha az önemli olduğu ve maksimal kuvvet gelişiminde etkili olan tamamlayıcı bir çalışma yöntemidir. Bu metodun önemli özelliği, kasların uzunluk değişikliği olmaksızın kasılmasıdır, bu da kuvvetin korunmasına ve gelişimine katkıda bulunur. Bu tür çalışmalar, hareket hızının daha az kritik olduğu ve kas kuvvetinin belirgin bir şekilde artmasına yardımcı olabilecek etkili bir strateji olarak öne çıkar (Weineck, 2011). İzometrik antrenmanlar hızlı kuvvet kazanımını sağlar; ancak bu metodun antrenmanı bırakıldığında kuvvetin hızla azaldığı gözlemlenmiştir. Üst düzey sporcularda 10-12 saniyelik yüklenmeler, yeni başlayanlar için ise 5-7 saniyelik yüklenmeler yeterli görülmektedir. Bu tür yüklenmelerde, göğüs iç basıncının artması ve dolaşımın engellenmesi nedeniyle her kas grubu için 60-90 saniyelik dinlenme aralıkları önemlidir. Bu sebeple, izometrik antrenmanların uygulaması genellikle sınırlı tutulmaktadır. Bu metodun avantajları arasında az ekipman gerektirmesi, antrenmanın yoğunluğunun yüksek ve kısa süreli olması, ancak kas kütlelerinde sınırlı bir büyüme sağlaması yer alırken; dezavantajları arasında merkezi sinir sisteminin yorulması, koordinasyon yeteneğinde azalma ve kas esnekliğinde bozukluklar bulunmaktadır (Dündar, 2003). Hettinger ve Müller'in 1953'teki çalışmaları, izometrik direnç antrenmanlarının maksimal kuvveti haftada

1,5 oranında arttırabileceğini göstermiştir. Bu antrenmanlar, kas gruplarının haftada 5 gün boyunca 6 saniye boyunca %2/3 maksimal gerilimde izometrik kasılmalar yapılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem, kuvvet artışını belirli bir süre içinde gözlemlenebilir seviyelere çıkarabilmiştir (Fox ve ark., 2012).

2.3.3. Dinamik Kuvvet

Kaslar aktif olarak bir direnci yenmeye çalıştığında, kas boyunun kısılması gerçekleşir. Ancak, direncin kas kuvvetinden büyük olduğu durumlarda, kas boyu uzayarak çalışma biçimini gerçekleştirir. Bu, kasın dirence karşı gelmeye çalışırken tam olarak kısılma yeteneğini aşmasını ifade eder (Muratlı ve ark., 2007). Güç, işin zamanla olan ilişkisi ya da kuvvetin hızla çarpılması olarak tanımlanabilir. Kuvvet genellikle direnç arttıkça artma eğilimindedir, ancak hız üretimi genellikle azalma eğilimindedir. Ani güç ya da peak power, genellikle peak izometrik kuvvetin yaklaşık %30'unda ve %30-50'sinde 1 maksimum tekrarda en yüksek değerleri gösterir. Bu durum, gücün kuvvet ve hızın bir kombinasyonu olarak gözlemlendiğini gösterir (Stone ve ark., 2003). Kuvvet antrenmanlarına odaklanan bir çalışma, izotonik ve izometrik egzersizlerin karşılaştırılması üzerine yapılmıştır. Sonuçlar, izotonik egzersizlerin motivasyonu daha yüksek olmasına rağmen özel ekipman ve malzeme gerektirdiğini göstermiştir. Öte yandan izometrik egzersizlerin, her yerde uygulanabilmesine olanak sağladığı ve kas kuvvetini arttırdığı belirlenmiştir. Bu, her iki yöntemin avantajlarını ve gereksinimlerini vurgulayan bir karşılaştırma çalışması olarak öne çıkmaktadır (Fox ve ark., 2011).

2.4. Ağırlık Çalışması

Kasların boyutunu geliştirmenin ve kas hacmini arttırmanın en önemli yolu ağırlık çalışmasıdır. Ağırlık antrenmanı, kişinin gücünü, kas dayanıklılığını, kas hipertrofisini ve performansını arttırmak amacıyla uygulanan aynı zamanda kişinin kuvvetini arttırmak için belirli ekipman ve ağırlıkların kullanıldığı egzersizdir. Ağırlık antrenmanlarında maksimum sonuçlara ulaşmak ve iyi bir performans sergilemek için disiplinli ve programlı bir antrenman yapmak gerekir. (Nasrulloh ve ark., 2018). Akhmad'a (2015)'göre ağırlık antrenmanı, kondisyonunu geliştirmek için antrenman yapan bir kişide çalıştırılan kasların çalışma kalitesini arttırmak için engellere veya dirence karşı yapılan egzersizlerdir. Ağırlık antrenmanı sporcunun

performansını artırmak için kullanılabilir bir egzersizdir. Ağırlık antrenmanı aynı zamanda vücuttaki yağ oranını azaltmak, kas oranını arttırmak, formda kalmak, sakatlık veya yaralanma sonrası rehabilitasyon amacıyla da kullanılabilir.

2.4.1. Ağırlık Antrenmanı Yöntemleri

Ağırlık antrenmanı yöntemlerinde, kas hipertrofisi için kullanılan çeşitli ağırlık antrenman sistemleri vardır. Bunlar süper set, compaund set, triset, giand set, piramit set ve drop set olarak sınıflandırılır.

2.4.1.1. Süper Set

Süper setler iki farklı kas grubunu geliştirmek için set arası dinlenme verilmeksizin birbiri ardına uygulanan bir çalışma tekniğidir. Örneğin: cable curl egzersizi ardından ara vermeden pushdown egzersizini yapmak bir süper set örneğidir.

2.4.1.2. Compound Set

Aynı kas grubuna yönelik yaptırılan iki farklı egzersizin ara vermeksizin yapılmasıdır. Örneğin omuz kası için lateral raise egzersizinin hemen ardından front raise egzersizini yapmak.

2.4.1.3. Triset Antrenman Yöntemi

Herhangi bir dinlenme olmaksızın aynı kas grubuna yönelik veya karşıt kas gruplarına uygulanan üç farklı hareketin arka arkaya yapılmasıdır. Örneğin: squat, lunge ve leg press egzersizlerinin peş peşe yapıp gerektiği kadar dinlenilmesi.

2.4.1.4. Giant Set

4-6 hareketi içerisinde barındıran dev set olarakta bilinen karşıt veya aynı kas grubunu çalıştıran hareketlerin arka arkaya yapılmasıdır. Oldukça şiddetli bir antrenman tekniğidir. Örneğin bench press, incline bench press, decline bench press, cable fyl

2.4.1.5. Piramit Set

Kas kuvvetinin arttırılmasında önemli bir etkiye sahiptir diğer sistemlere göre kuvvet gelişimine katkısı daha fazladır. Tekrar sayılarının azalması ile set ağırlıklarının artması prensibine dayanır. Bu antrenman tekniğini kullanacak kişinin kondisyonunun iyi durumda olması gerekmektedir.

2.4.1.6. Drop Set

Uygulanan hareketin son setine gelindiği noktada yapılan tekrar bitiminde hiç ara vermeden kaldırılan ağırlığın kademeli olarak düşülmesi ve her kilo düşümünde tekrar sayısının azaltılması prensibine dayanır.

2.5. Direnç Antrenmanlarının Temel Bileşenleri

Direnç antrenmanları, kas hipertrofisinin artışı için altın standart kabul edilmekte ve son zamanlarda oldukça popüler hale gelmektedir. "Direnç antrenmanları, dış yük ve ekipman kullanılarak yapılan kuvvet egzersizleridir. Bu antrenmanlar genellikle kas kuvveti, dayanıklılık ve kas hipertrofisinin artırılması amacıyla kullanılır (Schoenfeld, 2010). Direnç antrenmanları sonucunda gelişen kuvvet, dayanıklılık ve hipertrofi, günlük yaşam aktivitelerini kolaylaştırmanın yanı sıra genel sağlık durumunu iyileştirir ve tüm nedenlere bağlı ölüm riskini azaltabilir (Wang ve ark., 2019). Bir direnç antrenman programı planlamak karmaşık bir süreçtir ve birçok akut değişkeni ile temel antrenman ilkelerini göz önünde bulundurmayı gerektirir (de Camargo ve ark., 2022). Hacim, sıklık, yük (şiddet), zorluk derecesi, egzersiz seçimi, egzersiz sırası, kasılma tipi, dinlenme süresi, hareket tekrarı süresi ve hareket açıklığı, direnç antrenmanlarının temel bileşenlerini oluşturur (Ralston ve ark., 2018; Ratamess ve Triplett-McBride, 2002). Tüm bu bileşenler, direnç antrenmanlarından en üst düzeyde fayda sağlamak amacıyla manipüle edilir ve antrenmanların etkileri uygulanan manipülasyona göre değişebilir (Schoenfeld, 2017).

2.5.1. Hacim

Hacim, bir antrenmanda kaldırılan toplam ağırlığın miktarını temsil eder ve genellikle toplam tekrar sayısı (set x tekrar sayısı) veya hacimsel yük (set x tekrar

sayısı x kaldırılan yük) olarak ifade edilir (Kraemer ve ark.,2002). Hacim, antrenmanda yapılan toplam tekrar sayısı ve bu tekrarların yapıldığı set sayısı ile ilgilidir. Örneğin, 5 sette her biri 10 tekrar olmak üzere yapılan bir antrenmanda toplam 50 tekrar gerçekleştirilmiş olur. Eğer her tekrar için kullanılan yük 100 kg ise, hacimsel yük, 5000 kg olarak hesaplanır. Hacim, tekrar sayısı, set sayısı ve haftalık antrenman sayısı ile takip edilebilir (Tan, 1999). Direnç antrenmanlarında hacim genellikle belirli bir zaman diliminde, örneğin haftalık olarak belirli bir kas grubu için yapılan set sayısı olarak ifade edilir (Baz-Valle ve ark., 2018). Direnç antrenmanlarında hacimsel yük artışı, tekrar sayısındaki veya set sayısındaki artışlar, antrenman sıklığındaki yükseliş ve kaldırılan yükteki artışlar gibi faktörlerle sağlanabilir (de Camargo ve ark., 2022). Hacimsel yük eşitlendiğinde, antrenman şiddeti, sıklığı, dinlenme süresi gibi manipülasyonların hipertrofik cevabı farklılaştırmadığı bildirilmiştir. Gelişmiş antrenman teknikleri olan drop set, piramit set gibi yöntemlerin, hacimsel yükler eşitlendiğinde geleneksel antrenman yöntemine göre hipertrofik cevabı arttırmadığı bildirilmiştir. (Machida ve Naito, 2017). Figueiredo ve ark., antrenman yükünün yeterli düzeyde olduğu durumlarda (%65'in üzerinde 1 tekrar maksimumu), hipertrofik cevabı artırmada en etkili bileşenin antrenman hacmi olduğunu ve bunun en kolay ayarlanabilir değişken olduğunu belirtmiştir (Figueiredo ve ark., 2018). Direnç antrenmanlarında, hedeflenen özelliklere göre hacim belirlenir. Kuvvet artışı hedefleniyorsa, daha ağır yükler ve düşük tekrar sayıları tercih edilir. Dayanıklılığı artırmak için ise 2-3 setlik, 12 tekrarın üzerinde düşük yükler önerilir. Kas hipertrofisi için ise genellikle 3-6 set arasında, her bir set için 8-12 tekrar önerilmektedir (Schoenfeld ve ark., 2021).

2.5.2. Sıklık

Antrenman sıklığı, genellikle haftalık olarak belirli bir zaman dilimi içerisinde yapılan antrenman seanslarıyla ilgilidir. Hipertrofik adaptasyonlar bağlamında ise sıklık, bir kas grubunun bir hafta içinde kaç kez çalıştırıldığını ifade eder (Schoenfeld, 2010).

Uzmanlar, hipertrofi için direnç antrenmanlarında ideal antrenman sıklığı konusunda farklı görüşlere sahiptir. Bazıları daha sık antrenman yapmayı önerirken, diğerleri her kası haftada bir kez çalıştırmanın yeterli olduğunu belirtir (Hartman,

2007). Nöromusküler faktörler, tek bir antrenman seansında hacmi sınırlayabilir ve belli bir noktadan sonra antrenman kalitesi düşebilir. Bazı araştırmalar, daha sık antrenmanlarla haftalık hacmi koruyarak üstün nöromusküler adaptasyonlar, toparlanma için hormonal belirteçler, kuvvet artışları ve yağsız kütle artışları elde edilebileceğini göstermiştir. Bu nedenle, haftalık hacmi korumak için kas gruplarına yönelik daha sık antrenman seansları yapmak etkili bir strateji olabilir (Hakkinen ve Kallinen, 1994).

2.5.3. Yük

Kas hipertrofisi için, yapılan araştırmalar kaldırılan yükün en önemli faktörlerden biri olduğunu göstermektedir (Fry, 2004). Yükün şiddeti, belirli bir egzersizdeki 1 Tekrar Maksimumun yüzdesi olarak ifade edilir. Örneğin, 100 kg olan 1 Tekrar Maksimum değerine sahip bir birey, 80 kg ile bir set yaparsa, yükün şiddeti 1 Tekrar Maksimumun %80'i olarak ifade edilir (Schoenfeld, 2010). Yük değerlendirmesinde, %80'nin üzerindeki yükler yüksek, %60'ın altındaki yükler düşük olarak sınıflandırılırken, %60 ile %80 arasındaki yükler orta şiddetli yük olarak kabul edilmektedir (Schoenfeld ve Grgic, 2018). Tekrar sayısı bakımından yapılan sınıflamada, 20 tekrar ve üzeri (1 Tekrar Maksimumun %30 ve altı yük) yüksek, 11-20 arası tekrar (1 Tekrar Maksimumun %30-70 yük) orta, 11 tekrar ve altı (1 Tekrar Maksimumun %70 ve üzeri yük) düşük tekrar aralığı olarak sınıflandırılır (Soriano ve ark., 2017). Dinyer ve ark., (2019) göre, çalışmaların yüksek yük (1 Tekrar Maksimumun %80'i) ve düşük yük (1 Tekrar Maksimumun %30'u) ile gerçekleştirilen direnç egzersizlerinin benzer kuvvet ve hipertrofi gelişimi sağladığını göstermiştir. Lasevicius ve ekibi (2018), %20, 40, 60 ve 80 1 Tekrar Maksimumunun kullanıldığı direnç egzersizlerinin benzer hipertrofik sonuçlar sergilediğini ancak %80 ile antrenman yapanlarda %20 ile antrenman yapanlara kıyasla daha yüksek bir hipertrofi artışı olduğunu bildirmiştir. Yüksek yük ve düşük yük ile antrenman yapan bireylerde benzer hipertrofik gelişim gözlemlenirken, yüksek yük ile antrenman yapanlarda kuvvet artışının daha fazla olduğunu rapor etmiştir. (Schoenfeld ve ark., 2015). Grgic'in (2020) ve Coratella'nın (2022) yapılan çalışmaları hem yüksek hem de düşük yük ile yapılan antrenmanların tükenene kadar tekrar edilmesi koşuluyla hipertrofi için etkili olduğunu gösterirken, kuvvet kazanımı

için yüksek yük kullanımının daha uygun olduğunu belirtmiştir. (Coratella, 2022; Grgic, 2020). Hipertrofik gelişim için en uygun yük aralığının ise 1 TM'nin %70'i ile %85'i arasında olduğu bildirilmiştir (Ratamess ve ark., 2009).

2.5.4. Egzersiz seçimi ve sıralaması

Direnç antrenmanlarında planlama yapılırken, çok eklemlili egzersizlerde birden fazla kas grubunun çalıştığı ve tek eklemlili egzersizlerde spesifik kas gruplarının çalıştığı hareketlerin her ikisinin de programa dahil edilmesini tavsiye etmiştir (Camargo ve ark., 2022). Bazı araştırmalar, yalnızca çok eklemlili antrenmanlara eklenen tek eklemlili hareketlerin, hipertrofik yanıtları değiştirmedğini rapor etmiştir (Steele ve Coswig, 2018). Ayrıca, çok eklemlili ve tek eklemlili direnç egzersizi uygulanan kas gruplarının hipertrofik kazanım düzeyi farklılık gösterebilir. Örneğin Alt ekstremite için yalnızca çok eklemlili hareketler olan geriden squat ve bacak itiş egzersizleri uygulandığında, vastus lateralis kasında rectus femoris'e kıyasla daha yüksek hipertrofi kazanımı gözlemlenmiştir. (Ratamess ve Hoffman, 2018) Sadece bacak ekstansiyon hareketi gibi tek eklemlili egzersizlerin uygulandığı durumlarda, katılımcıların rectus femoris kasında vastus lateralis kasına kıyasla daha fazla hipertrofi kazandığı bildirilmiştir (Kanehisa ve Kawakami, 2013). Simetri ve maksimum hipertrofi için, antrenman programlarında hem çok eklemlili hem de tek eklemlili egzersizlerin yer alması önemlidir. Bu kombinasyon, farklı kas gruplarını hedef alarak bütüncül bir gelişim sağlar.

Egzersiz sırası, direnç antrenmanında yapılan egzersizlerin hangi sırada ve hangi sıklıkta gerçekleştirildiğini ifade eder. Bu sıra, kas gruplarına, egzersizlerin etkileşimine ve antrenman hedeflerine bağlı olarak değişebilir (Bird ve ark., 2005). Egzersiz sırası, çok eklemlili egzersizlerin tek eklemlili egzersizlerden önce yapılmasını öneren bir perspektif sunmaktadır. Bu yaklaşımın temeli, çok eklemlili hareketlerde daha büyük kas gruplarının ve dolayısıyla toplam enerji gereksiniminin daha yüksek olmasıdır. Büyük kas gruplarının öncelikle çalıştırılması, tüm kaslara daha büyük bir uyarı sağlayarak antrenman adaptasyonlarını artırabileceği düşünülmektedir. Bu yöntem, Amerikan Spor Hekimliği Koleji ve bazı çalışmalarda önerilmektedir (Ratamess ve ark., 2009)

2.5.5. Kasılma tipi

Mekanosensörler, uyarının süresi ve büyüklüğüne ek olarak tipine de duyarlıdır. İskelet kasları, konsantrik, eksantrik ve izometrik kasılma olmak üzere üç farklı şekilde kasılır. Genellikle, eksantrik kasılmanın konsantrik kasılmaya göre daha fazla kas hipertrofisi sağladığı düşünülmektedir (Hortobagyi ve ark., 2000). Eksantrik kasılma sırasındaki mekanik stresin, hücrel büyüme ve gelişimden sorumlu genlerin aktivasyonunu artırdığı düşünülmektedir. Bununla birlikte, konsantrik ve izometrik kasılmaların bu tür bir etkiyi sağlamadığı öne sürülmektedir (Chen ve ark., 2002; Barash ve ark., 2004). Eksantrik kas kasılmasının, hipertrofi açısından konsantrik kas kasılmasına göre daha etkili olduğu yönünde bir genel eğilim bulunsa da bu etkinin büyük olmadığı görülmektedir (Schoenfeld ve ark., 2017). Eksantrik kas kasılmasının tip 2 kas liflerinde konsantrik kasılmaya göre daha fazla hipertrofi sağladığı ve farklı kasılma tiplerinin, bir kasın farklı bölümlerindeki hipertrofi gelişimini farklılaştırdığı belirtilmiştir (Schoenfeld ve ark., 2017). Her iki kasılma türünün farklı hipertrofik adaptasyonlara katkı sağladığı düşünüldüğünde, direnç antrenmanlarında her iki tip kasılma içeren egzersizlere yer verilmesinin uygun olabileceği düşünülmektedir.

2.5.6. Dinlenme süresi

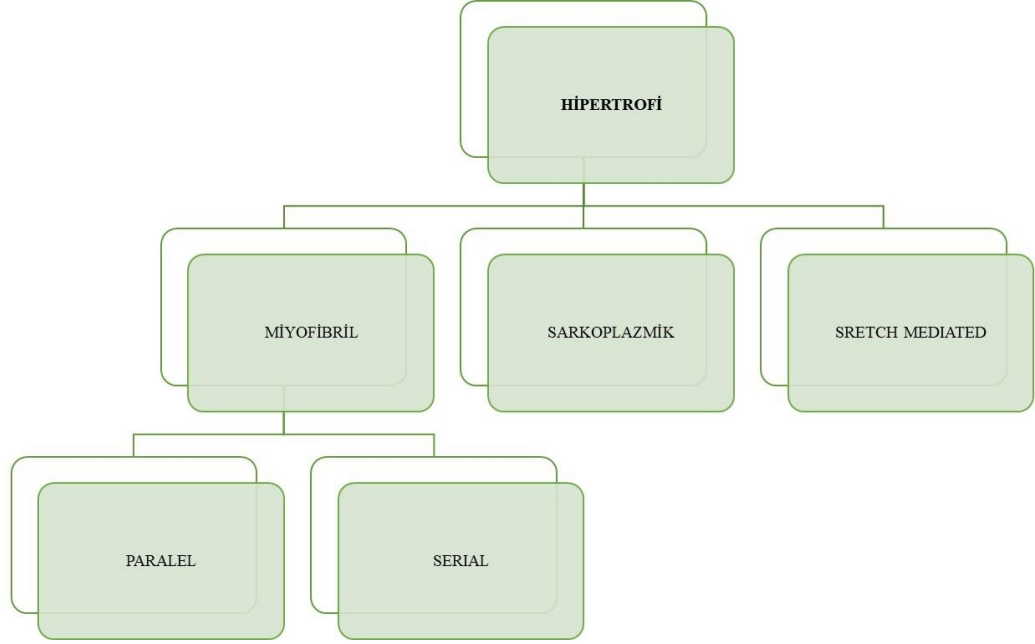
Direnç antrenmanlarında, setler arasındaki dinlenme süresi kısa (30 saniyeden az), orta (60-90 saniye arası) ve uzun (3 dakika ve üzeri) olarak üç kategoride incelenebilir. Araştırmalar, dinlenme süresinin uzunluğunun akut antrenman cevaplarını farklılaştırdığını ve bu da uzun vadede hipertrofik gelişimi etkileyebileceğini göstermiştir (Schoenfeld ve ark., 2016). Kısa süreli dinlenme aralıklarının metabolik stresi önemli ölçüde artırdığı, ancak sonraki setlerde mekanik stresin azaldığı belirtilmiştir (Ratamess ve ark., 2007).

2.6. Kas Hipertrofisi

Kas hipertrofisi literatürde farklı tanımlamalarla karşımıza çıkmaktadır. Ulusal Kuvvet ve Kondisyon Birliği'nin, Kuvvet Antrenmanı ve Kondisyon Esasları kaynağında kas hipertrofisi antrenman sonrası kas lifi kesit alanının artması olarak tanımlanmaktadır. Hipertrofi aktin ve miyozin filamentlerinin sentezinde artma,

degradasyonunda azalma veya her ikisinin de bir arada görüldüğü, kas lifi miyofibril sayısında artışı kapsamaktadır. Amerikan Spor Hekimliği Koleji'nin İleri Egzersiz Fizyolojisi kitabına göre ise kas hipertrofisi kas liflerinin kesit alanını arttıran kompleks, fizyolojik bir süreçtir. Schoenfeld'in "Science and Development of Muscle Hypertrophy" adlı kitabında hipertrofiyi kas doku hacminde artış olarak tanımlamıştır. Kas hipertrofisi alanında önemli çalışmaları olan Chris Bearsley ise, hipertrofinin kas liflerinin hacmindeki artışla geliştiğini öne sürmüştür. Kas liflerinin çapları ve uzunluğunda hacimsel bir büyüme gözlenir. Bu büyüme kas proteinlerinin sentezi ile oluşan protein miktarındaki artış ve miyofibril ve sarkoplazmik yapıların belirli oranlardaki artışlarını içermektedir. Sarkomerlerin birbirine paralel bir şekilde eklenmesiyle kas liflerinin çapında, uç uca sıralı olarak eklenmesiyle ise kas liflerinin uzunluğunda artış gerçekleşmektedir. Chris "stretch-mediated hypertrophy" tanımı ile gerdirmeye dayalı hipertrofinin gerçekleşebilmesi için ilişkili kas lifi sarkomerlerinin uzunluk-gerilim grafiğinde yer alan alçalan eğride fonksiyon göstermesi ve egzersiz anında kas boyunun uzadığı aşamada maksimum yüklenme ile kas lifinin pasif elemanlarının kaldırışının önemli miktarda toplam kuvvet üretimine katkı sağlaması gerektiği bildirilmiştir. Kas hipertrofisi süreçleri Şekil 2.1'de gösterilmiştir.

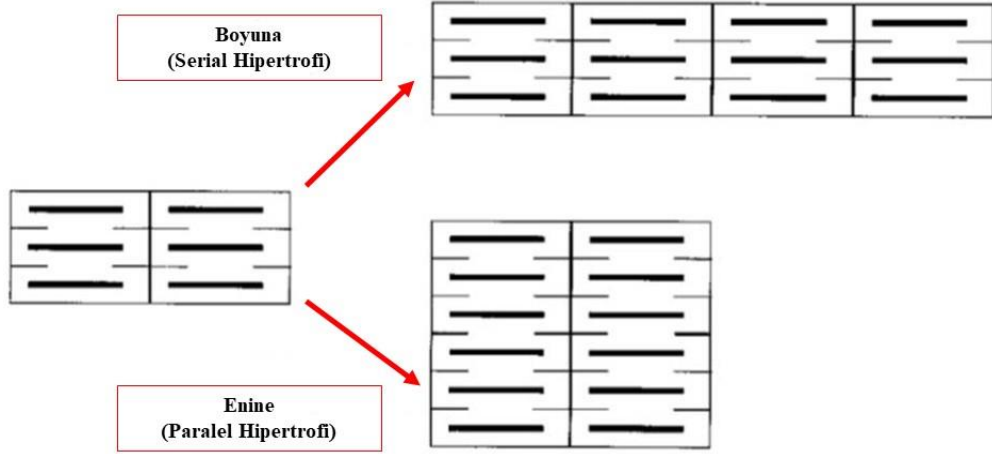
2.6.1. Kas Hipertrofisi Çeşitleri



Şekil 2. 1: Kas Hipertrofisi Çeşitleri

2.6.1.1. Paralel ve Serial Hipertrofi

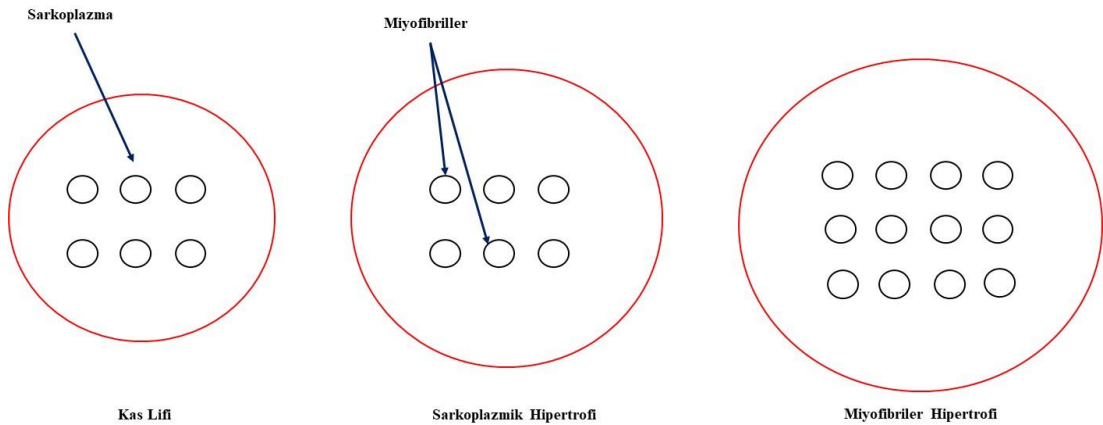
Kontraktıl hipertrofi, paralel ya da sıralı (serial veya inseries) halde sarkomerlerin eklenmesiyle oluşmaktadır. Egzersizle gelişen kas kütlesi artışlarının büyük bölümü paralel olarak birbirine eklenen sarkomerlerle sağlanmaktadır. Miyofibrillerde bulunan mekanosensörler mekanik gerilimi algılayarak, hücre içi sinyalizasyon sürecini başlatır. Anabolik ortam paralel olarak birbirine eklenen sarkomerlerin sayısındaki artış ile kontraktıl ve yapısal bileşenlerin ebat ve miktarında büyümeye yol açmaktadır. Bu durum toplam kas çapraz kesit alanında artış ile sonuçlanmaktadır. Paralel ve serial hipertrofi Şekil 2.2’de özetlenmiştir.



Şekil 2. 2. Paralel ve Serial Hipertrofi

2.6.1.2. Sarkoplazmik Hipertrofi

Sitoplazma, hücre içinde hayati faaliyetleri gerçekleştiren plazma olarak adlandırılmaktadır. Sarkoplazma ise kas hücresindeki sitoplazmanın karşılığıdır. Sarkoplazmik hipertrofi teorisinin altında yatan düşünce miyofibrillerde bir genişleme olmadan yalnızca kas hücre sıvısının artışına dayanmaktadır (Şekil 2.3). Çeşitli görüşler sonucu sarkoplazmik hipertrofi tanımı kuvvet artışı gerçekleşmeden kas kütesinin artışı olarak kabul görmüştür.



Şekil 2. 3. Sarkoplazmik Hipertrofi

Şekilde belirtilen miyofibriler hipertrofi kontraktıl miyofibril sayısındaki artış olarak açıklanmakta, bu hipertrofide kasılğan proteinlerin sentezine bağılı olarak kas kuvvetinde artış gözlenmektedir.

Kas hipertrofi ile ilgili çeşitli uzman görüşleri bulunmaktadır. Uzman görüşleri aşağıda özetlenmiştir:

▪ **Brad Schoenfeld**

İskelet kasının yaklaşık %25'i aktin, miyozin ve miyofibriler olmayan proteinler ile yaklaşık %75'i ise sudan oluşmaktadır. Bu proteinlerin etrafı sarkoplazma ile kaplıdır. Ağırılık antrenmanları miyofibriler hipertrofiyi arttırmakta, bu durum kas kuvvetindeki artışın temel nedeni olarak görülmektedir. Miyofibriler hipertrofi esnasında sarkoplazma genişlemesi görülmektedir. Bazı koşullarda sarkoplazmik büyüme, miyofibriler büyümeyle geride bırakabilmektedir. Bu teori antrenman metotlarının farklılıklarından ve antrenman yapanların (vücut geliştirmeciler ve powerlifterlar) kas kompozisyonlarının farklı oluşundan kaynaklanmaktadır. Sarkoplazmik hipertrofi powerlifterlar için yarar sağlamadığı gibi zararlı olabilmektedir. Bu olumsuzluğun önüne geçebilmek için daha yüksek kilolarla daha az yoğunlukta antrenman programlarının düzenlenmesi uygun olacaktır.

▪ **Greg Nuckols**

Başlangıçta sarkoplazmik hipertrofinin kas hipertrofisinde etkisinin olmadığı görüşü savunulsa da son yıllarda yapılan çalışmalar neticesinde nasıl oluştuğu kesin olarak kanıtlanmamakla birlikte sarkoplazmik hipertrofi varlığı kabul görmüştür.

▪ **Lyle McDonald**

Bu görüş miyofibriler hipertrofiyi fonksiyonel hipertrofi olarak tanımlarken, sarkoplazmik hipertrofiyi fonksiyonel olmayan hipertrofi olarak adlandırmaktadır.

Özetle son yıllarda yapılan araştırmalar sarkoplazmik hipertrofinin varlığından ziyade fonksiyonel olup olmadığı üzerine odaklanmıştır. Ağırılık antrenmanlarının kuvvet artışını etkilediğine dair çalışmalar ve görüşler varken aynı zamanda yüksek tekrarların tercih edildiği antrenmanların sarkoplazmik hipertrofiyi tetiklediğine dair

görüş ve çalışmalar bulunmaktadır. Bu konunun net bir yorum yapılabilmesi için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

2.7. Kas Hipertrofinin Değerlendirilmesi

Kas hipertrofinin ölçümü için kullanılan çeşitli teknikler bulunmaktadır. Ancak, bu yöntemlerin kas kütlelerini tahmin etmede ve sonuçlara yorum yaparken sınırlılıkları vardır. Kas morfolojisinin belirlenmesinde kadavra kullanımı en doğru yöntem olarak kabul edilir. Canlı organizmalarda kullanılan teknikler, kadavra kullanımı kadar kesin sonuçlar sunamayabilir." (Wells ve Fewtrell, 2005).

Kas hipertrofinin ölçümünde kullanılan yöntemler, genellikle indirekt ve bölgesel olarak iki kategoriye ayrılır. İndirekt yöntemler, deri kıvrım kalınlığının ölçülmesi, hidrodensitometri, hava değişim pletismografisi, çift enerjili x-ışını absorpsiyometrisi ve biyoelektrik empedans analizi gibi teknikleri içerir. Bölgesel yöntemler ise çevresel ölçümler, ultrason, bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans görüntüleme ve kas biyopsi tekniklerini kullanır (Schoenfeld, 2021:57-66).

Manyetik rezonans görüntüleme (MR) ve bilgisayarlı tomografi (BT), kas hipertrofinin ölçümünde yüksek düzeyde güvenilirlik gösteren tekniklerdir. Bu yöntemler, enine kesit alanı ve hacim ölçümleri için altın standart yöntemler olarak kabul edilir. Bu konuda birçok kaynak, MR ve BT'nin kas hipertrofinin değerlendirilmesinde güvenilir ve kesin sonuçlar sağlayan yöntemler olduğunu belirtmektedir (Bemben ve ark., 2005; Hashida ve ark., 2022; Mitsiopoulos ve ark., 1998; Stokes ve ark., 2020).

MR görüntüleme tekniğinin bazı dezavantajları, uzmanlık gerektirmesi, yüksek maliyeti ve zaman alıcı görüntü işleme süreçleri olarak belirtilmektedir. Bu nedenle, son yıllarda popülerlik kazanan ve düşük maliyetli olan ultrasonografi, kas hipertrofinin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan bir alternatif olma potansiyeli taşımaktadır (Parker ve ark., 2008).

Ultrasonografi, gençlerden yaşlılara kadar farklı yaş gruplarında kas enine kesit alanını doğru bir şekilde ölçebildiği gösterilmiştir. Bu konuda yapılan çalışmalar, ultrasonografinin gençler, yetişkinler ve yaşlı bireylerde kas enine kesit alanının

doğru ölçümünde etkili olduğunu ortaya koymaktadır (Nijholt ve ark., 2017; Reeves, Maganaris ve Narici, 2004).

Hashida ve ark. tarafından yapılan çalışma, kas kütesinin ölçümünde ultrasonografi ve bilgisayarlı tomografi arasındaki geçerlik ve güvenilirlik çalışmasını ele almıştır. Araştırmada, sınıf içi korelasyon katsayılarının 0.897 ile 0.977 arasında olduğu bildirilmiştir. Bu sonuçlar, ultrasonografinin kas kütesi değerlendirmek ve zaman içindeki değişiklikleri tespit etmek için güvenilir bir araç olarak kullanılabilceğini göstermektedir (Hashida ve ark., 2022).

"Ultrasonografi, kas morfolojisini değerlendirmek için invazif olmayan bir tekniktir ve bir dönüştürücüden yayılan ses dalgalarını kullanır. Bu yöntem, Perkisas ve ark. tarafından yapılan çalışmada da vurgulanmıştır. Ultrasonografi, kasların yapısını ve morfolojisini değerlendirmede kullanılan bir teknik olarak öne çıkar (Perkisas ve ark., 2018)

Dönüştürücü, jel ile kaplanarak ilgili kasın üzerine yerleştirilir ve vücut dokularına ses dalgaları gönderir. Bu ses dalgaları, kısmen dönüştürücüye geri yansır ve bu yansımalar görüntü olarak kaydedilir. Uygun tarama yapıldığında, sonografi uzmanı görüntüyü dondurarak istenen ölçümü elde eder. Görüntü, gerektiğinde kaydedilerek daha sonra kullanılabilir ve değerlendirilebilir (Hammond ve ark., 2014).

Kas hipertrofisi araştırmalarında en yaygın bölgeye özgü değerlendirme yöntemi olarak kabul edilen ultrasonografi, ölçümün hızlı olması ve düşük maliyetli olmasından dolayı tercih edilir (Sarto ve ark., 2021).

Ultrasonografi, iki temel görüntüleme moduna sahiptir: A-mod (amplitut) ve B-mod (parlaklık modu). A-mod görüntüleme, dokulardan yansıyan ses dalgalarının genliğini zaman açısından gösterir. B-mod görüntüleme ise probdan yayılan ses dalgaları dokular içinde yayılır, kırılır ve yansıyarak iki boyutlu bir görüntü oluşturur. Bu görüntüler, dokuların ses dalgalarına tepkisine bağılı olarak ekranda farklı parlaklıklardaki gri tonlarıyla gösterilir. B-mod, genellikle A-mod'dan daha yüksek çözünürlük sağlar (Lawrence, 1984; Schoenfeld, 2021).

Ultrason taramaları, kas kalınlığının tek boyutlu veya kasın enine kesit alanının iki boyutlu ölçümleri için kullanılır. Kas kalınlığı ölçümleri, genellikle kasın orta

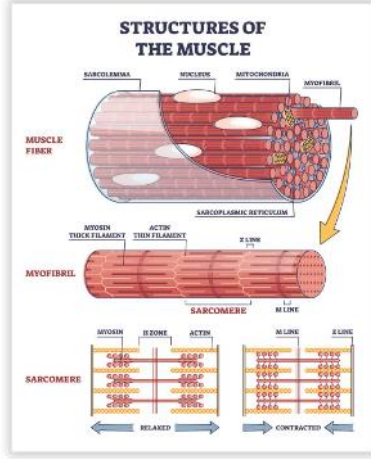
noktasından veya en kalın kısımdan tek bir noktadan alınır. Kretic, Turk, Rotim ve Saric (2018) ile Hodson-Tole ve Lai (2019) tarafından uygulanmıştır.

2.8. Kas Hipertrofisi ve Uydu Hücreler

19. yüzyıldan bu yana kas dokusunun, iskemi, yanık, kesik, ezilme ve yaralanma gibi ciddi travmalardan sonra büyük bir rejeneratif potansiyele sahip olduğu bilinmektedir (Dumont ve ark., 2015). Bu açıdan iskelet kası, kronik egzersize veya kullanılmama gibi çeşitli nöropatik durumlara yanıt olarak fenotipini değiştirebilen oldukça dinamik bir dokudur. Kasın uyarılması sırasıyla; cinsiyet, yaş, antrenman süresi ve lif tipi kompozisyonu gibi bir dizi farklı faktörden etkilenir (Horwath ve ark., 2020). Sonuç olarak, kas kütlelerinin büyümesi (hipertrofi) veya kaybı (atrofi) genel metabolizmayı, hareketliliği, yeme ihtiyacını ve hatta solunumu yani yaşamsal döngüyü etkileyebilmektedir. Dolayısıyla, aşırı kas kaybının kanser, organ yetmezliği, çeşitli enfeksiyonlar ve sağlıksız yaşlanma gibi birçok rahatsızlığın sebebi olması normaldir (Sartori ve ark., 2021). Diğer taraftan uydu hücreleri, kas liflerinin bazal laminası altında bulunan ve kas rejenerasyonundan sorumlu olan kasa özgü kök hücrelerdir (Ciciliot ve ark., 2010). Uydu hücrelerinin histolojisi incelendiğinde ilk olarak 1961 yılında Alexander Mauro ve Nobel ödüllü Sir Bernard Katz, terminolojisi net olarak bilinmeyen uydu hücrelerin, yeni kas liflerine yol açtığını düşündüklerini söyleyebiliriz. Bu noktada, Mauro, uydu hücresi terimini ilk olarak söz etmekle anılsa da J. David Robertson, uydu hücresi terimini hem Mauro hem de Katz'dan önce füzyon içi kas liflerinin araştırılmasında kullanmış, buna karşın f Robertson, periferik yerleşimli uydu hücrelerinin Schwann hücreleriyle ilişkili olduğuna inanmıştır (Murach ve ark., 2018).

Nitekim, bir iskelet kası darbe aldığı anda, hücresele düzeyde hareketsiz durumunda olan uydu hücreleri aktive olmaktadır. Bu korelasyonda, aksiyon bölgesinde sayıları çoğalarak yaralanmış bölgeyi tedavi ederek iyileşmesine katkıda bulunduğu dile getirilmektedir (Bazgir ve ark., 2017). Bu noktada "miyojenik kök hücreler" normalde hareketsizdir, fakat iskelet kasına yeterli düzeyde mekanik uyarı geldiğinde aktif hale gelmektedir (Wackerhage ve ark., 2019). Uydu hücreleri (UH) olarak adlandırılan bu miyojenik kök hücrelerin varlığından dolayı rutin aktivite ve

egzersiz sırasında ortaya çıkan küçük (mikroskobik) hırpalanmalara yanıt olarak birden fazla rejenerasyon gerçekleştirebilmektedir.



Şekil 2. 4. Uydu hücreler ile kas yapısı. <https://www.istockphoto.com>

İskelet kasında gerçekleşen herhangi bir yaralanma durumunda UH'ler aktif hale gelmekle birlikte, çoğalarak hasarlı kas liflerini onarmak için kaynaşmaktadır (Wang ve ark., 2019). Bunun akabinde düzenli direnç egzersizleri ile (birkaç gün, hafta veya yıl) uydu hücrelerin sayısında artış olduğu gözlemlenmiştir. Bu artış kaslar antrenmana tabi tutulduğu sürece devam ettirilebilmektedir. Antrenmanların ara verilmesi durumunda ise uydu hücrelerin aktivasyonunun sona ermesi söz konusudur. UH'lerinin aktivasyonu, düzenli egzersiz, egzersize bağlı lokalize hasar, lif hasarı, egzersize bağlı inflamatuvar maddelerin salınmasına veya egzersizle korele olan büyüme faktörlerinin salınmasına bağlanabilir. Uydu hücresi aktivasyonu egzersize bağlı olarak kas yıpranması ortaya çıkabilmekte olup daha fazla ultrastrüktürel hasara sahip lifler aynı zamanda daha yüksek oranlarda uydu hücreleri içerebilmektedir (Francaux ve ark., 2019).

2.9. Kas Hipertrofisi ve Endokrin Sistem

Hormonlar, kas hipertrofi açısından anabolik sinyal düzenleyiciler olarak sürece hizmet vermektedirler. Düzenli direnç DE ile yükselen anabolik hormon konsantrasyonları, reseptörlerin etkileşimini artırır. Protein sentezinin artması ile kas

hipertrofisinin meydana gelmesi kolaylaşır. Ayrıca cinsiyet, yaş, antrenman durumu ve beslenme gibi faktörler de akut hormonal ortamı ve dolayısıyla direnç antrenmanına adaptif yanıtı etkiler (Crewther ve ark., 2006).

Direnç egzersizleri (DE) ile uyarılan endojen hormonal yükselmelerin hipertrofik etkileri hakkında önemli tartışmalar vardır. Son zamanlarda yapılan birçok çalışma DE ile uyarılan akut testosteron (T) yükselmeleri ile kas hipertrofisi arasında önemli bir korelasyon bulurken diğer bazı çalışmalar bu değişkenler arasında herhangi bir ilişki tespit edememiştir (Mangine ve ark., 2017). Öte yandan, direnç egzersizlerinin testosteron (T), growth hormon (GH), insülin like growth factor-1 (IGF-1) gibi endojen hormonal yükselmelerine neden olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle, bazı vücut geliştiriciler, anabolik tepkileri en üst düzeye çıkarmak adına hormonal seviyeleri yükseltmek için tasarlanmış DE protokolleri kullanır (Fink ve ark., 2018).

2.10. Hipertrofi Antrenmanı Bileşenleri

Antrenman yükü, 1 maksimum tekrarın yüzdesi olarak ifade edilen belirli bir antrenman yükü ve tekrar sayısı ile gerçekleştirilen antrenman uyarandır (Yaşlı ve ark., 2020). Antrenman yükü, kas hipertrofisini sağlayan, kas büyümesini uyararak en etkin antrenman bileşeni olarak görülmektedir (Holm ve ark., 2008). Antrenman yüküne göre nöromüsküler sinir sistemi uyarılıp hipertrofik yanıt alınmaktadır.

2.10.1. Hipertrofi Antrenmanı Yükü

Hipertrofik yanıt için direnç antrenmanlarının bir maksimum tekrarın %65 - %90'ı arasında yüklenme şiddeti içermesi gerektiği ifade edilmiştir (Suna ve Alp, 2022). Antrenmanda kullanılan tekrar sayısı kullanılan enerji sistemine göre merkezi sinir sistemini uyarmaktadır (Fry, 2004). Tekrar sayıları düşük (1-5), orta (6-12) ve yüksek (15+) olarak kategorize edilebilir (Zatsiorsky, 1995). Orta derecede tekrarlar düşük ve yüksek tekrarlı yüklenmelerden üstün görülmektedir. Bu anabolik üstünlük, metabolik stresle ilişkili faktörlere bağlanmıştır (Cornelison ve Wold, 1997). Düşük tekrar setleri neredeyse sadece fosfokreatin sistemi tarafından gerçekleştirildiği, orta dereceli tekrar şemalarının büyük ölçüde anaerobik glikolize dayandığı bilinmektedir (Kerksick ve ark., 2009). Anaerobik glikolizis ise metabolit birikimi ile sonuçlanmaktadır. Orta dereceli (6-

12) tekrardan oluşan çoklu setlerle yapılan antrenmanlarda sporcuların kan ve kas içi laktat glikoz ve glukoz-6-fosfat seviyelerinde ciddi artışlar, ATP kreatin fosfat ve glikojen seviyelerinde önemli azalmalar gözlenmiştir. Bu metabolit birikimlerin anabolizmada hipertrofi oluşturmada antrenman yükünden daha önemli olduğu belirtilmektedir.

Orta düzeyde tekrar aralığında yapılan antrenmanların bir sonucu olan Metabolit birikiminin antrenmanın akut anabolik hormonal tepkisini en üst düzeye çıkardığı ifade edilmiştir (Huh ve ark., 2014). Orta dereceli, 6-12 tekrarlı antrenmanlarda Testesteron ve GH hormonlarının aşamalı bir şekilde arttığı böylece kas dokusunun yeniden şekillenmesini kolaylaştıran aşağı yönlü hücrel etkileşimler için potansiyelin de artabileceği belirtilmiştir (Kerksick ve ark., 2009). Orta dereceli tekrar aralığında antrenman yapmanın akut hücrel hidrasyonu en üst düzeye çıkardığı düşünülmektedir. Antrenman sırasında, çalışan kaslardan kan çeken damarlar sıkıştırılırken, arterler çalışan kaslara kan sağlamaya devam ederek böylelikle kas içi plazma yoğunluğunu artırır (Chin, 2005).

2.10.2. Hipertrofi Antrenman Hacmi

Antrenman hacmi kas başına düşen set oranı olarak ifade edilebilir hacim ne kadar artarsa hipertrofik yanıtın da o kadar artacağı belirtilmiştir (Fry, 2004). Genel olarak haftalık hacim antrenmanları kas başına 10 ile 20 set arası hacim dozu olacak şekilde planlanmaktadır; ancak sporcunun tepkisi en belirleyici faktördür (Loenneke ve Pujol, 2009). Bazı sporcular düşük yoğunluklu yüklenmelerden, bazıları da yüksek yoğunluklu yüklenmelerden hipertrofik kazanç sağlamaktadır. Geç kasılan, izole kaslarda antrenman yoğunluğu 30 sete kadar arttırılabilir. Artış kademeli olmalıdır. Toparlanma süresini kısaltmak için antrenman yoğunluğu düzenli periyodlar halinde arttırılarak antrenmana entegre edilmelidir.

2.10.3. Hipertrofi Antrenman Frekansı

Antrenman frekansı, antrenman hacminin uygulanma sıklığını ifade eder (Schoenfeld, 2010). Sporcuların fiziksel özellik ve antrenman hedeflerine göre uygun antrenman sıklığında antrene edilmeleri gerektiği bilinmektedir. Frekans seçiminde antrenman hacmi önem taşır. Yüksek yoğunluklu yapılan antrenmanlarda sıklığın

azaltılması; düşük yoğunluk yapılan antrenmanlar da ise sıklığın artırılması gerektiği bilinmektedir (Helms ve ark., 2014). On setten fazla ve orta yoğunluklu tekrarlar içeren gerek tüm vücut gerek bölgesel kas grubu direnç antrenmanlarının haftada en az 2 kere uygulanması kas adaptasyonunu sağlamada uygun bir sıklık olarak görülmektedir. Otuz set üstü yüksek yoğunluk ve tekrar içeren kuvvet antrenmanlarının, sporcunun fiziksel uygunluk ve hedeflerine göre haftada minimum bir kere olacak şekilde planlanabileceği ifade edilmektedir (Helms ve ark, 2014).

2.11. Hormonların Kas Hipertrofisine Etkileri

Anabolik hormonların kas hipertrofisi için gerekli olduğunu savunan görüşlerin yanında bu görüşe karşı çıkan yaklaşımlar da bulunmaktadır. Direnç egzersizleri sonucu kas kütlelerinde belirli oranda artışlar gözlemlenmektedir. Egzersiz sonrasında oluşan hipertrofilere eşlik eden enzimatik süreçler, anabolik ve katabolik yollar aracılığıyla protein sentezini arttırmaktadır. Araştırma sonuçları bu metabolik yolların etkileşim içinde olduğunu göstermektedir. Hormonlar (endokrin) üretildikten sonra kana taşınarak sarkoplazmaya bağlı olan reseptörler aracılığı ile hedef dokulara ulaştırılır. Miyoselüler sinyalizasyon kısmi olarak endokrin hormonlarla etkileşim içindedir. Bu sayede birçok hormon kastaki anabolik ve katabolik uyarıcılar arasındaki aktif dengeyi etkileyerek, kas protein miktarında artış veya azalmaya neden olmaktadır. Direnç egzersizleri sırasında ve sonrasında insülin benzeri büyüme faktörü (IGF)-I, testosteron ve büyüme hormonu (GH) artış gösterebilmektedir.

Tablo 2. 1. Başlıca Anabolik Hormonlar ve Etkileri

İnsülin Benzeri Büyüme Faktörü (IGF-1)	Kas hasarı sonrası büyüme ve farklılaşmayı uyarır. Kas çektirdiğinin kas liflerine eklenmesi sağlar. Anabolik hücre içi sinyalizasyonunu direkt olarak etkilese de bu etkinin kas hipertrofisi için sinerjistik olup olmadığı kanıtlanmamıştır.
Büyüme Hormonu (GH)	IGF-1 üzerinde olumlu etkisi ile anabolik bir hormon olarak görev alır. Bazı araştırma sonuçları GH'nin IGF-1'den bağımsız bir şekilde anabolizmayı desteklediğini bildirmesine karşın, bu etkilerin kas gelişimi üzerinde kesin bir etkiye sahip olup olmadığı kanıtlanmamıştır.
Testosteron	Miyofibriller protein sentezinde artışa proteolizde azalmayı sağlar. IGFBP-4 (IGF-1 antagonisti) aktivitesini inhibe etmekte, GH ve IGH-1 salınımını ve miyojenik hücre sayısını arttırmaktadır.
İnsülin	Protein sentezini uyarmakta, proteolizi azaltmaktadır.

2.11.1 Büyüme (Growth) Hormonu

Somatotropin olarak da adlandırılan insan büyüme hormonu (HGH), uzun tek bir amino asit zincirinden oluşan bir peptit hormonudur. İnsan vücudunun ön hipofiz bezindeki somatotropik hücreler tarafından doğal olarak salgılanır. İnsan Büyüme Hormonu insan, balık hücre hatlarında bağışıklık tepkisi üzerindeki etkisini incelemek için kültür ortamında bir takviye olarak kullanılmıştır. Aynı zamanda insan embriyonik kök hücrelerinin (hESC'ler)/insan kaynaklı pluripotent kök hücrelerin (hiPSC'ler) türetilmiş hepatoblastların farklılaşması için safra farklılaşma ortamında (BDM) bir takviye olarak da kullanılmıştır. İnsan büyüme hormonu (HGH), normal insan büyümesi ve gelişimi için gereklidir. HGH, insülin benzeri büyüme faktörü I'in ekspresyonunu uyararak çeşitli fizyolojik fonksiyonları değiştirir ve kalsiyum tutulmasını ve kemik yoğunluğunu artırır. HGH kas kütlelerini artırır, lipolizi destekler ve karaciğerin glikoz alımını azaltır. HGH'nin düzenlenmesindeki anormallikler, HGH'nin aşırı salgılanmasına bağlı olarak devlik veya akromegali gibi çeşitli büyüme bozukluklarına yol açmaktadır. Tersine, HGH eksikliği çocuklarda büyüme eksikliğine ve yetişkinlerde GH eksikliği sendromuna yol açar.

Bu kapsam doğrultusunda çalışmanın amacı iki farklı hipertrofi antrenmanı olan miyofibril ve sarkoplazmik hipertrofi antrenmanlarının kas hipertrofisi, kas kuvveti ve seçilmiş antropometrik özellikler üzerine etkilerinin incelenmesidir.

3. MATERYAL VE METOT

Gerçekleştirilen çalışma 6 hafta haftada üç gün toplam 18 seans süren miyofibril ve sarkoplazmik hipertrofi antrenmanlarının kas hipertrofisi, kuvveti ve seçilmiş antropometrik özelliklerin üzerine etkilerinin incelenmek amacıyla özel bir fitness salonunda ve Ordu Üniversitesinin ilgili laboratuvarlarında yapılmıştır. Çalışma Ordu Üniversite Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun onayından sonra başlamıştır (Tarih: 07.07.2023, Sayı: 14, Karar: 184).

Tablo 3. 1. Araştırma İş Tanımı ve Takvimi

İş tanımı	Takvim
Tezin planlanması, tez önerisinin Sağlık Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanması	Şubat 2023
Literatür araştırması	Mart- Haziran 2023
Ordu Üniversitesi Klinik Etik Kurul onayının alınması	Temmuz 2023
Gönüllülerin seçimi, bilgilendirilmiş olur formlarının onaylanması ve grupların randomize dağılımı	Ağustos- 2023
Ön test verilerinin toplanması	Eylül 2023
Antrenman programları	Eylül- Kasım 2023
Son test verilerinin toplanması	Kasım 2023
Verilerin analizi ve tezin yazımı	Kasım 2023- Ocak 2024
Tezin sunumu ve teslimi	Şubat 2024

3.1. Araştırma Grubu

Çalışmaya 20-35 yaş arası toplam 30 sağlıklı erkek gönüllü katılmıştır. Çalışmaya katılmayı kabul eden ve gönüllü olur formunu onaylayan bireyler bilgisayar ortamında (www.randomizer.org) rasgele 15 miyofibril (yaş: 25,13 ±5,56 (yıl), ağırlık: 83,95 ±13,18 (kg), boy: 178,10 ±7,42 (cm), VKİ: 26,42 ±3,58 (kg/m²)) ve 15 sarkoplazmik (yaş: 25,41 ±5,90 (yıl), ağırlık: 83,91 ±14,31 (kg), boy: 177,37 ±7,56 (cm), VKİ: 26,61 ±3,82 (kg/m²)) hipertrofi antrenman grupları olarak atanmıştır.

Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

- Egzersiz yapmasına engeli olmadığına dair sahip raporuna sahip olma,
- Son 6 ay içerisinde herhangi bir eklem yaralanması yaşamamış olması,
- Gövde kas gruplarına yönelik egzersiz yapmasına engeli olmaması,

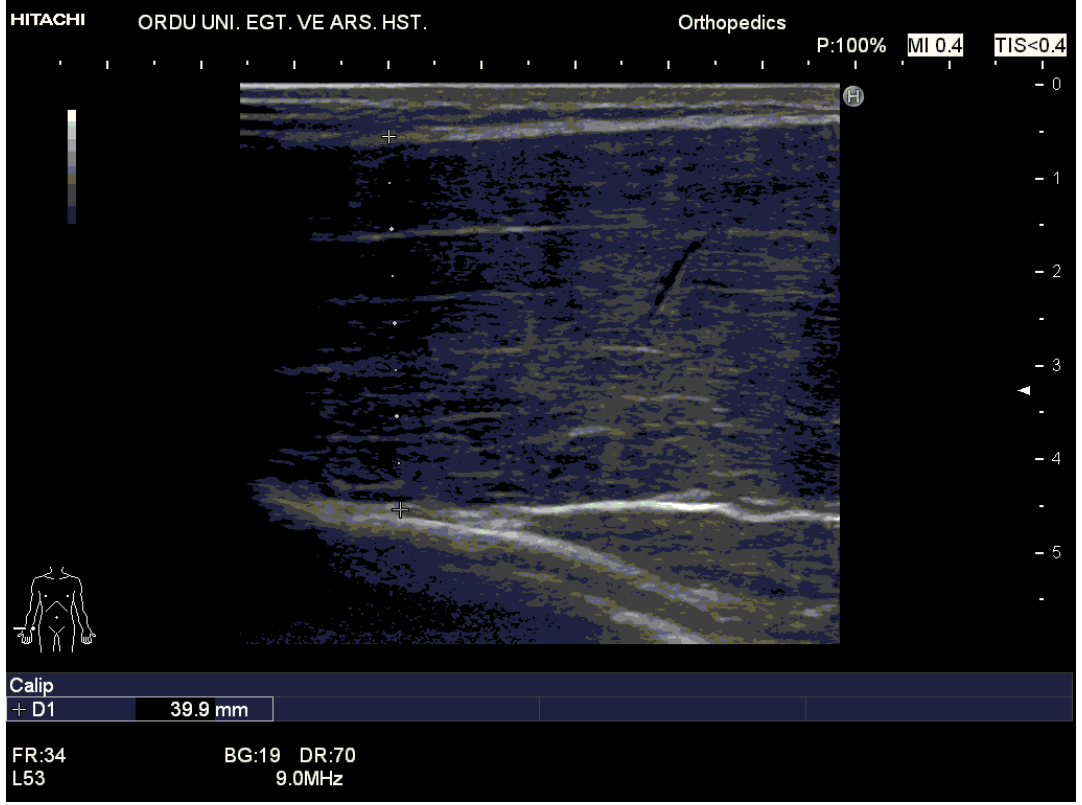
- Çalışmanın yapılacağı günler kafein tarzı uyarıcı madde kullanmamış olması,
- Sigara kullanmıyor olmak,
- Çalışmaya katılmaya gönüllü olmak ve gönüllü olur formunu onaylamak.

3.2. Veri Toplama Araçları

Çalışma sekiz haftalık miyofibril ve sarkoplazmik antrenmanın etkilerini görebilmek için ön test- son test desenine göre tasarlanmıştır.

Antropometrik ölçümler boy (m), ağırlık (kg), VKİ (kg/m^2) ile omuz, göğüs, bel ve baskın taraf üst kol ve uyluk bölgesi çevre (cm) ölçümlerini içermektedir. Ölçümler 0,01 cm hassasiyete sahip şerit metre ile uzman tarafından ISAK (Uluslararası Kinantropometriyi Geliştirme Derneği) ölçüm standartlarına uygun olarak ölçülmüştür.

Pectoralis majör (PM), latissimus dorsi (LD) ve quadriceps femoris (QF) kas kalınlığı ölçümleri Ordu Üniversitesi Dahili Tıp Bilimleri Bölümü Radyoloji Anabilim Dalında deneyimli uzman hekim tarafından ultrasonografi cihazıyla (Hitachi HiVision Preirus, Tokyo/Japonya) değerlendirilerek kayıt altına alınmıştır. Ölçümler sırasında gönüllülerin sırt üstü rahat pozisyonda uzanması sağlanmıştır. Kas dinlenme pozisyonundayken ultrasonografi ölçümleri alınmıştır. Ölçümler kasların tam orta hattan en kalın noktasından elde edilmiştir (Malas ve ark., 2013). Ölçümler gönüllülerin baskın tarafından probuna jel sürülerek ve 7,5 faz dizilimli lineer prob kullanılarak ölçüm yapılmıştır. Prob kasa dik gelecek şekilde ve kasa baskı uygulamadan gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme sonucu elde edilen veriler her bir gönüllü için ayrı ayrı kayıt altına alınmıştır.



Şekil 3. 1. PM kasının örnek ultrasonografi görüntüsü.

Kuvvet ölçümleri bench press, squat ve deadlift 1 RM (1 tekrar maksimum kuvvet) ölçümleri antrenman öncesinde ve antrenman sonrasında alınmıştır.

3.3. Antrenman Programı

3.3.1 Miyofibril hipertrofi antrenman programı

Miyofibril antrenman grubunda yer alan gönüllüler 6 hafta boyunca haftada bir gün bacak (Tablo 3.2), bir gün itiş (Tablo 3.3) ve bir gün çekiş (Tablo 3.4) olmak üzere üç gün toplam 18 seans antrenman programını takip etmişlerdir. Antrenman yükü bu grup için maksimumun %70-90'ı aralığında olacak şekilde ayarlanmıştır.

Tablo 3. 2. Miyofibril Hipertrofi Bacak Antrenman Programı

<i>Egzersiz Adı</i>	<i>Isınma Seti</i>	<i>Çalışma Seti</i>	<i>Tekrar Sayısı</i>	<i>Dinlenme</i>
Leg extension	2	3	6-8	90-120 sn.
Squat	1	3	6-8	90-120 sn.
Leg press	1	3	6-8	90-120 sn.
Lunge	0	3	8	90-120 sn.
Seated leg curl	0	3	12	90-120 sn.
Romanian deadlift	0	3	12	90-120 sn.

Tablo 3. 3. Miyofibril Hipertrofi İtiş Antrenman Programı

<i>Egzersiz Adı</i>	<i>Isınma Seti</i>	<i>Çalışma Seti</i>	<i>Tekrar Sayısı</i>	<i>Dinlenme</i>
Barbel bench press	2	3	6-8	90-120 sn.
Incline dumbbell bench press	1	3	6-8	90-120 sn.
Cable crossover	0	3	8-12	90-120 sn.
Barbell overhead press	1	3	6-8	90-120 sn.
Dumbbell lateral raise	1	3	12	90-120 sn.
Cable overhead rope triceps extension	0	3	12	90-120 sn.
Triceps rope pushdown	0	3	12	90-120 sn.

Tablo 3. 4. Miyofibril Hipertrofi Çekiş Antrenman Programı

<i>Egzersiz Adı</i>	<i>Isınma Seti</i>	<i>Çalışma Seti</i>	<i>Tekrar Sayısı</i>	<i>Dinlenme</i>
Bentover barbell row	2	3	6-8	90-120 sn.
Lat pulldown	1	3	6-8	90-120 sn.
Chest supported row	1	3	6-8	90-120 sn.
Standing cable pullover	0	3	8	90-120 sn.
Bentover lateral raise	0	3	12	90-120 sn.
Face pull	0	3	12	90-120 sn.
Barbell curl	0	3	12	90-120 sn.
Cable one arm hammer curl	0	3	12	90-120 sn.

3.3.2. Sarkoplazmik hipertrofi antrenman programı

Sarkoplazmik antrenman grubunda yer alan gönüllüler 6 hafta boyunca haftada bir gün bacak (Tablo 3.5), bir gün itiş (Tablo 3.6) ve bir gün çekiş (Tablo 3.7) olmak üzere üç gün toplam 18 seans tablo 3.3’de yer alan antrenman programını takip etmişlerdir. Antrenman yükü bu grup için maksimumun %40-60’ı aralığında olacak şekilde ayarlanmıştır.

Tablo 3. 5. Sarkoplazmik Hipertrofi Bacak Antrenman Programı

<i>Egzersiz Adı</i>	<i>Isınma Seti</i>	<i>Çalışma Seti</i>	<i>Tekrar Sayısı</i>	<i>Dinlenme</i>
Leg extension	2	3	15-20	90-120 sn.
Squat	1	3	15-20	90-120 sn.
Leg press	1	3	15-20	90-120 sn.
Lunge	0	3	30	90-120 sn.
Seated leg curl	0	3	12	90-120 sn.
Romanian deadlift	0	3	12	90-120 sn.

Tablo 3. 6. Sarkoplazmik Hipertrofi İtiş Antrenman Programı

<i>Egzersiz Adı</i>	<i>Isınma Seti</i>	<i>Çalışma Seti</i>	<i>Tekrar Sayısı</i>	<i>Dinlenme</i>
Barbel bench press	2	3	15-20	90-120 sn.
Incline dumbbell bench press	1	3	15-20	90-120 sn.
Cable crossover	0	3	15-20	90-120 sn.
Barbell overhead press	1	3	15	90-120 sn.
Dumbbell lateral raise	1	3	15	90-120 sn.
Cable overhead rope triceps extension	0	3	15	90-120 sn.
Triceps rope pushdown	0	3	15	90-120 sn.

Tablo 3. 7. Sarkoplazmik Hipertrofi Çekiş Antrenman Programı

<i>Egzersiz Adı</i>	<i>Isınma Seti</i>	<i>Çalışma Seti</i>	<i>Tekrar Sayısı</i>	<i>Dinlenme</i>
Bentover barbell row	2	3	15-20	90-120 sn.
Lat pulldown	1	3	15-20	90-120 sn.
Chest supported row	1	3	15-20	90-120 sn.
Standing cable pullover	0	3	15	90-120 sn.
Bentover lateral raise	0	3	15	90-120 sn.
Face pull	0	3	15	90-120 sn.
Barbell curl	0	3	15	90-120 sn.
Cable one arm hammer curl	0	3	15	90-120 sn.

3.4. İstatistiksel Analiz

“Miyofibril ve Sarkoplazmik Hipertrofi Antrenmanlarının Kas Hipertrofisi ve Kuvveti Üzerine Etkisi” başlıklı çalışmamızda, 6 haftalık haftada 3 gün toplam 18 sezonluk miyofibril hipertrofi antrenman grubu ve sarkoplazmik hipertrofi antrenmanlarının hipertrofisi, kuvveti ve seçilmiş antropometrik özellikler üzerine

etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla, Sözen ve Akyıldız (2018) tarafından farklı egzersiz türlerinin aerobik ve anaerobik kapasite değerleri üzerine etkilerinin incelendiği ön-test ve son-test desenine uygun yapılan “The effects of aerobic and anaerobic training on aerobic and anaerobic capacity” başlıklı çalışma referans alındığında ön-test ($X=6,83w.kg^{-1}$; $SS=1,05$) ve son-test ($X=7,08w.kg^{-1}$; $SS=0,91$) anaerobik kapasite-relatif değerleri, $\alpha=0.05$ ve $\text{güç}=0.95$ alınarak gerekli olan minimum örnek sayısı her bir grup için **7** olarak belirlendi. Bizim çalışmamıza da **15** miyofibril hipertrofi antrenman grubu ve **15** sarkoplazmik hipertrofi antrenman grubu olmak üzere toplam **30** gönüllü katılacaktır. Örneklem büyüklüğünü hesaplamak için G*Power 3.1.9.2 istatistik programında t tests – Means: Difference between two dependent means (matched pairs) modülü kullanılmıştır.

Bizim çalışmamızda tüm istatistiksel hesaplamalar SPSS 22.0 V istatistik paket programında yapılmıştır. Seçilmiş ölçümlerden elde edilen verilerin değerlendirilmesinde aritmetik ortalama (X), standart sapma (SS) gibi tanımlayıcı istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Ön-test ve son-test desenine uygun alınmış olan ölçümlerin normal dağılım olup olmadığı Kolmogorov Smirnov, Shapiro-Wilk ve basıklık-çarpıklık (skewness-kurtosis) analizi uygulanarak incelenmiştir. Basıklık-çarpıklık analizi ile normal dağılım olduğu görülen değişkenlere parametrik testler uygulanmıştır (Tabachnick ve ark., 2013). Gruplar arasındaki ön-test ve son-test verilerinin karşılaştırmasında Paired Sample t-test kullanılmıştır. Bağımsız gruplar arasındaki farklılıkların karşılaştırılmasında ise bağımsız gruplar t-testi (Independent Sample t-test) kullanılmıştır. Sonuçlar %95 güven aralığında 0,05 anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

Tablo 4. 1. Bütün Katılımcıların Baskın Taraf PM, LD ve QF Kaslarının Ön test-Son test Ultrason Veri Ortalamalarının Karşılaştırması

Kas Grubu	Test	n	X	SS	t	p
PM	Ön-test	30	32,33	5,03	-9,171	0,000**
	Son-test	30	40,13	6,15		
LD	Ön-test	30	24,48	6,72	-8,039	0,000**
	Son-test	30	35,84	6,93		
QF	Ön-test	30	56,61	8,48	-8,379	0,000**
	Son-test	30	60,32	7,73		

**p<0,001

Bütün katılımcıların baskın taraf PM, LD, QF kaslarından elde edilen ultrason değerleri ön test- son test ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,001).

Tablo 4. 2. Bütün Katılımcıların Baskın Olmayan Taraf PM, LD ve QF Kaslarının Ön test-Son test Ultrason Veri Ortalamalarının Karşılaştırması

Kas Grubu	Test	n	X	SS	t	p
PM	Ön-test	30	32,49	5,01	-7,983	0,000**
	Son-test	30	39,42	6,41		
LD	Ön-test	30	24,87	6,30	-7,291	0,000**
	Son-test	30	35,37	7,09		
QF	Ön-test	30	54,44	8,39	-6,206	0,000**
	Son-test	30	58,45	7,33		

**p<0,001

Bütün katılımcıların baskın olmayan taraf PM, LD, QF kaslarından elde edilen ultrason değerleri ön test- son test ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,001).

Tablo 4. 3. Bütün Katılımcıların Omuz, Göğüs, Üst Kol, Bel ve Uyluk Bölgesi Ön test-Son test Çevre Ortalamalarının Karşılaştırması

Bölge	Test	n	X	SS	t	p
Omuz	Ön-test	30	124,65	7,01	-8,316	0,000**
	Son-test	30	126,23	6,91		
Göğüs	Ön-test	30	108,75	8,11	-11,371	0,000**
	Son-test	30	110,55	8,08		
Üst Kol	Ön-test	30	37,48	3,07	-2,084	0,046*
	Son-test	30	38,01	2,89		
Bel	Ön-test	30	89,78	11,46	-3,101	0,004*
	Son-test	30	90,70	11,30		
Uyluk	Ön-test	30	58,95	6,36	-3,411	0,002*
	Son-test	30	59,83	6,20		

**p<0,001; *p<0,005

Bütün katılımcıların omuz, göğüs, üst kol, bel ve uyluk bölgesinden elde edilen çevre değerleri ön test- son test ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,005).

Tablo 4. 4. Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Baskın Taraf PM, LD ve QF Kaslarının Ön test Ultrason Veri Ortalamalarının Karşılaştırması

Kas Grubu	Grup	n	X	SS	t	P
PM	Miyofibril	15	33,96	4,88	1,838	0,077
	Sarkoplazmik	15	30,71	4,78		
LD	Miyofibril	15	25,43	7,70	0,766	0,450
	Sarkoplazmik	15	23,54	5,67		
QF	Miyofibril	15	57,82	7,10	0,778	0,443
	Sarkoplazmik	15	55,40	9,77		

Miyofibril ve sarkoplazmik hipertrofi antrenman gruplarının baskın taraf PM, LD ve QF kaslarının ön test ultrason veri ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4. 5. Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Baskın Olmayan Taraf PM, LD ve QF Kaslarının Ön test Ultrason Veri Ortalamalarının Karşılaştırması

Kas Grubu	Grup	n	X	SS	t	P
PM	Miyofibril	15	34,08	4,77	1,802	0,082
	Sarkoplazmik	15	30,90	4,88		
LD	Miyofibril	15	25,64	7,55	0,656	0,517
	Sarkoplazmik	15	24,11	4,90		
QF	Miyofibril	15	56,20	7,23	1,150	0,260
	Sarkoplazmik	15	52,69	9,32		

Miyofibril ve sarkoplazmik hipertrofi antrenman gruplarının baskın olmayan taraf PM, LD ve QF kaslarının ön test ultrason veri ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4. 6. Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Omuz, Göğüs, Üst Kol, Bel ve Uyluk Bölgesi Ön test Çevre Ortalamalarının Karşılaştırması

Bölge	Grup	n	X	SS	t	p
Omuz	Miyofibril	15	125,86	7,19	0,949	0,351
	Sarkoplazmik	15	123,43	6,84		
Göğüs	Miyofibril	15	109,60	7,65	0,567	0,575
	Sarkoplazmik	15	107,90	8,73		
Üst Kol	Miyofibril	15	38,23	3,33	1,356	0,186
	Sarkoplazmik	15	36,73	2,68		
Bel	Miyofibril	15	88,23	10,26	-0,735	0,469
	Sarkoplazmik	15	91,33	12,71		
Uyluk	Miyofibril	15	59,66	6,34	0,610	0,547
	Sarkoplazmik	15	58,23	6,52		

Miyofibril ve sarkoplazmik hipertrofi antrenman gruplarının omuz, göğüs, üst kol, bel ve uyluk bölgesi ön-test çevre ortalamalarının karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4. 7. Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Baskın Taraf PM, LD ve QF Kaslarının Son test Ultrason Veri Ortalamalarının Karşılaştırması

Kas Grubu	Grup	n	X	SS	t	P
PM	Miyofibril	15	43,60	5,75	3,689	0.001**
	Sarkoplazmik	15	36,67	4,43		
LD	Miyofibril	15	40,24	6,21	4,476	0.000**
	Sarkoplazmik	15	31,44	4,40		
QF	Miyofibril	15	62,00	7,35	1,201	0,240
	Sarkoplazmik	15	58,64	7,98		

** $p<0,001$

Miyofibril ve sarkoplazmik hipertrofi antrenman gruplarının baskın taraf PM, LD kaslarının son test ultrason veri ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,01$). QF kaslarının son test ultrason veri ortalamalarında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4. 8. Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Baskın Olmayan Taraf PM, LD ve QF Kaslarının Son test Ultrason Veri Ortalamalarının Karşılaştırması

Kas Grubu	Grup	n	X	SS	T	P
PM	Miyofibril	15	42,91	5,92	3,514	0.002*
	Sarkoplazmik	15	35,93	4,90		
LD	Miyofibril	15	39,68	6,28	4,160	0.000**
	Sarkoplazmik	15	31,06	4,98		
QF	Miyofibril	15	60,32	6,59	1,419	0,167
	Sarkoplazmik	15	56,58	7,77		

** $p<0,001$; * $p<0,05$

Miyofibril ve sarkoplazmik hipertrofi antrenman gruplarının baskın olmayan taraf PM, LD kaslarının son test ultrason veri ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). QF kaslarının son test ultrason veri ortalamalarında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4. 9. Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Omuz, Göğüs, Üst Kol, Bel ve Uyluk Bölgesi Son test Çevre Ortalamalarının Karşılaştırması

Bölge	Grup	n	X	SS	t	p
Omuz	Miyofibril	15	127,66	7,09	1,142	0,263
	Sarkoplazmik	15	124,80	6,64		
Göğüs	Miyofibril	15	111,50	7,68	0,637	0,529
	Sarkoplazmik	15	109,60	8,61		
Üst Kol	Miyofibril	15	39,06	3,29	2,099	0,045*
	Sarkoplazmik	15	36,96	2,03		
Bel	Miyofibril	15	89,13	10,25	-0,753	0,458
	Sarkoplazmik	15	92,26	12,42		
Uyluk	Miyofibril	15	60,90	6,62	-0,940	0,355
	Sarkoplazmik	15	58,76	5,77		

* $p<0,005$

Miyofibril ve sarkoplazmik hipertrofi antrenman gruplarının üst kol bölgesi son-test çevre ortalamalarının karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Omuz, göğüs, bel ve uyluk bölgesi son-test çevre ortalamalarının karşılaştırılmasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4. 10. Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Baskın Taraf PM, LD ve QF Kaslarının Ön test- Son test Ultrason Verisi Fark Ortalamalarının Karşılaştırması

Kas Grubu	Grup	n	X	SS	t	P
FarkPM	Miyofibril	15	-9,64	5,53	-2,321	0.028*
	Sarkoplazmik	15	-5,96	2,66		
FarkLD	Miyofibril	15	-14,81	8,95	-2,699	0.012*
	Sarkoplazmik	15	-7,90	4,27		
FarkQF	Miyofibril	15	-4,18	2,36	-1,064	0,296
	Sarkoplazmik	15	-3,24	2,47		

*p<0,005

Miyofibril ve sarkoplazmik hipertrofi antrenman gruplarının baskın taraf PM, LD kaslarının ön test-son test ultrason verisi fark ortalamaları istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,05). QF kaslarının ön test-son test ultrason verisi fark ortalamalarında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0,05).

Tablo 4. 11. Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Baskın Olmayan Taraf PM, LD ve QF Kaslarının Ön test- Son test Ultrason Verisi Fark Ortalamalarının Karşılaştırması

Kas Grubu	Grup	n	X	SS	t	P
FarkPM	Miyofibril	15	-8,83	5,78	-2,352	0.026*
	Sarkoplazmik	15	-5,03	2,37		
FarkLD	Miyofibril	15	-14,04	8,86	-2,723	0.011*
	Sarkoplazmik	15	-6,94	4,82		
FarkQF	Miyofibril	15	-4,12	3,26	-0,173	0,864
	Sarkoplazmik	15	-3,89	3,89		

*p<0,005

Miyofibril ve sarkoplazmik hipertrofi antrenman gruplarının baskın olmayan taraf PM, LD kaslarının ön test-son test ultrason verisi fark ortalamaları istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,05). QF kaslarının ön test-son test ultrason

verisi fark ortalamalarında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4. 12. Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Omuz, Göğüs, Üst Kol, Bel ve Uyluk Bölgesi Ön test- Son test Çevre Fark Ortalamalarının Karşılaştırması

Bölge	Grup	n	X	SS	t	p
FarkOmuz	Miyofibril	15	-1,80	1,14	-1,144	0,262
	Sarkoplazmik	15	-1,36	0,91		
FarkGöğüs	Miyofibril	15	-1,90	0,94	-0,625	0,537
	Sarkoplazmik	15	-1,70	0,79		
FarkÜst Kol	Miyofibril	15	-0,83	0,52	-1,180	0,248
	Sarkoplazmik	15	-0,23	1,89		
FarkBel	Miyofibril	15	-0,90	1,67	-0,055	0,956
	Sarkoplazmik	15	-0,93	1,62		
FarkUyluk	Miyofibril	15	-1,23	1,01	-1,372	0,181
	Sarkoplazmik	15	-0,53	1,69		

Miyofibril ve sarkoplazmik hipertrofi antrenman gruplarının omuz, göğüs, üst kol, bel ve uyluk bölgesi ön test-son test çevre fark ortalamalarının karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4. 13. Miyofibril Antrenman Grubunun Bench Press, Squat ve Deadlift Kuvvet Ön test-Son test Değerleri Ortalamalarının Karşılaştırması

Bölge	Test	n	X	SS	t	p
Bench Press	Ön-test	15	105,33	19,12	-9,431	0,000**
	Son-test	15	117,33	18,97		
Squat	Ön-test	15	119,00	26,33	-2,477	0,027*
	Son-test	15	125,33	32,53		
Deadlift	Ön-test	15	153,66	31,13	-5,041	0,000**
	Son-test	15	165,66	33,69		

**p<0,001; *p<0,005

Miyofibril antrenman grubunun bench press, squat ve deadlift kuvvet değerleri ön test- son test ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,005).

Tablo 4. 14. Sarkoplazmik Antrenman Grubunun Bench Press, Squat ve Deadlift Kuvvet Ön test-Son test Değerleri Ortalamalarının Karşılaştırması

Bölge	Test	n	X	SS	t	p
Bench Press	Ön-test	15	88,33	23,50	-3,287	0,005*
	Son-test	15	93,00	23,13		
Squat	Ön-test	15	102,33	35,75	-1,468	0,164
	Son-test	15	103,00	37,21		
Deadlift	Ön-test	15	107,66	17,51	-2,779	0,015*
	Son-test	15	110,33	17,97		

*p<0,005

Sarkoplazmik antrenman grubunun bench press ve deadlift kuvvet değerleri ön test- son test ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,005). Sarkoplazmik antrenman grubunun squat kuvvet değeri ön test- son test ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0,005).

Tablo 4. 15. Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Bench Press, Squat ve Deadlift Ön test- Son test Kuvvet Fark Ortalamalarının Karşılaştırması

Bölge	Grup	n	X	SS	t	p
Bench press	Miyofibril	15	-12,00	4,92	-3,846	0,001*
	Sarkoplazmik	15	-4,66	5,49		
Squat	Miyofibril	15	-6,33	9,90	-2,182	0,038*
	Sarkoplazmik	15	-0,66	1,75		
Deadlift	Miyofibril	15	-12,00	9,21	-3,636	0,001*
	Sarkoplazmik	15	-2,66	3,71		

*p<0,005

Miyofibril ve sarkoplazmik hipertrofi antrenman gruplarının bench press, squat ve deadlift ön test-son test kuvvet verisi fark ortalamaları istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,05). Bu fark miyofibril grup lehinedir.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı, iki farklı hipertrofi türü olan sarkopilazmik ve miyofibriler hipertrofidan oluşan pectoralis majör, latissimus dorsi ve quadriceps kasları üzerinde 6 hafta süreyle uygulanan antrenman programlarının sonrasında bireylerin kas grupları üzerindeki hipertrofi oranının ölçülmesi incelenmiştir. Sonuç olarak her iki gruba yaptırılan sarkoplazmik ve miyofibriller hipertrofi antrenmanlarından benzer hipertrofik kazanımlar sağlandığı, fakat 6 haftanın sonunda karşılaşılan sonuçlarda miyofibriller hipertrofi antrenmanı yapan grubunun sarkopilazmik hipertrofi antrenmanı yapan gruba göre pectoralis majör, latissimus dorsi ve quadriceps kasları üzerinde hipertrofi oranının daha fazla olduğu görülmüştür.

Direnç antrenmanı, kas kütlesi, kuvvet ve gücü arttırmak için etkili bir yöntem olarak önerilmektedir (Kraemer ve ark. 2002). Egzersiz programları oluşturulurken yoğunluk, hacim ve sıklık gibi değişkenlerin doğru kontrol edilmesi son derece önemlidir. Bu değişkenler, kasların adaptasyon sürecini etkiler ve kas gelişimini optimize etmek için dikkatlice yönetilmelidir (Kraemer ve Ratamess, 2004). Temel değişkenlerin önemli bir parçası olan antrenman sıklığı, belirlenmiş olan zaman dilimi içerisinde gerçekleştirilen antrenman sayısını ifade eder (Wernbom ve ark., 2007). Kas hipertrofisinin indüklenmesiyle ilgili olarak, antrenman sıklığı genellikle kas gruplarının belirli bir zaman diliminde yapılan antrenman sayısı ile ilişkilidir (Schoenfeld ve ark., 2015).

Kuvvet antrenmanlarının farklı kas grupları üzerindeki etkileri üzerine yapılan çalışmalarda, özellikle biceps triceps, vastus lateralis, vastus medialis ve pectoralis gibi farklı hedef kas gruplarında incelenmiştir. Bu çalışmalarda yapılan kuvvet antrenmanlarının kas kuvveti ve kalınlığı üzerinde olumlu etkileri gözlemlenmiştir. Bu çalışmalar, kuvvet antrenmanının farklı yaş gruplarında hem güç hem de boyut açısından olumlu etkilere sahip olduğu gösterilmektedir. Biceps, triceps, vastus lateralis, vastus medialis ve pectoralis gibi farklı kas grupları üzerinde yapılan antrenmanlar, kasların güçlenmesine ve büyümesine katkı sağlamıştır (Wilson ve ark., 2013; Yasuda ve ark., 2011). Bu çalışmalar kuvvet antrenmanının farklı kas grupları üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir ve belirli bulgular ortaya

koymuşlardır. Bu çalışma, düşük yoğunluktaki kuvvet antrenmanının (maksimal kuvvetin %30'u civarında) pectoralis ve triceps kas grupları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Sonuçlar, 2 haftalık süreçte yapılan bu antrenmanın her iki kas grubunun kuvvetini ve kalınlığını artırdığını göstermiştir (Yasuda ve ark., 2011)

Bu çalışma, biceps kasına uygulanan kuvvet antrenmanının kas hipertrofisi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bulgular, bu antrenmanın biceps kasında hem hipertrofi artışına hem de oksijen saturasyonunda bir artışa neden olduğunu göstermiştir (Pant ve Bhutia, 2017). Bu çalışma, biceps kasına yönelik yapılan 8 haftalık kuvvet antrenmanının kas kalınlığı üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda, 8 haftalık süreçte biceps kasında %11 ila %13 arasında bir kalınlık artışı tespit edilmiştir. Bu bulgular, kuvvet antrenmanının kas kalınlığında önemli bir artışa yol açtığını göstermiştir. Ayrıca, kuvvet antrenmanının kas hipertrofisi antrenmanı ile benzer değişikliklere neden olduğunu vurgulamıştır (Lowery ve ark., 2014).

Kim ve diğer araştırmacılar tarafından yapılan çalışma, 18 sedanter birey üzerinde gerçekleştirilmiş ve kuvvet antrenmanı ile orta şiddette kuvvet antrenmanı kuvvet ve kalınlık değişimi karşılaştırılmış, kuvvet antrenmanlarının benzer kuvvet (orta şiddette 3.2, KAS grubu ise 2.4) ve kalınlık artışı bulunmuştur (Kim ve ark., 2017).

Yaptığımız çalışmada ise yapılan 6 haftalık antrenman süreci sonrasında bütün Katılımcıların Baskın Taraf PM, LD ve QF Kaslarının Ön test-Son test Ultrason Veri Ortalamalarının Karşılaştırması sonucu olarak, katılımcıların baskın taraf olan PM, LD, QF kaslarından elde edilen ultrason değerleri ön test- son test ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Katılımcıların Baskın Olmayan PM, LD ve QF Kaslarının Ön test-Son test Ultrason Veri Ortalamalarının Karşılaştırmasını ele aldığımızda ise katılımcıların baskın olmayan taraf PM, LD, QF kaslarından elde edilen ultrason değerleri ön test- son test ortalamalarında baskın tarafta olduğu gibi istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Yaptığımız çalışmada katılımcıların Omuz, Göğüs, Üst Kol, Bel ve Uyluk Bölgesi Ön test-Son test Çevre Ortalamalarının Karşılaştırmasına baktığımızda ise katılımcıların omuz, göğüs, üst kol, bel ve uyluk bölgesinden elde

edilen çevre değerleri ön test- son test ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur.

2017 tarihli bir meta-analiz, $\leq 60\%$ 1RM (tekrar maksimumunun $\%60$ 'ına kadar olan hafif yükler) ile $>60\%$ 1RM (tekrar maksimumunun $\%60$ 'ından fazla olan ağır yükler) arasındaki karşılaştırmayı yaparak 21 çalışmayı inceledi. Bu analiz, tekrarlar kassal tükeniş noktasına gittiği durumda hem hafif hem de ağır yüklerin benzer hipertrofik kazançlar sağladığını ortaya koydu. Ancak, ağır yüklerle yapılan antrenmanların kuvvet artışını daha fazla teşvik ettiği bulgusu da mevcuttu. Yani, her iki yoğunluktaki antrenmanlar kasa benzer hipertrofik tepkiler gösterirken, ağır yüklerle çalışmanın kuvvet artışını daha fazla teşvik ettiği belirlenmiştir.

Bu sonuçlar, hafif ve ağır yüklerin her ikisinin de hipertrofiyi destekleyebileceğini gösterse de kuvvet artışı hedefleniyorsa ağır yüklerin daha etkili olduğunu öne sürmektedir. Bu, antrenman programlarını belirlerken hedeflenen sonuçlara göre yük seçiminin önemli olduğunu gösterir. 017 tarihli bir meta-analiz, $\leq 60\%$ 1RM (tekrar maksimumunun $\%60$ 'ına kadar olan hafif yükler) ile $>60\%$ 1RM (tekrar maksimumunun $\%60$ 'ından fazla olan ağır yükler) arasındaki karşılaştırmayı yaparak 21 çalışmayı inceledi. Bu analiz, tekrarlar kassal tükeniş noktasına gittiği durumda hem hafif hem de ağır yüklerin benzer hipertrofik kazançlar sağladığını ortaya koydu. Ancak, ağır yüklerle yapılan antrenmanların kuvvet artışını daha fazla teşvik ettiği bulgusu da mevcuttu. Yani, her iki yoğunluktaki antrenmanlar kasa benzer hipertrofik tepkiler gösterirken, ağır yüklerle çalışmanın kuvvet artışını daha fazla teşvik ettiği belirlenmiştir.

Bu sonuçlar, hafif ve ağır yüklerin her ikisinin de hipertrofiyi destekleyebileceğini gösterse de kuvvet artışı hedefleniyorsa ağır yüklerin daha etkili olduğunu öne sürmektedir. Bu, antrenman programlarını belirlerken hedeflenen sonuçlara göre yük seçiminin önemli olduğunu gösterir. Daha ağır yüklerle yapılan direnç antrenmanlarının, daha hafif yüklerle yapılan antrenmanlara kıyasla daha fazla miyofibriller hipertrofiye ve daha az sarkoplazmik hipertrofiye yol açtığına dair öne sürülen fikir, sağlam bir teorik temel üzerine oturmadığı için pek olası görünmüyor. Araştırmalar, direnç antrenmanlarının ardından kas içindeki miyofilament sayısının kas kesit alanıyla orantılı olarak arttığını gösteriyor. Bu durum, bir kas lifinin

antrenmandan sonra kas kesit alanına ilişkin uygulayabileceği kuvvetin neden sabit kaldığını işaret ediyor. Yani, bu bulgular, ağır yüklerin miyofibriller hipertrofiyi artırırken sarkoplazmik hipertrofiyi azalttığı fikrinin gerçekçi olmadığını gösteriyor. Sonuç olarak, hafif yüklerle yapılan direnç antrenmanları, aynı miktarda kas hipertrofisi ortaya koysa bile, ağır yüklerin kullanıldığı direnç antrenmanlarına göre daha az kuvvet kazanımına neden olabilir. Yani, hipertrofi aynı olsa da ağır yüklerle yapılan antrenmanlar genellikle kuvvet artışını daha fazla teşvik eder.

Yaptığımız çalışmada Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Baskın Taraf PM, LD ve QF Kaslarının Ön test Ultrason Veri Ortalamalarının Karşılaştırmış ve yapılan ön test sonrasında Miyofibril ve sarkoplazmik hipertrofi antrenman gruplarının baskın taraf PM, LD ve QF kaslarının ön test ultrason veri ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Baskın Olmayan Taraf PM, LD ve QF Kaslarının Ön test Ultrason Veri Ortalamalarının Karşılaştırmış ve yapılan ön test sonrasında Miyofibril ve sarkoplazmik hipertrofi antrenman gruplarının baskın olmayan taraf PM, LD ve QF kaslarının ön test ultrason veri ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bu ölçümlerle beraber Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Omuz, Göğüs, Üst Kol, Bel ve Uyluk Bölgesi Ön test Çevre Ortalamalarının Karşılaştırmış ve yapılan ön test sonrasında Miyofibril ve sarkoplazmik hipertrofi antrenman gruplarının omuz, göğüs, üst kol, bel ve uyluk bölgesi ön-test çevre ortalamalarının karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Yapılan bu ölçümler sonrasında bu iki guruba sarkoplazmik hipertrofi grubuna maksimal kuvvetin %40-50' si ile yüksek tekrarlı setlerden oluşan antrenman programı verilmiş, miyofibriler hipertrofi grubuna ise %70-90' nı ile düşük tekrarlı setlerden oluşan antrenman programı verilerek 6 haftanın sonunda tekrar ölçüm alınmıştır.

Yaptığımız çalışmada Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Baskın Taraf PM, LD ve QF Kaslarının Son test Ultrason Veri Ortalamalarının Karşılaştırılmış ve yapılan son test sonrasında Miyofibril ve sarkoplazmik hipertrofi antrenman gruplarının baskın taraf PM, LD kaslarının son test ultrason veri ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur fakat QF kaslarının son test ultrason veri ortalamalarında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık

bulunmamıştır. Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Baskın Olmayan Taraf PM, LD ve QF Kaslarının Son test Ultrason Veri Ortalamalarını karşılaştırdığımızda ise Miyofibril ve sarkoplazmik hipertrofi antrenman gruplarının baskın olmayan taraf PM, LD kaslarının son test ultrason veri ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur fakat QF kaslarının son test ultrason veri ortalamalarında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bu ölçümlerle beraber Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Omuz, Göğüs, Üst Kol, Bel ve Uyluk Bölgesi son test Çevre Ortalamalarının Karşılaştırmış ve yapılan son test sonrasında Miyofibril ve sarkoplazmik hipertrofi antrenman gruplarının üst kol bölgesi son-test çevre ortalamalarının karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur fakat Omuz, göğüs, bel ve uyluk bölgesi son-test çevre ortalamalarının karşılaştırılmasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır.

McDonald, vücut geliştirmecilerin yıllardır daha yüksek tekrar ve kısa dinlenme süreleriyle yüksek antrenman hacmiyle "pompalama" odaklı kas büyümesi deneyimlediğini ifade eder. Ancak, ağır kilolarla antrenman yapan kişilerin farklı görüldüğünü ve kas liflerinin daha yoğun görüldüğünü belirtir. Bu kişilerin kas liflerinin, sarkoplazmada veya kas içindeki veya çevresindeki sıvıda akut değişiklikleri daha uzun süre koruduğunu ve bu nedenle boyutlarını daha uzun süre muhafaza edebildiklerini ifade eder. Bazı antrenörler (genellikle Doğu Avrupa ve Rusya'dan olanlar), bu farklılığı "fonksiyonel" ve "fonksiyonel olmayan" hipertrofi olarak tanımlar. Onlara göre, gerçek kuvvetlenme için miyofibriller protein artışına odaklanmak gerekir ve bu "fonksiyonel hipertrofi" olarak adlandırılır. Buna karşın, sarkoplazmik hipertrofi görsel olarak büyümeye neden olabilir ancak performansa katkıda bulunmaz. Bu nedenle, bazı antrenörler bunu "fonksiyonel olmayan hipertrofi" olarak nitelendirir. Bu görüşler etrafında antrenmanlar genellikle miyofibriller hipertrofi ve sarkoplazmik hipertrofi olarak ayrılır. Bazılarına göre, kasın işlevselliğini artırmak için miyofibrillerin büyümesine odaklanmak önemlidir, bu "fonksiyonel" bir gelişmedir. Diğer yandan, sadece görsel büyümeyi sağlayan ancak performansa katkıda bulunmayan sarkoplazmik hipertrofi ise "fonksiyonel olmayan" olarak nitelendirilir. McDonald, sarkoplazmik hipertrofinin miyofibriller hipertrofi gibi olduğunu ve 2019'da yayınlanan Haun'un makalesinin bu konuyu daha

net bir şekilde ele aldığını ifade eder. Bu durum, sarkoplazmik hipertrofinin miyofibriller hipertrofi kadar önemli olduğunu vurgular. Haun'un makalesi, bu konuda daha net ve belirgin bir bakış açısı sunarak sarkoplazmik hipertrofiyi ve etkilerini daha iyi açıklar. Bu da sarkoplazmik hipertrofinin, kas gelişiminde miyofibriller hipertrofiyle benzer derecede etkili olduğunu ortaya koyar.

Özetle Sarkoplazmik hipertrofi konusundaki tartışmaların başlangıcında bu türün var olup olmadığı tartışılırken, daha sonra yapılan ardı ardına yayınlanan çalışmalarla odak, bu hipertrofinin fonksiyonel olup olmadığına kaymıştır. Ağır yüklerle yapılan antrenmanların kuvvet artışına etki eden adaptasyonları tetiklemesine dair kaliteli çalışmalar ve uzman görüşleri varken, yüksek tekrarlı antrenmanların tercihen sarkoplazmik hipertrofiyi uyurabileceğine dair çalışmalar ve uzman görüşleri de bulunmaktadır.

Meijer'in 2015 tarihli araştırmasına baktığımızda ise, vücut geliştirme, Amerikan futbolu, atletizm ve halter sporcularının kas liflerini karşılaştırdı. Bulgulara göre, vücut geliştirme sporcuları diğer gruplara kıyasla daha büyük kas liflerine sahipti. Ayrıca, vücut geliştirme sporcuları, yarışmacı olmayan bireylerden daha fazla kuvvet üretirken, haltercilerden biraz daha az kuvvet üretti. Ancak en önemli bulgu, vücut geliştirme sporcularının kas kesit alanı başına daha az kuvvet üretebildiğiydi. Bu çelişki gibi görünen bulgu, vücut geliştirme sporcularının bireysel kas lifleri incelendiğinde halterciler kadar kuvvet üretebildiğini ortaya koysa da, genel olarak kasların kesit alanı başına ürettikleri kuvvetin vücut geliştirme sporcularında daha düşük olduğunu gösterdi. Yani, vücut geliştirme sporcularının kassal hipertrofisi yüksek olmasına rağmen, kas başına düşen kuvvet üretimleri diğer gruplara kıyasla daha düşüktü. Bu araştırmaya göre, vücut geliştirme sporcuları kas liflerine bakıldığında halterciler kadar kuvvet üretebiliyorlar gibi görünse de, kas başına düşen kuvvet miktarı incelendiğinde ürettikleri kuvvet miktarı düşüş gösteriyor. Yani, kassal hacimleri arttıkça, kas başına düşen kuvvet miktarı azalıyor. Daha anlaşılır olması için bir örnek vermek gerekirse, eğer vücut geliştirme sporcularının kassal hacimlerini aniden yok etseydik, yani büyüklüklerini ellerinden alsaydık, bu sporcular neredeyse halterciler kadar kuvvet üretebileceklerdi. Ancak kasların hacmi büyüdükçe, yani fonksiyonel olmayan hipertrofi gerçekleştirdikçe,

ürettikleri kuvvet miktarı azalma göstermiştir. Yani, büyüme gösterdikçe, kuvvet başına etkinlikleri azalmış gibi görünüyor.

Çoğu araştırma, antrenman yapan kişilerin kaslarının, antrenman yapmayanlara kıyasla daha yüksek gerilimlere sahip olduğunu gösteriyor (Jones 2008). Bu bulgulara göre, vücut geliştirme sporcularının powerlifterlara kıyasla kaslarının enine kesit alanlarına göre ürettikleri kuvvet düşüktür. Bu da kasın enine kesit alanı büyüdükçe üretilen kuvvetin azaldığını gösteriyor gibi görünüyor. Yani, vücut geliştirme sporcularının powerlifterlara kıyasla daha az kuvvet ürettiği yönündeki hipotez doğrulanmış gibi duruyor. Bir önceki çalışmada da bahsedildiği gibi genel olarak kassal hacim yükseldikçe kişinin kas başına düşen kuvveti azalıyor gibi görünüyor. Ancak bu durum kassal hacmin etkisiyle bağlantılı. Kassal hacim faktörü ortadan kalktığında, bireysel kas lifleri powerlifterlar kadar kuvvet üretebiliyor. Dolayısıyla, bu durumu şöyle özetleyebiliriz: Kasın enine kesit alanı arttıkça kişinin üretebildiği kuvvet azalıyor ve miyofibril yoğunluğu azalıyor. Bu durumda başka bir faktör olan sarkoplazmik bir hipertrofi gerçekleşiyor gibi gözüküyor. Bu konu hakkında yapılan birçok araştırmanın ardından yapmış olduğumuz çalışmalardan elde ettiğimiz verilere baktığımız zaman birçok görüşü destekler nitelikte sonuçlar çıktığını görmekteyiz.

Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Baskın Taraf PM, LD ve QF Kaslarının Ön test- Son test Ultrason Verisi Fark Ortalamalarının Karşılaştırması ve yapılan son test sonrasında Miyofibril ve sarkoplazmik hipertrofi antrenman gruplarının baskın taraf PM, LD kaslarının ön test-son test ultrason verisi fark ortalamaları istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur fakat QF kaslarının ön test-son test ultrason verisi fark ortalamalarında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Baskın Olmayan Taraf PM, LD ve QF Kaslarının Ön test- Son test Ultrason Verisi Fark Ortalamalarının Karşılaştırdığımızda ise Miyofibril ve sarkoplazmik hipertrofi antrenman gruplarının baskın olmayan taraf PM, LD kaslarının ön test-son test ultrason verisi fark ortalamaları istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur fakat QF kaslarının ön test-son test ultrason verisi fark ortalamalarında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bu ölçümler ile Miyofibril ve Sarkoplazmik Antrenman Gruplarının Omuz, Göğüs, Üst Kol, Bel ve Uyluk Bölgesi

Ön test- Son test Çevre Fark Ortalamalarının Karşılaştırmış ve yapılan son test sonrasında Miyofibril ve sarkoplazmik hipertrofi antrenman gruplarının omuz, göğüs, üst kol, bel ve uyluk bölgesi ön test-son test çevre fark ortalamalarının karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Genel olarak yapılan ölçümler sonrasında çıkan verileri karşılaştırdığımızda miyofibriler ve sarkoplazmik hipertrofi antrenmanlarının kas üzerinde benzer şekilde bir gelişim gözlemlendiği fakat kuvvet artışı yönünden baktığımızda ağır yükler ile az tekrar yapan miyofibril hipertrofi odaklı antrenman grubunun kuvvet yönünden ciddi bir artış sergilediğini görmekteyiz. Sonuç olarak Powerlifting tipi antrenmanlarla yapılan kuvvet antrenmanları, kasın enine kesit alanını (kassal hipertrofiyi) belirli bir seviyeye kadar geliştiriyor. Ancak bu gelişim, kasın enine kesiti başına üretilen kuvveti etkilemiyor gibi görünüyor. Ancak, vücut geliştirme tipi antrenmanlarla kasın enine kesit alanı arttıkça, yani kassal hacim büyüdükçe, kuvvet üretim kapasitesi azalıyor. Yani, daha büyük kaslar daha az kuvvet üretebiliyor gibi görünüyor. Bu durumdan çıkarılan bir sonuç ise kas liflerinin büyüdükçe sarkoplazmik hipertrofi olasılığının artması olabilir. Yani, kasın hacmi büyüdükçe, sarkoplazma adı verilen kas içi yapıların miktarı ve etkisi artıyor gibi gözüküyor.

Son olarak yapılan en güncel araştırmalara baktığımızda Brad Schoenfeld'in 2020'de güncellediği kitabında ve 2021'de "International Journal of Strength and Conditioning" dergisinde yayınlanan position stand'inde, kas hipertrofisi konusunda sarkoplazmik hipertrofinin rolüne değinilmiş. Sarkoplazmik hipertrofi, kas hücrelerinin içindeki sıvı ve non-kontraktıl protein bileşenlerinin artışıyla ilişkilendirilir ve bazı durumlarda kas büyümesine katkıda bulunabileceği öne sürülmüş.

Ancak, Schoenfeld ve diğer araştırmacılar, sarkoplazmik hipertrofinin kas büyümesindeki rolü konusunda tam olarak net olmadığını vurguluyorlar. Özellikle, sarkoplazmik hipertrofinin tek başına kas büyümesine katkıda bulunup bulunmadığına dair kesin kanıtların eksik olduğunu ve bu konuda daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunu belirtiyorlar.

Alan yazıda sarkoplazmik ve miyofibril hipertrofi antrenmanlarının kas hipertrofisine olan katkısı hakkında teorilerin olmasına rağmen bu konudaki güçlü ve kesin sonuçlar için daha fazla bilimsel çalışma ve kanıt gerekmektedir. Bu alandaki bilgi ve anlayışın gelişmesi için ileri araştırmaların yapılması önem taşımaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızın sonucunda miyofibril hipertrofi antrenmanı kas ultrasonografi görüntülerine göre sarkoplazmik antrenman grubuna göre daha fazla hipertrofi sağladığı bulunmuştur. Bir diğer sonuca göre, miyofibril hipertrofi antrenmanı kas kuvveti gelişimi yönünden sarkoplazmik antrenman grubuna göre daha fazla kas kuvveti sağladığı bulunmuştur. Bir diğer sonuca göre ise, çevre ölçümlerinde altı haftalık antrenman sonunda fark olmasa bile kas inşasında hipertrofi görülmüştür. Yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçların hipertrofi ve kuvvet antrenman planlamaları için antrenörler, profesyonel ve/veya sedanter olarak yeni spora başlayan bireylere yardımcı olabileceği ve katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Ahtiainen JP, Pakarinen A, Alen M, Kraemer WJ, Häkkinen K. (2003). Muscle hypertrophy, hormonal adaptations and strength development during strength training in strength-trained and untrained men. *European Journal of Applied Physiology*, 89(6), 555–563.
- Artero EG, Lee DC, Ruiz JR, Sui X, Ortega FB, Church TS, et al. (2011). A prospective study of muscular strength and all-cause mortality in men with hypertension. *Journal of the American College of Cardiology*, 57(18), 1831–1837.
- Akın O. (2015). Kuvvet Antrenmanlarında Kuvvet Uygulama Esnasında Yapılan İnsprasyonun ve Eksprasyonun Kuvvet Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.
- Akarsu S. (2008). Sedanter ve Çeşitli Branşlardaki Sporcu Adelösan ve Yetişkinlerde Reaksiyon Zamanı, Kuvvet ve Esneklik Arasındaki İlişkiler. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Aktaş F. (2010). Kuvvet Antrenmanının 12-14 Yaş Grubu Erkek Tenisçilerin Motorik Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Atılan O. (2010). 12-14 Yaş Grubu Basketbol Oyuncularının Çabukluk ve Sıçrama Yetilerine Farklı Kuvvet Antrenmanlarının Etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Bompa TO. (2007). Antrenman kuramı ve yöntemi. Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi.
- Bostan G. (2022). Farklı Direnç Egzersizlerinin Kas Hipertrofisi Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Baz-Valle E, Fontes-Villalba M, Santos-Concejero J. (2021). Total number of sets as a training volume quantification method for muscle hypertrophy: a systematic review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(3), 870–878.
- Brigatto FA, Braz TV, Zanini TCdC, Germano MD, Aoki MS, Schoenfeld BJ, et al. (2019). Effect of resistance training frequency on neuromuscular performance and

- muscle morphology after 8 weeks in trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(8), 2104–2116.
- Baechle TR, Earle RW. (2011). Learning how to manipulate training variables to maximize results. *Weight Training: Steps to Success*. 4th ed. Champaign: *Human Kinetics*, 177-88.
- Barbalho M, Gentil P, Raiol R, Fisher J, Steele J, Coswig V. (2020). Influence of adding single-joint exercise to a multijoint resistance training program in untrained young women. *Journal of strength and conditioning research*, 34(8): 2214-2219.
- Bird SP, Tarpenning KM, Marino FE. (2005). Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: a review of the acute programme variables. *Sports Medicine*, 35(10), 841–851.
- Barash IA, Mathew L, Ryan AF, Chen J, Lieber RL. (2004). Rapid muscle- specific gene expression changes after a single bout of eccentric contractions in the mouse. *American Journal of Physiology. Cell Physiology*, 286(2), C355–C364.
- Beato M, Dello Iacono A. (2020). Implementing flywheel (isoinertial) exercise in strength training: current evidence, practical recommendations, and future directions. *Frontiers in Physiology*, 11, 569.
- Bompa TO. (2007). *Antrenman Kuramı ve Yöntemi*. Ankara: Spor Yayınevi. 330- 346.
- Bompa TO, Haff GG. (2009). *Periodization, Theory And Methodology of Training*. America: *Human Kinetics*. 266-284.
- Bompa TO. (2013). *Plyometrik*. Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi.
- Coratella G. (2022). Appropriate reporting of exercise variables in resistance training protocols: much more than load and number of repetitions. *Sports Medicine- Open*, 8(1), 99.
- Cornelissen VA, Fagard RH, Coeckelberghs E, Vanhees L. (2011). Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Hypertension*, 58(5), 950-958.

- Cornelison DDW, Wold BJ. (1997). Single-cell analysis of regulatory gene expression in quiescent and activated mouse skeletal muscle satellite cells. *Developmental Biology*, 191(2), 270-283.
- Chen YW, Nader GA, Baar KR, Fedele MJ, Hoffman EP, Esser KA. (2002). Response of rat muscle to acute resistance exercise defined by transcriptional and translational profiling. *The Journal of Physiology*, 545(1), 27–41.
- Chin ER. (2005). Role of Ca²⁺/calmodulin-dependent kinases in skeletal muscle plasticity. *Journal of applied Physiology*, 99(2), 414-423.
- Dündar, U. (2003). Antrenman toerisi. Ankara: Nobel Yayımevi. (McArdle ve diğ., 2010,
- Garrett WE, Kirkendall DT. (2000). Exercise and sport science. Philadelphia: Lippincott
- De Camargo JBB, Brigatto FA, Zaroni RS, Trindade TB, Germano MD, Júnior ACT, et al. (2022). Manipulating Resistance training variables to induce muscle strength and hypertrophy: a brief narrative review. *International Journal of Exercise Science*, 15(4), 910-933
- Dinyer TK, Byrd MT, Garver MJ, Rickard AJ, Miller WM, Burns S, et al. (2019). Low-load vs. high-load resistance training to failure on one repetition maximum strength and body composition in untrained women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(7), 1737–1744
- De França HS, Branco PA, Guedes Junior DP, Gentil P, Steele J, Teixeira CV. (2015). The effects of adding single-joint exercises to a multi-joint exercise resistance training program on upper body muscle strength and size in trained men. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition et Metabolisme*, 40(8), 822–826.
- De Salles BF, Simão R, Miranda F, Novaes Jda S, Lemos A, Willardson JM. (2009). Rest interval between sets in strength training. *Sports Med*, 39(9), 765–777. Doi: 10.2165/11315230-000000000-00000.
- Dündar U. (2003). Antrenman Toerisi. Ankara: Nobel Yayımevi. 3-151.

- Ema R, Wakahara T, Miyamoto N, Kanehisa H, Kawakami Y. (2013). Inhomogeneous architectural changes of the quadriceps femoris induced by resistance training. *European Journal of Applied Physiology*, 113(11), 2691–2703.
- Franchi MV, Atherton PJ, Reeves ND, Flück M, Williams J, Mitchell WK, Selby A, Beltran Valls RM, Narici MV. (2014). Architectural, functional and molecular responses to concentric and eccentric loading in human skeletal muscle. *Acta Physiologica*, 210(3), 642–654
- Fox EL, Bowers RW, Foss ML. (2011). *Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri*. (Çeviri ve Derleme: M. Cerit). Ankara: Spor Yayınevi.
- Figueiredo VC, de Salles BF, Trajano GS. (2018). Volume for muscle hypertrophy and health outcomes: the most effective variable in resistance training. *Sports Medicine*, 48(3), 499–505.
- Fry AC. (2004). The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports Medicine*, 34(10), 663–679.
- Fisher JP, Steele J, Smith D. (2022). Intensity of effort and momentary failure in resistance training: Are we asking a binary question for a continuous variable? *Journal of Sport and Health Science*, 11(6), 644–647.
- Gürel G. (2013). Venöz Kan Akımı Kısıtlaması ile Uygulanan Ağırlık Antrenmanının Kas Hipertrofisi ve Kuvvetine Etkisinin Araştırılması. Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.
- Guyton AC, Hall JE. (2001). *Tıbbi Fizyoloji*. (10 Baskı). Ankara: Nobel Kitapevi.
- McArdle WD, Katch FI, Katch VL. (2010). *Exercise Physiology: Nutrition, Energy and Human Performance*. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins.
- Grgic J. (2020). The Effects of low-load vs. high-load resistance training on muscle fiber hypertrophy: a meta-analysis. *Journal of Human Kinetics*, 74, 51–58.
- Gentil P, Soares SR, Pereira MC, da Cunha RR, Martorelli SS, Martorelli AS, et al. (2013). Effect of adding single-joint exercises to a multi-joint exercise resistance-training program on strength and hypertrophy in untrained subjects. *Applied Physiology*,

Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition et Metabolisme, 38(3), 341–344.

Hakkinen K, Kallinen M. (1994). Distribution of strength training volume into one or two daily sessions and neuromuscular adaptations in female athletes. *Electromyogr Clin Neurophysiol*, 34(2), 117-124.

Harbili ve Arıtan (2005). Elit haltercilerde koparma tekniğinin karşılaştırmalı biyomekanik analizi. *Spor Bilimleri Dergisi Hacettepe J. of Sport Sciences*, 16 (3), 124-134

Huh JY, Dincer F, Mesfum E, Mantzoros CS. (2014). Irisin stimulates muscle growth-related genes and regulates adipocyte differentiation and metabolism in humans. *International Journal of Obesity*, 38(12), 1538-1544.

Helms ER, Fitschen PJ, Aragon AA, Cronin J, Schoenfeld BJ. (2015). Recommendations for natural bodybuilding contest preparation: resistance and cardiovascular training. *J Sports Med Phys Fitness*, 55(3), 164-78.

Hernández-Socorro CR, Saavedra P, López-Fernández JC, Ruiz-Santana S. (2018). Assessment of muscle wasting in long-stay icu patients using a new ultrasound protocol. *Nutrients*, 10(12), 1849.

Hashida N, Tada Y, Suzuki M, Ito K, Kato Y, Tamiya H, et al. (2022). Reliability and validity of ultrasound to measure of muscle mass following allogeneic hematopoietic stem cell transplantation. *Scientific Reports*, 12(1), 1538.

Hammond K, Mampilly J, Laghi FA, Goyal A, Collins EG, McBurney C, et al. (2014). Validity and reliability of rectus femoris ultrasound measurements: Comparison of curved-array and linear-array transducers. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 51(7), 1155–1164

Hodson-Tole EF, Lai AKM. (2019). Ultrasound-derived changes in thickness of human ankle plantar flexor muscles during walking and running are not homogeneous along the muscle mid-belly region. *Scientific Reports*, 9(1), 15090

Häkkinen K, Pakarinen, A., Kraemer, WJ, Häkkinen A, Valkeinen H, Alen M. (2001). Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. *Journal of Applied Physiology*, 91(2), 569–580.

- Hortobágyi 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. *The Journal of Physiology*, 524 Pt 1(Pt 1), 293–304.
- Hunter GR, Seelhorst D, Snyder S. (2003). Comparison of metabolic and heart rate responses to super slow vs. traditional resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(1), 76–81.
- Hamzaoğulları A. (2009). Çabuk Kuvvet ve Aerobik Çalışmalarım Amatör Futbolcuların Kan Lipidleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Hakkinen K. (1985). Factors Influencing Trainability Of Muscular Strength During Short Term And Prolonged Trainig. Ncsa.
- Ikemoto Y, Demura S, Yamaji S, Minemi M, Nakada M, Uchiyama M. (2007). Force-Time Parameters During Explosive İometric Grip Correlate With Muscle Power. *Sport Sci Health*, 2(2), 64-70.
- Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, Dooly C, Feigenbaum MS, et al. (2002). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 34(2), 364-80. doi: 10.1097/00005768-200202000-00027.
- Kraemer RR, Kilgore JL, Kraemer GR, Castracane VD. (1992). Growth hormone, IGF-I, and testosterone responses to resistive exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(12), 1346–1352.
- Kelley G. (1996). Mechanical overload and skeletal muscle fiber hyperplasia: A meta-analysis. *Journal of Applied Physiology*, 81(4), 1584–1588.
- Kimball SR, Farrell PA, Jefferson LS. (2002). Invited Review: Role of insulin in translational control of protein synthesis in skeletal muscle by amino acids or exercise. *Journal of Applied Physiology*, 93(3), 1168–118
- Kerksick CM, Wilborn CD, Campbell, B. I., Roberts, M. D., Rasmussen, C. J., Greenwood, M. & Kreider, R. B. (2009). Early-phase adaptations to a split-body,

linear periodization resistance training program in college-aged and middle-aged men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(3), 962-971.

Kraemer, W. J. (1997). A series of studies—The physiological basis for strength training in American football: Fact over philosophy. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 11(3), 131-142.

Kraemer, W. J., Adams, K., Cafarelli, E., Dudley, G. A., Dooly, C., Feigenbaum, M. S., Fleck, S. J., Franklin, B., Fry, A. C., Hoffman, J. R., Newton, R. U., Potteiger, J., Stone, M. H., Ratamess, N. A., Triplett-McBride, T. and American College of Sports Medicine (2002 Feb);34(2):364-80.

Medicine (2002). 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.

Hakkinen, K. and M. Kallinen, Distribution of strength training volume into one or two daily sessions and neuromuscular adaptations in female athletes. *Electromyogr Clin*, 1994 Mar;34(2):117-24.

Lasevicius, T., Ugrinowitsch, C., Schoenfeld, B. J., Roschel, H., Tavares, L. D., De Souza, E. O., Laurentino, G. and Tricoli, V. (2018). Effects of different intensities of resistance training with equated volume load on muscle strength and hypertrophy. *European Journal of Sport Science*, 18(6), 772–780.

Malas, F. Ü., Özçakar, L., Kaymak, B., Ulaşlı, A., Güner, S., Kara, M., & Akıncı, A. (2013). Effects of different strength training on muscle architecture: *clinical and ultrasonographic evaluation in knee osteoarthritis*. *PM&R*, 5(8), 655-662.

Mitsiopoulos, N., Baumgartner, R. N., Heymsfield, S. B., Lyons, W., Gallagher, D. and Ross, R. (1998). Cadaver validation of skeletal muscle measurement by magnetic resonance imaging and computerized tomography. *Journal of Applied Physiology*, 85(1), 115–122.

Machado, W. M. L., de Oliveira, C. E. P., de Assis Arantes, F., de Matos, D. G., Maroto-Izquierdo, S. and Moreira, O. C. (2022). Resistance training variables on muscle hypertrophy: *A systematic review*. *Motricidade*, 18(2).

- Malm C. (2001). Exercise-induced muscle damage and inflammation: fact or fiction?. *Acta Physiologica Scandinavica*, 171(3), 233–239. Mangine, G. T., Redd, M. J., Gonzalez, A. M., Townsend, J. R., Wells, A. J., Jajtner, A. R., Beyer, K. S., Boone, C. H., La Monica, M. B.,
- Muratlı, S., Kalyoncu, O., Şahin, G. (2007). *Antrenman Ve Müsabaka*. Ladin Matbaası. 1-3. Antalya.
- Nijholt, W., Scafoglieri, A., Jager-Wittenaar, H., Hobbelen, J. S. M. and van der Schans, C. P. (2017). The reliability and validity of ultrasound to quantify muscles in older adults: a systematic review. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 8(5), 702–712.
- Nicholson, G., Mcloughlin, G., Bissas, A. and Ispoglou, T. (2014). Do the acute biochemical and neuromuscular responses justify the classification of strength- and hypertrophy- type resistance exercise? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(11), 3188–3199.
- Ostrowski, K. J., Wilson, G. J., Weatherby, R., Murphy, P. W. and Lyttle, A. D. (1997). The effect of weight training volume on hormonal output and muscular size and function. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 11, 148-154.
- Ozaki, H., Kubota, A., Natsume, T., Loenneke, J. P., Abe, T., Machida, S. and Naito, H. (2018). Effects of drop sets with resistance training on increases in muscle CSA, strength, and endurance: a pilot study. *Journal of Sports Sciences*, 36(6), 691–696.
- Paul, A. C., ve Rosenthal, N. (2002). Different modes of hypertrophy in skeletal muscle fibers. *The Journal of cell biology*, 156(4), 751-760
- Parpucu, T.İ. (2009). Sağlıklı Bireylerde El Bileği Çevre Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesinde Dijital El Dinamometresinin Etkinlik Ve Güvenirliğinin Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Fizik Tedavi Ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Parker, L., Nazarian, L. N., Carrino, J. A., Morrison, W. B., Grimaldi, G., Frangos, A. J., Levin, D. C. and Rao, V. M. (2008). Musculoskeletal imaging: medicare use, costs, and potential for cost substitution. *Journal of the American College of Radiology: JACR*, 5(3), 182–188.

- Perkisas, S., Baudry, S., Bauer, J., Beckwée, D., De Cock, A. M., Hobbelen, H., Jager-Wittenaar, H., Kasiukiewicz, A., Landi, F., Marco, E., Merello, A., Piotrowicz, K., Sanchez, E., Sanchez-Rodriguez, D., Scafoglieri, A., Cruz-Jentoft, A. and Vandewoude, M. (2018). Application of ultrasound for muscle assessment in sarcopenia: towards standardized measurements. *European Geriatric Medicine*, 9(6), 739–757.
- Paulsen, G., Myklestad, D. and Raastad, T. (2003). The influence of volume of exercise on early adaptations to strength training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(1), 115–120
- Rantanen, T., Avlund, K., Suominen, H., Schroll, M., Frändin, K. and Pertti, E. (2002). Muscle strength as a predictor of onset of ADL dependence in people aged 75 years. *Aging Clinical and Experimental Research*, 14(3), 10-15.
- Ralston, G. W., Kilgore, L., Wyatt, F. B., Buchan, D. and Baker, J. S. (2018). Weekly training frequency effects on strength gain: a meta-analysis. *Sports Medicine- Open*, 4(1), 36.
- Ratamess, N. A., Falvo, M. J., Mangine, G. T., Hoffman, J. R., Faigenbaum, A. D. and Kang, J. (2007). The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 100(1), 1–17.
- Ratamess, N. A., Falvo, M. J., Mangine, G. T., Hoffman, J. R., Faigenbaum, A. D. and Kang, J. (2007). The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 100(1), 1–17.
- Reichard, L.B., Croisier, J.L., Malnati, M., Katz-Leurer, M., Dvir, Z. (2005). Testing Knee Extension and Flexion Strength At Different Ranges Of Motion: *An Isokinetic And Electromyographic Study. Eur J Appl Physiol*
- Schoenfeld, BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *J. Strength Cond Res.* 24: 2857- 2872, 2010.
- Suna, G. & Alp, M., (2022). Antrenman bilgisi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimi*, 73.
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Van Every, D. W. and Plotkin, D. L. (2021). Loading recommendations for muscle strength, hypertrophy, and local endurance: a re-examination of the repetition continuum. *Sports*, 9(2), 32.

- Stokes, T., Tripp, T. R., Murphy, K., Morton, R. W., Oikawa, S. Y., Lam Choi, H., McGrath, J., McGlory, C., MacDonald, M. J. and Phillips, S. M. (2021). Methodological considerations for and validation of the ultrasonographic determination of human skeletal muscle hypertrophy and atrophy. *Physiological Reports*, 9(1), e14683.
- Sarto, F., Spörri, J., Fitze, D. P., Quinlan, J. I., Narici, M. V. and Franchi, M. V. (2021). Implementing ultrasound imaging for the assessment of muscle and tendon properties in elite sports: practical aspects, methodological considerations, and future directions. *Sports Medicine*, 51(6), 1151–1170.
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Van Every, D. W. and Plotkin, D. L. (2021). Loading recommendations for muscle strength, hypertrophy, and local endurance: a re-examination of the repetition continuum. *Sports*, 9(2), 32.
- Schoenfeld B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2857–2872.
- Schoenfeld B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2857–2872.
- Schoenfeld, B. J., Ogborn, D. I., Vigotsky, A. D., Franchi, M. V. and Krieger, J. W. (2017). Hypertrophic effects of concentric vs. eccentric muscle actions: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(9), 2599–2608.
- Schoenfeld, B. J., Ratamess, N. A., Peterson, M. D., Contreras, B., Sonmez, G. T. and Alvar, B. A. (2014). Effects of different volume-equated resistance training loading strategies on muscular adaptations in well-trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(10), 2909–2918.
- Schoenfeld, B. and Grgic, J. (2018). Evidence-based guidelines for resistance training volume to maximize muscle hypertrophy. *Strength & Conditioning Journal*, 40(4), 107-112.

- Soriano, M. A., Jiménez-Reyes, P., Rhea, M. R. and Marín, P. J. (2015). The optimal load for maximal power production during lower-body resistance exercises: a meta-analysis. *Sports Medicine*, 1191–1205.
- Soriano, M. A., Suchomel, T. J. and Marín, P. J. (2017). The Optimal Load for Maximal Power Production During Upper-Body Resistance Exercises: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 47(4), 757–768.
- Sözen, H., & Akyıldız, C. (2018). The Effects of Aerobic and Anaerobic Training on Aerobic and Anaerobic Capacity. *The Journal of International Anatolia Sport Science*, 3(3), 331-337.
- Schoenfeld, B. J., Ogborn, D. and Krieger, J. W. (2016). Effects of Resistance Training Frequency on Measures of Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 46(11), 1689–1697.
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J. and Krieger, J. (2019). How many times per week should a muscle be trained to maximize muscle hypertrophy? A systematic review and meta-analysis of studies examining the effects of resistance training frequency. *Journal of Sports Sciences*, 37(11), 1286–1295.
- Stout, J. R., Fukuda, D. H., Ratamess, N. A. and Hoffman, J. R. (2018). Resistance training does not induce uniform adaptations to quadriceps. *PloS One*, 13(8).
- Spinetti, J., de Salles, B. F., Rhea, M. R., Lavigne, D., Matta, T., Miranda, F., Fernandes, L. and Simão, R. (2010). Influence of exercise order on maximum strength and muscle volume in nonlinear periodized resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(11), 2962–2969
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Van Every, D. W. and Plotkin, D. L. (2021). Loading recommendations for muscle strength, hypertrophy, and local endurance: a re-examination of the repetition continuum. *Sports*, 9(2), 32.
- Steele, J., Fisher, J., Giessing, J. and Gentil, P. (2017). Clarity in reporting terminology and definitions of set endpoints in resistance training. *Muscle & Nerve*, 56(3), 368–374.
- Stone, M.H., O'bryant, H.S., Mccoy, L., Coglianese, R., Lehmkuhl, M., Schilling, B. (2003). Power And Maximum Strength Relationships During Performance of Dynamic And Static Weighted Jumps. *J. Strength Cond. Res.* 2003 Feb;17(1):140-7.

- Saygı, S. (2010). Orta Yaş Erişkin Bayanlarda Aerobik Antrenmana Eklenen Kuvvet Antrenmanlarının Maksimal Oksijen Tüketimi Gelişimine Etkisi. Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Spor Sağlık Bilimleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.
- Stone, M.H., Sands, W.A., Carlock, J., Callan, S., Dickie, D., Daigle, K., Cotton, J., Smith, S.L., Hartman, M. (2004). The Importance of Isometric Maximum Strength And Peak Rate-Of-Force Development In Sprint Cycling. *Journal Of Strength and Conditioning Research*.
- Şahin, G. (2008). 17-19 yaş grubu elit erkek çim hokeycilere uygulanan iki farklı kuvvet antrenman programının bazı fiziksel, fizyolojik ve teknik özelliklere etkileri. (Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Şentürk, A., Kılınç, F., Şiktar, E., Şiktar, E. (2010). Hentbolcülere Uygulanan Aerobik Dayanıklılık Ve Kuvvet Antrenmanlarının Deri Altı Yağ Ölçüm Değerleri Üzerine Etkisinin Araştırılması. Atatürk Üniversitesi Besyo, *Beden Eğitimi Ve Spor Bilimleri Dergisi*. Yıl 2008 Cilt: 10 Sayı: 1
- Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. (2013). Using multivariate statistics (Vol. 6, pp. 497-516). Boston, MA: pearson.
- Tan, B. (1999). Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: a review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 13(3), 289-304.
- Tansu M. (2006). Geleneksel Ağırlık Programın ve Aşırı Yavaş Antrenman Şeklinin (Ayaş) Kardiyovasküler Sistem ve Kas Hipertrofisine Etkilerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Tütüneken YE. (2021) Kan Akımı Kısıtlaması ile Kombine Düşük Yoğunluklu Dirençli Egzersiz Eğitiminin Triceps Braki Kas Hacmi ve Performansına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İstanbul.
- Ünlü G. (2015). Farklı Kuvvet Antrenmanlarının Kas Kuvveti ve Hipertrofisi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- Wells JC, Fewtrell MS. (2006). Measuring body composition. *Archives of Disease in Childhood*, 91(7), 612–617.

- Wilmore JH, Costill DL, Kenney LW. (2008). Physiology of sport and exercise. Human Kinetics.
- Wang DXM, Yao J, Zirek Y, Reijnierse EM, Maier AB. (2020). Muscle mass, strength, and physical performance predicting activities of daily living: a meta-analysis. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 11(1), 3–25.
- Westcott WL, Winett RA, Anderson ES, Wojcik JR, Loud RL, Cleggett E, et al. (2001). Effects of regular and slow speed resistance training on muscle strength. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(2), 154–158
- Weineck J. (2011). Futbolda Kondisyon Antrenmanı. (Çev. Tanju BAĞIRGAN). Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi, s.117-205.
- Yaprak Y, Tınazcı C, Ergen E. (2009). İzometrik kuvvet ölçümünde topuk yükseltmenin vastus lateralis ve gastrocnemius kaslarının emg aktivitesine etkisi. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 7(2), 41-46.
- Yüceloğlu DÖ. (2009). Sağlak ve solak futbolcularda izotonik bacak kuvveti ve reaksiyon zamanının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Hansen S, Kvorning T, Kjaer M, Sjøgaard G. (2001). The effect of short-term strength training on human skeletal muscle: the importance of physiologically elevated hormone levels. *Scand J Med Sci Sports*, 11(6), 347-54. doi: 10.1034/j.1600-0838.2001.110606.x.
- Yaşlı BÇ, Karayiğit R, Karabıyık, H, Koz M. (2020). Antrenman yükü ölçüm yöntemleri: Bilimsel yaklaşım. *Türkiye Klinikleri Journal Of Sports Sciences*, 12(3).
- Yalçınkaya A. (2022). Genç Futbolculara Uygulanan 4 Haftalık Kaatsu Antrenmanının Futbolcuların Kas Hipertrofisi ve Kuvvet Gelişimine Etkilerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale.
- Zorba E. (2001). Fiziksel uygunluk. Ankara: Gazi Kitapevi.
- Zheng W, Zhou L, Chai Q, Xu J, Liu S. (2022). Fully automatic analysis of muscle b-mode ultrasound images based on the deep residual shrinkage u-net. *Electronics*, 11(7), 1093.

Zatsiorsky VM. (1995). Science and Practice of Strength Training. Human Kinetics, Champaign, IL, Gibson MH and Pettitt RW. (Ed.), Journal of Athletic Training, 33(3), 287-288.

URL KAYNAKÇASI

<https://berkayturkkan.com/hipertrofi-hakkinda-bilmeniz-gereken-hersey#:~:text=Miyofibriller%2C%20kas%20dokuda%20bulunan%20ve,ve%20çoğalması%20olarak%20ifade%20edilebilir.>

(Erişim Tarihi: 19 Aralık 2023)

<https://www.menshealth.com/fitness/a25252586/muscle-hypertrophy/>

(Erişim Tarihi: 21 Aralık 2023)

EKLER

EK 1: Tez Önerisi /Enstitü Yönetim Kurulu Kararı

T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
YÖNETİM KURULU KARARLARI

KARAR TARİHİ	TOPLANTI SAYISI	KARAR SAYISI
09/02/2023	04	2023/17-32

Enstitü Yönetim Kurulu, Enstitü Müdürü Vekili Doç. Dr. Nilgün GÖKTEPE başkanlığında 09/02/2023 tarihinde saat 12:30'da toplandı. Gündem onaylanarak kabul edildi. Gündemde bulunan konular görüşülerek aşağıdaki yazılı kararlar alındı.

KARAR NO: 2023/24

Enstitümüz Beden Eğitimi ve Spor Tezli Yüksek Lisans Programına kayıtlı 20540300010 öğrenci nolu Hacı Tunahan GEZER'in, tez önerisine ilişkin Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı Başkanlığı'nın 08/02/2023 tarih ve 832524 sayılı yazısı ve ekleri görüşüldü.

Enstitümüz Beden Eğitimi ve Spor Tezli Yüksek Lisans Programına kayıtlı 20540300010 öğrenci nolu Hacı Tunahan GEZER'in, Ordu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Öğretim Yönetmeliği'nin 27/1 maddesi uyarınca tez önerisinin Anabilim Dalı Başkanlığı'ndan önerildiği şekli ile uygun olduğuna, kararın ilgili Anabilim Dalı Başkanlığı'na tebliğine toplantıya katılanların oybirliği ile karar verildi (EK-7).

Öğrenci No	Adı Soyadı	Danışmanı	Tez Konusu
20540300010	Hacı Tunahan GEZER	Dr. Öğr. Üyesi Hasan SÖZEN	Miyofibril ve Sarkoplazmik Hipertrofi Antrenmanlarının Kas Hipertrofisi ve Kuvveti Üzerine Etkisi



EK 2: Klinik Etik Kurul Araştırma İzni



Tarih: 20.07/2023 09:06
Sayı: E-91120269-800-0885176
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu



0000885176

T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARARLARI

Toplantı Tarihi	Toplantı Sayısı	Toplantı Saati	Karar Sayısı
07.07.2023	14	15:30	184

Ordu Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu, “Klinik Araştırmalar ve Biyoyararlanım/Biyoeşdeğerlik Çalışmaları Etik Kurullarının Standart Çalışma Yöntemi Esasları” 11.2.1 maddesi uyarınca Etik Kurul Başkanı Prof. Dr. Ahmet KAYA başkanlığında toplanarak aşağıdaki kararları almıştır.

KARAR NO: 2023/184

Sorumlu yürütücü Dr. Öğr. Üyesi Hasan SÖZEN’in, KAEK 179 Nolu başvurusunun değerlendirilmesi sonucu “**Miyofibril ve Sarkoplazmik Hipertrofi Antrenmanlarının Kas Hipertrofisi ve Kuvveti Üzerine Etkisi**” başlıklı araştırmasının etik ilke ve kurallara uygunluk açısından yapılabilirliğine ve konunun ilgili öğretim üyesine tebliğine toplantıya katılanların oy birliği ile karar verildi.

e-İmzalıdır
Prof. Dr. Ahmet KAYA
Ordu Üniversitesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hacı Tunahan GEZER
Doğum Yeri : TOKAT/ERBAA
Doğum Tarihi : 15.07.1995
Yabancı Dili : İNGİLİZCE
E-posta : gezerhacitunahan@gmail.com
İletişim Bilgileri : 0530 203 5742

Öğrenim Durumu:

Derece	Bölüm/ Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Beden Eğitimi ve Spor Yöneticiliği	Ordu Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi	2015-2019
Y. Lisans	Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı	Ordu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü	2019-2024

İş Deneyimi:

Görev	Görev Yeri	Yıl
Antrenör	Maxlife spor salonu	2019-2021
Antrenör	Look Fit spor salonu	2022-

Sertifikalar

1.TVGFBF 2. Kademe Fitness Antrenörü

2.Functional Training

3.EQFL4 Personal Trainer

4.Medical Exercise Trainer