

**T. C.
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı
Hareket ve Antrenman Bilimleri Bilim Dalı**

**SEDANter ERKEKLERDE KONSANTRİK VE
EKSANTRİK FAZDA UYGULANAN DİRENÇ
EGZERSİZLERİNİN KAS HİPERTOFİSİNE ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

İbrahim Sırrı ÖNAL

Danışman
Doç. Dr. Mehmet SOYAL

İSTANBUL-2024

TEZ TANITIM FORMU

Yazar Adı Soyadı : İbrahim Sırrı ÖNAL

Tezin Dili : Türkçe

Tezin Adı : Sedanter Erkeklerde Konsantrik ve Eksantrik Fazda Uygulanan Direnç Egzersizlerinin Kas Hipertofisine Etkisinin İncelenmesi

Enstitü : İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Anabilim Dalı : Antrenörlük Eğitimi

Tezin Türü : Yüksek Lisans

Tezin Tarihi : 26.06.2024

Sayfa Sayısı : 78

Dizin Terimleri : Konsantrik, Eksantrik, Direnç Egzersizi, Hipertofi

Türkçe Özet : Bu çalışma, sedanter erkeklerde konsantrik ve eksantrik fazda uygulanan direnç egzersizlerinin kas hipertrofisine etkisini incelemiştir. Kontrol grupsuz ön-test ve son-test yarı deneysel desen kullanılarak, 25-35 yaş arası 20 erkek katılımcı iki gruba ayrılmıştır. Her iki grup da 8x3 haftalık antrenman programını tamamlamış ve kol ile bacak kalınlıkları ölçülmüştür. Verilerin analizi için betimsel istatistik, Bağımsız Örneklem T testi, Paired Sample T testi ve Wilcoxon testi kullanılmış, anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak belirlenmiştir. Sonuçlar, her iki grubun da kas kütlesinde önemli artış sağladığını, ancak eksantrik grubun daha fazla gelişim göstermesine rağmen bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermiştir.

Dağıtım Listesi : İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsüne
YÖK Ulusal Tez Merkezine

İmzası

İbrahim Sırrı ÖNAL

**T. C.
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı
Hareket ve Antrenman Bilimleri Bilim Dalı**

**SEDANter ERKEKLERDE KONSANTRİK VE
EKSANTRİK FAZDA UYGULANAN DİRENÇ
EGZERSİZLERİNİN KAS HİPERTOFİSİNE ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

İbrahim Sırrı ÖNAL

**Danışman
Doç. Dr. Mehmet SOYAL**

İSTANBUL- 2024

BEYAN

Bu tezin hazırlanmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğu, kullanılan verilerde herhangi tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez olarak sunulmadığını beyan ederim.

İbrahim Sırrı ÖNAL

..../..../2024



T.C.
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İbrahim Sırrı ÖNAL' ın “**Sedanter Erkeklere Konsantrik ve Eksantrik Fazda Uygulanan Direnç Egzersizlerinin Kas Hipertrofisine Etkisinin İncelenmesi**” adlı tez çalışması, jürimiz tarafından Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı Hareket ve Antrenman Bilimleri Bilim Dalı YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Doç. Dr. Aydın PEKEL

Üye

Doç. Dr. Mehmet SOYAL
(Danışman)

Üye

Doç. Dr. Taner ATASOY

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

.... / / 2024

Prof. Dr. İzzet GÜMÜŞ
Enstitü Müdürü

ÖZET

Bu araştırmada, sedanter erkeklerde konsantrik ve eksantrik fazda uygulanan direnç egzersizlerinin dirsek ve diz kas gurupları üzerindeki hipertofik etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Araştırmada, yarı deneysel araştırma yöntemlerinden “kontrol grupsuz ön-test ve son-test” desen kullanılmıştır. Araştırmaya spora yeni başlayan deneyimsiz (0-1 yıl tecrübe), 25- 35 yaş arası 20 (sedanter) erkek gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılar seçkisiz olmayan atama yöntemi ile konsantrik egzersiz grubu (n=10) ve eksantrik egzersiz grubu (n=10) olacak şekilde iki gruba ayrılmıştır. Grupların antrenman başlangıç ağırlıkları her hareket için 1 Maksimum Tekrar (TM) testi ile belirlenmiştir. Gruplar çalışmaya başlamadan önce yapacakları hareketler ile ilgili bir ders eğitim almıştır. Eğitim sonrası eğitimden gözetiminde katılımcılar 8 hafta boyunca haftada 3 seans olmak üzere konsantrik ve eksantrik yoğunluklu direnç egzersizlerini uygulanmıştır. Ağırlık çalışmalarında her iki grupta da 1TM’nin %60-80 yüklenme içerikli düz pramit yükleme düzenlemesi kullanılmıştır. Katılımcılardan alışma öncesi (ön-test) ve çalışma sonrası (son-test) ölçümleri kol ve bacak kalınlıkları mezura ile elle, ölçülerek alınmıştır. Ölçümler dirsek ve diz fleksör kas guruplarını içermiştir. Araştırmadan elde edilen verilerin analizinde katılımcılara ait tanımlayıcı bilgiler için betimsel istatistik, gruplar arası ön test son test ölçümlerin karşılaştırılmasında Bağımsız Örneklem T testi, grup içi ön test son test ölçümlerin karşılaştırılmasında ise Paired Sample T testi ve Wicoxon testi kullanılmıştır. Araştırmada anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir. Yapılan araştırmada eksantrik ve konsantrik fazda antrenman yapan her iki grup için de ön test son test ölçümlerinde anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

Sonuç olarak 8 haftalık uygulanan antrenman protokolü, her iki çalışma gurubunda da kas kütlesinde önemli ölçüde artış sağlamıştır. Araştırmanın önemli diğer bir sonucu ise, eksantrik yoğunluklu egzersizi yapan çalışma grubu konsantrik yoğunluklu egzersiz yapan çalışma grubuna göre, kol ve bacak ölçümlerinde, daha fazla gelişim gösterdiği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Konsantrik, Eksantrik, Direnç Egzersizi, Hipertofi

SUMMARY

In this study, it was aimed to investigate the hypertonic effects of concentric and eccentric phase resistance exercises on elbow and knee muscle groups in sedentary men. In the study, "pre-test and post-test without control group" design, one of the quasi-experimental research methods, was used. Twenty (sedentary) men aged 25-35 years, inexperienced (0-1 year experience), who were new to sports, participated in the study as volunteers. The participants were divided into two groups as concentric exercise group (n=10) and eccentric exercise group (n=10) by non-random assignment method. In weight studies, flat pramid loading arrangement of 1RM with 60-80% loading content was used in both groups. Before the groups started the study, they received one lesson training about the movements they would perform. After the training, the participants performed concentric and eccentric intensity resistance exercises 3 sessions per week for 8 weeks under the supervision of an instructor. In weight training, double pramidal training technique was used in both groups. Before (pre-test) and after (post-test) the study, arm and leg thicknesses were measured manually with a tape measure. The measurements included elbow and knee flexor muscle groups. In the analysis of the data obtained from the research, descriptive statistics were used for descriptive information of the participants, independent sample T test was used for the comparison of pre-test post- test measurements between groups, and Paired Sample T test was used for the comparison of pre-test post-test measurements within groups. The significance level was accepted as $p < 0,05$. As a result of the study, a significant difference was found in the pre-test and post-test measurements for both groups training in eccentric and concentric phase ($p < 0,05$). The 8-week training protocol provided a significant increase in muscle mass in both study groups. Another important result of the study was that the eccentric intensity training group showed more improvement in arm and leg measurements than the concentric intensity training group. However, this difference was not statistically significant ($p > 0,05$).

Keywords: Concentric, Eccentric, Resistance Exercise, Hypertofi

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
SUMMARY.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
KISALTMALAR.....	v
TABLOLAR LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
ÖNSÖZ	viii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM GENEL BİLGİLER

1.1. Kaslar	7
1.2. Kas Tipleri	10
1.3. Fleksörler ve Ekstansörler	11
1.3.1.Dirsek Fleksör Kaslar.....	11
1.3.2.Dirsek Ekstansör Kaslar.....	11
1.3.3.Diz Fleksör Kaslar.....	12
1.3.4.Diz Ekstansör Kaslar.....	12
1.4. Kasılma Türleri.....	13
1.4.1.İzometrik Kasılma	15
1.4.2.İzotonik Kasılma	15
1.5. Hipertofi.....	18
1.5.1.Akut Hipertofi	19
1.5.2.Kronik Hipertofi	19
1.5.3.Yüklenme Şiddeti ve Hipertofi İlişkisi.....	20
1.5.4.Konsantrik Kasılmalar ve Hipertofi İlişkisi	21
1.5.5.Eksantrik Kasılmalar ve Hipertofi İlişkisi	22
1.6. Kuvvet Antrenman Teknikleri.....	24
1.6.1.Piramidal Teknik	24
1.6.2.Drop Set Tekniği	25
1.6.3.Süper Slow Teknik.....	25
1.6.4.Süper Set Tekniği.....	25

İKİNCİ BÖLÜM MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Modeli.....	26
2.2. Araştırma Grubu.....	26
2.3. Araştırmanın Deneysel İşlem Yolu.....	27
2.4. Verilerin Toplanması.....	27
2.4.1.Boy ve Ağırlık Ölçümü.....	27
2.4.2.Kaliper ve Mezura Ölçümü.....	27
2.4.3.Egzersiz Programı.....	28
2.5. Verilerin Analizi.....	39

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM BULGULAR

TARTIŞMA VE SONUÇ.....	45
ÖNERİLER.....	54
KAYNAKÇA.....	55
EKLER.....	64

KISALTMALAR

Ark	:	Arkadaşları
Bknz	:	Bakınız
Bnz	:	Benzeri
G₁	:	Deney Grubu
G₂	:	Kontrol Grubu
MAPK	:	Mitojenle Aktifleşen Protein Kinaz
MİK	:	Maksimum İstemli Kasılma
MVIC	:	istemli izometrik kasılma torku
SMTH	:	Simith Makinesi
TMS	:	Transkraniyal Manyetik Stimölasyon
TMS	:	Transkraniyal Manyetik Stimölasyon
1-TM	:	Bir Tekrar Maksimum

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Araştırma Modeli.....	26
Tablo 2. Uygulanan Egzersiz Programı	39
Tablo 3. Ölçümlere Ait Normallik Testi Sonuçları.....	40
Tablo 4. Katılımcılara ait tanımlayıcı istatistik.....	41
Tablo 5. Ölçümlere ilişkin gruplar arası ön test puanlarının karşılaştırılması	41
Tablo 6. Ölçümlere ilişkin gruplar arası son test puanlarının karşılaştırılması.....	42
Tablo 7. Eksantrik çalışma gurubu ön-son test puanlarının karşılaştırılması	42
Tablo 8. Konsantrik çalışma gurubu ön-son test puanlarının karşılaştırılması	43
Tablo 9. Eksantrik ve konsantrik grup skinfold ilk-son ölçümlerinin karşılaştırılması	43
Tablo 10. Normal dağılım göstermeyen gruplarda skinfold ilk-son ölçümlerinin karşılaştırılması.....	44

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. İskelet Kasının Anatomik Görünümü	7
Şekil 2. Dirsek Fleksör Kasları	11
Şekil 3. Dirsek Ekstansör Kasları Triceps.....	12
Şekil 4. Üst ve Alt Bacak Kasları.....	13
Şekil 5. İzometrik Konsantrik ve Eksantrik Kasılma	14
Şekil 6. Çapraz Köprü Başları ile Komşu Aktin İplikçiklerinin Arasındaki Etkileşim	16
Şekil 7. Düz Piramit yükleme düzenlemesi.....	29
Şekil 8. Scott Machine Curl Konsantrik Hareket Başlangıcı	30
Şekil 9. Scott Machine Curl Konsantrik Hareket Sonu.....	30
Şekil 10. Triceps Extension Machine Konsantrik Hareket Başlangıcı.....	31
Şekil 11. Triceps Extension Machine Konsantrik Hareket Sonu	31
Şekil 12. Scott Machine Curl Eksantrik Hareket Başlangıcı.....	32
Şekil 13. Scott Machine Curl Eksantrik Hareket Sonu	33
Şekil 14. Triceps Extension Machine Eksantrik Hareket Başlangıcı	34
Şekil 15. Triceps Extension Machine Eksantrik Hareket Sonu.....	34
Şekil 16. Prone Leg Curl Machine Konsantrik Hareket Başlangıcı	35
Şekil 17. Prone Leg Curl Machine Konsantrik Hareket Sonu	35
Şekil 18. Leg Extension Machine Konsantrik Hareket Başlangıcı	36
Şekil 19. Leg Extension Machine Konsantrik Hareket Sonu	36
Şekil 20. Prone Leg Curl Machine Eksantrik Hareket Başlangıcı	37
Şekil 21. Prone Leg Curl Machine Eksantrik Hareket Sonu.....	37
Şekil 22. Leg Extension Machine Eksantrik Hareket Başlangıcı.....	38
Şekil 23. Leg Extension Machine Eksantrik Hareket Sonu	38

ÖNSÖZ

Tez yazım süreçlerinde desteğini esirgemeyen başta danışmanım Doç. Dr. Mehmet SOYAL'a teşekkürü bir borç bilirim. Eğitim ve kariyerim boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemeyen Emrah DEMİŞTAŞ'a Volkan ERSÖZ'e teşekkür ederim.

Hayatım boyunca almış olduğum her türlü kararda her daim desteklerini üzerimden esirgemeyen sevgili aileme minnet duyar ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



GİRİŞ

Günümüzde insanlar spor salonlarında iyi bir beden algısı, sağlıklı yaşam ya da profesyonel yarışmalar için kas yapılarını güçlendirmektedir. Hızla gelişen antrenman metotları hangi çalışmanın daha iyi verim sağladığı konusunda bazı endişeler yaratmaktadır. En hızlı ve kalıcı şekilde kas hipertrofisi sağlayabilmek için farklı teknikler ve farklı dinlenme aralıkları farklı antrenman setleri denenmektedir. Birçok tekniğin doğru uygulandığında kas hipertrofisine etkisi şüphesiz yadsınamaz. Ancak kas geliştirmek için kullanılan farklı türde kontraksiyon içeren direnç egzersizleri de hipertofi ve kuvvet gelişiminde önemli görülmektedir (Farthing, 2003; Sato vd., 2021; Sato vd., 2022; Schoenfeld vd., 2017; Azevedo, Oliveira ve Schoenfeld, 2022; Zabaleta-Korta vd., 2021).

Bu bağlamda literatür incelendiğinde direnç egzersizleri, kaslardaki kuvveti geliştirmek ve kas hipertrofisini uyarmak için kullanılan birincil bir egzersiz müdahalesidir (Krzysztofik vd., 2019). Yapılan egzersizler kas liflerinin kalınlığını arttırmakta ve bu kalınlık artışı hem kasın büyümesini hem de kasılma kuvvetini arttırmaktadır (Bompa, Pasquale ve Cornacchia, 2014). Kasların farklı kasılma fazlarındaki değişimlerin kas gelişimine etkisinin farklı olabileceği düşüncesinden yola çıkarak hipertrofi üzerinde de farklı etkiler sağlayabileceği düşünülmektedir (Simmons vd., 2017). Eksantrik, konsantrik veya birleşik antrenmanların kas hipertrofisine etkileri incelendiğinde konsantrik kasılmanın eksantrik ve karışık yapılan antrenmana göre kas gücünü ve kalınlığını arttırmada diğer iki çalışmaya göre zayıf kalmasının düşündürücü olduğu belirtilirken (Sato, vd., 2022), kan akış kısıtlamalı yapılan her iki egzersiz çalışmasının etkilerinde ise dirsek fleksörlerinin kas kalınlığında konsantrik çalışmanın kol üst bölgesinde daha etkili olduğu (Yasuda vd., 2012), eksantrik kasılmanın ortalama %10 konsantrik kasılmanın %7 gelişim sağladığı sonuçlar bulunmaktadır (Schoenfeld vd., 2017). Başka bir çalışmada ise farklı kasılma fazları üzerinden uygulanan direnç egzersizlerinin farklı derecelerde kas hasarı oluşturduğu ve gelişimlerin de buna göre farklı olduğu vurgulanmaktadır (Krzysztofik vd., 2019). Bu çalışma, özellikle spora yeni başlayan bireylerde, kısa zamanda en iyi verimi elde etmek için, farklı yoğunluktaki kasılmalı egzersizlerin hipertrofik etkilerini belirleyebilmek açısından önem arz etmektedir.

Kasılma tiplerinin sıkça araştırılmış olmasına rağmen, yaygın olarak ağırlık antrenmanlarında uygulanan şekliyle, kasılma tiplerinin farklı tekrar tempolarıyla

uygulanmasının etkilerini inceleyen çalışmalar kısıtlıdır (Wilk, 2021). Yükün veya mekanik uyarının hipertrofik adaptasyonları tetiklemek için kritik öneme sahip olduğu öne sürülse de (Dudley vd., 1991), çoğu çalışma daha hızlı ve daha yavaş tempolar için farklı yükler kullanır (Schuenke vd., 2012). Bu durumun farklı mekanik uyarınlarla sonuçlanacağı sonucu ortaya çıkabilmekte ve farklı konsantrik veya eksantrik fazda yapılan direnç egzersizlerinin kas hipertofisi üzerindeki etkilerinin değişlik gösterebileceği dşnlmektedir. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı sedanter erkeklerde, konsantrik ve eksantrik kasılma yöntemleriyle uygulanan direnç egzersizlerinin dirsek ve diz kas gurupları üzerindeki hipertofik etkisinin incelenmesidir.

Araştırmanın Amacı

Çalışmanın amacı; sedanter erkeklerde konsantrik ve eksantrik kasılma yöntemleriyle uygulanan direnç egzersizlerinin dirsek ve diz kas gurupları üzerindeki hipertofik etkisinin incelenmesidir.

Araştırmanın nemi

Günümüzde büyüyen fitness sektöründe üyelerin bildiği önemli konulardan biri olan hipertrofi kavramı son yıllarda hem bilimsel literatürde hem de sektör içerisinde gelişmekte olduğu gözlemlenmekte ve bu gelişmeye paralel olarak hipertrofi alanında yapılacak bilimsel çalışmalar ile daha kısa sürede daha iyi sonuçlara ulaşabilmek açısından önemli olduğu dşnlmektedir. Bu bağlamda literatürde direnç egzersizleri, kaslardaki kuvveti geliştirmek ve kas hipertofisini uyarmak için kullanılan birincil bir egzersiz müdahalesidir (Krzysztofik vd., 2019). İskelet kası, mekanik yüklemeye yanıt olarak hipertrofi gerçekleştirir (Goodman vd., 2011) dolayısıyla kas hipertofisi sağlanması açısından direnç egzersizlerinin düzenli olarak uygulanması önerilmektedir. Kas hipertofisi, kas protein sentezi kas protein yıkımını aştığında meydana gelir ve kümülatif dönemlerde pozitif net protein dengesi ile sonuçlanır ve bu sayede gelişim sağlandığı bildirilmiştir (Damas vd., 2018). Bunun, hem direnç egzersizlerinde hem de kas protein sentezini uyaran ve kas protein yıkımında azalmaya yol açan protein alımı ile başarılıbildiği dşnlmektedir (Phillips, 2014). Zabaleta-Korta vd., (2021) bölgesel kas hipertofisinde egzersiz seçiminin rolünü araştırdığı çalışmasında 5 haftalık haftada 3 günlük 4x12 tekrarlı eşit antrenman hacmine ve yoğunluğuna sahip rastgele ayrılmış iki grup, smith makinesinde (SMTH grubu) veya bacak uzatma egzersizinde (LEG grubu) squat

gerçekleştirdi. Rektus femoris (RF) ve vastus lateralis (VL) kaslarının proksimal, santral ve distal bölgelerindeki büyüme, sıçrama yüksekliği ve vücut kompozisyonu analiz edildi. Sonuçlar, LEG grubunun katılımcılarında RF'nin üç bölgesinin önemli ölçüde büyüdüğünü, SMTH grubunda ise VL'nin sadece merkezi bölgesinin önemli ölçüde büyüdüğünü göstermektedir ve egzersiz seçiminin bölgesel hipertrofide rol oynadığını doğrulamaktadır. Farklı bir çalışmada ise dirsek fleksör kaslarının hipertrofisine yönelik olarak eğitimsiz 11 erkeğe 12 hafta boyunca, haftada 3 günlük yapılan tek taraflı, 4 set 8-10 tekrarlık bir çalışma sonrasında dirsek fleksör kaslarının enine kesit hacminde artışlar ortaya çıktığı görülmüştür (Drummond vd., 2016). Tek taraflı olarak dirsek fleksörlerine yönelik yapılan bir çalışmada ise, otuz iki eğitimsiz genç yetişkin rastgele üç grupta toplanmıştır. Egzersiz eğitimi baskın kollar tarafından 5 hafta boyunca haftada iki kez 10 eğitim seansı boyunca eğitim hacminde kademeli artışlarla gerçekleştirildi ve baskın olmayan (eğitimsiz) kollar çapraz eğitim etkisi için araştırılmıştır ve çalışma sonrasında dirsek eklemine yönelik olarak yapılan direnç egzersizinin kasların kol kuvveti ve enine kesitinde artışlar sağladığı görülmüştür (Sato vd., 2021).

Kasların kasılma yoğunluklarındaki değişimlerin kas gelişimine etkisinin farklı olabileceği düşüncesinden yola çıkarak kas kasılma fazlarının da benzer şekilde farklı fizyolojik etkiler ile gelişim sağlayabileceği düşünmektedir (Simmons vd., 2017). Bazı araştırmacılar, eksantrik fazda yapılan çalışmaların daha fazla kuvvet gelişimi sağladığını bildirmişlerdir (Farthing vd., 2003). Mevcut hipertofi uygulamalarında ve bilimsel tarafta hipertrofi antrenmanı ile ilgili çok fazla antrenman yanıtı bulunmakta ve konsantrik, eksantrik ve izometrik gibi kas kasılma tiplerinin hipertrofiye etkisi tartışılan bir konu haline gelmiştir (Franchi vd., 2019). Konsantrik kasılmalar, kas inşa etmek (Franchi., Reeves, & Narici., 2017) kas kütlesini artırmak için gerekli olan konsantrik hareketlerdir ve aynı zamanda gücü artırmaya yardımcı olur. Ancak sonuçlar, üç tip kas kasılmasının tümünü birleştiren egzersizler kadar yeterli değildir (Simmons vd., 2017). Kasların kasılma yoğunluklarındaki değişimlerin kas gelişimine etkisinin farklı olabileceği düşüncesinden yola çıkarak kas kasılma fazlarının da benzer şekilde farklı fizyolojik etkiler ile gelişim sağlayabileceği düşünmektedir (Simmons vd., 2017). Bazı araştırmacılar, eksantrik fazda yapılan çalışmaların daha fazla kuvvet gelişimi sağladığını bildirmişlerdir (Farthing vd., 2003). Eksantrik kasılmada kasın,

konsantrik kasılmaya göre % 30 daha fazla güç üretebildiği de bildirilmiştir (Dudley vd.,1992; Brandon vd.,2002; Newman vd., 2004).

Bu çalışma, özellikle spora yeni başlayan bireylerde hangi kasılma fazının hipertrofik yanıtı daha hızlı ortaya çıkarabileceğini ve bu sayede sporun sürekliliğini sağlamak açısından doğru egzersiz seçiminin sağlanması ve hipertrofi üzerinde daha etkili bir sonuç elde etmek için hangi kasılma fazının daha etkili olduğunu belirleyebilmek açısından önem arz etmektedir.

Problem Durumu ve Alt Problemler

Kasın bir direnci yenerken boyunun kısaldığı konsantrik ve kasın direnci kontrol ederek uzadığı eksantrik egzersizlerin kas hipertrofisi üzerindeki etkileri değişiklik göstermektedir (Franchi, vd.. 2017). Kasılma tiplerinin izole sıkça araştırılmış olmasına rağmen, yaygın olarak ağırlık antrenmanlarında uygulanan şekliyle, kasılma tiplerinin farklı tekrar tempolarıyla uygulanmasının etkilerini inceleyen çalışmalar kısıtlıdır (Wilk, 2021). Yükün veya mekanik uyarının hipertrofik adaptasyonları tetiklemek için kritik öneme sahip olduğu öne sürülse de (Dudley vd., 1991) çoğu çalışma daha hızlı ve daha yavaş tempolar için farklı yükler kullanmaktadır (Schuenke vd., 2012). Bu durumun farklı mekanik uyarılarla sonuçlanacağı sonucu ortaya çıkabilmekte ve farklı konsantrik veya eksantrik fazda yapılan direnç egzersizlerinin kas hipertrofisi üzerindeki etkilerinin değişiklik gösterebileceği düşünülmektedir. Dolayısıyla bu çalışmanın ana problem cümlesi;

Sedanter erkeklerde konsantrik veya eksantrik fazda yapılan direnç egzersizlerinin kas hipertrofisi üzerine etkileri var mıdır?

Alt problemler:

1. Konsantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinin dirsek fleksör ve ekstansör kaslarının hipertrofisine etkisi var mıdır?
2. Eksantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinin dirsek fleksör ve ekstansör kaslarının hipertrofisine etkisi var mıdır?
3. Konsantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinin diz fleksör ve ekstansör kaslarının hipertrofisine etkisi var mıdır?
4. Eksantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinin diz fleksör ve ekstansör kaslarının hipertrofisine etkisi var mıdır?

5. Eksantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinin dirsek fleksör ve ekstansör kas üzerindeki hipertofik etkisi konsantrik yoğunluklu direnç egzersizlerine göre farklılık göstermekte midir?
6. Eksantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinin diz fleksör ve ekstansör kas üzerindeki hipertofik etkisi konsantrik yoğunluklu direnç egzersizlerine göre farklılık göstermekte midir?
7. Eksantrik ve konsantrik yoğunluklu direnç egzersizleri vücut yağ yüzdelerini etkiler mi?

Araştırmanın hipotezleri

H1a: Konsantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinin dirsek fleksör ve ekstansör kaslarının hipertrofisine etkisi vardır.

H1b: Eksantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinin dirsek fleksör ve ekstansör kaslarının hipertrofisine etkisi vardır.

H1c: Konsantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinin diz fleksör ve ekstansör kaslarının hipertrofisine etkisi vardır.

H1d: Eksantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinin diz fleksör ve ekstansör kaslarının hipertrofisine etkisi vardır.

H1e: Eksantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinin dirsek fleksör ve ekstansör kasları üzerindeki hipertofik etkisi konsantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinden daha fazladır.

H1f: Eksantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinin diz fleksör ve ekstansör kasları üzerindeki hipertofik etkisi konsantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinden daha fazladır.

H1h: Eksantrik ve konsantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinin vücut yağ yüzdelerine etkisi vardır.

Varsayımlar

- Araştırma grubunun evreni temsil ettiği varsayılmaktadır.
- Araştırma grubunun çalışmanın amacını ve önemini anladıkları varsayılmaktadır.
- Katılımcıların sağlıklı oldukları varsayılmaktadır.
- Katılımcıların beslenmelerine dikkat ettikleri varsayılmaktadır.

- Katılımcıların uyku düzenlerine dikkat ettikleri varsayılmaktadır.
- Alınan testlerin geçerli ve güvenilir olduğu varsayılmaktadır.
- Katılımcıların testler ve egzersizler sırasında maksimum performans gösterdikleri varsayılmaktadır.

Sınırlılıklar

- Araştırma 20 erkek katılımcı ile sınırlıdır.
- Araştırma deneyimsiz sporcularla sınırlıdır.
- Araştırma yaşları 25-35 arası sedanter bireylerle sınırlıdır.
- Araştırma 8 hafta ve haftada 3 gün olacak şekilde çalışma programı ile sınırlıdır.

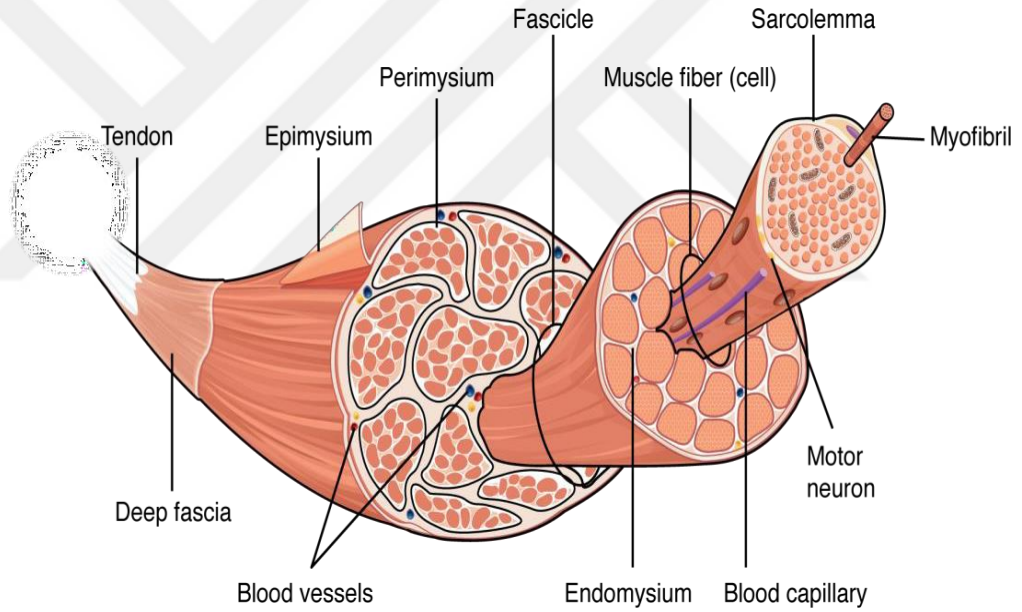


BİRİNCİ BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1. Kaslar

İnsan vücudunun kas sistemi, kalbi oluşturan kalp kası, iç organlardaki düz kaslar ve kemiklere tendonlarla bağlanan çizgili kaslardan oluşur (Nordin ve Frankel, 2012). Düz kas, kan damarlarının ve organların duvarlarında bulunur. Yavaş, otonom ve iradesiz çalışırlar. Kalp kası çizgili kas yapısına sahiptir ve düz kas gibi görev yapar. Kendi isteğiyle kasılarak iskelet sisteminin hareket etmesini sağlayan kaslara iskelet kasları (çizgili kaslar) denir. İskelet kası yüzlerce kas hücresi veya lifinin bir araya gelmesiyle oluşan bir organdır (Solomon, 1997). İskelet kasının anatomik görünümü Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. İskelet Kasının Anatomik Görünümü

Kaynak: Bompà, Pasquale & Cornacchia, (2014).

Şekil 1’de görüldüğü üzere iskelet kası üç katmandan oluşmaktadır. En dıştaki katman epimisyum, orta katman perimisyum, en alttaki katman ise sarkolemma’dır. Dıştan içe doğru sıralayacak olursak; Epimisyum, kası dışarıdan saran bağ dokusudur. Ana damarlar ve sinirler epimisyumu çevreler. Perimisyum, bir kas demetini saran tip-I ve tip 3 kollajen içermektedir. Endomisyum, ise kas demeti içinde bir tek kas lifini saran bağ dokusudur. Retikulum tellerden ve kollajen telden meydana gelir. Kas liflerini çevreleyen zara ise sarkolemma denir. Sarkolemma üzerindeki uydu hücreleri kaslarda hipertrofi ve onarım işlevleri bulunmaktadır

(Wozniak vd., 2005). Miyofibriller, her kas lifinde ipliksi protein bir yapıda bulunmaktadır. Kasların kasılmasında önemli bir yeri bulunan miyofibriller aktin ve miyozini de bir arada tutmaktadır. Bir kasın kasılabilme ve kuvvet uygulama yeteneği; kasın yapısı, çapraz kesit alanı, lif uzunluğu ve kasta bulunan lif sayısı tarafından belirlenir (Bompa vd, 2014).

Bir iskelet kas lifi, diğer hücrelerde bulunan aynı organelleri ve bazı özel organelleri içermektedir. Bu özel organeller, sarkoplazmik retikulum, T tübülleri ve miyofibrillerdir (Jones vd., 2006).

Sarkoplazmik retikulum, kalsiyumu depolayan ve salan özel bir organeldir. Miyofibrillere paralel uzanan ve onları saran, birbirine bağlı tübüllerden oluşan bir ağıdır. Sarkoplazmik retikulumun birincil önemi, kalsiyumun depolanmasını, salınmasını ve emilimini sağlayarak kas kasılmasını kontrol edebilme yeteneğidir. Kalsiyum sarkoplazmik retikulumun lateral kapsül adı verilen kısımlarında depolanır. Enine tübülleri (T-tübülleri), elektrik sinyallerini sarkolemmadan hücrenin iç kısmına taşıyan organellerdir. T-tübülleri sarkolemmaya bağlanır ve hücrenin sarkoplazmasına doğru uzanır. T-tübülleri miyofibrillere dik (enine) olarak uzanmaktadır. Her bir T-tübülü, sarkoplazmik retikulumun iki yan kapsülü arasında yer alır ve triad olarak adlandırılan olayı oluşturur; bu, elektrik sinyallerinin (aksiyon potansiyellerinin) T-tübülleri boyunca yayılmasına izin verir ve sarkoplazmik retikulumun yan kapsüllerinden kalsiyumun salınmasına neden olur (Jones vd., 2006; Plowman ve Smith 2013).

İskelet kası hücreleri, miyofibril adı verilen sayısı yüz ila birkaç bin civarında, birbirine yakın paketlenmiş paralel silindirik eleman dizisi içerir. Miyofibriller kas lifi hacminin yaklaşık %80'ini oluşturur ve miyofilamentlerden oluşan özel kasılma organelleridir. Her bir miyofibril aslında sarkomer olarak da adlandırılan miyofilamentler adı verilen daha küçük, düzenli olarak tekrarlanan birimlerin uçtan uca bir zinciridir. Miyofilamentler, kas kasılmasından sorumlu kasılma proteinleridir ve iki türden oluşur: esas olarak miyozinden oluşan kalın filamentler ve esas olarak aktin içeren ince filamentler. Aktin üç farklı yapıdan oluşur; aktin, tropomiyozin ve troponin kompleksleri. Aktin filamentlerinin omurgası çift sarmallı bir F-aktin molekülüdür. F-aktin sarmalındaki her lif, polimerize G-aktin moleküllerinden yapılır. ADP molekülleri her bir G-aktin molekülüne bağlanır. ADP moleküllerinin, kas kasılması sırasında aktin filamentlerinin miyozin ile çapraz köprü etkileşimleri

için aktif bölgeler olduğu düşünülmektedir. İki tropomiyosin monomeri, sarmal dimerler oluşturmak için 7 aktin monomerine bağlanır ve 2 dimer, bir F-aktin molekülüne bağlanır. Her filament 40-60 tropomiyozin molekülü içerir. Uçtan uca yerleştirilmiş aktin çift sarmalının üzerinde neredeyse sürekli olarak uzanırlar. Miyozin baş gruplarının aktine bağlanmasını düzenlerler. Troponin kompleksleri heterotrimerlerdir. Troponin T: Tropomiyosin molekülüne bağlanır. Troponin C: 4 Ca iyonunu bağlar. Troponin I: Aktine bağlanarak kasılmayı engeller. Böylece, her bir troponin heterotrimeri bir tropomiyozin molekülü ile etkileşime girer ve bu da yedi aktin monomeriyle etkileşime girer. Troponin ayrıca aktin filamentleriyle doğrudan etkileşime girer. Dolayısıyla bu yapı, aktin ve miyozinin bağlanmasının Ca iyonu konsantrasyonu ile düzenlenmesine izin verir. Kalın filamentler, kasılma formlarındaki miyozin molekülünden, özellikle de miyozin ağır zincirlerinden oluşur. Miyozin hafif zincir molekülleri de ise kasılma hızının düzenlenmesine yardım eder. Miyozin ağır zincirinin 3 bölgesi vardır: N-terminal baş bölgesi, boyun bölgesi ve C-terminal kuyruk bölgesi. Miyozin ağır zincirinin kuyruk bölgesi sarmal bir yapı oluşturur. Boyun bölgesinde iki miyozin ağır zinciri birbirinden ayrılarak küresel bir baş oluşturur. Her bir miyozin ağır zincir başı, ucunda birden fazla aktin bağlama alanı ve ortada nükleotidleri bağlayan ve ATP'yi hidrolize eden bir alan içerir. Geçiş döngüsünün herhangi bir anında miyozinin bir başı aktin'e bağlanır. Boyun ve baş bölgesi birlikte çapraz köprü olarak adlandırılır. Boynun iki bölgesi esnektir; biri kuyrukla birleştiği yerde, diğeri kafayla birleştiği yerde. Yapısal protein, α -aktinin: Aktin'i Z çizgisine bağlar ve antiparalel bir homodimerik proteindir. Titin: Bilinen en büyük proteindir. Titin molekülü sarkomerin yarısını geçer. Miyofilamentleri yerlerinde tutan bir iskelet görevi yapar. Sarkomerin elastik filamentidir yaklaşık 300 immünoglobulin benzeri bölgeye sahiptir ve bu bölgeler kas kasın gerilmesine bağlı olarak geri dönüşümlü olarak açılan katlanmalar gösterir. Nebulin: Bir diğer büyük proteindir. Z diskinden çıkar ve aktin filamentleri boyunca uzanır. Yapısal bütünlük sağlar. Sarkomer birbirine komşu Z diskleri arasında tekrar eden birimler olarak tanımlanır. Bu yüzden bir miyofibril sarkomerlerin uçtan uca yığınlar halinde lineer sıralanmasıdır. İskelet ve kalp kasının çizgili görüntüsünden sarkomerlerin bu organizasyonu sorumludur. Sarkolemma içinde miyofibriller yan yana asılı durumdadır. İçlerindeki boşluğu iyonik dağılımı diğer hücrelerinkine benzeyen sarkoplazma adında bir sıvı doldurur (Jones vd., 2006).

1.2. Kas Tipleri

Kas lifleri biyo-kimyasal olarak çeşitli işlevlere sahiptir (Bompa vd, 2014). Bu nedenle iskelet kası benzer metabolik ve kasılma özelliklerine sahip homojen lif grupları içermez. Lif türlerinin oranı kas gruplarına ve bireysel özelliklere göre değişir (McArdle vd., 2010). Bu nedenle kasların çapı ve rengi morfolojik olarak farklılık gösterir. Kas lifleri, farklı kasılma hızlarına ve metabolik özelliklere göre kırmızı kas lifi tipi (tip I) ve beyaz kas lifi tipi (tip II) olarak ikiye ayrılır. Çoğu kas grubu hem tip I hem de tip II kas liflerini içerir. Ancak genellikle bir kişi diğerine göre daha baskındır. Tip II kas lifleri tip IIa, tip IIb ve tip IIc olmak üzere 3 tipe ayrılır (Bompa vd., 2014).

Kırmızı Kas Tipi (Tip I): Kırmızı Kasların genel özellikleri yavaş kasılır ve geç sürede yorulurlar. Yapı itibarıyla kılcal damarların fazla olması ve kırmızı görüntüsünden dolayı kırmızı kas olarak isimlendirilmiştir. Tip II beyaz kasa liflerine göre lif boylarındaki kısaltma hızı daha yavaş olduğundan yavaş kasılana kaslar olarak da bilinir (Günay vd., 2013). Tip I kas lifleri Tip II kas liflerine göre enine kesitinde daha az aktin ve miyozin içermekte bunun sebebi olarak ise Tip II kas liflerine göre daha az kuvvet üretmektedir (Canepari vd., 2010).

Beyaz Kas Tipi (Tip II): Beyaz kasların genel özellikleri hızlı ve kuvvetli kasılır çabu yorulurlar. Miyoglogin düzeylerinin düşük olmasından kaynaklı beyazımsı görüntüsü beyaz kas olarak isimlendirilmesine neden olmuştur. Beyaz kas lifi türleri, kısa sürede daha fazla kasılma kuvveti ürettikleri için kısa süreli yüksek yoğunluklu egzersizler için uygundur. Ayrıca bu kas lifleri motor nöron hacmi, kas lifi çapı, büyük miktarda kreatin fosfat deposu, motor nöron uyarılma eşiği, miyozin ATPaz aktivitesi, glikolitik enzim aktivitesi ve glikojen depolaması açısından daha yüksek özelliklere sahiptir, ancak Oksidaz enzim kapasitesi, enerji verimliliği ve yorgunluk direnci düşüktür (Günay vd., 2013).

Bu kas lifleri kendi içerisinde Tip IIa, Tip IIb, Tip IIc, olarak üçe ayrılır. Tip IIa daha fazla aerobik enzimler içerdiği için Tip IIb, Tip IIc, liflerine kıyasla yorgunluğa daha uzun dayanabilme kapasitesi vardır. Tip IIb lifleri yüksek glikojen içermektedir. Yorgunluğa uzun süre dayanıklılık gösteremez ancak yüksek düzeyde kasılma hızına sahiptir. Tip IIa liflerine kıyasla oksidatif enzimleri daha düşüktür. Kuvvet gerektiren ve tekrarlı hareketlerde yüksek kapasitesi bulunmaktadır. Tip IIc lifleri ise

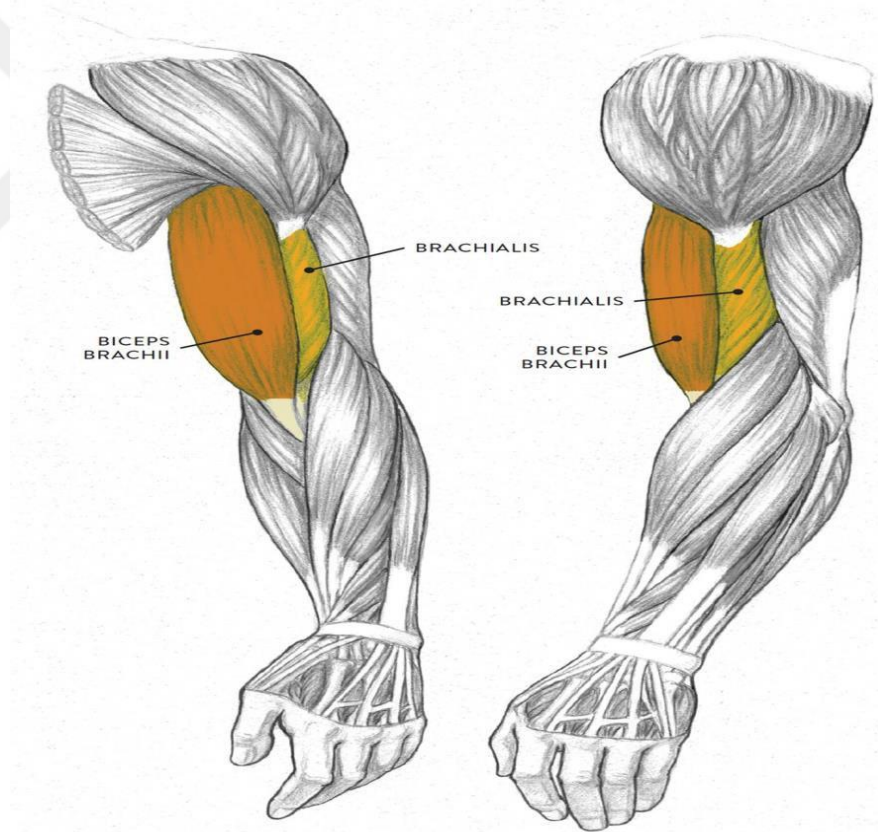
motor üniteler ve düzenlemede önemli rolleri bulunmakta olup Tip I ve Tip II lifler arasında karma özelliğe sahiptir (Wilmore vd., 2008).

1.3. Fleksörler ve Ekstansörler

Bu bölümde Dirsek fleksör kasları, Dirsek ekstansör kasları, Diz fleksör kasları, Diz ekstansör kasları yer almaktadır.

1.3.1. Dirsek Fleksör Kaslar

Dirsek fleksör kasları, kolun dirsek bölgesinde yer alan ve dirseği bükme hareketinden sorumlu olan kaslardır. Bu kaslar arasında biceps brachii, brachialis ve brachioradialis bulunmaktadır. Bu kaslar, dirseği fleksiyon (bükme) hareketi yaparken aktif olarak rol alırlar. Dirsek fleksör kasları, günlük yaşamda birçok aktivitede kullanılan önemli kas gruplarındandır.



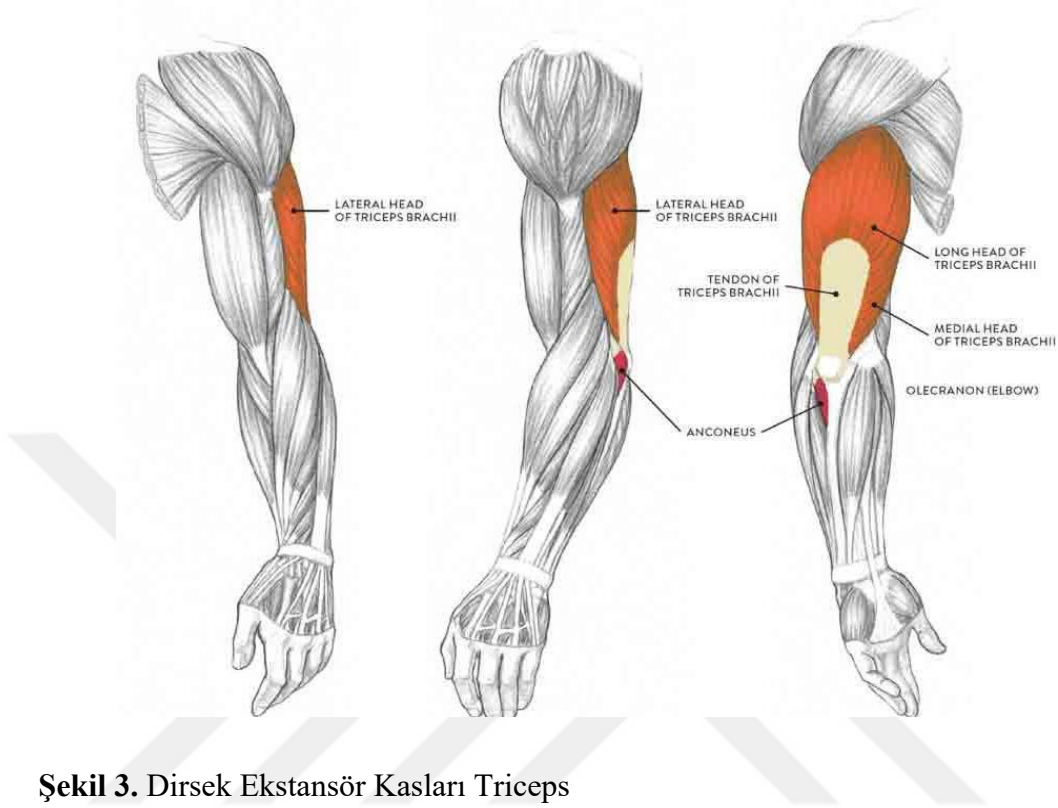
Şekil 2. Dirsek Fleksör Kasları

Kaynak: Biceps Brachi (Wisnlow, 2015).

1.3.2. Dirsek Ekstansör Kaslar

Dirsek ekstansör kasları, dirseğinizi düzleştiren ve kaldıran kaslardır. Bu kaslar, dirseğinizi uzatma hareketini gerçekleştirirken görev alır. Dirsek ekstansör

kasları arasında triceps (üçbaş) kası en önemli olanıdır. Bu kaslar, günlük aktivitelerde ve spor aktivitelerinde kullanılırken önemli rol oynarlar.



Şekil 3. Dirsek Ekstansör Kasları Triceps

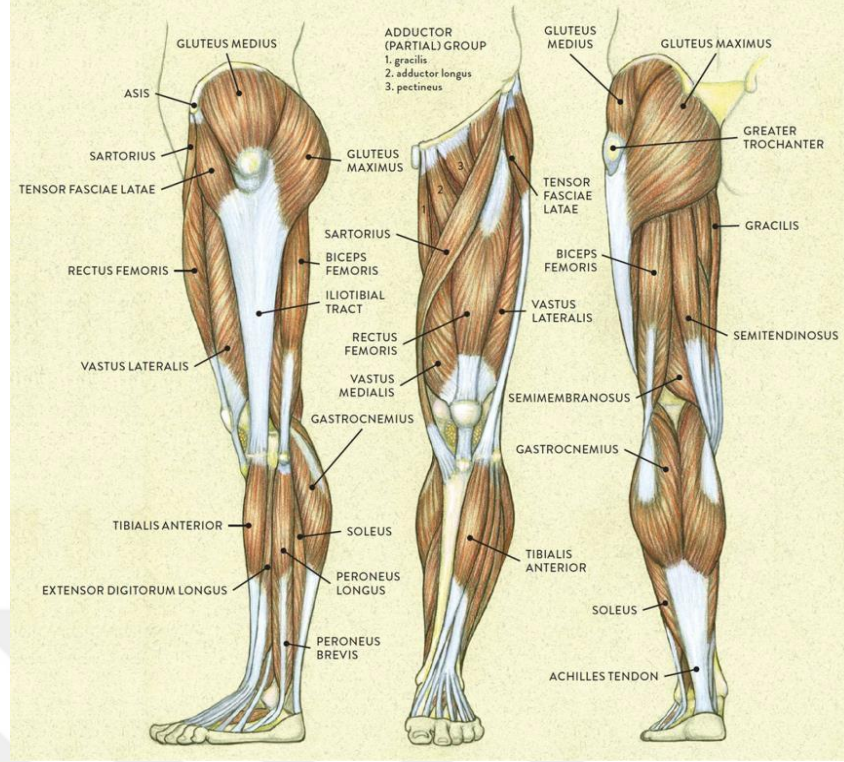
Kaynak: Wisnlow, (2015).

1.3.3. Diz Fleksör Kaslar

Diz fleksör kasları, dizin ön kısmında bulunan ve dizin bükme (fleksiyon) hareketini sağlayan kaslardır. Bu kaslar arasında quadriceps femoris (dört başlı uyluk kası), sartorius, rectus femoris, vastus intermedius, vastus medialis ve vastus lateralis bulunmaktadır. Bu kaslar, dizin hareketliliği ve stabilitesi için önemlidir.

1.3.4. Diz Ekstansör Kaslar

Diz ekstansör kasları, dizin düzleşmesine ve uzatılmasına yardımcı olan kaslardır. Bu kaslar quadriceps femoris adı verilen dört farklı kas grubundan oluşur. Quadriceps femoris kas grubu, vastus lateralis, vastus medialis, vastus intermedius ve rectus femoris kaslarını içerir. Bu kaslar, dizin ekstansiyonu (dizin düzleşmesi) ve uzatılması sırasında önemli bir rol oynar.



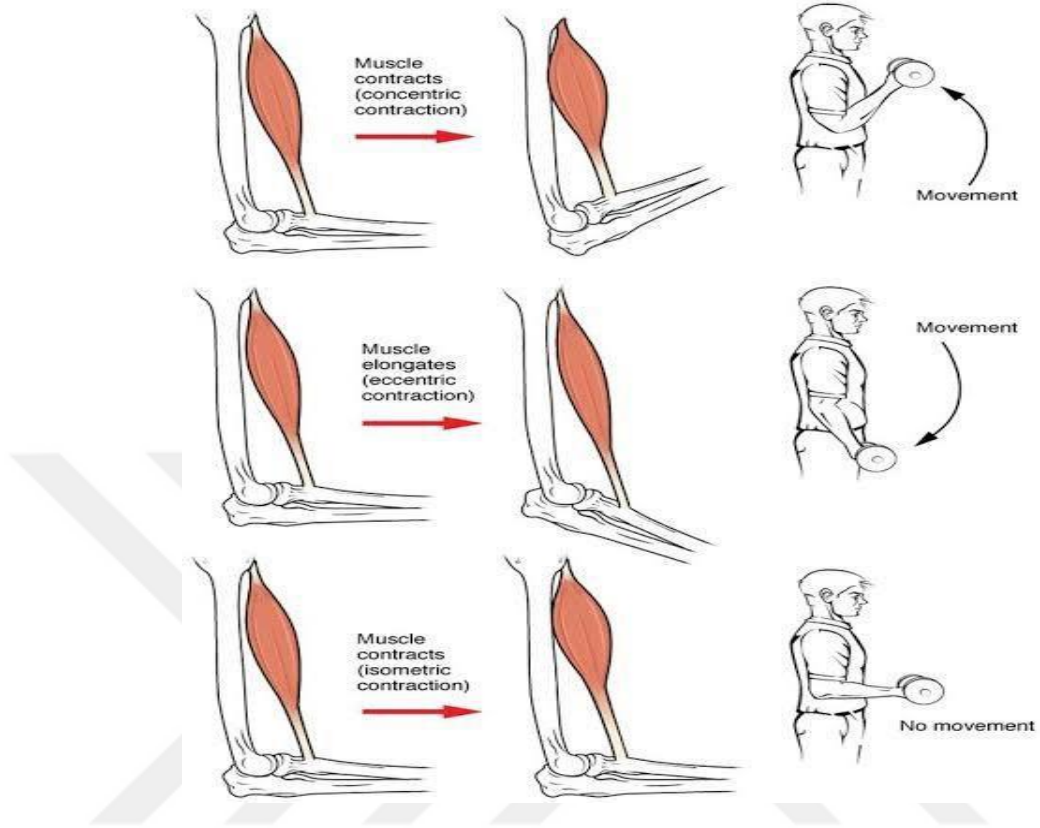
Şekil 4. Üst ve Alt Bacak Kasları
Kaynak: Wisnlow, (2015).

1.4. Kasılma Türleri

Kas kasılması; kas gerginliği, kas direnci veya üretilen kas momenti arasındaki ilişki açısından izometrik (Statik), İzotonik (konsantrik ve eksantrik) olarak sınıflandırılabilir (Hamill ve Knutzen, 2006; Kraemer vd., 2011; Nordin ve Frankel, 2012).

İzometrik kasılma sırasında kasın uzunluğu aynı kaldığı için kasta gerginlik gelişir. Kas, kasılma sırasında optimal sarkomer uzunluğuna karşılık gelen bir uzunlukta tutulursa maksimum kuvvet üretilir (“Muscle Physiology”, 2023). Bu kasılma hareketle sonuçlanmaz ancak kas tonusunun artmasıyla enerji harcanması meydana gelir (Robson, 2015). Öte yandan izotonik kasılma sırasında uzuv hareketi üretilir ve kas üzerindeki yük sabit kalırken kasın uzunluğu değişir. Kasın kısalmasına neden olan izotonik kasımlara konsantrik kasımlar, kasın uzamasına neden olan kasımlara ise eksantrik kasımlar denir. İzometrik kasılma, konsantrik kasılma ve eksantrik kasılma Şekil 5’de gösterilmektedir. Kasılma sabit bir hızda meydana gelirse, kas kasılması izokinetik olarak da tanımlanabilir. Ancak bu

kasılmalar doğal olarak gözlemlenmez ve elde edilmesi için harici cihazların kullanılmasını gerektirir (Wilder vd., 2016).



Şekil 5. İzometrik Konsantrik ve Eksantrik Kasılma

Kaynak: Betts ve ark., (2013).

Konsantrik kasılmaların önemli bir parametresi kasılma hızıdır. Kasılma hızı ile üretilen kuvvet arasında ters bir ilişki vardır; hız ne kadar yüksek olursa, aktin ve miyozin arasındaki çapraz köprü oluşumu süresi de o kadar kısa olur (“Muscle Physiology”, 2023).

İzometrik ve konsantrik kasılmalar, metabolik açıdan en zorlu kasılmalardır (Close vd., 2005). Konsantrik kasılmaların hızlı ATP sentezi gerektirdiğinden metabolik olarak zorlu olduğu rapor edilmiştir (Vøllestad, 1997). Öte yandan, maksimum izometrik kasılmalar sırasında yorgunluk özellikle hızlı bir şekilde gelişir, çünkü bu kasılma sırasında kas içindeki basınç çok yükselir, bu da kas içi dolaşımın azalmasına veya tamamen tıkanmasına yol açmaktadır. Biceps brachii ve kol kaslarında zirve kan akışı %25 MİK (maksimum istemli kasılma) civarında meydana gelir ve %50 MİK'in üzerindeki kasılmalarda kan akışı istirahat kan akışından daha düşüktür (De Luca, 1984).

Ritmik kasılmalar sırasında yorgunluk o kadar hızlı gelişmez çünkü gevşeme periyodu kas liflerine reperfüzyon ve oksijen verilmesine izin verir (Keynes, Aidley ve Huang, 2001). Eksantrik kasılmaların metabolik maliyeti, izometrik ve konsantrik kasılmalarla karşılaştırıldığında çok düşüktür, ancak bu kasılma önemli bir kuvvet üretebilir ve kas hipertrofisini teşvik edebilir (Espinosa vd., 2014; Marri ve Swaminathan, 2016).

1.4.1. İzometrik Kasılma

İzometrik kasılma statik kasılma olarak da bilinir. İzometrik kas hareketleri, bir kas kuvvet ürettiğinde ve kısaltmaya çalıştığında ancak dış direncin üstesinden gelemediğinde meydana gelir. İzometrik egzersiz kas sarkomerlerinde ve eklem hareketinde önemli bir uzamaya veya kısaltmaya neden olmasa da muazzam miktarda kuvvet üretebilir. Örneğin; hareket ettirilemeyecek kadar ağır veya ağırlığı kasların uygulayabileceği kuvvete eşit olan bir nesneyi itmek, harekete katılan kasların izometrik kasılmasına neden olacaktır.

İzometrik kas hareketi sırasında miyozin başları, aktin filamentleri üzerindeki aktif bölgelere bağlanmaya ve ayrılmaya devam eder. Ancak miyozin kafaları güç darbeleri gerçekleştiremez. Bu nedenle görünür bir hareket yoktur ancak konsantrik kasılma girişimi kuvvet üretir. Bu durumda aktif kasın ürettiği kuvvet, hareketten karşı çıkan dirence eşittir (McArdle vd., 2010; Kraemer vd., 2011).

İzometrik terimi hareketin olmaması anlamına gelir (Brandon, 2016). Kısaltma ve uzama yanında kaslar hareket etmeden de tepki verebilir. Bu şekilde oluşan kasılmada kas uzunluğu ve eklem açısı değişmeden sabit bir halde kuvvet üretilir. Kas uzunluğunun aynı kalmasına rağmen gerginliği artar. Bu tip kasılmaya statik kasılma da denir (Wilmore vd., 2008). Sabit bir nesneye uygulanan kuvvetler bu tür kasılmaya örnek olarak verilebilir (Bompa vd., 2014). Cimnastikçiler hızlı hareket ederken statik pozisyonda izometrik kasılma tipini kullanırlar (Brandon, 2016; Günay vd., 2013).

1.4.2. İzotonik Kasılma

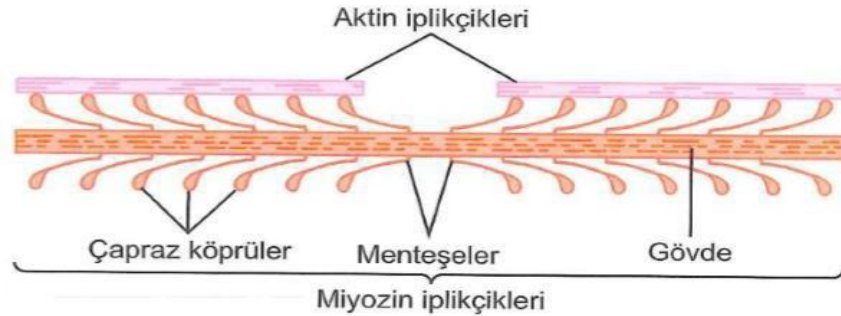
Eşit gerilim anlamındaki bu kas kasılması türünde, hareketin bütünü boyunca kas gerilimi aynı kalırken, kasın boyunda değişiklik oluşmaktadır. İzotonik kasılmanın iki farklı türü mevcuttur;

1.4.2.1. Konsantrik Kasılma

Konsantrik kasılma kas tarafından üretilen kuvvetin, kasın maruz kaldığı yük veya dirençten daha fazla olduğu durumda kasın bağlı olduğu eklemi hareket ettirmesidir. Çapraz köprü başının aktin iplikçiklerine bağlanması ve miyozin başında meydana gelen konformasyonel bir değişiklik ile baş kuyruk kısmıyla bir açı yapacak şekilde eğilerek ince filamentleri sarkomerin merkezine doğru çeken yani sarkomeri kısaltan bir hareket konsantrik kasılmaya sebep olur (Jones vd., 2006; Kraemer vd., 2011). Örnek verecek olursak bir ağırlığı kaldırırken dirsek fleksör kaslarında meydana gelen kasılmalardır (Yüceloğlu, 2009).

1.4.2.2. Eksantrik Kasılma

Eksantrik kasılma kasların açısı artarken, kasların boyunun uzamasıdır. Eksantrik kasılma esnasında aktin ve miyozin filamentlerinin birbirinin üstünden kayması kas kasılmasının temel mekanizmasını oluşturur (Hall, 2016). Aktin ve miyozinlerin köprü oluşturması ise güç üretimini sağlar. Miyozin başları aktin üzerindeki bağlanma bölgelerine tekrar tekrar bağlanır ve her bağlanma kuvvet üretimine katkıda bulunur. Aktin iplikçikleri ve miyozin çapraz köprü oluşumu Şekil 6'da görülmektedir.



Şekil 6. Çapraz Köprü Başları ile Komşu Aktin İplikçiklerinin Arasındaki Etkileşim
Kaynak: (Hall, 2016).

Kasılma hareketinin genliği, oluşan çapraz köprülerin sayısına ve aktin-miyozin örtüşme miktarına göre belirlenir (Herzog vd., 2015). Bu süreç konsantrik ve izometrik kas hareketlerini etkili bir şekilde açıklar. Çapraz köprü'nün uyguladığı kuvvet dış kuvveti yenmeye yeterli olduğunda, kas konsantrik kasılma yoluyla kısalır ve ince filamentler kalın filamentlerin merkezine doğru hareket eder. Buna köprü teorisi de denilmektedir. Ancak köprü teorisi tek başına eksantrik kasılmalar

sırasında meydana gelen değişiklikleri açıklamakta yeterli değildir (Douglas vd., 2017).

Eksantrik kasılmalar sırasında konsantrik ve izometrik kasılmalara göre üretilen kuvvetin daha büyük olması, bağlı bulunan çapraz köprü sayısındaki farklılıklar ve aktif olan çapraz köprülerin birbirinden ayrılmasıyla ilişkili olabilir. Çünkü diğer kasılmalar (izometrik ve konsantrik) esnasında bir miyozin başı etkilenirken, eksantrik kasılmalarda gerilimin artmasıyla birlikte aktif çapraz köprüler artar, kasılma arttıkça da bu durum daha da kuvvetlenir (Linari vd., 2000). Fakat bu durumunun eksantrik kasılmalarda tam bir döngü olarak gerçekleşmediği (Linari vd., 2004) izometrik ve konsantrik kasılmalar esnasında aktif olan tek bir miyozinin diğerlerinin performansından etkilenmediği de öne sürülmektedir (Schmidtbleicher, 1992).

Kas kasılması esnasında Titin'in rolünüde incelemekte fayda vardır. Çünkü yapısal bir protein özelliği taşıyan titin'in eksantrik kasılmalar esnasında, sürekli kuvvetin artmasında kritik faktörlerden olduğu düşünölmektedir (Herzog 2014). Titinin pasif kuvveti sarkomerler ve kas uzunluğu ile doğrudan ilişkilidir, sarkomer stabilitesini sağlar ve dolayısıyla titin kas kuvvetinin düzenlenmesinde önemli katkılar sağlamaktadır (Hessel vd.. 2017).

Eksantrik egzersizler motor ünite kullanımlarında ise önemli artışlara neden olmaktadır. Motor korteks aktivasyonu, konsantrik ve izometrik kasılmalara göre eksantrik kasılma sırasında daha büyüktür (Gruber vd.. 2009). Bir çalışmada eksantrik egzersizlerin ardından motor ünitelerde uyarılma eğiğinin yaklaşık olarak %40 azaldığını ve motor ünitelerde etkileşimin %11 arttığı belirtilmiştir (Dartnall vd., 2009). Çalışmalar, eksantrik kasılmaların, germe refleksinin ve uzayan kaslardan gelen Ia afferent girdisinin eę zamanlı modölasyonu nedeniyle, hareketin hazırlanması ve yürütölmesi için konsantrik kasılmalara göre daha fazla kortikal aktivite gerektirdiğini göstermiştir (Romano ve Schieppati 1987). Klinik bir çalışmada ise eksantrik kas hareketlerinin beyin sinyalleri ile ilişkili durumu görüntölendiğinde, konsantrik hareketlere göre eksantrik hareketlerin geri bildirim sinyallerinin işleme sürecinin daha büyük olduğu tespit edilmiştir (Yue vd., 2000). Ek olarak, kortikal sinirsel aktiviteyi ve kaslara impuls iletimini değerlendirmek için transkraniyal manyetik stimölasyon (TMS) kullanan çalışmalar, eksantrik kas kasılmasının farklı kasılma türlerine kıyasla farklı sinir mekanizmaları

kullandığını göstermiştir (Sekiguchi vd., 2003; Gruber vd., 2009; Duchateau ve Enoka, 2016).

1.5. Hipertrofi

İskelet kasları kendilerini sıkılaştıran bir dirençle karşılaştığında, miyofibrillerle ilişkili hücre dışı matriste bozulma meydana gelir. Miyofibriller miyojenik zincirler oluşturur, bu da kasılma proteinleri aktin ve miyozin genişliğinde ve toplam sarkomer sayısında artışa neden olur. Bu süreç sonuçta fibril boyutunda ve kas kesit alanında değişikliklerle sonuçlanır (Toigo ve Boutellier, 2006). Hipertrofi, hücre sayısında artış olmaksızın bir doku veya organın boyutunun artmasıdır (Schoenfeld, 2010). Artan kuvvet seviyelerine yanıt olarak, kuvvet üreten kas birimleri olan daha fazla sarkomer inşa edilir ve paralel olarak eklenir, böylece kasın kesit alanı artar (Wisdom vd., 2015). Bu fizyolojik sürecin sonucu kas hipertrofisidir. Hipertrofi geliştikçe kuvvet de artmaktadır.

Farklı kuvvet antrenmanlarına hipertrofik yanıt açısından tip II kas liflerinin yanıt oranı, tip I kas liflerinden daha yüksektir (Garrett ve Kirkendall, 2000; McArdle vd., 2010). Bu nedenle hipertrofi antrenmanında tip II kas liflerinin harekete dahil olmasını sağlamak için submaksimal yükler kullanılır. Bireyler üzerinde aynı tür kuvvet antrenmanının yapılması, değişen derecelerde kas hipertrofisine neden olacaktır. Bunun nedeni insanların kas gruplarındaki baskın lif türlerine ilişkin farkındalık göstermeleridir (Wilmore vd., 2008). Kas hipertrofisinin meydana geldiği kesin zaman aralığı belirtilmemiştir. Ancak bazı kişiler kas kütlelerinde önemli kazanımlar elde edebilmek için 6 hafta boyunca haftada en az iki kez, yükü artırma prensibine bağlı kalarak kuvvet antrenmanı yapılması gerektiğini belirtiyor. Burada amaç tüm kas liflerini harekete geçirerek kaslarda yorgunluk hissi yaratmaktır. Antrenman aşamasına uygun yaklaşık tekrar sayısının maksimum kuvvet antrenmanı için 1-7 tekrar, hipertrofi antrenmanı için 6-12 tekrar, kassal dayanıklılık antrenmanı için ise 30-150 tekrar olması gerektiği öne sürülmektedir (Bompa vd., 2014). Kuvvet antrenmanı sonrası hipertrofi gelişiminde üç farklı mekanizma rol oynamaktadır. Bunlar; mekanik gerilim, metabolik stres ve kas hasarı mekanizmalarıdır. (Schoenfeld, 2010; Schoenfeld, 2012).

Mekanik Gerilim: Mekanik gerilim, kas hipertrofisini başlatan ve kas protein sentezini uyaran önemli bir fizyolojik süreçtir. Mekanik gerilim, hücresel ve

organizmal homeostazın düzenlenmesine yardımcı olan ve böylece vücudumuzdaki anabolik ve katabolik süreçleri yöneten mTOR (bir protein yolu) gibi molekülleri uyarır. Kas içinde oluşan gerilim mekanosensör reseptörler tarafından algılanır. Bu reseptör, mitojenle aktifleşen protein kinaz (MAPK) moleküllerini aktive eder. Oluşan gerilim nedeniyle sarkomerler uzar (Schoenfeld, 2010; Schoenfeld, 2012).

Metabolik Stres: Metabolik stres, ATP üretiminde kullanılan ve anaerobik glikolizden atık ürünler olarak biriken laktat, hidrojen iyonları (H⁺), inorganik fosfatlar ve kreatin gibi metabolitlerin birikmesinden kaynaklanır. Ortaya çıkan asidik ortam ve metabolitlerin uzaklaştırılması ihtiyacı organizmayı strese sokabilir. Anaerobik ortam, kas liflerinin yapısının bozulmasına neden olur ve sempatik sinir aktivitesinin uyarılmasını artırarak uyum sağlamaya zorlanır. Bu nedenle metabolik stresin hızlı kas büyümesini teşvik ettiği söylenir (Schoenfeld, 2010; Schoenfeld, 2012).

Kas Hasarı: Kuvvet antrenmanı yoluyla kaslarda lokalize mikro hasarın meydana geldiği ve bunun hipertrofik bir tepkiye yol açtığı ileri sürülmüştür. Bir kasın yüksek dirence karşı kasılmasından sonra, her miyofibrilin farklı yerlerindeki en zayıf sarkomerlerde yırtıklar meydana gelir. Bunun sonucunda vücut homeostazisini düzenleyen çeşitli büyüme faktörlerinin salınımı artar. Ayrıca iyileşme dönemindeki beslenme ve uyku düzeninin uyum sürecini etkileyebileceği ileri sürülmektedir (Schoenfeld, 2010; Schoenfeld, 2012). Süreç açısından bakıldığında kas hipertrofisinin iki durumu vardır: antrenman sırasında ve bir kuvvet antrenmanı periyodundan sonra.

1.5.1. Akut Hipertofi

Antrenman sırasında ve hemen sonrasında kas boyutunda meydana gelen hacimsel artıştır. Kuvvet antrenmanının neden olduğu bu artışın, hücreler içinde ve arasında sıvı birikiminin artmasından kaynaklandığı ileri sürülmüştür. Antrenman tamamlandıktan bir süre sonra bu bölgelerde toplanan hücresel sıvı kana karışarak kas hacmindeki geçici şişlik sona erer (Wilmore vd., 2008).

1.5.2. Kronik Hipertofi

Kronik hipertrofi, bir süre boyunca yapılan kuvvet antrenmanından sonra kas boyutunda meydana gelen kalıcı bir artıştır. Bu artış kastaki fibril kalınlığındaki büyümeden dolayı ortaya çıkar (Wilmore vd., 2008). Oluşum mekanizması açısından

iki türde hipertrofi vardır. Bunlar Miyofibrik hipertrofi ve Sarkoplazmik hipertrofi'dir.

Miyofibril Hipertrofi: Miyofibril hipertrofi, her kas lifi içindeki miyofibrillerin büyümesi ve çoğalması olarak açıklanmaktadır. Bu tip hipertrofide miyofibrillerin kesit yoğunluğu artar ve kas daha fazla kuvvet üretebilir hale gelir. Temel amaç kas boyutundan ziyade performans kazanma arzusudur. Miyofibriler hipertrofi oluşturmak için %85-100 yoğunlukta 1-5 setlerde tekrarlar yapılması gerektiği söylenirken, bu tip hipertrofide amaç patlayıcı güç geliştirmektir (Tsatsouline, 2000).

Sarkoplazmik Hipertrofi: Sarkolemma ve sarkoplazma hacmindeki artışa mitokondri, sarkoplazmik retikulum, T-tübülleri, sarkoplazmik enzimler ve substratların içeriğindeki artış eşlik eder. Sarkoplazma, kas hücrelerindeki miyofibrillerin arasını dolduran sıvıdır. Bu sıvı kas yapısının %25-30'unu oluşturur. Bu sıvı hacmi arttıkça sarkoplazmik hipertrofi meydana gelir. Kazanılan gücü korumak için sürekli enerji sağlamaya yardımcı olur. Bu tür hipertrofi çoğunlukla set başına 8-12 tekrarlı antrenmanlardan kaynaklanır (Tsatsouline, 2000).

1.5.3. Yükleme Şiddeti ve Hipertrofi İlişkisi

Kuvvet antrenmanı programı, ilgili kas gruplarını, egzersiz sırasında vücuda binen yükü ve uygulanan antrenman miktarını içerir. Programda seçilen egzersizlerin sırası, tekrarların hızı, setler arasındaki dinlenme miktarı gibi faktörler dahil olmak üzere akut değişikliklerden etkilenir (Kraemer vd., 2000).

Sedanter ve sporcular için kuvvet antrenmanlarında ideal kuvvet kazanımlarının, 1 Maksimum Tekrar (TM)'nin %60'ında 12 tekrarla başlayıp, ardından 1 TM'nin %80'inde 8 tekrarla sağlanabileceği belirtilmektedir (Rhea vd., 2003). Antrenman elemanlarının yük yoğunluğundaki değişiklikler bir dizi metabolik, kardiyovasküler ve nörolojik faktöre yanıt verir (Kraemer vd., 2003). Yük yoğunluğu elde edilecek performansın türüne göre değiştirilir. Yükler kademeli olarak artırılmalı ve yoğunluk, kuvvet devamlılığı, maksimum kuvvet ve hipertrofi antrenman içeriğine göre ayarlanmalıdır. Yüksek yoğunluklu antrenman sırasında maksimum güç gelişimi için sinirsel adaptasyonlar önemlidir ve ileri antrenmanda 1 TM yoğunluğunun %80-%85'inden fazlasının uygulanmasını gerektirir (Häkkinen vd., 1985).

Hipertrofi antrenmanları ise yüksek eşikteki motor ünite aktivitelerinin harekete katılımını sağlamak ve sürdürebilmek için şiddetin giderek arttığı yüklenme ilkelerinin uygulanmasını gerekli kılmaktadır. Düşük yoğunluklu dayanıklılık antrenmanlarında antrenman hacmi (yani tekrar sayısı) artırılmalı, yüksek yoğunluklu maksimal kuvvet veya hipertrofi antrenmanlarında ise yoğunluk artışıyla orantılı olarak tekrar sayısı azaltılmalıdır (Fry ve Kraemer, 1997). Egzersiz yoğunluğunu hesaplarken, bir kişinin bir tekrarda kaldırabileceği maksimum ağırlığın yüzdesini veya 1TM'yi kullanmak oldukça yaygındır (Hoeger vd., 1990).

1.5.4. Konsantrik Kasılmalar ve Hipertrofi İlişkisi

Konsantrik kasılma direnç egzersizi, kas liflerinin kısalıp kalınlaşmasıyla sonuçlanan bir egzersiz türüdür. Bu egzersizin hipertrofiyle ilişkisi, konsantrik egzersizlerin kas liflerine daha fazla stres uygulayarak kas büyümesini teşvik etme potansiyeline dayanmaktadır. Yani, düzenli olarak yapılan konsantrik kasılma direnç egzersizleri, kas hipertrofisine katkıda bulunabilir. Bununla birlikte, bireysel yanıtlar değişebilir ve diğer faktörler de (beslenme, dinlenme, genetik vb.) bu süreci etkileyebilir. Bu nedenle, konsantrik kasılma direnç egzersizleriyle hipertrofi ilişkisi kişiden kişiye farklılık gösterebilir.

Konsantrik kasılma direnç egzersizinin kas büyümesi üzerindeki etkisiyle ilgili yapılan birçok çalışma bulunmaktadır. Genellikle, konsantrik kasılma egzersizlerinin kas büyümesine olumlu katkı sağladığı gözlemlenmiştir. Özellikle yüksek yoğunluklu konsantrik egzersizlerin kas liflerinde mikro hasar oluşturarak kas büyümesini tetiklediği bilinmektedir. Mevcut hipertrofi uygulamalarında ve bilimsel tarafta hipertrofi antrenmanı ile ilgili çok fazla antrenman yanıtı bulunmakta ve konsantrik, eksantrik ve izometrik gibi kas kasılma tiplerinin hipertrofiye etkisi tartışılan bir konu haline gelmiştir (Franchi vd., 2014). Çalışmalar, düzenli olarak yapılan direnç egzersizlerinin konsantrik ve eksantrik kas kasılmaları sonrasında kişilerin kaslarının enine kesitinde anlamlı artışlar meydana getirdiğini göstermektedir (Zabaleta-Korta vd., 2021; Franchi vd., 2014; Sato vd., 2021).

Birçok araştırma, konsantrik egzersizlerin kas protein sentezini artırdığını ve kas büyümesine katkı sağladığını göstermektedir. Protein sentezi, egzersiz sonrası süreçlerde düzenlenen anahtar bir değişkendir (Toigo ve Boutellier, 2006). Yapılan antrenman sonrası kaslarda protein sentezinin artışına, buda hipertrofiye neden olur

(Moore vd., 2005). Kuvvet üretimi ve gerilmenin protein sentezini aktive ettiği rapor edilmiştir (Toigo ve Boutellier 2006). Bununla birlikte, egzersiz programının düzenliliği, yoğunluğu ve diğer faktörler de kas büyümesi üzerinde etkili olabilir.

1.5.5. Eksantrik Kasılmalar ve Hipertofi İlişkisi

Eksantrik kasılma, kas liflerinin uzunlamasına uzanması sırasında gerilmesi anlamına gelirken, kas hipertrofisi ise kas dokusunun artan hacmi ve boyutu anlamına gelir. Eksantrik kasılma, kas liflerine daha fazla stres uygular ve bu da kas liflerinde mikro hasara neden olabilir. Bu durum, kas hücrelerinin onarımı ve büyümesi için sinyal olarak algılanabilir, bu da kas hipertrofisine yol açabilir. Yani, eksantrik kasılma ve kas hipertrofisi arasındaki ilişki, eksantrik kasılmanın kas liflerinde mikro hasara neden olması ve bu da kas hücrelerinin onarımı ve büyümesini teşvik etmesiyle açıklanabilir. Bu süreç, kasların güçlenmesine ve büyümesine katkıda bulunmaktadır.

Antrenman çalışmaları, yüksek yoğunlukta veya çoklu tekrarlarla yapılan eksantrik antrenmanın, hızlı kasılan tip II kas liflerinin kesit alanlarını iyileştirebildiğini göstermiştir (Friedmann-Bette vd., 2010, Guilhem vd., 2010). Bunun yanında, kas fasikül uzunluğunu arttırmada yüksek düzeyde yük, hareket ve amplitüdler kullanan eksantrik egzersizleri etkili olabilir (Cowell vd., 2012; Baroni vd., 2013). Kas fasikül uzunluklarının artması ise yeni sarkomerlerin eklenmesinden kaynaklanmaktadır (Proske ve Morgan 2001). Kaslardaki fasikül uzunluğunun artması ise kas kasılması ve gerilimi artırmaktadır. Ayrıca eksantrik egzersiz sonrası kas fasikül uzunluğunun arttırılması, çoğu fiziksel aktivitede önemli olan kas kısalma oranını etkileyerek kas gücünü de arttırabilmektedir (Guilhem vd., 2010; Cowell vd., 2012).

Eksantrik egzersiz sonrası kas hipertrofisi diğer gerginlik hassasiyetleriyle de ilişkilidir. Bu farklı anabolik yollar ile de açıklanabilir. Kas hipertrofisinin gelişiminde mekanik yükün artmasıyla testosteronun etkisi de artar. Bu artış sonrası doğrudan etkiler ise protein sentezini artırır ya da protein yıkımını baskılar (Buresh vd., 2009).

Eksantrik kasılmaların neden olduğu kas hasarlarında uydu hücre genlerinin aktif edilmesinde önemli bir faktör olabileceği de öne sürülmektedir (Hylldahl vd., 2014). Bununla ilgili yapılan çalışmalarda ise tek bir maksimum eksantrik egzersizin

tip I liflerde önemli değişikliklere neden olmadığını, ancak tip II liflerde uydu hücre aktivitelerinde önemli artış sağladığı sonuçlarına ulaşılmıştır (Cermak vd., 2013). Bazı çalışmalar da ise uydu hücresi aktivitesinin 24-72 saatte arttığı ifade edilmektedir (McKay vd., 2009; Hyldahl vd., 2014).

Genel olarak eksantrik ve konsantrik kasılmalı direnç egzersizlerinin kaslarda hipertofiyi sağlamaktadır. Verimlilik açısından bir kıyaslama yapılacak olursa literatürdeki kıyaslamalı bazı araştırma sonuçlarını incelenmelidir. Bir meta analiz çalışmasında elde edilen bulgular eksantrik ve konsantrik kasılmalı egzersizlerin hipertofiyeye etkisini kıyasladığında sonuç anlamsız bulunmuştur. Sonuçlar istatistiksel olarak anlamsız çıksa da eksantrik egzersizlerin konsantrik egzersizlere göre biraz daha fazla hipertofi oluşturduğu belirtilmektedir (Schoenfeld vd., 2017). Eksantrik ve konsantrik antrenmanlarının kas hipertofisine etkisinin kabul gördüğü ancak eksantrik çalışmaların fasikül uzunluğunu, konsantrik çalışmaların ise kesitsel bir artış sağladığı da ifade edilmektedir (Franchi vd., 2015). Benzer bir çalışmada ise eksantrik direnç antrenmanının (8 Hafta), konsantrik antrenmana göre daha fazla kaslarda hipertofi ve kuvvet artışı ile sonuçlandığı tespit edilmiştir (Farthing ve Chilibeck, 2003).

Franchi vd., (2014) ise çalışmasında 12 genç erkek üzerinde 10 hafta boyunca konsantrik ve eksantrik direnç antrenmanı uygulamış ve eksantrik kasılma grubunun 1.2 kat daha fazla yüküne rağmen, direnç egzersizlerinden sonra kas hacminde (%8 konsantrik ve %6 eksantrik) ve maksimum gönüllü izometrik kasılmada (+%9 konsantrik ve +%11 eksantrik) benzer ve anlamlı artışlar tespit etmiştir. Farklı bir çalışmada kol bölgesinin hipertrofisini geliştirmek adına 39 sağlıklı sedanter kadın üzerinde yapılan 9 haftalık haftada 3 günlük 4x12 tekrarlık biceps curl egzersiz çalışması sonrasında kişilerin kol kaslarında anlamlı derecelerde hipertofi meydana geldiği görülmektedir (Zabaleta-Korta vd., 2022). Farklı bir çalışmada ise dirsek fleksör kaslarının hipertrofisine yönelik olarak eğitimsiz 11 erkeğe 12 hafta boyunca, haftada 3 günlük yapılan tek taraflı, 4 set 8-10 tekrarlık bir çalışma sonrasında dirsek fleksör kaslarının enine kesit hacminde artışlar ortaya çıktığı görülmüştür (Drummond vd., 2016). Tek taraflı olarak dirsek fleksörlerine yönelik yapılan bir çalışmada ise, otuz iki eğitimsiz genç yetişkin rastgele üç grupta toplandı. Egzersiz eğitimi baskın kollar tarafından 5 hafta boyunca haftada iki kez 10 eğitim seansı boyunca eğitim hacminde kademeli artışlarla gerçekleştirildi ve baskın olmayan

(eğitimsiz) kollar çapraz eğitim etkisi için araştırıldı. Çalışma sonrasında dirsek eklemine yönelik olarak yapılan direnç egzersizinin kasların kol kuvveti ve enine kesitinde artışlar sağladığı görülmüştür (Sato vd., 2021).

1.6. Kuvvet Antrenman Teknikleri

Kuvvet antrenmanı, vücut geliştirme ve spor performansını artırmak için kullanılan bir antrenman türüdür. Kuvvet antrenman teknikleri, ağırlık kaldırma, direnç bantları kullanma, vücut ağırlığı egzersizleri ve diğer direnç odaklı egzersizleri içerebilir. Bu teknikler, kas gücünü artırmak, dayanıklılığı geliştirmek ve genel fiziksel performansı iyileştirmek için kullanılır. Kuvvet antrenmanı yaparken doğru form ve tekniklerin kullanılması önemlidir, ayrıca uygun ağırlıkların seçilmesi de gereklidir. Bu antrenman teknikleri, sporcuların performanslarını artırmak ve günlük yaşamlarında daha güçlü olmalarına yardımcı olmak için yaygın olarak kullanılır.

Kuvvet antrenmanı yaparken ağırlık kaldırma teknikleri oldukça önemlidir. Doğru form ve tekniklerle çalışmak, sakatlanma riskini azaltırken maksimum verimlilik sağlar. Ağırlık kaldırma teknikleri arasında doğru nefes alma, vücut pozisyonunun doğru ayarlanması, set ve tekrar sayılarının belirlenmesi gibi unsurlar bulunmaktadır. Ayrıca farklı antrenman programları ve egzersiz çeşitleri de kuvvet antrenmanında kullanılan teknikler arasında yer alır. Yükleme yüksekliği, tekrar sayısı veya seri sayısı ile uygulama biçiminin değiştirilmesi yoluyla maksimal kuvvet, çabuk kuvvet ve kuvvette devamlılıkta gelişim sağlanmaktadır (Weineck, 2011).

1.6.1. Piramidal Teknik

Piramidal metod, kuvvet antrenmanlarında sıkça kullanılan bir antrenman tekniğidir. Bu methodda, ağırlık ve tekrar sayıları zamanla değiştirilerek antrenmanın yoğunluğu artırılır. Genel prensibi her sette daha fazla ağırlık veya daha fazla tekrar demektir. Genellikle antrenmana hafif ağırlıklarla başlanır ve tekrar sayısı yüksek tutulur, ardından ağırlık artırılarak tekrar sayısı azaltılır. Bu şekilde kasların farklı yoğunluklarda çalışması sağlanır. Piramidal metodu, kuvvet artışı ve kas gelişimi için etkili bir antrenman tekniği olarak kabul edilir. Primit antrenman metodu piramit, çift piramit, eğik piramit, düz piramit olarak da farklı tekniklerde yüklenme örüntüleri oluşturulabilir (Bompa, 2014).

1.6.2. Drop Set Tekniği

Bu teknikte, bir egzersizi yaparken ağırlık azaltılarak setin devamı sağlanır. Örneğin, bir egzersizi belirli bir ağırlıkla yaparken, o ağırlıkla yapılan set tamamlandıktan sonra hemen daha hafif bir ağırlığa geçilerek egzersiz devam ettirilir. Bu sayede kasların daha fazla yorulması ve büyümesi hedeflenir. Drop set tekniği, kasların farklı seviyelerdeki liflerinin uyarılmasına ve geliştirilmesine yardımcı olabilir. Bu yöntem, antrenmanlara çeşitlilik katmak ve ilerlemeyi desteklemek için kullanılabilir. Drop set çalışmalarında bir set içerisinde aynı döngü, yükü azalt tekrar devam et, birkaç defa yapılabilir (Bentes vd., 2012).

1.6.3. Süper Slow Teknik

Ağırlık çalışmalarında süper yavaş teknik, her tekrarı yavaş ve kontrollü bir şekilde yapmayı içeren bir egzersiz tekniğidir. Bu teknikte, hareketler genellikle 10 saniye kadar sürer ve kasların daha uzun süre boyunca gerilmesini sağlar, tekrarlar kas gücünün tükenme noktasına kadar devam etmektedir. Ayrıca Hutchins (1992) 1 TM si %70 ile yapılan bir çalışmada, 6 saniye eksantrik evreye karşın, 3 saniye konsantrik evre olmasını savunmuştur (Hutchins, 1992). Fakat süper yavaş tekniğinde eksantrik ve konsantrik fazda eşit (5sn-5sn) veya farklı zaman (10sn-5sn) uygulamalar mevcuttur (Keeler vd., 2001; Westcott, vd., 2001; Bompa, 2014).

Süper yavaş teknik, kasların daha fazla dirençle çalışmasını ve daha fazla kas lifinin aktive olmasını hedefler. Bu da güçlenmeyi ve kas gelişimini destekleyebilir.

1.6.4. Süper Set Tekniği

Süper set tekniği, ağırlık antrenmanlarında sıkça kullanılan bir yöntemdir. Bu teknikte, bir egzersiz setini tamamladıktan hemen sonra dinlenmeden farklı bir egzersiz setine geçilir. Örneğin, bench press (yat pres) egzersizini tamamladıktan hemen sonra dinlenmeden barfiks çekme gibi farklı bir egzersize geçilir (Robbins vd., 2010). Bu teknik, antrenman süresini kısaltmak, kas dayanıklılığını artırmak ve antrenmanın yoğunluğunu artırmak amacıyla kullanılır. Süper set tekniği, genellikle aynı kas gruplarına odaklanan egzersizler arasında uygulanır. Bu sayede kas grupları daha yoğun bir şekilde çalıştırılarak gelişmeleri teşvik edilir.

İKİNCİ BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada, yarı deneysel araştırma yöntemlerinden “kontrol grupsuz ön-test ve son-test” desen kullanılmıştır. Yarı deneysel çalışma, bir programın veya müdahalenin bir çalışmaya katılanlar üzerinde amaçlanan etkiye sahip olup olmadığını belirlemeyi sağlayan bir değerlendirme türüdür (Büyüköztürk vd., 2014; Fraenkel ve Wallen, 2009; Polit ve Beck, 2014). Araştırmanın şekilsel olarak tasarımına ilişkin araştırma modeli Tablo 1’de sunulmaktadır.

Tablo 1. Araştırma modeli

G ₁	O _{1.1} Ön Test	İşlem 1O _{1.2} Son Test
G ₂	O _{2.1} Ön Test	İşlem 2O _{2.2} Son Test

G₁: Grup 1 G₂: Grup 2 İşlem 1: Konsantrik yoğunluklu antrenman İşlem 2: Eksantrik yoğunluklu antrenman

2.2. Araştırma Grubu

Araştırma grubu araştırmaya gönüllü olarak katılan (n=20) yaşları $25,08 \pm 3,56$ yıl, boyları $165,0 \pm 11,02$ cm, kiloları $65,00 \pm 11,75$ kg olan, eksantrik çalışma grubu (n=10) ile, yaşları $25,00 \pm 3,60$ yıl, boyları $160,0 \pm 12,82$ cm, kiloları $56,00 \pm 16,87$ kg olan, konsantrik çalışma grubundan (n=10) oluşmaktadır.

Katılımcıların Gruplandırılması: Araştırmada yer alan katılımcılar ön test sonrası birbirine yakın değerlere sahip iki gruba ayrıldı. Konsantrik egzersiz grubu (n=10) ve eksantrik egzersiz grubu (n=10) oluşturuldu.

Araştırmaya Dâhil Olma Kriterleri;

- Gönüllü olmak,
- Egzersiz testlerine katılmayı engelleyecek herhangi bir sağlık sorununa sahip olmamak,
- 8 haftalık antrenman periyoduna katılabilecek olmak,
- 25-35 yaş aralığında ve erkek olmak,
- Bir yıldan az süredir egzersiz yapıyor olmak,
- Son 3 ayda sakatlık ve yaralanma geçirmemek,

- Anabolik steroid kullanmamış olmak.

Araştırmadan Çıkarılma Kriterleri

- Çalışma protokolüne yeterince uyamamak
- Hareketleri yapamayacak düzeyde bir sakatlık yaşamak,
- En az 2 antrenmana katılmamak,

Araştırmaya dâhil edilme ve çıkarılma kriterleri yukarıdaki maddelere uygun olarak gerçekleştirilmiş olup çalışma öncesinde katılımcılara bilgi verildi.

2.3. Araştırmanın Deneysel İşlem Yolu

Araştırmada prosüdür olarak yaşları 25-35 yaş arası spora yeni başlayan (1 yıl ve daha az) bireyler gönüllük ilkelerine uyularak araştırmaya dahil edildi. Birinci aşamada katılımcılardan (n=20) boy kilo ağırlıkları, kaliper mezuro ölçümleri ve skinfold ölçümleri alındı. İkinci aşamada katılımcılar eşit gruplar olacak şekilde eksenrik ve konsantrik grup olarak ikiye ayrıldı. Üçüncü aşamada yapılacak antrenman programı kapsamındaki hareketler hakkında teknik bir eğitim verildi. Dördüncü aşamada katılımcıların çalışacakları başlangıç ağırlıklarını belirlemede, her hareket için 1TM maksimal kuvvet belirlendi. Beşinci aşamada katılımcılar 8x3 haftalık antrenman programını gerçekleştirdi. Altıncı aşamada kaliper mezuro ölçümleri ve skinfold ölçümleri son ölçüm olarak alındı.

2.4. Verilerin Toplanması

2.4.1. Boy ve Ağırlık Ölçümü

Araştırmada katılımcıların boyları çıplak ayakla, duvara monte edilmiş ADE marka MZ10023 model teleskopik boy ölçerle ölçüldü. Katılımcıların ağırlıkları POLAR marka 1G modelli baskülle ölçüldü.

2.4.2. Kaliper ve Mezura Ölçümü

Deri altı dokunun ölçümü için Carevas markalı skinfold kaliper kullanıldı. Kol bölgesinin orta hizasından biceps ve triceps bölümlerinden deri kıvrım kalınlıkları ölçüldü. Ölçüm 3 kez alınıp ortalaması alınarak mm cinsinden kaydedildi. Ardından elastik olmayan bir mezura ile kolun orta hizasından çevre ölçümü yapıldı (Otman vd. 1995). Kol çevre ölçümü, katılımcıların omuzu 90° fleksiyonda ve önkolları 45° yukarı bir pozisyondayken, aktif kontraksiyon sırasında yapıldı (Kidgell, 2010).

Üst bacak kaliper ölçümlerinde kaliper, deri kıvrımına dik bir şekilde yerleştirilerek, kaliper serbest bırakıldıktan 1-2 saniye sonra ölçüm alındı. Ölçüm,

normal bir ekspirasyonun sonunda alınarak, böylece nefes alma nedeniyle ortaya çıkacak varyasyonlar önlenmeye çalışıldı. Ölçüm 3 kez alınıp ortalaması alınarak mm cinsinden kaydedildi. Eğer iki ölçüm birbirine 1 mm'den fazla uzak ise, ölçüm tekrarlandı (Woodgate vd., 2021).

Üst bacak çevre ölçümleri için katılımcıdan, ağırlığını her iki ayağına eşit olarak dağıtarak ayakta durması istendi. Üst bacak çevresi, inguinal kıvrım ile patella (diz kapağı) arasındaki orta noktada ölçüldü. Esnek olmayan bir mezura kullanılarak, bacak çevresi yatay bir şekilde ölçüldü. Mezura sıkı fakat cildi veya altındaki dokuları sıkıştırılmamış olmasına dikkat edildi. Ölçümlerin, normal bir ekspirasyonun sonunda alınmasına dikkat edildi.

Ölçümler alınırken tüm ölçümlerin aynı kişi tarafından alınması, tüm ölçümler için aynı mezuro kullanılarak alınması sağlandı. Böylece mezura esnekliği veya kalibrasyonundaki farklılıklar nedeniyle sapmalar minimize edildi.

1 TM Maksimum Tekrar Hesaplama

Uygulanan egzersiz protokolündeki hareketlerin maksimal kuvvet hesaplamaları çoklu tekrar formülü ile hesaplandı (Brzycki, 1993).

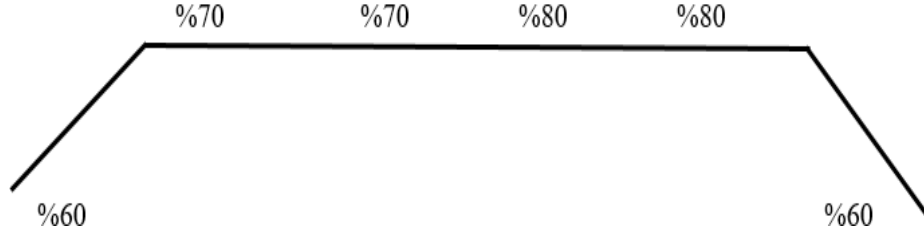
1TM= (Kaldırılan Ağırlık) / [1,0278-(Tekrar*0,0278)] (Brzycki, 1993).

Test öncesi bireylere 10 dakika ısınma protokolü uygulandı. Dirsek fleksiyon kuvvet testi için, katılımcılardan Scott Machine Curl hareketiyle; dirsek ekstansiyon kuvvet testi için ise katılımcılardan triceps extension cihazında ekstansiyon hareketi yapıldı. Diz fleksiyon kuvvet testi için, katılımcılardan prone leg curl hareketiyle; diz ekstansiyon kuvvet testi için ise katılımcılardan leg extension cihazında leg ekstansiyon hareketi yapıldı. Doğru sonuçlar için tekrar sayıları 10 veya altında olmalıdır (Mayhew, 2008). Katılımcıların her hareket için 1TM maksimum kuvveti belirtilen ölçütlere uygun olarak belirlendi.

2.4.3. Egzersiz Programı

Araştırma gurubunun ön testleri tamamlandıktan sonra yapılacak egzersizler hakkında bilgi verilip doğru hareket teknikleri gösterildi. Belirlenmiş gruplardaki katılımcılara 8 haftalık çalışma boyunca her hafta, 1TM ağırlığının % 60'ı ile % 80 şiddeti içeren düz piramit yükleme metodu kullanıldı (Bompa vd., 2014).

Düz Piramit Yükleme



Şekil 7. Düz piramit Yükleme Düzenlemesi

Maksimum kuvvet gelişimi için yüklenme 1TM'nin %80-100'ü arasında olması gerekirken hipertofi üretmek için 1TM'nin %60-80'i arasında olmalıdır. Ancak düz piramit uygulamaları antrenman evrelerine bağlı olarak değişen antrenman yüklenmelerinin kapsamına ve sertliğine bağlı olarak %70-%95 arasında çeşitlendirilebilir (Bompa vd., 2014).

Antrenmanlarda her hareket 3'er set ve planlanan şiddete göre 1-12 tekrar aralığında sadece konsantrik fazda 4 saniyede kaldır, 0 saniye bekle, 1 saniyede indir şeklinde uygulandı. Hareketlerde setler arası dinlenme süreleri 60-120 sn. olarak belirlendi. Egzersiz sırasında kasın gerginlik altında olduğu sürenin yavaş (6/0/6 sn.) uygulanan direnç süresinin, hızlı (1/0/1 sn.) uygulamasına kıyasla, kas büyümesini optimize etmede önemli olduğu düşünülmektedir (Burd vd., 2012). Özellikle eksantrik faz sırasında (örneğin, 6/0/2/0) daha yavaş bir hareket temposu, gerçekleştirilen tekrarların sayısını azaltır, ancak gerilim altındaki süreyi uzatır, bu da daha fazla kas hipertrofisine katkıda bulunabilir (Burd vd., 2012).

Bununla birlikte, eğitimin birincil amacı kas hipertrofisini en üst düzeye çıkarmaksa, eksantrik hareket fazının süresin de geniş bir manipölasyon yelpazesinin kullanılabileceğini göstermektedir (Shibata vd., 2018; Schoenfeld vd., 2015).

Üst Kol Konsantrik Fazda Yapılan Egzersiz: Üst kol konsantrik yoğunluklu antrenmanda; dirsek fleksörleri için Scott Machine Curl egzersizi, dirsek ekstansörleri için ise Triceps Extension Machine kullanıldı. Hareket aralığı olarak dirsek açısının 180 derece (tam ekstansiyon) ile 60 derece (120 derece fleksiyon) arasında değişmektedir.

Scott Machine Curl egzersizinde denekler, tam ekstansiyondan başlayarak konsantrik dirsek fleksiyonu yapacak (4 sn) ve 60 dereceye ulaştığında, bekleme

(1sn) sonrası tam ekstansiyon başlangıç pozisyonuna dönecek (1sn), hareket tekrarı için 1sn bekle ve hareketi tekrarla yapıldı. Bütün tekrarlar için aynı prosedür uygulandı.



Şekil 8. Scott Machine Curl Konsantrik Hareket Başlangıcı



Şekil 9. Scott Machine Curl Konsantrik Hareket Sonu

Triceps extension machine egzersizinde ise denekler, tam fleksiyondan başlayarak konsantrik dirsek ekstansiyonu yapacak (4 sn) ve 180 dereceye ulaştığında, bekleme (1sn) sonrası tam fleksiyon başlangıç pozisyonuna dönecek (1sn), hareket tekrarı için 1sn bekle ve hareketi tekrarla yapıldı. Bütün tekrarlar için aynı prosedür uygulandı.



Şekil 10. Triceps Extension Machine Konsantrik Hareket Başlangıcı



Şekil 11. Triceps Extension Machine Konsantrik Hareket Sonu

Üst Kol Eksantrik Fazda Yapılan Egzersiz: Eksantrik antrenman protokolünde de dirsek fleksörleri için Scott Machine Curl egzersizi, dirsek ekstansörleri için ise Triceps Extension Machine kullanıldı. Hareket aralığı olarak dirsek açısının 180 derece (tam ekstansiyon) ile 60 derece (120 derece fleksiyon) arasında değişmektedir.

Scott Machine Curl egzersizinde denekler, tam ekstansiyondan başlayarak konsantrik dirsek fleksiyonu yapacak (1sn) ve 60 dereceye ulaştığında, bekleme (1sn) sonrası tam ekstansiyon başlangıç pozisyonuna dönecek (4 sn), hareket tekrarı için 1sn bekle ve hareketi tekrarla yapıldı. Bütün tekrarlar için aynı prosedür uygulandı.



Şekil 12. Scott Machine Curl Eksantrik Hareket Başlangıcı



Şekil 13. Scott Machine Curl Eksantrik Hareket Sonu

Triceps extension machine egzersizinde ise denekler, tam fleksiyondan başlayarak konsantrik dirsek ekstansiyonu yaptı. (1sn) ve 180 dereceye ulaştığında, bekleme (1sn) sonrası tam fleksiyon başlangıç pozisyonuna dönecek (4 sn), hareket tekrarı için 1sn bekle ve hareketi tekrarla yapıldı. Bütün tekrarlar için aynı prosedür uygulandı.



Şekil 14. Triceps Extension Machine Eksantrik Hareket Başlangıcı



Şekil 15. Triceps Extension Machine Eksantrik Hareket Sonu

Üst Bacak Konsantrik Fazda Yapılan Egzersiz: Konsantrik fazda yapılacak olan egzersizlerde diz fleksörleri için Prone Leg Curl Machine ile Leg Extension Machine kullanıldı.

Prone leg curl machine egzersizinde denekler yüz üstü yatar pozisyonda bacak 180 derece açıdan tam ekstansiyondan başlayarak konsantrik diz fleksiyonu yapması istendi. (4sn) ve 60 dereceye ulaştığında, bekleme (1sn) sonrası tam ekstansiyon başlangıç pozisyonuna döndü. (1 sn), hareket tekrarı için 1sn bekleme ve hareketi tekrarlama şeklinde yapıldı. Tüm tekrarlar aynı şekilde uygulandı.



Şekil 16. Prone Leg Curl Machine Konsantrik Hareket Başlangıcı



Şekil 17. Prone Leg Curl Machine Konsantrik Hareket Sonu

Leg Extension Machine egzersizinde ise katılımcılardan oturur pozisyonda bacak 90 derece açıdan yarım ekstansiyondan başlayarak konsantrik diz fleksiyonu yapmaları istendi. (4sn) ve 180 dereceye ulaştığında, bekleme (1sn) sonrası yarım

ekstansiyon yapıp başlangıç pozisyonuna döneceklerdir. (1 sn), hareket tekrarı için 1sn bekledikten sonra tekrarlar yapıldı. Tüm tekrarlar aynı şekilde uygulandı.



Şekil 18. Leg Extension Machine Konsantrik Hareket Başlangıcı



Şekil 19. Leg Extension Machine Konsantrik Hareket Sonu

Üst Bacak Eksantrik Fazda Yapılan Egzersiz: Konsantrik fazda yapılacak olan egzersizlerde diz fleksörleri için Prone Leg Curl Machine ile Leg Extension Machine kullanıldı.

Prone leg curl machine egzersizinde katılımcılar yüz üstü yatar pozisyonda bacak 180 derece açıda tam ekstansiyondan başlayarak diz fleksiyonu yapması istendi. (1sn) ve 60 dereceye ulaştığında beklemesi istenip (1sn) sonrasında tam ekstansiyon başlangıç pozisyonuna döndü. (4 sn), 1sn bekledikten sonra tekrarlar devam edildi. Tüm tekrarlar aynı şekilde uygulandı.



Şekil 20. Prone Leg Curl Machine Eksantrik Hareket Başlangıcı



Şekil 21. Prone Leg Curl Machine Eksantrik Hareket Sonu

Leg Extension Machine egzersizinde katılımcılar oturur pozisyondayken diz açısı 180 derece olacak şekilde tam ekstansiyonda başlayarak eksantrik diz fleksiyonu yapması istendi. (4 sn) ve 90 dereceye ulaştığında, bekleme süresi olmadan yarım ekstansiyon başlangıç pozisyonuna döndü. Tüm tekrarlar aynı şekilde uygulandı.



Şekil 22. Leg Extension Machine Eksantrik Hareket Başlangıcı



Şekil 23. Leg Extension Machine Eksantrik Hareket Sonu

Tablo 2. Uygulanan egzersiz programı

ISINMA PROTOKOLÜ						
	Set	Tekrar / süre	Tempo	Set	Ağırlık / Tekrar	
Isınma Koşusu/Bisiklet	1	5 dk.	5km/s	1		
Üst Extremité Dinamik Isınma	1	5 dk.	1/0/1/0	2	1Maksimum Tekrar Gücü/5 Ağırlık 15Tekrar	
Alt Extremité Dinamik Isınma	1	5 dk.	1/0/1/0	2	1Maksimum Tekrar Gücü/5 Ağırlık 15Tekrar	
KONSANTRİK KASILMA GRUBU						
	Set	Tekrar / süre	Tempo	Set	Tekrar / süre	Tempo
Leg ekstencion machine	4	4-3-2-1 1-2-3-4	4/0/1/0	4	4-3-2-1 1-2-3-4	1/0/4/0
Prone Leg Curl	4	4-3-2-1 1-2-3-4	4/0/1/0	4	4-3-2-1 1-2-3-4	1/0/4/0
Scott Machine Curl	4	4-3-2-1 1-2-3-4	4/0/1/0	4	4-3-2-1 1-2-3-4	1/0/4/0
Triceps Extension Machine	4	4-3-2-1 1-2-3-4	4/0/1/0	4	4-3-2-1 1-2-3-4	1/0/4/0
EKSANTRİK KASILMA GRUBU						

2.5. Verilerin Analizi

Toplanan verilerin değerlendirilmesinde, SPSS 26.0 IBM istatistik paket programı kullanıldı. Verilerin normal dağılım değerlendirmesi yapılırken $n < 30$ örneklem sayısı göz önünde bulundurularak Shapiro-Wilk değerleri referans alındı. Normallik koşulunu sağlayan ölçümler için Gruplar arasındaki farklılığı tespit etmek için Bağımsız Örneklem T testi, grup içi ön test ve son test değerlerinin karşılaştırılmasında ise Paired Sample T testi kullanıldı. Normallik koşulunu sağlamayan ölçüm grupları için bu testlerin non-parametrik karşılığı olan gruplar arası farklılıkları tespit etmede Mann-Whitney U testi, Grup içi ön test ve son test değerlerinin karşılaştırılmasında ise Wilcoxon testi kullanıldı. Araştırmada anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

Tablo 3. Ölçümlere ait normallik testi sonuçları

Gruplar	Ölçümler	Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.
Eksantrik Grup	Kol Çevre Çap Ölçümü İlk	,909	10	,273
	Kol Çevre Çap Ölçümü Son	,938	10	,529
	Bacak Çevre Çap Ölçümü İlk	,923	10	,383
	Bacak Çevre Çap Ölçümü Son	,900	10	,220
Konsantrik Grup	Kol Çevre Çap Ölçümü İlk	,891	10	,174
	Kol Çevre Çap Ölçümü Son	,891	10	,172
	Bacak Çevre Çap Ölçümü İlk	,924	10	,389
	Bacak Çevre Çap Ölçümü Son	,932	10	,468
Eksantrik Grup	Skinfold Triceps Ölçümleri İlk	,851	10	,059
	Skinfold Triceps Ölçümleri Son	,860	10	,076
	Skinfold Biceps Ölçümleri İlk	,868	10	,095
	Skinfold Biceps Ölçümleri Son	,892	10	,177
	Skinfold Karın Ölçümleri İlk	,960	10	,786
	Skinfold Karın Ölçümleri Son	,926	10	,407
	Skinfold İliack Ölçümleri İlk	,891	10	,175
	Skinfold İliack Ölçümleri İlk	,901	10	,224
	Skinfold Scapula Ölçümleri İlk	,679	10	,000
	Skinfold Scapula Ölçümleri Son	,743	10	,003
Konsantrik Grup	Skinfold Triceps Ölçümleri İlk	,867	10	,093
	Skinfold Triceps Ölçümleri Son	,857	10	,069
	Skinfold Biceps Ölçümleri İlk	,820	10	,025
	Skinfold Biceps Ölçümleri Son	,781	10	,008
	Skinfold Karın Ölçümleri İlk	,905	10	,250
	Skinfold Karın Ölçümleri Son	,912	10	,298
	Skinfold İliack Ölçümleri İlk	,941	10	,567
	Skinfold İliack Ölçümleri İlk	,930	10	,449
	Skinfold Scapula Ölçümleri İlk	,920	10	,357
	Skinfold Scapula Ölçümleri Son	,936	10	,508

Ölçümlerde elde edilen verilerin Normallik dağılımlarına ilişkin Shapiro-Wilk test değerleri Eksantrik grupta scapula ilk ve son ölçümlerinde Konsantrik grupta biceps ilk ve son ölçümlerinde anlamlı görülürken ($p<0,05$), diğer tüm ölçümlerde anlamlı değildir ($p>0,05$).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

Bu bölümde araştırma ile ilgili elde edilen verilere ait analiz sonuçlarına yer verilmiştir. Katılımcılara ait yaş, cinsiyet, boy, kilo vki, verileri tablo 4.1’de sunulmuştur.

Tablo 4. Katılımcılara ait tanımlayıcı istatistik

Guruplar		N	Min.	Mak.	X	Ss
Eksantrik Çalışma Grubu	Yaş	10	25,00	35,00	29,4	3,56
	Boy	10	165,00	197,00	181,4	11,02
	Kilo	10	65,00	104,00	85,3	11,757
Konsantrik Çalışma Grubu	Yaş	10	25,00	35,00	29,1	3,60
	Boy	10	160,00	196,00	178,9	12,82
	Kilo	10	56,00	106,00	80,84	16,87

Tablo 4 incelendiğinde Eksantrik çalışma grubunu (Grup 1) oluşturan sporcuların yaş ortalaması $25,08 \pm 3,56$ yıl, boy uzunluğu ortalaması $165,0 \pm 11,02$ cm, kilo ortalaması $65,00 \pm 11,75$ kg olarak tespit edilmiştir. Konsantrik çalışma gurubunu oluşturan sporcuların yaş ortalaması $25,00 \pm 3,60$ yıl, boy uzunluğu ortalaması $160,0 \pm 12,82$ cm, kilo ortalaması $56,00 \pm 16,87$ kg olarak tespit edilmiştir.

Tablo 5. Ölçümlere ilişkin gruplar arası ön test puanlarının karşılaştırılması

Ölçümler	Gruplar	N	X	Ss	T	p
Kol İlk Ölçüm	Eksantrik	10	36,80	2,22	,552	,589
	Konsantrik	10	36,06	3,60		
Bacak İlk Ölçüm	Eksantrik	10	54,79	3,94	,259	,799
	Konsantrik	10	54,19	6,17		
Vücut Yağ Yüzdesi	Eksantrik	10	16,02	2,03	-,838	,413
	Konsantrik	10	16,69	1,50		

*p<0.05

Tablo 5 incelendiğinde ölçümlere ilişkin ön test sonuçları eksantrik ve konsantrik çalışma gurubu olarak karşılaştırılmıştır. Eksantrik ve konsantrik çalışma gurubunun ilk ölçüm değerlerine göre, kol çevre çap ölçümünde ($t=,552$; $p>0,05$) ve bacak çevre çap ölçümünde ($t=,259$; $p>0,05$) anlamlı bir farklılık tespit edilmedi. Ölçümlere ilişkin ortalama puanlar incelendiğinde ilk ölçümlerde eksantrik ve konsantrik çalışma gurubunun değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu söylenebilir.

Tablo 6. Ölçümlere ilişkin gruplar arası son test puanlarının karşılaştırılması

Ölçümler	Gruplar	N	X	Ss	T	p
Kol Son Ölçüm	Eksantrik	10	38,71	2,41	1,02	,320
	Konsantrik	10	37,33	3,52		
Bacak Son Ölçüm	Eksantrik	10	58,09	4,24	,821	,422
	Konsantrik	10	56,01	6,78		

*p<0.05

Tablo 6 incelendiğinde ölçümlere ilişkin son test sonuçları eksantrik ve konsantrik çalışma gurubu olarak karşılaştırılmıştır. Eksantrik ve konsantrik çalışma gurubunun son ölçüm değerlerine göre, Kol çevre çap ölçümünde ($t=1,02$; $p>0,05$) ve bacak çevre çap ölçümünde ($t=,821$; $p>0,05$) anlamlı bir farklılık tespit edilmedi. Ölçümlere ilişkin ortalama puanlar incelendiğinde son ölçümlerde eksantrik çalışma grubunun ortalama değerleri kol ve bacak ölçümlerinde konsantrik çalışma grubuna göre daha yüksek ortalama değerlere sahiptir. Ancak bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Eksantrik çalışma grubu konsantrik çalışma grubuna göre kol ölçümlerinde % 3,69 daha fazla gelişim gösterirken, bacak ölçümlerinde eksantrik çalışma grubu konsantrik çalışma grubuna göre %3,71 daha fazla gelişim göstermiştir. Ancak her iki yöntem arasında gelişimsel farklar görülse de bu değerler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Tablo 7. Eksantrik çalışma gurubu ön-son test puanlarının karşılaştırılması

Ölçümler	Ölçümler	N	X	Ss	T	P
Eksantrik Grup Kol Ölçüm	Ön test	10	36,80	2,22	-15,960	,001*
	Son test	10	38,71	2,41		
Eksantrik Grup Bacak Ölçüm	Ön test	10	54,79	3,94	-10,578	,001*
	Son test	10	58,09	4,24		

p<0,5

Tablo 7 incelendiğinde ölçümlere ilişkin Eksantrik çalışma gurubu ön-son test puanları karşılaştırılmıştır. Eksantrik çalışma gurubu ön-son test değerlerine göre Kol çevre çap ölçümünde ($t=-15,96$; $p<0,05$) ve bacak çevre çap ölçümünde ($t=-10,57$; $p<0,05$) anlamlı bir farklılık tespit edildi. Ön test ve son test ortalama puanlar incelendiğinde, kol ön test ($\bar{x}=36,80$) kol son test ($\bar{x}=38,71$) bacak ön test ($\bar{x}=54,79$) bacak son test ($\bar{x}=58,09$) ortalama değerlerinde bir artış olduğu görülmektedir. Son testlerdeki pozitif yönde ortalama değer artışı, eksantrik çalışma grubunun olumlu bir gelişim sağladığını göstermektedir. Eksantrik grup ön test son test kol ölçümleri artış yüzdeleri olarak incelendiğinde %5,19 artış gösterirken, eksantrik grup bacak ölçümleri %6,02 artış göstermiştir.

Tablo 8. Konsantrik çalışma gurubu ön-son test puanlarının karşılaştırılması

Ölçümler	Ölçümler	N	X	Ss	T	P
Konsantrik Grup Kol Ölçüm	Ön test	10	36,06	3,60	-9,769	,001*
	Son test	10	37,33	3,52		
Konsantrik Grup Bacak Ölçüm	Ön test	10	54,19	6,17	-6,401	,001*
	Son test	10	56,01	6,78		

p<0,05

Tablo 8 incelendiğinde ölçümlere ilişkin Konsantrik çalışma grubu ön-son test karşılaştırılmıştır. Konsantrik çalışma gurubu ön-son test değerlerine göre kol çevre çap ölçümünde ($t=-9,76$; $p<0.05$) ve bacak çevre çap ölçümünde ($t=-6,40$; $p<0.05$) anlamlı bir farklılık tespit edildi. Ön test ve son test ortalama puanlar incelendiğinde, kol ön test ($\bar{x}=36,06$) kol son test ($\bar{x}=37,33$) bacak ön test ($\bar{x}=54,19$) bacak son test ($\bar{x}=56,01$) ortalama değerlerinde bir artış olduğu görülmektedir. Son testlerdeki pozitif yönde ortalama değer artışı, konsantrik çalışma grubunun olumlu bir gelişim sağladığını göstermektedir. Konsantrik grup ön test son test kol ölçümleri artış yüzdeleri olarak incelendiğinde kol ölçümü %3,52 artış gösterirken, konsantrik grup bacak ölçümleri %3,35 artış göstermiştir.

Tablo 9. Eksantrik ve konsantrik grup skinfold ilk-son ölçümlerinin karşılaştırılması

Gruplar	Ölçümler	N	X	Ss	T	p
Eksantrik Grup	Triceps İlk Ölçüm	10	,500	,200	1,00	,343
	Triceps Son Ölçüm	10	,510	,191		
	Biceps İlk Ölçüm	10	,450	,097	1,00	,343
	Biceps Son Ölçüm	10	,460	,107		
	Karın İlk Ölçüm	10	1,55	,492	1,152	,279
	Karın Son Ölçüm	10	1,58	,511		
	İliack İlk Ölçüm	10	1,41	,384	-,361	,726
	İliack Son Ölçüm	10	1,42	,345		
Konsantrik Grup	Triceps İlk Ölçüm	10	,530	,188	1,500	,168
	Triceps Son Ölçüm	10	,550	,190		
	Biceps İlk Ölçüm	10	1,72	,549	1,406	,193
	Biceps Son Ölçüm	10	1,75	,548		
	Karın İlk Ölçüm	10	1,56	,371	1,964	,081
	Karın Son Ölçüm	10	1,59	,384		
	İliack İlk Ölçüm	10	1,44	,356	-,802	,443
	İliack Son Ölçüm	10	1,46	,334		

P<0,5

Tablo skinfold bölge ölçümlerine ilişkin Eksantrik ve Konsantrik çalışma grubu ilk-son ölçüm puanları karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda Eksantrik

ve Konsantrik çalışma gurubu skinfold bölge ölçümlerinde ilk- son ölçüm puanları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmedi ($p>0,05$).

Tablo 10. Normal dağılım göstermeyen gruplarda skinfold ilk-son ölçümlerinin karşılaştırılması

Gruplar	Ölçümler		N	Sıra Ort.	Sıra Top.	p
Eksantrik Grup	Scapula ilk-son ölçüm	Negatif Ranks	1 ^a	2,50	2,50	,317
		Positif Ranks	3 ^b	2,50	7,50	
		Toplam	10	-	-	
Konsantrik Grup	Biceps ilk-son ölçüm	Negatif Ranks	0 ^d	,00	,00	,157
		Positif Ranks	2 ^e	1,50	3,00	
		Toplam	10	-	-	

$P<0,05$

Tablo 10 incelendiğinde skinfold bölge ölçümlerine ilişkin normal dağılım göstermeyen gruplarda Wilcoxon testi sonuçları görülmektedir. Karşılaştırmalar sonucunda Eksantrik ve Konsantrik çalışma gurubu skinfold bölge ölçümlerinde ilk-son ölçüm puanları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmedi ($p>0,05$).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Sedanter erkeklerde konsantrik ve eksantrik kasılma yöntemleriyle uygulanan direnç egzersizlerinin dirsek ve diz kas gurupları üzerindeki hipertofik etkisini incelemek amacıyla yapılan bu çalışmada elde edilen veriler önemli kanıtlar sunmuştur. Araştırmada vücut geliştirme deneyimi 1 yıldan az yaşları 25-35 arası 20 sedanter erkek gönüllü katılım sağlamıştır. Bu iki grup eşitlenmiş örnekleme yöntemi ile (Eksantrik yoğunluklu antrenman grubu: 10 Konsantrik yoğunluklu antrenman grubu: 10) ikiye ayrılmıştır. Belirlenen antrenman programı ve prosedürler haftalık plana uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

Antrenman prosedürü kas hipertofisini maksimum düzeyde etkilemek olduğu için katılımcıların 1TM (1 Maksimum Tekrar) kaldırma ağırlıkları belirlenmiş, her iki gruptaki katılımcılara 8 haftalık çalışma boyunca her hafta, 1TM ağırlığının yüzde 80'i ile yüzde 95 şiddeti içeren düşükten yükseğe, yüksekte düşüğe olacak şekilde çift piramit yükleme metodu referans alınmıştır (Bompa vd., 2014).

Bulgulara bakıldığında, eksantrik ve konsantrik çalışma gruplarının ölçümleri arasında genel olarak anlamlı farklılıklar bulunmadığını göstermektedir. Katılımcıların yaş, boy, kilo ve vücut kitle indeksi (VKI) verileri incelendiğinde, eksantrik çalışma grubunun yaş ortalaması $25,08 \pm 3,56$ yıl, boy ortalaması $165,0 \pm 11,02$ cm ve kilo ortalaması $65,00 \pm 11,75$ kg iken, konsantrik çalışma grubunun yaş ortalaması $25,00 \pm 3,60$ yıl, boy ortalaması $160,0 \pm 12,82$ cm ve kilo ortalaması $56,00 \pm 16,87$ kg olarak tespit edilmiştir.

Ölçümlere ilişkin ön test sonuçları eksantrik ve konsantrik çalışma grupları arasında anlamlı bir fark göstermemiştir. Kol çevre çapı ($t=,552$; $p>0,05$) ve bacak çevre çapı ($t=,259$; $p>0,05$) ölçümlerinde her iki grubun ortalama değerleri oldukça yakın bulunmuştur. Son test sonuçları da benzer şekilde, kol ($t=1,02$; $p>0,05$) ve bacak çevre çapı ($t=,821$; $p>0,05$) ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Ancak, eksantrik grubun son test ortalamaları kol ve bacak ölçümlerinde konsantrik gruba kıyasla daha yüksek bulunmuştur.

Eksantrik çalışma grubunun ön-son test karşılaştırmalarında kol çevre çapı ölçümlerinde ($t=-15,96$; $p<0,05$) ve bacak çevre çapı ölçümlerinde ($t=-10,57$; $p<0,05$) anlamlı artışlar tespit edilmiştir. Kol ölçümlerinde %5,19, bacak ölçümlerinde ise %6,02 oranında bir artış görülmüştür. Benzer şekilde, konsantrik

Çalışma grubunun n-son test karşılaştırmalarında da kol evre çapı ($t=-9,76$; $p<0,05$) ve bacak evre çapı ($t=-6,40$; $p<0,05$) lmlerinde anlamlı artışlar saptanmıştır; kol ölçümlerinde %3,52 ve bacak ölçümlerinde %3,35 oranında artış kaydedilmiştir. Eksantrik ve konsantrik antrenman yöntemleri her iki grupta da pozitif yönde gelişim sağlamış, ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu durum, her iki antrenman yönteminin de etkili olduğunu, ancak birbirlerine üstünlük sağlamadığını göstermektedir.

Direnç egzersizlerinde gerilimi arttırmak için hareketin süresinin uzatılması da bir yöntemdir. Her tekrarın süresi, hareketin belirli aşamalarının (eksantrik, geçiş, konsantrik, geçiş) süresine sn (saniye cinsinden) karşılık gelen dört rakamla (rneğin, 2/0/1/0) ifade edilmektedir (English vd., 2014). Direnç egzersizleri sırasında hareket temposundaki değişiklikler bir sette gerçekleştirilen maksimum tekrar sayısını, gerilim altındaki maksimum süreyi ve son egzersiz hacmini etkiler. Çeşitli alışmalar, daha hızlı bir hareket temposunun (rneğin 2/0/2/0) kullanılmasının, daha yavaş tempoya (rneğin 6/0/2/0) kıyasla gerçekleştirilen maksimum tekrar sayısında önemli bir artışa yol açtığını göstermiştir (Wilk vd., 2018; Hatfield vd., 2006; Sakamoto ve Sinclair, 2006). Buna karşılık, özellikle eksantrik faz sırasında daha yavaş bir hareket temposu (rneğin, 6/0/2/0), gerçekleştirilen tekrar sayısını azaltır ancak gerilim altındaki süreyi uzatır, bu da daha fazla kas hipertrofisine katkıda bulunabilir (Burd vd., 2012; Azevedo, Oliveira ve Schoenfeld, 2022). Burd vd. (2012) egzersiz sırasında kasın gerginlik altında olduğu sürenin yavaş (6/0/6 sn.) uygulanan direnç süresinin, hızlı (1/0/1 sn.) uygulamasına kıyasla, kas büyümesini optimize etmede önemli olduğunu bildirmektedir. Özellikle eksantrik faz sırasında (rneğin, 6/0/2/0) daha yavaş bir hareket temposu, gerçekleştirilen tekrarların sayısını azaltır, ancak gerilim altındaki süreyi uzatır, bu da daha fazla kas hipertrofisine katkıda bulunabilir.

Bu değişken süreler ve literatürdeki kas hipertrofisine yönelik uygulamalar göz önünde bulundurulduğunda eksantrik veya konsantrik faz ağırlıklı uygulamalar bu çalışma için yoğunluklu kasılma hareketine göre 4sn olarak referans alınmıştır (Azevedo, Oliveira ve Schoenfeld, 2022).

Araştırmada oluşturulan hipotezler test edildiğinde: H1a: Konsantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinin dirsek fleksör ve ekstansör kaslarının hipertrofisine etkisi **vardır**. H1c: Konsantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinin diz fleksör ve

ekstansör kaslarının hipertrofisine etkisi **vardır** (Tablo 8 Bknz.). H1b: Eksantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinin dirsek fleksör ve ekstansör kaslarının hipertrofisine etkisi **vardır**. H1d: Eksantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinin diz fleksör ve ekstansör kaslarının hipertrofisine etkisi **vardır** (Tablo 7 Bknz.). H1a, H1b, H1c ve H1d hipotezleri doğrulanmıştır. Konsantrik ve Eksantrik yoğunluklu direnç egzersizleri her iki yöntemde de kas hipertofisinde gelişim sağlamıştır.

Schoenfeld vd., (2017) konsantrik ve eksantrik direnç egzersizlerinin hipertofik etkilerini incelediği araştırmasına 15 çalışmayı dahil ederek meta analiz yöntemi kullanmıştır. Araştırmada sonuç olarak istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır fakat kas büyümesindeki ortalama değişim yüzdesi, eksantrik (%10) konsantrik (%6.8) değişim içermekte olduğu görülmektedir ve mevcut çalışma ile paralellik göstermektedir. Çalışma sonuçları, her iki kasılma tipinin de kas hipertrofisini arttırmada etkili olduğunu gösterirken, hipertrofi odaklı bir direnç eğitim programına eksantrik ve konsantrik eylemlerin dahil edilmesinin önemini göstermektedir.

Diğer bir çalışmada, Yılmaz (2023) yaşları $20,46 \pm 1,1$ amatör düzeyde futbol oynayan 20 gönüllü katılımcı ile yaptığı çalışmasında eksantrik ve konsantrik kasılma türlerinde uygulanan farklı tekrar sayılarına dayalı kuvvet antrenmanı metodunun bazı fiziksel parametrelere etkisini incelemiştir. Araştırmaya katılanlar kontrol grubu (n=7), izotonik grup İZO (n=6), eksantrik grup EKS (n=7) olarak ayrılmıştır. 8 hafta boyunca süren kuvvet antrenmanı süreci öncesi ve sonrasında izokinetik kuvvet, anaerobik güç ve denge performansı testi yanında; kas hipertrofisini değerlendirmek için deri kıvrım kalınlığı, uyluk çevresi ve vücut yağ yüzdesi ölçümleri yapılmıştır. Sonuç olarak EKS+ grubunun İZO grubuna göre hem eksantrik hem de konsantrik kasılma kuvvetinde daha yüksek gelişim göstermesi, eksantrik kasılmanın doğal kuvvet farklılığının ve nöromüsküler etkilerinin göz ardı edilmemesi gerektiği önerilmiştir. EKS+ grubu ile İZO grubu kas hipertrofisi gelişimlerinde grup içi ön- son testlerinde anlamlı artışlar olsa da gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ve mevcut çalışma ile benzer sonuçlar ortaya çıktığı görülmektedir.

Başka bir çalışmada, Franchi vd., (2014) ise çalışmasında 12 genç erkek üzerinde 10 hafta boyunca konsantrik ve eksantrik direnç antrenmanı uygulamış ve eksantrik kasılma grubunun 1.2 kat daha fazla yüküne rağmen, direnç egzersizlerinden sonra

kas hacminde (%8 konsantrik ve %6 eksantrik) ve maksimum gönüllü izometrik kasılmada (+%9 konsantrik ve +%11 eksantrik) benzer ve anlamlı artışlar tespit etmiştir. Farklı bir çalışmada, Zabaleta-Korta vd., (2021) bölgesel kas hipertofisinde egzersiz seçiminin rolünü araştırdığı çalışmasında 5 haftalık haftada 3 günlük 4x12 tekrarlı eşit antrenman hacmine ve yoğunluğuna sahip rastgele ayrılmış iki grup, smith makinesinde (SMTH grubu) veya bacak uzatma egzersizinde (LEG grubu) squat yaptı. Rektus femoris (RF) ve vastus lateralis (VL) kaslarının proksimal, santral ve distal bölgelerindeki büyüme, sıçrama yüksekliği ve vücut kompozisyonu analiz edildi. Sonuçlar, LEG grubunun katılımcılarında RF'nin üç bölgesinin önemli ölçüde büyüdüğünü, SMTH grubunda ise VL'nin sadece merkezi bölgesinin önemli ölçüde büyüdüğünü göstermektedir. Bu çalışma egzersiz seçiminin bölgesel hipertrofide rol oynadığını doğrulamaktadır. Bir diğer çalışmada, Drummond vd., (2016) dirsek fleksör kaslarının hipertrofisine yönelik olarak eğitimsiz 11 erkeğe 12 hafta boyunca, haftada 3 günlük yapılan tek taraflı, 4 set 8-10 tekrarlık bir çalışma sonrasında dirsek fleksör kaslarının enine kesit hacminde artışlar ortaya çıktığını tespit etmiştir. Yapılan çalışmanın bulguları ile literatürdeki bulgular benzerlik göstermektedir.

Literatürdeki çalışmalar da genel olarak her iki kasılma (Konsantrik Eksantrik) türünde yapılan çalışmalarda da kaslar hipertofik gelişim göstermektedir. Bunun yanında kuvvet gelişimleri artışı da çalışmalarda ayrıca rapor edilmiştir. Bu 8 haftalık haftada 3 toplamda 24 seans uygulamanın her iki metotda da hipertofik etkileri kanıtlanmıştır. Sonuçlar çalışmadaki bulgularla benzerlik göstermektedir.

Araştırmada oluşturulan diğer hipotezler ise H1e: Eksantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinin dirsek fleksör ve ekstansör kasları üzerindeki hipertofik etkisi konsantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinden daha fazladır. H1f: Eksantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinin diz fleksör ve ekstansör kasları üzerindeki hipertofik etkisi konsantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinden daha fazladır (Tablo 6 Bknz.). Hipotezler doğrulanmamıştır.

Konsantrik ve eksantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinin kas hipertofisi üzerindeki etkileri farklılaşmamaktadır. Ancak ortalama gelişim değerleri incelendiğinde eksantrik yoğunluklu direnç egzersizi yapan grubun gelişimi konsantrik yoğunluklu direnç egzersizi yapan gruba göre daha fazla olduğu dikkat çekici görülmektedir. Her iki grubun son ölçümleri karşılaştırıldığında eksantrik çalışma grubu konsantrik çalışma grubuna göre kol ölçümlerinde % 3.69 daha fazla gelişim gösterirken, bacak

ölçümlerinde eksantrik çalışma grubu konsantrik çalışma grubuna göre %3.71 daha fazla gelişim göstermiştir.

Literatür incelendiğinde, Farup vd., (2014) Eksantrik ve konsantrik direnç egzersizlerinin protein takviyesi ile birlikte iskelet kası uydu hücreleri ve kas lifi büyümesi üzerindeki etkilerini incelediği çalışmasında, araştırma sonuçlarına göre izole konsantrik diz ekstansör direnç eğitimi, eksantrik direnç eğitime göre iskelet kası uydu hücrelerinin (SK) içeriğinin daha güçlü bir itici gücü gibi görünürken, konsantrik direnç eğitimi peynir altı suyu proteini takviyesi ile birleştirildiğinde tip II lif hipertrofisi vurgulanmıştır. Benzer bir çalışmada, Vincent vd., (2019) eksantrik odaklı direnç egzersizi (ECC RT) ve konsantrik odaklı direnç egzersizinin (CNC RT) diz osteoartriti (OA) semptomları ve kuvveti üzerindeki etkinliğinin karşılaştırılması amacıyla gerçekleştirdiği çalışmasında doksan katılımcı yer aldı. Dört aylık denetimli egzersiz eğitimi, geleneksel ağırlık makineleri (CNC RT) veya eksantrik hareketi aşırı yükleyen modifiye edilmiş uyumlu makineler (ECC RT) kullanılarak tamamlandı. Ana sonuçlar arasında tek tekrarlı maksimal kuvvet (diz ekstansiyonu, bacak fleksiyonu ve bacak presi), haftalık kuvvet kazanımı oranı, Western Ontario ve McMaster Üniversitesi Osteoartrit İndeksi (WOMAC) toplam skoru ve alt skorları yer aldı. Araştırmada sonuç olarak her iki direnç antrenmanı türü de bacak kuvvetini etkili bir şekilde artırdı. Diz fleksiyonu ve diz ekstansiyonu kas gücü, kas kasılma tipinden bağımsız olarak fonksiyon ve ağrı semptomlarını değiştirebilir. Hangi modun seçileceği tercihe, hedeflere, daralma türüne toleransa ve ekipman kullanılabilirliğine göre belirlenebileceği ifade edilmektedir. Diğer bir çalışmada, Sato vd., (2021) Tek taraflı eksantrik direnç egzersizlerinin konsantrik direnç egzersizleri ile kıyasladığı çalışmasını 20-23 yaş arası genç katılımcılarda gerçekleştirdi. Araştırmada dirsek fleksörlerinin maksimum istemli izometrik kasılma torku (MVIC), tek tekrarlı maksimum konsantrik dambıl kıvrılması (1-RM) ve biceps brachii ve brachialis kas kalınlığı (MT) 5 haftalık antrenman öncesi ve antrenman sonrası karşılaştırıldı. Tüm ölçümlerde eğitim sonrası artış görülürken kas kalınlığı ölçümlerinde eksantrik ve konsantrik çalışma grupları arasında anlamlı fark tespit edilememiştir. Farklı bir çalışmada, Karabağ (2022) maksimal kuvvet antrenmanlarında farklı kasılma tiplerinin kas kuvveti ve hipertofisine etkisini incelediği çalışmasını 36 sedanter erkek birey ile gerçekleştirdi. Katılımcılar Konsantrik, Eksantrik ve Statik olmak üzere 3 farklı gruba ayrılmış olup, 6 hafta

boyunca haftada 2 defa uygulanan antrenman prosedürü sonucunda grupların ön test son test hipertofi ölçümleri anlamlı bulunmuştur. Ancak farklı direnç egzersizleri uygulayan gruplar arasında hipertofinin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Bu sonuçlarla yapılan çalışmanın benzerlik gösterdiği söylenebilir. Sato vd., (2022) tarafından yapılmış olan çalışmaya bakıldığında mevcut çalışma ile benzer olarak dirsek fleksörlerinin farklı direnç antrenmanlarında kas kuvveti ve hipertrofi üzerindeki etkileri açısından karşılaştırdığı çalışmasında konsantrik-eksantrik, yalnızca konsantrik ve yalnızca eksantrik direnç antrenmanını 5 hafta boyunca uygulayan gruplarda karşılaştırılmış ve sonuç olarak tüm gruplarda ön test son test sonuçları anlamlı bulunurken gruplar arası anlamlı fark tespit edilememiştir. Eksantrik antrenmanı, yarım antrenman hacmine rağmen, konsantrik-eksantrik antrenmanına benzer şekilde kas kuvvetini ve kalınlığını artırdı, bu da konsantrik kasılmaların antrenman etkilerine çok az katkıda bulunduğunu düşündürmektedir. Diğer bir çalışmada, Azevedo, Oliveira ve Schoenfeld (2022) Farklı eksantrik tempolarının hipertofi ve alt ekstremité kuvveti üzerine etkilerini incelediği çalışmasında on sağlıklı genç yetişkin (8 erkek ve 2 kadın: Boy: $173,3 \pm 9,6$ cm: Vücut ağırlığı: $69.84 \pm 1,88$ kg; Vücut yağı: $\%19,47 \pm \%8,42$; Yaş: $25,3 \pm 4,8$ yıl) ile tek taraflı izotonik diz uzatma egzersizi gerçekleştirmiş olup, 8 haftalık uygulanan egzersizlerde bir grup 2 saniye diz uzatması yaparken diğer grup 4 saniye diz uzatması gerçekleştirmiştir. Sonuç olarak farklı eksantrik sürelerin vastus lateralis ve rektus femoris'in hipertrofisinde benzer artışlar ürettiğini göstermektedir; Bununla birlikte, vastus medialis daha yavaş eksantrik sürede çalışan grup lehine daha fazla büyüme göstermiştir. Eksantrik süre, kuvvetle ilgili adaptasyonları farklı şekilde etkilemediği görülmüştür. Oluşan bu farklılığın ölçüm yöntemlerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Araştırmada oluşturulan diğer bir hipotez ise, H1h: Eksantrik ve konsantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinin vücut yağ yüzdelere etkisi vardır (Tablo 9, Tablo 10 Bknz.). Sonuçlara bakıldığında Hipotez doğrulanmamış olduğu görülmektedir. Araştırmada 8 hafta boyunca yapılan antrenman öncesi ve sonrası katılımcılardan beş bölge skinfold deri altı kıvrım ölçümleri alınmıştır. Yapılan son ölçümler sonrası deri altı yağ ölçümlerinde bir değişim görülmemiştir. Bu araştırma sporcularda hipertofiyi geliştirmeyi amaçlayan bir çalışma olmasından dolayı sadece kısıtlı düzeyde aerobik antrenman imkanı bulunmaktadır. Yüksek düzeyde anaerobik çalışmalar

içermektedir. Bunun yanında vücut yağ yüzdelerinin değişiminde yapılan antrenmanın etkileri olduğu kadar beslenme de önemli bir belirleyici olabilmektedir. Katılımcıların beslenme durumları kontrol altında olmadığı için beslenme alışkanlıkları ve günlük gıda kullanımı, ek gıda veya takviye besinler vücut yağ yüzdelerinde belirleyici olabilir.

Farklı bir çalışmada Türker, (2018) üniversite öğrencileri ile klasik kuvvet antrenmanı ve süper slow antrenmanlarının fiziksel ve fizyolojik parametreler üzerindeki etkilerini incelediği çalışmasında altı haftalık antrenman programı sonrası her iki çalışma grubunda da vücut yağ yüzdelerinde anlamlı bir artış tespit etmemiştir. Günay (1994) 8 haftalık uyguladığı direnç egzersizleri ve maksimal kuvvet antrenmanları sonrası vücut yağ yüzdelerindeki değişimin anlamsız olduğunu tespit etmiştir. Benzer bir sonuçta Kuter ve Öztürk (1991) erkek basketbolculara sekiz haftalık kuvvet antrenmanları sonrası vücut yağ yüzdelerinde önemli bir artış tespit etmemiştir. Literatürdeki bu sonuçlar da kuvvet antrenmanlarında vücut yağ yüzdelerinde anlamlı bir artış ya da azalma olmadığını desteklemektedir. Ancak kuvvet antrenmanlarında vücut yağ yüzdelerinde anlamlı bir azalma olduğunu bildiren çalışmalarda görülmektedir (Harbili, 1999; Şahin, 2008; Akcan, 2013).

Çalışmalar incelendiğinde genel olarak eksantrik ve konsantrik kasılmalı direnç egzersizlerinin kaslarda hipertofiyi sağladığı görülmektedir. Verimlilik açısından bir kıyaslama yapılacak olursa literatürdeki kıyaslamalı bazı araştırma sonuçlarını incelenmelidir. Bir meta analiz çalışmasında elde edilen bulgular eksantrik ve konsantrik kasılmalı egzersizlerin hipertofiyeye etkisini kıyasladığında sonuç anlamsız bulunmuştur. Sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı farklılık çıkmasa da eksantrik egzersizlerin konsantrik egzersizlere göre biraz daha fazla hipertofi oluşturduğu belirtilmektedir (Schoenfeld vd., 2017). Eksantrik ve konsantrik antrenmanlarının kas hipertofisine etkisinin kabul gördüğü ancak eksantrik çalışmaların fasikül uzunluğunu, konsantrik çalışmaların ise kesitsel bir artış sağladığı da ifade edilmektedir (Franchi vd., 2015).

Antrenman çalışmaları, yüksek yoğunlukta veya çoklu tekrarlarla yapılan eksantrik antrenmanın, hızlı kasılan tip II kas liflerinin kesit alanlarını iyileştirebildiğini göstermiştir (Friedmann-Bette vd., 2010, Guilhem vd., 2010).

Bunun yanında, kas fasikül uzunluğunu arttırmada yüksek düzeyde yük, hareket ve amplitüdler kullanan eksantrik egzersizleri etkili olabilir (Cowell vd., 2012; Baroni

vd., 2013). Eksantrik kasılmaların neden olduğu kas hasarlarında uydu hücre genlerinin aktif edilmesinde önemli bir faktör olabileceği de öne sürülmektedir (Hyldahl vd., 2014). Bunula ilgili yapılan çalışmalarda ise tek bir maksimum eksantrik egzersizin tip I liflerde önemli değişikliklere neden olmadığını, ancak tip II liflerde uydu hücre aktivitelerinde önemli artış sağladığı sonuçlarına ulaşılmıştır (Cermak vd., 2013). Bazı çalışmalar da ise uydu hücresi aktivitesinin 24-72 saatte arttığı ifade edilmektedir (McKay vd., 2009; Hyldahl vd., 2014).

Sonuç olarak, araştırmada eksantrik ve konsantrik yoğunlukta antrenman yapan gruplar 8x3 haftalık toplamda 24 seans antrenman prosedürü sonrası önemli bir gelişim göstermiştir. Bu sonuçlar istatistiksel olarak ($p<0,05$) anlamlı bulunmuştur. Eksantrik grup ön test, son test kol ölçümleri artış yüzdeleri olarak incelendiğinde %5,19 artış gösterirken, eksantrik grup bacak ölçümleri %6,02 artış göstermiştir. Konsantrik grup ön test, son test kol ölçümleri artış yüzdeleri olarak incelendiğinde kol ölçümü %3,52 artış gösterirken, konsantrik grup bacak ölçümleri %3,35 artış göstermiştir. Diğer yandan her iki grubun ön test ve son test karşılaştırmalarında anlamlı fark bulunmamıştır. Ancak gelişimsel farklılıklar dikkate alındığında, eksantrik yoğunluklu çalışma yapan grup konsantrik yoğunluklu çalışma yapan gruba göre ortalama değerler açısından daha fazla kas hipertofisi üretmiştir. Eksantrik yoğunluklu direnç egzersizi yapan grubun gelişimi konsantrik yoğunluklu direnç egzersizi yapan gruba göre daha fazla olduğu dikkat çekici görülmektedir. Her iki grubun son ölçümleri karşılaştırıldığında eksantrik çalışma grubu konsantrik çalışma grubuna göre kol ölçümlerinde %3,69 daha fazla gelişim gösterirken, bacak ölçümlerinde eksantrik çalışma grubu konsantrik çalışma grubuna göre %3,71 daha fazla gelişim göstermiştir.

Bu sonuçlar eksantrik ve konsantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinin kas hipertofisine olan etkilerini ispatlamıştır. Ancak hangi metodun daha üstün olduğunu belirlemede eksantrik yoğunluklu direnç egzersizleri ortalama hipertofi rakamlarına göre daha fazla üstünlük gösterse de bilimsel bir geçerlilik olarak ($p<0,05$) anlamlı bulunmamıştır.

Araştırmada elde edilen bir diğer sonuç ise beş bölgeden alınan deri altı yağ kalınlığı ölçümlerinin (skinfold) ön test son test sonuçlarının farklılaşmamasıydı. Bu sonuç literatürde desteklense de kuvvet antrenmanlarında vücut yağ yüzdelerinin değiştiğini belirten sonuçlar da bulunmaktadır. Nitelikli bir kuvvet antrenmanında

çok sayıda yüklenme çeşitlemesi olanağı sağlayan yüklenme düzenlemeleri kullanılmaktadır. Vücut yağ yüzdesindeki değişimlerin farklı yüklenme düzenlemelerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bir diğer önemli etken ise beslenme alışkanlıklarındaki farklılıklar olabilir.

Kuvvet antrenmanlarında kas hipertofisi hedeflendiğinde mekanik gerilimi arttırmak için hareketin yapıldığı ağırlık, tekrar sayısı, hareket süresi önemli etkenler gibi görünürken hipertofide beslenme ve dinlenme ilkeleride önem arz etmektedir. Dolayısıyla hipertofi etkisini sadece hareket fazındaki süreler açısından değerlendirmek bu çalışmanın bazı sınırlılıklarını göstermektedir. Çalışmanın sınırlılıkları da düşünüldüğünde kas hipertofisinde farklı etkenlerin olabileceği de göz ardı edilmemelidir.

Konsantrik kasılma direnç egzersizi, kas liflerinin kısalıp kalınlaşmasıyla sonuçlanan bir egzersiz türüdür. Bu egzersizin hipertrofiyle ilişkisi, konsantrik egzersizlerin kas liflerine daha fazla stres uygulayarak kas büyümesini teşvik etme potansiyeline dayanmaktadır. Yani, düzenli olarak yapılan konsantrik kasılma direnç egzersizleri, kas hipertrofisine katkıda bulunabilir. Bununla birlikte, bireysel yanıtlar değişebilir ve diğer faktörler de (beslenme, dinlenme, genetik vb.) bu süreci etkileyebilir. Bu nedenle, konsantrik kasılma direnç egzersizleriyle hipertrofi ilişkisi kişiden kişiye farklılık gösterebilir.

Araştırmada eksantrik veya konsantrik süreleri artırılmış antrenmanlar kas hipertofisinde önemli gelişim sağlamıştır. Ancak her iki kasılma tipinde de sürelerin değişimi önemli bir farklılık göstermemiştir. Dolayısıyla eksantrik ve konsantrik kıyaslamalı çalışmaların hipertofi antrenmanlarında birlikte kullanımı önerilmektedir.

ÖNERİLER

Konsantrik ve Eksantrik direnç egzersizleri Protokolü;

- Sedanter bireylerde diz ve dirsek fleksör kaslarının hipertofik gelişimi için kullanılabilir.
- Sedanter bireylerde konsantrik ve eksantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinin hipertofik etkilerinin kıyaslanmasında uzun süreli antrenman programı önerilmektedir.
- Sedanter bireylerde konsantrik ve eksantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinin hipertofik etkilerinin kıyaslanmasında daha büyük denek grupları ile tekrarlanması önerilmektedir.
- Katılımcıların psikolojik durumları ve motivasyon seviyelerinin antrenman performansı üzerindeki etkileri araştırılmalıdır. Bu, antrenman programlarının bireylerin ihtiyaçlarına göre daha iyi uyarlanmasını sağlayabilir.
- Sedanter bireylerde konsantrik ve eksantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinin hipertofik etkilerinin yanında maksimum istemli tork gücü artışları araştırılabilir
- Sedanter bireylerde konsantrik ve eksantrik yoğunluklu direnç egzersizlerinin hipertofik etkilerinin yanında 1 maksimum tekrar (1TM) artışları araştırılabilir
- Konsantrik ve Eksantrik direnç egzersizlerindeki gelişim farklı yaş gruplarında araştırılabilir.
- Katılımcıların beslenme alışkanlıkları, uyku düzenleri ve diğer yaşam tarzı faktörleri gibi ek değişkenler dikkate alınarak, antrenman yöntemlerinin etkileri daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilebilir.

KAYNAKÇA

- Akcan, F. (2013). *Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulunda Öğrenim Gören Çeşitli Branşlardaki Erkek Öğrencilere Uygulanan İki Farklı Kuvvet Antrenman Programının Bazı Fiziksel ve Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkisi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gaziantep Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.
- Azevedo, P. H. S. M., Oliveira, M. G. D., & Schoenfeld, B. J. (2022). Effect of different eccentric tempos on hypertrophy and strength of the lower limbs. *Biology of sport*, 39(2), 443–449. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2022.105335>
- Baroni, B. M., Geremia, J. M., Rodrigues, R., De Azevedo Franke, R., Karamanidis, K., & Vaz, M. A. (2013). Muscle architecture adaptations to knee extensor eccentric training: rectus femoris vs. vastus lateralis. *Muscle & nerve*, 48(4), 498–506.
- Bentes, C. M., Simão, R., Bunker, T., Rhea, M. R., Miranda, H., Gomes, T. M., & Novaes, J. D. S. (2012). Acute effects of dropsets among different resistance training methods in upper body performance. *Journal of human kinetics*, 34, 105.
- Betts, J. G., DeSaix, P., Johnson, E., Johnson, J. E., & Korol, O. (2013). *Anatomy and Physiology*. Houston, TX: OpenStax College.
- Bompa, T. O., Pasquale, M. D., & Cornacchia, L. J. (2014). *Nitelikli kuvvet antrenmanı*. Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi.
- Brandon, L. (2016). *Anatomy for strength and fitness training for speed and sport*. Fox Chapel Publishing.
- Brzycki, M. (1993). Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 64(1), 88–90. <https://doi.org/10.1080/07303084.1993.10606684>
- Burd, N. A., Andrews, R. J., West, D. W., Little, J. P., Cochran, A. J., Hector, A. J.,... & Phillips, S. M. (2012). Muscle time under tension during resistance exercise stimulates differential muscle protein sub-fractional synthetic responses in men. *The Journal of physiology*, 590(2), 351–362. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2011.221200>
- Buresh, R., Berg, K., & French, J. (2009). The effect of resistive exercise rest interval on hormonal response, strength, and hypertrophy with training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 62–71.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F., (2014). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (17. Baskı). Ankara: Pegem Yayınları.

- Canepari, M., Pellegrino, M. A., D'Antona, G., and Bottinelli, R. (2010). Single muscle fiber properties in aging and disuse. *Scandinavian Journal of Medicine Science in Sports*, 20(1), 10-19.
- Cermak, N. M., Snijders, T., McKay, B. R., Parise, G., Verdijk, L. B., Tarnopolsky, M. A., ... & Van Loon, L. J. (2013). Eccentric exercise increases satellite cell content in type II muscle fibers. *Med Sci Sports Exerc*, 45(2), 230-237.
- Close, G. L., Kayani, A., Vasilaki, A., & McArdle, A. (2005). Skeletal muscle damage with exercise and aging. *Sports medicine*, 35, 413-427.
- Cowell, J. F., Cronin, J., & Brughelli, M. (2012). Eccentric muscle actions and how the strength and conditioning specialist might use them for a variety of purposes. *Strength & Conditioning Journal*, 34(3), 33-48.
- Dartnall, T. J., Rogasch, N. C., Nordstrom, M. A., & Semmler, J. G. (2009). Eccentric muscle damage has variable effects on motor unit recruitment thresholds and discharge patterns in elbow flexor muscles. *Journal of neurophysiology*, 102(1), 413-423.
- De Luca, C. J. (1984). Myoelectrical manifestations of localized muscular fatigue in humans. *Critical reviews in biomedical engineering*, 11(4), 251-279.
- Douglas, J., Pearson, S., Ross, A., & McGuigan, M. (2017). Eccentric exercise: physiological characteristics and acute responses. *Sports Medicine*, 47, 663-675.
- Drummond, M. D., Szmuchrowski, L. A., Goulart, K. N., & Couto, B. P. (2016). Effect of strength training on regional hypertrophy of the elbow flexor muscles. *Muscle & Nerve*, 54(4), 750-755. <https://doi.org/10.1002/mus.25088>
- Duchateau, J., & Enoka, R. M. (2016). Neural control of lengthening contractions. *Journal of Experimental Biology*, 219(2), 197-204.
- Dudley, G. A., & Stevenson, S. W. (1992). Use of electrical stimulation in strength and power training. Boston: Blackwell Scientific.
- Dudley, G. A., Tesch, P. A., Harris, R. T., Golden, C. L., & Buchanan, P. (1991). Influence of eccentric actions on the metabolic cost of resistance exercise. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 62(7), 678-682.
- English, K. L., Loehr, J. A., Lee, S. M., & Smith, S. M. (2014). Early-phase musculoskeletal adaptations to different levels of eccentric resistance after 8 weeks of lower body training. *European journal of applied physiology*, 114, 2263-2280. Doi: 10.1007/s00421-014-2951-5.
- Espinosa, N., Wirth, S., Miller, M., & Thompson, S. (2014). DeLee & Drez's Orthopaedic Sports Medicine.
- Farthing, J. P., & Chilibeck, P. D. (2003). The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy. *European journal of applied physiology*, 89, 578-586.

- Farup, J., Rahbek, S. K., Riis, S., Vendelbo, M. H., Paoli, F.d, & Vissing, K. (2014). Influence of exercise contraction mode and protein supplementation on human skeletal muscle satellite cell content and muscle fiber growth. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 117(8), 898–909. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00261>.
- Fraenkel, R. J., & Wallen, E. N. (2009). How to design and evaluate research in education (7th ed.). San Francisco: McGraw-Hills.
- Franchi, M. V., Atherton, P. J., Reeves, N. D., Flück, M., Williams, J., Mitchell, W. K., ... & Narici, M. V. (2014). Architectural, functional and molecular responses to concentric and eccentric loading in human skeletal muscle. *Acta physiologica*, 210(3), 642-654.
- Franchi, M. V., Wilkinson, D. J., Quinlan, J. I., Mitchell, W. K., Lund, J. N., Williams, J. P., ... Narici, M. V. (2015). Early structural remodeling and deuterium oxide-derived protein metabolic responses to eccentric and concentric loading in human skeletal muscle. *Physiological Reports*, 3(11), e12593. <https://doi.org/10.14814/phy2.12593>.
- Friedmann-Bette, B., Bauer, T., Kinscherf, R., Vorwald, S., Klute, K., Bischoff, D.,... & Billeter, R. (2010). Effects of strength training with eccentric overload on muscle adaptation in male athletes. *European journal of applied physiology*, 108, 821-836.
- Fry, A. C., and Kraemer, W. J. (1997). Resistance exercise overtraining and overreaching. *Sports Medicine*, 23(2), 106-129.
- Garrett, W. E., & Kirkendall, D. T. (Eds.). (2000). Exercise and sport science. Lippincott Williams & Wilkins.
- Gruber, M., Linnamo, V., Strojnik, V., Rantalainen, T., & Avela, J. (2009). Excitability at the motoneuron pool and motor cortex is specifically modulated in lengthening compared to isometric contractions. *Journal of neurophysiology*, 101(4), 2030-2040.
- Guilhem, G., Cornu, C., & Guével, A. (2010). Neuromuscular and muscle-tendon system adaptations to isotonic and isokinetic eccentric exercise. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 53(5), 319-341.
- Günay, M. (1994). Farklı kuvvet antrenman metotlarının vücut kompozisyonu üzerindeki etkileri (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Günay, M., Tamer, K. ve Cicioğlu., İ. (2013). Spor fizyolojisi ve performans ölçümü. (3. Baskı). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Häkkinen, K., Alen, M., and Komi, P. V. (1985). Changes in isometric force and relaxation time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. *Acta Physiologica Scandinavica*, 125(4), 573-585.

- Hall, J. E. (2016). Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, Jordanian Edition E-Book. Elsevier Health Sciences.
- Hamill, J., & Knutzen, K. M. (2006). Biomechanical basis of human movement. Lippincott Williams & Wilkins.
- Harbili, S. (1999). Kuvvet Antrenmanlarının Vücut Kompozisyonu ve Bazı Hormonlar Üzerine Etkisi (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Entitüsü, Konya.
- Hatfield, D. L., Kraemer, W. J., Spiering, B. A., Häkkinen, K., Volek, J. S., Shimano, T., ... & Maresh, C. M. (2006). The impact of velocity of movement on performance factors in resistance exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(4), 760-766.
- Herzog, W., Powers, K., Johnston, K., Duvall, M., (2015). A new paradigm for muscle contraction. *Frontiers in physiology*, 6, 1-11.
- Hessel, A. L., Lindstedt, S. L., & Nishikawa, K. C. (2017). Physiological mechanisms of eccentric contraction and its applications: a role for the giant titin protein. *Frontiers in physiology*, 8, 70.
- Hoeger, W. W., Hopkins, D. R., Barette, S. L., and Hale, D. F. (1990). Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum: a comparison between untrained and trained males and females. *The Journal of Strength Conditioning Research*, 4(2), 47-54.
- Hutchins, K. (1992). Super slow: the ultimate exercise protocol. Media Support by Ken Hutchins.
- Hyldahl, R. D., Olson, T., Welling, T., Groscost, L., Parcell, A. C, (2014). Satellite cell activity is differentially affected by contraction mode in human muscle following a work-matched bout of exercise. *Frontiers in physiology*, 5, 1-11.
- Jones, D., Round, J., & De Haan, A. (2006). Skeletal muscle: from molecules to movement. *Br J Sports Med*, 40(11), 950.
- Keeler, L.K. Finkelstein, L. H. Wayne, M. Fernhall, B.O. (2001). EarlyPhase adaptations of traditional-speed vs. superslow resistance training on strength and aerobic capacity in sedentary individuals. *Journal of Strength & Conditioning*, 309-314.
- Keynes, R. D., Aidley, D. J., & Huang, C. L. H. (2001). Nerve and muscle (p. 126). Cambridge: Cambridge University Press.
- Kidgell, D. J., Stokes, M. A., Casticum, T. J., & Pearce, A. J. (2010). Neurophysiological responses after short-term strength training of the biceps brachii muscle. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(11), 3123–3132. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181f56794>
- Kraemer, W. J., Fleck, S. J., Deschenes, M. R., (2011). Exercise physiology: integrating theory and application, Lippincott Williams & Wilkins.

- Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., and Komi, P. (2003). Endocrine responses and adaptations to strength and power training. *Strength and Power in Sport*, 2, 361- 386.
- Kraemer, W. J., Ratamess, N., Fry, A. C., Triplett-McBride, T., Koziris, L. P., Bauer, J. A., Lynch, J. M., and Fleck, S. J. (2000). Influence of resistance training volume and periodization on physiological and performance adaptations in collegiate women tennis players. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(5), 626-633.
- Krzysztofik, M., Wilk, M., Wojdała, G., & Gołaś, A. (2019). Maximizing muscle hypertrophy: A systematic review of advanced resistance training techniques and methods. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(24), 4897. <https://doi.org/10.3390/ijerph16244897>
- Kuter M, Öztürk, F. (1991). Elit Basketbolcularda kuvvet antrenmanın vücut kompozisyonu üzerine etkisi, *Spor Bilimleri Dergisi* 2(4):9-15.
- Linari, M., Bottinelli, R., Pellegrino, M. A., Reconditi, M., Reggiani, C., & Lombardi, V. (2004). The mechanism of the force response to stretch in human skinned muscle fibres with different myosin isoforms. *The Journal of Physiology*, 554(2), 335-352.
- Linari, M., Lucii, L., Reconditi, M., Casoni, M. V., Amenitsch, H., Bernstorff, S., ... & Lombardi, V. (2000). A combined mechanical and X-ray diffraction study of stretch potentiation in single frog muscle fibres. *The Journal of physiology*, 526(3), 589-596.
- Marri, K., & Swaminathan, R. (2016). Analysis of concentric and eccentric contractions in biceps brachii muscles using surface electromyography signals and multifractal analysis. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*, 230(9), 829-839.
- Mayhew, J., Johnson, B., Lamonte, M., Lauber, D., & Kemmler, W. (2008). Accuracy of prediction equations for determining one repetition maximum bench press in women before and after resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1570–1577. <https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E31817B02AD>
- McArdle, W. D., Katch, F. I., and Katch, V. L. (2010). Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance. Lippincott Williams and Wilkins.
- McKay B. R., De Lisio, M., Johnston, A. P., O'Reilly, C. E., Phillips, S. M., Tarnopolsky, M. A., Parise, G., (2009). Association of interleukin-6 signalling with the muscle stem cell response following muscle-lengthening contractions in humans. *Plos one*, 4, 1-13.
- Moore, D. R., Phillips, S. M., Babraj, J. A., Smith, K., & Rennie, M. J. (2005). Myofibrillar and collagen protein synthesis in human skeletal muscle in young men after maximal shortening and lengthening contractions. *American journal of physiology-endocrinology and metabolism*, 288(6), E1153-E1159.

- Muscle Physiology. "Types of Contractions" (12 Ekim 2023). Erişim Adresi: <http://muscle.ucsd.edu/musintro/contractions.shtml>.
- Nordin, M. ve Frankel, V. H., (2012). Basic biomechanics of the musculoskeletal system. Lippincott Williams & Wilkins.
- Otman, S. ve Demirel, H. ve Sade, A. (1995). Tedavi hareketlerinde temel değerlendirme prensipleri. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yayınları
- Polit, D., & Beck, C. (2020). Essentials of nursing research: Appraising evidence for nursing practice. Lippincott Williams & Wilkins.
- Plowman, S. A. & Smith, D. L., (2013). Exercise physiology for health fitness and performance. Lippincott Williams & Wilkins.
- Proske, U., & Allen, T. J. (2005). Damage to skeletal muscle from eccentric exercise. *Exercise and sport sciences reviews*, 33(2), 98-104.
- Rhea, M. R., Alvar, B. A., Burkett, L. N., and Ball, S. D. (2003). A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(3), 456-464.
- Robbins, D. W., Goodale, T. L., Docherty, D., Behm, D. G., & Tran, Q. T. (2010). The effects of load and training pattern on acute neuromuscular responses in the upper body. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(11), 2996-3007.
- Robson, L. & Court, D. S. (2015). Bone, muscle, skin and connective tissue, in Medical Sciences, 2nd ed., Philadelphia, PA: Elsevier.
- Romano, C., & Schieppati, M. (1987). Reflex excitability of human soleus motoneurons during voluntary shortening or lengthening contractions. *The Journal of physiology*, 390(1), 271-284.
- Şahin, G. (2008). 17-19 Yaş Grubu Elit Erkek Çim Hokeycilere Uygulanan İki Farklı Kuvvet Antrenman Programının Bazı Fiziksel, Fizyolojik Ve Teknik Özelliklere Etkileri (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Ankara.
- Sakamoto, A., & Sinclair, P. J. (2006). Effect of movement velocity on the relationship between training load and the number of repetitions of bench press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(3), 523-527.
- Sato, S., Yoshida, R., Kiyono, R., Yahata, K., Yasaka, K., Nosaka, K., & Nakamura, M. (2021). Cross-education and detraining effects of eccentric vs. concentric resistance training of the elbow flexors. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 13, 1-12.
- Sato, S., Yoshida, R., Kiyono, R., Yahata, K., Yasaka, K., Nunes, J. P., ... & Nakamura, M. (2021). Elbow joint angles in elbow flexor unilateral resistance exercise training determine its effects on muscle strength and thickness of

trained and non-trained arms. *Frontiers in Physiology*, 12, 734509. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.734509>

Sato, S., Yoshida, R., Murakoshi, F., Sasaki, Y., Yahata, K., Kasahara, K., ... & Nakamura, M. (2022). Comparison between concentric-only, eccentric-only, and concentric–eccentric resistance training of the elbow flexors for their effects on muscle strength and hypertrophy. *European Journal of Applied Physiology*, 122(12), 2607-2614.

Schmidtbleicher, D. (1992). Training for power events. Strength and power in sport, 1, 381-395.

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. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e840f3>

Schoenfeld, B. J., Ogborn, D. I., Vigotsky, A. D., Franchi, M. V. & Krieger, J. W. (2017). Hypertrophic effects of concentric vs. eccentric muscle actions: a systematic review and meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(9), 2599-2608. DOI: 10.1519/jsc.0000000000001983

Schuenke, M. D., Herman, J. R., Gliders, R. M., Hagerman, F. C., Hikida, R. S., Rana, S. R., Ragg, K. E., & Staron, R. S. (2012). Early-phase muscular adaptations in response to slow-speed versus traditional resistance-training regimens. *European Journal of Applied Physiology*, 112(10), 3585–3595. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2339-3>

ScSchoenfeld, B. J. (2012). Does exercise-induced muscle damage play a role in skeletal muscle hypertrophy?. *The Journal of Strength Conditioning Research*, 26(5), 1441-1453

Sekiguchi, H., Nakazawa, K., & Suzuki, S. (2003). Differences in recruitment properties of the corticospinal pathway between lengthening and shortening contractions in human soleus muscle. *Brain research*, 977(2), 169-179.

Shibata, K., Yamaguchi, T., Takizawa, K., & Nosaka, K. (2023). Comparison in repetitions to failure between concentric-only and eccentric-only dumbbell arm curl exercise at four different relative intensities. *Journal of strength and conditioning research*, 37(9), 1754–1760. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004470>

Simmons, S. J., Martorana, R., Philogene-Khalid, H., Tran, F. H., Gentile, T. A., Xu, X., ... & Muschamp, J. W. (2017). Role of hypocretin/orexin receptor blockade on drug-taking and ultrasonic vocalizations (USVs) associated with low-effort self-administration of cathinone-derived 3, 4-methylenedioxypyrovalerone (MDPV) in rats. *Psychopharmacology*, 234, 3207-3215.

Solomon, E. P. (1997). İnsan anatomisi ve fizyolojisine giriş (B. Süzen, Çev.). İstanbul: Birol Basın Yayın Dağıtım ve Ticaret Ltd. Şti.

Toigo, M., & Boutellier, U. (2006). New fundamental resistance exercise

determinants of molecular and cellular muscle adaptations. *European journal of applied physiology*, 97, 643-663.

Tsatsoulis, P. (2000). Power to the people!: Russian strength training secrets for every American. Dragon Door Publications, Inc.

Türker, A. (2018). Klasik antrenman ve super slow antrenman yöntemlerinin bazı fiziksel ve fizyolojik parametreler üzerine etkisinin incelenmesi (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Dumlupınar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.

Vincent, K. R., Vasilopoulos, T., Montero, C., and Vincent, H. K. (2019). A Comparison of Eccentric and Concentric Resistance Exercises for Knee Osteoarthritis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 51(10), 1977–1986. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002010>

Vøllestad, N. K. (1997). Measurement of human muscle fatigue. *Journal of neuroscience methods*, 74(2), 219-227.

Weineck, J. (2011). Futbolda kondisyon antrenmanı. (Çeviri: Tanju Bağırhan). Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi.

Westcott, W.L. Winett, R.A. Anderson, E.S. Wojcik, J.R. Loud, R.L. R. Cleggett, E. Glover, S. (2001). Effects of regular and slow speed resistance training on muscle strength. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41,

Wilder, R. P., Jenkins, J. G., Panchang, P. and Statuta, S. (2016). “Therapeutic Exercise,” in Braddom’s Physical Medicine and Rehabilitation, 5th ed., Philadelphia, PA: Elsevier.

Wilk, M., Golas, A., Stastny, P., Nawrocka, M., Krzysztofik, M., & Zajac, A. (2018). Does tempo of resistance exercise impact training volume?. *Journal of human kinetics*, 62(1), 241-250. <https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0034>.

Wilk, M., Zajac, A., & Tufano, J. J. (2021). The Influence of Movement Tempo During Resistance Training on Muscular Strength and Hypertrophy Responses: A Review. *Sports Medicine* (Auckland, N.Z.), 51(8), 1629–1650. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01465-2>

Wilmore, J. H., Costill, D. L., & Larry, W. (2008). Physiology of sport and exercise. The United States of America: Human Kinetics.

Winslow, V. L. (2015). Classic Human Anatomy in Motion: The Artist's Guide to the Dynamics of Figure Drawing. Watson-Guption.

Wisdom, K. M., Delp, S. L., & Kuhl, E. (2015). Use it or lose it: multiscale skeletal muscle adaptation to mechanical stimuli. *Biomechanics and modeling in mechanobiology*, 14, 195-215.

Woodgate, M. A., Gann, J. J., Hey, W., & Jung, H. C. (2021). Morphological and physical profile of a collegiate water skier. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3), 1150.

- Yasuda, T., Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., & Abe, T. (2012). Effects of blood flow restricted low-intensity concentric or eccentric training on muscle size and strength. *Plos one*, 7(12), e52843.
- Yılmaz, S. (2023). Eksantrik ve konsantrik kasılma türlerinde uygulanan farklı tekrar sayılarına dayalı kuvvet antrenmanı metodunun bazı fiziksel parametrelere etkisi (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Yüceloğlu, D. Ö. (2009). Sağlak ve solak futbolcularda izotonik bacak kuvveti ve reaksiyon zamanının araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Yue, G. H., Liu, J. Z., Siemionow, V., Ranganathan, V. K., Ng, T. C., & Sahgal, V. (2000). Brain activation during human finger extension and flexion movements. *Brain Research*, 856(1-2), 291-300.
- Zabaleta-Korta, A., Fernández-Peña, E., Torres-Unda, J., Garbisu-Hualde, A., & Santos-Concejero, J. (2021). The role of exercise selection in regional Muscle Hypertrophy: A randomized controlled trial. *Journal of sports sciences*, 39(20), 2298-2304.

EKLER

Ek 1. İstanbul Gelişim Üniversite Etik Kurul Kararı



T.C.
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Etik Kurul Başkanlığı

ETİK KURUL KARAR ÖRNEĞİ

Toplantı No	Toplantı Tarihi	Toplantı Saati	Toplantı Yeri
2024 – 02	09.02.2024	14.00	Online

KARAR NO: 2024-02-117: Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Hareket ve Antrenman Bilimleri Tezli Yüksek Lisans Programı 211461047 numaralı İbrahim Sırrı ÖNAL' ın "Sedanter Erkeklerde Konsantrik ve Eksantrik Fazda Uygulanan Direnç Egzersizlerinin Kas Hipertrofisine Etkisi" konulu çalışması görüşüldü yapacağı anket sorularının, etik kurallara uygun olup olmadığını tespit etmek üzere, İGÜ Etik Kurulumuzun 12.01.2024 tarih ve 2024-01 sayılı toplantısında, İGÜ Etik Kurul Yönergesinin 12(1) maddesine göre değerlendirme yapmak üzere görevlendirilen öğretim elemanlarının raporları incelenmiş olup, ilgili çalışmada yer alan bilimsel araştırmanın etik kurallara uygun olduğuna oy birliği ile karar verildi.

ASLI GİBİDİR