



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



DİRENÇ EGZERSİZLERİNDE TEKRAR SÜRESİNİN KAS KUVVETİ VE HİPERTROFİSİNE ETKİLERİ

Hülya ANDRE

**BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Fırat AKÇA**

**ANKARA
2021**

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DİRENÇ EGZERSİZLERİNDE TEKRAR SÜRESİNİN
KAS KUVVETİ VE HİPERTROFİSİNE ETKİLERİ**

Hülya ANDRE

**BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Fırat AKÇA**

**ANKARA
2021**

ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Doktora tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Direnç Egzersizlerinde Tekrar Süresinin Kas Kuvveti ve Hipertrofisine Etkileri” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel araştırma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Hülya ANDRE

Tarih:

İmza:

Kabul ve Onay

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Spor Bilimler Anabilim Dalında Hülya ANDRE tarafından hazırlanan “Direnç Egzersizlerinde Tekrar Süresinin Kas Kuvveti ve Hipertrofisine Etkileri” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından DOKTORA TEZİ olarak OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile kabul/ret edilmiştir.

TEZ SAVUNMA TARİHİ: 16.06.2021

Prof. Dr. Fatma Neşe ŞAHİN
Ankara Üniversitesi
Jüri Başkanı

Doç. Dr. Dicle ARAS
Ankara Üniversitesi
Üye

Doç. Dr. Bülent KİLİT
Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Üye

Doç. Dr. Fırat AKÇA
Ankara Üniversitesi
Üye

Doç. Dr. Erşan ARSLAN
Siirt Üniversitesi
Üye

Tez hakkında alınan jüri kararı, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu tarafından onaylanmıştır.

Prof. Dr. Fügen Aktan
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul ve Onay	iii
Önsöz	vi
Simgeler ve Kısaltmalar Listesi	vii
Şekiller	ix
Çizelgeler	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Hipertrofi	2
1.1.1. Miyofibrilar Hipertrofi (Paralel ve Seri Hipertrofi)	3
1.1.2. Sarkoplazmik Hipertrofi	4
1.2. Hipertrofinin Mekanizması	5
1.2.1. Mekanik Gerim	6
1.2.2. Kas Hasarı	6
1.2.3. Metabolik Stres	9
1.3. Direnç Egzersizi	12
1.4. Direnç Egzersizi ve Hipertrofi	13
1.5. Direnç Egzersizinin Değişkenleri	14
1.5.1. Direnç Egzersizinin Hacmi	14
1.5.2. Direnç Egzersizinin Sıklığı	16
1.5.3. Direnç Egzersizinde Yüklenme Şiddeti	18
1.5.4. Direnç Egzersizinde Kas Kasılmasının Türü	21
1.5.5. Direnç Egzersizinde Dinlenme Süresi	24
1.5.6. Direnç Egzersizinde Hareketin Tekrar Süresi	26
1.5.7. Direnç Egzersizinde Egzersizin Sıralaması	28
1.5.8. Direnç Egzersizinde Hareketin Genişliği	29
1.5.9. Direnç Egzersizinde Eforun Yoğunluğu	30
1.6. Amaç	31
1.7. Problemler	31
1.8. Alt Problemler	31
1.9. Denenceler	34
1.10. Sınırlılıklar	35
1.11. Araştırmanın Önemi	36
2. GEREÇ VE YÖNTEM	37
2.1. Araştırma Grubu	37
2.2. Veri Toplama Araçları	38
2.2.1. Antropometrik Ölçüm Aracı	39
2.2.2. Kas Kalınlığı Ölçüm Aracı	40
2.2.3. Kassal Kuvvet ve Kassal Dayanıklılık Ölçüm Aracı	42
2.2.4. Algılanan Zorluk Derecesi ve DOMS Değerlendirmesi Ölçüm Aracı	43
2.3. Verilerin Toplanması	44

2.3.1. Gönüllü Seçimi	44
2.3.2. Araştırma Protokolü	45
2.3.3. 1 Tekrar Maksimum ve Kassal Dayanıklılık Test Protokolleri	46
2.3.4. Direnç Egzersizi Protokollerinde Uygulanan Hareketler	47
2.3.4.1. Bench Press	47
2.3.4.2. Biceps Curl	48
2.3.4.3. Triceps Extension	48
2.3.4.4. Leg Extension	49
2.3.4.5. Leg Curl	49
2.3.5. Tempo Protokollerinin Uygulanması	50
2.3.6. Alıştırma Fazlarının Uygulanması	51
2.3.7. Kas Kalınlığı Ölçümü	51
2.3.7.1. Pectoralis Major Kas Kalınlığının Ölçümü	51
2.3.7.2. Biceps Brachii ve Triceps Brachii Kaslarının Kalınlık Ölçümleri	52
2.3.7.3. Quadriceps Kas Kalınlık Ölçümleri	53
2.3.7.4. Hamstring Kas Kalınlığı Ölçümü	54
2.3.8. Verilerin Analizi	55
3. BULGULAR	56
4. TARTIŞMA	90
4.1. 1TM ve Kassal Dayanıklılık Değerlerinin Karşılaştırılması	93
4.2. Kas Kalınlığı Değerlerinin Karşılaştırılması	97
4.3. VYY Değerlerinin Karşılaştırılması	106
4.4. Görsel Analog Skala ve AZD Değerlerinin Karşılaştırılması	108
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	111
5.1. Sonuçlar	111
5.2. Öneriler	114
ÖZET	115
SUMMARY	116
KAYNAKLAR	117
EKLER	134
EK-1. Etik Kurul Karar Formu	134
EK-2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	136
ÖZGEÇMİŞ	139

ÖNSÖZ

Bu çalışma farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokollerinin kas kuvveti, kas hipertrofisi ve vücut kompozisyonu üzerine etkilerini incelemek amacıyla yapılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen bulgu, sonuç ve yorumların antrenörler, sporcular ve spor bilimciler için yararlı bir kaynak olmasını ümit ediyorum.

Bu çalışmayı hazırlarken geçirdiğim süreçte benden yardımlarını esirgemeyen, her soruma sabırla cevap veren, yol gösteren, bilgi ve tecrübesini benimle paylaşan değerli danışmanım ve hocam Sn. Doç. Dr. Fırat AKÇA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda pandemi koşullarına rağmen gönüllü olarak, çalışmada yer alan tüm katılımcılara, antrenmanlarda bana eşlik eden, yardım ve desteklerini esirgemeyen antrenör arkadaşlarım Erdem ÇELİK, Hacı Halil ATALAN ve Sinan ÖZER'e, tezin istatistiksel analiz kısmında yardımını esirgemeyen Yozgat Bozok Üniversitesi Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Anabilim Dalı öğretim üyesi Dr. Gözde SİRGANCI'ya, ultrason ölçümlerini gerçekleştiren Radyoloji Uzmanı Dr. Halil İbrahim Serin'e, Fizyoterapist Ezgi Ünüvar'a, teşekkürlerimi sunarım. Bu zorlu süreçte her daim yanımda olan ilgi ve desteğini esirgemeyen sevgili eşim Jean Baptiste ANDRE başta olmak üzere beni destekleyen arkadaşlarım Dr. Azize Bingöl DIEDHIOU, Dr. Esin KAPLAN ve Nermin DURSUN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

1TM	1 Tekrar Maksimum
BC	Biceps Curl
BF	Biceps Femoris
BP	Bench Press
DE	Direnç Egzersizi
DOMS	Gecikmeli Kas Ağrısı
E	Eksantrik Faz
EKKH	Egzersiz Kaynaklı Kas Hasarı
İ	İzometrik
K	Konsantrik Faz
LC	Leg Curl
LE	Leg Extension
OTG	Orta Tempo Grup
pH	Asit Baz Dengesi
PM	Pectoralis Major
QUAD	Quadriceps
s	S anıye
sa	Saat
sağdis	Sağ Distal
sağorta	Sağ Orta Nokta
sağp	Sağ Proksimal
soldistal	Sol Distal
solorta	Sol Orta Nokta
solp	Sol Proksimal
STG	Serbest Tempo Grubu
TE	Triceps Extension
TS	Tekrar Sayısı
US	Ultrasonografik Görüntüleme

VA	Vücut Ağırlığı
VAS	Vizüel Analog Skala
VYY	Vücut Yağ Yüzdesi
YTG	Yavaş Tempo Grup (2:4)
η^2_G	Genelleştirilmiş eta kare
AZD	Algılanan Zorluk Derecesi
$\bar{x}$	Ortalama



ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Paralel ve Seri Hipertrofi	4
Şekil 1.2. Metabolik Stresin Mekanizması	11
Şekil 2.1. DEXA	39
Şekil 2.2. Tanita BC-601	39
Şekil 2.3. Stadiometre	40
Şekil 2.4. US cihazı	41
Şekil 2.5. Lineer prob	41
Şekil 2.6. Leg extension / Leg curl	42
Şekil 2.7. Borg Skalası	43
Şekil 2.8. Görsel Analog Skala	43
Şekil 2.9. Araştırma Protokolü	45
Şekil 2.10. Pectoralis major kas kalınlığı ölçüm noktaları	52
Şekil 2.11. Pectoralis Major Kas Kalınlığı US Ölçüm Noktaları	52
Şekil 2.12. Biceps Brachii ve Triceps Brachii Kas Kalınlığı US Ölçüm Noktaları	53
Şekil 2.13. Quadriceps Femoris Kas Kalınlığı US Ölçüm Noktaları	54
Şekil 2.14. Hamstring Kası US Ölçüm Noktaları	54
Şekil 3.1. $PM_{sağp}$ ve PM_{solp} Kas Kalınlığı Değerlerinin Zamansal Değişimi	67
Şekil 3.2. $PM_{sağorta}$ ve $PM_{solorta}$ Kas Kalınlığı Değerlerinin Zamansal Değişimi	67
Şekil 3.3. $PM_{sağdis}$ ve PM_{soldis} Kas Kalınlığı Değerlerinin Zamansal Değişimi	68
Şekil 3.4. $Biceps_{sağp}$ ve $Biceps_{solp}$ Kas Kalınlığı Değerlerinin Zamansal Değişimi	70
Şekil 3.5. $Biceps_{sağorta}$ ve $Biceps_{solorta}$ Kas Kalınlığı Değerlerinin Zamansal Değişimi	71
Şekil 3.6. $Triceps_{sağp}$ ve $Triceps_{solp}$ Kas Kalınlığı Değerlerinin Zamansal Değişimi	74
Şekil 3.7. $Triceps_{sağorta}$ ve $Triceps_{solorta}$ Kas Kalınlığı Değerlerinin Zamansal Değişimi	75
Şekil 3.8. $Hamstring_{sağp}$ ve $Hamstring_{solp}$ Kas Kalınlığı Değerlerinin Zamansal Değişimi	77

Şekil 3.9. Hamstring _{sağorta} ve Hamstring _{solorta} Kas Kalınlığı Değerlerinin Zamansal Değişimi	78
Şekil 3.10. BF _{sağp} ve BF _{solp} Kas Kalınlığı Zamansal Değişimi	80
Şekil 3.11. BF _{sağorta} ve BF _{solorta} Kas Kalınlığı Değerlerinin Zamansal Değişimi	81
Şekil 3.12. Quad _{sağp} ve Quad _{solp} Kas Kalınlığı Değerlerinin Zamansal Değişimi	83
Şekil 3.13. Quad _{sağorta} ve Quad _{solorta} Kas Kalınlığı Değerlerinin Zamansal Değişimi	84
Şekil 3.14. Görsel Analog Skala 24. Saat Değerlerinin Gruplara Göre Zamansal Değişimi	88
Şekil 3.15. Görsel Analog Skala 48. Saat Değerlerinin Gruplara Göre Zamansal Değişimi	88



ÇİZELGELER

Çizelge 2.1. Araştırmaya Katılan Grupların Tanımlayıcı İstatistik Çizelgesi	38
Çizelge 3.1. 1TM Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Karşılaştırılması	56
Çizelge 3.2. Kas Dayanıklılığı Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Karşılaştırılması	59
Çizelge 3.3. Vücut Kas Kütlesi Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Karşılaştırılması	62
Çizelge 3.4. PM Kas Kalınlığı Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Karşılaştırılması	64
Çizelge 3.5. Biceps Brachii Kas Kalınlığı Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Karşılaştırılması	68
Çizelge 3.6. Triceps Brachii Kas Kalınlığı Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Karşılaştırılması	72
Çizelge 3.7. Hamstring Kas Kalınlığı Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Karşılaştırılması	75
Çizelge 3.8. BF Kas Kalınlıkları Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Karşılaştırılması	78
Çizelge 3.9. Quadriceps Kas Kalınlığı Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Karşılaştırılması	81
Çizelge 3.10. Grupların Vücut Yağ Yüzde Değerlerinin Faktörlere Göre Karşılaştırılması	84
Çizelge 3.11. Gruplar Arası Görsel Analog Skala Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri	86
Çizelge 3.12. Gruplar Arası VAS Değerlerinin Karşılaştırılması	87
Çizelge 3.13. Gruplar Arası Algılanan Zorluk Derecesi Değerlerinin Karşılaştırılması	89

1. GİRİŞ

Direnç egzersizi (DE); kas kütlesini arttırmak, sportif performansı geliştirmek, hastalıkların önlenmesi ve tedavisi amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır. Herhangi bir yaşta veya fiziksel uygunluk seviyesinde başarılı bir DE programı için en önemli faktör; uygun bir program tasarımıdır. DE’de iki temel amaç vardır. Bunlardan biri kas kuvvetinin artırılması diğeri ise; kas hipertrofisinin geliştirilmesidir (Pereira ve ark., 2016).

Kas hipertrofisini maksimize etmek ve dolayısıyla kuvveti arttırmak için DE’nin akut değişkenleri (egzersiz tipi, haftalık egzersiz sıklığı, şiddeti, dinlenme süresi, kasılma türü vb.) sıklıkla manipüle edilmektedir (Ratamess ve ark., 2009).

Kas büyümesini etkileyebilecek; ancak sıklıkla göz ardı edilen bir diğer değişkendir; hareketin tekrar süresidir. Diğer bir deyişle hareket esnasında mekanik gerim altında geçen süreyi temsil eder. Hareketin tekrar süresi; bir tekrarlamının konsantrik, eksantrik ve izometrik bileşenlerinin toplamıdır ve tekrarlamının gerçekleştirildiği tempoyu belirtir. Hareketin tekrarlama süresinin; nöral, hipertrofik ve metabolik tepkilerdeki, direnç egzersizi kaynaklı değişiklikleri etkileyebileceği düşünülmektedir (Pereira ve ark., 2016). Teorikte beklenen bu durumun rasyonel açıklaması olarak; mekanik gerim altında geçen süre ile anabolik etki arasında doğrusal bir ilişki olması ve etkin olarak anaerobik glikolitik sistemin kullanıldığı egzersizlerde metabolik stresin daha fazla oluşmasının kas adaptasyonlarını arttırabileceği varsayımı yer almaktadır (Gordon ve ark., 1994; Goto ve ark., 2005; Nishimura ve ark., 2010; Takarada ve ark., 2000).

Motor ünite aktivasyonu (fiber recruitment), miyokin üretiminde artış, hücre şişmesi, reaktif oksijen türlerinin artması, artmış sistemsel hormon üretimi gibi bir dizi faktöründe içinde bulunduğu egzersiz kaynaklı metabolik stresin; hipertrofik adaptasyonlara aracılık ettiği düşünülmektedir (Gordon ve ark., 1994; Goto ve ark., 2005; Nishimura ve ark., 2010; Takarada ve ark., 2000).

İlgili literatür incelendiğinde de DE sırasında, hareketin tekrar süresi değişkeninin, organizmanın cevabını değiştirip değiştirmediğinin tartışmalara açık bir konu olduğu görülmektedir. Bu durum göz önüne alındığında; DE'nin temposunun nasıl olması gerektiğine dair kuvvet ve hipertrofi amaçlı DE yapan bireyler için sınırlı tavsiye bulunduğu söylenebilir.

Kas kütlesini arttırmak ve kuvvet gelişimi konuları özellikle vücut geliştirme sporcuları ve rekreasyonel olarak kuvvet antrenmanı yapan bireyler için birincil amaçtır. Bu durumun yanı sıra sağlık açısından bakıldığında da düşük kas kütlesi miktarı kardiyo-metabolik ve kardiyovasküler hastalıklarla ilişkilendirilmektedir.

Yapılacak çalışma ile aynı yüklenme şiddetinin farklı tekrar sürelerinde gerçekleştirilmesinin direnç antrenmanlarında kas kuvveti ve kas hipertrofisi gelişimine etkileri ortaya konulabilmektedir. DE sırasında hareketin tekrar süresi önemli bir değişkendir; ancak izotonik direnç antrenmanlarında farklı hızların kas kuvveti ve kas hipertrofisi üzerindeki etkileri açık değildir (Pereira ve ark., 2016).

1.1. Hipertrofi

İskelet kası hipertrofisi; kas kütlesinde artış olarak tanımlanır (Glass, 2005). Hipertrofi oluşumu daha önceden var olan kas fibrillerinin çaplarındaki artışa bağlıdır.

Kasta meydana gelen hipertrofiye paralel olarak kuvvet de gelişir (Garrett ve Kirkendall, 2000; Mcardle ve ark., 2010).

Hipertrofi sırasında, kontraktıl elementler büyür ve ekstraselüler matriks büyümeyi desteklemek için genişler (Vierck ve ark., 2000). Büyüme; sarkomerlerin çoğalması, kasılamayan elementlerin ve sarkoplazmik sıvının artması , uydu hücre aktivitesinin desteklemesi ile oluşur (Schoenfeld, 2010). Genetik, yaş, cinsiyet ve antrenman durumu parametreleri maksimal hipertrofi gelişimini etkileyen faktörlerdir (Schoenfeld ve ark., 2016).

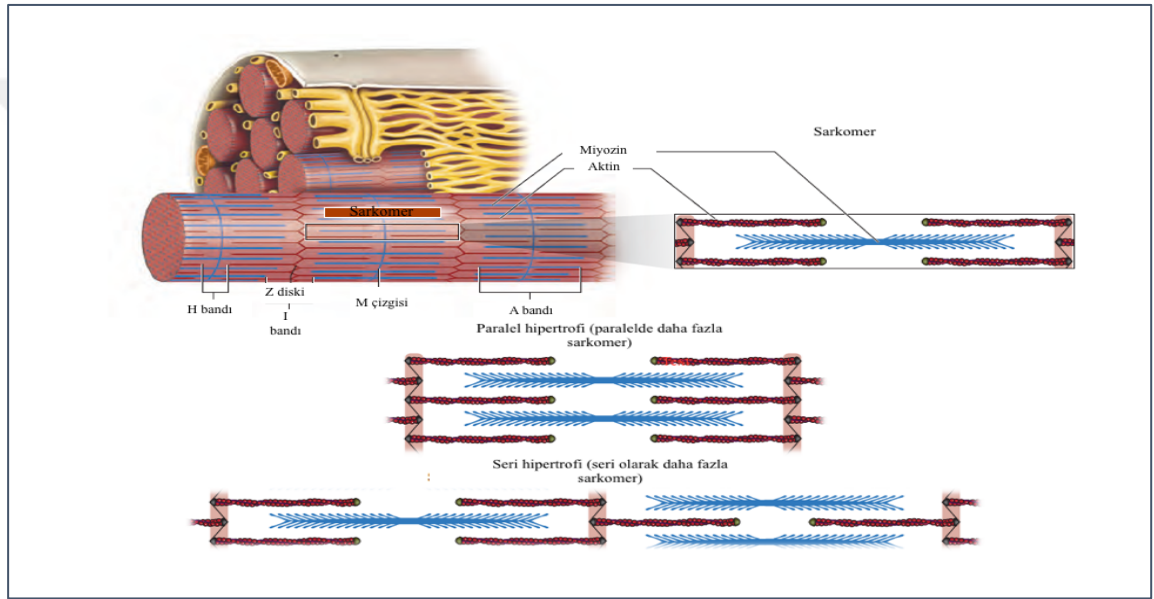
1.2. Miyofibrilar Hipertrofi (Paralel ve Seri Hipertrofi)

Miyofibrilar hipertrofi; kas fibrillerinin kasılabilir aktin ve miyozin proteinlerinin artması nedeniyle büyümesi durumudur (Zatsiorsky ve ark., 2020). Bu durumda hipertrofi, sarkomerlerin paralel veya seri olarak eklenmesiyle oluşur. Klasik egzersiz protokollerinde kas kazanımının çoğu sarkomerlerin paralel olarak artmasıyla oluşmaktadır (Schoenfeld ve ark., 2016).

Mekanik yüklenme; miyofibrillerin ve hücre dışı matrislerin yapısında bozulmaya neden olur. Bu durumda hücre içindeki sinyalleme başlatır. Anabolizma sürecine elverişli bir ortamla birlikte bu süreç nihayetinde kasılabilen ve yapısal elementlerin; boyut ve miktarlarında artışa yol açar. Aynı zamanda paraleldeki sarkomerlerin de artışını sağlar. Sonuç olarak, tek tek her lifin çapında artış yaşanır ve böylece toplam kas enine kesit alanında bir artış görülür (Toigo ve Boutellier, 2006).

Seri hipertrofi ise; kasın yeni fonksiyonel uzama durumuna adaptasyona zorlandığı durumlarda gözlemlenmiştir. Diğer taraftan, sarkomerlerde yaşanan seri bir

artış, daha kısa bir sarkomer uzunluğuna karşılık gelen belirli bir kas uzunluğuyla sonuçlanır. Bu durum uzuvların eklem bölgelerinin alçıya alınması ya da immobilizasyona maruz kaldığı durumlarda; uzun kas boyu sarkomerlerin seri olarak eklenmesine yol açar. İmmobilizasyon kısa uzunlukta kaslarda sarkomer azalması ile sonuçlanır (Toigo ve Boutellier, 2006). Hipertrofi seri veya paralel olarak ortaya çıkabilir. Direnç egzersizi sonrası kasların boyutunun artmasının birincil yolu paralel hipertrofidir.



Şekil 1.1. Paralel ve Seri Hipertrofi (Schoenfeld, 2020).

1.2.1. Sarkoplazmik Hipertrofi

Antrenman kaynaklı olarak kasılmayan elementlerin (kolajen, organeller) ve sıvının artışı kas boyutunda büyüme meydana getirebilir ve bu durum sarkoplazmik hipertrofi olarak adlandırılır. Sarkoplazmik hipertrofi az miktarda da olsa kas hacminde ve beraberinde kuvvet artışı sağlar (Schoenfeld ve ark., 2016).

Sarkoplazmik hipertrofideki artışın yapılan egzersiz türüne göre farklılaştığı; düşük şiddet ve daha yüksek tekrarlar ile yapılan egzersizlerin; yüksek şiddet ve düşük tekrarlarla yapılan egzersizlere kıyasla daha fazla sarkoplazmik fraksiyon oluşumu sağladığı iddia edilmektedir (Tesch ve Larsson, 1982). Bu iddiaya temel olarak ise; vücut geliştiriciler ve powerlifting sporcuları arasındaki kas hipertrofisi farklılığını araştıran çalışmalar gösterilmektedir. Vücut geliştirme sporcuları; powerlifting sporcularına kıyasla daha yüksek miktarlarda endomisyum bağ dokusu lifi ve bunun yanı sıra daha yüksek bir glikojen içeriği gösterirler. Bu durumun sebebi; muhtemelen egzersiz metodolojisindeki farklılıkların sonucudur.

Kas içi sıvıdaki kronik değişiklikler ilgi çekici bir tartışma alanıdır. Egzersizin glikojen depolarında artış sağladığı literatürde net bir şekilde gösterilmiştir (Schoenfeld, 2020). Macdougall ve ark. (1999), 5 aylık düzenli direnç egzersizden sonra dinlenme glikojen konsantrasyonlarının %66 arttığını bildirmiştir. Dahası; vücut geliştiriciler, düzenli egzersize katılmayanların iki katı oranında kas glikojen içeriği gösterirler (Abernethy ve ark., 1994). Böyle bir değişime hem enzimatik değişimler hem de büyük kasların daha fazla depolama kapasitesine sahip olması aracılık ediyor olabilir. Bu durumun sarkoplazmik değişikliklerle ilişkisi 1 g glikojenin 3 g su çekmesi ile kas içi sıvıda değişiklik yaşanmasıdır (Chan ve ark., 1982).

1.3. Hipertrofinin Mekanizması

Hipertrofi amaçlı yapılan DE’de üç ana faktörün özellikle önemli olduğu yapılan çalışmalarda vurgulanmıştır. Bu faktörler mekanik gerilim, metabolik stres ve kas hasarı olarak belirtilmektedir (Bamman ve ark., 2003). Bu üç ana faktör DE değişkenlerinin optimal manipülasyonu ve çok çeşitli DE teknikleri yoluyla meydana gelebilir.

1.3.1. Mekanik Gerim

Mekanik gerim olarak da bilinen kas gerilimi, kas hipertrofisi üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Mekanik gerim; uyarıya yanıt olarak, kas lifleri tarafından geliştirilen gerginlik miktarıdır ve hem kuvvet üretimi hem de gerilme tarafından üretilen mekanik gerilim, kas büyümesi için gerekli kabul edilmektedir ve kas hipertrofisi üzerinde önemli etkiye sahiptir (Goldspink, 2002; Hornberger ve Chien, 2006; Vera-Garcia ve ark., 2000; Schoenfeld ve ark., 2016). Daha spesifik olarak denilebilir ki, mekanik gerim hipertrofiye yol açar (Goldberg ve ark., 1975).

İskelet kası, mekanik yüklenmedeki değişikliklere karşı oldukça yüksek bir cevap yeteneğine sahiptir. Birçok araştırmacıya göre; düzenli yapılan direnç antrenmanlarında alınan hipertrofik cevapları, birinci derecede etkileyen en önemli faktördür (Fry, 2004; Goldberg ve ark., 1975). Mekanik gerilim tek başına doğrudan, hücre dışı sinyal regüle kinaz / tüberoz skleroz kompleks 2 (ERK/TSC2) yolağının aktivasyonu ile kas içi protein sentezini tetikleyen, kasta oksijen ve enerji alımını, hücre beslenmesini düzenleyerek hipertrofi sürecinde önemli bir rol alan mTOR molekülünü (Mammalian Target of Rapamycin) uyarabilir. Bu aksiyonların lipid ikinci haberci fosfatidik asidin fosfolipaz D tarafından sentezi yoluyla aracılık edildiği düşünülmektedir. Dahası fosfatidik asidin mTOR'dan bağımsız olarak p70S6K fosforlayabileceğine dair kanıtlar mevcuttur, bu durum bizlere kasta protein sentezini mekanik uyarılar aracılığıyla doğrudan etkileyebilecek başka potansiyel yollar olduğunu göstermektedir (Hornberger ve Chien, 2006; Miyazaki ve ark., 2011).

1.3.2. Kas Hasarı

Egzersizle birlikte kasta hücresel düzeyde de bir hasar meydana gelmektedir. Bu zedelenme türü terminolojide tam tanımlanmamış olmakla birlikte; mikro travma, mikro yaralanma ve kas hasarı terimleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Yoğun

egzersizler, özellikle alışık olmayan bireylerde iskelet kasında hasara neden olabilir (Clarkson ve Hubal, 2002; Ebbeling ve Clarkson, 1989; Kuipers, 1994). Bu fenomen yaygın olarak egzersiz kaynaklı kas hasarı (EKKH) olarak da bilinmektedir.

Bu hasar; dokudaki birkaç makro molekülü etkileyebilir, sarkolemmada, bazal laminada ve destekleyici bağ dokuda oluşabilir. Ayrıca hasar kontraktil elementlerde ve hücre iskeletinde de oluşabilir. EKKH'nın bu çeşitliliği; egzersizin yoğunluğu ve toplam egzersiz süresi gibi değişkenlere bağlıdır. Aynı zamanda kas hasarı önemli derecede kasılmanın türünden de etkilenmektedir (Smith ve Miles, 2000).

EKKH'ya alışık olunmayan egzersiz, tam olarak karakterize edilmemesine karşın kas kuvvet üretiminde yaşanan geçici azalma, kas ağrısı ve şişkinlikte artış, pasif gerginlikte artış ve kas içi proteinin kanda artışı neden olabilir (Howatson ve Van Someren, 2008; Smith ve Miles, 2000).

Farklı türdeki kasılma türlerini içeren egzersizler, farklı boyutlarda kas hasarı meydana getirir (Brown ve ark., 1999). Konsantrik ve eksantrik egzersizlerin her ikisi de EKKH ortaya çıkarır. Ancak eksantrik egzersizin; çok daha belirgin kas hasarı meydana getirdiği bilinmektedir. Eksantrik kaynaklı EKKH yavaş kasılan fibrillerden daha çok, hızlı kasılan fibrillerde görülme sıklığı daha fazladır. Bu durumun muhtemel sebebi antrenman sırasında artmış yüksek seviyedeki gerimin ortaya çıkarttığı azalmış oksidatif kapasite ve fibril fenotipleri arasındaki yapısal farklılıklardır (Proske ve Morgan, 2001). Kişi aynı egzersize devam ettiğinde EKKH azalır bu durum genellikle “repeated bout effect- tekrarlayan antrenman etkisi” olarak bilinir (Mchugh, 2003).

Performans açısından bakıldığında EKKH her ne kadar zararlı olabilirse de, bazı araştırmacılar inflamasyon artışı ve protein döngüsünün kas büyümesi için gerekli olduğu görüşünü savunmaktadır (Evans ve Cannon, 1991; Wernig ve ark., 1990). Bu

gerekçe, hasarla ilişkili yapısal değişikliklerin etkilenen dokuyu güçlendirecek şekilde gen ekspresyonunu etkilediği, böylece kasın daha fazla yaralanmaya karşı korunmasına yardım ettiği hipotezine dayanır (Barash ve ark., 2004). Farklı araştırmalar kas hasarını; egzersize hipertrofik yanıtta yer alan faktörlerle ilişkilendirir.

Araştırmalar; aşırı hasarının kas üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olmasına rağmen, EKKH'nın kas adaptasyonlarını artırabileceğini düşündürmektedir. Bu mekanizmaların ne kadar sinerjik olduğu ve direnç egzersizinde hipertrofik yanıtı en üst düzeye çıkarmak için optimal bir kombinasyonun mevcut olup olmadığı henüz belirlenmemiştir (Schoenfeld ve ark., 2016).

Vücudun EKKH'ya tepkisi enfeksiyonla benzer şekilde olabilmektedir (Schoenfeld, 2010). EKKH; nötrofillerin ve makrofajların hasarlı dokuya birikmesi ve infiltrasyonu ile karakterize edilen enflamatuvar bir yanıtı tetikler. Bu bağışıklık hücrelerinin aktivasyonu ve mobilizasyonu, yaralı kas ve diğer hücreler tarafından salınan sitokinler aracılığıyla gerçekleşir. Bağışıklık hücreleri, kas yenilenmesine ve iyileşmesine sağlamak için hücrel atıkları ve protein kalıntılarını temizler. EKKH'dan kaynaklanan enflamatuvar süreçler; yanıtın büyüklüğüne, daha önce uygulanan uyarana maruz kalma durumu ile kas ve enflamatuvar hücreler arasındaki yaralanmaya özgü etkileşimlere bağlı olarak; kas fonksiyonu üzerinde yararlı veya zararlı bir etkiye sahip olabilir (Tidball, 2005).

Yapılan araştırmalar; EKKH ile uydu hücre aktivitesi arasında bağlantı olduğunu göstermektedir (Dhawan ve Rando, 2005; Russell ve ark., 1992; Schultz ve ark., 1985). Miyofibriler yaralanma veya hasar sonrası, doku onarımı ve rejenerasyonuna yardımcı olmak için hızla ek myonükleus almalıdır; aksi takdirde hücre ölümü ile karşılaşılır. Kas büyümesi veya onarımı sırasında kas proteinlerindeki artış, mevcut çekirdeklerden RNA ve protein sentezini artırarak veya

her çekirdekte aynı RNA ve protein sentezi seviyesini koruyarak ve liflere yeni çekirdekler ekleyerek sağlanabilir. Yetişkin kas lifi çekirdekleri (myonüklei) bölünemediğinden, lifle birleşen yeni çekirdekler lifin dışından sağlanır. Uydu hücreleri, bu aşamada yeni çekirdekler sağlayarak gelişim sırasında kas lifi büyümesine katkıda bulunacak bağışçıdır. Kas uydu hücreleri, iskelet kası yenilenmesinde önemli bir role sahiptir. Kas lifinde, bazal laminanın altında, pasif bir hücre olarak bulunur ve yaralanma sonrası liften ayrıldığında aktive olur, yeni lifler oluşturabilir veya çekirdeklerini var olan kas fibriline aktarabilir (Montarras ve ark., 2013). Kas hipertrofisi sürecinde uydu hücrelerin aktifleşmesinin ve iş birliğinin önemli olduğu görüşü literatürde hakim olmasına karşın kesinlikle gerekli olup olmadığı konusunda net bir karara henüz varılmamıştır. Hayvanlar üzerinde yapılan deneyler, çekirdek artışı olmadan fibril kalınlığında artış olduğunu ancak fonksiyonel kapasitenin sınırlı kaldığını bildirmektedir (Blaauw, 2014).

1.3.3. Metabolik Stres

Mekanik gerimin kas büyümesinde çok önemli bir yeri olmasına karşın bazı diğer faktörlerinde hipertrofi sürecinde önemli rol aldığına dair ilgi uyandıran çalışmalar bulunmaktadır. Bu faktörlerden biri de metabolik stres olarak da adlandırılan egzersiz kaynaklı anabolizmadır (Rodney ve ark., 1994; Schott ve ark., 1995; Smith ve Rutherford, 1995). Metabolik stres, egzersiz sırasında kas hücrelerinde metabolit birikmesine (özellikle laktat, inorganik fosfat ve hidrojen) neden olan, düşük enerjiye yanıt olarak ortaya çıkan fizyolojik bir süreçtir (De Freitas ve ark., 2017).

Birçok araştırmacı, metabolit birikiminin kas hipertrofisi üzerinde mekanik gerimden daha büyük bir etkiye sahip olabileceğini iddia etmektedir. Ancak; bu iddia diğer birçok araştırmacı tarafından kabul görmemektedir. Metabolik stres, enerji üretimi için ağırlıklı olarak anaerobik glikolizin kullanıldığı, egzersiz sırasında ortaya çıkar. Anaerobik glikoliz yaklaşık olarak 15 ila 120 sn arasında süren egzersizlerde

baskındır ve buna karşılık gelen metabolit birikimi periferik kaynaklı yorgunluğa neden olur (Robbins ve ark., 2010). Ayrıca; enerji ihtiyacının anaerobik glikoliz yoluyla sağlandığı direnç egzersizlerinde, kas oksijenasyonu (kasın oksijene doyması) sınırlanır. Bu tür bir DE’de mekanik gerim altında fazla zaman geçirmek (mekanik gerilim ya da mekanik yüklenme) kan damarları üzerinde giderek baskıyı arttırarak akut hipoksiye neden olur ve böylece metabolit birikimi (metabolik stres) artar (Tamaki ve ark., 1994).

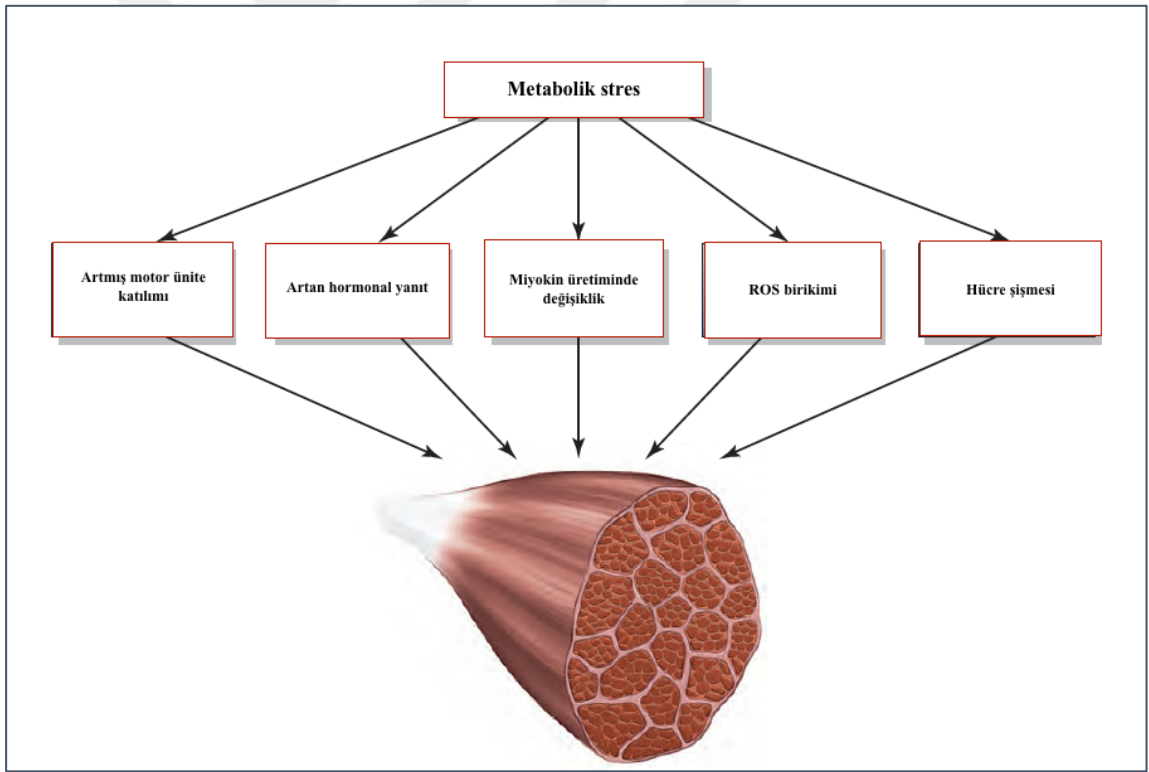
Yapılan araştırmalar 12 tekrardan oluşan 1 setin (toplamda mekanik gerim altında kalınan süre 37 ± 3 sn) kas laktat seviyesini 91 mmol/kg seviyesine yükselttiğini ve yapılan 3 set sonunda değerler 118 mmol/kg olarak arttığını bildirmiştir (Macdougall ve ark., 1999). Bu durumun aksi olarak, 1 tekrar maksimumun (1TM) $\geq 90\%$ ile yüksek şiddette yapılan protokolde; kısa süren egzersiz (genellikle <10 sn set başına) enerji ihtiyacının fosfojen sistemden sağlanmasına ve kasta minimal düzeyde metabolit artışı oluşmasına (özellikle laktat, inorganik fosfat ve hidrojen) neden olmuştur.

Klasik vücut geliştirme rutinleri; daha yüksek şiddette yüklenmeler yerine metabolik stresin kas hipertrofisini teşvik edici etkilerinden faydalanmayı amaçlamaktadır. Bu rutinler 8-12 tekrar içeren birkaç set ve setler arası kısa dinlenme aralıkları içermektedir. Daha yüksek şiddet ile egzersiz yapan powerlift sporcularının antrenman rutinlerine göre; vücut geliştirme tipi egzersizlerde metabolik stresin daha fazla arttığı görülmüştür (Kreamer ve ark., 1990; Kreamer ve ark., 1993; Fry, 2004; Schoenfeld, 2010).

Orta derecede yüklenme şiddeti ile yapılan antrenman rutinlerine rağmen, vücut geliştiricilerin hipermüsküler fizikleri ve yağsız vücut kütle indeksi en az powerlift sporcuları kadar iyi olduğu iyi bilinmektedir (Fry, 2004; Katch ve ark., 1980). Dahası; antrenman hacmi eşitlendiğinde bütün çalışmalarda tutarlı bir sonuç olmasa dahi,

vücut geliştirme sporu tipi rutinler daha yüksek yüklenmeler ile çalışan powerlift sporcularına göre daha üst düzeyde hipertrofik artış sağladığına dair çalışmalar mevcuttur (Campos ve ark., 2002; Choi ve ark., 1998; Masuda ve ark., 1999; Schmidtbleicher, 1987; Schoenfeld ve ark., 2014).

Motor ünite aktivasyonu, miyokin üretiminde artış, hücre şişmesi, reaktif oksijen türlerinin artması, artmış sistemsel hormon üretimi gibi bir dizi faktöründe içinde bulunduğu egzersiz kaynaklı metabolik stresin; hipertrofik adaptasyonlara aracılık ettiği düşünülmektedir (Gordon ve ark., 1994; Goto ve ark., 2005; Nishimura ve ark., 2010; Takarada ve ark., 2000).



Şekil 1.2. Metabolik Stresin Mekanizması (Schoenfeld ve ark., 2016).

1.4. Direnç Egzersizi

Kasların, genellikle benzer türde ekipmanlar aracılığıyla; bir kuvvete karşı hareket etmesini (veya hareket etmeye çalışmasını) içeren egzersiz tipleri kuvvet antrenmanı, ağırlık antrenmanı veya direnç egzersizi terimleri ile tanımlanır. Direnç egzersizi ve kuvvet antrenmanı terimleri, vücut ağırlığı egzersizleri, elastik bantların kullanımı, pliometri ve tepe çalışması gibi çok çeşitli antrenman yöntemlerini kapsar. Ağırlık çalışması terimi genel olarak; sadece serbest ağırlıklar veya ağırlık antrenmanı makineleri ile yapılan egzersiz türleri için kullanılır (Fleck ve Kraemer, 2014). DE programları; dış yüklenmeler altında statik ve dinamik kas hareketlerinin bileşiminden oluşur. Statik hareketler sırasında kas kasılır fakat kas uzunluğu sabit kalır. Dinamik kas hareketleri ise; kas fibrillerinin kısaldığı konsantrik kasılma ve kas fibrillerinin uzadığı eksantrik kasılma olarak ikiye ayrılmaktadır (Roig ve ark., 2009).

Kuvvet veya ağırlık antrenmanı olarak da bilinen direnç egzersizi sportif performansını geliştirmek, fiziksel uygunluk ve kondisyon seviyesini arttırmak, hastalıkların önlenmesi ve tedavisi amacıyla sıklıkla tercih edilen en popüler egzersiz biçimlerinden biri haline gelmiştir (Fleck ve Kraemer, 2014; Kravitz ve ark., 2011; Ratamess ve ark., 2009).

DE programlarına katılanlar, kuvvette ve yağsız kütlede artış, vücut yağ yüzdesinde düşüş, spor aktivitesinde veya günlük yaşam aktivitelerinde gelişmiş fiziksel performans gibi bazı sağlık ve form faydaları görmeyi bekler. Dinlenme kan basıncındaki değişiklikler, kan lipid profili ve insülin duyarlılığı gibi diğer sağlık yararları da ortaya çıkabilir. İyi tasarlanmış ve sürekli olarak gerçekleştirilen DE bu faydalı etkilerinin hepsinin görülmesine veya özellikle bir kaçının görülmesine yardımcı olabilir (Fleck ve Kraemer, 2014).

1.5. Direnç Egzersizi ve Hipertrofi

DE'de sporcular için temelde iki amaç vardır. Bunlardan biri kas kuvvetinin artırılması diğeri ise; kas hipertrofisinin geliştirilmesidir (Pereira ve ark., 2016). DE'nin kas hipertrofisi oluşturduğu iyi bilinmekte ve kas hipertrofisini önemli ölçüde arttırabilmenin birincil yolu olarak görülmektedir (Chan ve ark., 1982; Davitt ve ark., 2014; Fry, 2004; Schoenfeld ve ark., 2016). DE; anabolik sinyallemenin başlaması ve kas hipertrofisinin desteklenmesi için mükemmel bir uyarıcıdır (Damas ve ark., 2015).

DE'den sonra egzersize bağlı hipertrofinin çoğunluğu, paralel olarak eklenen sarkomer ve miyofibrillerin artmasıyla oluşmaktadır (Paul ve Rosenthal, 2002; Tesch ve Larsson, 1982).

Düzenli yapılan DE sonrası meydana gelen kas hipertrofisi temelde üç durumun indüklenmesiyle oluşur. Bunlar, egzersiz sırasında metabolik stres olarak adlandırılan; kas hücrelerinde metabolit birikmesine (laktat, inorganik fosfat (Pi) ve hidrojen (H⁺)) neden olan düşük enerjiye yanıt olarak ortaya çıkan fizyolojik bir süreç, mekanik gerim olarak adlandırılan; uyarıya yanıt olarak kas lifleri tarafından geliştirilen gerginlik miktarı ve egzersizle birlikte kasta hücresel düzeyde meydana gelen EKKH'dır (Schoenfeld ve ark., 2016).

DE'nin etkileri; pek çok değişkene göre farklılık gösterebilir. Bu değişkenler; farklılaştırılarak istenen gelişime daha verimli zamanla diliminde ulaşmak mümkün olabilir. Bu değişkenler; kapsam, sıklık, yüklenme şiddeti, egzersiz seçimi, kas kasılmasının türü, dinlenme aralığı, tekrarlama süresi, egzersiz sırası, hareket genişliği ve egzersizin yoğunluğu olarak sıralanabilir.

1.6. Direnç Egzersizinin Değişkenleri

DE'nin akut değişkenleri farklılaştırılarak; amaca yönelik daha hızlı bir şekilde yol alınabilir. Direnç egzersizinin değişkenleri;

1. Direnç egzersizinin hacmi,
2. Direnç egzersizinin sıklığı,
3. Direnç egzersizinde yüklenme şiddeti,
4. Direnç egzersizinde egzersiz seçimi,
5. Direnç egzersizinde kas kasılmasının türü,
6. Direnç egzersizinde dinlenme süresi,
7. Direnç egzersizinde hareketin tekrar süresi,
8. Direnç egzersizinde egzersiz sıralaması,
9. Direnç egzersizinde hareket genişliği,
10. Direnç egzersizinde eforun yoğunluğu,

Bu değişkenlerin özellikleri ve etkilerinin bilinmesi başarılı bir DE'nin temelini oluşturmaktadır (Schoenfeld, 2020).

1.6.1. Direnç Egzersizinin Hacmi

DE'nin hacmi, belirli bir dönem içerisinde yapılan egzersiz miktarını belirtmek için kullanılır. DE'nin hacmi sıklıkla egzersiz sırasında yapılan tekrar sayısı ile set sayısının çarpılması olarak ifade edilir (set sayısı x tekrar sayısı). Ancak bu değer, kaldırılan yük miktarını dikkate almaz. Bu nedenle; tamamlanan toplam işi yansıtmak için (set sayısı X tekrar sayısı X yük) egzersiz hacmi daha doğru bir terim olacaktır. Egzersizin hacminin; nöral, metabolik, hipertrofik, hormonal yanıtları ve direnç egzersizine sonraki adaptasyonları etkilediği bilinmektedir (Helms ve ark., 2014).

Antrenman sezonu içerisinde yapılan antrenman sayısı, hareketin tekrar sayısı ve set sayısının değiştirilmesiyle direnç egzersizi hacminde değişiklik yapılabilir. Yapılan araştırmalar, anabolizmayı en üst düzeye çıkarmak için yüksek egzersiz hacminin daha etkili olduğuna dair bulgular sunmaktadır (Schoenfeld, 2020).

Egzersiz hacmi belirlendikten sonra; egzersiz sırasında uygulanacak setlerin tekli veya çoklu set programlarından oluşması da beklenen etkiye ulaşmada farklılıklar yarattığı literatürde dikkat çeken bir konudur. Yapılan meta-analiz çalışmaları çoklu set yapılan DE'nin tek set yapılan DE'ye göre antrenmanlı ve antrenmansız gruplarda daha fazla kuvvet artışı ve hipertrofik yanıt sağladığı bildirmişlerdir (Ratamess ve ark., 2009).

Yapılan farklı çalışmalar daha fazla gelişme için antrenmanın yüklenme hacminde kademeli olarak artışa gidilmesi gerektiğini savunmaktadır (Borst ve ark., 2001; Rhea ve ark., 2002; Rhea ve ark., 2003; Wolfe ve ark., 2004). Ancak bu durumla birlikte belli bir noktadan sonra DE'nin yüklenme hacmini arttırmak amaca karşı zararlı olabileceği; kademeli artışa gidilirken toparlanmaya olanak tanımak için düzenli olarak hacmin düşürülmesi gerektiği belirtilmektedir (Schoenfeld, 2020).

Wernbom ve ark. (2007), tarafından yapılan çalışmada çoklu setler halinde yapılan bir antrenmanda her kas grubu için toplamda 40 ila 70 arasında yapılan tekrar sayısının antrenmansız bireyler için uygun olabileceği belirtilmektedir. Daha deneyimli bireylerde kas proteinin artışı için muhtemelen antrenmansız bireylerin iki katı daha fazla egzersiz hacmi olması gerektiği bildirilmektedir.

1.6.2. Direnç Egzersizinin Sıklığı

DE'nin sıklığı belirli bir zaman periyodu içerisinde genellikle haftalık olarak antrenmanın kaç defa yapıldığını ifade eder. Hipertrofik yanıtlar açısından sıklık aynı zamanda ilgili kasın ne kadar çalıştığını belirtir (Schoenfeld, 2010). Hipertrofi beklentili DE'lerinde sıklık; egzersizin hacmini değiştirmek içinde manipüle edilebilir. Nöromüsküler faktörler tek bir antrenman seansına ne kadar yüklenme hacminin verilebileceğini limitler. Belirli bir eşik sonrasında; egzersizin kalitesi düşmeye başlar (Helms ve ark., 2014).

Kuvvet kazanımında direnç egzersizinin optimal sıklığı; egzersizin hacmi, yüklenme şiddeti, egzersiz seçimi, kondisyon seviyesi, toparlanma yeteneği ve antrenman rutini başına çalışan kas grubu sayısı gibi pek çok faktöre bağlıdır (Ratamess ve ark., 2009).

Yapılan birçok çalışmada antrenmansız bireylerde; başlangıç olarak; haftada 2 ila 3 aralığında değişen antrenman sıklığı tercih edilmiştir ve başlangıç seviyesi için etkili bir seçim olduğu sonucuna varılmıştır (Candow ve ark., 2007; Coyle ve ark., 1981; Dudley ve ark., 1991; Hickson, 1994; Graves ve ark., 1989). Kuvvet kazanımı karşılaştıran çalışmalar; haftada 3 gün yapılan direnç egzersizinin, haftada 1 veya 2 defa yapılan antrenman protokollerine göre kuvvet kazanımında daha etkili olduğu görülmüştür. Ancak antrenman hacmi eşitlendiğinde 2 ve 3 gün yapılan antrenman protokollerinin benzer kuvvet kazanımı sağladığı görülmüştür (McLester ve ark., 2000; Graves ve ark., 1989; Candow ve ark., 2007).

- Haftada 4 gün yapılan DE'nin; haftada 3 gün yapılan DE'den daha fazla kuvvet kazanımı sağladığı bildirilmiştir (Hunter ve ark., 1985).
- Haftada 2 defa yapılan DE'nin; haftada 1 gün yapılan DE'den daha fazla

kuvvet kazanımı sağladığı görülmüştür (Hunter ve ark., 1985).

- Haftada 3-5 kez yapılan DE'nin, haftada 1 ve 2 kez yapılan DE'ye göre kuvvet kazanımında daha etkili olduğu bildirilmiştir (Gilliam, 1981).

Yapılan meta-analiz çalışmaları antrenmansız bireylerde kuvvet kazanımının en fazla haftada 3 defa yapılan antrenman sıklığında olduğunu göstermektedir (Rhea ve ark., 2004).

Hipertrofi beklentili DE'lerde egzersiz sıklığı antrenman başına çalışacak kas grubu sayısına, antrenman hacmine ve yüklenme şiddetine bağlıdır. Başlangıç aşamasındaki kadın ve erkekler için antrenman sıklığı (tüm vücut çalışmalarında) haftada 2-3 gün olarak önerilmektedir (Candow ve ark., 2007; Cureton ve ark., 1988; Hickson ve ark., 1994). Orta düzeydeki katılımcılarda; tüm vücut çalışmalarına benzer olarak (haftada 2-3 gün) veya üst ve alt ekstremite kas gruplarının farklı günlerde çalıştırıldığı direnç egzersizleri kullanıldığında haftada 4 gün olarak önerilmektedir (bütün büyük kas grupları grupları haftada 2 defa çalışmalı). Daha ileri seviyedeki bireyler için antrenman sıklığı haftada 4-6 olarak tavsiye edilmektedir. Egzersiz hacminin arttırılabilmesi için çalışacak kas grupları bölünmeli ve bir antrenman seansı sırasında belirlenen kas grupları ile ilgili çalışmalar yapılmalıdır (antrenman başına 1-3 kas grubu) (Ratamess ve ark., 2009).

Yapılan çalışmalar benzer antrenman hacmi kullanarak egzersiz yapanlar arasında daha yüksek sıklıkta ancak antrenman başına daha düşük antrenman hacmi ile yapılan egzersizlerin daha iyi nöromüsküler adaptasyonlar, hormonal toparlanma belirteçleri, kuvvet gelişimi, yağsız vücut kütlesi sağladığını göstermektedir (Helms ve ark., 2014). Bu nedenle egzersizler sırasında yüklenme hacmini ilgili periyotta daha fazla parçaya ayırmak ve egzersiz sıklığını arttırmak etkili bir strateji olabilir. Böylece tek bir egzersiz sırasında yaşanan yorgunluk miktarında da düşüş sağlanır (Schoenfeld, 2020).

1.6.3. Direnç Egzersizinde Yükleme Şiddeti

Yükleme şiddeti; direnç egzersizlerinde hipertrofik yanıt için en önemli faktörlerden biri olarak görülür. Egzersizde kaldırılan yükün miktarı 1TM'un yüzdesi olarak ifade edilir. Örneğin bir kişinin 1TM bench press değeri 45,5 kg ise ve egzersiz seti sırasında 36,4 kg kaldırıyorsa, bu setin yükleme şiddeti 1TM'nin %80'i şeklinde ifade edilir. Yükleme şiddeti sıklıkla; tekrar aralıklarına karşılık gelen yükleme bölgeleri olarak kategorize edilir. Genel olarak, tekrar aralıkları ağır (1-5TM), orta (6-12TM) ve hafif (15 + TM) olarak sınıflandırılır (Schoenfeld, 2010; Schoenfeld, 2020).

Formüller 1TM'un belirlenen yüzdesinde yapılacak tekrar sayılarını tahmin etmek için dizayn edilmiş olsa da gerçekte; 1TM ve tekrar sayısı üzerine kaba bir tahminde bulunabilirler. Genetik faktörlerin kombinasyonu (ör. kas lifi tiplmesi, kol uzunluğu iç momenti), fizyolojik faktörler (ör. tamponlama kapasitesi) ve egzersiz türleri (ör. üst ekstremite ve alt ekstremite, tekli veya çoklu eklem katılımı) bu değerlerin genellenebilirliğini etkiler (Schoenfeld, 2020).

Hoeger ve ark. (1987), 1TM'nin %80'inde bir yükleme şiddetinin, bench press, lat pulldown ve leg extension hareketlerinde 10TM'a karşılık geldiğini bulmuştur ancak bu yükleme leg curl hareketi için 6TM, arm curl için 7-8TM'a ve leg press için 15TM'ye karşılık geldiği görülmüştür. Dahası, bu formüllerin geçerliliği, yük miktarı giderek daha hafif hale geldikçe önemli ölçüde azalır. Bu amaçla yapılan başka bir çalışma; denekler için, yorgunluğa kadar yapılan leg press tekrarlarının 1TM'nin %75'inde 7 ile 24 arasında değiştiğini, buna karşın eşitsizliğin %30 1TM'de 30'dan 71'e çıktığını gösterdi.

Wernbom ve ark. (2007), tarafından yapılan sistematik bir incelemede, diğer araştırmacılar tarafından da yinelenen bir iddia olarak, orta-tekrar aralığı kullanılarak maksimum hipertrofinin elde edildiği Ağır yükleme melerinin genellikle nöral

adaptasyonları desteklediğine ve hipertrofi üzerinde daha az etkiye sahip olduğuna düşünülmektedir (Hulmi ve ark., 2012). Yükün %85'i (1TM>%85) gibi yüksek yoğunluklar doğal olarak kaslar üzerinde yüksek seviyelerde mekanik gerilim ile sonuçlanır. Ancak, ağır bir setin süresi kısadır (<15 saniye), bu tür bir egzersiz sırasındaki enerji öncelikle ATP-PC sisteminden elde edilir ve anaerobik glikolizden küçük bir miktarda katılım olur. Bu nedenle, metabolit birikimi nispeten düşüktür ve bu durum metabolik stres yoluyla indüklenen periferik yorgunluğun, orta tekrar aralığında gerçekleştirilen setlere kıyasla (set başına 10 tekrar) düşük tekrar aralığında (set başına 5 tekrar) egzersiz sırasında önemli ölçüde azaldığını gösteren araştırmalarla desteklenmektedir (Robbins ve ark., 2010). Hafif yüklenme aralığında yapılan egzersizler yüksek miktarda metabolik stres ile ilişkilidir. ≥ 15 tekrarla yapılan setler genellikle 45 saniye veya daha uzun sürer ve enerji üretiminin çoğunluğu anaerobik glikolitik sistemden türetilmesini gerektirir. Bu durum, önemli miktarda metabolit ve asidoz oluşumuna neden olur ve önemli bir kas pompası oluşturur. Ancak, hafif yükleri kaldırmak için gereken kas kasılmalarında yeterli miktarda motor ünite aktivasyonunun sağlanamayacağı ve bunun da hipertrofi kazanımını olumsuz etkileyeceği düşünülmektedir (Schoenfeld ve ark., 2014).

Orta tekrarlı bir aralıkta egzersizin, hipertrofik adaptasyonları maksimize etmek için mekanik gerilim ve metabolik stresin yaratılmasında optimal bir kombinasyonunu sağladığı iddia edilmektedir. Bu tür egzersizler sırasında kullanılan yüklenme şiddeti, hedef kas sistemindeki liflerin çoğunu kullanır ve belirli bir süre boyunca stimülasyonlarını sürdürmek için yeterince ağırdır. Dahası bu tür egzersizlerde setler genellikle 20 ila 40 saniye arasında sürer ve anaerobik glikolitik sistemden önemli bir katkı gerektirir; buna bağlı olarak da yüksek düzeyde metabolik stres üretir. Bu faktörlerden dolayı, orta yükleme genellikle hipertrofi aralığı olarak adlandırılır (Durand ve ark., 2003).

Kas mimarisi karmaşık hareket modellerini verimli ve etkili bir şekilde gerçekleştirmek için karmaşık bir şekilde düzenlenmiştir. Bu nedenle, değişen

egzersiz parametreleri (çekme açısı, hareketin düzlemi, ekstremitelerin pozisyonu) tercihli olarak kas yapısının açılarını hedefleyebilir, sinerjistleri ve stabilizatörleri az çok aktif hale getirebilir. Böylece, egzersiz seçimi belirli kasların hipertrofisini bir derecede katkıda bulunabilir (Schoenfeld, 2010).

Birçok kasın ortak başlangıç noktaları vardır ancak lifleri farklı noktalara bağlanmak üzere birbirinden ayrılır. Bu farklı başlar, çok düzlemli hareketi gerçekleştirmek için daha fazla manivela gücü sağlar. Klasik bir örnek deltoid kasıdır. Ön deltoid omuz fleksiyonu, orta deltoid abduksiyonu ve posterior deltoid yatay abduksiyonu gerçekleştirir. Diğer örnekler; pectoralis major (klavikular ve sternal başlar), biceps brachii (kısa ve uzun baş) ve gastrocnemius (medial ve lateral baş) olarak sıralanabilir. Dahası, belirli bir bölgedeki liflerin yönü, kasa daha fazla veya daha az manivela gücü sağlar. Örneğin trapezius, üst kısım skapulanın yukarı kaldırılması sağlar, orta kısım skapulayı dışarı çeker ve alt kısım skapulaya baskı yapacak şekilde alt kısımlara ayrılmıştır (Lindman ve ark., 1991).

Yapılan çalışmalar, bir kasın yalnızca farklı açılarını değil, aynı zamanda lifin bölümlere ayrılmasının bir sonucu olarak; belirli bir kas lifinin bölümlerini de hedeflemenin mümkün olduğunu göstermektedir (English ve ark., 1993).

Değişen egzersizlerin kas aktivasyonunu arttırdığına dair çalışmalar ilgi uyandırıcı olsa da belirli bir egzersizin seçici aktivasyonunun derecesi bir kasın bir kısmının, bölgeye özgü hipertrofik tepkisini arttırıp arttırmadığı belirsizliğini korumaktadır. Çok sayıda araştırma; kas hipertrofisinin, bir kas grubundaki hem bireysel kasların hem de aynı kas içindeki farklı bölgelerin tercihli büyümesi açısından, tek tip olmayan bir şekilde gerçekleştiğini göstermektedir. Örneğin, birçok çalışma, leg extension egzersizinin, quadriceps femorisin belirli bölgelerinin diğerlerinden daha fazla hipertrofi gösterdiği heterojen bir hipertrofik yanıtla

sonuçlandığını göstermiştir (Häkkinen ve ark., 2001; Housh ve ark., 1992; Narici ve ark., 1996).

İnsanlar, temel direnç egzersizlerinin hareket modellerini öğrendikten sonra, tüm vücut kas hipertrofisini maksimize etmek için çeşitlilik gösteren egzersizler kullanmalıdırlar. Serbest formu egzersizlerin yanı sıra makine tabanlı alıştırmaları da içermelidir. Benzer şekilde, kas büyümesini en üst düzeye çıkarmak için hipertrofiye özgü rutinlerde hem çok hem de tek eklemli egzersizler dahil edilmelidir (Schoenfeld, 2020).

1.6.4. Direnç Egzersizinde Kas Kasılmasının Türü

Mekanosensörler sadece stimülasyonun büyüklüğüne ve süresine değil, aynı zamanda uygulanan eylemin türüne de duyarlıdır. Kas kasılması temelde üç tür olarak değerlendirilir. Bunlar; konsantrik, eksantrik ve izometrik kasılma türleridir (Bamman ve ark., 2001).

Eksantrik kasılma, dinamik bir kasılma türüdür. Eksantrik kasılma sırasında eklem açısı büyürken, kasın boyu uzar. Bu tip kasılmada kasta oluşan net gerilimin kuvveti kasın kendi olağan kasılma mekanizması ile oluşturulan kuvvetten daha fazladır. Konsantrik kasılmada; kas gerginliği direnci karşılamak için artar ve daha sonra kas kısaldıkça stabil kalır (Padulo ve ark., 2013). İzometrik kasılma ise; gerginlik oluştuğunda kas uzunluğu nispeten sabit kaldığında meydana gelir. Örneğin, bir biceps curl sırasında, halteri aktif olarak yükseltmek veya indirmek yerine sabit / statik bir pozisyonda tutmak, izometrik kasılmanın bir örneğidir (Reed ve Bowen, 2008).

Kuvvet antrenmanının özgüllük ilkesinden yola çıkarak, eksantrik ve konsantrik

hareketlerin kas için farklı bir uyaran sağladıkları ve bu nedenle farklı adaptasyonlar oluşturabileceği öne sürülmüştür (Hortobágyi ve ark., 1996; Mccafferty ve Horvath, 1977). Eksantrik kas hareketleri konsantrik hareketlerle karşılaştırıldığında farklı fizyolojik özellikler göstermektedir (Roig ve ark., 2009). Örneğin;

1. Bu iki kasılma türü arasında farklı nörolojik model gözlemlenmiştir (Enoka, 1996).
2. Eksantrik hareketler, konsantrik hareketler ile kıyaslandığında daha hızlı ve daha geniş kortikal aktivite ile karakterize edilir (Fang ve ark., 2001).
3. Eksantrik kasılma sırasında motor ünite aktivasyonunun azalması (Nardone ve ark., 1989).
4. Artmış cross-education seviyesi (Hortobágyi ve ark., 1997).
5. Direnç egzersizine bağlı daha hızlı nöral adaptasyon, (Hortobágyi ve ark., 1996).
6. Azalmış sempatik sinir sistemi aktivitesi (Carrasco ve ark., 1999).

Mekanik perspektiften bakıldığında, kasların eksantrik olarak kasıldıklarında konsantrik kasılmaya kıyasla daha yüksek mutlak güç üretebildiği görülmektedir (Crenshaw ve ark., 1995; Westing ve Seger, 1989). Kas kuvvetindeki artışın, geliştirilen kuvvetin büyüklüğü ile orantılı olduğu düşünüldüğünde, eksantrik kasılmaları içeren kuvvet antrenmanının, sadece konsantrik antrenmana odaklanma ile karşılaştırıldığında daha büyük adaptasyonları sağlayabileceği ileri sürülmüştür (Goldberg ve ark., 1975; Hather ve ark., 1991). Bu duruma ek olarak; azalmış yorgunluk, düşük kardiyopulmoner cevaplar ve artan metabolik verimlilik eksantrik kasılmalarla ilişkilidir (Roig ve ark., 2008).

Konsantrik ve eksantrik kasılmaların hangisinin daha iyi hipertrofik cevaplar yarattığına dair tartışmalar devam etmektedir (Schoenfeld ve ark., 2017).

Yapılan çalışmaların pek çoğu, kas kütlesinin artışında eksantrik kasılmanın daha etkili olduğunu savunmaktadır (Bickel ve ark., 2005; Brown ve ark., 1993; Craig ve Kang, 1994; Garg, 2009). Dahası; Campos ve ark. (2012), eksantrik kasılma olmadan maksimal hipertrofiye ulaşılamayacağını bildirmiştir. Yapılan çalışmaların bazılarında elde edilen sonuçlar; eksantrik kasılmanın diğer kasılma türleri ile karşılaştırıldığında; daha hızlı protein sentezi cevapları, anabolik sinyal artışı ve gen ifadesi oluşturduğunu ileri sürmektedir (Eliasson, 2006; Franchi ve ark., 2014; Moore ve ark., 2005; Shepstone ve ark., 2005). Eksantrik kasılmalar, egzersiz sırasında daha ağır yüklenmelere izin vermektedir. Eksantrik kasılma sırasında üretilen kuvvet, konsantrik kasılma sırasında üretilenden %45 daha fazla olduğunu savunmaktadır (Jones ve Rutherford, 1987). Ayrıca, eksantrik kasılmanın daha fazla kas hasarı yarattığı ve bu sebeple daha fazla hipertrofi yaratabileceği belirtilmiştir (Schoenfeld, 2012).

Roig ve ark. (2009), tarafından yapılan çalışmada eksantrik kasılmaların konsantrik kasılmalara kıyasla kas çevresinde daha çok artış yarattığını belirtilmiştir. Aynı zamanda; çalışmada eksantrik kas aksiyonlarının hipertrofi oluşumunda daha etkili olduğu ancak bu sonuçların istatistiksel olarak anlamlılığı yükseltmediği sonucuna varmışlardır (%10 ve %6,8 sırasıyla). Bamman ve ark. (2001), göre maksimal kuvvet gelişiminde eksantrik antrenman yaklaşık olarak %20 - %50 daha etkilidir. Hawkins ve ark. (1999), eksantrik antrenmanlar sonucunda uyluk ve bütün bacak yağsız kütlesinde istatistiksel olarak önemli bir artış bulurken, Moore ve ark. (2012), eksantrik antrenmanlar lehine küçük bir farklılık (%6,5 - %4,6) bulmuştur ve bu farklılık istatistiksel olarak önemli değildir.

Her ne kadar çalışmalar bütün kas büyümesini değerlendirsede, ilginç bir nokta olarak belirtilmelidir ki; konsantrik ve eksantrik aksiyonlar kas büyümesine bölgesel özel etkiler göstermektedir (Schoenfeld ve ark., 2017). Franchi ve ark. (2014), Seger ve ark. (2014), konsantrik antrenmanın vastus lateralis kasının orta bölgesinin büyümesinde daha etkiliyken, eksantrik antrenmanın kasın distal

büyümesinde daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Kas biyopsisi ile yapılan üç ayrı çalışmada eksantrik antrenmanın tip II kas fibrillerinin hipertrofisinde konsantrik antrenmandan daha etkili olduğunu belirtmiştir (Farup ve ark., 2014; Hortobagyi ve ark., 1996; Vijayan ve ark., 2001). Bu konuda yapılan sadece bir çalışma Tip I hipertrofisinde eksantrik kasılmanın daha etkili olduğunu belirtmiştir (Vikne ve ark., 2006). Eksantrik kas kasılması kaynaklı kas hasarı hızlı kasılan fibrillerde yavaş kasılan fibrillere oranla daha fazla görülür. Muhtemel olarak; azalmış oksidatif kapasite, antrenman sırasında daha yüksek gerim üretilmesi ve fibril fenotipleri arasında yapısal farklılıklar bu durumun nedeni arasında yer alır (Proske ve Morgan, 2001). Bu konu ile ilgili çalışmalar devam etmektedir.

1.6.5. Direnç Egzersizinde Dinlenme Süresi

Setler arasında geçen süre dinlenme aralığı veya dinlenme süresi olarak adlandırılır. Dinlenme aralıkları; kısa (30 saniye veya daha az), orta (60 ila 90 saniye) ve uzun (3 dakika veya daha fazla) olmak üzere üç kategoriye ayrılabilir. Araştırmalar, dinlenme aralığı uzunluğunun DE'ne akut yanıt üzerinde farklı etkilere sahip olduğunu ve bu yanıtların kronik hipertrofik adaptasyonları etkilediği göstermektedir (Schoenfeld, 2010).

Schoenfeld, (2020), Ratamess ve ark. (2020), çalışmalarında kısa dinlenme aralıklarının metabolit birikimini önemli ölçüde arttırdığını bildirmiştir. Ratamess ve ark. (2007), çalışmalarında; 30 saniyelik dinlenme aralıklarının 10TM'de 5 set boyunca DE'nin hacmini %50'den fazla azalttığını ve sonraki setlerde de kademeli olarak yük miktarında da belirgin düşüşler olduğunu ancak mekanik gerim azalmasına rağmen metabolik strese artış olduğunu bildirmişlerdir.

Uzun dinlenme aralıkları, birbirini izleyen her sette mekanik gerilimi sürdürmek için sürekli bir kapasiteyi sağlar. Üç dakika veya daha uzun dinlenme aralıkları verilen direnç antrenmanlarında; güç kapasitesi 3 setin üzerinde büyük ölçüde korunduğu görülmüştür (Kraemer, 1997; Ratamess ve ark., 2007). Bununla birlikte, metabolit birikimi (özellikle laktik asit) setler arasında artan dinlenme ile azaldığı bildirilmiştir (Abdessemed ve ark., 1999).

Orta derecede dinlenme sürelerinin metabolik stres ve mekanik gerilim arasında ideal bir uzlaşma sağladığı düşünülmektedir. DE yapan bireylerin setler arasında 90 saniye dinlendiği hipertrofi tipi bir antrenman, setler arasında 5 dakikalık dinlenme ile kuvvet tipi bir antrenmana kıyasla kan laktat konsantrasyonunda önemli ölçüde daha fazla artış ve pH'ta düşüş gösterdiği bildirilmiştir (Nicholson ve ark., 2014).

Daha kısa dinlenme aralıklarının üstün kas adaptasyonları ürettiğine dair teorik bir kavrama rağmen, mevcut araştırmalar böyle bir teoriyi desteklememektedir. Setler arası daha uzun dinlenme süreleri, daha fazla yüklenme hacminin korunmasına izin vererek kas hipertrofisini artırabilir. Bu nedenle DE protokolleri genel olarak hipertrofik yanıtı en üst düzeye çıkarmak için en az 2 dakikalık dinlenme periyodu sağlanmalıdır. Bununla birlikte, daha kısa dinlenme aralıklarıyla sürekli bir şekilde egzersizin sonucu olarak; egzersiz sırasında önemli ölçüde daha yüksek 1TM yüzdesini sürdürme yeteneğini kolaylaştırdığı da gösterilmiştir (Kraemer ve ark., 1987). Bu adaptasyonlar, artan kılcal ve mitokondriyal yoğunlukla birlikte iyonların yüksek kapasite ile tamponlanması ve kas dışına taşınmasını içerir. Bu sayede performans düşüşleri en aza indirilir. Muhtemelen bu durum yüklenme hacminin daha fazla metabolik stres ile birlikte korunmasını sağlayarak daha fazla kas proteini birikimine neden olur (Schoenfeld, 2015).

Bu nedenle; egzersiz içeriğine 60-90 saniye arasında dinlenme aralıkları koymak eğer metabolik stresin gerçekten etkileri var ise avantajlı olabilir. Özellikle, yüksek

tekrarlı setler, yüksek kuvvet uygulama ihtiyacının azalması ve gelişmiş tamponlama ile bağlantılı adaptasyonları gerçekleştirmek için daha büyük potansiyel göz önüne alındığında orta dinlenme sürelerinden faydalanabilir (Schoenfeld, 2020).

1.6.6. Direnç Egzersizinde Hareketin Tekrar Süresi

Hareketin tekrar süresi (mekanik gerim altında geçen süre) bir tekrarlamamanın konsantrik, eksantrik ve izometrik bileşenlerinin toplamıdır ve tekrarlamamanın gerçekleştirildiği tempoyu belirtir (Ogborn ve Schoenfeld, 2014). Tempo; genellikle üç basamaklı olarak ifade edilir. Birinci basamak; konsantrik kasılmanın gerçekleştiği süreyi, ikinci basamak izometrik geçiş fazını (konsantrik kasılmadan eksantrik kasılmaya geçişteki) ve üçüncü basamakta eksantrik kasılmanın tamamlanma süresini belirtir. Örneğin; tempo 2-0-3 ise bu konsantrik fazın “2” saniye olduğunu, “0” ise hiç bekleme yapılmadan eksantrik faza geçildiğini ve eksantrik fazın tamamlanmasının 3 saniye aldığını belirtir. Yani hareketin bir tekrarı toplamda 5 saniyede tamamlanmıştır (Headley ve ark., 2011).

Hareketin tekrar süresinin uzatılması ile mekanik gerim altında geçen sürenin manipüle edilmesi nörofizyolojik, hormonal ve metabolik tepkileri değiştirebilir ve direnç egzersizinde kuvvet kazanımı ve kas hipertrofisini etkileyebilir.

Mekanik gerim altında geçen süre tempo değişiklikleriyle isteğe bağlı olarak belli ölçüde manipüle edilebilir. Ancak bu manipülasyon iki duruma bağlıdır. Birincisi yüklenmenin şiddeti, ikincisi ise; birikmiş yorgunluk seviyesidir. Ağır yüklenmeler, kişinin 1TM seviyesine yaklaştıkça; amaç mümkün olduğunca çabuk kaldırmak olsa dahi daha uzun zaman alır. Dahası yorgunluğun başlaması, çalışan fibrillerinin kuvvet sürdürebilirliği yetersizliğinden dolayı hız düşmeye başlar. Ağırlık kaldırma kapasitesi; çok düşük yüklerde dahi belli bir noktadan sonra kısıtlanır. Yapılan bir

Çalışma bench press de 5TM olarak yapılan hareketin ilk 3 tekrarının yaklaşık olarak “1.2” ile “1.6” saniye sürdüğünü halbuki dördüncü ve beşinci tekrarların ise “2.5” – “3.3” saniyeyi bulduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, deneklerin tüm tekrarlarda patlayıcı bir şekilde kaldırmaya çalışmış olmasına rağmen ortaya çıkan sonuçlardır (Mookerjee ve Ratamess, 1999).

1TM’un %80’i altında yüklenmeler ile yapılan çalışmalar sporcuya hareketin konsantrik faz temposunu değiştirmesine olanak verir. Daha düşük yüklenmeler ile yapılan çalışmalar bu yeteneğin gelişmesine yardımcı olur.

Bazı araştırmacılar; hareketin konsantrik fazı sırasında bilinçli olarak yapılan yavaşlamanın hareketin momentumunu azalttığını ve böylece kasın maruz kaldığı yüklenmenin arttığını kabul etmektedir (Westcott ve ark., 2001). Teorik olarak; artan mekanik gerim, hücre içinde anabolik sinyalin başlamasına aracılık edebilir ve böylece daha fazla hipertrofik yanıt ortaya çıkabilir (Johnson, 2005). Dahası çok hızlı bir şekilde ağırılık kaldırmanın potansiyel bir negatif etkisi de metabolik stresin azalmasıdır (Mazzetti ve ark., 2007).

Literatürde istemli olarak yapılan tempo değişimlerinin direnç egzersizlerinde hipertrofik cevabı arttırıp arttırmayacağı kesinlik kazanamamıştır (Schoenfeld ve ark., 2015). řu andaki bulgular direnç egzersizlerinde tekrar süresinin aralığı 0.5 – 6 saniyeden kasın daha fazla g üretemediği noktaya kadar yapılan çalışmaların kas hipertrofisinde küçük farklılıklar yarattığı düşünülmektedir. Hipertrofi sağlamak öncelikli amasa 4-6 saniye aralıkları tavsiye edilmektedir (Ratamess ve ark., 2009). Bu nedenle, temel amaç kas hipertrofisini en st düzeye çıkarmak olduğunda tekrarlama süresi geniş bir aralığa yayılabilir (Schoenfeld, 2016).

Tekrarlama süresi 1-3 saniye arasında değişen eksantrik ve konsantrik temponun uygulanabilir seçenekler olduğu düşünülmektedir. Diğer taraftan çalışmalar kısıtlı olsa dahi tekrar süresi 10 saniyeyi geçen uygulamaların kasın hipertrofik yanıtları açısından minimal düzeyde katkı yapacağı düşünülmektedir. Bazı çalışmalar ise; oldukça yavaş yapılan direnç antrenmanların kas hipertrofisine zararlı etkileri olabileceğini belirtmektedir (Keogh ve ark., 1999).

1.6.7. Direnç Egzersizinde Egzersizin Sıralaması

Mevcut DE yönergeleri, bir antrenmanın erken dönemlerinde birkaç kas grubunun ve birden çok eklem noktasının katıldığı egzersizlerin yapılmasını (multijoint exercise- bench press, squat, leg press, shoulder press) ve daha sonra tek bir kas grubunun ve tek bir eklem dahil olduğu hareketlerin (singlejoint exercise- kickback, leg flexion, leg extension) gerçekleştirilmesini önermektedir (Kraemer ve ark., 2002).

Bu konuda yapılan çalışmalar multijoint egzersizlerin öncesinde benzer kas gruplarına hedefleyen singlejoint egzersizler yapıldığında performansın bu egzersizlerde önemli ölçüde düştüğünü göstermektedir (bench press, squat, leg press, shoulder press) (Simao ve ark., 2005). Örneğin; arm curl hareketi yapıldığında biceps brachii kasında yorgunluk oluşur ve bu nedenle daha büyük latissimus dorsi kasına aşırı yüklenme kabiliyeti kısıtlanır. Bu durumun sonucu olarak sonraki lat pulldown egzersizinde oluşan yorgunluğun etkisiyle performansta düşüş yaşanır (Schoenfeld, 2020).

Egzersiz sırasının büyük kas gruplarından küçük kas gruplarına doğru ilerlemesi gerektiği genel kabul görmesine rağmen, konu tam bir belirlilik kazanmamıştır. Yapılan akut çalışmalarda; çalışılan kasın büyüklüğünden bağımsız olarak, hareketin

tekrar sayısı ile belirlenen şiddetin, egzersiz sonuna doğru performansta düşüşle sonuçlanacağını göstermektedir (Simao ve ark., 2012).

Bununla birlikte, büyük kas gruplarının dahil olduğu egzersiz sırasında kullanılan daha ağır yükler göz önüne alındığında, bu egzersizler küçük kas gruplarını içerenlerden sonra yapıldığında düşüşlerin mutlak büyüklüğü genellikle daha fazladır. Bu nedenle, büyük kas egzersizleri antrenman seansının başlarında yerleştirildiğinde antrenman hacmi daha iyi korunma eğilimindedir (Schoenfeld, 2020).

1.6.8. Direnç Egzersizinde Hareketin Genişliği

Yapısal anatomi ve kinesiyojinin temel ilkeleri; kasların farklı eklem açılarında yapılan hareketlerin, egzersize daha büyük katkıları olduğunu belirtir. Örneğin, leg extension sırasında quadriceps kaslarının farklı şekilde aktive edildiğine dair sonuçlar vardır. Vastus lateralis hareketin ilk 60°'si sırasında maksimal bir şekilde aktif olurken vastus medialis kası hareketin genişliğinin 60°'sinin sonunda tamamen aktif olur (Signorile ve ark., 2014). Arm curl hareketi sırasında da benzer bulgular rapor edilmiştir. Kasın kısa başı, hareketin son aşamasında daha aktif görünmektedir (yani, daha fazla dirsek fleksiyonu sırasında), oysa uzun başı hareketin erken fazlarında daha aktiftir (Brown ve ark., 1993).

Kısmi ve tam hareket genişliğini karşılaştıran çalışmalar; tam hareket genişliğinin hipertrofik yanıtlarının daha iyi olduğuna dair net bulgular sunmaktadır (Schoenfeld, 2020). Pinto ve ark. (2012), dirsek fleksörlerinin tam hareket genişliğinde yapılan egzersizin (0 ila 130° fleksiyon), kısmi hareket genişliğinde yapılan egzersize (50 ila 100° fleksiyon) kıyasla kas kalınlığında daha fazla artış sağladığını gösterdiğini belirtmiştir. Benzer şekilde, McMahon ve ark. (2014), leg extension hareketinin tam hareket genişliğinde (0 ila 90°) ve kısmi hareket genişliğinin (0 ila 50°) her ikisinde

de kasın kestisel alanı arttığını ancak; tam hareket genişliğinde hipertrofinin daha fazla olduğunu kaydetmiştir.

Hareketin geniş açılarda yapıldığı egzersizlerin hareket genişliğinin düşük açıda yapıldığı egzersize göre daha fazla hipertrofik adaptasyonları teşvik ettiğini gösteren farklı çalışmalar mevcuttur. Bulguların kombinasyonu, yüksek hareket genişliğiyle birlikte uzayan kas boyunun; kas hipertrofisi için optimal bir pozisyon olduğunu gösterir.

1.6.9. Direnç Egzersizinde Eforun Yoğunluğu

DE sırasında harcanan çaba, genellikle efor yoğunluğu olarak adlandırılır ve egzersize bağlı hipertrofiyi etkileyebilir. Efor yoğunluğu genellikle; kasların artık kuvvet üretemediği noktaya yakınlık ile ölçülür (Schoenfeld, 2010). DE’de hareket tekrarında başarısızlığa kadar devam etmenin faydaları hala tartışma konusu olsa da genellikle hipertrofik yanıtı maksimize etmek için uygulamanın gerekli olduğu düşünülmektedir (Burd ve ark., 2011; Willardson ve ark., 2010). DE’de hareket tekrarında başarısızlık yaşanana kadar egzersize devam etmenin birincil sebebi tüm fibril tiplerinde maksimum protein elde etmek için gereklilik olan motor ünite katılımını maksimize etmektir.

Literatür, hipertrofiye yönelik bir DE programında hareket tekrarında yorgunluğa kadar en azından bazı setler gerçekleştirmenin faydası olduğunu göstermektedir. Ancak başarısızlığa kadar sürdürülen egzersizlerin sürekli hale getirilmesi işlevsel olmayan fazla çalışmaya neden olabilir. Kas adaptasyonlarını maksimize etmek için en iyi yaklaşım başarısızlığa kadar sürdürülen egzersizlerin kullanımının ve sıklığının dönemsel yapılmasıdır (Schoenfeld, 2020).

1.7. Amaç

Bu çalışmanın amacı; dinamik direnç egzersizi sırasında, hareketin tekrar süresinin kuvvet gelişimi ve kas hipertrofisi üzerine farklı etkilerinin olup olmadığının incelenmesidir. DE'nin kas kuvvet gelişimi ve kas hipertrofisi üzerine olumlu etkileri olduğu iyi bilinmektedir ve bu olumlu etkiyi maksimize etmek için direnç egzersizinin sıklık, şiddet, egzersiz tipi gibi pek çok akut değişkeni sıklıkla manipüle edilmektedir. Kas hipertrofisini etkileyebilecek sıklıkla göz ardı edilen bir değişkende hareketin tekrar süresidir. Direnç antrenmanları sırasında hareketin tekrar süresinin, organizmanın cevabının değişip değişmediği net olarak bilinmemektedir. Bu bağlamda tezin amacı, farklı tekrar sürelerinde yapılan DE'nin kas kuvveti ve kas hipertrofisi gelişimine farklı bir etkisinin olup olmayacağını incelemektir.

1.8. Problemler

Farklı tekrar sürelerinde yapılan dinamik direnç egzersizleri; kas hipertrofisi, kas kuvveti ve VYY değerleri üzerinde farklı etkiye sahip midir?

1.9. Alt Problemler

1. Farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokolleri; zamana ve yapılan antrenman protokolüne bağlı olarak pectoralis major kas kalınlığı üzerinde farklı etkiye sahip midir?

2. Farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokolleri; zamana ve yapılan antrenman protokolüne bağlı olarak biceps brachii kas kalınlığı üzerinde farklı etkiye sahip midir?
3. Farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokolleri; zamana ve yapılan antrenman protokolüne bağlı olarak triceps brachii kas kalınlığı üzerinde farklı etkiye sahip midir?
4. Farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokolleri; zamana ve yapılan antrenman protokolüne bağlı olarak rectus femoris - kas kalınlığı üzerinde farklı etkiye sahip midir?
5. Farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokolleri; zamana ve yapılan antrenman protokolüne bağlı olarak vastus intermedius kas kalınlığı üzerinde farklı etkiye sahip midir?
6. Farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokolleri; zamana ve yapılan antrenman protokolüne bağlı olarak biceps femoris kas kalınlığı üzerinde farklı etkiye sahip midir?
7. Farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokolleri; zamana ve yapılan antrenman protokolüne bağlı olarak semitendinosus – semimembranosus kas kalınlığı üzerinde farklı etkiye sahip midir?

8. Farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokolleri; zamana ve yapılan antrenman protokolüne bağlı olarak vücut yağ yüzde oranları üzerinde farklı etkiye sahip midir?
9. Farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokolleri; zamana ve yapılan antrenman protokolüne bağlı olarak 1TM bench press değerleri üzerinde farklı etkiye sahip midir?
10. Farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokolleri; zamana ve yapılan antrenman protokolüne bağlı olarak 1TM leg extension değerleri üzerinde farklı etkiye sahip midir?
11. Farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokolleri; zamana ve yapılan antrenman protokolüne bağlı olarak 1TM leg curl değerleri üzerinde farklı etkiye sahip midir?
12. Farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokolleri; zamana ve yapılan antrenman protokolüne bağlı olarak 1TM barbell curl değerleri üzerinde farklı etkiye sahip midir?
13. Farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokolleri; zamana ve yapılan antrenman protokolüne bağlı olarak 1TM triceps extension değerleri üzerinde farklı etkiye sahip midir?

14. Farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokolleri; bench press, leg extension, leg curl, barbell curl ve triceps extension kassal dayanıklılık değerleri üzerinde farklı etkiye sahip midir?

1.10. Denenceler

1. Farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokolleri; biceps brachii kas kalınlığı değerleri üzerinde istatistiksel olarak farklı etkiye sahiptir.
2. Farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokolleri; triceps brachii kas kalınlığı değerleri üzerinde istatistiksel olarak farklı etkiye sahiptir.
3. Farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokolleri; pectoralis major kas kalınlığı değerleri üzerinde istatistiksel olarak farklı etkiye sahiptir.
4. Farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokolleri; rectus femoris kas kalınlığı değerleri üzerinde istatistiksel olarak farklı etkiye sahiptir.
5. Farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokolleri; vastus intermedius kas kalınlığı değerleri üzerinde istatistiksel olarak farklı etkiye sahiptir.

6. Farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokolleri; biceps femoris kas kalınlığı değerleri üzerinde istatistiksel olarak farklı etkiye sahiptir.
7. Farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokolleri; semitendinosus – semimembranosus kas kalınlığı değerleri üzerinde istatistiksel olarak farklı etkiye sahiptir.
8. Farklı tekrar sürelerinde yapılan dinamik direnç egzersizi protokolleri; 1TM bench press, 1TM triceps extension, 1TM biceps curl, 1TM leg extension, 1TM leg curl değerleri üzerinde istatistiksel olarak farklı etkiye sahiptir.
9. Farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokolleri; vücut yağ oranı üzerinde istatistiksel olarak farklı etkiye sahiptir.
10. Farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokolleri; bench press, leg extension, leg curl, barbell curl ve triceps extension kassal dayanıklılık değerleri üzerinde farklı etkiye sahiptir.

1.11. Sınırlılıklar

Bu araştırma Bozok Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesinde öğrenim gören yaş ortalamaları $22,19 \pm 1,93$ yıl olan, en az 2 yıldır haftada iki defa, 2 saat rekreatif amaçla spor yapan, kronik rahatsızlığı bulunmayan, besinsel veya farmakolojik ergojen kullanmayan sağlıklı 21 erkek katılımcı ile 6 hafta süresince haftada 3 kez

olacak şekilde sınırlandırılmıştır. Çalışma kapsamında katılımcıların beslenme programı ve uyku düzeni takip edilmemiştir. Katılımcıların DE'den 6 hafta öncesinde ve sonrasında 1TM değerleri, kassal dayanıklılık değerleri, vücut kompozisyonu değerleri ve kas kalınlığı ölçümleri değerlendirmeye alınmıştır.

1.12. Araştırmanın Önemi

Direnç egzersizleri; kas kütlesini arttırmak, sportif performansı geliştirmek, kuvvet gelişimi gibi pek çok amaçla sıklıkla kullanılmaktadır. Herhangi bir yaşta veya fiziksel uygunluk seviyesinde başarılı bir direnç egzersizi programı için en önemli faktör; uygun bir program tasarımıdır. Etkili bir direnç egzersizi programı hazırlamak amacıyla; direnç egzersizinin akut değişkenleri (egzersiz tipi, haftalık egzersiz sıklığı, şiddeti, dinlenme süresi, kasılma türü, tekrar süresi vb.) sıklıkla manipüle edilmektedir. Bu akut değişkenler arasında kas hipertrofisini etkileyebilecek; ancak sıklıkla göz ardı edilen bir diğer değişkende hareketin tekrar süresi yani temposudur. Hareketin tekrar süresinin kas kuvveti ve kas hipertrofisi üzerine etkileri literatürde netlik kazanmamıştır. Bu konu antrenörler ve sporcular için henüz cevabı netlik kazanmayan bir sorudur. Bu çalışmada, uygulanacak farklı tempoda direnç egzersizlerinin kas kuvvet gelişimi ve kas hipertrofisi gelişimine etkisinin incelenmesi ilgili literatüre katkı sağlaması açısından önemlidir.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Araştırma Grubu

Araştırmaya Bozok Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesinde öğrenim gören en az 2 yıldır düzenli olarak haftada 2 gün, en az 2 saat süreyle rekreasyonel amaçla egzersiz yapan 30 erkek öğrenci gönüllü olarak katılmıştır. Çalışmanın dördüncü haftasında COVID-19 dolayısıyla 9 katılımcı kendi istekleri ile çalışmadan ayrılmıştır. Ultrason ölçümleri Yozgat Bozok Üniversitesi Araştırma ve Uygulama hastanesinde, antropometrik ölçümler ve kuvvet değerlendirmesine ilişkin ölçümler Yozgat Bozok Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesinde alınmıştır. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan çalışmanın uygulanması için Etik Kurul onayı alınmıştır (EK-1).

Araştırmaya dahil edilme kriterleri;

- Bireyin gönüllü olur formu ile gönüllülüğü kabul etmiş olması,
- Rekreasyonel amaçla egzersiz yapmak, (düzenli olarak en az 2 yıl süresince, haftada en az 2 gün, 2 saat süreyle) şeklinde belirlenmiştir.

Araştırmaya dahil edilmeme kriterleri;

- Bireyin kronik bir hastalığa sahip olması,
- Düzenli olarak ergojenik yardımcı kullanması,
- Bireyin gönüllü olur formu ile gönüllülüğü kabul etmiş olmaması olarak belirlenmiştir.

Gönüllü katılımcılara araştırmanın bütün safhaları öncelikle yüz yüze konuşarak anlatılmış daha sonra araştırma ile ilgili detaylı bilgi içeren “Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu” okutulduktan sonra doldurmaları istenmiştir (EK-2).

Çizelge 2.1. Araştırmaya Katılan Grupların Tanımlayıcı İstatistik Çizelgesi

Değişkenler	Gruplar	N=21	Ort. $\pm$ SS	Aralık	Ort. $\pm$ SS (Toplam)
Yaş	YTG	7	22,14 $\pm$,6,90	21-23	22,19 $\pm$ 1,94
	OTG	7	23,00 $\pm$ 2,00	21-27	
	STG	7	21,43 $\pm$ 2,57	18-26	
Boy (cm)	YTG	7	170,28 $\pm$ 12,98	151-186	171,07 $\pm$ 9,73
	OTG	7	169,65 $\pm$ 7,71	161-182	
	STG	7	173,28 $\pm$ 8,90	154-179	
VA (kg)	YTG	7	72,18 $\pm$ 5,01	63,60-79,10	71,92 $\pm$ 10,35
	OTG	7	65,67 $\pm$ 4,74	58,60-71,20	
	STG	7	77,91 $\pm$ 14,98	55,70-100,50	
VYY (%)	YTG	7	15,41 $\pm$ 2,10	12,20-18,20	14,91 $\pm$ 2,68
	OTG	7	13,64 $\pm$ 2,24	10,30-16,80	
	STG	7	15,70 $\pm$ 3,40	10,00-20,70	

VYY: Vücut yağ yüzdesi; VA: Vücut ağırlığı; YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG: Orta Tempo Grubu; STG: Serbest Tempo Grubu

2.2. Veri Toplama Araçları

Çalışmanın bu bölümünde katılımcıların fizyolojik parametrelerinin ölçülmesi amacıyla kullanılan materyallere yer verilmiştir.

2.2.1. Antropometrik Ölçüm Aracı

Katılımcıların boy uzunlukları $\pm 0.1\text{cm}$ hata ile ölçen stadiometre (SECA), vücut ağırlıkları akıllı analiz tartı (Tanita BC 601) ile ölçüldükten sonra, vücut kompozisyonları dual enerji x-ray absorptiometry (DEXA, GE Healthcare, Madison, USA) ile değerlendirilmiştir.



Şekil 2.1. DEXA



Şekil 2.2. Tanita BC-601



Şekil 2.3. Stadiometre

2.2.2. Kas Kalınlığı Ölçüm Aracı

İskelet kası kalınlığının değerlendirilmesinde ultrasonografik görüntüleme (US) kullanılmıştır. Belirtilen noktalarda kas kalınlığı ölçümü için B-mod ultrasonografik görüntüleme cihazı ve lineer probdan faydalanılmıştır (GE Healthcare LOGIQ S7 Expert, değiştirilebilir frekans bandı 4.2-13.0 MHz; Wisconsin, USA). Bütün ölçümlerde ultrason cihazı; gain 52 dB, derinlik 9 cm ve frekans ayarı 12 MHz olarak ayarlanmıştır.



Şekil 2.4. US cihazı



Şekil 2.5. Lineer prob

2.2.3. Kassal Kuvvet ve Kassal Dayanıklılık Ölçüm Aracı

1TM değerinin ve kassal dayanıklılığın belirlenebilmesi için antrenman protokolünde kullanılacak olan hareketlerde değerlendirme yapılmıştır.

- Bench Press hareketi için; sehpa, olimpik bar ve ağırlık diskleri kullanılmıştır. Olimpik bar ağırlığı 20 kg'dır.
- Leg curl ve leg extension hareketleri için; Profitness 213d Leg Extension / Leg Curl markalı fitness malzemesi kullanılmıştır.
- Triceps extension için; aşağı eğimli sehpa, olimpik bar ve ağırlık diskleri kullanılmıştır.
- Biceps curl hareketi için; olimpik bar ve ağırlık diskleri kullanılmıştır.



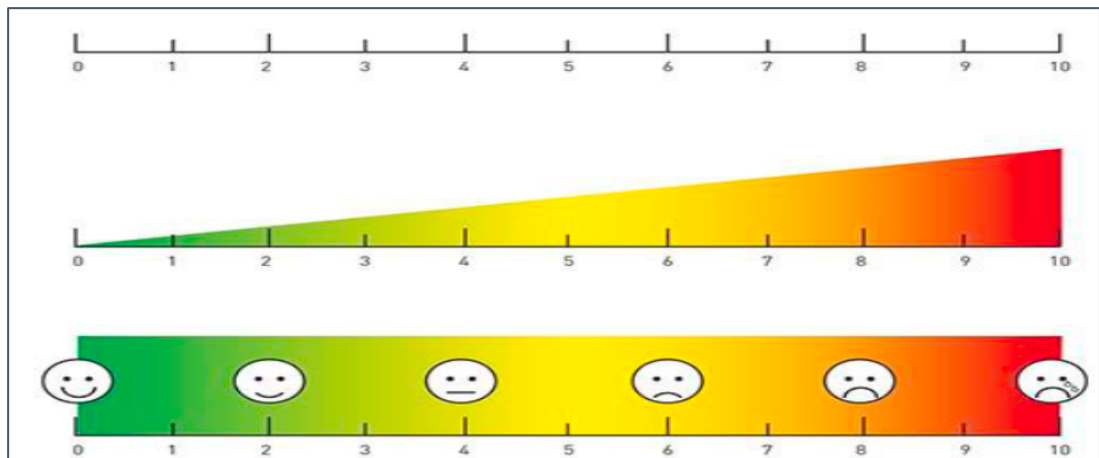
Şekil 2.6. Leg extension / Leg curl

2.2.4. Algılanan Zorluk Derecesi ve DOMS Değerlendirmesi Ölçüm Aracı

Algılanan zorluk derecesi (AZD) 6-20 Borg skalası ile ölçülmüştür. Gecikmeli kas ağrısı (DOMS: Delayed onset muscle soreness) değerlendirme egzersiz sonrası 24. ve 48. saatlerde görsel analog skala kullanılarak yapılmıştır.

SKOR	ALGILANAN ZORLUK
6	Zorluk Yok
7	Çok çok hafif
8	
9	Çok hafif
10	
11	Hafif
12	
13	Biraz zor
14	
15	Zor
16	
17	Çok zor
18	
19	Çok çok zor
20	Maksimum zor

Şekil 2.7. Borg Skalası



Şekil 2.8. Görsel Analog Skala

2.3. Verilerin Toplanması

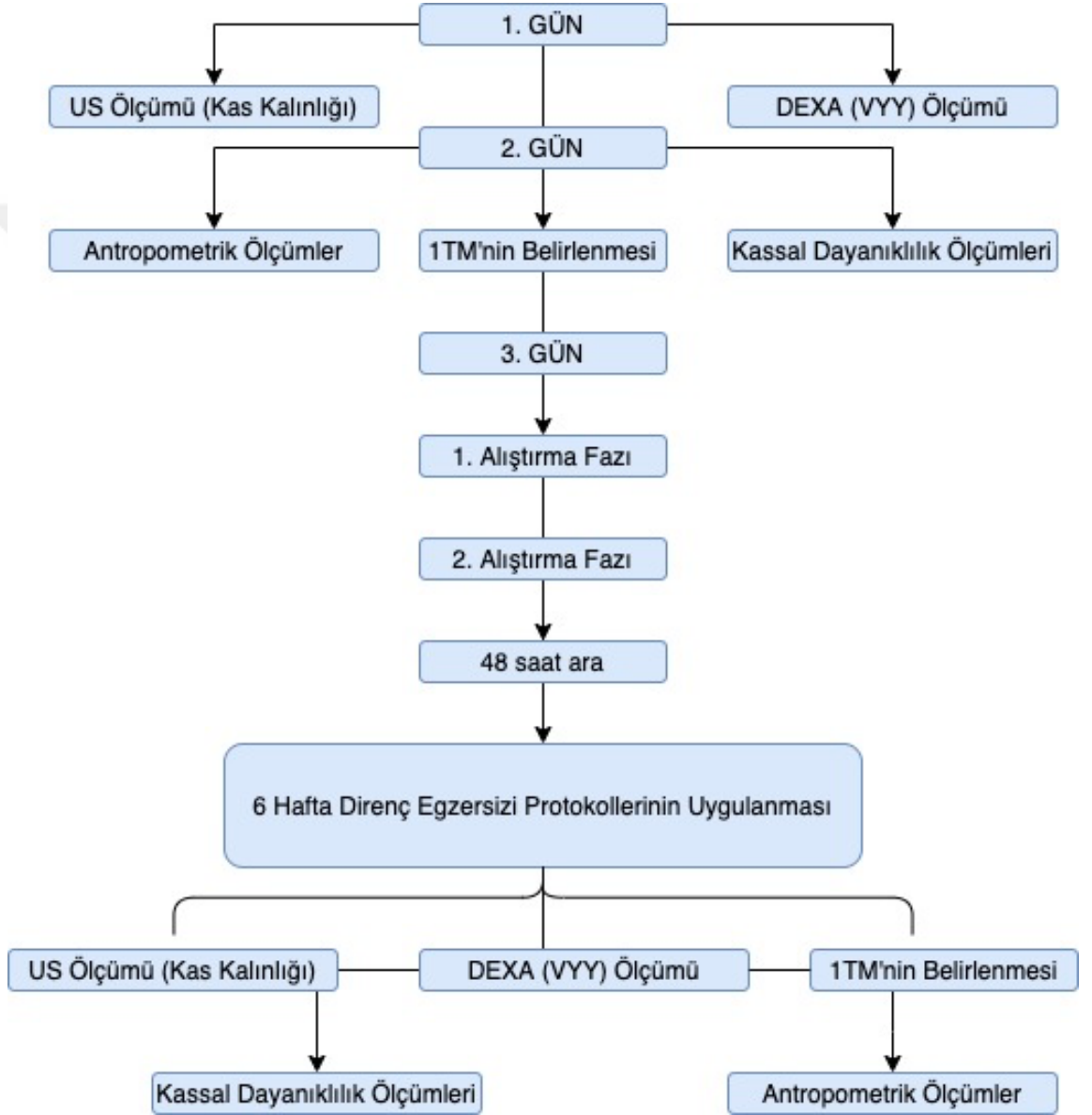
Bu başlık altında verilerin toplanması, gönüllü seçimi ile ilgili ayrıntılara ve genel araştırma protokolünün şematik gösterimine yer verilmiştir.

2.3.1. Gönüllü Seçimi

Örneklem büyüklüğünün tespiti için yapılan güç analizinde (güven aralığı = .95, $\alpha=0.5$) çalışmaya katılması gereken minimum katılımcı sayısı 21 olarak belirlendi. Bu çalışma Yozgat Bozok Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesinde öğrenim gören ve gönüllü olarak katılım gösteren bireylerle yapılmıştır. Araştırmanın içeriği detaylı bir şekilde ve araştırmacının kendilerinden beklentileri yüz yüze anlatıldıktan sonra; çalışmaya katılma kriterleri anlatılarak verilen demografik bilgi formunu doldurmaları istenmiştir. Bu aşamadan sonra çalışmaya katılma kriterlerini sağlayan bireylerden “Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu” dikkatle okuyarak imzalamaları sağlanmıştır (EK-2). Katılımcılardan araştırma protokolü süresince başka bir direnç egzersizi yapmamaları ve bu süreçte ergojenik yardım maddesi kullanmamaları istenmiştir.

2.3.2. Araştırma Protokolü

Bu başlık altında araştırma süresince uygulanacak basamaklar detaylı bir şekilde gösterilmiştir.



Şekil 2.9. Araştırma Protokolü

2.3.3. 1 Tekrar Maksimum ve Kassal Dayanıklılık Test Protokolleri

Araştırma programına başlamadan önce ve sonra bench press, leg extension, biceps curl, leg curl, triceps extension hareketleri için 1TM ve kassal dayanıklılık değerleri aşağıdaki protokol izlenerek belirlenmiştir.

1TM'un belirlenmesi için aşağıdaki protokol izlenmiştir.

1. Öncelikle katılımcıya 5-10 tekrarı rahatlıkla yapabileceği bir ağırlık yüküyle ısınma yaptırıldı.
2. 1 dakika dinlenme süresi verildi.
3. Isınma sırasında kaldırılan ağırlık yükünden yola çıkarak sporcunun 3-5 tekrar yapabileceği yeni bir ağırlık yükü belirlendi.
 - Üst ekstremité için 4 -9 kg veya %5-%10 artış,
 - Alt ekstremité için 14 -18 kg veya %10-%20 artış.
4. 2 dakika dinlenme süresi verildi.
5. Katılımcının maksimaline yakın ve 3-5 tekrar yapmasını sağlayacak yeni ağırlık yükü belirlendi.
 - Üst ekstremité için 4 -9 kg arasında veya %5-%10 arasında artış,
 - Alt ekstremité için 14 -18 kg arasında veya %10-%20 arasında artış.
6. 2-4 dakika arasında dinlenme süresi verildi.
7. Ağırlık yükü arttırıldı.
 - Üst ekstremité için 4 -9 kg arasında veya %5 ila %10 arasında artış,
 - Alt ekstremité için 14 -18 kg arasında veya %10 ila %20 arasında artış.
8. Katılımcıdan belirlenen yeni 1TM yüküyle kaldırılması istendi.
9. Eğer katılımcı başarılı ise; 7. adıma geri dönüldü ve ağırlık yükü belirtilen düzeyde arttırıldı. Katılımcı başarısız olursa 2 ila 4 dakika arasında dinlenme süresi verilip, aşağıda belirtilen düzeyde ağırlık yükü azaltıldı.
 - Üst ekstremité için 2 – 4 kg arasında veya %5 ila %10 arasında,

- Alt ekstremité için; 7-9 kg arasında veya %5 ila %10 arasında ağırlığın düşürülmesi ve 8. adıma geri dönülerek 1TM'un belirlenmesi (Earl, 2006).

Katılımcılar doğru tekniğe uygun bir şekilde 1TM değeri belirlenene kadar ağırlık yükü azaltılıp artırılarak doğru değeri bulunmaya çalışıldı. Katılımcıların hepsi 3 ila 5 test sonunda 1TM değeri belirlendi. İlk belirlemeden sonra iki haftada bir tekrar 1TM değerlendirmesi yapılarak yüklenme şiddeti tekrar düzenlenmiştir.

Dinamik kas dayanıklılığı, sporcunun 1TM yüzdesinin sabit bir yüzdesiyle yapabildiği en fazla tekrar sayısı ile ölçülebilir (Frank ve Howley, 1989). Mevcut çalışmada kas dayanıklılığın belirlenmesi her hareket için tespit edilen 1TM değerinin %50'si kullanıldı. Katılımcılardan her hareket için 1TM'nin %50'si ile yapabilecekleri maksimum tekrar sayısına ulaşmaları istendi.

2.3.4. Direnç Egzersizi Protokollerinde Uygulanan Hareketler

Bu başlık altında DE sırasında uygulanacak egzersizler detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

2.3.4.1 Bench Press

Başlangıç konumu; ayaklar yerde sırtüstü bir şekilde düz sıraya yatılır. Olimpik bar üstten tutuş ile omuz genişliğinden (8-13 cm) daha geniş olarak kavranarak dikmelerden çıkartılır. Bar kolların tam olarak gergin olduğu bir konumda göğüs hizasında, dirsekler bükülmeden tutulur. Ağırtırma uygulaması sırasında bar yavaşça göğüs hizasına kadar indirilir. Bar hafifçe göğse dokunduğunda yukarı-başlangıç

konumuna kadar iteklenir Birincil olarak çalışan kaslar pectoralis major (orta göğüs), anterior deltoids, triceps brachii (Bompa ve ark., 2014).

2.3.4.2 Biceps Curl

Başlangıç konumu; avuç içleri yukarı doğru, eller omuz genişliğinden 5-8 cm uzakta alttan tutuş ile bar kavranır. Sırt düz bir konumda, dizler hafifçe öne bükülü, ayaklar omuz genişliğinden biraz daha açık ayakta durulur. Kollar gergin bir biçimde barı tutarken, bar bacakların üst bölgesindedir. Bu bölümde bar bacağın üst bölümünde tutulur. Uygulama sırasında bar dirsekten omuzlara doğru bükülür. Biceps de en üst düzey bir kasılma sağlandıktan sonra bar başlangıç konumuna getirilir. Birincil olarak çalışan kaslar biceps brachii (kısa başı), ikincil olarak çalışan biceps brachii (uzun başı) (Bompa ve ark., 2014).

2.3.4.3 Triceps Extension

Başlangıç konumu; avuç içi aşağı gösterir, eller omuz genişliğinden biraz daha dar uzaklıkta üstten tutuş ile olimpik bar kavranır. Aşağı eğimli sırada oturulur ve ayaklar aşağı eğimli sıranın ayaklıklarının altına korunmak için yerleştirilir. Aşağı eğimli sıranın üzerine yatılır ve olimpik bar göğüsten itekleme (bench press) konumuna getirilir. Kollar gergin ve avuç içi yukarı gösterecek biçimde bar göz hizasında tutulur. Alıştırmanın uygulaması sırasında üst kol sabit bir biçimde dirseklerden bükülerek bar, başın önüne geldiğinde triceps kasları tam olarak gerilmiş olacaktır Birincil olarak çalışan kaslar triceps brachii (dış ve orta başlar) (Bompa ve ark., 2014).

2.3.4.4 Leg Extension

Başlangıç konumu; bacak uzatma aracında oturulur ve dizlerin arkasında sıkıca koltuğun kenarına bastırılır. Ayak bileklerinin ön yüzleri ayaklığın altına yerleştirilir ve aracın yanındaki destek koltukları tutulur. Alıştırma uygulaması sadece alt bacaklar hareket ettirilir ve çalışılan ağırlık quadriceps kasları tamamen uzatılmış bir konuma gelinceye kadar kaldırılır. En üst düzeyde bir quadriceps kasılması sağlanır. Daha sonra başlangıç konumuna kadar ayaklar başlangıç konumuna indirilir. Hareketin uygulaması istenen sürede ve tekrar sayısında yapılarak bitirilir. Birincil çalışan kaslar vastus medialis, vastus lateralis, rectus femoris, vastus intermedius (Bompa ve ark., 2014).

2.3.4.5 Leg Curl

Başlangıç konumu hamstring bükme aracı üzerine ayak bilekleri yastıkları üzerinde olacak bir biçimde oturulur. Dizler üstüne bir uyluk yastığı yerleştirilir. Böylece hareketin uyluk kasları tarafından rahatça yapılması sağlanır. Sırt aracın arkasındaki destek yüzeyine sıkıca dayanarak yerleştirilir. Alıştırma uygulamasında; dizlerden bükme ile topuklar kalçanın altına doğru getirilir. En üst düzeyde bir kasılma sağlamak için ayaklar ulaşabileceği en son yere kadar geriye doğru çekilmelidir. Hareketin sınırına ulaşıldığında, bacak yavaşça ağırlığın direnç göstermesinden dolayı yukarı doğru başlangıç noktasına getirilmelidir. İstenen sayı ve sürede tamamlayıncaya kadar alıştırma uygulanır Birincil çalışan kaslar biceps femoris, semimembranosus, semitendinosus (Bompa ve ark., 2014)

2.3.5. Tempo Protokollerinin Uygulanması

Araştırmada üç farklı tempoyu içeren direnç egzersizleri haftada üç kez 48 saat aralıklarla üç farklı gruba uygulandı. Katılımcılar direnç egzersizine başlamadan önce özel bir ısınma rutini uygulamışlardır;

- Koşu bandında 10 dk yürüyüş veya koşu,
- Serbest ısınma rutinleri ve esneklik çalışmaları,
- Üst ekstremité için boş olimpik bar ile 5-10 tekrar içeren triceps extension, bench press ve barbell curl hareketleri,
- Alt ekstremité için leg extension ve leg curl hareketleri (ağırlık yüklenmeden) 5-10 tekrar olarak yapılmıştır.

Isınma sonrasında bench press, leg extension, biceps curl, leg curl, triceps extension hareketleri 1TM değerinin %70'i ile 10 tekrar, 4 set, setler arası 2 dakika dinlenme, hareketler arası 4 dakika dinlenme olacak şekilde gerçekleştirildi.

Çalışma grubu; hareketi tamamlama sürelerine göre üçe ayrıldı. 1. grup; yavaş tempo grup (YTG) olarak adlandırıldı ve her hareket için tekrar süresi; konsantrik fazda 2 saniye, eksantrik fazda 4 saniye (2:4), 2. grup; orta hız grubu (OTG) olarak adlandırıldı ve tekrar süresi konsantrik fazda 1 saniye, eksantrik fazda 2 saniye (1:2), 3. grup için ise; herhangi bir tekrar süresi belirlenmedi ve katılımcıların tekrar süresi serbest seçimlerine (STG) bırakıldı. Katılımcıların serbest seçim hareket tempoları eksantrik ve konsantrik fazlar için not edildi ve STG grubunun hızlı bir tempo tercih ettiği ($\bar{x}=1K:1E$ sn) görüldü. Tekrarlar arasında dinlenme süresi verilmedi. Hareketlerin temposunun sporcu tarafından 10 tekrar, 4 set, setler arası 2 dakika dinlenme, hareketler arası 4 dakika dinlenme doğru uygulanabilmesi için dijital metronom ve kronometre kullanılarak sözlü bildirim verildi. Algılanan zorluğun belirlenmesi amacıyla egzersiz bitiminde Borg skalası, gecikmeli kas ağrısı

değerlendirmesi için ise egzersizden sonraki 24. ve 48. saatlerde Görsel Analog Skala kullanılarak belirlendi.

2.3.6. Ağıstırma Fazlarının Uygulanması

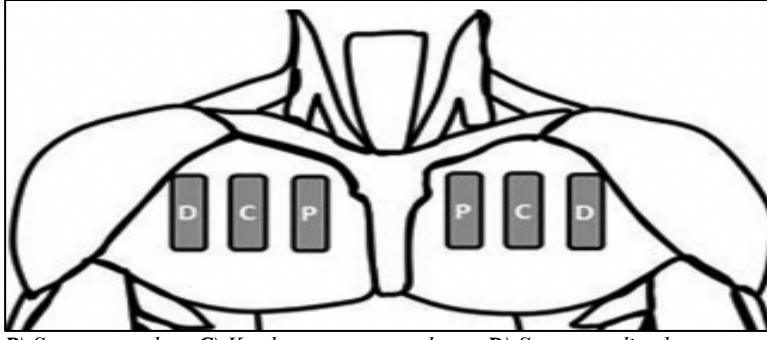
Ağıstırma fazlarında protokolde uygulanacak bench press, biceps curl, triceps extension, leg extension, leg curl hareketleri tanıtıldı ve duruş tekniğı öğretildi. Bu aşamada boş bar kullanıldı. Katılımcıların tempo alışkanlığı kazanması için dijital metronom ve sözel bildirimle katılımcı oldukları tempo hızına alışkanlık kazanmaları sağlandı.

2.3.7. Kas Kalınlığı Ölçümü

İskelet kası kalınlığı değerlendirilmesinde ultrasonografik görüntüleme (US) kullanılmıştır. Ultrason, klinik değerlendirme ve saha araştırmasında kolaylıkla uygulanabilen non-invaziv, hızlı, düşük maliyetli ve güvenli bir görüntüleme tekniğıdir (Thoirs ve English, 2009; Thiebaud ve ark., 2013; Hioki ve ark., 2014). Mevcut çalışmada değerlendirilen kas kalınlığı, kas kuvvet ve kas yapısına ilişkin bilgi sağlar. Kas kalınlığı, yüzeysel ve derin kas aponörozu arasındaki mesafe olarak tanımlanır.

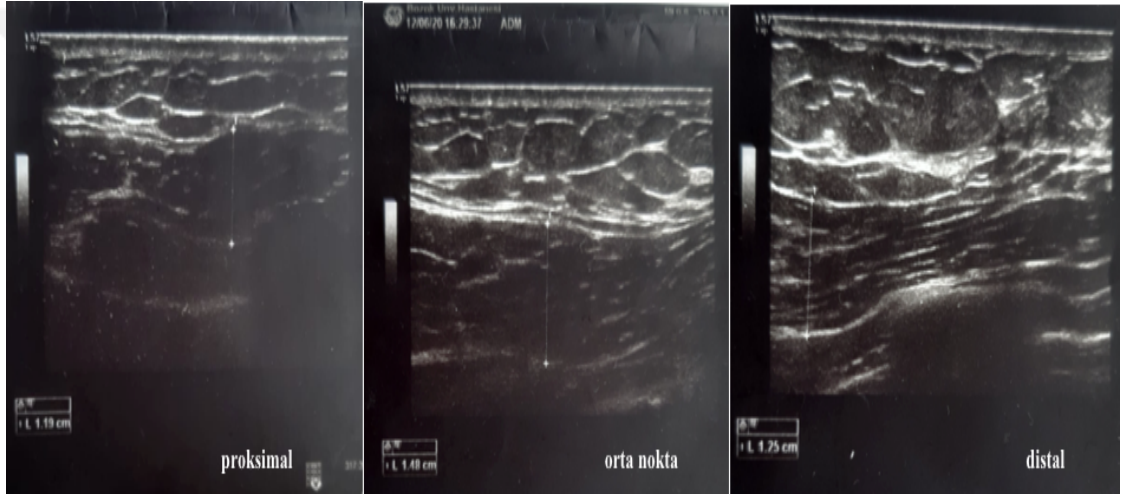
2.3.7.1 Pectoralis Major Kas Kalınlığının Ölçümü

Pectoralis major kasının ölçülmesi için prob; sternuma paralel ve klavikulaya dik olarak ikinci ve üçüncü kaburgada üç noktada konumlandırıldı.



P) Sternuma yakın; C) Kas karnının orta noktası; D) Sternuma distal

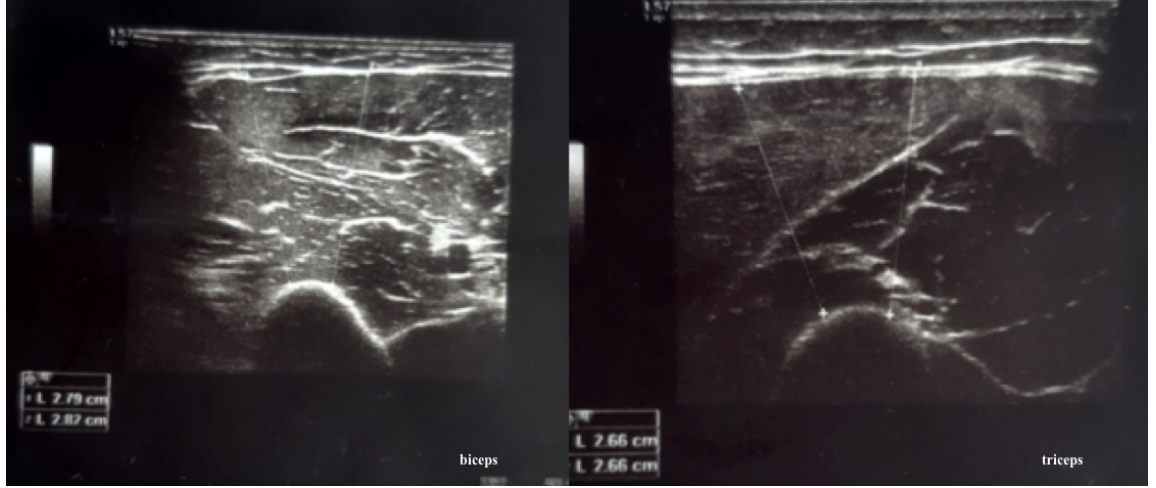
Şekil 2.10. Pectoralis major kas kalınlığı ölçüm noktaları



Şekil 2.11. Pectoralis Major Kas Kalınlığı US Ölçüm Noktaları

2.3.7.2 Biceps Brachii ve Triceps Brachii Kaslarının Kalınlık Ölçümleri

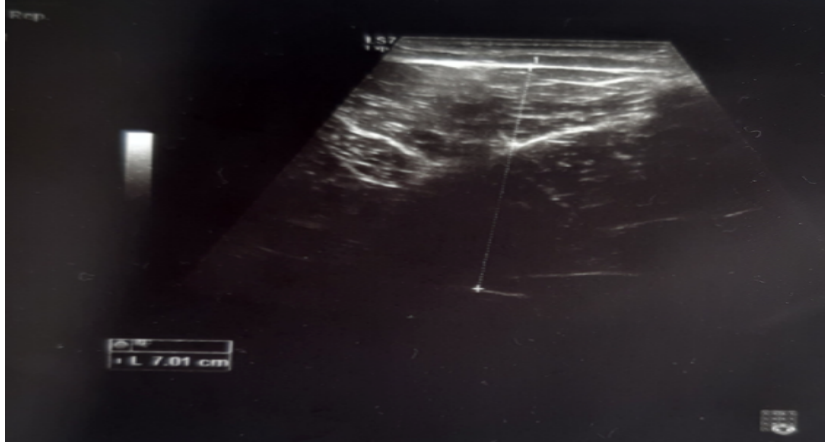
Biceps brachii ve triceps brachii kasları proksimal ve orta nokta olarak belirlenen 2 farklı bölgeden ölçüldü. Bu bölgeler, akromiyonun posterior kristası ile dirsek ekleminin olekranonu arasındaki mesafenin sırasıyla % 50 ve %60'ı olarak tanımlandı.



Şekil 2.12. Biceps Brachii ve Triceps Brachii Kas Kalınlığı US Ölçüm Noktaları

2.3.7.3 Quadriceps Kas Kalınlık Ölçümleri

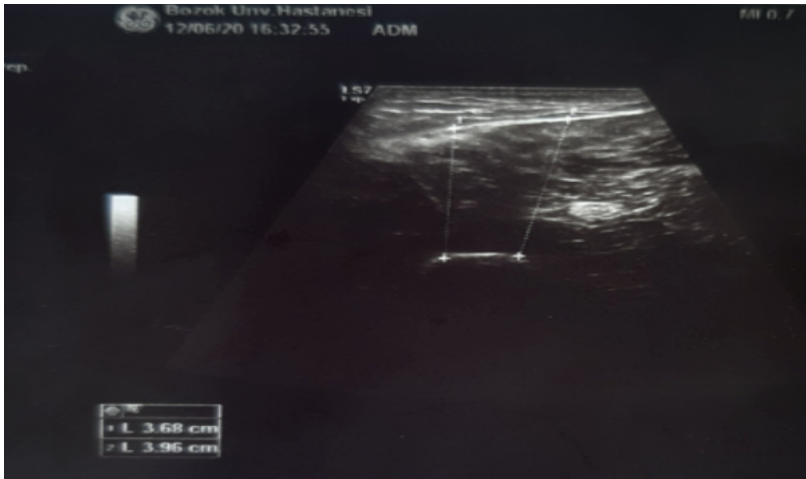
Ultrason probu, uyluğun ön tarafında uzun eksenine dik olarak, ("üçte iki" bölge) ve anterior superior iliac spine ile patellanın üst sınırı arasındaki uzunluğun ortasına yerleştirildi. Her iki ölçümde de ölçüm bandı kullanıldı ve en güvenilir noktanın bulunması için analiz edildi. Elde edilen enine kesit, quadriceps femoris kasını (vastus medialis, vastus lateralis, vastus intermedius, rectus femoris), deri altı dokuları dokuları, yağ dokusunu ve femurun görselleştirmesine izin verdi. Kas dokusu tanımlandıktan sonra, quadriceps kas grubunun rectus femoris ve vastus intermedius kasları femur korteksi ile en yüzeysel kas fasyası arasındaki mesafe proksimal ve orta nokta kesitleri ölçülerek elde edildi. Ölçümler sırasında ağrıya sebebiyet verilmeden maksimal baskı uygulandı.



Şekil 2.13. Quadriceps Femoris Kas Kalınlığı US Ölçüm Noktaları

2.3.7.4 Hamstring Kas Kalınlığı Ölçümü

Hamstring kasları; biceps femoris, semitendinosus ve semimembranosus kaslarından oluşur. Bu ölçümde lateralde yer alan biceps femoris için ayrı ölçüm yapılmış olup; proksimal ve orta nokta ölçümleri alınmıştır.



Şekil 2.14. Hamstring Kası US Ölçüm Noktaları

2.3.8. Verilerin Analizi

Verilerin analizi SPSS 25.0 ve R Studio programında “ez” paketi ile yapılmıştır. Normallik testi için Shapiro-Wilk kullanılmıştır. Verilerin analizi için; Karışık ANOVA (Mixed ANOVA) uygulanmıştır. Normallik varsayımı için hesaplanan bağımsız değişkene ilişkin kovaryansların homojenliği için Box’M testi sonuçları incelenmiştir. Anlamlı fark görüldüğünde, farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek için Tukey çoklu karşılaştırmalar testinden faydalanılmıştır. Etki büyüklüğü R studio programında “ez” paketi ile değerlendirilmiştir. Etki büyüklüklerine ilişkin yorumlar, Olejnik ve Algina (2003) tarafından Karışık ANOVA için önerilen genelleştirilmiş eta kare katsayısına göre yapılmıştır. Cohen’e (1998) göre $\eta^2_G=0,02$ “düşük”, $\eta^2_G=0,13$ “orta” ve $\eta^2_G=0,26$ “yüksek” etki düzeyine karşılık gelmektedir. Sadece istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunda etki büyüklüğü yorumu yapılmıştır. Yüzdesel değişim hesaplamalarında “[(sonrası – öncesi) / öncesi x 100]” formülü kullanılmıştır.

3. BULGULAR

Bu bölümde, üç farklı tekrar süresinde uygulanan direnç egzersizi protokollerine katılan grupların; ölçümlerinden elde edilen veriler ile istatistiksel analiz sonrası elde edilen bulgular sunulmuştur.

Çizelge 3.1. 1TM Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Karşılaştırılması

n=21	Ön test Ort. ± SS	Son test Ort. ± SS	% artış	Grup içi		Gruplar arası		Grup*zaman	
				p ₁	η^2_G	p ₂	η^2_G	p ₃	η^2_G
Bench Press 1TM									
YTG	71,43 ± 14,35	78,57 ± 13,34	%9,99						
OTG	75,71 ± 12,72	82,57 ± 13,45	%9,06	<,001*	,060	,571	,060	,756	,0001
STG	80,00 ± 18,93	87,57 ± 17,93	%9,46						
Leg Extension 1TM									
YTG	62,78 ± 10,66	80,42 ± 9,10	%28,09						
OTG	64,00 ± 8,75	79,42 ± 7,06	%24,09	<,001*	,370*	,563	,059	,216	,006
STG	70,00 ± 14,68	83,85 ± 13,38	%19,78						
Triceps Extension 1TM									
YTG	41,00 ± 7,72	47,00 ± 8,75	%14,63						
OTG	47,85 ± 12,53	53,14 ± 13,17	%11,05	<,001*	,098	,475	,078	,163	,001
STG	42,50 ± 8,03	49,57 ± 8,42	%16,63						
Leg Curl 1TM									
YTG	39,50 ± 8,99	71,85 ± 10,09	%81,89						
OTG	45,14 ± 19,93	75,00 ± 7,37	%66,14	<,001*	,671*	,643	,034	,935	,002
STG	44,42 ± 9,55	75,57 ± 10,21	%70,12						
Barbell Curl 1TM									
YTG	41,14 ± 7,77	46,14 ± 7,62	%12,15						
OTG	45,28 ± 7,45	49,42 ± 7,80	%9,14	<,001*	,091	,418	,091	,397	,0008
STG	46,85 ± 7,35	51,00 ± 7,18	%8,85						

1TM: 1 Tekrar Maksimum; YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG: Orta Tempo Grubu; STG: Serbest Tempo Grubu

Çizelge 3.1.'de farklı tekrar sürelerinde uygulanan DE protokollerine katılan grupların; 1TM bench press, 1TM leg extension, 1TM triceps extension, 1TM leg curl ve 1TM barbell curl ön test ve son test ortalama değerleri, yüzde artış oranı ile grup içi zamana bağımlı değişim, zamandan bağımsız gruplar arasındaki değişimi ve grup*zaman etkileşimindeki ilişkinin incelendiği faktöriyel tekrarlı ölçümler ANOVA sonuçlarına yer verilmiştir.

1TM bench press değeri grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir değişim göstermiştir ve bu değişimin etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=340,313$; $p<,001$; $\eta^2_G = ,060$). 1TM bench press değerinde zamandan bağımsız farklı tekrar sürelerinde antrenman yapan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($F_{(2,18)}=579$; $p=,571$; $\eta^2_G=,060$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($F_{(2,18)}=284$; $p=,756$; $\eta^2_G =,0001$). Gruplar arasında ön test – son test değerleri incelendiğinde; yüzdesel artışın en fazla YTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%9,99; OTG=%9,06 ve STG=%9,46).

1TM leg extension değerinde; grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ve bu farklılaşmanın etki büyüklüğü yüksek düzeydedir ($F_{(2,18)}=291,197$; $p<,001$; $\eta^2_G=,370$). 1TM leg extension değerinde zamandan bağımsız olarak farklı tekrar sürelerinde antrenman yapan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($F_{(2,18)}=593$; $p=,563$; $\eta^2_G=,059$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($F_{(2,18)}=1,668$; $p=,216$; $\eta^2_G = ,006$). Gruplar arasında ön test - son test değerleri incelendiğinde; yüzdesel artışın en fazla YTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%28,09; OTG=%24,09 ve STG=%19,78).

1TM triceps extension değerinde; grup içi zaman bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ve bu farklılığın etki büyüklüğünün düşük düzeyde olduğu

görülmektedir ($F_{(2,18)}=279,474$; $p<,001$; $\eta^2_G=,098$). Zamandan bağımsız olarak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($F_{(2,18)}=,776$; $p=,475$; $\eta^2_G=,078$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($F_{(2,18)}=2,010$; $p=,163$; $\eta^2_G=,001$). Gruplar arasında ön test - son test değerleri incelendiğinde; yüzdesel artışın en fazla STG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%14,63; OTG=%11,05 ve STG=%16,63).

1TM leg curl değeri grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir değişim göstermiştir ve bu değişimin etki büyüklüğü yüksek düzeydedir ($F_{(2,18)}=125,745$; $p<,001$; $\eta^2_G=,671$). Zamandan bağımsız olarak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($F_{(2,18)}=,452$; $p=,643$; $\eta^2_G=,034$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($F_{(2,18)}=0,68$; $p=,935$; $\eta^2_G=,002$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde; yüzdesel artışın en fazla YTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%81,89; OTG=%66,14 ve STG=%70,12).

1TM barbell curl değeri grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir değişim göstermiştir ve bu değişimin etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=233,757$; $p<,001$; $\eta^2_G=,091$). Zamandan bağımsız olarak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($F_{(2,18)}=,915$; $p=,418$; $\eta^2_G=,091$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($F_{(2,18)}=,973$; $p=,397$; $\eta^2_G=,0008$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde; yüzdesel artışın en fazla STG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%12,15; OTG=%9,14 ve STG=%8,85).

Çizelge 3.2. Kas Dayanıklılığı Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Karşılaştırılması

n=21	Ön test Ort. ± SS	Son test Ort. ± SS	% artış	Grup içi		Gruplar arası		Grup*zaman	
				p ₁	η^2_G	p ₂	η^2_G	p ₃	η^2_G
Bench Press TS									
YTG	22,57 ± 4,15	29,86 ± 4,10	%32,29						
OTG	22,29 ± 2,05	26,71 ± 1,79	%19,82	<,001*	,362	,695	,038	<,001*	,023
STG	23,29 ± 5,40	28,71 ± 5,43	%23,27						
Leg Extension TS									
YTG	33,00 ± 8,30	54,00 ± 6,40	%63,63						
OTG	30,43 ± 10,47	49,43 ± 9,21	%62,43	<,001*	,556	,133	,195	,581	,006
STG	40,43 ± 9,43	60,71 ± 13,02	%50,16						
Triceps Extension TS									
YTG	17,43 ± 3,35	29,86 ± 3,23	%71,31						
OTG	18,86 ± 4,45	24,86 ± 5,08	%31,81	<,001*	,448	,435	,084	<,001*	,114
STG	22,43 ± 5,71	27,86 ± 6,01	%24,20						
Leg Curl TS									
YTG	39,86 ± 20,13	58,71 ± 22,35	%47,29						
OTG	30,00 ± 4,96	53,29 ± 9,23	%77,63	<,001*	,285	,227	,148	,310	,003
STG	48,29 ± 21,37	70,29 ± 21,21	%45,55						
Barbell Curl TS									
YTG	21,43 ± 5,82	28,14 ± 5,72	%31,31						
OTG	20,43 ± 4,42	25,43 ± 4,96	%24,47	<,001*	,204	,798	,024	,066	,005
STG	20,57 ± 7,34	25,43 ± 6,52	%23,62						

TS: Tekrar sayısı; YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG: Orta Tempo Grubu; STG: Serbest Tempo Grubu, BP: Bench press Bench Press TS: $p_{YTG-OTG} < ,001$; $p_{YTG-STG} = ,009$; Triceps Extension TS*: $p_{YTG-OTG} < ,001$; $p_{YTG-OTG} < ,001$.

Çizelge 3.2.'de farklı tekrar sürelerinde uygulanan DE protokollerine katılan grupların bench press TS, leg extension TS, triceps extension TS, leg curl TS ve barbell curl TS ön test - son test ortalama değerleri ile grup içi zamana bağlı değişimi, zamandan bağımsız gruplar arasındaki değişimi ve grup*zaman etkileşimindeki ilişkinin incelendiği faktöriyel tekrarlı ölçümler ANOVA bulgularına yer verilmiştir.

Bench press TS değeri grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir ve bu farklılaşmanın etkisi yüksek düzeydedir ($F_{(2,18)}=654,545$; $p<,001$; $\eta^2_G=,362$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=,371$; $p=,695$; $\eta^2_G=,038$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($F_{(2,18)}=14,045$; $p<,001$; $\eta^2_G=,023$) ve bu farklılaşmanın etkisinin düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Grup*zaman etkileşiminde görülen istatistiksel olarak anlamlı fark YTG ile OTG ve STG grupları arasında oluşmuştur ($p_{YTG-OTG}<,001$; $p_{YTG-STG}=,009$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde yüzdesel artışın en fazla YTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%32,29; OTG=%19,82 ve STG=%23,27).

Leg extension TS değeri; grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermektedir ve bu farklılaşmanın etkisi yüksek düzeydedir ($F_{(2,18)}= 659,570$; $p<,001$; $\eta^2_G=,556$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}= 2,266$; $p=,133$; $\eta^2_G=,195$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($F_{(2,18)}=,559$; $p=,581$; $\eta^2_G=,006$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde; yüzdesel artışın en fazla YTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%63,63; OTG=%62,43 ve STG=%50,16).

Triceps extension TS değeri; grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmıştır ve bu anlamlı farklılığın etki büyüklüğü yüksek düzeydedir ($F_{(2,18)}=334,668$; $p<,001$; $\eta^2_G=,448$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($F_{(2,18)}=,873$; $p=,435$; $\eta^2_G=,084$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi ve bu farklılığın etki büyüklüğü üç grup arasındaki farkın düşük düzeyde olduğunu göstermektedir ($F_{(2,18)}=26,652$; $p=,001$; $\eta^2_G=,114$). Grup*zaman etkileşiminde görülen istatistiksel olarak anlamlı fark YTG ile OTG ve STG grupları

arasında oluşmuştur (TE_{TS} : $p_{YTG-OTG} < ,001$; $p_{YTG-STG} < ,001$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde; yüzdesel artışın en fazla YTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla $YTG = \%71,31$; $OTG = \%31,81$ ve $STG = \%24,20$).

Leg curl TS değeri; grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir ve bu farklılaşmanın etki büyüklüğü yüksek düzeydedir ($F_{(2,18)} = 329,063$; $p < ,001$; $\eta^2_G = ,285$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)} = 1,610$; $p = ,227$; $\eta^2_G = ,148$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($F_{(2,18)} = 1,252$; $p = ,310$; $\eta^2_G = ,003$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde; yüzdesel artışın en fazla OTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla $YTG = \%47,29$; $OTG = \%77,63$ ve $STG = \%45,55$).

Barbell curl TS değeri grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir ve bu farklılaşmanın etki büyüklüğü orta düzeydedir ($F_{(2,18)} = 272,757$; $p < ,001$; $\eta^2_G = ,204$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)} = ,228$; $p = ,798$; $\eta^2_G = ,024$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($F_{(2,18)} = 3,182$; $p = ,066$; $\eta^2_G = ,005$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde; yüzdesel artışın en fazla YTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla $YTG = \%31,31$; $OTG = \%24,47$ ve $STG = \%23,62$).

Çizelge 3.3. Vücut Kas Kütlesi Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Karşılaştırılması

n=21	Ön test Ort. ± SS	Son test Ort. ± SS	% artış	Grup içi		Gruplar arası		Grup*zaman	
				p ₁	η^2_G	p ₂	η^2_G	p ₃	η^2_G
Kollar Kas (kg)									
YTG	6,98 ± ,68	7,20 ± ,62	%3,15						
OTG	6,40 ± ,65	6,65 ± ,64	%3,90	<,001*	,014	,204	,160	,901	,0001
STG	7,41 ± 1,48	7,62 ± 1,47	%2,83						
Bacaklar Kas (kg)									
YTG	19,81 ± 1,58	19,98 ± 1,41	%0,85						
OTG	18,38 ± 1,88	18,88 ± 1,61	%2,72	<,001*	,007	,219	,015	,352	,001
STG	20,61 ± 3,30	21,08 ± 3,16	%2,28						
Gövde Kas (kg)									
YTG	30,20 ± 2,64	30,80 ± 2,81	%1,98						
OTG	28,47 ± 2,56	29,07 ± 2,77	%2,10	<,001*	,008	,201	,162	,698	,0001
STG	32,28 ± 5,69	33,10 ± 5,60	%2,54						
Tüm Vücut Kas (kg)									
YTG	57,00 ± 4,63	57,98 ± 4,60	%1,71						
OTG	53,25 ± 4,96	54,61 ± 4,89	%2,55	<,001*	,009	,200	,163	,531	,0002
STG	60,31 ± 10,40	61,81 ± 10,19	%2,48						

YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG: Orta Tempo Grubu; STG: Serbest Tempo Grubu

Çizelge 3.3.'de farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokollerine katılan grupların kollar kas, bacaklar kas, gövde kas ile tüm vücut kas (kg) ön test - son test ortalama değerleri ile kollar toplam kas, bacaklar toplam kas, gövde kas ve tüm vücut kas değerlerinde grup içi zamana bağlı değişimi, zamandan bağımsız gruplar arasında ve grup*zaman etkileşimindeki ilişkinin incelendiği tekrarlı ölçümler ANOVA sonuçlarına yer verilmiştir.

Kollar kas değeri; grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir ve bu farklılaşmanın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=26,895$; $p<,001$; $\eta^2_G=,014$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=1,737$; $p=,204$; $\eta^2_G=,160$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($F_{(2,18)}=,105$; $p=,901$; $\eta^2_G=,0001$). Gruplar arasında ön test son değerleri

incelendiğinde yüzdesel artışın en fazla OTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%3,15; OTG=%3,90 ve STG=%2,83).

Bacaklar kas değeri; grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir ve bu farklılaşmanın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=14,556$; $p<,001$; $\eta^2_G=,007$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=1,656$; $p=,219$; $\eta^2_G=,015$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($F_{(2,18)}=1,108$; $p=,352$; $\eta^2_G=,001$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde yüzdesel artışın en fazla OTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%0,85; OTG=%2,72 ve STG=%2,28).

Gövde kas değeri; grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir ve bu farklılaşmanın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=32,468$; $p<,001$; $\eta^2_G=,008$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=1,754$; $p=,201$; $\eta^2_G=,162$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($F_{(2,18)}=,367$; $p=,698$; $\eta^2_G=,0001$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde yüzdesel artışın en fazla STG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%1,98; OTG=%2,10 ve STG=%2,54).

Tüm vücut kas değeri; grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir ve bu farklılaşmanın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=45,856$; $p<,001$; $\eta^2_G=,009$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=1,765$; $p=,200$; $\eta^2_G=,163$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($F_{(2,18)}=,657$; $p=,531$; $\eta^2_G=,0002$). Gruplar arasında ön test son değerleri

incelendiğinde yüzdesel artışın en fazla OTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%1,71; OTG=%2,55 ve STG=%2,48).

Çizelge 3.4. PM Kas Kalınlığı Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Karşılaştırılması

	Ön test Ort. $\pm$ SS	Son test Ort. $\pm$ SS	% artış	Grup içi		Gruplar arası		Grup*zaman	
n=21				P ₁	η^2_G	P ₂	η^2_G	P ₃	η^2_G
PM_{sağp}									
YTG	1,41 $\pm$,28	1,53 $\pm$,29	%8,51						
OTG	1,42 $\pm$,31	1,57 $\pm$,30	%10,56	<,001*	,058	,984	,001	,134	,001
STG	1,42 $\pm$,20	1,53 $\pm$,21	%7,74						
PM_{solp}									
YTG	1,35 $\pm$,29	1,44 $\pm$,29	%6,66						
OTG	1,42 $\pm$,35	1,54 $\pm$,34	%8,45	<,001*	,036	,852	,017	,482	,0003
STG	1,41 $\pm$,19	1,52 $\pm$,19	%7,80						
PM_{sağorta}									
YTG	1,58 $\pm$,28	1,80 $\pm$,33	%13,92						
OTG	1,68 $\pm$,46	1,93 $\pm$,45	%14,88	<,001*	,102	,797	,024	,333	,001
STG	1,70 $\pm$,22	1,89 $\pm$,28	%11,17						
PM_{solorta}									
YTG	1,57 $\pm$,28	1,78 $\pm$,29	%13,37						
OTG	1,67 $\pm$,42	1,91 $\pm$,39	%14,37	<,001*	,125	,757	,030	,402	,0005
STG	1,67 $\pm$,25	1,90 $\pm$,27	%13,77						
PM_{sağdis}									
YTG	2,00 $\pm$,12	2,34 $\pm$,14	%16,99						
OTG	2,05 $\pm$,33	2,40 $\pm$,36	%17,07	<,001*	,297	,893	,012	,255	,001
STG	2,02 $\pm$,26	2,31 $\pm$,29	%14,35						
PM_{soldis}									
YTG	1,95 $\pm$,12	2,26 $\pm$,11	%15,89						
OTG	1,98 $\pm$,32	2,34 $\pm$,35	%18,18	<,001*	,292	,931	,007	,107	,002
STG	1,99 $\pm$,32	2,28 $\pm$,27	%14,57						

PM_{sağp}: Pectoralis major sağ proksimal; PM_{solp}: Pectoralis major sol proksimal; PM_{sağorta}: Pectoralis major sağ orta nokta; PM_{solorta}: Pectoralis major sol orta nokta; PM_{sağdis}: Pectoralis major sağ distal; PM_{soldis}: Pectoralis major sol distal; YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG: Orta Tempo Grubu; STG: Serbest Tempo Grubu

Çizelge 3.4.'de farklı tempolarda uygulanan DE protokollerine katılan grupların PM_{sağp}, PM_{solp}, PM_{sağorta}, PM_{solorta}, PM_{sağdis} ve PM_{soldis} kas kalınlığı değerlerinin ön test - son test ortalama değerleri ile grup içi zamana bağlı değişimi, zamandan bağımsız gruplar arasındaki değişimi ve grup*zaman etkileşimindeki ilişkinin incelendiği faktöriyel tekrarlı ölçümler ANOVA bulgularına yer verilmiştir.

PM_{sağp} kas kalınlığı grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmıştır ve bu farklılığın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=203,517$; $p<,001$; $\eta^2_G=,058$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=,016$; $p=,984$; $\eta^2_G=,001$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($F_{(2,18)}=2,255$; $p=,134$; $\eta^2_G=,001$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde yüzdesel artışın en fazla OTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%8,51; OTG=%10,56 ve STG=%7,74).

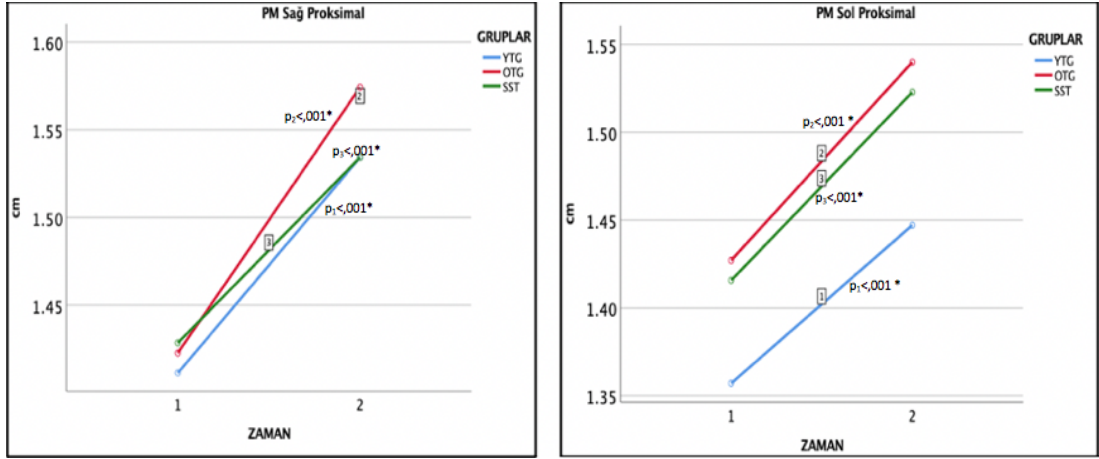
PM_{solp} kas kalınlığı grup içi zamana bağlı olarak istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmıştır ve bu farklılığın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=171,858$; $p<,001$; $\eta^2_G=,036$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=,162$; $p=,852$; $\eta^2_G=,017$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($F_{(2,18)}=,759$; $p=,482$; $\eta^2_G=,0003$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde yüzdesel artışın en fazla OTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%6,66; OTG=%8,45 ve STG=%7,80).

PM_{sağorta} kas kalınlığı grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ve bu farklılığın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=232,250$; $p<,001$; $\eta^2_G=,102$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=,230$ $p=,797$; $\eta^2_G=,024$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($F_{(2,18)}=1,169$; $p=,333$; $\eta^2_G=,001$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde yüzdesel artışın en fazla OTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%13,92; OTG=%14,88 ve STG=%11,17).

PM_{solorta} kas kalınlığı grup içi zamana bağımlı istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ve bu farklılığın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=493,824$; $p<,001$; $\eta^2_G=,125$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=,282$; $p=,757$; $\eta^2_G=,030$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($F_{(2,18)}=,959$; $p=,402$; $\eta^2_G=,0005$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde yüzdesel artışın en fazla OTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%13,37; OTG=%14,37 ve STG=%11,17).

PM_{sağdis} kas kalınlığı grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermiştir ve bu farklılığın etki büyüklüğü yüksek düzeydedir ($F_{(2,18)}=797,620$; $p<,001$; $\eta^2_G=,297$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=,114$; $p=,893$; $\eta^2_G=,012$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($F_{(2,18)}=1,476$; $p=,255$; $\eta^2_G=,001$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde yüzdesel artışın en fazla OTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%16,99; OTG=%17,07 ve STG=%14,35).

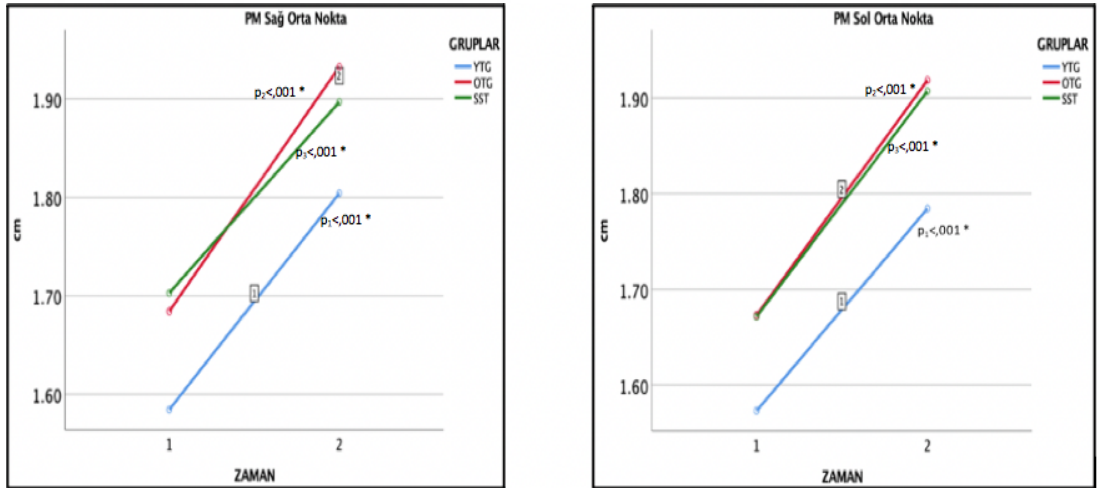
PM_{soldis} kas kalınlığı grup içi zamana bağımlı istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermiştir ve bu farklılığın etki büyüklüğü yüksek düzeydedir ($F_{(2,18)}=706,076$; $p<,001$; $\eta^2_G=,292$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=,071$; $p=,931$; $\eta^2_G=,007$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($F_{(2,18)}=2,542$; $p=,107$; $\eta^2_G=,002$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde yüzdesel artışın en fazla OTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%15,89; OTG=%18,18 ve STG=%14,57).



YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG: Orta Tempo Grubu; STG: Serbest Tempo Grubu; $PM_{sağp}$: Pectoralis major sağ proksimal; PM_{solp} : Pectoralis major sol proksimal

Şekil 3.1. $PM_{sağp}$ ve PM_{solp} Kas Kalınlığı Değerlerinin Zamansal Değişimi

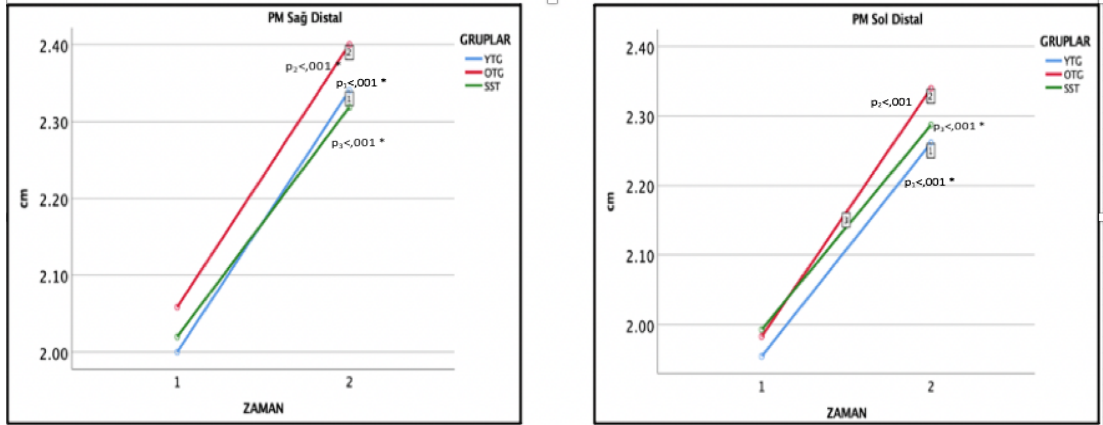
$PM_{sağp}$ ve PM_{solp} değerlerinde ön test ve son test değerleri arasında bağımlı gruplar t-testi sonucuna göre; istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür ($PM_{sağp}$: $p_1<,001$; $p_2<,001$ ve $p_3<,001$; PM_{solp} : $p_1<,001$; $p_2<,001$ ve $p_3<,001$).



$PM_{sağorta}$: Pectoralis major sağ orta nokta; $PM_{solorta}$: Pectoralis major sol orta nokta; YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG: Orta Tempo Grubu; STG: Serbest Tempo Grubu

Şekil 3.2. $PM_{sağorta}$ ve $PM_{solorta}$ Kas Kalınlığı Değerlerinin Zamansal Değişimi

$PM_{sağorta}$ ve $PM_{solorta}$ değerlerinde ön test ve son test değerleri arasında bağımlı gruplar t-testi sonucuna göre; istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür ($PM_{sağp}$: $p_1<,001$; $p_2<,001$ ve $p_3<,001$; PM_{solp} : $p_1<,001$; $p_2<,001$ ve $p_3<,001$).



PM_{sağdis}: Pectoralis major sağ distal; PM_{soldis}: Pectoralis major sol distal; YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG: Orta Tempo Grubu; STG: Serbest Tempo Grubu

Şekil 3.3. PM_{sağdis} ve PM_{soldis} Kas Kalınlığı Değerlerinin Zamansal Değişimi

PM_{sağdis} ve PM_{soldis} değerlerinde ön test ve son test değerleri arasında bağımlı gruplar t-testi sonucuna göre; istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür (PM_{sağp}: $p_1 < .001$; $p_2 < .001$ ve $p_3 < .001$; sırasıyla PM_{solp}: $p_1 < .001$; $p_2 < .001$ ve $p_3 < .001$).

Çizelge 3.5. Biceps Brachii Kas Kalınlığı Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Karşılaştırılması

	Ön test Ort. $\pm$ SS	Son test Ort. $\pm$ SS	% artış	Grup içi		Gruplar arası		Grup*zaman	
n=21				p_1	η^2_G	p_2	η^2_G	p_3	η^2_G
Biceps_{sağp}									
YTG	2,75 $\pm$,36	2,93 $\pm$,39	%6,54						
OTG	2,80 $\pm$,36	2,88 $\pm$,34	%2,85	<,001*	,012	,985	,014	<,001*	,017
STG	2,77 $\pm$,26	2,85 $\pm$,26	%2,88						
Biceps_{solp}									
YTG	2,75 $\pm$,40	2,89 $\pm$,42	%5,09						
OTG	2,76 $\pm$,33	2,84 $\pm$,32	%2,89	<,001*	,023	,975	,002	<,001*	,002
STG	2,74 $\pm$,27	2,82 $\pm$,28	%2,91						
Biceps_{sağorta}									
YTG	2,84 $\pm$,40	3,01 $\pm$,39	%5,98						
OTG	2,89 $\pm$,31	3,04 $\pm$,31	%5,19	<,001*	,068	,962	,004	,551	,0003
STG	2,88 $\pm$,29	3,06 $\pm$,29	%6,25						
Biceps_{solorta}									
YTG	2,86 $\pm$,35	3,00 $\pm$,35	%4,89						
OTG	2,89 $\pm$,34	3,09 $\pm$,39	%6,92	<,001*	,067	,929	,008	,221	,001
STG	2,90 $\pm$,29	3,07 $\pm$,30	%5,86						

Biceps_{sağp}: Biceps sağ proksimal; Biceps_{solp}: Biceps sol proksimal; Biceps_{sağorta}: Biceps sağ orta nokta; Biceps_{solorta}: Biceps sol orta nokta; YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG: Orta Tempo Grubu; STG: Serbest Tempo Grubu; Biceps_{sağp} = $p_{YTG-OTG} < .001$; $p_{YTG-STG} < .001$

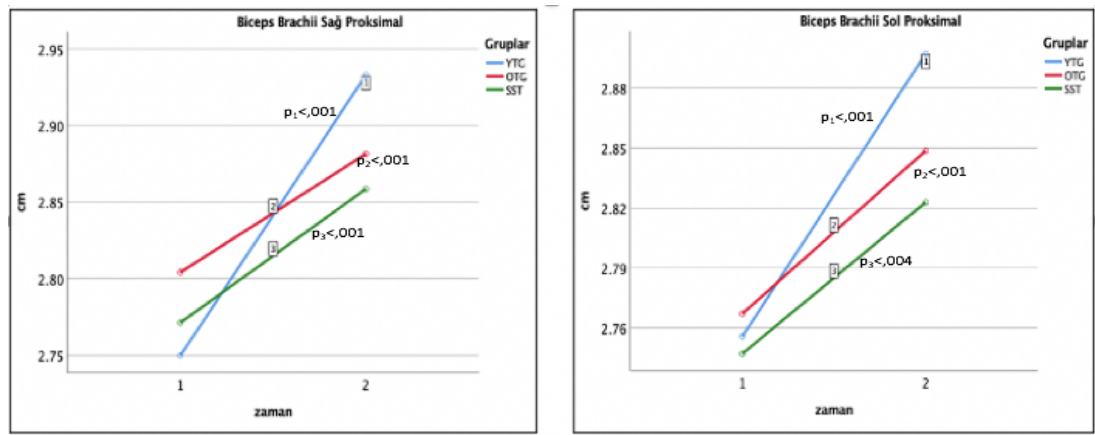
Çizelge 3.5.'de 2 farklı tempolarda uygulanan DE protokollerine katılan grupların Biceps_{Ssağp}, Biceps_{Ssolp}, Biceps_{Ssağorta} ve Biceps_{Ssolorta} kas kalınlığı değerlerinin ön test ve son test ortalama değerleri ile grup içi zamana bağlı değişimi, zamandan bağımsız gruplar arasındaki değişimi ve grup*zaman etkileşimindeki ilişkinin incelendiği faktöriyel tekrarlı ölçümler ANOVA bulgularına yer verilmiştir.

Biceps_{Ssağp} kas kalınlığı grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermiştir ve bu farklılığın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=525,659$; $p<,001$; $\eta^2_G=,012$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=,015$; $p=,985$; $\eta^2_G=,014$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ve üç grup arasındaki farkın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=44,573$; $p<,001$; $\eta^2_G=,017$). Grup*zaman etkileşiminde görülen istatistiksel olarak anlamlı fark YTG ile OTG ve STG grupları arasında oluşmuştur ($p_{YTG-OTG}<,001$; $p_{YTG-STG}<,001$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde yüzdesel artışın en fazla YTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%6,54; OTG=%2,85 ve STG=%2,88).

Biceps_{Ssolp} kas kalınlığı grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ve bu değişimin etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=272,439$; $p<,001$; $\eta^2_G=,023$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=,025$; $p=,975$; $\eta^2_G=,002$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ve üç grup arasındaki farkın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=12,150$; $p<,001$; $\eta^2_G=,002$). Grup*zaman etkileşiminde görülen istatistiksel olarak anlamlı fark YTG ile OTG ve STG grupları arasında oluşmuştur ($p_{YTG-OTG}=,002$; $p_{YTG-STG}=,001$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde yüzdesel artışın en fazla YTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%5,09; OTG=%2,89 ve STG=%2,91).

Biceps_{sağorta} kas kalınlığı grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir ve bu farklılığın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=245,663$; $p<,001$; $\eta^2_G=,068$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=,039$; $p=,962$; $\eta^2_G=,004$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($F_{(2,18)}=,616$; $p=,551$; $\eta^2_G=,0003$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde yüzdesel artışın en fazla YTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%5,98; OTG=%2,89 ve STG=%2,91).

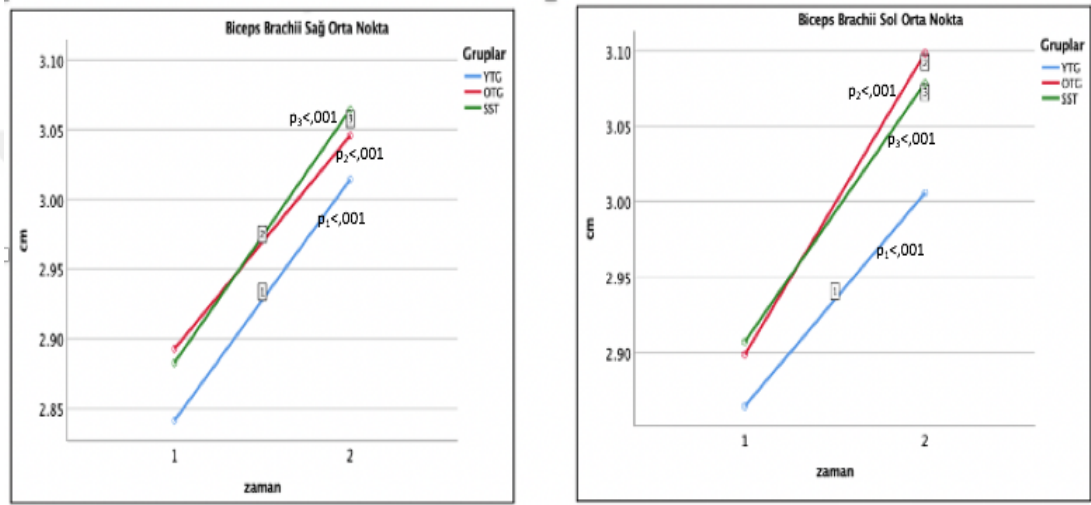
Biceps_{solorta} değeri kas kalınlığı grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ve bu farklılığın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=167,960$; $p<,001$; $\eta^2_G=,067$). Zamandan bağımsız olarak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=,074$; $p=,929$; $\eta^2_G=,008$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($F_{(2,18)}=1,643$; $p=,221$; $\eta^2_G=,001$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde yüzdesel artışın en fazla STG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%4,89; OTG=%6,92 ve STG=%5,86).



Biceps_{sağp}: Biceps sağ proksimal; Biceps_{solp}: Biceps sol proksimal; YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG:Orta Tempo Grubu; STG:Serbest Tempo Grubu

Şekil 3.4. Biceps_{sağp} ve Biceps_{solp} Kas Kalınlığı Değerlerinin Zamansal Değişimi

Biceps_{sağp} değerinde YTG, OTG ve STG gruplarında ön test ve son test değerleri arasında bağımlı gruplar t-testi sonucuna göre; istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür. Bu fark sırasıyla ($p_2 < ,001$ ve $p_3 < ,001$) olarak kaydedilmiştir. Biceps_{solp} değerinde YTG, OTG ve STG gruplarında ön test ve son test değerleri arasında bağımlı gruplar t-testi sonucuna göre; istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür. Bu fark sırasıyla ($p_1 < ,001$; $p_2 < ,001$ ve $p_3 = ,004$) olarak kaydedilmiştir.



Biceps_{sağorta}: Biceps sağ orta nokta; Biceps_{solorta}: Biceps sol orta nokta YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG: Orta Tempo Grubu; STG: Serbest Tempo Grubu

Şekil 3.5. Biceps_{sağorta} ve Biceps_{solorta} Kas Kalınlığı Değerlerinin Zamansal Değişimi

Biceps_{sağorta} değerinde YTG, OTG ve STG gruplarında ön test ve son test değerleri arasında bağımlı gruplar t-testi sonucuna göre; istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür (sırasıyla $p_1 = ,001$; $p_2 < ,001$ ve $p_3 < ,001$). Biceps_{solorta} değerinde YTG, OTG ve STG gruplarında ön test ve son test değerleri arasında bağımlı gruplar t-testi sonucuna göre; istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür (sırasıyla $p_1 < ,001$; $p = ,001$ ve $p_3 < ,001$).

Çizelge 3.6. Triceps Brachii Kas Kalınlığı Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Karşılaştırılması

	Ön test Ort. $\pm$ SS	Son test Ort. $\pm$ SS	% artış	Grup içi		Gruplar arası		Grup*zaman	
n=21				p ₁	η^2_G	p ₂	η^2_G	p ₃	η^2_G
Triceps_{sağp}									
YTG	2,47 $\pm$,22	3,12 $\pm$,23	%26,31						
OTG	2,45 $\pm$,30	2,98 $\pm$,29	%21,63	<,001	,468*	,637	,048	,032*	,006*
STG	2,34 $\pm$,47	2,91 $\pm$,41	%24,35						
Triceps_{solp}									
YTG	2,48 $\pm$,25	3,15 $\pm$,29	%27,01						
OTG	2,47 $\pm$,28	2,93 $\pm$,25	%18,62	<,001	,417*	,338	,110	,011*	,022*
STG	2,30 $\pm$,42	2,78 $\pm$,47	%20,86						
Triceps_{sağorta}									
YTG	2,49 $\pm$,35	3,15 $\pm$,39	%26,50						
OTG	2,52 $\pm$,41	2,95 $\pm$,35	%17,06	<,001	,337*	,455	,081	,024*	,017*
STG	2,31 $\pm$,45	2,80 $\pm$,39	%21,21						
Triceps_{solorta}									
YTG	2,50 $\pm$,27	3,14 $\pm$,28	%25,60						
OTG	2,48 $\pm$,40	2,90 $\pm$,37	%16,93	<,001	,351*	,525	,066	,041*	,017*
STG	2,35 $\pm$,45	2,83 $\pm$,40	%20,42						

Triceps_{sağp}: Triceps sağ proksimal; Triceps_{solp}: Triceps sol proksimal; Triceps_{sağorta}: Triceps sağ orta nokta; Triceps_{solorta}: Triceps sol orta nokta; YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG: Orta Tempo Grubu; STG: Serbest Tempo Grubu; Triceps_{sağp}: p_{YTG-OTG}=,026; Triceps_{solp}: p_{YTG-OTG}=,019; p_{YTG-STG}=,026; Triceps_{sağorta}: p_{YTG-OTG}=,025; Triceps_{solorta}: p_{YTG-OTG}=,037

Çizelge 3.6.'da farklı tekrar sürelerinde uygulanan DE protokollerine katılan grupların Triceps_{sağp}, Triceps_{solp}, Triceps_{sağorta} ve Triceps_{solorta} kas kalınlığı değerlerinin ön test ve son test ortalama değerleri ile grup içi zamana bağlı değişimi, zamandan bağımsız gruplar arasındaki değişimi ve grup*zaman etkileşimindeki ilişkinin incelendiği faktöriyel tekrarlı ölçümler ANOVA sonuçlarına yer verilmiştir.

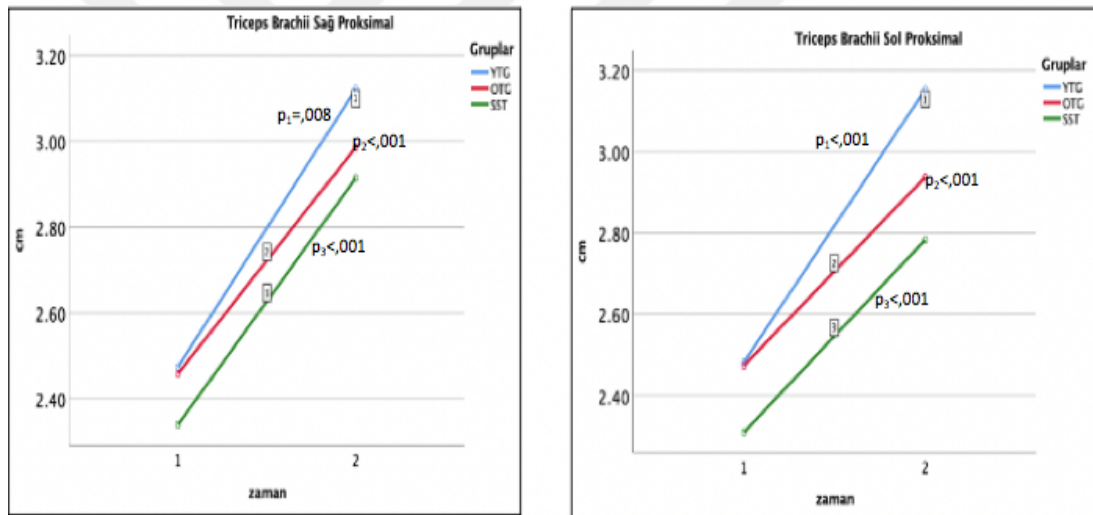
Triceps_{sağp} kas kalınlığı değeri grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir ve bu farklılığın etki büyüklüğü yüksek düzeydedir ($F_{(2,18)}=173,200$; $p<,001$; $\eta^2_G=,468$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=,462$; $p=,637$; $\eta^2_G=,048$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı

farklılık saptanmıştır ve üç grup arasındaki farkın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=4,208$; $p=,032$; $\eta^2_G=,006$). Grup*zaman etkileşiminde görülen istatistiksel olarak anlamlı fark YTG ile OTG grupları arasında oluşmuştur ($p_{YTG-OTG}=,026$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde; yüzdesel artışın en fazla YTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%26,31; OTG=%21,63 ve STG=%24,35).

Triceps_{solp} kas kalınlığı değeri grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir ve bu farklılığın etki büyüklüğü yüksek düzeydedir ($F_{(2,18)}=366,278$; $p<,001$; $\eta^2_G=,417$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=1,154$; $p=,338$; $\eta^2_G=,110$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ve üç grup arasındaki farkın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=5,785$; $p=,011$; $\eta^2_G=,022$). Grup*zaman etkileşiminde görülen istatistiksel olarak anlamlı fark YTG ile OTG ve STG grupları arasında oluşmuştur ($p_{YTG-OTG}=,019$; $p_{YTG-STG}=,026$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde; yüzdesel artışın en fazla YTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%27,01; OTG=%18,62 ve STG=%20,86).

Triceps_{sağorta} kas kalınlığı değeri grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir ve bu değişimin etki büyüklüğü yüksek düzeydedir ($F_{(2,18)}=258,697$; $p<,001$; $\eta^2_G=,337$). Zamandan bağımsız olarak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=,823$; $p=,455$; $\eta^2_G=,081$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ve üç grup arasındaki farkın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=4,606$; $p=,024$; $\eta^2_G=,017$). Grup*zaman etkileşiminde görülen istatistiksel olarak anlamlı fark YTG ile OTG grupları arasında oluşmuştur ($p_{YTG-OTG}=,025$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde; yüzdesel artışın en fazla OTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%26,50; OTG=%17,06 ve STG=%21,21).

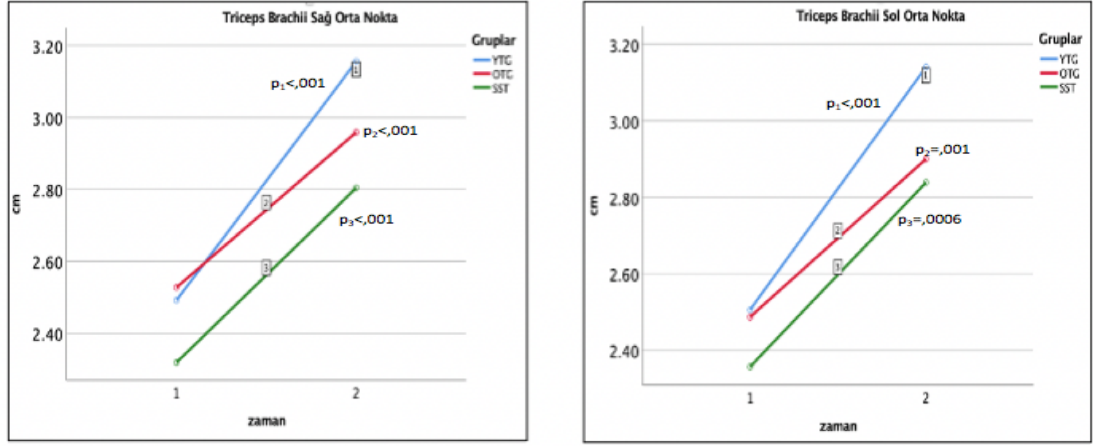
Triceps_{solorta} kas kalınlığı değeri grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir ve bu farklılığın etki büyüklüğü yüksek düzeydedir ($F_{(2,18)}=232,436$; $p<,001$; $\eta^2_G=,351$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=,667$; $p=,525$; $\eta^2_G=,066$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ve üç grup arasındaki farkın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=3,835$; $p=,041$; $\eta^2_G=,017$). Grup*zaman etkileşiminde görülen istatistiksel olarak anlamlı fark YTG ile OTG grupları arasında oluşmuştur ($p_{YTG-OTG}=,037$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde; yüzdesel artışın en fazla YTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%25,60; OTG=%16,93 ve STG=%20,42).



Triceps_{sağp}: Triceps sağ proksimal; Triceps_{solp}: Triceps sol proksimal; YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG: Orta Tempo Grubu; STG: Serbest Tempo Grubu

Şekil 3.6. Triceps_{sağp} ve Triceps_{solp} Kas Kalınlığı Değerlerinin Zamansal Değişimi

Triceps_{sağp} değerinde YTG, OTG ve STG gruplarında ön test ve son test değerleri arasında bağımlı gruplar t-testi sonucuna göre; istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür. Bu fark sırasıyla ($p_1=,008$; $p_2<,001$ ve $p_3<,001$) olarak kaydedilmiştir. Triceps_{solp} değerinde YTG, OTG ve STG gruplarında ön test ve son test değerleri arasında bağımlı gruplar t-testi sonucuna göre; istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür. Bu fark sırasıyla ($p_1<,001$; $p_2<,001$ ve $p_3<,001$) olarak kaydedilmiştir.



Triceps_{sağorta}: Triceps sağ orta nokta; Triceps_{solorta}: Triceps sol orta nokta; YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG: Orta Tempo Grubu; STG: Serbest Tempo Grubu

Şekil 3.7. Triceps_{sağorta} ve Triceps_{solorta} Kas Kalınlığı Değerlerinin Zamansal Değişimi

Triceps_{sağorta} ve Triceps_{solorta} değerlerinde ön test ve son test değerleri arasında bağımlı gruplar t-testi sonucuna göre; istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür (Triceps_{sağorta}: $p_1 < .001$; $p_2 < .001$; $p_3 < .001$; Triceps_{solorta}: $p_1 < .001$; $p_2 = .001$; $p_3 = .0006$).

Çizelge 3.7. Hamstring Kas Kalınlığı Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Karşılaştırılması

	Ön test Ort. $\pm$ SS	Son test Ort. $\pm$ SS	% artış	Grup içi		Gruplar arası		Grup*zaman	
n=21				p_1	η^2_G	p_2	η^2_G	p_3	η^2_G
Hamstring_{sağp}									
YTG	5,32 $\pm$,46	5,62 $\pm$,52	%5,63						
OTG	4,63 $\pm$,60	4,93 $\pm$,63	%6,47	<,001	,059*	,056	,273	,314	,0003
STG	5,50 $\pm$,85	5,85 $\pm$,85	%6,36						
Hamstring_{solp}									
YTG	5,36 $\pm$,50	5,65 $\pm$,54	%5,41						
OTG	4,62 $\pm$,66	4,92 $\pm$,66	%6,49	<,001	,050*	,067	,025	,923	,063
STG	5,46 $\pm$,81	5,74 $\pm$,80	%5,12						
Hamstring_{sağorta}									
YTG	5,49 $\pm$,79	5,79 $\pm$,81	%5,46						
OTG	4,98 $\pm$,37	5,28 $\pm$,35	%6,02	<,001	,056*	,078	,246	,642	,0001
STG	5,82 $\pm$,68	6,09 $\pm$,67	%4,63						
Hamstring_{solorta}									
YTG	5,40 $\pm$,78	5,68 $\pm$,80	%5,18						
OTG	4,90 $\pm$,41	5,24 $\pm$,44	%6,93	<,001	,058*	,074	,250	,309	,0004
STG	5,77 $\pm$,66	6,05 $\pm$,64	%4,85						

Hamstring_{sağp}: Hamstring sağ proksimal; Hamstring_{solp}: Hamstring sol proksimal; Hamstring_{sağorta}: Hamstring sağ orta; Hamstring_{solorta}: Hamstring sol orta; YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG: Orta Tempo Grubu; STG: Serbest Tempo Grubu

Çizelge 3.7.'de farklı tekrar sürelerinde uygulanan DE protokollerine katılan grupların Hamstring_{sağp}, Hamstring_{solp}, Hamstring_{sağorta} ve Hamstring_{solorta} kas kalınlığı değerlerinin ön test ve son test ortalama değerleri ile grup içi zamana bağımlı değişimi, zamandan bağımsız gruplar arasındaki değişimi ve grup*zaman etkileşimindeki ilişkinin incelendiği faktöriyel tekrarlı ölçümler ANOVA analizi bulgularına yer verilmiştir.

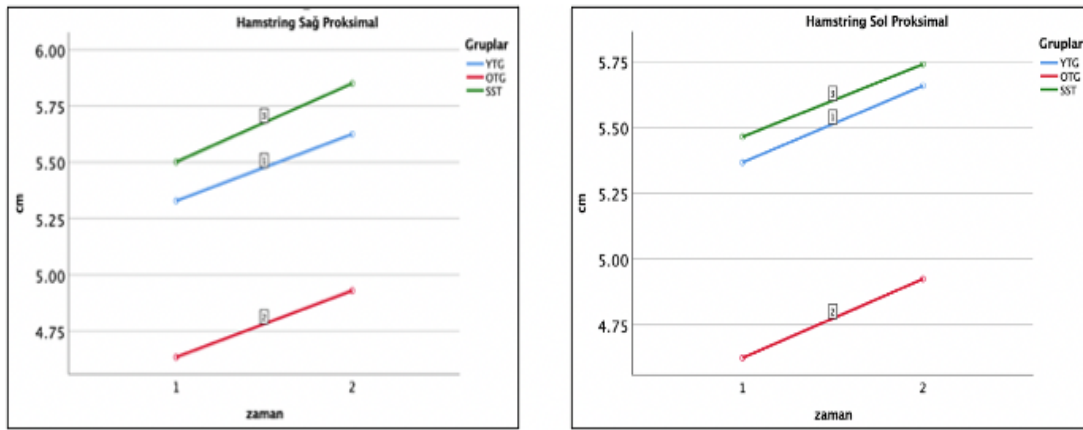
Hamstring_{sağp} kas kalınlığı değeri grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak manidar bir fark göstermiştir ve bu farklılığın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=391,350$; $p<,001$; $\eta^2_G=,059$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=3,404$; $p=,056$; $\eta^2_G=,273$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($F_{(2,18)}=1,237$; $p=,314$; $\eta^2_G=,0003$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde; yüzdesel artışın en fazla OTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%5,63; OTG=%6,47 ve STG=%6,36).

Hamstring_{solp} kas kalınlığı değeri grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ve bu farklılığın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=132,886$; $p<,001$; $\eta^2_G=,050$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($F_{(2,18)}=3,158$; $p=,067$; $\eta^2_G=,025$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($F_{(2,18)}=0,80$; $p=,923$; $\eta^2_G=,063$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde; yüzdesel artışın en fazla OTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%5,41; OTG=%6,49 ve STG=%5,12).

Hamstring_{sağorta} kas kalınlığı değeri grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptandı ve bu farklılaşmanın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=479,794$; $p<,001$; $\eta^2_G=,056$). Zamandan bağımsız olarak gruplar arasında

istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=2,944$; $p=,078$; $\eta^2_G=,246$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($F_{(2,18)}=,454$; $p=,642$; $\eta^2_G=,0001$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde; yüzdesel artışın en fazla OTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%5,46; OTG=%6,02 ve STG=%4,63).

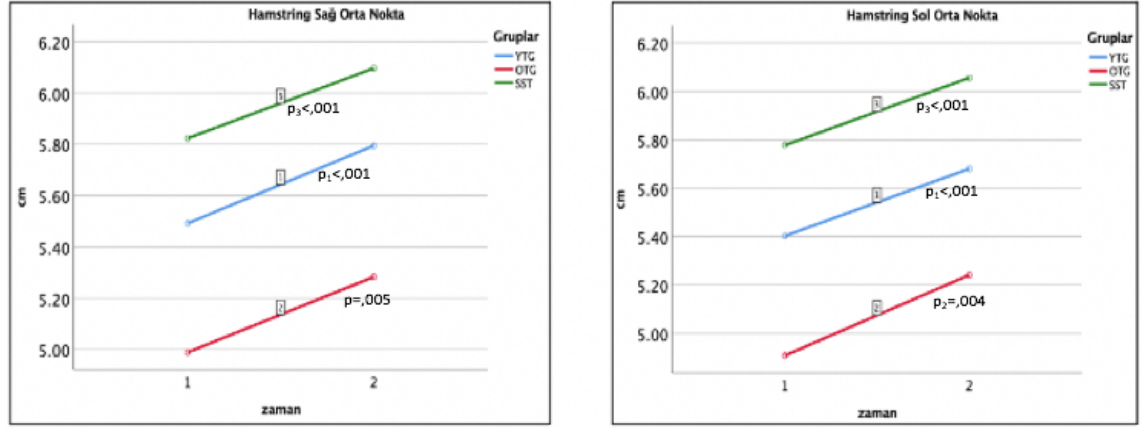
Hamstring_{solorta} kas kalınlığı değeri grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir ve bu farklılaşmanın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=327,129$; $p<,001$; $\eta^2_G=,058$). Zamandan bağımsız olarak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=3,013$; $p=,074$; $\eta^2_G=,250$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($F_{(2,18)}=1,254$; $p=,309$; $\eta^2_G=,0004$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde; yüzdesel artışın en fazla OTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%5,18; OTG=%6,93 ve STG=%4,85).



Hamstring_{sağp}: Hamstring sağ proksimal; Hamstring_{solp}: Hamstring sol proksimal; YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG: Orta Tempo Grubu; STG: Serbest Tempo Grubu

Şekil 3.8. Hamstring_{sağp} ve Hamstring_{solp} Kas Kalınlığı Değerlerinin Zamansal Değişimi

Hamstring_{sağp} ve Hamstring_{solp} değerlerinde ön test ve son test değerleri arasında bağımlı gruplar t-testi sonucuna göre; istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür (Hamstring_{sağp}: $p_1<,001$; $p_2<,001$; $p_3<,001$; Hamstring_{solp}: $p_1<,001$; $p_2<,001$ $p_3=,005$).



Hamstring_{sağorta}: Hamstring sağ orta nokta; *Hamstring_{solorta}*: Hamstring sol orta nokta; *YTG*: Yavaş Tempo Grubu; *OTG*: Orta Tempo Grubu; *STG*: Serbest Tempo Grubu

Şekil 3.9. Hamstring_{sağorta} ve Hamstring_{solorta} Kas Kalınlığı Değerlerinin Zamansal Değişimi

Hamstring_{sağorta} ve Hamstring_{solorta} değerlerinde ön test ve son test değerleri arasında bağımlı gruplar t-testi sonucuna göre; istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür (Hamstring_{sağorta}: $p_1 < .001$; $p = .005$; $p_3 < .001$; Hamstring_{solorta}: $p_1 < .001$; $p_2 = .004$; $p_3 < .001$).

Çizelge 3.8. BF Kas Kalınlıkları Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Karşılaştırılması

	Ön test Ort. ± SS	Son test Ort. ± SS	% artış	Grup içi		Gruplar arası		Grup*zaman	
n=21				p ₁	η^2_G	p ₂	η^2_G	p ₃	η^2_G
BF _{sağp}									
YTG	5,21 ± ,51	5,51 ± ,52	%5,75						
OTG	4,87 ± ,49	5,13 ± ,48	%5,33	<,001	,047	,576	,059	,636	,0002
STG	4,93 ± ,93	5,21 ± ,88	%5,67						
BF _{solp}									
YTG	5,10 ± ,56	5,38 ± ,52	%5,49						
OTG	4,82 ± ,50	5,07 ± ,47	%5,18	<,001	,046	,691	,040	,720	,0001
STG	4,86 ± ,92	5,15 ± ,88	%5,96						
BF _{sağorta}									
YTG	5,23 ± ,57	5,68 ± ,53	%8,60						
OTG	4,97 ± ,66	5,32 ± ,61	%7,04	<,001	,078	,722	,041	,074	,001
STG	5,04 ± ,94	5,46 ± ,89	%8,33						
BF _{solorta}									
YTG	5,20 ± ,56	5,64 ± ,52	%8,46						
OTG	4,84 ± ,65	5,25 ± ,66	%8,47	<,001	,094	,611	,053	,540	,097
STG	4,99 ± ,92	5,37 ± ,87	%7,61						

BF_{sağp}: Biceps Femoris sağ proksimal; *BF_{solp}*: Biceps Femoris sol proksimal; *BF_{sağorta}*: Biceps Femoris sağ orta nokta; *BF_{solorta}*: Biceps Femoris sol orta nokta; *YTG*: Yavaş Tempo Grubu; *OTG*: Orta Tempo Grubu; *STG*: Serbest Tempo Grubu

Çizelge 3.8.'de farklı tekrar sürelerinde uygulanan DE protokollerine katılan grupların $BF_{sağp}$, BF_{solp} , $BF_{sağorta}$ ve $BF_{solorta}$ kas kalınlığı değerlerinin ön test ve son test ortalama değerleri ile grup içi zamana bağlı değişimi, zamandan bağımsız gruplar arasındaki değişimi ve grup *zaman etkileşimindeki ilişkinin incelendiği faktöriyel tekrarlı ölçümler varyans analizi bulgularına yer verilmiştir.

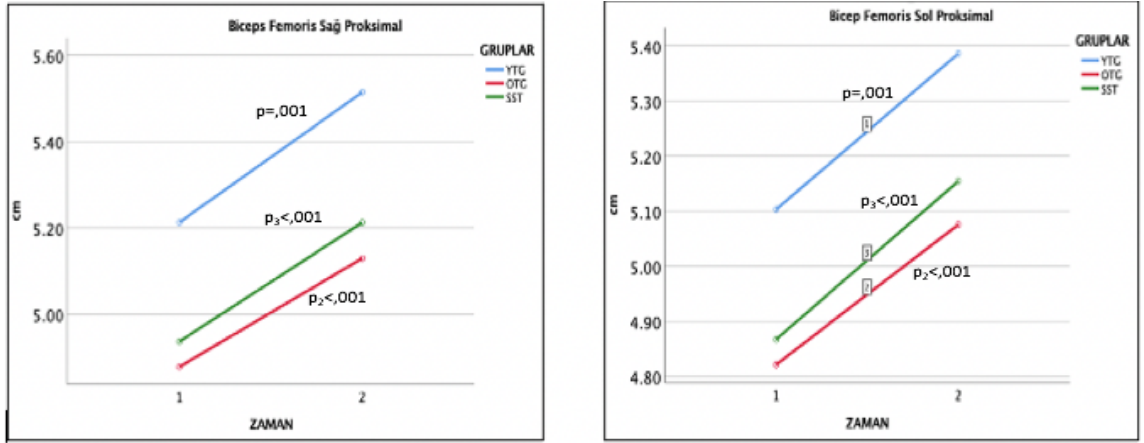
$BF_{sağp}$ kas kalınlığı değeri grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermiştir ve bu farklılığın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=169,670$; $p<,001$; $\eta^2_G=,047$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=,569$; $p=,576$; $\eta^2_G=,059$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($F_{(2,18)}=,464$; $p=,636$; $\eta^2_G=,0002$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde yüzdesel artışın en fazla YTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%5,75; OTG=%5,33 ve STG=%5,67).

BF_{solp} kas kalınlığı değeri grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir ve bu farklılığın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=237,298$; $p<,001$; $\eta^2_G=,046$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=,377$; $p=,691$; $\eta^2_G=,040$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($F_{(2,18)}=,334$; $p=,720$; $\eta^2_G=,0001$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde yüzdesel artışın en fazla YTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%5,49; OTG=%5,18 ve STG=%5,96).

$BF_{sağorta}$ kas kalınlığı değeri grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir ve bu farklılığın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=545,055$; $p<,001$; $\eta^2_G=,078$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=,332$; $p=,722$; $\eta^2_G=,074$). Grup*zaman

etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ve üç grup arasındaki farkın etki büyüklüğü düşük sınıflandırmasının altında kalmaktadır ($F_{(2,18)}=3,027$ $p=,074$; $\eta^2_G=,001$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde yüzdesel artışın en fazla YTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%8,60; OTG=%7,04 ve STG=%8,33).

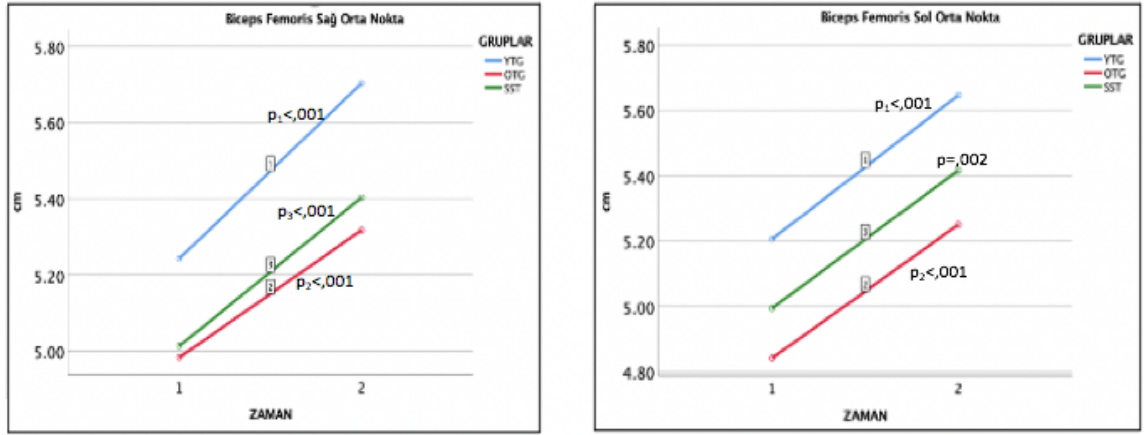
BF_{solorta} kas kalınlığı değeri grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir ve bu farklılığın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=413,837$; $p<,001$; $\eta^2_G=,094$). Zamandan bağımsız olarak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=,506$; $p=,611$; $\eta^2_G=,053$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($F_{(2,18)}=,637$; $p=,540$; $\eta^2_G=,097$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde yüzdesel artışın en fazla OTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%8,46; OTG=%8,47 ve STG=%7,61).



BF_{sağp}: Biceps Femoris sağ proksimal; BF_{solp}: Biceps Femoris sol proksimal; YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG: Orta Tempo Grubu; STG: Serbest Tempo Grubu

Şekil 3.10. BF_{sağp} ve BF_{solp} Kas Kalınlığı Zamansal Değişimi

BF_{sağp} ve BF_{solp} değerlerinde ön test ve son test değerleri arasında bağımlı gruplar t-testi sonucuna göre; istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür (BF_{sağp}: $p=,001$; $p_2<,001$; $p_3<,001$; BF_{solp}: $p_1=,001$; $p_2<,001$ ve $p_3<,001$).



$BF_{sağorta}$: Biceps Femoris sağ orta nokta; $BF_{solorta}$: Biceps Femoris sol orta nokta; YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG: Orta Tempo Grubu; STG: Serbest Tempo Grubu

Şekil 3.11. $BF_{sağorta}$ ve $BF_{solorta}$ Kas Kalınlığı Değerlerinin Zamansal Değişimi

$BF_{sağorta}$ ve $BF_{solorta}$ değerlerinde ön test ve son test değerleri arasında bağımlı gruplar t-testi sonucuna göre; istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür ($BF_{sağp}$: $p_1 = .001$; $p_2 < .001$; $p_3 < .001$; BF_{solp} : $p_1 = .001$; $p_2 < .001$ ve $p_3 = .002$).

Çizelge 3.9. Quadriceps Kas Kalınlığı Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Karşılaştırılması

	Ön test Ort. $\pm$ SS	Son test Ort. $\pm$ SS	% artış	Grup içi		Gruplar arası		Grup*zaman	
n=21				p_1	η^2_G	p_2	η^2_G	p_3	η^2_G
Quad_{sağp}									
YTG	4,47 $\pm$,48	4,79 $\pm$,51	%7,15						
OTG	4,20 $\pm$,77	4,43 $\pm$,77	%5,47	<,001	,060*	,590	,056	,267	,001
STG	4,26 $\pm$,44	4,54 $\pm$,40	%6,57						
Quad_{solp}									
YTG	4,40 $\pm$,44	4,65 $\pm$,46	%5,68						
OTG	4,14 $\pm$,84	4,41 $\pm$,84	%6,52	<,001	,059*	,677	,042	,552	,0004
STG	4,12 $\pm$,39	4,43 $\pm$,40	%7,52						
Quad_{sağorta}									
YTG	4,72 $\pm$,54	4,99 $\pm$,56	%5,72						
OTG	4,38 $\pm$,72	4,65 $\pm$,73	%6,16	<,001	,068*	,363	,105	,485	,0006
STG	4,28 $\pm$,38	4,60 $\pm$,31	%7,47						
Quad_{solorta}									
YTG	4,65 $\pm$,52	4,95 $\pm$,51	%6,45						
OTG	4,23 $\pm$,77	4,58 $\pm$,78	%8,27	<,001	,077*	,367	,105	,250	,0007
STG	4,27 $\pm$,40	4,56 $\pm$,32	%6,79						

$QUAD_{sağp}$: Quadriceps sağ proksimal; $QUAD_{solp}$: Quadriceps sol proksimal; $QUAD_{sağorta}$: Quadriceps sağ orta nokta; $QUAD_{solorta}$: Quadriceps sol orta nokta; YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG: Orta Tempo Grubu; STG: Serbest Tempo Grubu

Çizelge 3.9.'da farklı tekrar sürelerinde uygulanan DE protokollerine katılan grupların Quad_{sağp}, Quad_{solp}, Quad_{sağorta} ve Quad_{solorta} kas kalınlığı değerlerinin ön test ve son test ortalamala değerleri ile grup içi zamana bağlı değişimi, zamandan bağımsız gruplar arasındaki değişimi ve grup*zaman etkileşimindeki ilişkinin incelendiği faktöriyel tekrarlı ölçümler varyans analizi bulgularına yer verilmiştir.

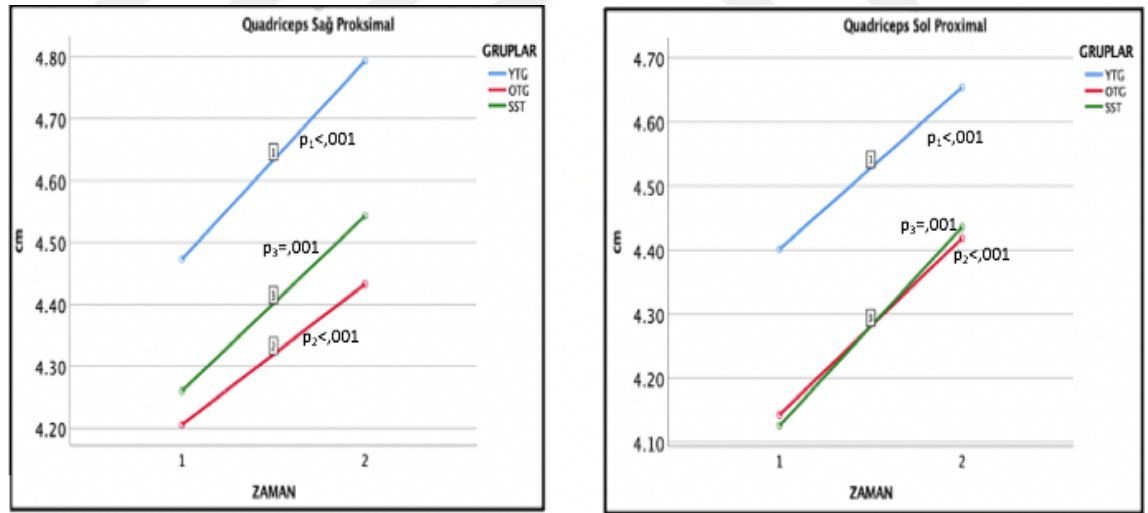
Quad_{sağp} kas kalınlığı değeri grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir ve bu farklılığın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=149,540$; $p<,001$; $\eta^2_G=,060$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=,543$; $p=,590$; $\eta^2_G=,056$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($F_{(2,18)}=1,422$; $p=,267$; $\eta^2_G=,001$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde yüzdesel artışın en fazla YTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%7,15; OTG=%5,47 ve STG=%6,57).

Quad_{solp} kas kalınlığı değeri grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir ve bu farklılaşmanın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=174,230$; $p<,001$; $\eta^2_G=,059$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=,398$; $p=,677$; $\eta^2_G=,042$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($F_{(2,18)}=,615$; $p=,552$; $\eta^2_G=,0004$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde yüzdesel artışın en fazla STG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%5,68; OTG=%6,52 ve STG=%7,52).

Quad_{sağorta} kas kalınlığı değeri grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir ve bu farklılığın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=169,049$; $p<,001$; $\eta^2_G=,068$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=1,072$; $p=,363$; $\eta^2_G=,105$). Grup*zaman

etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($F_{(2,18)}=,754$; $p=,485$; $\eta^2_G =,0006$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde yüzdesel artışın en fazla STG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%5,72; OTG=%6,16 ve STG=%7,47).

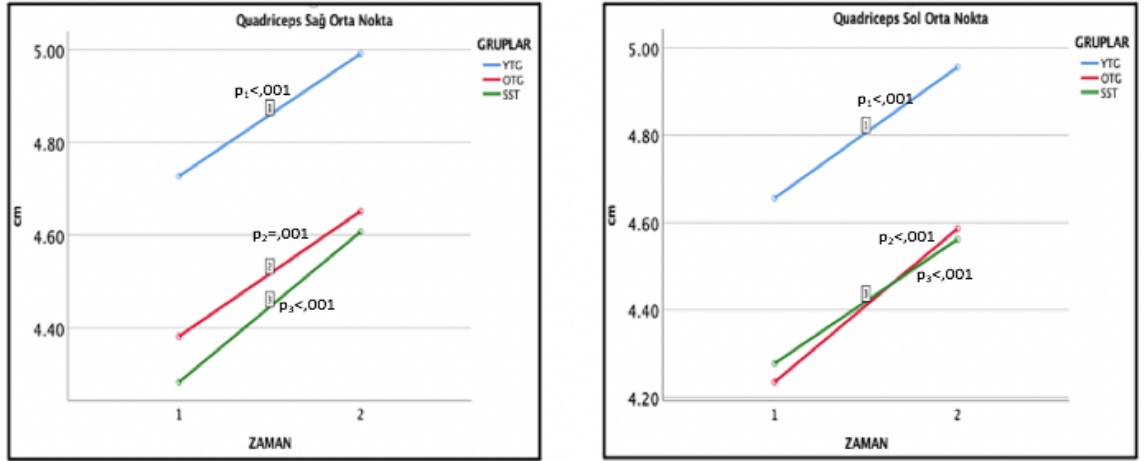
Quad_{solorta} kas kalınlığı değeri grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ve bu farklılaşmanın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=354,762$; $p<,001$; $\eta^2_G =,077$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($F_{(2,18)}=1,062$; $p=,367$; $\eta^2_G =,105$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; gruplar arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($F_{(2,18)}=1,499$; $p=,250$; $\eta^2_G =,0007$). Gruplar arasında ön test son değerleri incelendiğinde yüzdesel artışın en fazla OTG grubunda olduğu görülmektedir (sırasıyla YTG=%6,45; OTG=%8,27 ve STG=%6,79).



QUAD_{sağp}: Quadriiceps sağ proksimal; QUAD_{solp}: Quadriiceps sol proksimal; YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG: Orta Tempo Grubu; STG: Serbest Tempo Grubu

Şekil 3.12. Quad_{sağp} ve Quad_{solp} Kas Kalınlığı Değerlerinin Zamansal Değişimi

Quad_{sağp} ve Quad_{solp} değerlerinde ön test ve son test değerleri arasında bağımlı gruplar t-testi sonucuna göre; istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür (Quad_{sağp}: $p_1<,001$; $p_2<,001$; $p_3=,001$; Quad_{solp}: $p_1<,001$; $p_2<,001$ ve $p_3=,001$).



QUAD_{sağorta}: Quadriiceps sağ orta nokta, QUAD_{solorta}: Quadriiceps sol orta nokta; YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG: Orta Tempo Grubu; STG: Serbest Tempo Grubu

Şekil 3.13. Quad_{sağorta} ve Quad_{solorta} Kas Kalınlığı Değerlerinin Zamansal Değişimi

Quad_{sağorta} ve Quad_{solorta} değerlerinde ön test ve son test değerleri arasında bağımlı gruplar t-testi sonucuna göre; istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür (Quad_{sağp}: $p_1 < .001$; $p_2 = .001$; $p_3 < .001$; Quad_{solp}: $p_1 < .001$; $p_2 < .001$ ve $p_3 = .001$).

Çizelge 3.10. Grupların Vücut Yağ Yüzde Değerlerinin Faktörlere Göre Karşılaştırılması

n=21	Ön test Ort. $\pm$ SS	Son test Ort. $\pm$ SS	Grup içi		Gruplar arası		Grup*zaman		Fark
			p_1	η^2_G	p_2	η^2_G	p_3	η^2_G	
Kollar Yağ %									
YTG	28,14 $\pm$ 4,32	27,40 $\pm$ 4,27							
OTG	25,50 $\pm$ 3,07	24,64 $\pm$ 3,28	<,001	,025	,338	,111	,220	,002	----
STG	27,90 $\pm$ 2,85	26,35 $\pm$ 2,87							
Bacaklar Yağ %									
YTG	28,87 $\pm$ 4,95	26,85 $\pm$ 4,84							
OTG	27,05 $\pm$ 4,10	25,42 $\pm$ 3,98	<,001	,038	,262	,096	,456	,0003	----
STG	31,71 $\pm$ 5,00	29,04 $\pm$ 4,92							
Gövde Yağ %									
YTG	16,44 $\pm$ 1,74	15,60 $\pm$ 2,06							
OTG	12,85 $\pm$ 1,65	12,34 $\pm$ 1,99	,008*	,083	,011	,373	,290	,008	OTG ile YTG ve STG
STG	16,81 $\pm$ 3,06	14,90 $\pm$ 2,73							
VYY %									
YTG	15,41 $\pm$ 2,10	14,77 $\pm$ 1,94							
OTG	13,64 $\pm$ 2,24	13,22 $\pm$ 1,35	,064	,011	,204	,154	,834	,001	----
STG	15,70 $\pm$ 3,40	15,39 $\pm$ 2,19							

VYY: Vücut yağ yüzdesi; YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG: Orta Tempo Grubu; STG: Serbest Tempo Grubu

Çizelge 3.10.'da üç farklı tekrar süresinde uygulanan direnç egzersizi protokollerine katılan grupların vücut yağ yüzde ön test ve son test değer ortalama değerleri ile grupların kollar yağ, bacaklar yağ, gövde yağ ve VYY değerlerinde grup içi zamana bağlı değişim, zamandan bağımsız gruplar arasında değişim ve grup*zaman etkileşimindeki ilişkinin incelendiği tekrarlı ölçümler ANOVA sonuçlarına yer verilmiştir.

Kollar yağ değerinde grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ve bu farkın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=29,028$; $p<,001$; $\eta^2_G = ,025$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($F_{(2,18)}=1,153$; $p=,338$; $\eta^2_G = ,111$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde zamana bağlı gruplar arasında istatistiksel olarak istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($F_{(2,18)}=1,651$; $p=,220$; $\eta^2_G = ,002$).

Bacaklar yağ değerinde grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ve bu farkın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=39,137$; $p<,001$; $\eta^2_G = ,038$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($F_{(2,18)}=1,442$; $p=,262$; $\eta^2_G = ,096$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde zamana bağlı gruplar arasında istatistiksel olarak istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($F_{(2,18)}=,821$; $p=,452$; $\eta^2_G = ,0003$).

Gövde yağ değerinde grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ve bu farkın etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($F_{(2,18)}=8,835$; $p=,008$; $\eta^2_G = ,083$). Zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($F_{(2,18)}=5,863$; $p=,011$; $\eta^2_G = ,373$). Bu farklılığın etki büyüklüğü yüksek düzeydedir. Gruplar arasında OTG ile YTG ve STG grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p_{2-1}=,021$; $p_{2-3}=,029$). Grup*zaman etkileşimi

değerlendirildiğinde zamana bağlı gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($F_{(2,18)}=1,327$; $p=,290$; $\eta^2_G = ,008$).

VYY değerinde tekrarlı ölçümler ANOVA sonuçlarına göre; grup içi zamana bağlı ($F_{(2,18)}=3,380$; $p=,064$; $\eta^2_G = ,011$); zamandan bağımsız olarak gruplar arasında ($F_{(2,18)}=1,736$; $p=,204$; $\eta^2_G = ,154$) ve grup*zaman ($F_{(2,18)}=,184$; $p=,834$; $\eta^2_G = ,001$) etkileşiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı.

Çizelge 3.11. Gruplar Arası Görsel Analog Skala Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri

Hafta	Gruplar	24 sa Ort. $\pm$ SS	48 sa Ort. $\pm$ SS
1. hafta	YTG	23 $\pm$ 4,32	22,28 $\pm$ 4,64
	OTG	20,85 $\pm$ 5,52	18,42 $\pm$ 6,16
	STG	16,14 $\pm$ 2,54	14,85 $\pm$ 2,11
2. hafta	YTG	14,57 $\pm$ 4,75	12,85 $\pm$ 4,56
	OTG	10 $\pm$ 3,55	7,71 $\pm$ 4,60
	STG	7,57 $\pm$ 2,37	6,57 $\pm$ 1,81
3. hafta	YTG	7,27 $\pm$ 3,59	6,14 $\pm$ 2,60
	OTG	4 $\pm$ 1,15	3,57 $\pm$ 1,13
	STG	3,71 $\pm$,75	3,28 $\pm$,48
4. hafta	YTG	3,85 $\pm$ 1,21	3,42 $\pm$,76
	OTG	3,14 $\pm$,37	3,14 $\pm$,37
	STG	3,42 $\pm$ 1,13	3,0 $\pm$,00
5. hafta	YTG	3,57 $\pm$,53	3,14 $\pm$ 37
	OTG	3,14 $\pm$,37	3,14 $\pm$ 37
	STG	3,0 $\pm$,00	3,0 $\pm$,00
6. hafta	YTG	3,14 $\pm$,37	3,14 $\pm$ 37
	OTG	3,14 $\pm$,37	3,0 $\pm$,00
	STG	3,0 $\pm$,00	3,0 $\pm$,00

YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG: Orta Tempo Grubu; STG: Serbest Tempo Grubu

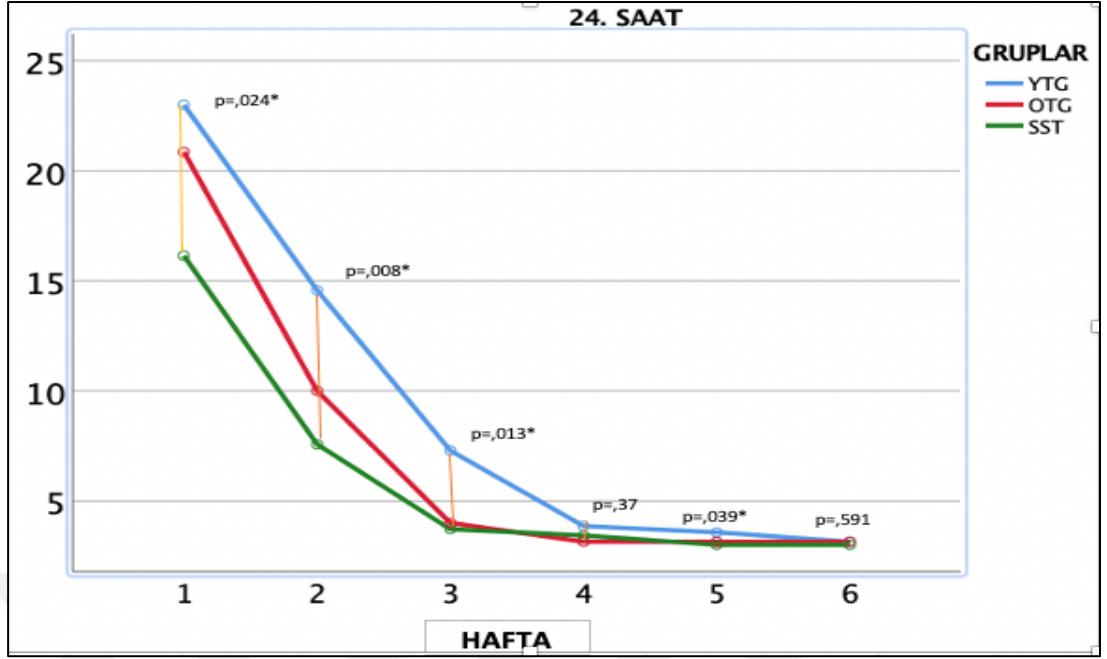
Çizelge 3.11.'de 3 farklı tekrar süresinde uygulanan DE protokollerine katılan grupların haftalık 24. saat ve 48. saat görsel analog skala değerlendirmesi sonucu elde ettikleri ortalama değerler sunulmuştur.

Çizelge 3.12. Gruplar Arası VAS Değerlerinin Karşılaştırılması

Hafta	Zaman	F / X ²	p	Anlamli Fark
1. hafta	24. sa.	4,646	,024	YTG ile STG
	48. sa.	4,529	,026	YTG ile STG
2. hafta	24. sa.	6,485	,008	YTG ile STG
	48. sa.	5,193	,017	YTG ile STG
3. hafta	24. sa.	5,585	,013	YTG ile OTG ve STG
	48. sa.	7,887*	,019	YTG ile OTG ve STG
4. hafta	24. sa.	1,988*	,370	-
	48. sa.	2,321*	,313	-
5. hafta	24. sa.	6,500*	,039	YTG ile STG
	48. sa.	1,053*	,591	-
6. hafta	24. sa.	1,053*	,591	-
	48. sa.	2,000*	,368	-

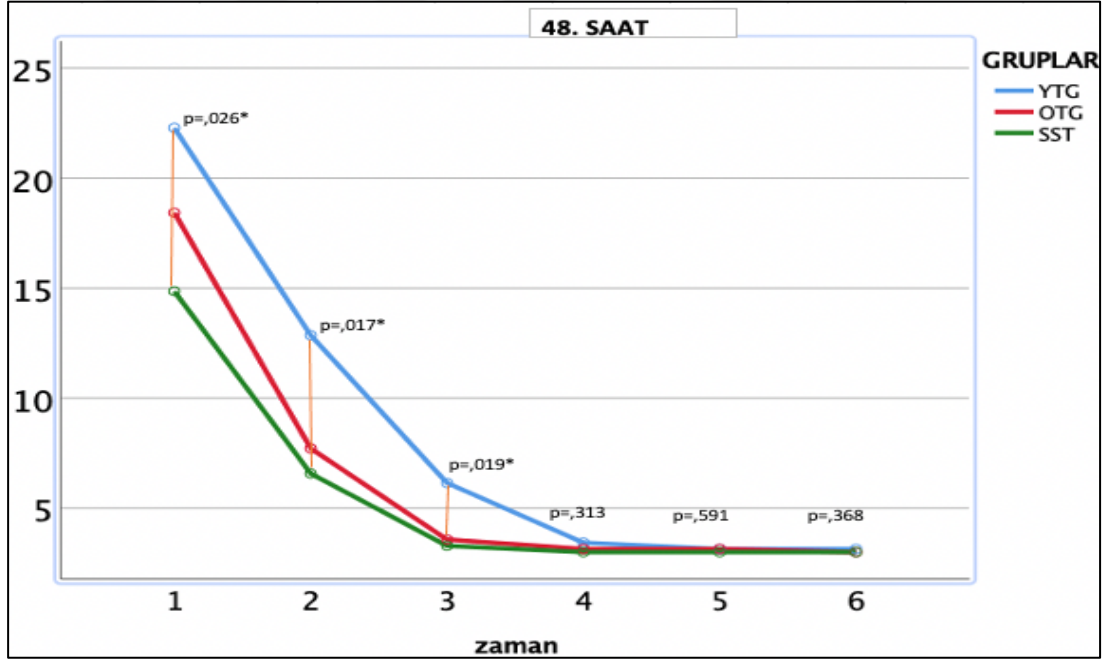
*: ki-kare değeri; YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG: Orta Tempo Grubu; STG: Serbest Tempo Grubu; sa: Saat

Çizelge 3.12'de grupların haftalık toplam görsel analog skala değeri 24. saat ve 48. saat karşılaştırması yer almaktadır. Bu sonuçlara göre görsel analog skala değerlerinde 1. 2. ve 3. hafta 24. ve 48. saatlerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır (sırasıyla $p_{1-24}=,024$; $p_{1-48}=,026$; $p_{2-24}=,008$, $p_{2-48}=,017$, $p_{3-24}=,013$, $p_{3-48}=,019$; $p_{5-24}=,039$). Birinci ve 2. hafta görsel analog skala değerleri arasındaki istatistiksel olarak anlamlı fark YTG ile STT arasında oluşmuştur. Üçüncü haftada 24. ve 48. saatte görülen anlamlı farklılık YTG ile OTG ve STG arasında oluşmuştur. Beşinci haftada 24. saat değerinde de gruplar arasında istatistiksel olarak manidar bir fark saptanmıştır ($p=,039$). Bu fark YTG ile STG grubu arasında oluşmuştur.



YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG: Orta Tempo Grubu; STG: Serbest Tempo Grubu

Şekil 3.14. Görsel Analog Skala 24. Saat Değerlerinin Gruplara Göre Zamansal Değişimi



YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG: Orta Tempo Grubu; STG: Serbest Tempo Grubu

Şekil 3.15. Görsel Analog Skala 48. Saat Değerlerinin Gruplara Göre Zamansal Değişimi

Çizelge 3.13. Gruplar Arası Algılanan Zorluk Derecesi Değerlerinin Karşılaştırması

Değişkenler	Gruplar	Ort. $\pm$ SS	F	p	Anlamlı Fark
Bench Press	YTG	269,142	20,070	,0002	YTG ile OTG ve STG
	OTG	231,571			
	STG	220,285			
Leg Extension	YTG	243,714	18,152	,0004	YTG ile OTG ve STG
	OTG	216,857			
	STG	204,142			
Triceps Extension	YTG	265,714	16,943	,0007	YTG ile OTG ve STG
	OTG	230,571			
	STG	224,142			
Leg Curl	YTG	220,714	,586	,567	
	OTG	214,714			
	STG	210,571			
Barbell Curl	YTG	287,857	24,733	,0007	YTG ile OTG ve STG
	OTG	237,428			
	STG	232,857			

YTG: Yavaş Tempo Grubu; OTG: Orta Tempo Grubu; STG: Serbest Tempo Grubu

Çizelge 3.13.'de grupların bench press, leg extension, triceps extension, leg curl, barbell curl egzersizleri için 6 haftalık toplam algılanan zorluk derecesi skorları ve gruplar arasındaki farkın karşılaştırılması amacıyla tek yönlü ANOVA sonuçlarına yer verilmiştir.

Tekrarlı ölçümler ANOVA sonucuna göre; gruplar arasında bench press, leg extension, triceps extension ve barbell curl egzersizlerinde algılanan zorluk değeri istatistiksel olarak anlamlı fark göstermiştir (sırasıyla $p_1 < ,001$, $p_2 < ,001$, $p_3 < ,001$, $p_4 < ,001$). Leg curl egzersizinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi ($p = ,567$). Anlamlı farklılık gösteren her değişkende YTG grubu ile OTG ve STG grupları arasında manidar fark görülmüştür.

4. TARTIŞMA

Bu çalışma, farklı tekrar süresinde uygulanan direnç egzersizlerinin kas kuvveti ve kas hipertrofisi üzerine etkilerinin incelenmesi ve karşılaştırılması amacıyla yapılmıştır.

Çalışmanın ana hipotezini; dinamik direnç egzersizinde mekanik gerim altında geçen sürenin uzatılmasının; kas kuvveti ve kas hipertrofisi gelişimine farklı etki göstereceği üzerine kurulmuştur. Bu hipotezden yola çıkarak; aynı yüklenme şiddetinde (1TM'nin %70'i) üç farklı tekrar süresinde yapılan DE'nin (YTG= K2:E4 sn / OTG=K1:E2 sn / STG = Serbest Tempo Grubu) kas kuvveti ve kas hipertrofisi yanıtları incelenmiştir.

Çalışmaya düzenli olarak 2 yıldan beri, haftada en az 2 defa ve en az 2 saat süreyle rekreasyonel amaçlı egzersiz yapan 21 erkek katılımcı dahil edilmiştir. Katılımcılar çalışmaya başlamadan önce 2 defa spor salonuna gelerek, alıştırma fazı çalışmalarına katılmışlardır. Katılımcılara; uygulanacak egzersizlerde doğru tutuş tekniği gösterilmiştir. Deney gruplarından dijital metronoma ve geri bildirime uygun olarak hareketlerini eksantrik ve konsantrik fazda belirtilen sürede gerçekleştirmeleri istenmiştir. STG grubuna ise hareketleri istedikleri tempoda yapmaları söylenmiştir. Çalışmada; katılımcıların pectoralis major, triceps brachii, biceps brachii, hamstring (biceps femoris / semitendinosus ve semimembranosus) ve quadriceps femoris (rectus femoris - vastus intermedius) kaslarının kalınlıklarının belirlenmesi için ultrasonografik görüntüleme kullanılmıştır. Bu yöntem ile pectoralis major kası için proksimal, orta ve distal noktalardan, diğer kas bölgeleri için ise; proksimal ve orta noktalardan ölçüm yapılmıştır.

Katılımcıların maksimal kuvvet düzeylerinin belirlenmesi amacıyla; 1TM testi prosedüre uygun olarak yapılmıştır. Kas dayanıklılığının değerlendirilmesi için 1TM'un %50'si ile yapılabilen maksimal tekrar sayısı belirlenmiştir. Farklı tekrar sürelerinde yapılan DE protokollerinin vücut yağ oranına ve kas kütlesine etkisini incelemek için DEXA tüm vücut tarama modeli kullanılmıştır. Ölçümlerin tamamı 6 haftalık antrenman protokolünün öncesinde ve sonrasında uygulanmıştır. Uygulanan her egzersiz hareketi için, 6 hafta süresince egzersiz sonunda Borg skalası ile algılanan zorluk değeri ve her egzersiz sonrası 24. ve 48. saatlerde görsel analog skala ile ağrı durumu değerlendirmesi yapılmıştır.

Farklı tekrar süreleri ile yapılan DE'nin, kas kuvveti ve kas hipertrofisi üzerinde farklı etkilerinin olabileceği görüşü üzerinde henüz bir konsensüs sağlanmamıştır. Bu konuda; teoride beklenen yanıtlar, uygulamada tartışmalı sonuçlar ortaya koymaktadır (Usui ve ark., 2016; Watanabe ve ark., 2013; Shibata ve ark., 2018). Teoride beklenen bu durumun rasyonel açıklaması olarak; mekanik gerim altında geçen süre ile anabolik etki arasında doğrusal bir ilişki olması ve etkin olarak anaerobik glikolitik sistemin kullanıldığı egzersizlerde; metabolik stresin daha fazla oluşmasının kas adaptasyonlarını arttırabileceği varsayımı yer almaktadır (Schoenfeld, 2010; Lacerda ve ark., 2016). Ayrıca Tamaki ve ark. (1994), çalışmalarında; hareketin tekrar süresinin uzatılması ile kan damarları üzerinde baskının artırılmasının, akut hipoksiye neden olacağı ve dolayısıyla metabolit birikiminde artış görüleceğini bildirmektedir. Bu bilgilerden yola çıkarak direnç egzersizlerindeki setler sırasında uygulanan hareket süresinin kombinasyonlarının hipertrofiyi farklı şekillerde etkileyeceği düşünülmektedir. Ancak, yukarıda bahsedilen teoriler uygulamadaki beklentiye karşılamamaktadır (Brandenburg ve Docherty 2002; Young ve Bilby 1993; Tanimoto ve Ishii 2006). Örneğin; Hackett ve ark. (2018), tarafından yapılan bir meta-analiz çalışması yavaş tempo (her faz >2 sn) ve hızlı tempo (her faz <1 sn) ile yapılan direnç egzersizlerinin benzer hipertrofik adaptasyonlar ortaya çıkardığını bildirmiştir. Benzer olarak; Davies ve ark. (2017), yaptıkları meta-analiz çalışmasında dinamik kuvvet kazanımında yavaş tempo ve hızlı tempo ile yapılan direnç egzersizlerinde benzer sonuçlar ortaya çıktığını bildirmiştir.

Bu noktada; hareketin tekrar süresinin değiştirilmesi, kasılma fazlarının temposunun değiştirilmesi özelinde farklı bir araştırma konusu yaratmaktadır. Dinamik DE esnasında uygulanan harekette; mekanik gerim altında geçen sürenin ve bu sürede temposu uzatılan kasılma türünün; kas kuvveti ve kas hipertrofisi gelişiminde farklı etkileri olabileceği düşünülmektedir. Bu durumun rasyonel açıklaması olarak; dinamik direnç egzersizi sırasında görülen iki kasılma türü arasında (eksantrik-konsantrik) farklı nörolojik model gözlemlenmesi, eksantrik kasılmada daha geniş kortikal aktivite olması, farklılaşan motor ünite aktivasyonu yer almaktadır. Mekanik perspektiften bakıldığında ise; kasların eksantrik olarak kasıldıklarında diğer kasılma türlerine göre, daha fazla mutlak güç üretebilmesi sebep gösterilmektedir (Bamman ve ark., 2001). Hareketin eksantrik fazda daha fazla mutlak güç üretebilmesi; hipertrofik yanıtlarla ilişkili egzersiz kaynaklı kas hasarı ve mekanik gerim ile doğrudan ilgilidir. Kas kuvvetindeki artışın, geliştirilen kuvvetin büyüklüğü ile orantılı olduğu düşünüldüğünde, eksantrik kasılmaları içeren kuvvet antrenmanının, sadece konsantrik antrenmana odaklanma ile karşılaştırıldığında daha büyük adaptasyonları sağlayabileceği ileri sürülmektedir (Goldberg ve ark., 1975; Heather ve ark., 1991). Teorik olarak; artan mekanik gerim, hücre içinde anabolik sinyalin başlamasına aracılık edebilir ve böylece daha fazla hipertrofik yanıt ortaya çıkabilir (Johnson, 2005). Schoenfeld ve ark. (2017), tarafından yapılan çalışmada eksantrik kas kasılmasının konsantrik kasılmaya göre istatistiksel olarak anlamlı olmasa da daha fazla hipertrofik kazanım sağladığını göstermektedir.

Bu bilgiler dikkate alındığında; direnç egzersizi sırasında, mekanik gerim altında geçen sürenin eksantrik fazda uzatılması avantajlı görünmektedir (Pearson ve ark., 2021). DE sırasında; mekanik gerim altında geçen süresinin uzatılmasıyla, hipertrofik yanıtlarla ilişkili olduğu bilinen metabolik stres seviyesinin artması ve uzatılmış eksantrik faz aracılığıyla artan kas hasarının, hipertrofi artışına olumlu katkıları olabileceğini düşündürmektedir.

4.1. 1TM ve Kassal Dayanıklılık Değerlerinin Karşılaştırılması

Bilindiği üzere bireyin 1TM'si mevcut kas kuvvetinin en önemli göstergelerinden biridir. Mevcut çalışmada 1TM'nin geliştirilmesiyle kas kuvvetinde artış hedeflenmiştir. Kas hipertrofisini ve dolayısıyla kuvveti arttırmak için DE'nin akut değişkenlerinin sıklıkla manipüle edildiği bilinmektedir. DE'nin akut değişkenleri arasında yer alan, hareketin tekrar süresinin değiştirilmesiyle mekanik gerim altında geçen sürenin arttırılmasının kassal kuvvet ve hipertrofik adaptasyonlarda pozitif yönde etki edeceği düşünülmektedir. Literatürde incelendiğinde; kas hipertrofisi ve kuvvet artışında, hareketin tekrar süresindeki değişikliklerin, olası etkilerinin belirlenmesi amacıyla farklı tekrar sürelerinde DE çalışmaları yapıldığı görülmektedir.

Mevcut çalışmanın amaçlarından biri, farklı tekrar sürelerinde yapılan DE'lerin 1TM ve kassal dayanıklılık değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiye sahip olup olmadığının incelenmesidir. Bu nedenle katılımcıların; 6 hafta devam eden ve farklı tekrar sürelerinde yapılan 3 farklı DE protokolü öncesinde ve sonrasında bench press, leg extension, triceps extension, leg curl ve barbell curl egzersizlerinde 1TM değerleri grup*zaman etkileşiminde karşılaştırılmıştır. Kassal dayanıklılığın değerlendirilmesi için ise 1TM'nin %50'si ile yapılabilen maksimal tekrar sayısı belirlenmiştir.

Farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokollerinde bench press, leg extension, triceps extension, leg curl ve barbell curl 1TM değerlerinde grup içi zamana bağlı olarak istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır (sırasıyla $p_{BP} < ,001$; $p_{LE} < ,001$; $p_{TE} < ,001$; $p_{LC} < ,001$; $p_{BC} < ,001$). Buna karşın grup*zaman etkileşiminde farklı tekrar sürelerinde yapılan DE protokolleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (sırasıyla $p_{BP} = ,756$; $p_{LE} = ,216$; $p_{TE} = ,163$; $p_{LC} = ,935$; $p_{BC} = ,397$). Ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklı olmamasına rağmen yüzdesel değişim oranları incelendiğinde bench press, leg extension, leg curl ve barbell curl 1TM

değerlerinde YTG'nin (2K:4E sn) diğer gruplara kıyasla daha fazla artış sağladığı görülmüştür (sırasıyla $1TM_{BP} = \%9,99 - \%9,06 - \%9,46$ / $1TM_{LE} = \%28,09 - \%24,09 - \%19,78$ / $1TM_{TE} = \%14,63 - \%11,05 - \%16,63$; / $1TM_{LC} = \%81,89 - \%66,14 - \%70,12$; / $1TM_{BC} = \%12,15 - \%9,14 - \%8,85$).

Çalışmamızın kassal dayanıklılık değerlendirmesinde bench press TS, leg extension TS, triceps extension TS, leg curl TS ve barbell curl TS değişkenlerinde grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır (sırasıyla $p_{BP} < ,001$; $p_L < ,001$; $p_{TE} < ,001$; $p_{LC} < ,001$; $p_{BC} < ,001$). Grup*zaman etkileşiminde ise sadece bench press TS ve triceps extension TS değişkenlerinde YTG lehine istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır (sırasıyla $p_{BP} < ,001$; $p_{LE} = ,581$; $p_{TE} < ,001$; $p_{LC} = ,310$; $p_{BC} = ,066$). ($TS_{BP} = \%32,29 - \%19,82 - \%23,27$ / $TS_{LE} = \%63,63 - \%62,43 - \%50,16$ / $TS_{TE} = \%71,31 - \%31,81 - \%24,20$; / $TS_{LC} = \%47,29 - \%77,63 - \%45,55$ / $TS_{BC} = \%31,31 - \%24,47 - \%23,62$).

Literatür incelendiğinde; mevcut çalışmanın sonucu destekleyen ve desteklemeyen çalışmalar ile karşılaştırılmıştır.

Pearson ve ark. (2021), tarafından; 13 antrenmanlı erkek katılımcı ile 8 hafta süresince; haftada 2 kez yapılan çalışmada; aynı yüklenme şiddetinde hızlı ve yavaş eksantrik tekrar süresinin; quadriceps kasında 1TM değerine etkisini incelemiştir. Katılımcıların bacaklarından birine rastgele olarak yavaş tempo (1K-0İ-3E sn) ve diğer bacağına hızlı tempo (1K-0İ-1E sn) ile yapılan protokoller uygulanmıştır. 1TM değeri her iki protokolde de benzer şekilde artış göstermiştir (Hızlı: 9,1 kg, %17,0; Yavaş: 10,4 kg, %21).

Young ve Bilby (1993), tarafından yapılan çalışmada; 18 antrenmansız erkek katılımcıya; 7,5 hafta süresince 2 farklı protokol uygulanmıştır. Katılımcılar hızlı konsantrik kasılmaların olduğu veya kontrollü yavaş hareketlerin olduğu protokollere

katılmıştır. Her iki grupta da 1TM değerinde anlamlı değişim görülse de gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0,05$).

Pereira ve ark. (2016), tarafından yapılan çalışmada 12 erkek katılımcı; 12 hafta süresince yüksek hız veya yavaş hız grubuna bölünmüştür. Biceps brachii kas kuvveti değerlendirmesi için antrenman öncesi ve sonrası 1TM testi (scott curl) uygulanmıştır. Gruplar arasında 1TM gelişiminde istatistiksel olarak anlamlı fark sağlanmasada yavaş hız grubunun etki büyüklüğü değeri yüksek hız grubundan daha fazla olduğu görülmüştür. Bu nedenle araştırmacı antrenmanlı bireylerde kas kuvveti gelişimi için yavaş hız grubunda uygulanan protokolün daha verimli olduğunu vurgulamıştır.

Wescott ve ark. (2001), tarafından yapılan iki ayrı çalışmada; 65 erkek ve 82 kadın 10 hafta süresince, haftada 2 veya 3 kez, 13 hareketli Nautilus istasyon antrenmanı yapmışlardır. Katılımcılar RS grubunda E2:D1:K4 sn tempoda; SS grubunda ise E10:K4 sn tempoda yapılan antrenman protokollerine katılmıştır. RS grubu 10TM; SS grubu ise 5TM ile test edilmiştir. Her iki çalışmada da SS grubunda %50'den daha fazla kuvvet gelişimi sağlanmıştır ($p<,001$). Erkek katılımcılarla yapılan çalışmada 1TM değeri SS grubunda 12 kg artış gösterirken, RS grubunda 8 kg artış göstermiştir ($p<0,001$). Kadınlar ile yapılan çalışmada ise 1TM değeri SS grubunda 10,9 kg artış gösterirken RS grubu 7,1 kg artış göstermiştir ($p<0,001$).

Tanimato ve ark. (2008), tarafından 36 genç, antrenmansız, erkek katılımcı ile 13 hafta süresince, haftada 2 defa yapılan çalışmada katılımcılar 3 gruba ayrılmıştır ($n=12$ her bir grup için). Gruplar tüm vücut direnç egzersizi yapmışlardır. LST grubu (1TM'nin ~%50-60) K1:D1:E1 sn tempo ile HN grubu (1TM'nin ~%80-90) K2:E1:D2 sn tempo ile direnç egzersizi yapmıştır. Çalışmada üçüncü grup kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Yapılan 5 egzersiz toplamında LST grubunda 1TM

kuvveti ($33 \pm 8,8$) ve HN grubunda ($9,1 \pm 4,2$) artış gösterirken kontrol grubunda değişim görülmediği bildirilmiştir

Rana ve ark. (2008), tarafından 34 yetişkin kadın ile 6 hafta yapılan çalışmada; katılımcılar TS grubu (1TM'nin %80-85; 1-2K:1-2E sn tempo), TE grubu (1TM'nin %~40-60, 1-2K:1-2E sn tempo); LV grubu (1TM'nin %~40-60, 10K:4E sn tempo) ve kontrol olmak üzere rastgele 4 gruba ayrılmıştır. Leg press, back squat ve knee extension hareketlerinin yapıldığı çalışmada; protokoller yorgunluğa kadar yapılan 3 setten oluşmaktadır. Uygulanan üç harekette de en fazla 1TM artışını TS protokolünün sağladığı görülmüştür. Ayrıca; leg press ve knee extension hareketlerinde LV protokolü ve kontrol grubu arasında LV grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir. Kasal dayanıklılık değerleri incelendiğinde 3 protokolde benzer gelişim görüldüğü saptanmıştır.

Keeler ve ark. (2001), tarafından 19-45 yaş aralığında, 14 sağlıklı sedanter kadın katılımcı ile 14 hafta süresince yapılan çok yavaş (SS) (10K:15-20E sn) veya klasik Nautilus (TR) direnç egzersizinin (2K: 4E sn) uygulandığı çalışmada her iki grupta da 8 farklı egzersizde önemli antrenman etkisi görülmüştür ve TR grubunda SS grubuna göre; bench press (%34 ve %11), anterior lat pull-down (%27 ve %12), leg press (%33 ve %7), leg extension (%56 ve %24) ve leg curl (%40 vs. %15) egzersizlerinde 1TM değeri daha fazla artış göstermiştir.

Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde; farklı tekrar süresinin kıyaslandığı DE protokollerinin; 1TM değerinin gelişiminde tutarlı sonuçlar sağlamadığı görülmektedir. Bazı çalışmalarda; yavaş tempoda yapılan protokoller daha fazla kuvvet artışı sağlarken; diğer çalışmalar bu sonucun aksine hızlı tempo protokollerinin kuvvet artışında daha avantajlı olduğu görülmektedir. Mevcut çalışmada her grupta DE etkisiyle kuvvet artışı görülmüştür. Ancak protokoller arasında üstünlük sağlanmadığı görülmektedir. Katılımcıların rekreasyonel olarak etkin ancak düzenli DE geçmişi

olmadığı düşünülduğünde herhangi bir DE uyaranına karşı yanıtları daha fazla olacaktır. Sonuç olarak; hareketin tekrar süresinin daha az uzatıldığı ya da uzatılmadığı DE'leri antrenmansız bireyler için yeterli bir uyaran oluştururken, uzatılmış eksantrik faz ve konsantrik faz herhangi bir ek avantaj sağlamamış olabilir. Bunun yanı sıra hipertrofik gelişimlere paralel olarak kuvvetin geliştiği bilinmektedir. Mevcut çalışmada kassal hipertrofinin gruplar arasında benzer gelişim sağladığı ve anlamlı farklılık görülen noktalarda da, üç grup arasındaki farkın düşük etki düzeyinde olduğu görülmektedir. Bu durumların kombinasyonu; 1TM değerinde gruplar arasında benzer gelişim görülmesinin nedeni olabilir.

4.2. Kas Kalınlığı Değerlerinin Karşılaştırılması

Literatürde DE sırasında hareketin tekrar süresinin; kas hipertrofisi gelişimi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmaların oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Ayrıca tempo değişikliklerinin yapıldığı çalışmalarda, yüklenme şiddetinde gruplar arasında farklılık göstermektedir. Bu durum, gözlenen hipertrofik etkinin tempo ve yüklenme şiddeti değişkenlerinin hangisinden kaynaklandığını belirlemeyi zorlaştırmaktadır. Çalışmaların sınırlı olması ile birlikte DE'nin tekrar süresinin uzatılmasının kasın hipertrofik gelişimine etkisi, çalışmaların bir kısmında kas kalınlığı, bir kısmında kas kesitsel alanı veya pennasyon açısı ile değerlendirilmektedir. Yine bir grup çalışma kasın bir kısmını incelemekte, bazı çalışmalar ise kası bütünsel olarak ele almaktadır.

Çalışmanın amaçlarından biri olan farklı tekrar sürelerinde yapılan DE'nin kas hipertrofisi gelişimi üzerine etkilerini incelemek amacıyla; DE öncesi ve sonrasında kol bacak, gövde ve tüm vücut kas kütlesi ağırlığındaki değişimi gözlemlemek için DEXA tüm vücut tarama modeli kullanılmıştır. Ayrıca olası bir hipertrofiyi gözlemlemek için PM kası proksimal, orta ile distal nokta ve biceps brachii, triceps brachi, hamstring (biceps femoris ayrı olarak- semitendinosus-semimembranosus),

quadriceps (rectus femoris -vastus intermedius) kaslarının proksimal ve orta noktalarındaki kalınlıkları US ile ölçülmüştür.

Kollar, bacaklar, gövde ve tüm vücut kas değişkenlerinde grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir (sırasıyla $p_{\text{kollar}} < .001$; $p_{\text{bacaklar}} < .001$; $p_{\text{gövde}} < .008$; $p_{\text{tüm vücut}} < .001$). Buna karşın protokoller arasında grup*zaman etkileşiminde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (sırasıyla $p_{\text{kollar}} = .901$; $p_{\text{bacaklar}} = .352$; $p_{\text{gövde}} = .698$; $p_{\text{tüm vücut}} = .531$).

Sağ ve sol PM kasının ölçülen tüm noktalarındaki (proksimal-orta-distal) kas kalınlığı artışında, grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlenmiştir (sırasıyla $p_{\text{sağp}} < .001$; $p_{\text{solp}} < .001$; $p_{\text{sağorta}} < .001$; $p_{\text{solorta}} < .001$; $p_{\text{sağdis}} < .001$; $p_{\text{soldis}} < .001$). Ancak protokoller arasında grup*zaman etkileşiminde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (sırasıyla $p_{\text{sağp}} = .134$; $p_{\text{solp}} = .482$; $p_{\text{sağorta}} = .333$; $p_{\text{solorta}} = .402$; $p_{\text{sağdis}} = .255$; $p_{\text{soldis}} = .107$). Bu durum; üç farklı tekrar süresinde uygulanan protokollerin PM kas kalınlığı gelişiminde benzer etki gösterdiğini ve protokoller arasında üstünlük sağlanmadığını ortaya koymaktadır.

Sağ ve sol kol biceps kasının ölçülen tüm noktalarında (proksimal-orta) kas kalınlığında grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır (sırasıyla $p_{\text{sağp}} < .001$; $p_{\text{solp}} < .001$; $p_{\text{sağorta}} < .001$; $p_{\text{solorta}} < .001$). Ayrıca protokoller arasında grup*zaman etkileşiminde Biceps_{sağp} ve Biceps_{solp} kas kalınlığı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenirken Biceps_{sağorta} ve Biceps_{solorta} kas kalınlığı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlenmemiştir (sırasıyla $p_{\text{sağp}} < .001$; $p_{\text{solp}} < .001$; $p_{\text{sağorta}} = .551$; $p_{\text{solorta}} = .221$). Ancak; grup*zaman etkileşiminde Biceps_{sağp} ve Biceps_{solp} kas kalınlığı değerlerinde görülen istatistiksel fark, etki büyüklüğü açısından incelendiğinde düşük etki düzeyinde olduğu görülmektedir (sırasıyla $\eta^2_G = .017$; $\eta^2_G = .002$). Yüzdesel gelişim değerleri incelendiğinde; YTG protokolünün Biceps_{sağp} (sırasıyla 6,54-%2,85-%2,88) ve Biceps_{solp} (sırasıyla %5,09-%2,89-%2,91) kas

kalınlığı değerlerinde daha fazla artış görülmesine neden olurken, Biceps_{sağorta} (sırasıyla %5,98; %5,19, %6,25) ve Biceps_{solorta} (sırasıyla %4,89; %6,92; %5,86) değerlerinde diğer protokoller ile benzer gelişim sağladığı görülmektedir.

Sağ ve sol kol triceps kasının ölçülen tüm noktalarında (proksimal-orta) kas kalınlığında grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır (sırasıyla $p_{sağp} < ,001$; $p_{solp} < ,001$; $p_{sağorta} < ,001$; $p_{solorta} < ,001$). Protokoller arasından grup*zaman etkileşimi incelendiğinde Triceps_{sağp}, Triceps_{solp}, Triceps_{sağorta} ve Triceps_{solorta} kas kalınlığı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır (sırasıyla $p_{sağp} = ,032$; $p_{solp} = ,011$; $p_{sağorta} = ,024$; $p_{solorta} = ,041$). Yüzdesel gelişim değerleri incelendiğinde Triceps kasının ölçülen tüm noktalarında YTG protokolünün diğer protokollerden daha fazla kas kalınlığı gelişimi sağladığı görülmektedir. Ancak; tüm değişkenlerde etki büyüklüğü değerlendirildiğinde üç grup arasındaki farkın tüm değişkenlerde düşük etki düzeyinde olduğu görülmektedir (sırasıyla $\eta^2_G = ,006$; $\eta^2_G = ,022$; $\eta^2_G = ,017$; $\eta^2_G = ,017$)

Sağ ve sol bacak hamstring (semitendinosus ve semimembranosus) kasının ölçülen tüm noktalarında (proksimal-orta) kas kalınlığında grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır (sırasıyla $p_{sağp} < ,001$; $p_{solp} < ,001$; $p_{sağorta} < ,001$; $p_{solorta} < ,001$). Ancak grup*zaman etkileşiminde; değişkenlerde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p_{sağp} = ,314$; $p_{solp} = ,923$; $p_{sağorta} = ,642$; $p_{solp} = ,309$). Hamstring (biceps femoris) kasının ölçülen tüm noktalarında (proksimal-orta) kas kalınlığında katılımcılar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır (sırasıyla $p_{sağp} < ,001$; $p_{solp} < ,001$; $p_{sağorta} < ,001$; $p_{solp} < ,001$). Grup*zaman etkileşiminde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p_{sağp} = ,636$; $p_{solp} = ,720$; $p_{sağorta} = ,060$; $p_{solp} = ,925$). Bu durum hamstring kas kalınlığı gelişiminde; üç farklı tempoda uygulanan DE protokollerinin benzer gelişim sağladığı ve protokoller arasında üstünlük sağlanmadığı göstermektedir.

Sağ ve sol bacak quadriceps (rectus femoris - vastus intermedius) kasının ölçülen tüm noktalarında (proksimal-orta-distal) kas kalınlığında grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır (sırasıyla $p_{sağp} < ,001$; $p < ,001$; $p < ,001$; $p < ,001$). Ancak; grup*zaman etkileşiminde istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p_{sağp} = ,267$; $p_{solp} = ,552$; $p_{sağorta} = ,485$; $p_{solp} = ,250$). Bu durum; quadriceps kas kalınlığı gelişiminde; çalışma kapsamında 3 farklı tempoda uygulanan DE protokollerinin benzer gelişim düzeyi sağladığı ve protokoller arasında üstünlük sağlanmadığı görülmektedir.

Literatür incelendiğinde farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizlerinin kas hipertrofisi gelişimine etkilerinin konu edildiği az sayıda çalışmaya rastlanmıştır ve bunlar özetlenerek sunulmuştur.

Tanimato ve ark. (2008), tarafından 36 genç antrenmansız erkek katılımcı ile yapılan çalışmada katılımcılar 3 gruba ayrılmıştır ($n=12$ her bir grup için). Gruplar tüm vücut direnç egzersizi yapmışlardır. LST grubu (1TM'nin $\sim\%50-60$) K1:D1:E1 sn tempo ile HN grubu (1TM'nin $\sim\%80-90$) K2:E1:D2 sn tempo ile direnç egzersizi yapmıştır. Çalışmada 3. grup kontrol grubu yer almaktadır. Vertical squat, chest press, latissimus dorsi pulldown, abdominal bend, ve back extension egzersizlerinin yapıldığı protokollerde göğüs kası, ön ve arka üst kol, abdomen, subscapula ve ön ve arka uyluk kasları US ile değerlendirilmiştir. DE sonrasında LST ve HN gruplarında kas kalınlığında istatistiksel olarak anlamlı değişim görülmüştür. Kontrol grubunda ise kas kalınlığında değişim görülmemiştir. LST ve HN grupları arasında kas kalınlığı yüzdesel gelişiminin benzer olduğu görülmektedir. Beş bölge toplam kas kalınlığı değişimi LST: $6,8 \pm \%3,4$; HN: $9,1 \pm \%4,2$; CON: $1,3 \pm \%2,2$).

Shibata ve ark. (2018), tarafından 24 erkek futbolcu ile 6 hafta boyunca yapılan çalışmada eksantrik fazı uzatılmış iki farklı (2 sn / 4 sn) paralel back-squat antrenman protokolü uygulanmıştır. Sağ bacak uyluk kas kesit alanı MRI ile antrenman protokolü

öncesi, 3. haftası ve sonrası ölçülmüştür. Her iki grupta kas kesit alanında benzer şekilde artış görülmüştür.

Young ve Bilby (1993), tarafından yapılan çalışmada; 18 antrenmansız erkek katılımcı ile 7,5 hafta süresince yapılan çalışmada 2 farklı protokol uygulanmıştır. Katılımcılar hızlı konsantrik kasılmaların olduğu veya kontrollü yavaş hareketlerin olduğu protokollere katılmıştır. Katılımcıları vastus intermedius, rectus femoris uyluk kaslarının orta ve distal noktalarının kalınlığı US ile değerlendirilmiştir. Her iki protokolde de kas kalınlığı istatistiksel olarak anlamlı gelişim göstermiştir; ancak gruplar arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Ayrıca yüzdesel gelişimlerinin de benzer olduğu görülmüştür.

Claflin ve ark. (2011), tarafından yapılan farklı hızlarda yapılan direnç egzersizinin vastus letaralis kasının kalınlığı ve kasılma özelliklerini inceledikleri çalışmada; 63 katılımcı 4 gruba ayrılmıştır. Grupların hareket tekrar süreleri 0.5-66 / 1-2 / 2-6 / 4-8 sn olarak belirlenmiştir. Tip 2 fibrilde kesit alanın cinsiyet, yaş ve hareketin tekrar süresinden bağımsız olarak direnç egzersizi kaynaklı gelişim görülürken (%8-12), tip 1 kas fibrilinde kesitsel alanda artış görülmemiştir.

Pearson ve ark. (2021), tarafından 13 antrenmanlı erkek katılımcı ile 8 hafta süresince; haftada 2 kez yapılan çalışmada; aynı yüklenme şiddetinde hızlı ve yavaş eksantrik tekrar süresinin; quadriceps kasının (orta-distal) kas kalınlığı değerlerine etkileri US ile değerlendirilmiştir. Katılımcıların bacaklarından birine rastgele olarak yavaş tempo (1K-0İ-3E sn) ve diğerine hızlı tempo (1K-0İ-1E sn) ile yapılan protokoller uygulanmıştır. Her iki bacakta da proksimal noktada benzer şekilde gelişim görülürken (Hızlı: %3,6; Yavaş: %3,1) distal noktada ön test-son test değişiminin hızlı grupta daha fazla görüldüğü rapor edilmiştir (Hızlı: %5,5; Yavaş: %2,2) Ayrıca araştırmacılar hızlı temponun quadriceps kası distal noktada az da olsa hipertrofik gelişim için daha avantajlı olduğunu belirtmişlerdir.

Tanimoto ve Ishii (2006), tarafından 24 antrenmansız genç erkek katılımcı ile 12 hafta boyunca, haftada 3 defa yapılan çalışmada katılımcılar üç gruba ayrılmıştır. İlk grup 1TM'un %50'si ile E3:D1:K3 sn tempo, 2. grup 1TM'un %80-90'ı ile E1:D1:K1 tempo ve 3. grup %50 TM ile E1:D1:K1 sn tempoda yapılan antrenman protokollerine katılmıştır. Uyluk kaslarının orta noktasının MRI ile değerlendirildiği çalışmada hipertrofik gelişiminin izlenmesi için kasın kesitsel alanı ölçülmüştür. Kas kesit alanı, 1. ve 2. grupta ön test ve son test arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüş ancak 3. grupta görülmemiştir. 1. ve 2. grubun kas kesitsel alan değişimi 3. gruba kıyasla oldukça fazla olduğu görülmüş ve istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p<0,05$). 1. ve 2. grup arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0,05$).

Watanabe ve ark. (2013), tarafından yapılan çalışmada; 35 katılımcı 12 hafta süresince, haftada 2 defa direnç egzersizine katılmıştır. Katılımcılar iki gruba ayrılmıştır. LST grubu; 1TM'nin %50'si ile yavaş tempoda (E3:D1:K3); LN grubu; 1TM'nin %50'si ile normal tempoda (E1:D:1:K1) diz ekstansiyonu ve diz fleksiyonu egzersizlerini yapmışlardır. Kas kalınlığının US ile değerlendirildiği çalışmada sol uyluk ön ve arka bölgelerinden ölçüm alınmıştır. LST grubunda sol uyluk ön bölge kas kalınlığında istatistiksel anlamlı artış görülürken; LN grubunda hipertrofik değişim gözlemlenmemiştir. Arka uyluk bölgesinde ise grup*zaman etkileşiminde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p=,431$). Araştırmacılar çalışma sonucunda; yaşlı bireyler için bile yavaş tempodun kas kütlesi kazanmak için etkili bir yöntem olduğunu bildirmiştir.

Schuenke ve ark. (2012), tarafından 34 antrenmansız genç kadının katıldığı çalışmada katılımcılar 3 ayrı gruba bölünmüştür. Orta şiddette (1TM'nin %80-85) tempo 1:2 sn ile düşük şiddette (1TM'un %~40-60) tempo 1:2 sn veya yavaş hızda (1TM'un %~40-60) 10:4 sn tempo ile 6 hafta boyunca antrenman yapmışlardır. Vastus lateralis (quadriceps) kası daha hızlı tempoda yapan gruplarda; yavaş tempoda yapan gruba kıyasla göre daha fazla kas kesit alanında artış görülmüştür.

Nogueiar ve ark. (2009), tarafından 20 antrenmansız yaşlı katılımcı ile yapılan çalışmada katılımcılar iki gruba bölünmüştür (N= 9 ve N=11). Katılımcılar 10 hafta süresince, haftada 2 defa antrenman yapmışlardır. Gruplar aynı egzersizleri 1TM'nin %40 ile %60'ı arasında yapmışlardır. 3 set ve 8 tekrardan oluşan her egzersizde, setler arasında 90 sn dinlenme süresi verilmiştir. Egzersizin temposu hızlı grup için (2-3E: 1K sn) ve yavaş grup için (2-3E:2-3K sn) olarak belirlenmiştir. Katılımcıların biceps brachii ve rectus femoris kas kalınlığı US ile ölçülmüştür. Sonuç olarak; rectus femoris kas kalınlığı sadece hızlı (2-3E:K1 sn) yapan grupta artış göstermiştir. Biceps brachii kası ise her iki grupta da artış göstermiştir ancak hızlı yapan grubun kas kalınlığı artışı çok daha fazla olmuştur.

Usui ve ark. (2016), tarafından yapılan çalışmaya; 16 sağlıklı genç erkek katılmıştır. Katılımcılardan 7'si 1TM'nin %50'si yüklenme şiddetinde E1:K1:D1 sn tempolu protokole (LN), 9'u 1TM'nin %50'si ile E3:K3 sn tempolu protokole (LST) katılmıştır. Protokoller; 8 hafta, haftada 3 gün, günde 3 set tekrar sayısı 10 olarak belirlenmiştir. DE'den önce ve sonra quadriceps kas kalınlığı US ile ölçülmüştür. DE sonrası LN grubunda değişim görülmezken; LST grubu kas kalınlığı (%6-10) istatistiksel olarak anlamlı derecede yükselmiştir.

Brandenburg ve Docherty (2002), tarafından 18 antrenmanlı erkek katılımcı ile 9 hafta süresince 1TM'nin %75 ile yapılmıştır. Katılımcılar DCER grubu (4 set, 10 tekrar, 2K:2E sn tempo) ve DAER grubu (3 set, 10 tekrar, 2K:2E sn tempo) olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Triceps ve biceps kaslarının kesitsel alanının incelendiğinde çalışmada her iki grupta da hipertrofik yanıtta anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0,05$).

Başka bir çalışmada; 18 antrenmansız yaşlı katılımcı ile 12 hafta süresince, haftada 2 defa DE yapılmıştır. Gruplar çok düşük yüklenme şiddeti ile (1TM'nin %30'u) 2 farklı tempoda (LST grubu: 3E:1İ:3K sn) ve (CON grubu:

1K:1İ:1E tekrarlar arasında 1 sn dinlenme) yapılan protokollere katılmıştır. Yavaş yapan grupta quadriceps kas kesit alanı artmıştır (5.0%, $p<0.001$). Hızlı yapan grupta ise kas boyutunda anlamlı değişim saptanmamıştır (1.1%, $p= 0.12$) (Watanabe ve ark., 2013).

Literatür incelendiğinde; kas hipertrofisine odaklanan çalışmaların gruplar arasında karşılaştırma yaparken tempo değişiklikleri ile birlikte yüklenme şiddetinde de değişiklikler yapıldığı görülmektedir. Bu durum DE sırasında aynı yüklenme şiddetinde ancak farklı tempolar ile yapılan DE'ler arasında doğrudan kıyas yapmaya olanak vermemektedir. Bununla birlikte yapılan çalışmaların farklı tempo kullanımının oluşturduğu adaptasyonlarla ilgili birbiriyle tutarsız sonuçlar rapor edildiği görülmektedir. Çalışmaların bir kısım yavaş tempo lehine, diğerleri aleyhine anlamlı farklılıklar bildirirken; başka çalışmalar, hipertrofik gelişimde hızlı ve yavaş tempoların benzer hipertrofik etkilerle sonuçlandığını bildirmiştir. Bununla birlikte; araştırmalarda farklı tekrar sürelerinde yapılan DE'nin hipertrofik etkilerinin çoğunlukla quadriceps kasında incelendiği görülmektedir. Ancak mevcut çalışmada ve Pearson ve ark. (2021), çalışmasında da görüldüğü üzere, aynı protokolün uygulandığı kasların orta, proksimal ve distal noktalarında farklı hipertrofik yanıtlar ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Aynı kas üzerinde dahi benzer etki göstermeyen DE'nin, farklı kaslar üzerinde benzer etki göstereceği genellemesine gidilmesi doğru bir yaklaşım olmayabilir. Bu bilgiler dikkate alındığında farklı kas gruplarının aynı yüklenme şiddeti ve tekrar süresinde yapılan direnç egzersizine benzer şekilde hipertrofik yanıtlar sağlamadığı düşünülebilir. Yavaş grupta (2K:4E sn) daha fazla görülen hipertrofinin sebebi eksantrik fazda mekanik gerim altında geçen sürenin daha uzun olması ile açıklanabilir (Schoenfeld, 2010). Eksantrik kasılma sırasında motor ünite aktivasyonu azalır (Nardone ve ark., 1989). Az sayıda aktif kas fibriline daha yüksek mekanik gerimi uygulanması, daha fazla strese yol açar. Bu durumda kas hasarında artışa sebebiyet verir (özellikle hipertrofiye daha eğilimli olan hızlı kasılan liflerde) (Schoenfeld, 2010). Böylece kas hipertrofisinde önemli bir rolü olan uydu hücrelerinin daha fazla aktivasyonu gerçekleşir (Lieber ve ark., 1989; Stauber, 1988). Mekanik gerim altında geçen sürenin artışıyla, direnç egzersizinden

sonra akut mitokondriyal, sarkoplazmik ve miyofibriler protein sentezini artırarak hipertrofi tepkisini uyarır (Burd ve ark., 2012). Bununla birlikte mekanik gerim altında fazla zaman geçirmek (mekanik gerilim ya da mekanik yüklenme) kan damarları üzerinde giderek baskıyı arttıracak (hücre şişmesi ya da pump) ve beraberinde metabolik stresi oluşturacaktır (Lieber ve ark., 1989; Stauber, 1988). Bu nedenle, yavaş eksantrik faz ile yapılan tekrarlar, metabolik stres ve mekanik gerim arasındaki dengeyi sağlayarak daha fazla hipertrofi görülmesini teşvik etmiş olabilir. YTG’de görülen hipertrofik gelişim; diğer gruplara kıyasla; YTG’de bench press, leg extension, triceps extension, barbell curl hareketlerinde görülen daha fazla yüzdesel kuvvet artışı gelişimini de açıklar. Çünkü kas hipertrofisi nöral adaptasyonlarla birlikte kuvvet gelişiminde önemli bir rol oynar. Dahası eksantrik antrenmanların; konvensiyonel ve konsantrik direnç antrenmanlarına kıyasla daha fazla ve daha çabuk nöral adaptasyon (yüksek ateşleme hızı, motor ünite senkrozisyonu) sağladığı rapor edilmiştir (Barstow ve ark., 2003; Higbie ve ark., 1996; Ünlü ve ark., 2020).

Ancak; bununla birlikte güncel bazı çalışmalarda egzersiz sonrası akut hormonal artışların kas kütlesi ve kuvvetinde görülen kronik değişikliklerle ilişkisi olmadığı bildirilmiştir (West ve Philips 2012; Morton ve ark., 2016). Hareketin tekrar süresinin uzatılmasıyla görülen adaptasyonların artması kas lifi tipi, motor ünite katılımı gibi diğer durumlarla ilişkili olabileceğinden bahsetmektedir (Denny-Brown ve Pennybacker 1938; Carpinelli 2008; Fisher ve ark., 2017). Diğer bir konuda; katılımcılardan günlük beslenmelerini aynı şekilde sürdürmeleri istenmiştir. Beslenme takibinin yapılmaması hipertrofik adaptasyonları etkileyen bir durum olabilir. Ayrıca, çalışma kapsamında kullanılan tekrar süresi aralıkları çok geniş bir aralığı kapsamamaktadır. Bu nedenle uygulanan tekrar süreleri metabolik streste, akut hipoksida ve kas hasarında görülmesi beklenen artışı yeterince desteklememiş olabilir. Bununla birlikte eksantrik kaynaklı EKKH, hızlı kasılan fibrillerde görülme sıklığı daha fazladır (Proske ve Morgan, 2001). Katılımcıların kas lifi fenotipleri araştırma kapsamında incelenmemiştir. Bu durumda hipertrofik adaptasyonu etkileyen bir durum olabilir.

Bahsedilen durumlar; yavaş grupta biceps (proksimal) ve triceps (proksimal ve orta nokta) kaslarında diğer gruplara kıyasla istatistiksel olarak daha fazla artış olsa dahi, üç grup arasındaki farkın etki büyüklüğünün düşük düzeyde olmasını ve diğer kaslarda, gruplar arasında benzer bir gelişim görülmesini açıklayabilir.

4.3. VYY Değerlerinin Karşılaştırılması

DE; sportif performansı geliştirmek, fiziksel uygunluk ve kondisyon seviyesini arttırmak, hastalıkların önlenmesi ve tedavisi amacıyla sıklıkla tercih edilen en popüler egzersiz biçimlerinden biridir (Fleck ve Kraemer, 2014; Kravitz ve ark., 2011; Ratamess ve ark., 2009). DE'nin fiziksel uygunluk seviyesini artırma etkisi, birçok çalışmada diğer parametreler ile birlikte ölçülen bir değer olarak kendine yer bulmuştur (Keeler ve ark., 2001; Rana ve ark., 2008; Neils ve ark., 2005). Mevcut çalışmadaki dizayna benzer olarak; egzersiz sırasında mekanik gerim altında geçen sürenin istemli olarak arttırıldığı çalışmalarda da vücut kompozisyonu değerlendirmeleri incelenen parametreler arasında yer almaktadır.

Mevcut çalışmanın amaçlarından biri, farklı tekrar sürelerinde uygulanan DE protokollerinin vücut yağ yüzdesi üzerinde farklı bir etkiye sahip olup olmadığını incelemektir. Bu amaç ile katılımcıların 3 farklı tempoda uygulanan DE öncesi ve sonrasında kol, bacak, gövde ve vücut yağ yüzde oranları ölçülmüştür.

Kollar yağ, bacaklar yağ, gövde yağ değerlerinde grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı fark görülürken VYY değerinde anlamlı fark görülmemiştir ($p_{ky} < ,001$; $p_{by} < ,001$; $p_{gy} = ,008$; $p_{ty} = ,064$). Değişkenler arasında sadece gövde yağ değerlerinde zamandan bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p = ,011$). Gruplar arasında OTG₂ ile YTG₁ ve STG₃ grupları arasında istatistiksel olarak

anlamli fark saptanmıştır ($p_{2-1};021$; $p_{2-3};029$). Grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde istatiksels olarak anlamli fark saptanmamıştır.

Literatür incelendiğinde farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizlerinin VYY değerlerini etkilerini inceleyen çalışmalar aşağıda özetlenerek sunulmuştur.

Keeler ve ark. (2001), tarafından 19-45 yaş aralığında, 14 sağlıklı sedanter kadın katılımcı ile 10 hafta süresince, haftada 3 defa yapılan; çok yavaş (10K- 5E sn) veya klasik Nautilus direnç egzersizinin (2K:4E sn) uygulandığı çalışmada; katılımcıların vücut kompozisyonları Bod Pod ile ölçölmüş ve gruplar arasında istatiksels olarak anlamli bir fark gözlemlenmemiştir.

Başka bir çalışmada; 16 sağlıklı, antrenmansız kadın ve erkek 1TM'nin %50'si ile 10K:5E tempoda veya 1TM'nin %80'i 2K:4E sn tempo ile yapılan klasik direnç egzersizine katılmıştır. 8 haftalık direnç egzersizi sonrasında vücut kompozisyonları Bod Pod ile ölçölmüştür. Gruplar arasında vücut kompozisyonunda istatiksels olarak manidar fark bulunmamıştır (Neils ve ark., 2005).

Rana ve ark. (2008), tarafından 34 yetişkin kadın ile 6 hafta yapılan çalışmada; katılımcılar TS grubu (1TM'nin %80-85; 1-2K:1-2E sn tempo), TE grubu (1TM'nin %~40-60, 1-2K:1-2E sn tempo); LV grubu (1TM'nin %~40-60, 10K:4E sn tempo) ve kontrol olmak üzere rastgele 4 gruba ayrılmıştır. Leg press, back squat ve knee extension hareketlerinin yapıldığı çalışmada; protokoller yorgunluğa kadar yapılan 3 setten oluşmaktadır. Vücut kompozisyonunun Bod Pod ile değerlendirildiği çalışmada; gruplar arasında istatiksels olarak anlamli farklılık görölmemiştir. Ancak önemli antrenman etkisi tespit edilmiştir ($p= 0,002$).

Schuenke ve ark. (2012), tarafından 34 antrenmansız genç kadının katıldığı çalışmada katılımcılar 3 ayrı gruba bölünmüştür. Orta şiddette (1TM'nin %80-85) tempo 1:2 sn ile düşük şiddette (1TM'un %~40-60) tempo 1:2 sn veya yavaş hızda (1TM'un %~40-60) 10:4 sn tempo ile 6 hafta boyunca antrenman yapmışlardır. Gruplar arasında; vücut yağ yüzdesi değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır.

Çalışma literatür ile kıyaslandığında; elde edilen sonuçların birbiriyle paralel olduğu söylenebilir. Çalışmanın, farklı tekrar süreleri içeren direnç egzersizi kıyaslamasından dolayı, klasik DE'nin vücut kompozisyonu üzerine etkileri değerlendirmeye alınmamıştır. Ayrıca mevcut çalışmaya dahil olan katılımcıların beden kütle endeksi ve vücut yağ yüzdelerinin optimal düzeyde olduğu düşünüldüğünde, vücut yağ yüzdesinde önemli bir düşüş olmaması beklenen bir sonuçtur. Keeler ve ark. (2001); Enoka (1988), çalışmalarında vücut kompozisyonunda değişim olmadan artan kuvvette, adaptasyonların ağırlıklı olarak nöral olmasından kaynaklı olabileceğini bildirmiştir.

4.4. Görsel Analog Skala ve AZD Değerlerinin Karşılaştırılması

Görsel Analog Skala sayısal olarak ölçülemeyen bazı değerleri sayısal hale çevirmek için kullanılır. Bilimsel çalışmalarda; görsel analog skala sıklıkla hissedilen ağrının değerlendirilmesi amacıyla kullanılır.

Bu çalışmanın alt amaçlarından biri de farklı tekrar sürelerinde yapılan DE protokollerinin egzersiz sonrası görsel analog skala değerlerinin incelenmesi ve bu sayede egzersiz sonrası hissedilen ağrı durumunun belirlenmesidir. Bu amaç ile 6 hafta süresince haftada 3 defa yapılan direnç egzersizi süresince katılımcılara her egzersiz

seansı sonrası 24. ve 48. saatlerde görsel analog skala uygulandı ve katılımcıların hissettikleri ağrı düzeyini belirtmeleri istendi.

Gruplar arasında yapılan haftalık görsel analog skala toplam puan karşılaştırması sonucunda direnç egzersizinin ilk 2 haftasında 24. ve 48. saatlerde yavaş tempo grup (YTG) ile Serbest Tempo Grubu grup arasında (STG) istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu (sırasıyla $p_{1.24sa}=,024$; $p_{1.48sa}=,026$, $p_{2.24sa}=,008$; $p_{2.48sa}=,017$) 3. haftada ise YTG ile OTG ve STG gruplarında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görülmüştür (sırasıyla $p_{3.24sa}=,013$; $p_{3.48sa}=,019$). Dördüncü hafta (10. egzersiz seansı) ile birlikte görsel analog skala skorlarının gruplar arasında benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Görsel analog skala sonuçları değerlendirildiğinde; uygulanan farklı tempo DE protokolleri arasında egzersiz sonrası 4. haftaya kadar YTG protokolünün diğer gruplara kıyasla 24. ve 48. saatlerde daha fazla ağrı oluşturduğu görülmektedir. Bu duruma; YTG protokolünde kullanılan tempoda; hem eksantrik hem de konsantrik fazda mekanik gerim altından geçen sürenin artmasıyla oluşan artmış metabolit birikimi ve kas hasarı olabilir.

Borg skalası fiziksel egzersiz sırasında harcanan çabanın ölçülmesi amacıyla sıklıkla bilimsel çalışmalarda kullanılmaktadır. Bu çalışmada da katılımcıların; 6 hafta süresince her egzersiz seansında bench press, leg curl, triceps extension, leg extension ve barbell curl hareketleri sonrasında algılanan zorluk derecesi Borg skalası ile belirlenmiştir.

Bench press, triceps extension, leg extension ve barbell curl hareketlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır. Bu fark belirtilen bağımlı değişkenlerin hepsinde YTG grubu ile OTG ve STG grupları arasında oluşmuştur

(bench press $p=,0002$; leg extension $p=,0004$; triceps extension $p=,0007$; barbell curl $p=,0007$).

AZD sonuçları incelendiğinde; YTG grubunun diğer gruplara kıyasla AZD değerlerinin daha fazla olduğu görülmektedir. YTG grubunda kullanılan tempo hem konsantrik hem de eksantrik fazda uzatılmıştır. Hareketin eksantrik fazından motor ünite katılımı azalmaktadır. Bu durum algılanan zorluk değerinin daha fazla olmasının nedeni olabilir. Bununla birlikte; AZD ve görsel analog skala skorları beraber dikkate alındığında YTG protokolünün hem algılanan zorluk derecesinin fazla olduğu hem de egzersiz sonrası daha fazla ağrıya sebep olduğu görülmektedir.

Mevcut çalışma kapsamında; metabolit birikimi, hücreler arası sinyal molekülleri, hormon ya da büyüme faktörleri seviyelerinin farklı tempolarda uygulanan protokollere yanıtları incelenmemiştir. Bu nedenle mevcut çalışma kapsamında yavaş grupta görülen artmış hipertrofik yanıtların olası nedenleri hakkında sadece spekülasyonda bulunulmuştur.

Sonuç olarak; çalışmamızda uygulanan tüm DE protokollerinin kuvvet kazanımı ve kas hipertrofisi gelişiminde etkili olduğu, ancak YTG protokolünün küçük hipertrofik avantajlar sağlayabileceği görülmektedir. Bununla birlikte; protokoller arasında birinin üstünlüğünü kanıtlayacak yeterli kanıt yoktur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Direnç egzersizlerinde tekrar süresinin kas kuvveti ve kas hipertrofisi üzerine etkilerini incelemek ve karşılaştırmak amacıyla yapılan çalışmanın sonuçları, çalışmanın başlangıcında oluşturulan denenceler cevaplanmak koşulu ile verilmiştir.

5.1. Sonuçlar

1. Altı hafta devam eden ve üç farklı tekrar süresinde yapılan direnç egzersizi protokolleri grup*zaman etkileşiminde PM kas kalınlığı değerlerinde benzer şekilde etki göstermiş, istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (sırasıyla $p_{sağp}=,134$; $p_{solp}=,482$; $p_{sağorta}=,333$; $p_{solorta}=,402$; $p_{sağdis}=,255$; $p_{soldis}=,107$).
2. Altı hafta devam eden ve üç farklı tekrar süresinde yapılan direnç egzersizi protokolleri grup*zaman etkileşiminde Biceps_{sağorta} ve Biceps_{solorta} kas kalınlığı değerlerinde benzer şekilde etki göstermiş; ancak Biceps_{sağp} ve Biceps_{solp} kas kalınlığı değerlerinde YTG protokolü lehine istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır (sırasıyla $p_{sağp}<,001$; $p_{solp}<,001$; $p_{sağorta}=,551$; $p_{solorta}=,221$).
3. Altı hafta devam eden ve üç farklı tekrar süresinde yapılan direnç egzersizi protokolleri grup*zaman etkileşiminde Triceps_{sağp}, Triceps_{solp}, Triceps_{sağorta} ve Triceps_{solorta} kas kalınlığı değerlerinde YTG protokolü lehine istatistiksel

olarak anlamlı fark saptanmıştır (sırasıyla $p_{sağp}=,032$; $p_{solp}=,011$; $p_{sağorta}=,024$; $p_{solorta}=,041$).

4. Altı hafta devam eden ve üç farklı tekrar süresinde yapılan direnç egzersizi protokolleri arasında yapılan karşılaştırmada grup*zaman etkileşiminde quadriceps kas kalınlığı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark oluşmadığı ve gelişimin benzer olduğu saptanmıştır ($p_{sağp}=,267$; $p_{solp}=,552$; $p_{sağorta}=,485$; $p_{solp}=,250$).
5. Altı hafta devam eden ve üç farklı tekrar süresinde yapılan direnç egzersizi protokolleri arasında yapılan karşılaştırmada hamstring (biceps femoris / semitendinosus – semimembranosus) kas kalınlığı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ve gelişimin benzer olduğu görülmüştür (semitendinosus – semimembranosus= $p_{sağp}=,314$; $p_{solp}=,923$; $p_{sağorta}=,642$; $p_{solp}=,309$ / BF= $p_{sağp}=,636$; $p_{solp}=,720$; $p_{sağorta}=,060$; $p_{solp}=,925$).
6. Farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi protokolleri; grup*zaman etkileşiminde vücut yağ yüzde oranları üzerinde benzer bir etkiye sahiptir. Grup*zaman etkileşiminde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p_{vyy}=,064$).
7. Üç farklı tekrar süresinde yapılan DE sonrası bench press 1TM, leg extension 1TM, triceps extension 1TM, leg curl 1TM ve barbell curl egzersizlerinde 1TM değerleri grup*zaman etkileşiminde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır. YTG, OTG ve STG protokolleri; 1TM değerlerinde benzer

düzeyde gelişim sağlamıştır ($p_{BP}=,756$; $p_{LE}=,216$; $p_{TE}=,163$; $p_{LC}=,935$; $p_{BC}=,397$).

8. Üç farklı tekrar süresinde yapılan direnç egzersizi protokolleri; bench press ve triceps extension kassal dayanıklılık değerlerinde grup*zaman etkileşiminde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Yüzdesel gelişim düzeyine bakıldığında YTG protokolünün diğer gruplara kıyasla daha fazla gelişim sağladığı görülmüştür. Leg extension, leg curl ve barbell curl hareketlerinde grup*zaman etkileşiminde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (sırasıyla $p_{BP}<,001$; $p_{LE}=,581$; $p_{TE}<,001$; $p_{LC}=,310$; $p_{BC}=,066$).
9. Kollar, bacaklar, gövde ve tüm vücut kas değişkenlerinde grup içi zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir (sırasıyla $p_{kollar}<,001$; $p_{bacaklar}<,001$; $p_{gövde}<,008$; $p_{tüm vücut}<,001$). Buna karşın protokoller arasında grup*zaman etkileşiminde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p_{kollar}=,901$; $p_{bacaklar}=,352$; $p_{gövde}=,698$; $p_{tüm vücut}=,531$).
10. Gruplar arasında yapılan haftalık görsel analog skala toplam puan karşılaştırması sonucunda direnç egzersizinin ilk 2 haftasında 24. ve 48. saatlerde yavaş tempo grup YTG ile STG arasında istatistiksel olarak anlamlı fark oluştuğu ($p_{1.24sa}=,024$; $p_{1.48sa}=,026$, $p_{2.24sa}=,008$; $p_{2.48sa}=,017$) ve 3. haftada ise YTG ile OTG ve STG gruplarında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p_{3.24sa}=,013$; $p_{3.48sa}=,019$). Dördüncü hafta ile birlikte görsel analog skala skorlarının gruplar arasında benzerlik gösterdiği görülmektedir.

11. Bench press, triceps extension, leg extension ve barbell curl hareketlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır. Bu fark belirtilen bağımlı değişkenlerin hepsinde YTG grubu ile OTG ve STG grupları arasında oluşmuştur (bench press $p=,0002$; leg extension $p=,0004$; triceps extension $p=,0007$; barbell curl $p=,0007$).

5.2. Öneriler

- 1.** Kas hipertrofisinin daha detaylı gözlemlenmesi için kas kalınlığı ile birlikte kas kesitsel alanı ve pennasyon açısı değerlendirmesi yapılabilir.
- 2.** Aynı çalışma; daha üst düzey performansa ve antrenman geçmişine sahip katılımcılarla yapılabilir.
- 3.** Farklı tekrar sürelerinde yapılan DE protokollerine hormonal yanıtlar incelenebilir.
- 4.** Hareketin tekrar temposu belirlenirken daha geniş bir aralık tercih edilebilir.
- 5.** Yapılacak çalışmalarda katılımcılara benzer beslenme programı uygulanabilir.

ÖZET

Direnç Egzersizlerinde Tekrar Süresinin Kas Kuvveti ve Hipertrofisine Etkileri

Bu çalışmanın amacı; farklı tekrar sürelerinde yapılan direnç egzersizi (DE) protokollerinin kas kuvveti, kassal dayanıklılık, kas hipertrofisi ve vücut kompozisyonu üzerine etkilerinin incelenmesidir. Araştırmaya fiziksel olarak aktif 21 erkek ($\bar{x}_{yaş}: 22,19 \pm 1,94$ years; $\bar{x}_{boy}: 171,07 \pm 9,73$ cm; $\bar{x}_{VA}: 71,92 \pm 10,35$ kg; $\bar{x}_{VYY} = 14,91 \pm 2,68$) katılmıştır. Katılımcılar; YTG (1TM'nin %70 ile 2K:4E sn tempo); OTG (1TM'nin %70 ile 1K:2E sn tempo) ve STG (1TM'nin %70 ile serbest seçim tempo) olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Altı hafta süresince, haftada 3 gün yapılan DE sırasında 5 farklı egzersiz hareketi (bench press, leg cur, leg extension, triceps extension, barbell curl: 4 set, 10 tekrar, setler arası 2 dk ve hareketler arası 4 dk dinlenme) uygulanmıştır. Kas kuvvetinin belirlenmesi için 1TM test protokolü uygulanmıştır. Kassal dayanıklılığın ölçülmesi için 1TM'nin %50'si ile yapılabilen maksimal tekrar sayısı belirlenmiştir. Vücut kompozisyonlarının ölçümleri için DEXA kullanılmıştır. Kas kalınlıkları ultrasonografik görüntüleme ile değerlendirilmiştir. Tüm ölçümler 6 haftalık direnç egzersizi öncesinde ve sonrasında yapılmıştır. Kuvvet kazanımı, kassal dayanıklılık, kas kalınlığı ve vücut kompozisyonundaki olası değişimleri gözlemlemek ve grup zaman etkileşimini incelemek için SPSS 25.0 paket programında Karışık ANOVA uygulanmıştır. VYY değerleri ön test-son test değerleri arasında katılımcılarda istatistiksel olarak anlamlı değişim görülmüştür. Ancak grup zaman etkileşiminde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p=,834$). Katılımcıların ön test-son test 1TM değerleri arasında tüm değişkenlerde istatistiksel olarak anlamlı artış görülmüştür. Grup zaman etkileşiminde ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p_{BP}=,756$; $p_{LE}=,216$; $p_{TE}=,163$; $p_{LC}=,935$; $p_{BC}=,397$). Katılımcıların ön test-son test kassal dayanıklılık değerlerinde uygulanan tüm egzersizlerde istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır. Bench press ve triceps extension hareketlerinde YTG grubu lehine grup zaman etkileşiminde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanırken leg extension, leg curl ve biceps curl hareketlerinde benzer değişim olduğu görülmüştür ($p_{BP}<,001$; $p_{LE}=,581$; $p_{TE}<,001$; $p_{LC}=,310$; $p_{BC}=,066$). Katılımcıların kas kalınlığı değerleri ön test son test sonuçları arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmıştır. Aynı zamanda Biceps_{sağp}, Biceps_{solp}, Triceps_{sağp}, Triceps_{solp}, Triceps_{sağorta} ve Triceps_{solorta} kas kalınlığı değerlerinde grup zaman etkileşiminde YTG protokolü lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Pectoralis major, quadriceps ve hamstring kas kalınlığı değerlerinde ise grup zaman etkileşiminde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (Biceps_{sağp} $p<,001$, Biceps_{solp} $p<,001$; Triceps_{sağp} $p=,032$; Triceps_{solp} $p=,011$; Triceps_{sağorta} $p=,024$; Triceps_{solorta} $p=,041$). Leg curl hareketi haricinde uygulanan tüm egzersizlerde AZD değerlerinin YTG protokolünde diğer gruplara kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir ($p_{BP}=,0002$; $p_{LE}=,0004$; $p_{TE}=,0007$; $p_{LC}=,567$; $p_{BC}=,0007$). Görsel analog skala skorlarının 4. haftaya kadar YTG'de daha yüksek olduğu sonrasında skorların benzer olduğu görülmektedir ($p_{1-24}=,024$; $p_{1-48}=,026$; $p_{2-24}=,008$, $p_{2-48}=,017$, $p_{3-24}=,013$, $p_{3-48}=,019$). Sonuç olarak; uygulanan tüm DE protokolleri kuvvet kazanımı ve kas hipertrofisi gelişiminde etkili olduğu, fakat YTG protokolünün avantaj sağlayabileceği görülmektedir. Ancak protokoller arasında birinin üstünlüğünü kanıtlayacak yeterli kanıt yoktur.

Anahtar Sözcükler: Hipertrofi, Kas Kalınlığı, Kuvvet, Tekrar süresi, Tempo.

SUMMARY

Effects of Repetition Duration During Resistance Exercise on Muscle Strength and Hypertrophy

The aim of this study was to investigate the effects of the different tempo resistance training on muscle strength, muscle endurance, muscle thickness and body composition. Twenty-one young men ($\bar{x}_{\text{age}}: 22,19 \pm 1,94$ years; $\bar{x}_{\text{height}}: 171,07 \pm 9,73$; $\bar{x}_{\text{weight}}: 71,92 \pm 10,35$; $\bar{x}_{\text{BFP}} = 14,91 \pm 2,68$) physically active were assigned into three groups (each= 12) and performed five types of exercise (bench press, leg cur, leg extension, triceps extension, barbell curl: 4 sets each; 10 reps, 2 min rest among sets and 4 min rest between exercise) with YTG (70% 1RM, 2 second concentric and 4 seconds eccentric phase); OTG (70% 1RM, 1 second concentric and 2 seconds eccentric phase) and there was no special tempo determined for STG. The training session was performed three times a week for 6 weeks. All the measurements were taken at the beginning and end of the 6 weeks of resistance training. Muscular strength was determined by 1 RM test. The muscular endurance was measured by the maximal number of repetitions that could be done with 50% of 1RM. Muscle hypertrophy was measured by an ultrasound examination of the muscle thickness of the pectoralis major (proximal, midpoint, distal), biceps, triceps, quadriceps and hamstring (proximal-midpoint). BFP was measured by DEXA. To check the possible differences in strength gain, muscle endurance, muscle hypertrophy and body composition between pre and post training and group by time interaction, SPSS 25.0 Mixed ANOVA was used. BFP_{total} values showed significant change between pre and post test within-subject but no change was observed for group by time interaction. There was significant increase in 1 RM values for all exercises within-subjects but not for group by time interaction ($p_{\text{BP}} = ,756$; $p_{\text{LE}} = ,216$; $p_{\text{TE}} = ,163$; $p_{\text{LC}} = ,935$; $p_{\text{BC}} = ,397$). Analyses revealed significant increase in muscle endurance for all exercises within-subject. There was also statistically significant difference observed in group by time interaction in bench press and triceps extension exercises in favor of YTG in the muscular endurance variable. However, leg extension, leg curl and biceps curl exercises showed similar change in group by time interaction ($p_{\text{BP}} < ,001^*$; $p_{\text{LE}} = ,581$; $p_{\text{TE}} < ,001^*$; $p_{\text{LC}} = ,310$; $p_{\text{BC}} = ,066$). There was significant increase in muscle thickness values for all of the muscle in within-subjects but only few of them showed significant group by time interaction. Biceps_{rightp}, Biceps_{leftp}, Triceps_{rightp}, Triceps_{leftp}, Triceps_{rightmid} and Triceps_{leftmid} muscle thickness values showed significant difference in favor of YTG in group by time interaction. However, there was no significant group by time interaction in pectoralis major, quadriceps and hamstring muscle (Biceps_{rightp} $p < ,001$, Biceps_{leftp} $p < ,001$ / Triceps_{rightp} $p = ,032$; Triceps_{leftp} $p = ,011$; Triceps_{rightmid} $p = ,024$; Triceps_{leftmid} $p = ,041$). RPE values were higher in the YTG compared to OTG and STG for all of exercises except leg curl ($p_{\text{BP}} = ,0002$; $p_{\text{LE}} = ,0004$, $p_{\text{TE}} = ,0007$; $p_{\text{LC}} = ,567$; $p_{\text{BC}} = ,0007$). VAS values were also higher in the YTG compared to OTG and STG after 24h and 48h of exercise until the fourth week; after that point they became similar ($p_{1-24} = ,024$; $p_{1-48} = ,026$; $p_{2-24} = ,008$, $p_{2-48} = ,017$, $p_{3-24} = ,013$, $p_{3-48} = ,019$; $p_{5-24} = ,039$). These results indicate that all the training protocols in our study have the potential to induce strength gain and muscle hypertrophy, however YTG protocol may provide small advantages. There is insufficient evidence for the superiority of one of the protocols.

Keywords: Hypertrophy, Muscle Thickness, Repetition Duration, Strenght, Tempo.

KAYNAKLAR

- ABDESSEMED D, DUCHE P, HAUTIER C, POUMARAT G, BEDU M (1999). Effect of recovery duration on muscular power and blood lactate during the bench press exercise. *International journal of sports medicine*, 20(06), 368-373.
- ABERNETHY PJ, JÜRIMÄE J, LOGAN PA, TAYLOR AW, THAYER RE (1994). Acute and chronic response of skeletal muscle to resistance exercise. *Sports medicine*, 17(1), 22-38.
- BAMMAN MM, HILL VJ, ADAMS GR, HADDAD F, WETZSTEIN CJ, GOWER BA, AHMED A, HUNTER GR (2003). Gender differences in resistance-training-induced myofiber hypertrophy among older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 58(2), B108-B116.
- BAMMAN MM, SHIPP JR, JIANG J, GOWER BA, HUNTER GR, GOODMAN A, MCCLAFFERTY JRCL, URBAN RJ (2001). Mechanical load increases muscle IGF-I and androgen receptor mRNA concentrations in humans. *American journal of physiology-endocrinology and metabolism*, 280(3), E383-E390.
- BARASH IA, MATHEW L, RYAN AF, CHEN J, LIEBER RL (2004). Rapid muscle-specific gene expression changes after a single bout of eccentric contractions in the mouse. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 286(2), C355-C364.
- BARSTOW IK, BISHOP MD, KAMINSKI TW (2003). Is enhanced-eccentric resistance training superior to traditional training for increasing elbowflexor strength? *J Sport Sci Med* 2: 62.
- BICKEL CS, SLADE J, MAHONEY E, HADDAD F, DUDLEY GA, ADAMS GR (2005). Time course of molecular responses of human skeletal muscle to acute bouts of resistance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 98(2), 482-488.
- BLAAUW B, REGGIANI C (2014). The role of satellite cells in muscle hypertrophy. *Journal of muscle research and cell motility*, 35(1), 3-10.

- BRANDENBURG JE, DOCHERTY D (2002). The effects of accentuated eccentric loading on strength, muscle hypertrophy, and neural adaptations in trained individuals. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(1), 25-32.
- BOMPA T, PASQUAL M, CORNACCHIA L (2014). Nitelikli Kuvvet Antrenmanı. *Bağırzan, Çev., Spor Yayınevi ve Kitabevi, Ankara*, 69-70.
- BORST SE, DE HOYOS DV, GARZARELLA L, VINCENT K, POLLOCK BH, LOWENTHAL DT, POLLOCK ML (2001). Effects of resistance training on insulin-like growth factor-I and IGF binding proteins. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(4), 648-653.
- BROWN J, SOLOMON C, PATON M (1993). Further evidence of functional differentiation within biceps brachii. *Electromyography and clinical neurophysiology*, 33(5), 301-309.
- BROWN S, DAY S, DONNELLY A (1999). Indirect evidence of human skeletal muscle damage and collagen breakdown after eccentric muscle actions. *Journal of sports sciences*, 17(5), 397-402.
- BURD NA, WEST DW, MOORE DR, ATHERTON PJ, STAPLES AW, PRIOR T, TANG JE, RENNIE MJ, BAKER SK, PHILLIPS SM (2011). Enhanced amino acid sensitivity of myofibrillar protein synthesis persists for up to 24 h after resistance exercise in young men. *The Journal of nutrition*, 141(4), 568-573.
- CAMPOS GE, LUECKE TJ, WENDELN HK, TOMA K, HAGERMAN FC, MURRAY TF, RAGG KE, RATAMESS NA, KRAEMER WJ, STARON RS (2002). Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *European journal of applied physiology*, 88(1-2), 50-60.
- CARRASCO DI, DELP MD, RAY CA (1999). Effect of concentric and eccentric muscle actions on muscle sympathetic nerve activity. *Journal of Applied Physiology*, 86(2), 558-563.
- CHAN S, JOHNSON A, MOORE M, KAPADIA C, DUDLEY H (1982). Early weight gain and glycogen-obligated water during nutritional rehabilitation. *Human nutrition. Clinical nutrition*, 36(3), 223.

- CHOI J, TAKAHASHI H, ITAI Y, TAKAMATSU K. (1998). The difference between effects of “power-up type” and “bulk-up type” strength training exercises. *Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 47(1), 119-129.
- CLAFLIN DR, LARKIN LM, CEDERNA PS, HOROWITZ JF, ALEXANDER NB, COLE NM, ASHTON-MILLER, JA (2011). Effects of high-and low-velocity resistance training on the contractile properties of skeletal muscle fibers from young and older humans. *Journal of applied physiology*, 111(4), 1021-1030.
- CLARKSON PM, HUBAL M J (2002). Exercise-induced muscle damage in humans. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 81(11), S52-S69.
- CRAIG BW, KANG HY (1994). Growth hormone release following single versus multiple sets of back squats: total work versus power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 8(4), 270-275.
- CRENSHAW AG, KARLSSON S, STYF J, BÄCKLUND T, FRIDÉN J (1995). Knee extension torque and intramuscular pressure of the vastus lateralis muscle during eccentric and concentric activities. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 70(1), 13-19.
- DAMAS F, PHILLIPS S, VECHIN FC, UGRINOWITSCH C (2015). A review of resistance training-induced changes in skeletal muscle protein synthesis and their contribution to hypertrophy. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 45(6), 801-807. doi:10.1007/s40279-015-0320-0
- DAVITT PM, PELLEGRINO JK, SCHANZER JR, TJONAS H, ARENT SM (2014). The effects of a combined resistance training and endurance exercise program in inactive college female subjects: does order matter? *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(7), 1937-1945.
- DAVIES TB, KUANG K, ORR R, HALAKI M, HACKETT D (2017). Effect of movement velocity during resistance training on dynamic muscular strength: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 47(8), 1603-1617.
- DE FREITAS MC, GEROSA-NETO J, ZANCHI NE, LIRA FS, ROSSI FE (2017). Role of metabolic stress for enhancing muscle adaptations: Practical applications. *World journal of methodology*, 7(2), 46.

- DHAWAN J, RANDO TA (2005). Stem cells in postnatal myogenesis: molecular mechanisms of satellite cell quiescence, activation and replenishment. *Trends in cell biology*, 15(12), 666-673.
- DURAND RJ, CASTRACANE VD, HOLLANDER DB, TRYNIECKI JL, BAMMAN MM, O NEAL S, HEBERT EP, KRAEMER RR (2003). Hormonal responses from concentric and eccentric muscle contractions. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(6), 937-943.
- BAECHLE TR, EARLE RW (2008). *ESSENTIALS OF STRENGTH TRAINING AND CONDITIONING*. HUMAN KINETICS.
- EBBELING CB ve CLARKSON PM (1989). Exercise-induced muscle damage and adaptation. *Sports medicine*, 7(4), 207-234.
- ELIASSON J, Elfegoun T, Nilsson J, Kohnke R, Ekblom B, Blomstrand E (2006). Maximal lengthening contractions increase p70 S6 kinase phosphorylation in human skeletal muscle in the absence of nutritional supply. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 291, E1197-E1205.
- ENGLISH AW, WOLF SL, SEGAL RL (1993). Compartmentalization of muscles and their motor nuclei: the partitioning hypothesis. *Physical therapy*, 73(12), 857-867.
- ENOKA RM. (1996). Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. *Journal of Applied Physiology*, 81(6), 2339-2346.
- EVANS WJ, CANNON JG. (1991). The Metabolic Effects of Exercise-Induced Muscle Damage. *Exercise and sport sciences reviews*, 19(1), 99-126.
- FANG Y, SIEMIONOW V, SAHGAL V, XIONG F, YUE GH (2001). Greater movement-related cortical potential during human eccentric versus concentric muscle contractions. *Journal of Neurophysiology*, 86(4), 1764-1772.
- FARUP J, RAHBEEK SK, RIIS S, VENDELBO MH, DE PAOLI F, 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*.

- FLECK SJ ve KRAEMER W (2014). *Designing resistance training programs, 4E*: Human Kinetics.
- FRANCHI MV, ATHERTON PJ, REEVES ND, FLÜCK M, WILLIAMS J, MITCHELL WK, SELBY A, BELTRAN VALLS R, NARICI MV (2014). Architectural, functional and molecular responses to concentric and eccentric loading in human skeletal muscle. *Acta Physiologica*, 210(3), 642-654.
- FRANKS BD, HOWLEY ET (1998). Fitness leader's handbook. Human Kinetics 1.
- FRY AC (2004). The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports medicine*, 34(10), 663-679.
- GARG C (2009). Effects of isotonic (dynamic constant external resistance) eccentric strength training at various speeds on concentric and isometric strength of quadriceps muscle. *01 Effect of auditory feedback on lower limb weight bearing symmetry and gait parameters in patients with hemiparesis*, 24.
- GARRETT WE, KIRKENDALL DT (2000). *Exercise and sport science*: Lippincott Williams & Wilkins.
- GLASS DJ (2005). Skeletal muscle hypertrophy and atrophy signaling pathways. *The international journal of biochemistry & cell biology*, 37(10), 1974-1984.
- GOLDBERG AL, ETLINGER JD, GOLDSPINK DF, JABLECKI C (1975). Mechanism of work-induced hypertrophy of skeletal muscle. *Medicine and science in sports*, 7(3), 185-198.
- GOLDSPINK G (2002). Gene expression in skeletal muscle. In: Portland Press Ltd.
- GORDON SE, KRAEMER WJ, VOS NH, LYNCH JM, KNUTTGEN HG (1994). Effect of acid-base balance on the growth hormone response to acute high-intensity cycle exercise. *Journal of Applied Physiology*, 76(2), 821-829.
- GOTO K, ISHII N, KIZUKA T, TAKAMATSU K. (2005). The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. *Medicine and science in sports and exercise*, 37(6), 955-963.

- HACKETT DA, DAVIES TB, ORR R, KUANG K, HALAKI M (2018). Effect of movement velocity during resistance training on muscle-specific hypertrophy: A systematic review. *European journal of sport science*, 18(4), 473-482.
- HÄKKINEN K, PAKARINEN A, KRAEMER WJ, HÄKKINEN A, VALKEINEN H, ALEN M (2001). Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. *Journal of Applied Physiology*, 91(2), 569-580. doi:10.1152/jappl.2001.91.2.569
- HATHER B, TESCH P, BUCHANAN P, DUDLEY G. (1991). Influence of eccentric actions on skeletal muscle adaptations to resistance training. *Acta Physiologica Scandinavica*, 143(2), 177-185.
- HEADLEY SA, HENRY K, NINDL BC, THOMPSON BA, KRAEMER WJ, JONES M T (2011). Effects of lifting tempo on one repetition maximum and hormonal responses to a bench press protocol. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(2), 406-413.
- HELMS ER, ZINN C, ROWLANDS DS, BROWN SR (2014). A systematic review of dietary protein during caloric restriction in resistance trained lean athletes: a case for higher intakes. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 24(2), 127-138.
- HIGBIE EJ, CURETON KJ, WARRENG L III, PRIOR BM (1996). Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation. *J Appl Physiol* 81: 2173–2181.
- HOEGER WW, BARETTE SL, HALE DF, HOPKINS DR (1987). Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 1(1), 11-13.
- HORNBERGER TA, CHIEN S (2006). Mechanical stimuli and nutrients regulate rapamycin-sensitive signaling through distinct mechanisms in skeletal muscle. *Journal of cellular biochemistry*, 97(6), 1207-1216.
- HORTOBÁGYI T, BARRIER J, BEARD D, BRASPENNINCX J, KOENS P, DEVITA P, DEMPSEY L, LAMBERT J (1996). Greater initial adaptations to submaximal

- lengthening than maximal shortening. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 81, 1677-1682. doi:10.1152/jappl.1996.81.4.1677
- HORTOBAGYI T, HILL JP, HOUMARD JA, FRASER DD, LAMBERT NJ, ISRAEL RG (1996). Adaptive responses to muscle lengthening and shortening in humans. *Journal of Applied Physiology*, 80(3), 765-772.
- HORTOBÁGYI T, LAMBERT NJ, HILL JP (1997). Greater cross education following training with muscle lengthening than shortening. *Medicine and science in sports and exercise*, 29(1), 107-112.
- HOUSH D, HOUSH T, JOHNSON G, CHU W (1992). Hypertrophic response to unilateral concentric isokinetic resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 73(1), 65-70.
- HOWATSON G, VAN SOMEREN KA (2008). The prevention and treatment of exercise-induced muscle damage. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 38(6), 483-503. doi:10.2165/00007256-200838060-00004
- HULMI J, WALKER S, AHTIAINEN J, NYMAN K, KRAEMER W, HÄKKINEN K (2012). Molecular signaling in muscle is affected by the specificity of resistance exercise protocol. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 22(2), 240-248.
- JOHNSON BD (2005). Moving too rapidly in strength training will unload muscles and limit full range strength development adaptation: a case study. *Journal of Exercise Physiology Online*, 8(3).
- JONES D, RUTHERFORD O (1987). Human muscle strength training: the effects of three different regimens and the nature of the resultant changes. *The Journal of physiology*, 391(1), 1-11.
- KATCH VL, KATCH FI, MOFFATT R, GITTLESON M (1980). Muscular development and lean body weight in body builders and weight lifters. *Medicine and science in sports and exercise*, 12(5), 340.
- KEELER LK, FINKELSTEIN LH, MILLER W, FERNHALL BO (2001). Early-phase adaptations of traditional-speed vs. superslow resistance training on strength and aerobic capacity in sedentary individuals. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(3), 309-314.

- KEOGH JW, WILSON GJ, WEATHERBY RE (1999). A cross-sectional comparison of different resistance training techniques in the bench press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 13(3), 247-258.
- KRAEMER W, ADAMS K, CAFARELLI E, DUDLEY G, DOOLY C, FEIGENBAUM M, FLECK S, FRANKLIN B, FRY A, HOFFMAN J (2002). American College. of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 34(2), 364-380.
- KRAEMER W, NOBLE B, CLARK M, CULVER B (1987). Physiologic responses to heavy-resistance exercise with very short rest periods. *International journal of sports medicine*, 8(04), 247-252.
- KRAEMER WJ (1997). A series of studies—The physiological basis for strength training in American football: Fact over philosophy. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 11(3), 131-142.
- KRAEMER WJ, FLECK SJ, DZIADOS JE, HARMAN EA, MARCHITELLI LJ, GORDON S, MELLO R, FRYKMAN P, KOZIRIS LP, TRIPLETT N (1993). Changes in hormonal concentrations after different heavy-resistance exercise protocols in women. *Journal of Applied Physiology*, 75(2), 594-604.
- KRAEMER WJ, MARCHITELLI L, GORDON SE, HARMAN E, DZIADOS JE, MELLO R, FRYKMAN P, MCCURRY D, FLECK SJ (1990). Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. *Journal of Applied Physiology*, 69(4), 1442-1450.
- KRAVITZ L, GARBER C, BLISSMER B, DESCHENES M, FRANKLIN B (2011). From 1998 to 2011: ACSM publishes updated exercise guidelines. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(7), 1334-1349.
- KUIPERS H (1994). Exercise-induced muscle damage. *International journal of sports medicine*, 15(03), 132-135.
- LINDMAN R, ERIKSSON A, THORNELL LE (1991). Fiber type composition of the human female trapezius muscle: Enzyme-histochemical characteristics. *American Journal of Anatomy*, 190(4), 385-392.

- MACDOUGALL JD, RAY S, SALE DG, MCCARTNEY N, LEE P, GARNER S (1999). Muscle substrate utilization and lactate production during weightlifting. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 24(3), 209-215.
- MASUDA K, CHOI JY, SHIMOJO H, KATSUTA S (1999). Maintenance of myoglobin concentration in human skeletal muscle after heavy resistance training. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 79(4), 347-352.
- MAZZETTI S, DOUGLASS M, YOCUM A, HARBER M (2007). Effect of explosive versus slow contractions and exercise intensity on energy expenditure. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(8), 1291-1301.
- MCARDLE WD, KATCH FI, KATCH VL (2010). *Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance*: Lippincott Williams & Wilkins.
- MCCAFFERTY WB, HORVATH SM (1977). Specificity of exercise and specificity of training: a subcellular review. *Research quarterly*, 48(2), 358-371.
- MCGINLEY C, SHAFAT A, DONNELLY AE (2009). Does antioxidant vitamin supplementation protect against muscle damage? *Sports medicine*, 39(12), 1011-1032.
- MCHUGH M P (2003). Recent advances in the understanding of the repeated bout effect: the protective effect against muscle damage from a single bout of eccentric exercise. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 13(2), 88-97.
- MCMAHON GE, MORSE CI, BURDEN A, WINWOOD K, ONAMBÉLÉ GL (2014). Impact of range of motion during ecologically valid resistance training protocols on muscle size, subcutaneous fat, and strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(1), 245-255.
- MIYAZAKI M, MCCARTHY JJ, FEDELE MJ, ESSER KA (2011). Early activation of mTORC1 signalling in response to mechanical overload is independent of phosphoinositide 3-kinase/Akt signalling. *The Journal of physiology*, 589(7), 1831-1846.
- MONTARRAS D, L'HONORÉ A, BUCKINGHAM M (2013). Lying low but ready for action: the quiescent muscle satellite cell. *The FEBS journal*, 280(17), 4036-4050.

- MOOKERJEE S, RATAMESS N (1999). Comparison of strength differences and joint action durations between full and partial range-of-motion bench press exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 13(1), 76-81.
- MOORE DR, PHILLIPS SM, BABRAJ JA, SMITH K, RENNIE MJ (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.
- NARDONE A, ROMANO C, SCHIEPPATI M (1989). Selective recruitment of high-threshold human motor units during voluntary isotonic lengthening of active muscles. *The Journal of physiology*, 409(1), 451-471.
- NARICI MV, HOPPELER H, KAYSER B, LANDONI L, CLAASSEN H, GAVARDI C, CONTI M, CERRETELLI P (1996). Human quadriceps cross-sectional area, torque and neural activation during 6 months strength training. *Acta Physiologica Scandinavica*, 157(2), 175-186.
- NEILS CM, UDERMANN BE, BRICE GA, WINCHESTER JB, MCGUIGAN MR (2005). Influence of contraction velocity in untrained individuals over the initial early phase of resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 883.
- NICHOLSON G, MCLOUGHLIN G, BISSAS A, ISPOGLOU T (2014). Do the acute biochemical and neuromuscular responses justify the classification of strength-and hypertrophy-type resistance exercise? *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(11), 3188-3199.
- NISHIMURA A, SUGITA M, KATO K, FUKUDA A, SUDO A, UCHIDA A (2010). Hypoxia increases muscle hypertrophy induced by resistance training. *International journal of sports physiology and performance*, 5(4), 497-508.
- NOGUEIRA W, GENTIL P, MELLO SNM, OLIVEIRA RJ, BEZERRA AJC, BOTTARO M (2009). Effects of power training on muscle thickness of older men. *International journal of sports medicine*, 30(03), 200-204.
- OGBORN D, SCHOENFELD BJ (2014). The role of fiber types in muscle hypertrophy: implications for loading strategies. *Strength & Conditioning Journal*, 36(2), 20-25.

- PADULO J, LAFFAYE G, CHAMARI K, CONCU A (2013). Concentric and eccentric: muscle contraction or exercise? *Sports health*, 5(4), 306. doi:10.1177/1941738113491386
- PAUL AC, ROSENTHAL N (2002). Different modes of hypertrophy in skeletal muscle fibers. *Journal of Cell Biology*, 156(4), 751-760.
- PEARSON J., WADHI T., BARAKAT C., AUBE D., SCHOENFELD B. J., ANDERSEN, J. C. ve DE SOUZA, E. O. (2021). Does Varying Repetition Tempo in a Single-Joint Lower Body Exercise Augment Muscle Size and Strength in Resistance-Trained Men?. *The Journal of Strength & Conditioning Research*.
- PEREIRA PEA, MOTOYAMA YL, ESTEVES GJ, QUINELATO WC, BOTTER L, TANAKA KH, AZEVEDO P (2016). Resistance training with slow speed of movement is better for hypertrophy and muscle strength gains than fast speed of movement. *International Journal of Applied Exercise Physiology*, 5(2).
- PINTO RS, GOMES N, RADAELLI R, BOTTON CE, BROWN LE, BOTTARO M. (2012). Effect of range of motion on muscle strength and thickness. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(8), 2140-2145.
- PROSKE U, MORGAN DL (2001). Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *The Journal of physiology*, 537(2), 333-345.
- RATAMESS NA, ALVAR BA, EVETOCH TK, HOUSH TJ, KIBLER WB, KRAEMER WJ TTN (2009). Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(3), 687-708. doi:10.1249/MSS.0b013e3181915670
- RATAMESS NA, FALVO MJ, MANGINE GT, HOFFMAN JR, FAIGENBAUM AD, KANG J (2007). The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. *European journal of applied physiology*, 100(1), 1-17.
- REED J, BOWEN JD (2008). Principles of sports rehabilitation. *The sports medicine resource manual*. 1st ed. Philadelphia: Saunders, 431-436.

- RHEA MR, ALVAR BA, BURKETT LN (2002). *Single Versus Multiple Sets for Strength: A Meta-Analysis to Resolve the Controversy*. Paper presented at the RESEARCH QUARTERLY FOR EXERCISE AND SPORT.
- RHEA MR, ALVAR BA, BURKETT LN, BALL SD (2003). A meta-analysis to determine the dose response for strength development. In.
- ROBBINS DW, GOODALE TL, DOCHERTY D, BEHM DG, TRAN QT (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.
- RODNEY K, HERBERT R, BALNAVE R (1994). Fatigue contributes to the strength training stimulus. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 26(9), 1160-1164.
- ROIG M, O'BRIEN K, KIRK G, MURRAY R, MCKINNON P, SHADGAN B, REID W (2009). The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: a systematic review with meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 43(8), 556-568.
- ROIG M, SHADGAN B, REID WD (2008). Eccentric exercise in patients with chronic health conditions: a systematic review. *Physiotherapy Canada*, 60(2), 146-160.
- RUSSELL B, DIX DJ, HALLER DL, JACOBS-EL J (1992). Repair of injured skeletal muscle: a molecular approach. *Medicine and science in sports and exercise*, 24(2), 189-196.
- SHIBATA K, TAKIZAWA K, NOSAKA K, MIZUNO M (2018). Effects of Prolonging Eccentric Phase Duration in Parallel Back-Squat Training to Momentary Failure on Muscle Cross-Sectional Area, Squat One Repetition Maximum, and Performance Tests in University Soccer Players. *Journal of strength and conditioning research*.
- SCHMIDTBLEICHER D (1987). Neural adaptation and increase of cross-sectional area studying different strength training methods. *Biomechanics XB*.
- SCHOENFELD BJ, CONTRERAS B, WILLARDSON JM, FONTANA F, TIRYAKI-SONMEZ G (2014). Muscle activation during low- versus high-load resistance training in well-trained men. *Eur J Appl Physiol*, 114(12), 2491-2497. doi:10.1007/s00421-014-2976-9

- SCHOENFELD BJ (2016). Science and development of muscle hypertrophy: Human Kinetics.
- SCHOENFELD BJ (2020). Science and development of muscle hypertrophy: Human Kinetics.
- SCHOENFELD BJ (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2857-2872.
- SCHOENFELD BJ (2012). Does exercise-induced muscle damage play a role in skeletal muscle hypertrophy? *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(5), 1441-1453.
- SCHOENFELD BJ, OGBORN D, KRIEGER JW (2016). Effects of resistance training frequency on measures of muscle hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*, 46(11), 1689-1697.
- SCHOENFELD BJ, OGBORN DI, KRIEGER JW (2015). Effect of repetition duration during resistance training on muscle hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 45(4), 577-585. doi:10.1007/s40279-015-0304-0
- SCHOENFELD BJ, OGBORN DI, VIGOTSKY AD, FRANCHI MV, KRIEGER JW (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.
- SCHOENFELD BJ, RATAMESS NA, PETERSON MD, CONTRERAS B, SONMEZ G, ALVAR BA (2014). Effects of different volume-equated resistance training loading strategies on muscular adaptations in well-trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(10), 2909-2918.
- SCHOTT J, MCCULLY K, RUTHERFORD O (1995). The role of metabolites in strength training. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 71(4), 337-341.
- SCHUENKE M D, HERMAN JR, GLIDERS RM, HAGERMAN FC, HIKIDA RS, RANA SR, STARON RS (2012). Early-phase muscular adaptations in response to slow-

- speed versus traditional resistance-training regimens. *European journal of applied physiology*, 112(10), 3585-3595.
- SCHULTZ E, JARYSZAK DL, VALLIERE CR (1985). Response of satellite cells to focal skeletal muscle injury. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 8(3), 217-222.
- SHEPSTONE TN, TANG JE, DALLAIRE S, SCHUENKE MD, STARON RS, PHILLIPS SM (2005). Short-term high-vs. low-velocity isokinetic lengthening training results in greater hypertrophy of the elbow flexors in young men. *Journal of Applied Physiology*, 98(5), 1768-1776.
- SIGNORILE JF, LEW KM, STOUTENBERG M, PLUCHINO A, LEWIS JE, GAO J (2014). Range of motion and leg rotation affect electromyography activation levels of the superficial quadriceps muscles during leg extension. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(9), 2536-2545.
- SIMAO R, DE SALLES BF, FIGUEIREDO T, DIAS I, WILLARDSON JM (2012). Exercise order in resistance training. *Sports medicine*, 42(3), 251-265.
- SIMÃO R, FARINATTI PDTV, POLITO MD, MAIOR AS, FLECK SJ (2005). Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercises. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(1), 152-156.
- SMITH LL, MILES MP (2000). Exercise-Induced Muscle Injury. *Exercise and sport science*, 401.
- SMITH RC, RUTHERFORD O (1995). The role of metabolites in strength training. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 71(4), 332-336.
- SUGA T, OKITA K, MORITA N, YOKOTA T, HIRABAYASHI K, HORIUCHI M, TAKADA S, OMOKAWA M, KINUGAWA S, TSUTSUI H (2010). Dose effect on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *Journal of Applied Physiology*, 108(6), 1563-1567.
- TAKARADA Y, NAKAMURA Y, ARUGA S, ONDA T, MIYAZAKI S, ISHII N. (2000). Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *Journal of Applied Physiology*, 88(1), 61-65.

- TAMAKI T, UCHIYAMA S, TAMURA T, NAKANO S (1994). Changes in muscle oxygenation during weight-lifting exercise. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 68(6), 465-469.
- TANIMOTO M, SANADA K, YAMAMOTO K, KAWANO H, GANDO Y, TABATA I, ISHII N, MIYACHI M (2008). Effects of whole-body low-intensity resistance training with slow movement and tonic force generation on muscular size and strength in young men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(6), 1926-1938.
- TANIMOTO M, ISHII N (2006). Effects of low-intensity resistance exercise with slow movement and tonic force generation on muscular function in young men. *Journal of Applied Physiology*, 100(4), 1150-1157.
- TESCH PA, LARSSON L (1982). Muscle hypertrophy in bodybuilders. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 49(3), 301-306.
- TIDBALL JG (2005). Mechanical signal transduction in skeletal muscle growth and adaptation. *Journal of Applied Physiology*, 98(5), 1900-1908.
- TOIGO M, BOUTELLIER U (2006). New fundamental resistance exercise determinants of molecular and cellular muscle adaptations. *European journal of applied physiology*, 97(6), 643-663.
- USUI S, MAEO S, TAYASHIKI K, NAKATANI M, KANEHISA H (2016). Low-load slow movement squat training increases muscle size and strength but not power. *International journal of sports medicine*, 37(04), 305-312.
- ÜNLÜ G, CEVIKOL C, MELEKOGLU T (2020). Comparison of the effects of eccentric, concentric, and eccentric-concentric isotonic resistance training at two velocities on strength and muscle hypertrophy. *J Strength Cond Res* 34:337–344.
- VERA-GARCIA FJ, GRENIER SG, MCGILL SM (2000). Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces. *Physical therapy*, 80(6), 564-569.
- VIERCK J, O'REILLY B, HOSSNER K, ANTONIO J, BYRNE K, BUCCI L, DODSON M (2000). Satellite cell regulation following myotrauma caused by resistance exercise. *Cell biology international*, 24(5), 263-272.

- VIJAYAN K, THOMPSON JL, NORENBORG KM, FITTS RH, RILEY DA (2001). Fiber-type susceptibility to eccentric contraction-induced damage of hindlimb-unloaded rat AL muscles. *Journal of Applied Physiology*, 90(3), 770-776. doi:10.1152/jappl.2001.90.3.770
- VIKNE H, REFSNES PE, EKMARK M, MEDBØ JL, GUNDERSEN V, GUNDERSEN K (2006). Muscular performance after concentric and eccentric exercise in trained men. *Medicine and science in sports and exercise*, 38(10), 1770.
- WATANABE Y, TANIMOTO M, OHGANE A, SANADA K, MIYACHI M, ISHII N (2013). Increased muscle size and strength from slow-movement, low-intensity resistance exercise and tonic force generation. *Journal of aging and physical activity*, 21(1), 71-84.
- WERNBOM M, AUGUSTSSON J, THOMÉE R (2007). The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. *Sports medicine*, 37(3), 225-264.
- WERNIG A, IRINTCHEV A, WEISSHAUPT P (1990). Muscle injury, cross-sectional area and fibre type distribution in mouse soleus after intermittent wheel-running. *The Journal of physiology*, 428(1), 639-652.
- WESTCOTT WL, WINETT RA, ANDERSON ES, WOJCIK JR (2001). Effects of regular and slow speed resistance training on muscle strength. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41.
- WESTING S, SEGER J (1989). Eccentric and concentric torque-velocity characteristics, torque output comparisons, and gravity effect torque corrections for the quadriceps and hamstring muscles in females. *International journal of sports medicine*, 10(03), 175-180.
- WILLARDSON JM, NORTON L, WILSON G (2010). Training to failure and beyond in mainstream resistance exercise programs. *Strength & Conditioning Journal*, 32(3), 21-29.
- WOLFE BL, LEMURA LM, COLE PJ (2004). Quantitative analysis of single-vs. multiple-set programs in resistance training. In.

YOUNG WB, BILBY GE (1993). The effect of voluntary effort to influence speed of contraction on strength, muscular power, and hypertrophy development. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 7(3), 172-178.

ZATSIORSKY VM, KRAEMER WJ, FRY AC (2020). *Science and practice of strength training*: Human Kinetics.



EKLER

EK-1. Etik Kurul Karar Formu

İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU KARAR FORMU				
ETİK KURULUN ADI	ANKARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU			
AÇIK ADRES	Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Morfoloji Binası 06100 Sıhhiye/ANKARA			
TELEFON	0312 595 82 27			
FAKS	0312 310 63 70			
E-POSTA	tj@insanetik@ankara.edu.tr			
BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Direnç Egzersizlerinde tekrar süresinin kas kuvveti ve hipertrofisine etkileri		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADISÖYADI	Doç.Dr.Fırat AKÇA		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Hareket ve Antrenman Bilimleri		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi		
	ARAŞTIRMANIN NİTELİĞİ	UZMANLIK TEZİ ☐	BİREYSEL ARAŞTIRMA ☐	DÖNER ☐
	ARAŞTIRMANIN TÜRÜ	Tekrarlı Ölçüm Dizaynı		
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☒	ULUSLARARASI ☐
KARAR BİLGİLERİ	Karar No:İ-44-19	Tarih :05 Haziran 2019		
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın yapılmasına gerekçe, amaç, yöntemi ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın yapılmasına başvuru dosyasında belirtilen merkezde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıda katılan etik kurul üyeleri tarafından oylarla kabul edilmiştir.			
İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU				
ÇALIŞMA ESASI	İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu			
Başkanın Unvanı / Adı / Soyadı:	Prof.Dr.Nesri YAZIRHAN			
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Araştırma ile ilgili	... / İmza
Prof.Dr.Nesri YAZIRHAN	Fizyopatoloji	A.Ü.Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Prof.Dr.Hakan GÜRDAL	Tıbbi Farmakoloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Prof.Dr.Serenay ELGÜN ÖLKAR	Tıbbi Biyokimya	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Prof.Dr.Hatice İLGIN RUHI	Tıbbi Genetik	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Prof.Dr.Sevim AYDIN	Histoloji ve Embriyoloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Prof.Dr.İlham SAVAŞ	Tıbbi Patoloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Prof.Dr.Yasemin YAVUZ	Biyoistatistik	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Prof.Dr.Deniz BALCI	Genel Cerrahi	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Doç.Dr.Yüksel ÖRCN	Tıbbi Onkoloji	A.Ü.Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Doç.Dr.Sinem CİVİZ BOZDAĞ	Hematoloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Doç.Dr.Chağır AKYOL	Genel Cerrahi	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Doç.Dr.Başak Ceyda MEÇD	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Doç.Dr.Halil ÖZDEMİR	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Dr.Öğr.Üyesi Mustafa Volkan KAYAS	Tıp Tarihi ve Etik	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	

Funda BAYKAL KILIK
A.Ü.T.F. İnsan Araştırmaları
Etik Kurulu
Üye

İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU KARAR FORMU

ETİK KURULUN ADI	ANKARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU
AÇIK ADRES	Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Morfoloji Binası 06100 Sıhhiye/ANKARA
TELEFON	0312 595 82 27
FAKS	0312 310 63 70
E-POSTA	tipinsanetik@ankara.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Direnç Egzersizlerinde tekrar süresinin kas kuvveti ve hipertrofisine etkileri		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADISÖYAD	Doç.Dr.Fırat AKÇA		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Hareket ve Antrenman Bilimleri		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi		
	ARAŞTIRMANIN NİTELİĞİ	UZMANLIK TEZİ ☐	BİREYSEL ARAŞTIRMA ☐	DÖĞER ☐
		DOKTORA TEZİ ☒		
		YÜKSEK LİSANS TEZİ ☐		
ARAŞTIRMANIN TÜRÜ	Tekrarlı Ölçüm Dizaynı			
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☒	ULUSLARARASI ☐

KARAR BİLGİLERİ	Karar No:11-44-19	Tarih :31 Haziran 2019
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırma yapıldıktan sonra, amaç, yöntem ve yetenekleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırma yapıldığına başvuru dosyasında belirtilen merkezde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıda katılan etik kurul üyeleri tarafından oylarla kabul edilmiştir.	

İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU

ÇALIŞMA ESASI	İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BASKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof.Dr.Nurgün YAZIRHAN

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Araştırma ile ilgili
Prof.Dr.Nurgün YAZIRHAN	Fizyopatoloji	A.Ü.Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒
Prof.Dr.Hüsnü GÜRDAL	Tıbbi Farmakoloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒
Prof.Dr.Sercan ELGÜN ÖLKAR	Tıbbi Biyokimya	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒
Prof.Dr.Hatice İLGIN RUHL	Tıbbi Genetik	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒
Prof.Dr.Sevan AYDIN	Histoloji ve Embriyoloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒
Prof.Dr.Berna SAĞAŞ	Tıbbi Patoloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒
Prof.Dr.Yasemin YAVUZ	Biyostatistik	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒
Prof.Dr.Deniz BALCI	Genel Cerrahi	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒
Doç.Dr.Yüksel ÖRÜN	Tıbbi Onkoloji	A.Ü.Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒
Doç.Dr.Siğirci CİVRİZ BOZDAĞ	İklimoloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒
Doç.Dr.Cüneyt AKYOL	Genel Cerrahi	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒
Doç.Dr.Başak Ceyda MEÇİ	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒
Doç.Dr.Hüseyin ÖZDEMİR	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒
Dr.Öğr.Üyesi Mustafa Volkan KAVAS	Tıp Tarihi ve Etik	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒

Funda BAYKAL KILIN
A.Ü.T.F. İnsan Araştırmaları
Etik Kurulu

EK-2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Sorumlu araştırmacı Doç. Dr. Fırat Akça danışmanlığında, dinamik direnç egzersizleri sırasında, hareketin konsantrik ve eksantrik fazlarının farklı hızlarda gerçekleştirilmesinin kuvvet gelişimi ve kas hipertrofisine etkilerinin incelenmesine yönelik doktora tezi yapmaktayım. Araştırmanın tam adı "Direnç Egzersizlerinde Tekrar Süresinin Kas Kuvveti ve Hipertrofisine Etkileri" dir.

Sizde bu çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Çalışmaya katılma konusunda karar vermeden önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyorum. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız. Çalışma tamamen gönüllülük esasına dayanır ve çalışmaya katılan bireylere maddi bir ödeme yapılmaz.

Bu çalışmayı yapmak istememizin sebebi farklı tekrar sürelerinde gerçekleştirilen hareketlerin kassal kuvvet, kassal dayanıklılık ve kas hipertrofisi gelişimine etkisini ayrıntılı olarak ortaya koymak ve direnç egzersizlerinde hareket tekrarı için optimal süre hakkında tavsiyede bulunabilmektir.

Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz, Hülya ANDRE tarafından izniniz doğrultusunda bu çalışmayı yapabilmek için, belirlenen egzersiz programı öncesi ve sonrası, vücut kompozisyonunuzun değerlendirilebilmesi için DXA cihazı ile (DXA: Dual-Enerji X-Ray Absorbsiyometri - Kemik Dansitometresi) ölçümler alınacak ve ultrason cihazı ile kas kesit alanı belirlenecektir. Kassal kuvvetin belirlenmesi için ise 1 tekrar maksimum (1TM) testinden faydalanılacaktır. Çalışmaya, egzersiz için 6 hafta

süresince, haftada 3 kez katılmanız gerekecektir. 1TM'un belirlenebilmesi için çalışmaya başlanmadan önce de spor salonu ziyaretiniz istenecektir. Ayrıca her egzersiz bitiminde ve antrenmandan 24 saat sonra katılımcılardan algılanan zorluk derecesi skalasını ve görsel ağrı skalasını puanlaması istenecektir.

Bu araştırmada yer almanız nedeniyle size hiçbir ödeme yapılmayacaktır. Ayrıca, bu araştırma kapsamındaki tetkik ve tıbbi bakım hizmetleri için sizden veya bağlı bulunduğunuz sosyal güvenlik kuruluşundan hiçbir ücret istenmeyecektir.

Bu çalışma sağlığınız açısından herhangi bir risk taşımaz. Araştırma hakkında ek bilgiler almak için yada çalışma ile ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen etki yada diğer rahatsızlıklarınız için Hülya ANDRE'ye numaralı telefonda istediğiniz zaman ulaşabilirsiniz.

(Katılımcının/Hastanın Beyanı)

Sayın Hülya ANDRE tarafından yetişkin bireylerde bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam araştırmacı ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Çalışmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim (*Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağının bilincindeyim*). Ayrıca araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır. Araştırma hakkında ek bilgiler almak için yada çalışma ile ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen etki yada diğer rahatsızlıklarınız için Hülya ANDRE'yi numaralı telefonda arayabileceğimi biliyorum.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun araştırmacı ile olan ilişkiye herhangi, bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde “katılımcı” olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı

Adı soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

Görüşme Tanığı

Adı soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

ÖZGEÇMİŞ

Hülya ANDRE

e-mail:

KİŞİSEL BİLGİLER

Doğum Tarihi:

Medeni Durumu:

EĞİTİM BİLGİLERİ

Lisans: (2006- 2010) Gazi Üniversitesi /Beden Eğitimi ve Spor Eğitimi
Bölümü/Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği

Yüksek Lisans: (2011 – 2015) Gazi Üniversitesi / Beden Eğitimi ve Spor
Eğitimi

Yüksek Lisans: Gazi Üniversitesi/ Spor ve Sağlık (devam etmiyor) / Masaryk
Univesity (Erasmus 2013-2014)

Doktora: Ankara Üniversitesi /Sağlık Bilimleri Enstitüsü / Beden Eğitimi ve
Spor

YAYIN LİSTESİ

A. Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

KAPLAN E, ANDRE H (2021). Investigation of the Relationship Between
Mental Training and Sports Injury Anxiety. Türk Spor ve Egzersiz Dergisi,
1(23), 1-8., Doi: 10.15314/tsed.692936 (Kontrol No: 7071011)

İMAMLI H, AKÇA F (2018). Probiyotik kullanımının sağlığa ve sportif performansa etkileri. Spormetre, 17(2), 196-208. (Derleme Makale) (Yayın No: 4447822)

CAZ Ç, İMAMLI H, KAPLAN E, ÖZÇELİK A (2019). Üniversite Öğrencilerinin Beden Eğitimi ve Oyun Öğretimi Dersi Hakkındaki Genel Görüşleri Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 21(1), 19-29. (Kontrol No: 4966171)

İMAMLI H, ÜNVER G (2018). Spor Karakterinin Demografik Nitelikler Açısından İncelenmesi. Akdeniz Spor Bilimleri Dergisi (Kontrol No: 5046341)

B. Yazılan Ulusal /Uluslararası kitaplar veya kitaplardaki bölümler

Sporun Kavramsal Temelleri 5, Bölüm adı:(Spor ve Kalp Hastalıkları) (2020)., ANDRE H, BİNGÖL DIEDHIOU A, Efe Akademi, Editör: Gökmen Özen Tamer Civil, Basım sayısı:1, Sayfa Sayısı 514, ISBN:978-625-7729-75-8, İngilizce (Bilimsel Kitap), (Yayın No: 6718465)

C. Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

GÜMÜŞDAĞ H, CİHAN BB, BOZDAĞ B, YILDIRIM M, GÜRKAN O, İMAMLI H (2020). Beden Eğitimi Öğretmen Adaylarının Alan Sınavına Yönelik Metaforik Algılarının İncelenmesi. 3. Uluslararası Sosyal Bilimler Kongresi, 5-5. (Özet Bildiri/Sözlü Sunum) (Yayın No:5610837)

İMAMLI H, GÜMÜŞDAĞ H, KARTAL A (2017). Elit bayan artistik cimnastikçilerde görülen spor yaralanmaları. 15. Uluslararası Spor Bilimler Kongresi (Poster) (Yayın No:3952060)

İMAMLI H, GÜÇLÜ M (2016). Fransa ve Türkiye'nin Beden Eğitimi ve Spor Öğretmeni Yetiştirme Ders Programlarının Karşılaştırılması. Uluslararası Eğitimi Bilimleri Kongresi (Özet Bildiri/Sözlü Sunum) (Yayın No:5046459).

Yüksek Lisans Tezi

Fransa ve Türkiye'nin Beden Eğitimi ve Spor Öğretmeni Yetiştirme Ders Programlarının Karşılaştırılması

Doktora Tez Başlığı

Direnç Egzersizlerinde Tekrar Süresinin Kas Kuvveti ve Hipertrofisine Etkileri

Sertifika Ve Belgeler

2. Kademe Artistik Cimnastik Antrenörlüğü

Kinezyolojik Elektromiyografi Kursu Katılım Sertifikası

İş Tecrübesi

2018 –: Araştırma Görevlisi - Yozgat Bozok Üniversitesi -Spor Bilimler Fakültesi / Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Bölümü

2016 -2018: Artistik Cimnastik Antrenörü – Arı Koleji

2016 -2018: Artistik Cimnastik Antrenörü -Orman Spor

2008- 2010: Cimnastik Takım Antrenörü - Gazi Üniversitesi Spor Kulübü

2008 -2009: Santa Monica Pacific Park (Work and Travel)

Yarışmalar / Turnuvalar

2002: 24. Avrupa Şampiyonası - Patras /YUNANİSTAN - Sporcu

2003: Balkan Gençler Şampiyonası -Komotini/YUNANİSTAN -Sporcu
(Takım 3.'lüğü / Bireysel finaller – denge ve asimetrik bar)

2004: 25. Avrupa Şampiyonası- Amsterdam/HOLLANDA – Sporcu

2004: Artistik Cimnastik Türkiye Şampiyonası/ (Gençler 2.)

2005: 1. Bireysel Avrupa Şampiyonası- Debrecen/MACARİSTAN – Sporcu

2005: Artistik Cimnastik Boğaziçi Turnuvası - (Sporcu)

2005: Artistik Cimnastik Türkiye Şampiyonası / (Büyükler 2.)

2006: Artistik Cimnastik Türkiye Şampiyonası / (Büyükler 1.)

2006: ISEF – Liseler Arası Dünya Şampiyonası- Atina/YUNANİSTAN -

Sporcu (Denge aleti - Bireysel Final 3.)

