



T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**ANTRENMAN VE HAREKET ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**REST REDISTRIBUTION SET YAPILARININ KAS
AKTİVASYONUNA, ALGİSAL YORGUNLUĞA VE SIÇRAMA
PERFORMANSINA AKUT ETKİSİ: RANDOMİZE BİR
ÇAPRAZ DENEME**

Beste SERTER

**Haziran 2024
DENİZLİ**

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

**REST REDISTRIBUTION SET YAPILARININ KAS
AKTİVASYONUNA, ALGİSAL YORGUNLUĞA VE SIÇRAMA
PERFORMANSINA AKUT ETKİSİ: RANDOMİZE BİR ÇAPRAZ
DENEME**

**ANTRENMAN VE HAREKET ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Beste SERTER

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Fatih GÜR

Denizli, 2024

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

Öğrenci Adı Soyadı : Beste SERTER

İmza :

ÖZET

REST REDISTRIBUTION SET YAPILARININ KAS AKTİVASYONUNA, ALGISAL YORGUNLUĞA VE SİÇRAMA PERFORMANSINA AKUT ETKİSİ: RANDOMİZE BİR ÇAPRAZ DENEME

Beste SERTER

Yüksek Lisans Tezi, Antrenman ve Hareket Anabilim Dalı

Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Fatih GÜR

Haziran 2024, 71 Sayfa

Amaç: Bu çalışmanın amacı, geleneksel set yapısının ve rest redistribution set yapılarının kas aktivasyonu, algısal yorgunluk ve sıçrama performansı üzerine akut etkilerini incelemektir.

Gereç ve Yöntemler: Çalışmaya spor bilimleri fakültesinde öğrenim gören 22 öğrenci (yaş: $23,50 \pm 3,05$ yıl, boy: $173,68 \pm 7,19$ cm, vücut ağırlığı: $71,22 \pm 10,82$ kg, 1 tekrarlı maksimal: $92,27 \pm 15,48$ kg) gönüllü olarak katılmıştır. Çalışmada randomize bir deneysel tasarım uygulanmıştır. Geleneksel set yapısı (TR) ve rest redistribution set yapısı (RR1 ve RR2) kullanılmıştır. Aktif sıçrama (CMJ) yükseklikleri antrenman öncesinde ve sonrasında Push-Band ile ölçülmüş, kas aktivasyonu antrenman sırasında yüzeyel EMG ile kaydedilmiş, setler arasında algılanan zorluk seviyeleri (RPE) ve antrenman bitiminden 30 dakika sonra antrenmanın genel zorluk seviyesi (s-RPE) sorulmuştur. TR, RR1 ve RR2 yöntemlerinde şiddet, toplam tekrar sayısı ve toplam dinlenme süresi eşit tutulmuştur. Tüm katılımcılar tüm direnç antrenmanı yöntemine katılmıştır. Her katılımcı ilk oturumda sırasıyla şu aşamalardan geçmiştir: Antropometrik ölçümler, familirizasyon (ısınma protokolü, aktif sıçrama tekniği, squat tekniği), 1 tekrarlı maksimal ölçümü, maksimal istemli izometrik kasılma ölçümü.

Bulgular: Ölçüm sonuçlarının iki yönlü karma desenli varyans analizi sonuçlarında gruplar arası ortalama kassal aktivasyon, tepe kassal aktivasyon, algılanan zorluk derecesi (RPE) ve aktif sıçrama yüksekliğinde (CMJ) istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Grup içi setler arasında, ortalama kassal aktivasyon, tepe kassal aktivasyon, algılanan zorluk derecesinde ve aktif sıçrama yüksekliğinin antrenman öncesi ve antrenman sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$). Grup*Set etkileşiminde, algılanan zorluk derecesinde anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$).

Sonuç: Geleneksel set yapısı ve rest redistribution set yapıları vastus lateralis kasında benzer ortalama ve tepe kas aktivasyonu, benzer algısal yorgunluk ve benzer aktif sıçrama performansı göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Algısal Yorgunluk; Geleneksel Set; Kas Aktivasyonu; Rest Redistribution, Sıçrama Performansı

Bu çalışma, PAÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2023SABE010)

ABSTRACT

ACUTE EFFECTS OF REST REDISTRIBUTION SET STRUCTURES ON MUSCLE ACTIVATION, PERCEPTUAL FATIGUE AND JUMP PERFORMANCE: A RANDOMIZED CROSSOVER TRIAL

SERTER, Beste

Master Thesis, Department of Training and Movement

Thesis Advisor: Doç. Dr. Fatih GÜR (PhD)

June 2024, 71 Pages

Aim: The aim of this study was to examine the acute effects of conventional set structure and rest redistribution set structures on muscle activation, perceptual fatigue and jump performance.

Materials and Methods: Twenty-two students (age: 23.50 ± 3.05 years, height: 173.68 ± 7.19 cm, body weight: 71.22 ± 10.82 kg, 1 repetition maximal: 92.27 ± 15.48 kg) participated voluntarily. A randomized experimental design was applied in the study. The traditional set structures (TR) and rest redistribution set structures (RR1 and RR2) were used. Active jump (CMJ) heights were measured with Push-Band before and after training, muscle activation was recorded with superficial EMG during training, perceived level of difficulty (RPE) between sets and overall level of difficulty (s-RPE) 30 minutes after the end of training. The intensity, total number of repetitions and total rest time were kept equal in TR, RR1 and RR2 methods. All participants participated in the all resistance training method. Each participant went through the following steps in the first session: Anthropometric measurements, familiarization (warm-up protocol, active jump technique, squat technique), 1 repetition maximal measurement, maximal voluntary isometric contraction measurement.

Results: Two-way mixed design analysis of variance of the measurement results showed no statistically significant difference in mean muscular activation, peak muscular activation, perceived degree of difficulty (RPE) and active jump height (CMJ) between groups ($p > 0,05$). There was a statistically significant difference in mean muscular activation, peak muscular activation, perceived degree of difficulty and active jump height before and after training ($p < 0,05$). In the Group*Set interaction, a significant difference was found in the perceived degree of difficulty ($p < 0,05$).

Conclusion: Traditional set structure and rest redistribution set structures show similar mean and peak muscle activation, similar perceptual fatigue and similar active jump performance in vastus lateralis muscle.

Keywords: Jump Performance; Muscle Activation; Perceptual Fatigue; Rest Redistribution; Traditional Set

This study was supported by Pamukkale University Scientific Research Projects Coordination Unit through Project number 2023SABE010.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans bitirme tezi birçok kişinin katkısıyla tamamlanmıştır. Her konuda değerli bilgilerinden faydalandığım, öğrenmeye ve öğretmeye teşvik eden, tezin yazımında, ölçümlerin planlanmasında ve takibinde yardımcı olan, manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Fatih GÜR hocama teşekkür ederim. Çalışma verilerinin toplanma aşamasında ve katılımcı grubumu oluşturmamda bana yardımcı olan Mevlüt Can ŐENTÜRK'e, olanaklarını kullanmamıza izin veren Pamukkale Üniversitesi Spor Merkezi Yönetimine ve ölçümlere katılan tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim. Son olarak sadece bu tezde değil, eğitim hayatım boyunca her daim yanımda olup, bana maddi ve manevi destekte bulunan aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİLLER	ix
TABLolar	x
SİMGE VE KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç.....	3
2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI	4
2.1. Farklı Dinlenme Yaklaşımları.....	4
2.1.1. Geleneksel set dinlenme yaklaşımı.....	4
2.1.2. Cluster set dinlenme yaklaşımı.....	5
2.1.3. Rest redistribution set dinlenme yaklaşımı.....	6
2.2. Kasın Uyarılması, Kasılması ve Gevşemesi.....	7
2.2.1. Uyarılma.....	7
2.2.2. Kas kasılması.....	8
2.2.3. Gevşeme.....	8
2.3. Yorgunluk Ölçüm Yöntemleri.....	9
2.3.1. Elektromiyografi.....	9
2.3.2. Algılanan zorluk derecesi.....	10
2.3.3. Aktif sıçrama performansı.....	11
2.4. Elektromiyografi.....	12
2.4.1. Elektromiyografi kullanım alanları.....	12
2.4.2. Elektromiyografi sinyalini etkileyen faktörler.....	13
2.4.3. Deri yüzeyinin hazırlanması ve elektrot yerleşimi.....	14
2.4.4. Elektromiyografi sinyalinin analizi.....	15
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER	17
3.1. Probleme Deneysel Yaklaşım.....	17
3.2. Araştırma Grubu.....	18
3.3. Prosedür.....	18
3.3.1. Familirizasyon.....	18
3.3.2. Antropometrik ölçümler, 1 tekrarlı maksimal belirleme ve maksimal istemli izometrik kasılma ölçümü.....	19
3.3.3. Deneysel oturumlar.....	21
3.4. İstatistiksel Analiz.....	25
4. BULGULAR	26
4.1. Katılımcıların Tanımlayıcı Değerleri.....	26
4.2. Ölçüm Sonuçlarının İki Yönlü Karma Desenli Varyans Analizi Sonuçları.....	26
4.3. Set*Direnç Antrenmanı Yöntemi Ortalama Kassel Aktivasyon Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	29
4.4. Direnç Antrenmanı Yöntemine Göre Set Sonuçlarının Ortalama Kassel Aktivasyon Açısından Karşılaştırılması.....	29
4.5. Set*Direnç Antrenmanı Yöntemi Tepe Kassel Aktivasyon Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	32

4.6. Direnç Antrenmanı Yöntemine Göre Set Sonuçlarının Tepe Kassal Aktivasyon Açısından Karşılaştırılması	32
4.7. Set*Direnç Antrenmanı Yöntemi Algılanan Zorluk Derecesi ve Oturum Algılanan Zorluk Derecesi Sonuçlarının Karşılaştırılması	34
4.8. Direnç Antrenmanı Yöntemine Göre Set Sonuçlarının Algısal Yorgunluk Açısından Karşılaştırılması	35
4.9. Set*Direnç Antrenmanı Yöntemi Aktif Sıçrama Sonuçlarının Karşılaştırılması	37
4.10. Direnç Antrenmanı Yöntemine Göre Set Sonuçlarının Aktif Sıçrama Açısından Karşılaştırılması	38
5. TARTIŞMA	40
5.1. Ortalama Kassal Aktivasyon ve Tepe Kassal Aktivasyon	40
5.2. Algılanan Zorluk Derecesi ve Oturum Algılanan Zorluk Derecesi	43
5.3. Aktif Sıçrama Performansı	46
6. SONUÇ	49
7. KAYNAKLAR	50
8. ÖZGEÇMİŞ	55

EKLER

Ek-1. Etik kurul izin belgesi.

Ek-2. Resim çekimi ve kullanımı yayın hakkı devir sözleşmesi formu.

Ek-3. Araştırma izin belgesi.

ŞEKİLLER

	Sayfa
Şekil 2.1.	Üç farklı set konfigürasyonu kullanılarak 120 saniye setler arası dinlenme ile dört tekrardan oluşan iki set 6
Şekil 2.2.	Set yapıları arasındaki şematik farklılıklar 7
Şekil 2.3.	0-10 borg skalası 10
Şekil 2.4.	6-20 borg skalası 11
Şekil 2.5.	Adım adım aktif sıçrama (CMJ) tekniği 11
Şekil 2.6.	Kassal aktivasyonun uyarılması 12
Şekil 2.7.	EMG'nin kullanım alanları 13
Şekil 2.8.	Bir elektrotun kas üzerine yerleşimi 15
Şekil 3.1.	Sabit squat makinesi 20
Şekil 3.2.	MVIC ölçümü 20
Şekil 3.3.	Push-Band cihazı 21
Şekil 3.4.	Çalışmanın şematik gösterimi 23
Şekil 4.1.	Direnç antrenmanı yöntemlerinin setlere göre ortalama kassal aktivasyonu 31
Şekil 4.2.	Direnç antrenmanı yöntemlerinin setlere göre tepe kassal aktivasyonu 34
Şekil 4.3.	Direnç antrenmanı yöntemlerinin setlere göre algısal yorgunluk sonuçları 37
Şekil 4.4.	Direnç antrenmanı yöntemlerinin ön-test son-test aktif sıçrama sonuçları 39

TABLOLAR

		Sayfa
Tablo 3.1.	Standart Isınma Protokolü	19
Tablo 3.2.	Squat İçin Yük/Hız Profili Protokolü	20
Tablo 3.3.	TR, RR1 ve RR2 Setleme Yöntemlerindeki Program	22
Tablo 4.1.	Katılımcıların Tanımlayıcı Değerleri	26
Tablo 4.2.	Ölçüm Sonuçlarının İki Yönlü Karma Desenli Varyans Analizi Sonuçları	28
Tablo 4.3.	Set*DAY Ortalama Kassal Aktivasyon Sonuçlarının Karşılaştırılması	29
Tablo 4.4.	Direnç Antrenmanı Yöntemine Göre Set Sonuçlarının Ortalama Kassal Aktivasyon Açısından Karşılaştırılması	30
Tablo 4.5.	Set*DAY Tepe Kassal Aktivasyon Sonuçlarının Karşılaştırılması	32
Tablo 4.6.	Direnç Antrenmanı Yöntemine Göre Set Sonuçlarının Tepe Kassal Aktivasyon Açısından Karşılaştırılması	33
Tablo 4.7.	Set*DAY RPE ve s-RPE Sonuçlarının Karşılaştırılması	35
Tablo 4.8.	Direnç Antrenmanı Yöntemine Göre Set Sonuçlarının Algısal Yorgunluk Açısından Karşılaştırılması	36
Tablo 4.9.	Set*DAY CMJ Sonuçlarının Karşılaştırılması	38
Tablo 4.10.	Direnç Antrenmanı Yöntemine Göre Set Sonuçlarının Aktif Sıçrama Açısından Karşılaştırılması	38

SİMGELER VE KISALTMALAR

ATP	Adenozin Trifosfat
CL	Cluster
CMJ	Countermovement Jump
DAY	Direnç Antrenmanı Yöntemi
EMG	Elektromiyografi
FAM	Familirizasyon
LPT	Linear Position Transducer
MDF	Medyan Frekansı
ms	Milisanıye
MUAP	Motor Ünite Aksiyon Potansiyeli
MVC	Maksimum İstemli Kasılma
MVIC	Maksimum İstemli İzometrik Kasılma
RFD	Kuvvet Geliştirme Oranı
RM	Tekrarlı Maksimal
RMS	Karekök Ortalama
RPE	Algılanan Zorluk Derecesi
RR	Rest Redistribution
S	Seans
s-EMG	Yüzeyel Elektromiyografi
s-RPE	Seans Algılanan Zorluk Derecesi
TR	Geleneksel
VL	Vastus Lateralis

1. GİRİŞ

Direnç antrenmanı, hem sportif performans gelişimi ve sakatlık riskinin azalmasında (Suchomel vd., 2016), hem de sağlıklı yaşam için son derece önemlidir (Westcott, 2012). Direnç antrenmanı yöntemlerinde birçok değişken (örn. egzersiz tipi ve sırası, set ve tekrar sayısı, kaldırılan yük, setler arasındaki dinlenme ve hareket hızı) akut antrenman uyarısını değiştirmek ve belirli fizyolojik adaptasyonları uyarmak için manipüle edilir (Spiering vd., 2008). Genel olarak, direnç antrenmanı programlarında kuvvet ve kondisyon koçlarının sporculara uyguladığı iki tür set yapısı bulunmaktadır: Geleneksel set yapısı (TR) ve alternatif set yapıları (CL, RR) (Haff vd., 2008). Geleneksel set yapısı, setler arasında dinlenme sürelerinin verilmesiyle, tekrarların aralıksız bir şekilde uygulandığı (set içinde veya tekrarlar arasında dinlenme süresinin olmadığı) set yapısıdır (Jukic vd., 2021). Alternatif set yapılarından cluster setleme (CL), setler arasında dinlenme sürelerine ek olarak, set içi kısa dinlenme sürelerinin (15-45 saniye) uygulanması ilkesine dayanmaktadır (Haff vd., 2008; Hardee vd., 2012). Bir diğer alternatif set yapısı olan rest redistribution setleme (RR) ise, daha kısa ama daha sık setler arası dinlenme süreleri verilerek toplam dinlenme süresinin geleneksel set yapısıyla eşit tutulduğu bir set yapısıdır (Jukic & Tufano, 2019; Tufano vd., 2017).

Direnç antrenmanında, alternatif set yapılarının, geleneksel setlere kıyasla algılanan zorluk derecesini ve laktat birikimini minimum düzeyde tuttuğu ve hareketin ortalama hızını, zirve hızını, ortalama gücünü ve zirve gücünü arttırmada etkili olduğu bulunmuştur (Cuevas-Aburto vd., 2022; Jukic vd., 2020; Jukic & Tufano, 2022). Mevcut literatüre ters düşen bir çalışmada, geleneksel set yapısının ve rest redistribution set yapısının, geleneksel setler başarısızlığa kadar yapılmadığında hız çıktılarında ve güç çıktılarında benzer sonuçlar ortaya koyduğu, ancak rest redistribution set yapısında daha düşük bir algılanan zorluk derecesi (RPE) belirtilmiştir (Jukic & Tufano, 2019). Her bir alternatif set yapısını bağımsız şekilde bakan sub-grup analizleri, CL'nin yorgunluğun mekanik, metabolik ve algısal belirteçlerini azaltmada genel olarak RR'den daha etkili

olduğu belirtilmiştir (Jukic vd., 2020). Bunun temelinde CL'nin RR'den daha fazla toplam dinlenme süresi bulunmaktadır. Bu alışmalar, optimum performans için cluster set yapılarının geleneksel setlere ve rest redistribution setlere göre daha iyi olduğunu gösterse de, cluster set yapılarındaki ekstra dinlenme süreleri, toplam antrenman süresini uzattığı için antrenman esnasında bunu uygulamak her zaman mümkün olmayabilir (Tufano vd., 2016). Bu nedenle, rest redistribution olarak bilinen, dinlenme sürelerinin yeniden dağıtılarak daha kısa ama daha sık set yapıları oluşturmak, toplam antrenman süresini uzatmadan direnç antrenmanı sırasında yorgunluğu minimum düzeyde tutmak için kuvvet ve kondisyon koçları tarafından önemli bir yöntem haline gelmiştir (Jukic & Tufano, 2022).

Literatürde geleneksel setleme ve rest redistribution setleme yöntemlerinde çoğunlukla 3-4 setten oluşan alt veya üst vücut egzersizleri bulunmaktadır (Jukic vd., 2020). Daha yüksek set ve tekrar sayılarının incelendiği sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır (Jukic vd., 2020). Geleneksel set yapısının ve alternatif set yapılarının yorgunluk takibinde algılanan zorluk derecesi, laktat, hareket hızını ölçen cihazlar (push-band, LPT) sıçrama ölçümleri (kuvvet platformu) alınmıştır (Jukic vd., 2020). Ancak geleneksel set ve alternatif set yapılarında yorgunluk takibinde elektromiyografi (EMG) lmlerine bakan çalışmaya rastlanmamıştır. Elektromiyografi, hareket sırasında devreye giren kasların aktivasyonu hakkında verdiği bilgiler neticesinde kas uzunluğundaki değişim hızı, kuvvet üretimi, kas tonusu ve yorgunluk konusunda bilgi vermektedir (Cerrah vd., 2010).

Literatürde yukarıda bahsedilen boşlukları doldurmak için bu çalışmada, spor bilimleri öğrencilerinden oluşmuş bir grup, üç farklı set yapısını (TR, RR1, RR2) kullanarak smith makinesinde squat egzersizinden oluşan direnç antrenmanı oturumlarında sEMG (yüzeyel EMG) ile kassal aktivasyon ölçümleri yapılmıştır. Bu çalışmanın amaçları (a) Geleneksel set yapısı ve rest redistribution set yapılarının kas aktivasyonu ve RPE zerindeki etkisini karşılaştırmak, (b) Set yapılarının antrenman öncesi ve antrenman sonrası aktif sıçrama performanslarını (CMJ) karşılaştırmaktır. (a) Rest redistribution set yapılarının (RR1, RR2) geleneksel setlemeye kıyasla daha yüksek kassal aktivasyona ve daha düşük RPE'ye, (b) RR1 ve RR2 set yapılarının geleneksel setlemeye kıyasla antrenman sonrası aktif sıçrama performansında daha az düşüşün olacağı varsayılmıştır.

1.1. Amaçlar

Bu çalışmanın amacı, geleneksel set yapısının ve rest redistribution set yapılarının kas aktivasyonu, algısal yorgunluk ve sıçrama performansı üzerine akut etkilerini incelemektir.

2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI

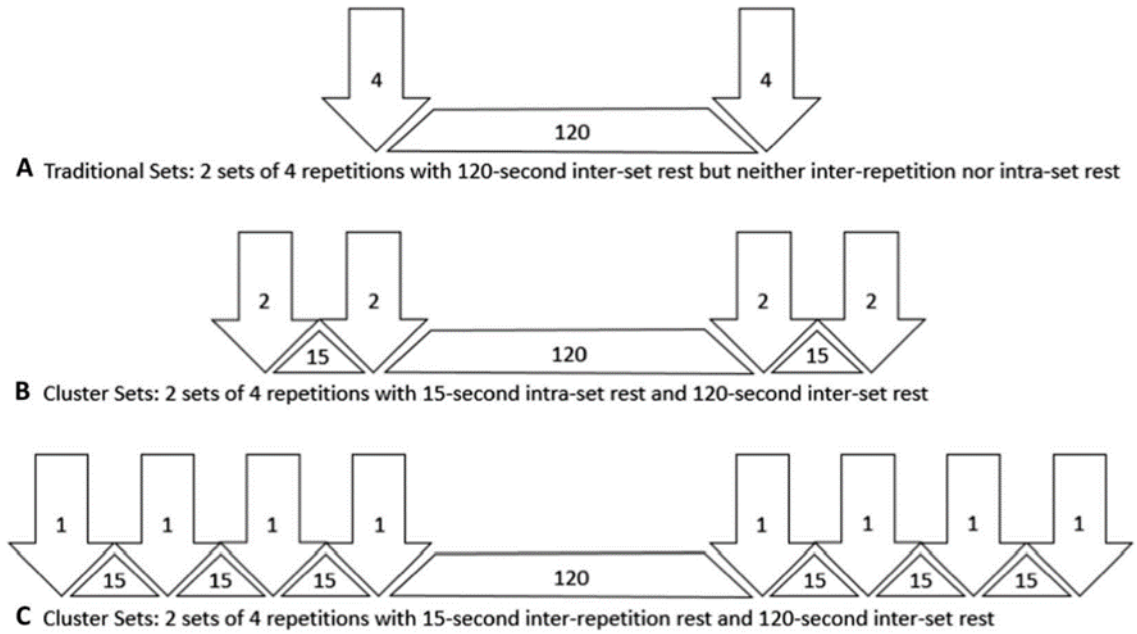
2.1. Farklı Dinlenme Yaklaşımları

2.1.1. Geleneksel set dinlenme yaklaşımı

Geleneksel set dinlenme yaklaşımında, akut cevaplar açısından incelendiğinde, 1 RM'nin %90'ından daha az yükler (%50-90) için setler arasında 3-5 dakika dinlenmelerin verilmesiyle, antrenman yoğunluğunun devamı sağlanmakta ve bunun sonucunda birden fazla sette daha fazla tekrar sayısına ve daha fazla kuvvet artışına ulaşılmaktadır (Behenck vd., 2022; De Salles vd., 2009; Matos vd., 2021; Willardson, 2006). Ayrıca, kronik adaptasyonlar açısından, setler arasında 3-5 dakika dinlenmek, daha yüksek yoğunluk ve antrenman hacimleri nedeniyle mutlak kuvvette daha büyük artışlar sağlamaktadır (De Salles vd., 2009). Kas gücü için yapılan antrenmanlarda, tekrarlanan maksimal eforlu hareketlerin (örn. pliometrik sıçramalar) setleri arasında en az 3 dakika dinlenme verilmektedir (De Salles vd., 2009; Willardson, 2006). Kas hipertrofisi için yapılan antrenmanlarda, ardışık setler tam toparlanma gerçekleşmeden yapılması gerekmektedir. Setler arasında 30-60 saniyelik daha kısa dinlenme aralıkları, hipertrofik etkiye katkıda bulunabilecek büyüme hormonunda daha yüksek akut artışlarla ilişkilendirilmektedir. Kas dayanıklılığı için yapılan antrenmanlarda, farklı kas gruplarını içeren egzersizler arasında daha kısa dinlenme aralıkları (örn. 30 saniye) ve benzer kas gruplarını içeren egzersizler arasında daha uzun dinlenme aralıkları (örn. 3 dakika) ile bir devre halinde direnç egzersizleri yapılmaktadır. Özetle, setler arasındaki dinlenme aralığının uzunluğu, farklı antrenman hedeflerine göre değişmektedir. Yoğunluk ve hacim gibi diğer bileşenler uygun şekilde reçete edilmezse, uygun dinlenme aralığının verilmesi, istenen sonucu vermeyecektir (De Salles vd., 2009; Willardson, 2006).

2.1.2. Cluster set dinlenme yaklaşımı

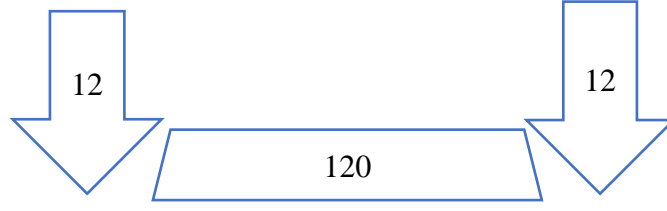
Cluster set yapılarında, setler arası dinlenme (inter-set rest), tekrarlar arası dinlenme (inter-repetition rest), set içi dinlenme (intra-set rest), eşit çalışma/dinlenme oranı (equal work to rest ratio), dinlenme yeniden dağıtımı (rest redistribution) ve dinlendirme (rest-pause) yöntemleri bulunmaktadır (Tufano vd., 2017). Genellikle, setler arası dinlenme süreleri, setler arasında toparlanmayı ve hedefe yönelik antrenman adaptasyonlarını hızlandırmak için antrenman programının bir parçası olarak belirlenir (Willardson, 2006). Örneğin, maksimal kuvvet kazancı sağlamaya çalışırken, 2-3 dakikalık bir setler arası dinlenme aralığının kullanılması önerilir (De Salles vd., 2009; Willardson, 2006). Örnek vermek gerekirse, maksimal kuvvetini geliştirmek isteyen sporcu, her set arasında 120 saniyelik dinlenme ile 4 tekrardan oluşan 2 set gerçekleştirebilir (Şekil 2.1.2.A). Set içi dinlenme süreleri, cluster set yapılarında tekrar grupları arasındaki dinlenme süreleridir. Örneğin, 2 tekrardan oluşan kümeler kullanılarak 4 tekrardan oluşan 2 set oluşturulduğunda, her 2' li küme 15 saniyelik kısa bir set içi dinlenme aralığı ile 120 saniyelik setler arası dinlenme verilebilir (Şekil 2.1.2.B). Tekrarlar arası dinlenme süreleri, bir setin her bir tekrarı arasında meydana gelen dinlenme süreleri olarak tanımlanabilir (Şekil 2.1.2.C). Örneğin, 4 tekrardan oluşan 2 set için tekrarlar arası dinlenme oluşturulduğunda, her 4' lü setteki her bir tekrardan sonra 15 saniyelik kısa bir tekrarlar arası dinlenme verilir, setler arasında 120 saniyelik dinlenme verilebilir (Şekil 2.1.2.C) (Tufano vd., 2017).



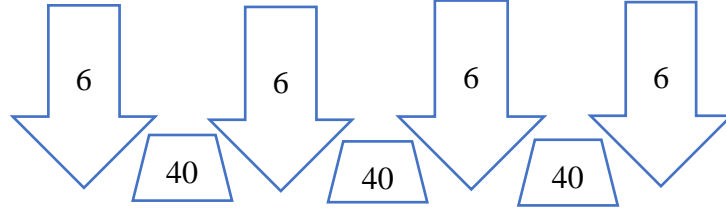
Şekil 2.1. Üç farklı set konfigürasyonu kullanılarak 120 saniye setler arası dinlenme ile dört tekrardan oluşan iki set. Oklar gerçekleştirilen tekrar sayısını, üçgenler set içi veya tekrarlar arası dinlenme sürelerini ve dörtgen şekiller setler arası dinlenme sürelerini göstermektedir. (A) Sadece set arası dinlenmenin olduğu geleneksel setler. (B) Set içi dinlenme periyotlarına sahip çiftli cluster setleri. (C) Tekrarlar arası dinlenme sürelerine sahip tekli cluster setleri. Tufano ve arkadaşlarından uyarlanmıştır (Tufano vd., 2017).

2.1.3. Rest redistribution set dinlenme yaklaşımı

Geleneksel setlerde, setler arasında uzun dinlenme süreleri (3-5 dakika) verilirken, rest redistribution set yapılarında daha kısa ama daha sık setler arası dinlenme süreleri verilerek toplam dinlenme süresi geleneksel set yapılarıyla eşit tutulur (Şekil 2.1.3.). Cluster setin farklı uyarlaması olan rest redistribution set yapılarını, temel cluster set yapısından ayıran nokta, ilave bir set arası dinlenme süresi vermek yerine dinlenme sürelerini eşitleyen ve yeniden düzenleyen bir set yapısı olmasıdır. Örneğin, geleneksel sette 2 set, 12 tekrardan oluşan harekette, setler arasında 120 saniye dinlenme verilirken (Şekil 2.1.3.A), rest redistribution setinde 4 set, 6 tekrar ve setler arasında 40 saniye dinlenme verilerek, set sayısı artırılıp tekrar sayıları azaltılarak dinlenme süreleri eşit bir şekilde dağıtılır (Şekil 2.1.3.B). Set sayısı, tekrar sayısı, dinlenme süreleri farklılık gösterebilir (Cuevas-Aburto vd., 2022; Jukic & Tufano, 2022).



A) Geleneksel Set: 2 Set, 12 Tekrar, Setler Arası 120 saniye dinlenme



B) Rest Redistribution Set: 4 Set, 6 Tekrar, Setler Arası 40 saniye dinlenme

Şekil 2.2. Set yapıları arasındaki şematik farklılıklar. Tufano ve arkadaşlarından uyarlanmıştır (Tufano vd., 2017).

2.2. Kasın Uyarılması, Kasılması ve Gevşemesi

2.2.1. Uyarılma

İskelet kaslarının kasılmasından sorumlu olan sinirlere motor sinir denir. Motor sinirler birçok kas lifine bağlanır ve bağlı oldukları kas liflerini innerve eder. Bir motor sinir ve bunun innerve ettiği tüm kas liflerinin hepsine motor ünite denir. Motor sinir ile kas lifi arasında nöromüsküler kavşak olarak bilinen bir boşluk (sinaps) vardır. Sinir ve kas sistemleri arasındaki iletişim bu bölgede gerçekleşir. Motor sinirin sonuna ulaşan sinir uyarısı sinaptik yarık içerisine, iskelet kaslarının nörotransmitter maddesi olan asetilkolin (ACh) salınımı gerçekleşir. Asetilkolin salınımı, motor son plaktaki reseptörlere bağlanarak iyon kanallarının açılmasına sebep olur ve sodyum (Na⁺) iyonları kas lifine geçiş yapar. Bunun sonucunda aksiyon potansiyeli oluşur. Aksiyon potansiyeli sarkolemmada yayılır ve transfer tübüllerine girerek sarkoplazmik retikulumda bulunan terminal sisternada Kalsiyum (Ca⁺) salınımına neden olur. Salınan Kalsiyumun troponine bağlanması sonucunda tropomiyozinin yerini değiştirmesine ve aktin üzerindeki

bağlanma noktalarının açığa çıkmasına sebep olur. Bu sürece kasılmada uyarılma fazı denir. Liflerin kasılması için yeterli olan en küçük uyarıya uyarı eşiği denir. Eşik altında kalan uyarılarda aksiyon potansiyeli oluşamaz. Sonuçta, motor sinire bağlı olan hiçbir kas lifinde kasılma meydana gelmez. Bu duruma ‘ya hep ya hiç’ yasası denir (Koç, 2022).

2.2.2. Kas kasılması

Kayan filamentler teorisi kısaca, kasın uyarılması sonucunda aktin filamentlerinin miyozin filamentlerine doğru ilerlemesi, aktin filamentlerinin bağlı oldukları Z çizgilerini birbirine yaklaştırıp sarkomer boyunun kısalması ve kas boyunun kısalarak kuvvet üretmesidir. Kasılma sırasında Z çizgilerinin birbirine yaklaşmasıyla, H bölgesi daralır veya görünmez, A bantlarında değişiklik meydana gelmez, I bantları daralır (Koç, 2022).

Miyozin filamentleri, aktin filamentlerini sarkomerin merkezine çekerek bağlantı sağlar. Bu bağlantı, miyozin filamentleri üzerinde bulunan miyozin başlarının, aktin filamentinin aktif bağlantı noktalarına bağlanmasıyla gerçekleşir. Bu bağlantıya çapraz köprü denir. Çapraz köprü bağlantısının oluşmasıyla enerji açığa çıkar ve miyozin filamentleri aktin filamentini çekerek kasılma başlar. Kasılmanın devamı için, enerji akışının sağlanması gerekir. Miyozin başlarının aktin filamentinde bulunan aktif alanlardan ayrılmasıyla kasılmanın devamı gerçekleşir. Yeni bir ATP molekülü miyozin başına bağlandığında miyozin aktinden ayrılır. Yeni parçalanmış olan ATP, yeni bir kasılma sürecini başlatır ve miyozin başı aktin filamentinin bir sonraki aktif bölgesine tutunur. Ortamda yeterince ATP, kalsiyumun olması ve ATP'nin de hidrolize olabilmesi durumunda kas kasılması devam eder (Koç, 2022).

2.2.3. Gevşeme

Kas gevşemesi, motor sinir uyarısının sonlanmasıyla başlar. Nöromusküler kavşağa gelen uyarının sonlanmasıyla kalsiyum sarkoplazmik retikulumu geri gelir. Kalsiyumun troponinden ayrılmasıyla, tropomiyozinin aktin filamentinde bulunan aktif alanlar kapanır. Bunun sonucunda çapraz köprü bağının ortadan kalkmasıyla miyozin ve

aktin bağlantısı da kalkar. Sarkomer boyu uzayarak, bantlar ve alanlar kasılma öncesi hallerine geri gelir (Koç, 2022).

2.3. Yorgunluk Ölçüm Yöntemleri

Sportif performansta yorgunluğun takibi, laboratuvar veya sahada yapılan performans testleriyle yapılmaktadır. Ölçümler çoğunlukla kas kuvveti ve gücü, hız, tükenme zamanı gibi değişkenler üzerinde yapılmaktadır. Ölçüm zamanı ise, antrenman öncesi ve sonrası veya antrenman esnasında yapılmaktadır (Koç, 2022).

Yorgunluk takibinde pek çok ölçüm yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemlerden bazıları şu şekildedir:

2.3.1. Elektromiyografi

Elektromiyografi, kas fonksiyonunu non-invaziv bir şekilde değerlendiren, kas üzerine yerleştirilen elektrotla, kas kasılması sırasında meydana gelen elektriksel sinyallerin kaydedilme yöntemidir (K vd., 2018). EMG ölçümlerinde çoğunlukla, kas içerisine yerleştirilen iğne elektrotlar (Kwon vd., 2018) ve cilt yüzeyine yerleştirilen yüzeysel elektrotlar (Zeng vd., 2021) kullanılmaktadır. Statik ve dinamik kasılmalarda kuvvette meydana gelen değişiklikleri değerlendirmek için, yüzeysel elektromiyografi kas yorgunluğu konusunda önemli sonuçlar ortaya koymaktadır (Cifrek vd., 2009; Donaldson vd., 2003). Yorgunluğun oluşmasıyla birlikte, EMG sinyalinin görsel özelliklerinde meydana gelen değişim, kas lifleri yoluyla aksiyon potansiyellerinin iletim hızındaki azalmaya, motor ünitelerin hızlarında azalmaya ve motor ünitelerin eş zamanlı çalışmasına dayandırılmaktadır (Winter, 2009).

2.3.2. Algılanan zorluk derecesi

Algılanan zorluk derecesi (AZD veya RPE) ölçeği, 0-10 arası veya 6-20 arası sayılar, bu sayılara karşılık gelen zorluk seviyelerinin bulunduğu, algısal temelli bir ölçüm yöntemidir (Borg, 1998; Williams, 2017). Direnç antrenmanı sırasında fizyolojik ve algısal cevapların birbiriyle ilişkili olması, direnç egzersizleri sırasında RPE'nin kas yorgunluğunu değerlendiren geçerli bir yöntem olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, kas yorgunluğu ve RPE arasındaki korelasyon, uygun sEMG ölçümlerinin yapılmasıyla gösterilebilir (Zhao vd., 2022).

Borg Skalası	
Skor	Efor Seviyesi
0	No exertion at all
0.5	Very, very slight (just noticeable)
1	Very slight
2	Slight
3	Moderate
4	Somewhat severe
5	Severe
6	
7	Very severe
8	
9	Very, very severe (almost maximal)
10	Maximal

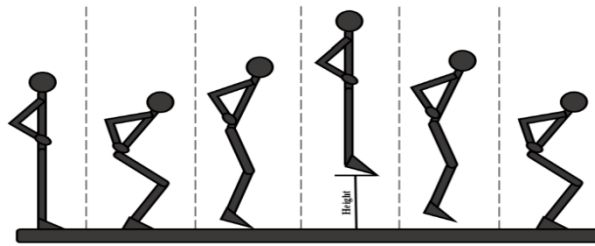
Şekil 2.3. 0-10 borg skalası. 0- Dinlenik; 0,5- Çok, çok hafif (sadece fark edilebilir); 1- Çok hafif; 2- Hafif; 3- Orta; 4- Biraz zorlu; 5-6- Zorlu; 7-8- Çok zorlu; 9- Çok, çok zorlu (neredeysse maksimal); 10- Maksimal (Williams, 2017).

Borg RPE	
Score	Level of exertion
6	No exertion at all
7	
7.5	Extremely light
8	
9	Very light
10	
11	Light
12	
13	Somewhat hard
14	
15	Hard (heavy)
16	
17	Very hard
18	
19	Extremely hard
20	Maximal exertion

Şekil 2.4. 6-20 borg skalası. 6-7- Dinlenik; 7.5-8- Son derece hafif; 9-10- Çok hafif; 11-12- Hafif; 13-14- Biraz zor; 15-16- Zor; 17-18- Çok zor; 19- Son derece zor; 20- Maksimal (Williams, 2017).

2.3.3. Aktif sıçrama performansı

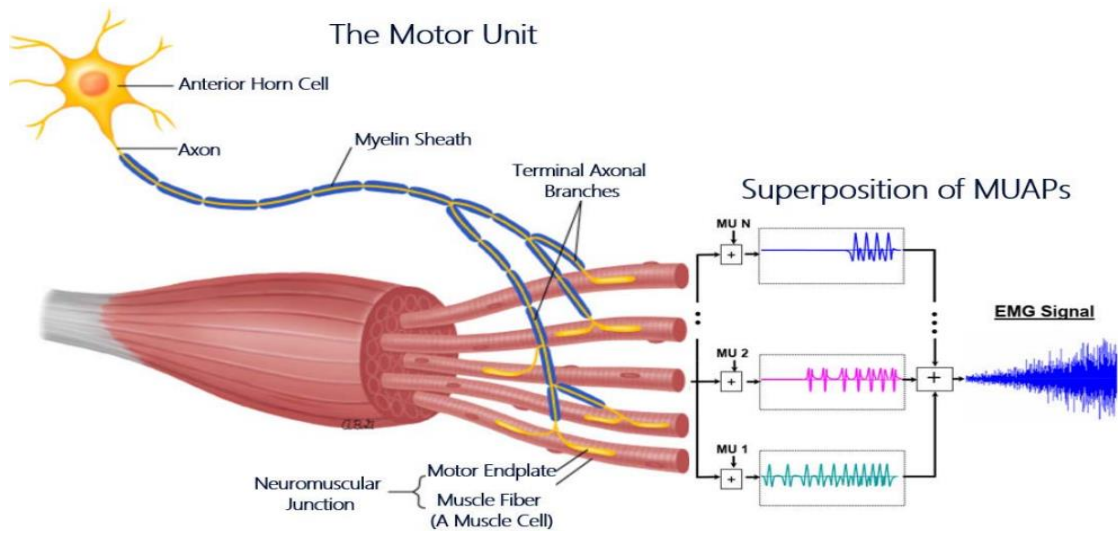
Nöromüsküler ve/veya metabolik yorgunluğun benzer şekilde iyileşme durumunu takip etmek için sıklıkla CMJ testi kullanılır (Taylor vd., 2012). CMJ testi, alt vücut performansındaki nöromüsküler yorgunluğu belirlemek için kullanılmaktadır (Gathercole vd., 2015). CMJ'nin kuvvet, konsantrik zaman ve güç açısından nöromüsküler ve metabolik yorgunluğun önemli bir belirleyicisidir. Bu yöntem, antrenörlerin CMJ'nin anlık olarak antrenmana verdiği yanıtı dayanarak gelecekteki antrenmanları bireysel olarak şekillendirmelerine yardımcı olmaktadır (Wu vd., 2019).



Şekil 2.5. Adım adım aktif sıçrama (CMJ) tekniği (Vanegas vd., 2021).

2.4. Elektromiyografi

Elektromiyografi pek çok bilim dalında istemli kas kasılması sırasında meydana gelen elektriksel sinyallerin ölçülmesiyle kas aktivasyonlarının incelenmesini sağlar. Elektromiyografide, sıklıkla elektriksel sinyallerin genliklerinden (amplitüdlerinden) faydalanarak, kassal aktivasyon ve kuvvet çıktıları değerlendirilir (Aydın, 2018). Bir motor nöron aktive edildiğinde, tüm kas lifleri bir motor ünite aksiyon potansiyeli (MUAP) oluşturmak için eşzamanlı olarak depolarize olur. Tüm motor ünitelerinden elektrotlarla ölçülebilen aksiyon potansiyelleri EMG sinyalini oluşturmak için üst üste biner (Zheng vd., 2022).



Şekil 2.6. Kassal aktivasyonun uyarılması (Zheng vd., 2022).

2.4.1. Elektromiyografi kullanım alanları

EMG ile, kastaki elektrofizyolojik durumların (kasılma-gevşeme gibi) verdiği bilgiler neticesinde kas uzunluğundaki değişim hızı, kuvvet üretimi, kas tonusu ve yorgunluk ile ilgili çalışmalar yapılabilmektedir (Cerrah vd., 2010). Bu sebeple, Temel

fizyoloji, biyomekanik, kinesiyojoloji, fizyoterapi/rehabilitasyon, spor bilimleri ve endüstride bir değerlendirme aracı olarak kullanılmaktadır:



Şekil 2.7. EMG'nin kullanım alanları (Konrad, 2005).

EMG kullanımının tipik faydaları arasında şunlar bulunur:

- Kasın içini doğrudan inceleme olanağı sağlar.
- Kas performansının değerlendirilmesine olanak sağlar.
- Ameliyat öncesi/sonrası süreç hakkında karara varmaya yardımcı olur.
- Tedavi ve antrenman yöntemlerini belirler.
- Kişilerin kaslarını tespit etmelerine ve antrene etmelerine yardımcı olur.
- Sportif çalışmalarını geliştirmek için analiz yapılmasını sağlar.
- Ergonomik çalışmalarda kas tepkilerini belirler (Konrad, 2005).

2.4.2. Elektromiyografi sinyalini etkileyen faktörler

Bir EMG sinyalini kaydederken, sinyalin doğruluğunu belirleyen en önemli faktörlerden biri olan sinyal-gürültü oranı, EMG sinyalindeki enerjinin gürültü enerjisine oranıdır (Luca, 2002). Gürültü genellikle EMG sinyallerindeki istenmeyen elektrik sinyali olarak tanımlanır. Bu gürültünün frekansı sıfır ile birkaç bin Hertz (Hz) arasında değişebilir.

Gürültü farklı kaynaklardan ortaya çıkabilir:

- Elektrostatik alan; deri ile elektrot arasında,
- Elektronik cihazlar; televizyon, havalandırma, elektrik hatları, lambalar vb,
- Hareket artefaktı; hareket sırasında kablonun, amplifikatörün veya elektrotun yer değiştirmesine bağlı istenmeyen sinyal,
- Yansımalar; ölçülecek kasa komşu diğer kas gruplarından gelen aksiyon potansiyelleri,
- Elektrot özellikleri ve yerleşimi; kasın yüzey alanındaki büyüklüğe bağlı olarak seçilen elektrotların büyüklüğü ve elektrotların ölçülecek kasın yüzey alanına uygun şekilde yerleştirilmesi (Konrad, 2005).

EMG ölçümünden daha doğru ve hata içermeyen sonuçlar alabilmek için ölçümler yapılmadan önce:

- Cilt yüzeyi hazırlanmalıdır (temiz cilt ve düşük cilt empedansı için),
- Ölçüm yapılacak ortamın gürültüsüz olduğundan emin olunmalıdır,
- Elektrot, yapılacak ölçüme göre seçilmeli ve elektrot cilt yüzeyine yerleştirilirken doğru kasa yerleştirilmesine özen gösterilmelidir (Konrad, 2005).

2.4.3. Deri yüzeyinin hazırlanması ve elektrot yerleşimi

Bir EMG ölçümünün kalitesi büyük ölçüde uygun cilt hazırlığına ve elektrot pozisyonuna bağlıdır. Cilt hazırlığının temel amacı sabit elektrotların stabilize edilmesi ve düşük cilt empedansının sağlanmasıdır. Modern EMG amplifikatörlerinin çoğu 5 ila 50 kOhm (elektrot çiftleri arasında) arasındaki cilt empedans seviyeleri için üretilmiştir (Konrad, 2005).

Elektrotlar kullanımından önce bir miktar cilt hazırlığı yapılması gerekir:

Deri yüzeyindeki kılların traşlanması: Bu işlem kuru cilt üzerinde jilet yardımı ile uygulanır. Bu sırada cilt üzerindeki kıllar temizlenirken ölü deri de yüzeyden ayrılmış olur. Elektrotların deriye daha iyi yapışmasını sağlayarak nemli ve terli bir ortam oluşmasını engeller, böylece kastan çıkan elektriksel aktivasyonun düzgün bir şekilde kaydedilmesini sağlar.

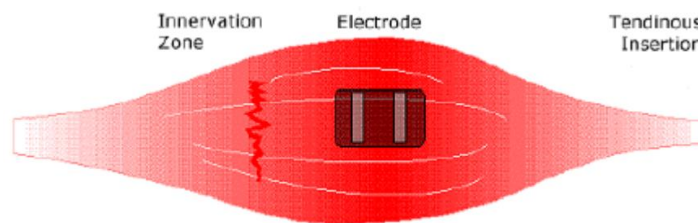
Ölü derinin uzaklaştırılması: Cilt yüzeyine çok fazla zarar vermeden ölü deriyi temizlemek için özel macunlar, zımpara kağıdı, daha yumuşak tekstil ürünleri kullanılabilir, ardından kir, ter ve ölü deriyi temizlemek için cilt yüzeyi alkolle silinebilir.

Kullanılan yöntem ne olursa olsun cilt yüzeyi açık kırmızı renge döndüğünde uygun cilt empedans ortamının oluştuğu anlaşılır (Konrad, 2005).

Ölçümler sırasında yerleştirilen elektrotların olabildiğince her denekte aynı noktada olmasına dikkat edilmelidir. EMG ölçümleri sırasında kullanılan elektrotlar direkt sinyalin özelliklerini etkilemektedir. Ölçülen kasın EMG sinyali alınırken, ölçümü alınan kasa yakın olan kaslardaki elektriksel aktivasyon asıl sinyale karışarak sonuçta sinyalin özellikleri bozulabilir. Buna yan gürültü denir ve geniş yüzey alanına sahip elektrotlardan da kaynaklanır. Bu sebeple, sağlıklı bir EMG sinyali ölçümündeki yöntemlerden biri elektrot yüzeyinin mümkün olduğunca küçük tutulmasıdır.

Elektrot yerleşim yerleri toplanacak elektromiyografi sinyallerinin kalitesinin belirlenmesi açısından önemlidir. Elektrot yerleşiminde aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

1. Elektrotlar ilgili kasın merkezine ve en büyük alanına yerleştirilmelidir.
2. Elektrotlar kas lifine paralel olarak uzunlamasına yerleştirilmelidir (Luca, 2002). Şekil 12. bir elektrotun kas içine yerleştirilmesini göstermektedir.



Şekil 2.8. Bir elektrotun kas üzerine yerleşimi (Luca, 2002).

2.4.4. Elektromiyografi sinyalinin analizi

İşlenmemiş bir EMG sinyali "ham EMG" olarak tanımlanır (Konrad, 2005). Ham veri üzerinde hiçbir işlem yapılmadığından ortamdaki elektrikli cihazlardan yayılan gürültüleri de içerir. EMG sinyallerinde hatalara neden olan bu gürültüler yüzünden

veriler de çeşitli düzeltmeler yapılarak analiz edilir (Cerrah, 2009). EMG sinyali, genliği gelişigüzel negatif ve pozitif değer alan, zamana ve kuvvete dayalı bir sinyaldir (Merletti & Parker, 2004; Arslan, 2005).

EMG sinyalinin analizinde genellikle kullanılan yöntemler;

- *Kesit alma*

Alınan EMG verisinin belli bir bölümünün alınmasıdır.

- *Rektife etme*

Pozitif ve negatif sinyaller içeren EMG sinyali, sinyalin mutlak değerinin alınmasıyla ya da negatif bölümlerin çıkarılıp sadece pozitif bölümlerin analizinde yer alır.

- *İntegrasyon*

Toplanan EMG verilerinin ortalamasının belirlenmesi sürecidir. Rektifikasyonun iki türü vardır, ancak en çok kullanılanı tüm veriyi dikkate aldığı için doğrusal zarf metodudur, diğer metot ise verinin belli bir kısmını dikkate almak için kullanılmaktadır.

- *Normalizasyon*

Ölçülen grup içindeki kas aktivasyonlarını karşılaştırmada kullanılan yöntemlerden biridir. En fazla kullanılan normalizasyon yöntemi maksimal istemli kasılma ölçümüdür. Bu yöntemle kişinin hareketi maksimal istemli kasılmanın yüzde kaçı ile gerçekleştirdiği belirlenir (Merletti & Parker, 2004).

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

3.1. Probleme Deneysel Yaklaşım

Güç odaklı direnç antrenmanı sırasında rest redistribution set yapılarının kas aktivasyonuna, algısal yorgunluğa ve sıçrama performansına akut etkilerini incelemek için randomize çapraz bir deneysel tasarım kullanılmıştır. Çalışmanın ölçümleri 2,5 aylık bir süreçte tamamlanmıştır. Her katılımcı oturumlar arasında 48-72 saat aralar olacak şekilde toplamda dört oturuma katılmıştır. Her ölçüm gününe en fazla üç katılımcı alınmıştır. İlk oturumda katılımcılardan sırasıyla antropometrik ölçümler alınıp, ısınma protokolünün, aktif sıçrama tekniğinin ve squat tekniğinin familirizasyonu yapıldıktan sonra 1 tekrarlı maksimal, maksimal istemli izometrik kasılma (MVIC) ölçümleri alınmıştır. Maksimal istemli izometrik kasılma ölçümünden sonra 5 dakika dinlenme verilip, antrenmana adapte olmak ve diğer ölçüm günlerinde olası kas ağrısı ve sakatlık riskini azaltmak için 1 RM'nin %70 inde, üç set sekiz tekrardan oluşan squat egzersizi ve bunu takiben foam roller yapılmıştır. İkinci oturumda katılımcılar randomize bir şekilde deneysel oturumlara (TR, RR1, RR2) dağıtılmıştır. 2-4. Oturumlarda geleneksel (TR; 3 dakika setler arası dinlenme ile 8 sürekli tekrardan oluşan 5 set), rest redistribution 1 (RR1; 18,5 saniye setler arası dinlenme ile 1 tekrardan oluşan 40 set) ve rest redistribution 2 (RR2; 1 dk 20 saniye setler arası dinlenme ile 4 tekrardan oluşan 10 set) set yapıları kullanılarak 1 RM'nin %70'inde gerçekleştirilen squat egzersizini kapsamıştır. Toplam tekrar sayısı (40), toplam dinlenme süresi (12 dakika) ve uygulanan direnç (1 RM %70 yük) tüm set yapılarında eşittir. 8, 16, 24, 32 ve 40. Tekrarlardan sonra RPE değerleri toplanmıştır. EMG ölçümleri tüm set boyunca yapılmıştır. Aktif sıçrama yüksekliği her oturumun başında ve sonunda, sRPE ise her oturum tamamlandıktan 30 dakika sonra toplanmıştır. Aynı katılımcı için tüm oturumlar, sirkadiyen ritmin fiziksel performanstaki etkisini en aza indirmek için günün aynı saatinde (± 1 saat) gerçekleştirilmiştir.

3.2. Araştırma Grubu

Çalışmaya Pamukkale Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'nde öğrenim gören, G-power analizine göre 22 öğrenci gönüllü olarak katılmıştır. Çalışmaya kuvvet antrenmanı geçmişi olan, herhangi bir kronik hastalığı olmayan, son bir yıl içinde sakatlık durumu olmayan ve en az son 6 aydır besin takviyesi kullanmayan kişiler dahil edilmiştir. Ölçümler boyunca katılımcılardan benzer yiyecekleri tüketmeleri ve ölçüm süresince kuvvet antrenmanı yapmamaları istenmiştir. Çalışma öncesinde katılımcıların her birine çalışma ile ilgili tüm bilgiler aktarılıp ve yazılı onamları alınmıştır. Çalışma Helsinki Deklarasyonu'na uygun şekilde hazırlanıp, Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan etik kurul izni alınmıştır (05.09.2023 tarihli, 14 sayılı yazı). Çalışmanın uygulamaları etik kurul onayı alındıktan sonra PAÜ Spor Bilimleri ve Teknolojisi Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde yapılmıştır (31.10.2023 tarihli, 442565 sayılı yazı).

3.3. Prosedür

3.3.1. Familirizasyon

İlk oturumda standart ısınma protokolü (Tablo1.) uygulandıktan sonra sırasıyla aktif sıçrama tekniğinin öğretilimi, Push-Band kullanımı, skuat tekniğinin öğretilimi, EMG kullanımı ve TR ve RR yöntemlerinin öğretilimi gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3.1. Standart Isınma Protokolü

5 dakika koşu bandında jog
5 dakika mobilite egzersizleri
- Ankle Flexion With Band (Plantar)
- Ankle Flexion With Band (Dorsiflexion)
- The World's Greatest Stretch
- Hip Rotations
- Hip Step Overs

3.3.2. Antropometrik ölçümler, 1 tekrarlı maksimal belirleme ve maksimal istemli izometrik kasılma ölçümü

İlk oturumda, boy uzunluğu hassasiyeti $\pm 0,001$ m ve vücut ağırlığı hassasiyeti ± 0.005 kg olan stadiometre (SECA 284, GmbH-Almanya) ile ölçülmüştür. Maksimaller belirlenmeden önce katılımcılar standart ısınma protokolünü (Tablo 1.) uygulayıp, boş olimpik barda (20kg) 10 tekrar skuat hareketini yapmıştır. Katılımcıların 1 RM değerleri akıllı telefon tabanlı giyilebilir cihaz olan PUSH Band 2.0 (Toronto, Canada) Android telefon kullanılarak ölçülmüştür. Push-band uygulamasına, erkek katılımcıların vücut ağırlıklarınının 1,3 katı olan değer ile, kadın katılımcıların vücut ağırlıklarınının 1,2 katı ile uygulamaya giriş yapılmış. Uygulama, 1 RM üzerinden 5 tane submaksimal yük verip bu her yükte 3 tekrar yapılarak maksimal deneme yapılmıştır. Her yükteki koşullar arasında üç dakikalık pasif dinlenme verilmiştir. 1 RM testinde en son set yaklaşık %80'dir. Push-band ile ölçülen yük-hız ilişkileri arasında çok yüksek ($R^2 = 0,94$) bir ilişki olduğundan (Balsalobre-Fernández vd., 2016), regresyon çizgisi her katılımcının 1 RM'sini belirlemeye yardımcı olmuştur. Maksimaller Tablo 2. de bulunan protokolle belirlenmiştir. Squat hareketi yapılırken, halter trapezius kasının üzerine gelecek şekilde, ayaklar omuz genişliğinde açık ve ayak parmakları hafifçe dışa dönük, gövde dik bir pozisyonda, topuklar yerde sabit, diz fleksiyon açısı yaklaşık 90° 'de, kontrollü iniş ve konsantrik fazda maksimum hızda gerçekleştirilmesine dikkat edilmiştir. Tüm katılımcılara aynı araştırmacı tarafından sözel teşvik verilmiştir. Uygulamada

gerçekleştirilen squat performansı, bu harekete göre yapılmış sabit bir squat makinesi (smith machine) üzerinde yapılmıştır. Bu makinenin kullanımı ile, egzersiz sırasında tüm katılımcıların aynı düzlemde olması ve egzersizi mümkün olduğunca standartlaştırma amaçlanmıştır (Şekil 1.). Maksimal istemli izometrik kasılma ölçümü smith makinesinde diz fleksiyonu ve kalça fleksiyonu 90°'de olacak şekilde, squat pozisyonunda 5 saniye boyunca kaydedilmiştir (Şekil 2). İzometrik bir şekilde ölçümün alınması için katılımcının 1 RM'nin %130'una denk gelen ağırlık bara takılmıştır ve katılımcının güvenliği için bar kilitteyken ölçüm alınmıştır. 5 saniye boyunca katılımcı sözel olarak teşvik edilmiştir. Back squat için EMG normalizasyon yöntemleri arasında izometrik squat yöntemi kullanılmaktadır (Balshaw & Hunter, 2012).

Tablo 3.2. Squat İçin Yük/Hız Profili Protokolü (Jovanović & Flanagan, 2014).

1 TM'nin %40'ı ile 3 tekrar, 3 dk pasif dinlenme
1 TM'nin %50'si ile 3 tekrar, 3 dk pasif dinlenme
1 TM'nin %60'ı ile 3 tekrar, 3 dk pasif dinlenme
1 TM'nin %70'i ile 3 tekrar, 3 dk pasif dinlenme
1 TM'nin %80'i ile 3 tekrar



Şekil 3.1. Sabit squat makinesi



Şekil 3.2. MVIC ölçümü.

3.3.3. Deneysel oturumlar

2-4. oturumlarda deneysel oturumlar yapılmıştır. Her deneysel oturumun sırası şu şekilde olmuştur: (I) Standart ısınma, (II) Aktif sıçrama performansının oturum öncesi ölçülmesi, (III) Direnç antrenmanı oturumu, (IV) Elektromiyografi ölçümü, (V) Setler arasında algılanan zorluk değerlendirmesi, (VI) Aktif sıçrama performansının oturum sonrası ölçülmesi, (VII) Foam roller uygulaması ve (VIII) Oturum algılanan zorluk değerlendirmesi.

I. Standart ısınma

Her direnç antrenmanı oturumunun başında katılımcılar 5 dakika koşu bandında 8-10 km/s hızında jog koşusu yapıp, 5 dakika mobilite egzersizleri yapmıştır. Ardından boş olimpik bar (20 kg) ile 10 tekrar skuat yapmıştır.

II. Aktif sıçrama performansının oturum öncesi ölçülmesi

Katılımcılara iki tane aktif sıçrama yaptırılıp, en iyi sonuç kaydedilmiştir. İki sıçrama arasında 1 dakika dinlenme verilmiştir. Katılımcıların aktif sıçrama performansının belirlenmesinde giyilebilir cihaz olan PUSH Band; (Toronto, Canada) kullanılmıştır (şekil 2.). Ölçüm, katılımcı hazır olduğunda Push bandı koluna takarak, elleri belinde olacak şekilde aşağı doğru hızlı bir çöküşün ardından, yukarıya doğru maksimal kuvveti ile en iyi sıçrama performansını gerçekleştirerek yapılmıştır. (Montalvo vd., 2021), geçerlilik güvenilirlik çalışmasında kuvvet platformu ile Push-Band karşılaştırmasında, skuat sıçrama yüksekliği için 0,94 oranında ilişki bulmuşlardır.



Şekil 3.3. Push-Band cihazı.

III. Direnç antrenmanı oturumu

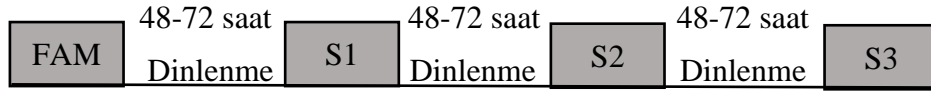
Katılımcılar, direnç antrenman oturumlarına başlamadan önce A, B ve C grubu olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. İkinci oturumda A grubu; TR Yöntemini, B grubu; RR1 Yöntemini, C grubu; RR2 Yöntemini uygulamıştır. Üçüncü oturumda A grubu; RR1 Yöntemini, B grubu; RR2 Yöntemini, C grubu; TR Yöntemini uygulamıştır. Dördüncü oturumda A grubu; RR2 Yöntemini, B grubu; TR Yöntemini, C grubu; RR1 Yöntemini uygulamıştır. Her bir direnç antrenman oturumunda katılımcılar, 1 RM'nin %70'indeki yükü 40 tekrardan oluşan squat egzersizini smith makinesinde yapmıştır. TR, RR1 ve RR2 yöntemlerinde uygulanan set sayısı, tekrar sayısı, şiddet ve set arası dinlenme süresi tablo 3. te gösterilmiştir. Katılımcılardan tüm tekrarların konsantrik fazını maksimum hızda yapmaları istenmiştir. Algısal yorgunluk 8, 16, 24, 32, 40. tekrarlardan sonra Borg skalası (1-10) ile belirlenmiştir. Çalışmanın tasarımı ve yürütülme süreci şekil 3.'te verilmiştir.

Tablo 3.3. TR, RR1 ve RR2 Setleme Yöntemlerindeki Program.

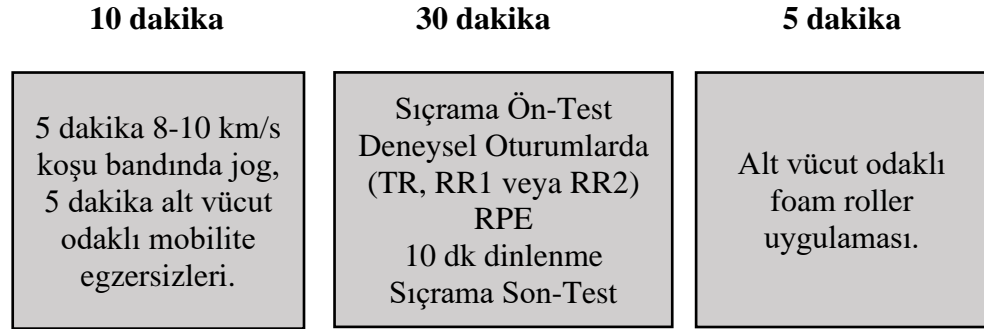
Uygulamalar	Set sayısı	Tekrar sayısı	Şiddet (1 RM %)	Set arası dinlenme süresi
TR	5	8	% 70	3 dk
RR1	40	1	% 70	18,5 sn
RR2	10	4	% 70	1 dk 20 sn

TR: Geleneksel Setleme, RR1: Rest Redistribution Setlemesi 1, RR2: Rest Redistribution Setlemesi 2.

A

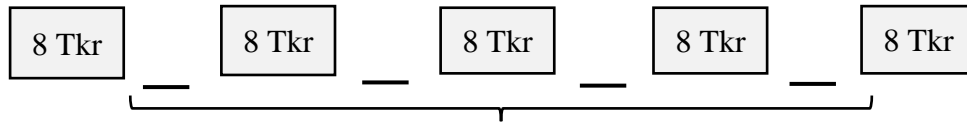


B



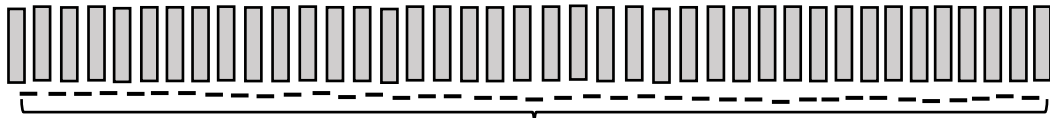
C

TR (5 set, 8 tekrar)

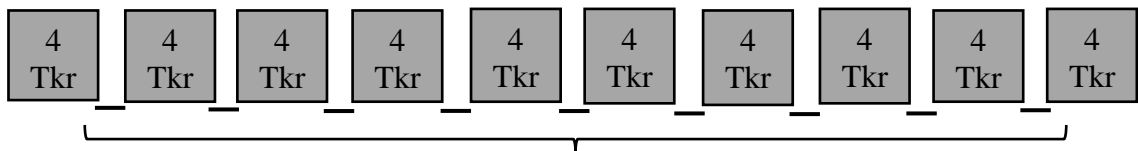


Her set arası 3 dk dinlenme. Toplam Dinlenme Süresi: 12 dk

RR1 (40 set, 1 tekrar)



RR2 (10 set, 4 tekrar)



Her set arası 1 dk 20 sn dinlenme. Toplam Dinlenme Süresi: 12 dk

Şekil 3.4. A Çalışmanın şematik gösterimi. FAM= Familirizasyon oturumu; S1, S2, S3= Deneysel oturumlar (TR, RR1 veya RR2). B Bir deneysel oturumun özeti. C Deneysel oturumların gösterimi. Bütün oturumlar 1 RM'nin %70'inde, toplam dinlenme süreleri ve tekrar sayısı (40 tekrar) eşit tutulmuştur.

IV. Elektromiyografi ölçümü

Katılımcılara her bir oturum öncesinde bacaklarının tıraş edilmesi söylenmiştir. Ayrıca her katılımcıya elektrotlar yerleştirilmeden önce %99,9 izo propil alkol, havlu ile temizlenmiştir (Konrad, 2005). İnvaziv olmayan kas değerlendirmesi için yüzey EMG'sinin önerdiği şekilde, baskın olan taraftaki VL (vastus lateralis) kasına, elektrot anterior spina iliaca superiordan patellanın lateral tarafına kadar olan çizginin 2/3'üne yerleştirilmiştir (Web sitesi, Sensor Locations). Elektromiyografik sinyaller dört kanallı Trigno kablosuz EMG cihazından (ortak mod reddetme oranı >80 dB ve bant genişliği filtresi 20 ila 450 Hz \pm %10) bir paralel çubuk, bipolar, yüzey elektromiyografik sensör kullanılarak toplanmıştır (Delsys Trigno, A.B.D.) (Şekil 3). Temel gürültü <5 μ V tepeden tepeye ve örnekleme hızı 2,000 Hz olarak yapılmıştır. EMG'den alınan ham veriler EMG works Acquisition yazılımı (Delsys, Inc.) kullanılarak dijital formatta saklanmıştır. RMS (karekök ortalama) ve MDF (medyan frekansı) değerleri hesaplanmıştır. MDF ölçümü, spektrumun eşit güçte iki parçaya bölünebileceği frekansı belirlemek için yapılmıştır. Her tekrardan, kasın en yüksek ortalama RMS ve MDF değerleri (499 ms'lik bir aralıkla 500 ms'lik değişen aralıkta) kaydedilmiştir (RMS-VL ve MDF-VL) (Ortega-Becerra vd., 2021). Hareketi farklı kaslar arasında, farklı zamanlarda ve bireyler arasında karşılaştırabilmek için EMG normalize edilmelidir. EMG parametrelerinin normalizasyonu, katılımcının MVC'sine (maksimal istemli kasılma) göre kas aktivasyonunun yüzdesidir. İşlemler sonrasında veri yüzde (%) olarak ifade edilir (McManus vd., 2021). MVC ölçümünde çeşitli yöntemler bulunmaktadır. En sık kullanılan yöntemlerden biri maksimal istemli izometrik kasılmadır (Sousa, 2012).

V. Setler arasında algılanan zorluk değerlendirmesi

TR set yapısında (5 set, 8 tekrar), her set arasında; RR1 set yapısında (40 x 1), her 8 tekrarda bir; RR2 set yapısında (10 x 4), her iki sette bir RPE sorulmuştur. Üç set yapısında da 8 tekrarda bir RPE sorulmuştur.

VI. Aktif sıçrama performansının oturum sonrası ölçülmesi

Direnç antrenman oturumunun (TR, RR1 ve RR2) son setinin bitmesinden 10 dakika sonra daha önce açıklanan aynı prosedür uygulanmıştır.

VII. Foam roller uygulaması

Aktif sıçrama performansının oturum sonrası ölçülmesinden hemen sonra olası kas ağrılarını hafifletmek (Pearcey vd., 2015; Wiewelhove vd., 2019) için gastrecnemius, hamstring, gluteus maximus, quadriceps ve adductors kaslarına foam roller uygulanmıştır.

VIII. Oturum algılanan zorluk değerlendirmesi

sRPE, aktif sıçrama performansının oturum sonrası ölçümü tamamlandıktan 30 dakika sonra Borg Skalası ile ölçülmüştür. Borg Skalası, 0-10 arasında değerler alır. 0; dinlenik, 1; çok kolay, 2; kolay, 3; orta, 4; biraz zor, 5; zor, 6-9; çok zor, 10; maksimal (Williams, 2017).

3.4. İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizleri SPSS 23.0 programı kullanılarak yapılmıştır. Tanımlayıcı istatistiklere ait aritmetik ortalama (X), standart sapma (SS), standart hata (SH), frekans (N), yüzdeler (%) , maksimum (Maks.) ve minimum (Min.) değerleri verilmiştir. Elde edilen değerler arasındaki farklara, tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (iki yönlü anova) testi ile bakılmıştır. Verilerin normal dağılıma uygunluğunu değerlendirmek amacıyla çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerleri hesaplanmıştır. Değişkenlerin basıklık çarpıklık değerlerine ilişkin sonuçların +2.0 ile -2.0 (George, ve Mallery, 2010), arasında olması normal dağılım olarak kabul edilmiştir. Deney grubuna uygulanan farklı direnç antrenmanı yöntemlerinin etkisi “İki Yönlü Karma Desenli Varyans Analizi” (two-way mixed ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Yapılan analizde direnç antrenmanı yöntemi ana etkisi, set ana etkisi ve direnç antrenmanı yöntemi ile set etkileşim etkisi (Direnç Antrenmanı Yöntemi*Set) incelenmiştir. Anlamlı farkın olduğu durumlarda setlere göre dinlenme yöntemlerinin karşılaştırılması ve dinlenme yöntemine göre set sonuçlarının karşılaştırılması düzeltilmiş Bonferroni testi ile gerçekleştirilmiştir. Kısmi Eta Kare (η^2p) değerlerini yorumlamak için sırasıyla <0,01 önemsiz, 0,01- 0,059 (küçük düzeyde etki), 0,059 – 0,138 (orta düzeyde etki), >0,138 (büyük düzeyde etki) olarak aralıklar belirlenmiştir (Cohen, 1988).

4. BULGULAR

4.1. Katılımcıların Tanımlayıcı Değerleri

Tablo 1 de katılımcılara ait yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve 1 tekrarlı maksimal kuvvet verilerinin en küçük, en büyük ve ortalama değerleri bulunmaktadır. Katılımcıların yaş ortalaması $23,50 \pm 3,05$ yıl, boy uzunluğu ortalaması $173,68 \pm 7,19$ cm, vücut ağırlığı ortalaması $71,22 \pm 10,82$ kg ve 1 tekrarlı maksimal ortalaması $92,27 \pm 15,48$ kg'dır.

Tablo 4.1. Katılımcıların Tanımlayıcı Değerleri (n=22).

	Min.	Max.	X±S
Yaş (yıl)	18,00	29,00	23,50±3,05
Boy Uzunluğu (cm)	160,00	188,00	173,68±7,19
Vücut Ağırlığı (kg)	50,00	95,00	71,22±10,82
1 RM (kg)	65,00	130,00	92,27±15,48

Min: minimum, Max: maksimum, X: ortalama, S: standart sapma, 1RM: 1 repeated maximum (tekrarlı maksimal).

4.2. Ölçüm Sonuçlarının İki Yönlü Karma Desenli Varyans Analizi Sonuçları

Tablo 2'de direnç antrenmanı yöntemlerinin ortalama kassal aktivasyon, tepe kassal aktivasyon, aktif sıçrama yüksekliği ve algısal yorgunluk üzerinde ortalama değerleri bulunmaktadır. Direnç antrenmanı yöntemleri arasında ortalama kassal aktivasyonda, tepe kassal aktivasyonda, sıçrama yüksekliğinde ve algısal yorgunlukta istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$). Grup içi karşılaştırmalarda, setler arasında ortalama kassal aktivasyonda, tepe kassal aktivasyonda, sıçrama

yüksekliğinde ve algısal yorgunlukta istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$). DAY*Set karşılaştırmasında ortalama kassal aktivasyonda, tepe kassal aktivasyonda, sıçrama yüksekliğinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken ($p>0,05$), algısal yorgunlukta istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 4.2. Ölçüm Sonuçlarının İki Yönlü Karma Desenli Varyans Analizi Sonuçları.

	Ölçüm	TR	RR1	RR2	Test İstatistiği; p değeri	Etki Büyüklüğü (η^2)
		X ± SS	X ± SS	X ± SS		
Ortalama Kassal Aktivasyon	1. Set	35,32 ±11,60	37,13 ±9,21	35,55 ±11,22	DAY: F=0,548 p=0,581 Set: F=6,579 p=0,000 DAY*Set: F=1,043 p=0,404	0,017
	2. Set	33,48±11,04	36,36±10,09	33,97±11,51		0,095
	3. Set	32,24±12,62	36,51±9,76	34,16±12,20		0,032
	4. Set	32,14±12,26	36,21±10,01	33,91±12,55		
	5. Set	32,26±12,42	36,35±9,51	33,36±12,62		
Tepe Kassal Aktivasyon	1. Set	81,81 ±24,26	80,37±28,49	81,18 ±25,78	DAY: F=0,044 p=0,957 Set: F=20,493 p=0,000 DAY*Set: F=1,079 p=0,378	0,001
	2. Set	72,28±21,01	77,39±29,36	77,71±24,46		0,245
	3. Set	71,08±24,66	72,99±26,89	75,47±24,67		0,033
	4. Set	72,36±23,16	71,65±27,28	73,07±24,13		
	5. Set	71,11±23,60	70,27±22,96	71,97±24,95		
CMJ	Pre-Test	39,99±8,06	39,73±7,40	40,24±7,80	DAY: F=0,055 p=0,946 Set: F=92,721 p=0,000 DAY*Set: F=2,233 p=0,116	0,002
	Post-Test	38,11±7,55	36,88±7,23	36,97±7,27		0,595
RPE	1. Set	4,50±1,26	4,05±1,62	3,82±1,18	DAY: F=1,080 p=0,346 Set: F=47,889 p=0,000 DAY*Set: F=2,410 p=0,009	0,033
	2. Set	4,59±1,05	4,77±1,57	4,27±1,20		0,432
	3. Set	4,77±1,23	5,45±1,63	4,95±1,09		0,071
	4. Set	5,23±1,54	6,18±1,76	5,45±1,50		
	5. Set	5,68±1,62	6,50±1,90	5,86±1,55		
	s-RPE	5,27±1,24	5,55±1,65	5,00±1,02		

CMJ: Countermovement Jump, RPE: Rate Of Perceived Exertion, s-RPE: Session Rate Of Perceived Exertion, DAY: Direnç Antrenmanı Yöntemi, p= İstatistiksel Anlamlılık; F= İki Yönlü Karma Desenli Varyans Analizi (Two-way mixed ANOVA); η^2 = Etki Büyüklüğü

4.3. Set*Direnç Antrenmanı Yöntemi Ortalama Kassal Aktivasyon Sonuçlarının Karşılaştırılması

Direnç antrenmanı yöntemlerinin ikili karşılaştırmasında, her bir setteki ortalama kassal aktivasyon sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4.3. Set*DAY Ortalama Kassal Aktivasyon Sonuçlarının Karşılaştırılması

İkili Karşılaştırma (Pairwise Comparisons)								
Ölçüm Sonucu	Ölçüm	(I) grup	(J) grup	Ortalama Farkı (I-J)	S.H	p	%95 Güven Aralığı	
							Minimum Değer	Maksimum Değer
Ortalama Kassal Aktivasyon	1.Set	RR1	TR	1,816	3,236	1,000	-6,145	9,776
		RR2	TR	0,237	3,236	1,000	-7,723	8,198
		RR1	RR2	1,578	3,236	1,000	-6,382	9,539
	2.Set	RR1	TR	2,880	3,286	1,000	-5,202	10,963
		RR2	TR	0,495	3,286	1,000	-7,587	8,587
		RR1	RR2	2,385	3,286	1,000	-5,698	10,467
	3.Set	RR1	TR	4,265	3,498	0,682	-4,339	12,869
		RR2	TR	1,919	3,498	1,000	-6,685	10,523
		RR1	RR2	2,346	3,498	1,000	-6,258	10,950
	4.Set	RR1	TR	4,064	3,518	0,757	-4,589	12,716
		RR2	TR	1,763	3,518	1,000	-6,890	10,415
		RR1	RR2	2,301	3,518	1,000	-6,351	10,953
	5.Set	RR1	TR	4,089	3,500	0,741	-4,520	12,699
		RR2	TR	1,105	3,500	1,000	-7,505	9,714
		RR1	RR2	2,985	3,500	1,000	-5,625	11,594

DAY= Direnç Antrenmanı Yöntemi; S.H= Standart Hata; p= İstatistiksel Anlamlılık; TR= Geleneksel Setleme; RR1= Rest Redistribution Setleme 1; RR2= Rest Redistribution Setleme 2

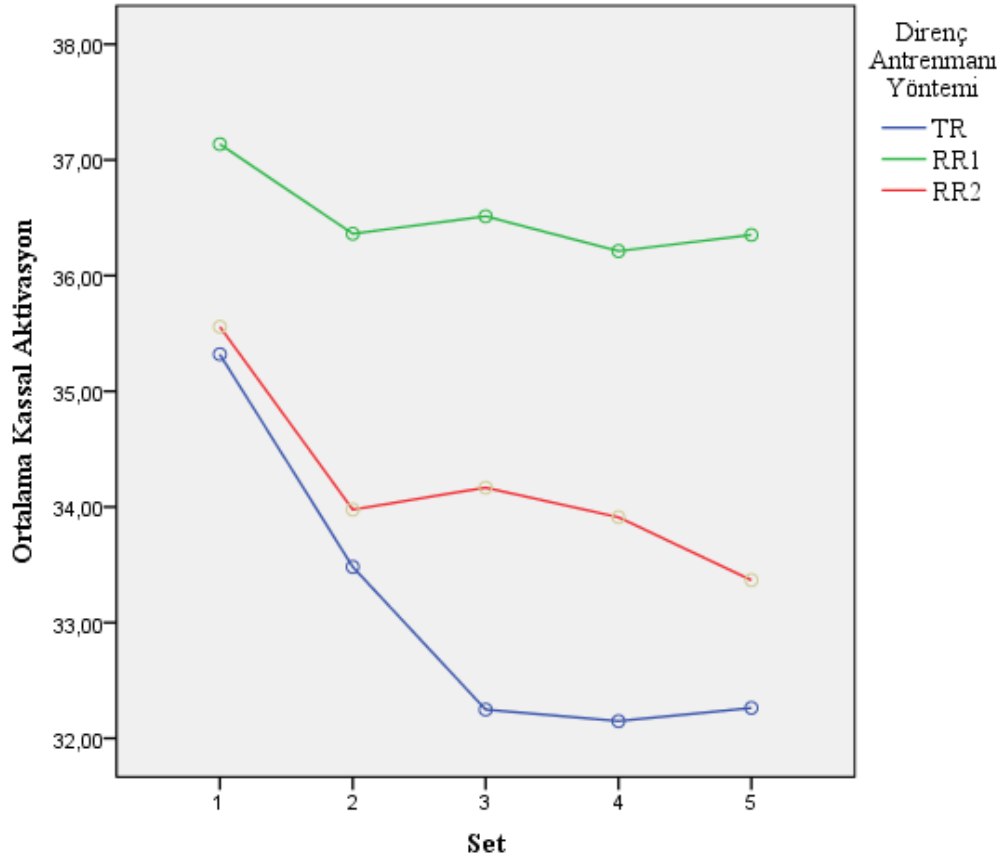
4.4. Direnç Antrenmanı Yöntemine Göre Set Sonuçlarının Ortalama Kassal Aktivasyon Açısından Karşılaştırılması

Direnç antrenmanı yöntemlerinin grup içi ikili set karşılaştırmasında, TR yönteminde 1-3. setler arasında ve 1-5. setler arasında ortalama kassal aktivasyon değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer tüm ikili karşılaştırmalarda ortalama kassal aktivasyon değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4.4. Direnç Antrenmanı Yöntemine Göre Set Sonuçlarının Ortalama Kassal Aktivasyon Açısından Karşılaştırılması

İkili Karşılaştırma (Pairwise Comparisons)								
Ölçüm Sonucu	Grup	(I) Set	(J) Set	Ortalama Farkı (I-J)	S.H	p	%95 Güven Aralığı	
							Minimum Değer	Maksimum Değer
Ortalama Kassal Aktivasyon	TR	1	2	1,838	0,710	0,120	-0,228	3,904
		1	3	3,072	0,913	0,013*	0,416	5,728
		1	4	3,171	1,102	0,054	-0,034	6,376
		1	5	3,058	1,035	0,044*	0,046	6,069
		2	3	1,234	0,623	0,522	-0,580	3,047
		2	4	1,333	0,746	0,788	-0,838	3,504
		2	5	1,219	0,784	1,000	-1,061	3,499
		3	4	0,099	0,498	1,000	-1,349	1,548
		3	5	-0,014	0,631	1,000	-1,851	1,822
		4	5	-0,114	0,538	1,000	-1,680	1,453
	RR1	1	2	0,774	0,710	1,000	-1,292	2,840
		1	3	0,623	0,913	1,000	-2,033	3,279
		1	4	0,923	1,102	1,000	-2,282	4,129
		1	5	0,784	1,035	1,000	-2,227	3,796
		2	3	-0,151	0,623	1,000	-1,965	1,662
		2	4	0,149	0,746	1,000	-2,021	2,320
		2	5	0,010	0,784	1,000	-2,270	2,290
		3	4	0,301	0,498	1,000	-1,148	1,749
		3	5	0,161	0,631	1,000	-1,676	1,998
		4	5	-0,139	0,538	1,000	-1,706	1,427
	RR2	1	2	1,580	0,710	0,297	-0,486	3,646
		1	3	1,390	0,913	1,000	-1,266	4,046
		1	4	1,646	1,102	1,000	-1,559	4,851
		1	5	2,190	1,035	0,383	-0,821	5,202
		2	3	-0,190	0,623	1,000	-2,003	1,623
		2	4	0,066	0,746	1,000	-2,105	2,237
		2	5	0,610	0,784	1,000	-1,670	2,890
		3	4	0,256	0,498	1,000	-1,192	1,704
		3	5	0,800	0,631	1,000	-1,037	2,637
		4	5	0,544	0,538	1,000	-1,022	2,110

S.H= Standart Hata; p= İstatistiksel Anlamlılık; TR= Geleneksel Setleme; RR1= Rest Redistribution Setleme 1; RR2= Rest Redistribution Setleme 2



Şekil 4.1. Direnç antrenmanı yöntemlerinin setlere göre ortalama kassel aktivasyonu. TR= Geleneksel Setleme; RR1= Rest Redistribution Setleme 1; RR2= Rest Redistribution Setleme 2

Şekil 4.1 ve Tablo 2 birlikte incelendiğinde her ne kadar direnç antrenmanı yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmasa da ($p>0,05$), grafikte ortalama kassel aktivasyonun en azdan en fazla düştüğü yöntemler sırasıyla RR1, RR2, TR'dir. TR yönteminde 1. setten sonra ortalama kassel aktivasyonda ani bir azalmanın olduğunu, bu azalmanın 3. ve 4. setlerde de devam ettiğini ($p<0,05$) ancak 5. sette azalmanın devam etmediğini göstermektedir. Yine Tablo 2'ye göre RR1 ve RR2 yöntemlerinde de 1. setten sonra ortalama kassel aktivasyonda azalma meydana geldiğini ($p<0,05$), ancak üç yöntem arasından RR1 yönteminin daha az ortalama kassel aktivasyonda azalma meydana geldiğini göstermektedir.

4.5. Set*Direnç Antrenmanı Yöntemi Tepe Kassal Aktivasyon Sonuçlarının Karşılaştırılması

Direnç antrenmanı yöntemlerinin ikili karşılaştırmasında, her bir setteki tepe kassal aktivasyon sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4.5. Set*DAY Tepe Kassal Aktivasyon Sonuçlarının Karşılaştırılması

İkili Karşılaştırma (Pairwise Comparisons)								
Ölçüm Sonucu	Ölçüm	(I) grup	(J) grup	Ortalama Farkı (I-J)	S.H	p	%95 Güven Aralığı	
							Minimum Değer	Maksimum Değer
Tepe Kassal Aktivasyon	1.Set	RR1	TR	-1,441	7,910	1,000	-20,897	18,014
		RR2	TR	-0,630	7,910	1,000	-20,085	18,825
		RR1	RR2	-0,811	7,910	1,000	-20,266	18,644
	2.Set	RR1	TR	5,107	7,591	1,000	-13,564	23,778
		RR2	TR	5,427	7,591	1,000	-13,243	24,098
		RR1	RR2	-0,321	7,591	1,000	-18,991	18,350
	3.Set	RR1	TR	1,913	7,666	1,000	-16,943	20,768
		RR2	TR	4,397	7,666	1,000	-14,459	23,253
		RR1	RR2	-2,484	7,666	1,000	-21,340	16,372
	4.Set	RR1	TR	-0,708	7,513	1,000	-19,187	17,771
		RR2	TR	0,715	7,513	1,000	-17,764	19,194
		RR1	RR2	-1,423	7,513	1,000	-19,902	17,056
	5.Set	RR1	TR	-0,841	7,192	1,000	-18,529	16,848
		RR2	TR	0,854	7,192	1,000	-16,834	18,542
		RR1	RR2	-1,694	7,192	1,000	-19,382	15,994

DAY= Direnç Antrenmanı Yöntemi; S.H= Standart Hata; p= İstatistiksel Anlamlılık; TR= Geleneksel Setleme; RR1= Rest Redistribution Setleme 1; RR2= Rest Redistribution Setleme 2

4.6. Direnç Antrenmanı Yöntemine Göre Set Sonuçlarının Tepe Kassal Aktivasyon Açısından Karşılaştırılması

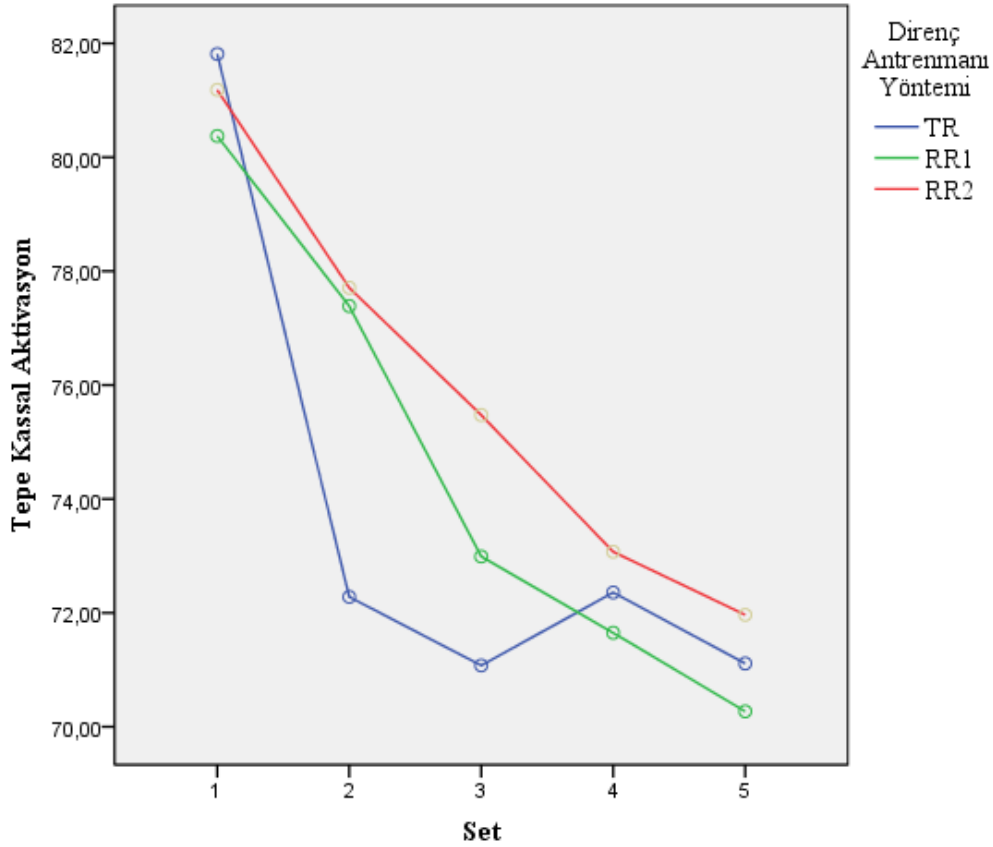
Direnç antrenmanı yöntemlerinin grup içi ikili set karşılaştırmasında, TR yönteminde 1-2. setler arasında, 1-3. setler arasında, 1-4. setler arasında, 1-5. setler arasında tepe kassal aktivasyon değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$). RR1 yönteminde 1-3. setler arasında, 1-4. setler arasında, 1-5. setler arasında, 2-4. setler arasında, 2-5. setler arasında tepe kassal aktivasyon

değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$). RR2 yönteminde 1-4. setler arasında, 1-5. setler arasında tepe kassal aktivasyon değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 4.6. Direnç Antrenmanı Yöntemine Göre Set Sonuçlarının Tepe Kassal Aktivasyon Açısından Karşılaştırılması

İkili Karşılaştırma (Pairwise Comparisons)								
Ölçüm Sonucu	Grup	(I) Set	(J) Set	Ortalama Farkı (I-J)	S.H	p	%95 Güven Aralığı	
							Minimum Değer	Maksimum Değer
Tepe Kassal Aktivasyon	TR	1	2	9,534*	2,188	0,000	3,167	15,900
		1	3	10,737*	2,526	0,001	3,390	18,085
		1	4	9,457*	2,440	0,003	2,358	16,556
		1	5	10,703*	2,692	0,002	2,870	18,535
		2	3	1,204	1,685	1,000	-3,697	6,105
		2	4	-,077	1,735	1,000	-5,126	4,972
		2	5	1,169	2,358	1,000	-5,692	8,029
		3	4	-1,281	1,595	1,000	-5,920	3,358
		3	5	-,035	2,064	1,000	-6,040	5,971
		4	5	1,246	1,895	1,000	-4,268	6,760
	RR1	1	2	2,986	2,188	1,000	-3,381	9,352
		1	3	7,383*	2,526	0,048	,036	14,731
		1	4	8,723*	2,440	0,007	1,624	15,822
		1	5	10,102*	2,692	0,004	2,270	17,934
		2	3	4,398	1,685	0,113	-,503	9,299
		2	4	5,737*	1,735	0,016	,689	10,786
		2	5	7,116*	2,358	0,037	,256	13,977
		3	4	1,340	1,595	1,000	-3,300	5,979
		3	5	2,718	2,064	1,000	-3,287	8,724
		4	5	1,379	1,895	1,000	-4,135	6,893
	RR2	1	2	3,476	2,188	1,000	-2,890	9,843
		1	3	5,710	2,526	0,272	-1,637	13,058
		1	4	8,111*	2,440	0,015	1,012	15,210
		1	5	9,219*	2,692	0,011	1,386	17,051
		2	3	2,234	1,685	1,000	-2,667	7,135
		2	4	4,635	1,735	0,096	-,414	9,684
		2	5	5,743	2,358	0,177	-1,118	12,603
		3	4	2,401	1,595	1,000	-2,238	7,040
		3	5	3,508	2,064	0,942	-2,497	9,514
		4	5	1,107	1,895	1,000	-4,407	6,621

S.H= Standart Hata; p= İstatistiksel Anlamlılık; TR= Geleneksel Setleme; RR1= Rest Redistribution Setleme 1; RR2= Rest Redistribution Setleme 2



Şekil 4.2. Direnç antrenmanı yöntemlerinin setlere göre tepe kassal aktivasyonu. TR= Geleneksel Setleme; RR1= Rest Redistribution Setleme 1; RR2= Rest Redistribution Setleme 2

Şekil 4.2 ve Tablo 2 birlikte incelendiğinde her ne kadar direnç antrenmanı yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmasa da ($p>0,05$), grafikte tepe kassal aktivasyonun en azdan en fazla düştüğü yöntemler sırasıyla RR2, TR, RR1'dir. TR yönteminde 1. setten sonra tepe kassal aktivasyonda ani bir azalmanın olduğunu, bu azalmanın 3. sette de devam edip ($p<0,05$), 4. ve 5. sette devam etmediğini göstermektedir ($p>0,05$). RR1 ve RR2 yöntemlerinde de 1. setten sonra tepe kassal aktivasyonda azalma meydana geldiğini ($p<0,05$), ancak üç yöntem arasından RR2 yönteminin daha az tepe kassal aktivasyonda azalma meydana geldiğini göstermektedir.

4.7. Set*Direnç Antrenmanı Yöntemi Algılanan Zorluk Derecesi ve Oturum Algılanan Zorluk Derecesi Sonuçlarının Karşılaştırılması

Direnç antrenmanı yöntemlerinin ikili karşılaştırmasında, her bir setteki RPE ve s-RPE sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4.7. Set*DAY RPE ve s-RPE Sonuçlarının Karşılaştırılması

İkili Karşılaştırma (Pairwise Comparisons)								
Ölçüm Sonucu	Ölçüm	(I) grup	(J) grup	Ortalama Farkı (I-J)	S.H	p	%95 Güven Aralığı	
							Minimum Değer	Maksimum Değer
RPE	1.Set	RR1	TR	-0,455	0,412	0,823	-1,468	0,559
		RR2	TR	-0,682	0,412	0,309	-1,696	0,332
		RR1	RR2	0,227	0,412	1,000	-0,786	1,241
	2.Set	RR1	TR	0,182	0,390	1,000	-0,778	1,142
		RR2	TR	-0,318	0,390	1,000	-1,278	0,642
		RR1	RR2	0,500	0,390	0,614	-0,460	1,460
	3.Set	RR1	TR	0,682	0,403	0,286	-0,308	1,672
		RR2	TR	0,182	0,403	1,000	-0,808	1,172
		RR1	RR2	0,500	0,403	0,656	-0,490	1,490
	4.Set	RR1	TR	0,955	0,484	0,159	-0,237	2,146
		RR2	TR	0,227	0,484	1,000	-0,964	1,419
		RR1	RR2	0,727	0,484	0,415	-0,464	1,919
	5.Set	RR1	TR	0,818	0,511	0,343	-0,438	2,075
		RR2	TR	0,182	0,511	1,000	-1,075	1,438
		RR1	RR2	0,636	0,511	0,653	-0,620	1,893
	6.Set (s-RPE)	RR1	TR	0,273	0,402	1,000	-0,715	1,261
		RR2	TR	-0,273	0,402	1,000	-1,261	0,715
		RR1	RR2	0,545	0,402	0,538	-0,443	1,533

DAY= Direnç Antrenmanı Yöntemi; RPE= Algılanan Zorluk Derecesi; s-RPE= Oturum Algılanan Zorluk Derecesi; S.H= Standart Hata; p= İstatistiksel Anlamlılık; TR= Geleneksel Setleme; RR1= Rest Redistribution Setleme 1; RR2= Rest Redistribution Setleme 2

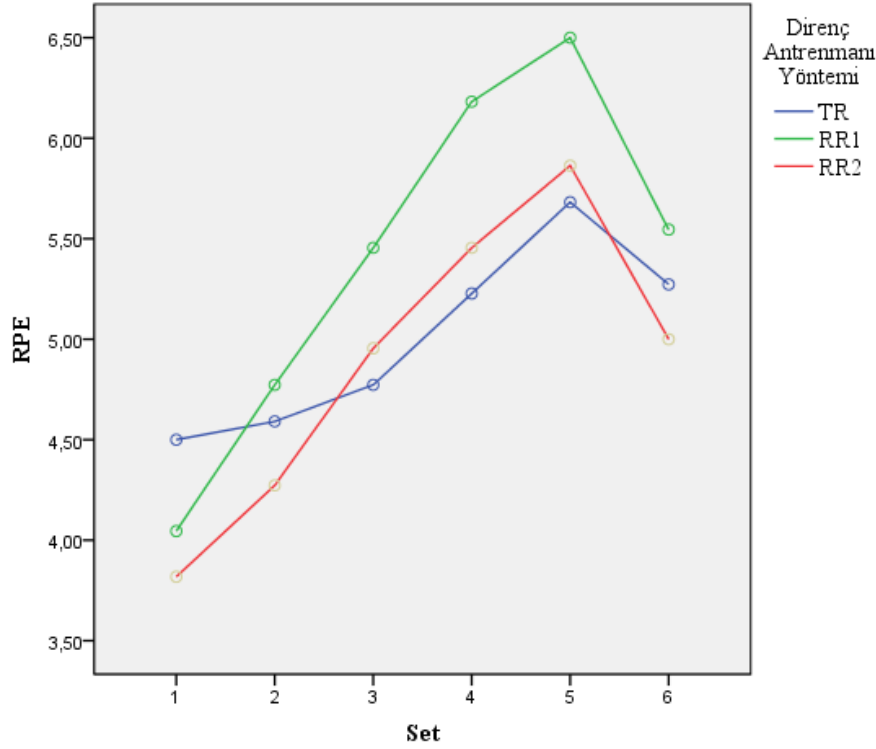
4.8. Direnç Antrenmanı Yöntemine Göre Set Sonuçlarının Algısal Yorgunluk Açısından Karşılaştırılması

Direnç antrenmanı yöntemlerinin grup içi ikili set karşılaştırmasında, TR yönteminde 1-5. setler arasında, 2-5. setler arasında, 3-5. setler arasında, 4-5. setler arasında RPE değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$). RR1 yönteminde 1-2. setler arasında, 1-3. setler arasında, 1-4. setler arasında, 1-5. setler arasında, 1-6. setler arasında (1. Set ve s-RPE), 2-3. setler arasında, 2-4. setler arasında, 2-5. setler arasında, 3-4. setler arasında, 3-5. setler arasında RPE değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$). RR2 yönteminde 1-3. setler arasında, 1-4. setler arasında, 1-5. setler arasında, 1-6. setler arasında, 2-3. setler arasında, 2-4. setler arasında, 2-5. setler arasında, 3-4. setler arasında, 3-5. setler arasında, 4-5. setler arasında RPE değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 4.8. Direnç Antrenmanı Yöntemine Göre Set Sonuçlarının Algısal Yorgunluk Açısından Karşılaştırılması

İkili Karşılaştırma (Pairwise Comparisons)								
Ölçüm Sonucu	Grup	(I) Set	(J) Set	Ortalama Farkı (I-J)	S.H	p	%95 Güven Aralığı	
							Minimum Değer	Maksimum Değer
RPE	TR	1	2	-,091	,160	1,000	-,580	,398
		1	3	-,273	,255	1,000	-1,051	,506
		1	4	-,727	,320	,398	-1,704	,250
		1	5	-1.182*	,335	,012	-2,204	-,159
		1	6	-,773	,302	,195	-1,695	,150
		2	3	-,182	,188	1,000	-,754	,391
		2	4	-,636	,260	,258	-1,430	,157
		2	5	-1.091*	,278	,003	-1,941	-,241
		2	6	-,682	,275	,239	-1,522	,158
		3	4	-,455	,150	,054	-,913	,004
		3	5	-,909*	,187	,000	-1,480	-,338
		3	6	-,500	,228	,484	-1,197	,197
	4	5	-,455*	,125	,008	-,835	-,074	
	4	6	-,045	,242	1,000	-,785	,694	
	1	2	-,727*	,160	,000	-1,217	-,238	
	1	3	-1.409*	,255	,000	-2,188	-,630	
	1	4	-2.136*	,320	,000	-3,113	-1,160	
	1	5	-2.455*	,335	,000	-3,477	-1,432	
	1	6	-1.500*	,302	,000	-2,422	-,578	
	2	3	-,682*	,188	,008	-1,254	-,109	
	2	4	-1.409*	,260	,000	-2,202	-,616	
	2	5	-1.727*	,278	,000	-2,577	-,878	
	2	6	-,773	,275	,100	-1,613	,067	
	3	4	-,727*	,150	,000	-1,186	-,269	
	3	5	-1.045*	,187	,000	-1,617	-,474	
	3	6	-,091	,228	1,000	-,788	,606	
	4	5	-,318	,125	,197	-,699	,062	
	4	6	,636	,242	,163	-,104	1,376	
	1	2	-,455	,160	,092	-,944	,035	
	1	3	-1.136*	,255	,001	-1,915	-,358	
	1	4	-1.636*	,320	,000	-2,613	-,660	
	1	5	-2.045*	,335	,000	-3,068	-1,023	
	1	6	-1.182*	,302	,003	-2,104	-,260	
	2	3	-,682*	,188	,008	-1,254	-,109	
	2	4	-1.182*	,260	,000	-1,975	-,389	
	2	5	-1.591*	,278	,000	-2,441	-,741	
2	6	-,727	,275	,156	-1,567	,113		
3	4	-,500*	,150	,022	-,959	-,041		
3	5	-,909*	,187	,000	-1,480	-,338		
3	6	-,045	,228	1,000	-,742	,651		
4	5	-,409*	,125	,025	-,790	-,029		
4	6	,455	,242	,983	-,285	1,194		

RPE= Algılanan Zorluk Derecesi; s-RPE= Oturum Algılanan Zorluk Derecesi; S.H= Standart Hata; p= İstatistiksel Anlamlılık; TR= Geleneksel Setleme; RR1= Rest Redistribusion Setleme 1; RR2= Rest Redistribusion Setleme 2



Şekil 4.3. Direnç antrenmanı yöntemlerinin setlere göre algısal yorgunluk sonuçları. RPE= Algılanan Zorluk Derecesi; 6 (s-RPE)= Oturum Algılanan Zorluk Derecesi; TR= Geleneksel Setleme; RR1= Rest Redistribution Setleme 1; RR2= Rest Redistribution Setleme 2

Şekil 4.3 ve Tablo 2 birlikte incelendiğinde her ne kadar direnç antrenmanı yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmasa da ($p>0,05$), grafikte RPE'nin en azdan en fazlaya çıktığı yöntemler sırasıyla RR2, TR, RR1'dir. TR yönteminde 1. setten sonra RPE'nin arttığı, bu artışın 4. ve 5. setlerde daha fazla olduğunu ($p<0,05$) göstermektedir. RR1 ve RR2 yöntemlerinde de 1. setten sonra RPE'nin arttığını ($p<0,05$) ancak üç yöntem arasından s-RPE değerlendirmesinde (6. Set), RR2 yönteminde daha düşük olduğunu göstermektedir.

4.9. Set*Direnç Antrenmanı Yöntemi Aktif Sıçrama Sonuçlarının Karşılaştırılması

Direnç antrenmanı yöntemlerinin ikili karşılaştırmasında, her bir setteki aktif sıçrama yüksekliği sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4.9. Set*DAY CMJ Sonuçlarının Karşılaştırılması

İkili Karşılaştırma (Pairwise Comparisons)								
Ölçüm Sonucu	Ölçüm	(I) grup	(J) grup	Ortalama Farkı (I-J)	S.H	p	%95 Güven Aralığı	
							Minimum Değer	Maksimum Değer
CMJ	Ön-Test	RR1	TR	-0,259	2,339	1,000	-6,012	5,494
		RR2	TR	0,250	2,339	1,000	-5,503	6,003
		RR1	RR2	-0,509	2,339	1,000	-6,262	5,244
	Son-Test	RR1	TR	-1,232	2,216	1,000	-6,682	4,218
		RR2	TR	-1,145	2,216	1,000	-6,596	4,305
		RR1	RR2	-0,086	2,216	1,000	-5,537	5,364

DAY= Direnç Antrenmanı Yöntemi; CMJ= Aktif Sıçrama; S.H= Standart Hata; p= İstatistiksel Anlamlılık; TR= Geleneksel Setleme; RR1= Rest Redistribution Setleme 1; RR2= Rest Redistribution Setleme 2

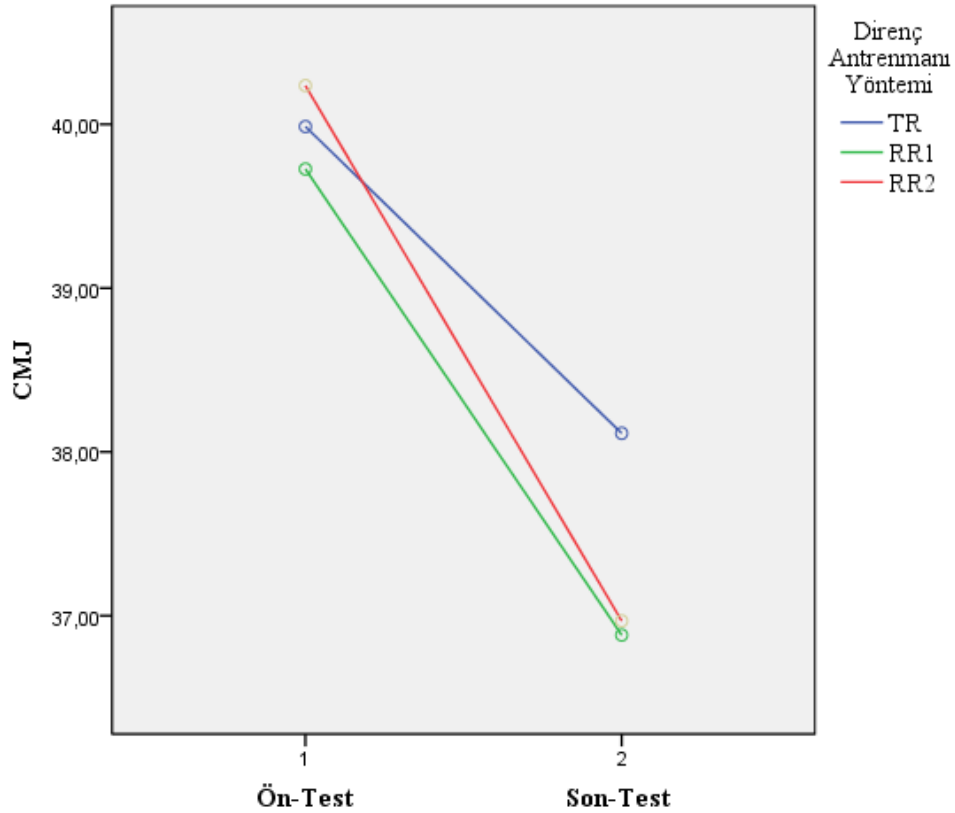
4.10. Direnç Antrenmanı Yöntemine Göre Set Sonuçlarının Aktif Sıçrama Açısından Karşılaştırılması

Direnç antrenmanı yöntemlerinin grup içi ön-test, son-test karşılaştırmasında, TR yönteminin ön-test ve son-test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$). RR1 yönteminin ön-test ve son-test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$). RR2 yönteminin ön-test ve son-test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 4.10. Direnç Antrenmanı Yöntemine Göre Set Sonuçlarının Aktif Sıçrama Açısından Karşılaştırılması

İkili Karşılaştırma (Pairwise Comparisons)								
Ölçüm Sonucu	Ölçüm	(I) Ön-Test	(J) Son-Test	Ortalama Farkı (I-J)	S,H	p	%95 Güven Aralığı	
							Minimum Değer	Maksimum Değer
CMJ	TR	1	2	1,873*	0,479	0,000	,916	2,830
	RR1	1	2	2,845*	0,479	0,000	1,889	3,802
	RR2	1	2	3,268*	0,479	0,000	2,311	4,225

CMJ= Aktif Sıçrama; S.H= Standart Hata; p= İstatistiksel Anlamlılık; TR= Geleneksel Setleme; RR1= Rest Redistribution Setleme 1; RR2= Rest Redistribution Setleme 2



Şekil 4.4. Direnç antrenmanı yöntemlerinin ön-test son-test aktif sıçrama sonuçları. CMJ= Aktif Sıçrama; TR= Geleneksel Setleme; RR1= Rest Redistribution Setleme 1; RR2= Rest Redistribution Setleme 2

Şekil 4.4 ve Tablo 2 birlikte incelendiğinde her ne kadar direnç antrenmanı yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmasa da ($p > 0,05$), grafikte CMJ'nin en azdan en fazlaya düşen yöntemler sırasıyla TR, RR2, RR1'dir. TR, RR1 ve RR2 yöntemlerinde antrenman sonrasında sıçrama yüksekliğinde azalma meydana geldiğini göstermektedir ($p < 0,05$).

5. TARTIŞMA

Bu çalışma, geleneksel set yapısı ve rest redistribution set yapıları sırasında kas aktivasyonu, algısal yorgunluk ve sıçrama performansı üzerine akut etkilerini incelemek amacıyla yapılmış olup, geleneksel set yapısının ve rest redistribution set yapısının kassal aktivasyonunu karşılaştıran ilk çalışmadır.

Bu çalışmanın ana bulgusu, geleneksel set yapısı ve rest redistribution set yapıları arasında ortalama kassal aktivasyon, tepe kassal aktivasyon, aktif sıçrama yüksekliği ve algısal yorgunlukta anlamlı bir farkın olmamasıdır. Her ne kadar direnç antrenmanı yöntemleri arasında anlamlı bir farklılık olmasa da, direnç antrenmanı yöntemlerinin kendi içinde setler arasında, ortalama kassal aktivasyonda, tepe kassal aktivasyonda, aktif sıçrama yüksekliğinde ve algısal yorgunlukta anlamlı bir fark vardır. DAY*Set karşılaştırmalarında ise, ortalama kassal aktivasyonda, tepe kassal aktivasyonda ve aktif sıçrama yüksekliğinde anlamlı bir fark yokken, algısal yorgunlukta anlamlı bir fark vardır. Çalışmamızda uygulanan direnç antrenmanı yöntemlerinin ortalama kassal aktivasyon, tepe kassal aktivasyon, algısal yorgunluk ve aktif sıçrama performansı üzerine etkisi aşağıda ayrıntılı şekilde tartışılmıştır.

5.1. Ortalama Kassal Aktivasyon ve Tepe Kassal Aktivasyon

Direnç antrenmanı yöntemleri arasında ortalama kassal aktivasyonda anlamlı bir farkın olmaması ($F=0,548$, $p=0,581$, $\eta^2=0,017$) üç yöntemin de benzer kuvvet üretiminde ve benzer yorgunluk düzeyinde olduğunu göstermektedir. TR yönteminde setler arasında, ortalama kassal aktivasyon sonuçlarında 1. set ile 3. set arasında ($35,32 \pm 11,60$ iken $32,24 \pm 12,62$ %'ye), 1. set ile 5. set arasında ($35,32 \pm 11,60$ iken $32,26 \pm 12,42$ %'ye) anlamlı bir fark olması ($p<0,05$), TR yönteminin 3. ve 5. setlerde ortalama kassal

aktivasyonunda ilk sete göre azaldığını, bu durumun da kuvvet üretimini düşürdüğünü ve yorgunluğun meydana geldiğini göstermektedir. RR1 ve RR2 yöntemlerinde ise, setler arasında ortalama kassal aktivasyon sonuçlarında anlamlı fark olmaması ($p>0,05$) kuvvet üretiminin düşmediğini ve yorgunluğun optimum düzeyde olduğunu göstermektedir. Ortalama kassal aktivasyonu TR, RR1 ve RR2 setleri arasında kıyaslandığında, istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermese de RR1 ve RR2 setlerinde daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Literatürde farklı set yapılarının squat hareketinde ortalama kas aktivasyonuna bakan çalışmalara rastlanılmamıştır. Farklı set yapılarının squat hareketinde, akut olarak kuvvet üretiminin ve yorgunluk takibinin yapılmasında squat jump (SJ), countermovement jump (CMJ) gibi sıçrama testleri (González-Hernández vd., 2020; Mora-Custodio vd., 2018), hareketin hızı (González-Hernández vd., 2020; Oliver vd., 2015), kan laktat konsantrasyonu (González-Hernández vd., 2020; Oliver vd., 2015), algılanan zorluk derecesi (González-Hernández vd., 2020; Jukic & Tufano, 2022) gibi yöntemler uygulanmakla birlikte, elektromiyografi ölçümlerinin kullanılmasıyla akut olarak kuvvet üretimi ve yorgunluk takibi yapılarak ölçüm sonuçlarının diğer yöntemlerle incelenmesini ve desteklenmesini sağlayabilir. Böylece farklı set yapılarında (TR, RR1, RR2) ortalama kassal aktivasyon incelenerek literatürde ki boşluk tamamlanmıştır. Ortalama kassal aktivasyonun incelenmesiyle, hareketin tüm tekrarlarında meydana gelen kasılma ve gevşemelerin ölçülerek, kasın o set boyunca ortalama ne kadar aktivasyona uğradığı yüzdesel olarak ifade edilmektedir. Ortalama kassal aktivasyonun ölçülmesindeki temel mantık, her bir sette hareketin konsantrik ve eksantrik fazında meydana gelen aktivasyonun ortalamasını vermesidir.

Direnç antrenmanı yöntemleri arasında ortalama kassal aktivasyonda benzer kuvvet üretimi ve benzer yorgunluk düzeyinde olmasının temelinde fizyolojik ve mekanik faktörler olabilir. Fizyolojik olarak, her bir tekrarın ortalama iki saniyede yapıldığını düşündüğümüzde, TR yönteminde her sekiz tekrarda (16 saniye) bir 3 dk dinlenme verilerek yaklaşık 1:11 yüklenme/dinlenme, RR1 yönteminde her bir (2 saniye) tekrarda 18.5 saniye dinlenme verilerek yaklaşık 1:9 yüklenme/dinlenme, RR2 yönteminde her 4 tekrarda (8 saniye) bir 1 dk 20 saniye dinlenme verilerek yaklaşık 1:10 yüklenme/dinlenme sonucunda her üç yöntemde de ATP-PCr depolarının aynı hızda yenildiği düşünülebilir. Mekanik olarak ise, çalışmada kullanılan yük (1 RM %70) daha yüksek olsaydı (örn. 1 RM %80) veya hacim daha düşük tutulsaydı (5 set 8 tekrar

yerine 3 set 6 tekrar gibi) direnç antrenmanı yöntemleri arasındaki ortalama kassal aktivasyon seviyelerinde farklılık gözlenebilirdi. Çünkü, squat hareketinde kaldırılan yük arttıkça bacak ve gövde kaslarında aktivasyon seviyeleri de artmaktadır (Clark vd., 2012). Bu nedenle, hangi direnç antrenmanı yöntemi uygulanırsa uygulansın ATP-PCr'nin yeniden sentezi için setler arasında optimum dinlenme süresinin verilmesi ve kişinin antrenman düzeyi göz önünde bulundurularak uygun yükün verilmesi, ortalama kassal aktivasyon seviyelerini benzer seviyede tutacaktır. ATP-PCr depolarının yenilenme süresi, kişinin antrenman seviyesine de bağlıdır (Koç, 2022). Kişinin kondisyon seviyesi ne kadar yüksekse ATP-PCr depoları o kadar hızlı yenilenmektedir (Koç, 2022).

Ortalama kassal aktivasyonla benzer şekilde, direnç antrenmanı yöntemleri arasında tepe kassal aktivasyonda anlamlı bir farkın olmaması ($F=0,044$, $p=0,957$, $\eta^2=0,001$) üç yöntemin de benzer kuvvet üretiminde ve benzer yorgunluk düzeyinde olduğunu göstermektedir. TR yönteminde setler arasında, tepe kassal aktivasyon sonuçlarında 1. set ile 2. set arasında ($81,81 \pm 24,26$ iken $72,28 \pm 21,01$ %'ye), 1. set ile 3. set arasında ($81,81 \pm 24,26$ iken $71,08 \pm 24,66$ %'ye), 1. set ile 4. set arasında ($81,81 \pm 24,26$ iken $72,36 \pm 23,16$ %'ye), 1. set ile 5. set arasında ($81,81 \pm 24,26$ iken $71,11 \pm 23,60$ %'ye) anlamlı bir fark olması ($p < 0,05$), TR yönteminin 2-3-4 ve 5. setlerde tepe kassal aktivasyonunda ilk sete göre azaldığını, bu durumun da kuvvet üretimini düşürdüğünü ve yorgunluğun meydana geldiğini göstermektedir. RR1 yönteminde setler arasında, tepe kassal aktivasyon sonuçlarında 1. set ile 3. set arasında ($80,37 \pm 28,49$ iken $72,99 \pm 26,89$ %'ye), 1. set ile 4. set arasında ($80,37 \pm 28,49$ iken $71,65 \pm 27,28$ %'ye), 1. set ile 5. set arasında ($80,37 \pm 28,49$ iken $70,27 \pm 22,96$ %'ye), 2. set ile 4. set arasında ($77,39 \pm 29,36$ iken $71,65 \pm 27,28$ %'ye), 2. set ile 5. set arasında ($77,39 \pm 29,36$ iken $70,27 \pm 22,96$ %'ye) anlamlı bir fark olması ($p < 0,05$), RR1 yönteminin ilk setten sonra aktivasyonun azaldığını göstermektedir. Tepe kassal aktivasyonu TR ve RR1 setleri arasında kıyaslandığında, 1. set ile 2. set arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermese de RR1 yönteminde daha yüksek ($80,37 \pm 28,49$ iken $77,39 \pm 29,36$ %'ye) olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, RR1 yönteminin setleri arasında kuvvet üretimindeki azalma ve yorgunluk oluşumunun daha geç meydana geldiği, 3. setten itibaren belirgin bir azalmanın olduğu söylenebilir. RR2 yönteminde setler arasında, tepe kassal aktivasyon sonuçlarında 1. set ile 4. set arasında ($81,18 \pm 25,78$ iken $73,07 \pm 24,13$ %'ye), 1. set ile 5. set arasında ($81,18 \pm 25,78$ iken $71,97 \pm 24,95$ %'ye) anlamlı bir fark olması ($p < 0,05$), RR2 yönteminin 4. setten sonra aktivasyonun azaldığını göstermektedir. Tepe kassal aktivasyonu TR ve RR2

setleri arasında kıyaslandığında, istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermese de RR2 yönteminde 1-2 ve 3. setlerde ki tepe kassal aktivasyon seviyelerinin benzer olduğunu göstermektedir. Ayrıca, RR1 ve RR2 setleri kıyaslandığında, istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermese de RR2 yönteminde 1-2 ve 3. setlerde ki ki tepe kassal aktivasyon seviyelerinin benzer olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, RR2 yönteminin setleri arasında kuvvet üretimindeki azalma ve yorgunluk oluşumunun daha geç meydana geldiği, 4. setten itibaren belirgin bir azalmanın olduğu söylenebilir.

Literatürde farklı set yapılarının squat hareketinde tepe kas aktivasyonuna bakan çalışmalara rastlanılmamıştır. Tepe kassal aktivasyon, squat hareketinin konsantrik fazında meydana gelmektedir (Clark vd., 2012). Tepe kassal aktivasyonun incelenmesi, hareketin sadece konsantrik fazında meydana gelen kasılmanın ölçülerek, kasın o set boyunca en yüksek aktivasyonunun hangi tekrarda olduğunu yüzdesel olarak ifade etmektedir. Tepe kassal aktivasyonun ölçülmesindeki temel mantık, her bir sette ve/veya her bir tekrarda hareketin konsantrik fazında (ağırlığı kaldırış fazı) meydana gelen aktivasyonun en yüksek değerini vermesidir. Direnç antrenmanı yöntemleri arasında tepe kassal aktivasyonda benzer kuvvet üretimi ve benzer yorgunluk düzeyinde olmasının temelinde, yine benzer yüklenme/dinlenme oranlarında olması ve bunun sonucunda ATP-PCr depolarında benzer yenilenme oranının sağlanması olabilir.

5.2. Algılanan Zorluk Derecesi ve Oturum Algılanan Zorluk Derecesi

Direnç antrenmanı yöntemleri arasında RPE değerlerinde anlamlı bir farkın olmaması ($F=1,080$, $p=0,346$, $\eta^2=0,033$) üç yöntemin de benzer yorgunluk düzeyinde olduğunu göstermektedir. TR yönteminde setler arasında RPE sonuçlarında 1-5. setler arasında ($4,50\pm 1,26$ iken $5,68\pm 1,62$), 2-5. setler arasında ($4,59\pm 1,05$ iken $5,68\pm 1,62$), 3-5. setler arasında ($4,77\pm 1,23$ iken $5,68\pm 1,62$), 4-5. setler arasında ($5,23\pm 1,54$ iken $5,68\pm 1,62$), RPE değerlerinde anlamlı bir fark olması ($p<0.05$), TR yönteminin 2-3-4 ve 5. setlerde algılanan zorluk derecesinde ilk sete göre arttığını, yorgunluğun meydana geldiğini göstermektedir. RR1 yönteminde 1-2. setler arasında ($4,05\pm 1,62$ iken $4,77\pm 1,57$), 1-3. setler arasında ($4,05\pm 1,62$ iken $5,45\pm 1,63$), 1-4. setler arasında ($4,05\pm 1,62$ iken $6,18\pm 1,76$), 1-5. setler arasında ($4,05\pm 1,62$ iken $6,50\pm 1,90$), 1-6. setler

arasında (1. set ve s-RPE) ($4,05 \pm 1,62$ iken $5,55 \pm 1,65$), 2-3. setler arasında ($4,77 \pm 1,57$ iken $5,45 \pm 1,63$), 2-4. setler arasında ($4,77 \pm 1,57$ iken $6,18 \pm 1,76$), 2-5. setler arasında ($4,77 \pm 1,57$ iken $6,50 \pm 1,90$), 3-4. setler arasında ($5,45 \pm 1,63$ iken $6,18 \pm 1,76$), 3-5. setler arasında ($5,45 \pm 1,63$ iken $6,50 \pm 1,90$) anlamlı bir fark olması RR1 yönteminin 2-3-4 ve 5. setlerde algılanan zorluk derecesinde ilk sete göre arttığını, yorgunluğun meydana geldiğini göstermektedir. RR2 yönteminde 1-3. setler arasında ($3,82 \pm 1,18$ iken $4,95 \pm 1,09$), 1-4. setler arasında ($3,82 \pm 1,18$ iken $5,45 \pm 1,50$), 1-5. setler arasında ($3,82 \pm 1,18$ iken $5,86 \pm 1,55$), 1-6. setler arasında ($3,82 \pm 1,18$ iken $5,00 \pm 1,02$), 2-3. setler arasında ($4,27 \pm 1,20$ iken $4,95 \pm 1,09$), 2-4. setler arasında ($4,27 \pm 1,20$ iken $5,45 \pm 1,50$), 2-5. setler arasında ($4,27 \pm 1,20$ iken $5,86 \pm 1,55$), 3-4. setler arasında ($4,95 \pm 1,09$ iken $5,45 \pm 1,50$), 3-5. setler arasında ($4,95 \pm 1,09$ iken $5,86 \pm 1,55$), 4-5. setler arasında ($5,45 \pm 1,50$ iken $5,86 \pm 1,55$) anlamlı bir fark olması RR2 yönteminin 3-4 ve 5. setlerde ve s-RPE’de algılanan zorluk derecesinde ilk sete göre arttığını, yorgunluğun meydana geldiğini göstermektedir. DAY*Set etkileşiminde RPE değerlerinde anlamlı bir farkın olması ($F=2,410$, $p=0,009$, $\eta^2=0,071$), direnç antrenmanı yöntemlerinin setleri arasında geleneksel setleme yönteminin daha düşük algısal yorgunluk değerleri ile setlerin tamamlanabileceğini göstermektedir.

Literatürde farklı set yapılarının (TR, RR) RPE değerlerine bakan çalışmalar mevcuttur. Jukic ve Tufano (2022), en az bir yıl kuvvet antrenmanlı 15 erkek üzerinde yapmış olduğu çalışmada, farklı yüklerde (1 RM %80-100-120) TR ve RR setleri sırasında clean pull egzersizinin hareket hızına ve algılanan zorluk derecesi üzerindeki akut etkilerini incelemişlerdir. TR yönteminde setler arasında 3 dk dinlenme, RR yönteminde setler arasında 45 sn dinlenme verilerek toplam dinlenme süreleri eşitlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, RR yönteminin TR’den daha düşük algılanan zorluk derecesi, tepe hız azalımı, konsantrik tekrar süresinde artış ve daha yüksek tepe dikey yer değiştirmesi olduğu, RR yönteminin halter hareketleri sırasında daha düşük algısal ve mekanik yorgunluğa sebep olduğu bulunmuştur (Jukic & Tufano, 2022). Ho vd (2021), fiziksel olarak aktif 34 erkek üzerinde yapmış olduğu çalışmada, 6 RM (6 tekrarlı maksimal) yükte, TR ve RR setleri sırasında bench press egzersizinin başarılı tekrar sayısına ve algılanan zorluk derecesine bakılmıştır. TR yönteminde setler arasında 180 sn dinlenme, RR20 yönteminde tekrarlar arasında 20 sn setler arasında 160 sn dinlenme, RR40 yönteminde tekrarlar arasında 40 sn setler arasında 140 sn dinlenme verilmiştir. Çalışmanın sonucunda, başarısızlık oranları; TR’de %32,4 (11 kişi), RR20’de %14,7 (5

kişi), RR40'ta %2,9 (1 kişi). Başarılı tekrar sayısı RR40 ve RR20'nin 3. setinde artış göstermekle birlikte, aralarında anlamlı fark bulunmamıştır. Algılanan zorluk derecesi ise, RR40 yönteminde daha düşük bulunmuştur (Ho vd., 2021). Jukic vd (2019), kuvvet antrenmanlı 26 erkek üzerinde yapmış olduğu çalışmada, 1 RM %70'inde TR ve RR setleri sırasında squat egzersizinin ortalama hız, ortalama güç çıktılarına ve algılanan zorluk derecesine bakılmıştır. TR yönteminde setler arasında 4 dk dinlenme, RR yönteminde setler arasında 2 dk dinlenme verilerek toplam dinlenme süreleri eşitlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, ortalama hız ve ortalama güç çıktılarında iki yöntem arasında fark bulunmazken, algılanan zorluk derecesi RR yönteminde daha düşük bulunmuştur. Bu sonuçlar, TR ve RR yöntemlerinin, geleneksel setler başarısızlığa kadar gitmediğinde ortalama hız ve ortalama güç çıktılarında benzer derecede olduğunu göstermektedir (Jukic & Tufano, 2019). Yine Jukic vd (2020) başka bir çalışmalarında, geleneksel, cluster ve rest redistribution setleme yöntemlerinin mekanik, metabolik ve algısal yorgunluk üzerindeki akut etkilerine bakan sistematik derleme ve meta-analizde, 32 çalışma dahil edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, alternatif set yapılarının (CL, RR) daha yüksek mutlak ortalama hız, tepe hız ve ortalama güç ve tepe güç değerleri elde edilmiştir. Ayrıca, alternatif set yapıları, direnç antrenmanı esnasında ve sonrasında laktat birikiminde ve algılanan zorluk derecesinde geleneksel setleme yöntemiyle kıyaslandığında daha düşük sonuçlar elde edilmiştir. Cluster setlemede, set içerisinde ekstra dinlenme süreleri olduğundan dolayı, direnç antrenmanı sırasında ve sonrasında rest redistribution setlemeye göre daha az yorgunluk oluşturduğu belirtilmiştir. Ancak, cluster setleme yöntemleri toplam antrenman süresini oldukça uzattığından sporcularda uygulaması her zaman mümkün olmayabilir (Jukic vd., 2020). Literatürde farklı set yapılarının (TR, RR) s-RPE değerlerine bakan sınırlı sayıda çalışmaya rastlanılmıştır. Cuevas-Aburto vd. (2022), geleneksel, cluster ve rest redistribution setleme yöntemleri arasında s-RPE değerlerinde anlamlı bir fark bulunmamıştır (Cuevas-Aburto vd., 2022).

Çalışma sonuçları, literatürdeki RPE sonuçlarıyla benzerlik göstermezken, s-RPE sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Literatürde RR yönteminin algısal yorgunluk düzeylerinin TR'den daha iyi olduğunu gösterirken, çalışmamızda her iki yöntemin algısal yorgunluk düzeylerinin benzer olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bunun temelinde, literatüre göre antrenman hacminin yüksek olup şiddetin düşük olması, ATP-PCr depolarının yenilenme süresi, katılımcıların psikolojik durumu, beslenme düzeyi, uyku süresi ve kalitesi bulunabilir. Literatürde kullanılan antrenman hacmi çoğunlukla 3 set 6

tekrardan oluşurken, şiddet olarak 6 RM, 10 RM, 1 RM %80-100-120 yükler kullanılmıştır (Cuevas-Aburto vd., 2022; Ho vd., 2021; Jukic & Tufano, 2022). Set sayısı arttıkça cluster setlemede hareket hızında azalma görülmezken, geleneksel ve rest redistribution yöntemlerinde hareket hızında azalma meydana gelmektedir (Cuevas-Aburto vd., 2022). Bu da TR ve RR yöntemlerinin benzer RPE değerleri vermesinin bir nedeni olabilir. TR, RR1 ve RR2 yöntemlerinde toplam dinlenme süresinin eşit olması ATP-PCr depolarının yenilenme sürelerini de yaklaşık olarak eşitlediğinden, benzer RPE değerleri elde edilmiş olabilir. Ayrıca katılımcıların oturumlar arasındaki psikolojik değişiklikleri, antrenman öncesinde ve sonrasındaki beslenme durumu, uyku süresi ve kalitesi gibi değişkenler de benzer RPE değerlerine sebep olmuş olabilir.

5.3. Aktif Sıçrama Performansı

Direnç antrenmanı yöntemleri arasında CMJ performansında anlamlı bir farkın olmaması ($F=0,055$, $p=0,946$, $\eta^2=0,002$) üç yöntemin de benzer yorgunluk düzeyinde olduğunu göstermektedir. TR yönteminin CMJ sonuçlarında (ön-test $39,99\pm 8,06$ cm iken son-test $38,11\pm 7,55$ cm) anlamlı bir fark olması ($p<0.05$), TR yönteminde antrenman sonrası aktif sıçrama yüksekliğinin azaldığını, yorgunluğun meydana geldiğini göstermektedir. RR1 yönteminin CMJ sonuçlarında (ön-test $39,73\pm 7,40$ cm iken son test $36,88\pm 7,23$ cm) anlamlı bir fark olması ($p<0.05$), RR1 yönteminde antrenman sonrası aktif sıçrama yüksekliğinin azaldığını, yorgunluğun meydana geldiğini göstermektedir. RR2 yönteminin CMJ sonuçlarında (ön-test $40,24\pm 7,80$ cm iken $36,97\pm 7,27$ cm) anlamlı bir fark olması ($p<0.05$), RR2 yönteminde antrenman sonrası aktif sıçrama yüksekliğinin azaldığını, yorgunluğun meydana geldiğini göstermektedir.

Literatürde farklı set yapılarının (TR, RR) CMJ performansına bakan sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Cuevas-Aburto vd (2022), direnç antrenmanlı 31 erkek üzerinde yapmış olduğu çalışmada, 10 RM yükte TR CL ve RR setleri sırasında squat ve bench press egzersizlerinin hareket hızı, RPE ve s-RPE, hentbolda fırlatma hızı ve CMJ performansı üzerindeki akut etkilerini incelemişlerdir. TR yönteminde setler arasında 3 dk dinlenme, CL yönteminde tekrarlar arasında 30 sn, setler arasında 3 dk dinlenme ve RR yönteminde setler arasında 45 sn dinlenme verilerek, TR ve RR yöntemlerinde toplam

dinlenme süreleri eşitlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, CL ve RR yöntemlerinde daha yüksek hareket hızı ve daha düşük RPE elde edilirken; s-RPE, hentbolda fırlatma hızı ve CMJ performansında üç yöntem arasında anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur (Cuevas-Aburto vd., 2022). Keskin vd (2023), 17 aktif erkek futbolcu üzerinde yapmış olduğu çalışmada, 1 RM %85 yükte TR ve RR yöntemleri sırasında squat egzersizinin hareket hızına ve antrenman öncesinde, antrenman bitiminden 15 sn, 4 dk, 8 dk ve 12 dk sonra CMJ performansı üzerindeki akut etkilerini incelemiştir. TR yönteminde (3 set 6 tekrar) setler arasında 3 dk dinlenme, RR1 yönteminde (3 set 6 tekrar) 20 sn set içi, 150 sn setler arası dinlenme, RR2 yönteminde (9 set 2 tekrar) 20 sn set içi, 120 sn setler arası dinlenme ve RR3 yönteminde (18 set 1 tekrar) setler arası 20 sn dinlenme verilerek, TR ve RR yöntemlerinde toplam dinlenme süreleri eşitlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, RR yöntemlerinde antrenman sonrası 4. dakikadaki CMJ performansında artış meydana gelmiş ve antrenman sonrası 15. saniyedeki CMJ performansı antrenman öncesiyle karşılaştırıldığında TR yönteminde azalma meydana gelirken RR yöntemlerinde daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir.

Çalışma sonuçları Cuevas-Aburto vd (2022) ile benzerlik göstermektedir. Önceki araştırmalar, set yapılarından (TR, CL veya RR) bağımsız olarak, son set bitiminden sonra yorgunlukta hızla azalma meydana geldiğini ve antrenman sırasında olan yorgunluğun, antrenmandan sonra olan yorgunluktan daha yüksek olduğunu göstermiştir (Girman vd., 2014; Tufano vd., 2019). Dolayısıyla, set yapıları arasında antrenman sonrası yorgunlukta, CMJ performansında farklılık olmamasını açıklayabilir. Çalışma sonuçlarına ters düşen CMJ performansında fark bulan bir çalışmada ise, Keskin vd (2023) tarafından kullanılan şiddetin daha yüksek olması (1 RM %85 şiddetinde), katılımcıların antrenman seviyesinin yüksek olması (elit sporcular) bulunabilir. Çalışma sonuçlarında CMJ performansında artış meydana gelmesi PAPE (Postactivation Performance Enhancement) yani, aktivasyon sonrası performans artışından kaynaklanmaktadır. PAPE'nin güç performansını yüksek seviyede etkilemesi için şiddetin maksimal veya maksimale yakın bir yükte olması ve kişinin antrenman seviyesinin yüksek olması gerekir (Chiu vd., 2003; Tillin & Bishop, 2009). Literatürde en sık kullanılan şiddet 1 RM %80 ve üzeridir (Dobbs vd., 2019). Bu çalışmada kullanılan şiddetin 1 RM %70'inde olması ve katılımcıların antrenman seviyesinin yüksek seviyede olmamasından dolayı üç set yapısı arasında aktivasyon sonrası performans artışı meydana gelmemiş olabilir.

Bu çalışmanın sonuçları, geleneksel ve rest redistribution set yapılarının Smith makinesinde 1 RM %70'inde yapılan 40 tekrarlı squat hareketinde, rekreasyonel olarak aktif kişilerde kassal aktivasyon düzeyleri, algısal yorgunluk düzeyleri ve sıçrama performansları arasında anlamlı bir fark oluşturmadığını göstermektedir. Bu yüzden antrenörlere, spor bilimcilere ve rekreatif sporculara geleneksel setlemede (5 set 8 tekrar) setler arasında en az 3 dk dinlenme süresi verilmesi, rest redistribution setlemede ise dinlenme sıklığını çok fazla artırmadan yani, RR2 yöntemi (10 set 4 tekrar) kullanılarak setler arasında en az 1 dk 20 sn dinlenme süresi verilmesi önerilmektedir.

Bu çalışmanın sınırlılıkları mevcuttur. Bu çalışmada, metabolik ve hormonal tepkiler ölçülmemiştir. Ayrıca, geleneksel ve rest redistribution set yapılarında kassal aktivasyonda, algısal yorgunlukta ve sıçrama performansında fark olmamasına rağmen, bu bulguların farklı yüklerde (örn. 1 RM %50 ve altı, 1 RM %80 ve üstü), farklı hacimlerde (örn. 3 set 6 tekrar), farklı egzersizlerde (örn. üst vücut odaklı bir egzersiz) veya farklı popülasyonlarda (örn. elit sporcular, kadınlar) geçerli olmayabileceğini belirtmekte fayda vardır. Ek olarak, squat hareketi serbest ağırlıkla yapıldığında bu çalışmanın bulgularında anlamlı bir fark yaratıp yaratmayacağı açığa kavuşturulmalıdır.

6. SONUÇ

Sonuç olarak, bu çalışmanın bulgularına göre, geleneksel set yapısı ve rest redistribution set yapılarının kassal aktivasyon düzeylerinin, algısal yorgunluk düzeylerinin ve sıçrama performanslarının benzer olduğunu göstermektedir. Kassal aktivasyonun, algısal yorgunluğun ve sıçrama performansının rest redistribution set yapılarında daha iyi sonuçlara ulaşılacağı varsayılmıştır. Ancak, hipotezimizin aksine, hiçbir değişkende set yapıları arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Bu sonuçlar, antrenman sırasındaki ve sonrasındaki nöromusküler ve algısal yorgunluğun farklı set yapılarından etkilenmediğini göstermektedir. Geleneksel setler tükenene kadar yapılmadığında, 1RM'nin %70'inde gerçekleştirilen rest redistribution set yapılarının yorgunluğu optimum düzeyde tutmadığı görülmektedir. Buna rağmen, geleneksel set yapıları tükenmeye çok yakın bir seviyede gerçekleştirildiğinde, diğer çalışmaların da belirttiği gibi (Jukic & Tufano, 2022; Oliver vd., 2016) rest redistribution set yapıları çok faydalı olabilir. Gelecekteki araştırmalar, antrenmanın verimini arttırmak ve yorgunluğun hız ve güç üzerindeki olumsuz etkilerinden kaçınmak için bu set yapılarının farklı hacimlerde, şiddette, popülasyonlarda ve kronik bir antrenman ortamındaki etkisini incelemek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

7. KAYNAKLAR

- Aydın, E. M. (2018). Hızlı kilo kaybının kuvvet ve kas aktivasyonu üzerine etkilerinin incelenmesi [Doktora Tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü].
- Balsalobre-Fernández, C., Kuzdub, M., Poveda-Ortiz, P., & Campo-Vecino, J. D. (2016). Validity and Reliability of the PUSH Wearable Device to Measure Movement Velocity During the Back Squat Exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(7), 1968-1974. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001284>
- Balshaw, T. G., & Hunter, A. M. (2012). Evaluation of electromyography normalisation methods for the back squat. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 22(2), 308-319. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2011.11.009>
- Behenck, C., Sant'Ana, H., Pinto De Castro, J. B., Willardson, J. M., & Miranda, H. (2022). The Effect of Different Rest Intervals Between Agonist-Antagonist Paired Sets on Training Performance and Efficiency. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(3), 781-786. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003648>
- Borg, G. (1998). Borg's perceived exertion and pain scales. APA PsycNET. Geliş tarihi 12 Mart 2024, gönderen <https://psycnet.apa.org/record/1998-07179-000>
- Cerrah, A. O. (2009). Futbolda farklı vuruş tekniklerinde kassal aktivasyonların ve top hızı- izokinetik kuvvet ilişkisinin değerlendirilmesi. [Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü].
- Cerrah, A. O., Ertan, H., & Soylu, A. R. (2010). Spor bilimlerinde elektromiyografi kullanımı. Ankara Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 043-049. https://doi.org/10.1501/Sporm_00000000175
- Chiu, L. Z. F., Fry, A. C., Weiss, L. W., Schilling, B. K., Brown, L. E., & Smith, S. L. (2003). Postactivation Potentiation Response in Athletic and Recreationally Trained Individuals.
- Cifrek, M., Medved, V., Tonković, S., & Ostojić, S. (2009). Surface EMG based muscle fatigue evaluation in biomechanics. *Clinical Biomechanics*, 24(4), 327-340. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2009.01.010>
- Clark, D. R., Lambert, M. I., & Hunter, A. M. (2012). Muscle activation in the loaded free barbell squat: a brief review.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*.
- Cuevas-Aburto, J., Jukic, I., Chirisa-Ríos, L. J., González-Hernández, J. M., Janicijevic, D., Barboza-González, P., Guede-Rojas, F., & García-Ramos, A. (2022). Effect

- of traditional, cluster, and rest redistribution set configurations on neuromuscular and perceptual responses during strength-oriented resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 36(6), 1490-1497.
- De Salles, B. F., Simão, R., Miranda, F., Da Silva Novaes, J., Lemos, A., & Willardson, J. M. (2009). Rest Interval between Sets in Strength Training: *Sports Medicine*, 39(9), 765-777. <https://doi.org/10.2165/11315230-000000000-00000>
- Dobbs, W. C., Tolusso, D. V., Fedewa, M. V., & Esco, M. R. (2019). Effect of Postactivation Potentiation on Explosive Vertical Jump: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(7), 2009-2018. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002750>
- Donaldson, S., Donaldson, M., & Snelling, L. (2003). SEMG Evaluations: An Overview. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*.
- Gathercole, R., Sporer, B., Stellingwerff, T., & Sleivert, G. (2015). Alternative Countermovement-Jump Analysis to Quantify Acute Neuromuscular Fatigue. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(1), 84-92. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0413>
- George, D & Mallery, M. (2010). *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference*.
- Girman, J. C., Jones, M. T., Matthews, T. D., & Wood, R. J. (2014). Acute effects of a cluster-set protocol on hormonal, metabolic and performance measures in resistance-trained males. *European Journal of Sport Science*, 14(2), 151-159. <https://doi.org/10.1080/17461391.2013.775351>
- González-Hernández, J. M., García-Ramos, A., Castaño-Zambudio, A., Capelo-Ramírez, F., Marquez, G., Boullosa, D., & Jiménez-Reyes, P. (2020). Mechanical, Metabolic, and Perceptual Acute Responses to Different Set Configurations in Full Squat. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(6), 1581-1590. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002117>
- Haff, G. G., Hobbs, R. T., Haff, E. E., Sands, W. A., Pierce, K. C., & Stone, M. H. (2008). Cluster training: A novel method for introducing training program variation. *Strength & Conditioning Journal*, 30(1), 67-76.
- Hardee, J. P., Triplett, N. T., Utter, A. C., Zwetsloot, K. A., & McBride, J. M. (2012). Effect of interrepetition rest on power output in the power clean. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(4), 883-889.
- Ho, I. M. K., Luk, J. T. C., Ngo, J. K., & Wong, D. P. (2021). Effects of Different Intra-set Rest Durations on Lifting Performance and Self-perceived Exertion During Bench Press Exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(8), 2114-2120. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003101>
- Jovanović, M., & Flanagan, D. E. P. (2014). Researched applications of velocity based strength training. 21(1).
- Jukic, I., Ramos, A. G., Helms, E. R., McGuigan, M. R., & Tufano, J. J. (2020). Acute effects of cluster and rest redistribution set structures on mechanical, metabolic, and perceptual fatigue during and after resistance training: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 50, 2209-2236.
- Jukic, I., & Tufano, J. J. (2019). Shorter but More Frequent Rest Periods: No Effect on Velocity and Power Compared to Traditional Sets not Performed to Failure.

Journal of Human Kinetics, 66(1), 257-268. <https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0070>

- Jukic, I., & Tufano, J. J. (2022). Acute effects of shorter but more frequent rest periods on mechanical and perceptual fatigue during a weightlifting derivative at different loads in strength-trained men. *Sports Biomechanics*, 21(9), 1122-1135. <https://doi.org/10.1080/14763141.2020.1747530>
- Jukic, I., Van Hooren, B., Ramos, A. G., Helms, E. R., McGuigan, M. R., & Tufano, J. J. (2021). The Effects of Set Structure Manipulation on Chronic Adaptations to Resistance Training: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 51(5), 1061-1086. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01423-4>
- K, E., Jonathan, Dennis, K., & Steven, K. (2018). *Advanced Exercise Physiology: Essential Concepts and Applications*. Human Kinetics.
- Koç, H. (2022). Egzersiz Fiziyojisi- Egzersize Fiziyojik Adaptasyon ve Sportif Performans (1. bs). Efe Akademi Yayınları.
- Konrad, P. (2005). *A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography*.
- Kwon, H., Di Cristina, J. F., Rutkove, S. B., & Sanchez, B. (2018). Recording characteristics of electrical impedance-electromyography needle electrodes. *Physiological Measurement*, 39(5), 055005. <https://doi.org/10.1088/1361-6579/aabb8c>
- Luca, C. J. D. (2002). *Surface electromyography: detection and recording*.
- Matos, F., Ferreira, B., Guedes, J., Saavedra, F., Reis, V. M., & Vilaça-Alves, J. (2021). Effect of Rest Interval Between Sets in the Muscle Function During a Sequence of Strength Training Exercises for the Upper Body. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(6), 1628-1635. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002941>
- McManus, L., Lowery, M., Merletti, R., Sogaard, K., Besomi, M., Clancy, E. A., Van Dieën, J. H., Hug, F., Wrigley, T., Besier, T., Carson, R. G., Disselhorst-Klug, C., Enoka, R. M., Falla, D., Farina, D., Gandevia, S., Holobar, A., Kiernan, M. C., McGill, K., ... Hodges, P. W. (2021). Consensus for experimental design in electromyography (CEDE) project: Terminology matrix. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 59, 102565. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2021.102565>
- Merletti, R., & Parker, P. J. (2004). *Electromyography: Physiology, Engineering, and Non-Invasive Applications*. John Wiley & Sons.
- Montalvo, S., Gonzalez, M. P., Dietze-Hermosa, M. S., Eggleston, J. D., & Dorgo, S. (2021). Common Vertical Jump and Reactive Strength Index Measuring Devices: A Validity and Reliability Analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(5), 1234-1243. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003988>
- Mora-Custodio, R., Rodríguez-Rosell, D., Yáñez-García, J. M., Sánchez-Moreno, M., Pareja-Blanco, F., & González-Badillo, J. J. (2018). Effect of different inter-repetition rest intervals across four load intensities on velocity loss and blood lactate concentration during full squat exercise. *Journal of Sports Sciences*, 36(24), 2856-2864. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1480052>
- Oliver, J. M., Kreutzer, A., Jenke, S. C., Phillips, M. D., Mitchell, J. B., & Jones, M. T. (2016). Velocity Drives Greater Power Observed During Back Squat Using

- Cluster Sets. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(1), 235-243. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001023>
- Oliver, J. M., Kreutzer, A., Jenke, S., Phillips, M. D., Mitchell, J. B., & Jones, M. T. (2015). Acute response to cluster sets in trained and untrained men. *European Journal of Applied Physiology*, 115(11), 2383-2393. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3216-7>
- Ortega-Becerra, M., Sánchez-Moreno, M., & Pareja-Blanco, F. (2021). Effects of Cluster Set Configuration on Mechanical Performance and Neuromuscular Activity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(2), 310-317. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003907>
- Pearcey, G. E. P., Bradbury-Squires, D. J., Kawamoto, J.-E., Drinkwater, E. J., Behm, D. G., & Button, D. C. (2015). Foam Rolling for Delayed-Onset Muscle Soreness and Recovery of Dynamic Performance Measures. *Journal of Athletic Training*, 50(1), 5-13. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.1.01>
- Sensor Locations. Geliş tarihi 12 Mart 2024, gönderen http://seniam.org/sensor_location.htm
- Sousa, A. S. P. (2012). Surface electromyographic amplitude normalization methods: A review.
- Spiering, B. A., Kraemer, W. J., Anderson, J. M., Armstrong, L. E., Nindl, B. C., Volek, J. S., & Maresh, C. M. (2008). Resistance Exercise Biology: Manipulation of Resistance Exercise Programme Variables Determines the Responses of Cellular and Molecular Signalling Pathways. *Sports Medicine*, 38(7), 527-540. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838070-00001>
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports medicine*, 46, 1419-1449.
- Taylor, K.-L., Chapman, D. W., Cronin, J. B., Newton, M. J., & Gill, N. (2012). Fatigue monitoring in high performance sport: a survey of current trends. 20(1).
- Tillin, N. A., & Bishop, D. (2009). Factors Modulating Post-Activation Potentiation and its Effect on Performance of Subsequent Explosive Activities: *Sports Medicine*, 39(2), 147-166. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939020-00004>
- Tufano, J. J., Brown, L. E., & Haff, G. G. (2017). Theoretical and practical aspects of different cluster set structures: A systematic review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(3), 848-867.
- Tufano, J. J., Conlon, J. A., Nimphius, S., Brown, L. E., Seitz, L. B., Williamson, B. D., & Haff, G. G. (2016). Maintenance of Velocity and Power With Cluster Sets During High-Volume Back Squats. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(7), 885-892. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0602>
- Tufano, J. J., Conlon, J. A., Nimphius, S., Oliver, J. M., Kreutzer, A., & Haff, G. G. (2019). Different Cluster Sets Result in Similar Metabolic, Endocrine, and Perceptual Responses in Trained Men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(2), 346-354. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001898>
- Vanegas, E., Salazar, Y., Igual, R., & Plaza, I. (2021). Force-Sensitive Mat for Vertical Jump Measurement to Assess Lower Limb Strength: Validity and Reliability Study. *JMIR mHealth and uHealth*, 9(4), e27336. <https://doi.org/10.2196/27336>

- Westcott, W. L. (2012). Resistance Training is Medicine: Effects of Strength Training on Health. 11(4).
- Wiewelhove, T., Döweling, A., Schneider, C., Hottenrott, L., Meyer, T., Kellmann, M., Pfeiffer, M., & Ferrauti, A. (2019). A Meta-Analysis of the Effects of Foam Rolling on Performance and Recovery. *Frontiers in Physiology*, 10, 376. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00376>
- Willardson, J. M. (2006). A brief review: factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets.
- Williams, N. (2017). The Borg Rating of Perceived Exertion (RPE) scale. *Occupational Medicine*, 67(5), 404-405. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqx063>
- Winter, D. A. (2009). *Biomechanics and Motor Control of Human Movement*. John Wiley & Sons.
- Wu, P. P.-Y., Sterkenburg, N., Everett, K., Chapman, D. W., White, N., & Mengersen, K. (2019). Predicting fatigue using countermovement jump force-time signatures: PCA can distinguish neuromuscular versus metabolic fatigue. *PLOS ONE*, 14(7), e0219295. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219295>
- Zeng, J., Zhou, Y., Yang, Y., Xu, Z., Zhang, H., & Liu, H. (2021). Robustness of Combined sEMG and Ultrasound Modalities Against Muscle Fatigue in Force Estimation. In X.-J. Liu, Z. Nie, J. Yu, F. Xie, & R. Song (Ed.), *Intelligent Robotics and Applications* (C. 13015, ss. 213-221). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-89134-3_20
- Zhao, H., Nishioka, T., & Okada, J. (2022). Validity of using perceived exertion to assess muscle fatigue during resistance exercises. *PeerJ*, 10, e13019. <https://doi.org/10.7717/peerj.13019>
- Zheng, M., Crouch, M. S., & Eggleston, M. S. (2022). Surface Electromyography as a Natural Human–Machine Interface: A Review. *IEEE Sensors Journal*, 22(10), 9198-9214. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2022.3165988>

EKLER

Ek-1. Etik kurul izin belgesi.



T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : E-60116787-020-416934
Konu : Başvurunuz Hk.

12.09.2023

Sayın Doç. Dr. Fatih GÜR

İlgi : 29.08.2023 tarihli dilekçeniz. *10.125.1.110*
2855

İlgi dilekçe ile başvurmuş olduğunuz "**Rest Redistribution Set Yapılarının Kas Aktivasyonuna, Algısal Yorgunluğa ve Sıçrama Performansına Akut Etkisi: Randomize Bir Çapraz Deneme**" konulu çalışmanız **05.09.2023 tarih ve 14 sayılı** kurul toplantımızda görüşülmüş olup,

Yapılan görüşmelerden sonra; söz konusu çalışmanın yapılmasında **ETİK AÇIDAN SAKINCA OLMADIĞINA**, çalışma ile ilgili yapılacak değişiklikler hakkında Kurulumuza bilgi verilmesine oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Hülya ÇETİN
Kurul Başkanı

Ek-2. Resim çekimi ve kullanımı yayın hakkı devir sözleşmesi formu.

Resim Çekimi ve Kullanımı Yayın Hakkı Devir Sözleşmesi Formu

Çalışma sırasında çekilmiş fotoğraflarımın gereği halinde, kimlik bilgilerim verilmeyecek şekilde GÖZLERİ AÇIK/KAPALI olarak bilimsel çalışmalar, tezler, eğitim faaliyetleri ve bilimsel yayınlar için kullanılmasına İZİN VERDİĞİMİ beyan ederim.

Akademik çalışmalarda yayınlanacak resimlerimin yazım ve yayın kurallarına uygun olarak hazırlanıp sunulmasından Proje yürütücüsü sorumludur (15/11/2023).

Gönüllü Adı Soyadı:

İmza:

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ

Adı Soyadı: Doç. Dr. Fatih GÜR

İmza:

Ek-3. Araştırma izin belgesi.



T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
Spor Bilimleri ve Teknolojisi Araştırma ve Uygulama Merkezi



Sayı : E-12651176-813.99-442968
Konu : Test Ölçümü Hk.

01.11.2023

SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİNE

İlgi : 31.10.2023 tarihli ve 442565 sayılı yazı
10425.1.118
2855
1.11.2023

Fakülteniz Antrenörlük Eğitimi Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Fatih GÜR' ün, yüksek lisans ve lisans dersleri kapsamında 2023 Yılı Kasım ve Aralık aylarında Merkezimizde bulunan Halter Squat makinesini (Smith Machine) kullanması uygundur.

Bilgilerinize ve gereğini arz ederim.

Doç. Dr. Aydın İLHAN
Merkez Müdürü