



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BASKETBOLCULARA FARKLI SET İÇİ DİNLENME SÜRELERİ İLE
UYGULANAN TRİFAZİK ANTRENMAN MODELİNİN DİKEY SIÇRAMA
VE REAKTİF KUVVET ENDEKSİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

SELMAN KAYA

DOKTORA TEZİ

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI
HAREKET VE ANTRENMAN BİLİMLERİ PROGRAMI

DANIŞMAN

Prof. Dr. Salih PINAR

İSTANBUL-2022



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BASKETBOLCULARA FARKLI SET İÇİ DİNLENME SÜRELERİ İLE
UYGULANAN TRİFAZIK ANTRENMAN MODELİNİN DİKEY SIÇRAMA
VE REAKTİF KUVVET ENDEKSİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

SELMAN KAYA

DOKTORA TEZİ

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI
HAREKET VE ANTRENMAN BİLİMLERİ PROGRAMI

DANIŞMAN

Prof. Dr. Salih PINAR

İSTANBUL-2022

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışması ile elde edilmemiş bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

Selman KAYA

TEŞEKKÜR

Öncelikle bu araştırmanın planlanmasında ve yürütülmesinde desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, beni sürekli araştırmaya ve öğrenmeye teşvik eden, tez dönemi boyunca bilgi, birikim ve tecrübelerinden faydalandığım değerli danışman hocam Prof. Dr. Salih PINAR'a emeklerinden ve bana kattıklarından dolayı teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Lisans döneminin en başından bugüne kadar bana ışık olan, emeklerini saymakla bitiremeyeceğim değerli büyüğüm, hocam Doç. Dr. Gökhan DELİCEOĞLU'na bana kattıklarından dolayı teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Tez izleme kurulunda yer alarak beni onurlandıran, hiçbir zaman bilgisini, güler yüzünü ve iyi niyetini esirgemeyen Doç. Dr. Sinan BOZKURT'a katkılarından dolayı teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Doktora eğitimi süresince verdiği desteklerden ve kattıkları bilgilerden dolayı Antrenörlük Eğitimi Bölüm Başkanı Doç. Dr. Burçak KESKİN ve Antrenörlük Eğitimi bölüm hocalarıma teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Doktora eğitimim boyunca bana yol arkadaşlığı yapan Mehmet ERSÖZ ve Rahmi ÇOLAK'a bana kattıklarından dolayı teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan, emeklerini asla ödeyemeyeceğim, en büyük gücümü dualarından aldığım canım AİLEME sonsuz teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunarım.

İçindekiler

BEYAN	i
TEŞEKKÜR	ii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
1. ÖZET	1
2. SUMMARY	2
3. GİRİŞ VE AMAÇ	3
4. GENEL BİLGİLER	5
4.1. Güç Geliştirmenin Temelleri	5
4.1.1. Maksimum kuvvet.....	6
4.1.2. Kuvvet geliştirme hızı	7
4.2. Güç Gelişimi İçin Antrenman Yöntemleri	9
4.2.2. Balistik antrenmanlarda optimal yük	12
4.2.3. Pliometrik antrenman	13
4.2.3.1. Pliometrik antrenmanın fazları.....	14
4.2.3.2. Pliometrik antrenmanların mekanizması ve fizyolojisi.....	14
4.2.3.3. Eksantrik faz.....	14
4.2.3.4. İzometrik (Amortisman) faz.....	15
4.2.3.5. Konsantrik faz	15
4.2.3.6. Pliometrik antrenmanların mekanik modeli.....	16
4.2.3.7. Pliometrik egzersizin nörofizyolojik modeli.....	16
4.2.3.8. Reaktif kuvvet endeksi.....	18
4.2.3.9. Tendon	19
4.3. Karma Antrenman Yöntemleri.....	20
4.3.1. Aktivasyon sonrası potansiyasyon	20
4.3.1.1. ASP-yorgunluk ilişkisi.....	22
4.3.2. Kompleks ve kontrast antrenman	23
4.3.3. Fransız kontrast metodu	27
4.3.4. Trifazik antrenman	28
4.3.4.1. Eksantrik faz.....	28

4.3.4.2. İzometrik faz	30
4.3.4.3. Konsantrik faz	31
4.4. Küme Set	32
5. GEREÇ VE YÖNTEM.....	37
5.1. Araştırma Evreni ve Örneklem	37
5.2. Araştırmanın Yeri ve Süresi.....	37
5.3. Problem Cümlesi ve Hipotezler	38
5.4. Çalışma Grubu	38
5.4.1. Çalışmaya seçilme kriterleri.....	39
5.4.2. Çalışmadan çıkarılma kriterleri.....	39
5.4.3. Katılımcı bilgilendirme formu	40
5.4.4. Katılımcı onan formu	40
5.5. Antrenman Protokolü.....	40
5.5.1. Hareketin temposu	42
5.6. Veri Toplama Araçları	42
5.6.1. 1 Maksimum tekrar back squat- deadlift.....	42
5.6.2. Drop jump testi.....	43
5.6.3. Countermovement jump.....	44
5.7. Verilerin Analizi.....	45
8. BULGULAR.....	46
9. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	52
10. KAYNAKLAR	56
11. EKLER.....	73
12. ÖZGEÇMİŞ.....	76

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

1MT	1 Maksimum Tekrar
ASP	Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon
BS	Back Squat
CMJ	Counter Movement Jump
DHZ	Düzenleyici Hafif Zincir
DJ	Drop Jump
DK	Dakika
DL	Deadlift
FHT	Fonksiyonel Hareket Taraması
GS	Geleneksel Set
GTO	Golgi Tendon Organı
K15	Tekrarlar Arası 15 Saniye Dinlenen Küme Set Grubu
K30	Tekrarlar Arası 30 Saniye Dinlenen Küme Set Grubu
KS	Küme Set
KGH	Kuvvet Geliştirme Hızı
PEB	Paralel Elastik Bileşen
RKE	Reaktif Kuvvet Endeksi
SEB	Seri Elastik Bileşen
SN	Saniye
TAM	Trifazik Antrenman Modeli
UKD	Uzama-Kısalma Döngüsü
FKM	Fransız Kontrast Metodu

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 1. Katılımcılara ait demografik özellikler.	39
Tablo 2. Gruplar arası CMJ Ön-Son Test değerleri arasındaki farklılığa ilişkin Tekrarlı Ölçümler İçin ANOVA sonuçları.	46
Tablo 3. Gruplar arası RKE ön-son test değerleri arasındaki farklılığa ilişkin Tekrarlı Ölçümler için ANOVA sonuçları.	46
Tablo 4. Grup içi CMJ ön-son test değerleri arasındaki farklılığa ilişkin T-Testi sonuçları.	47
Tablo 5. Grup içi RKE Ön-Son Test değerleri arasındaki farklılığa ilişkin T-Test sonuçları.	48
Tablo 6. Gruplar arası 1MT Back Squat Ön-Son Test değerleri arasındaki farklılığa ilişkin Tekrarlı Ölçümler İçin ANOVA sonuçları.	49
Tablo 7. Gruplar arası 1MT Deadlift ön-son test değerleri arasındaki farklılığa ilişkin Tekrarlı Ölçümler İçin ANOVA sonuçları.	49
Tablo 8. Grup içi 1MT Back Squat ön-son test değerleri arasındaki farklılığa ilişkin T-Test sonuçları.	50
Tablo 9. Grup içi 1MT Deadlift ön-son test değerleri arasındaki farklılığa ilişkin T-Test sonuçları.	51

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1. Hız-Kuvvet Eğrisi.	5
Şekil 2. İzometrik kuvvet-zaman eğrisi	8
Şekil 3. Ardışık ölçümlerde KGH ve dürtü ölçümleri	9
Şekil 4. Kuvvet gelişme oranını ve maksimum kuvvet üretme kapasitesini gösteren izometrik kuvvet-zaman eğrisi	10
Şekil 5. Kuvvet-hız eğrisini etkileyen potansiyel antrenman yöntemleri	11
Şekil 6. Güç, kuvvet ve hareket hızının gelişimi ile antrenman yöntemi ilişkisi	11
Şekil 7. Durarak uzun atlama ve uzama kısalma döngüsü (UKD)	15
Şekil 8. İskelet kası fonksiyonunun mekanik modeli	17
Şekil 9. Germe refleksinin illüstrasyonu	18
Şekil 10. ASP ile ön yüklenme protokolünü (kondisyon) izleyen kasılma- yorgunluk arasındaki varsayımsal ilişkinin bir modeli	23
Şekil 11. Ön yüklenme sonrası gönüllü bir patlayıcı aktivite performansını etkileyen karmaşık faktörler	24
Şekil 12. Maksimum dinamik kasılma sırasında kuvveti absorbe etme ve yer değiştirme yeteneklerini karşılaştıran grafik	29
Şekil 13. İyi antrene edilmiş bir germe refleksinin ve GTO'yu inhibe etmenin önemini gösteren grafik	31
Şekil 14. Farklı izometrik kasılmaları ve bunların sonucunda ortaya çıkan konsantrik kuvvet geliştirme hızını (KGH) vurgulayan örnek	31
Şekil 15. Gelişmiş ve az gelişmiş sporcu arasında KGH'da ortaya çıkan eşitsizliği yan yana gösteren karşılaştırma	33
Şekil 16. Güç gelişimi için örnek küme set yapıları	36
Şekil 17. Back Squat egzersizi	41

Şekil 18. Deadlift egzersizi	41
Şekil 19. Çalışma Planı	42
Şekil 20. Antrenman Tasarımı	43
Şekil 21. Drop Jump Testi	44
Şekil 22. Counter Movement Jump Testi	45
Şekil 23. Grup içi CMJ ön-son test değerlerine ait gelişimsel grafik	47
Şekil 24. Grup içi RKE ön-son test değerlerine ait gelişimsel grafik	48
Şekil 25. Grup içi 1MT Back Squat ön-son test değerlerine ait gelişimsel grafik	50
Şekil 26. Grup içi 1MT Deadlift ön-son test değerlerine ait gelişimsel grafik	51

EKLER LİSTESİ

	Sayfa No
Ek 1. Çalışmaya Alınma Ölçütleri Formu	73
Ek 2. Katılımcı Bilgilendirme Formu	74
Ek 3. Katılımcı Onam Formu	75



1. ÖZET

Basketbolculara Farklı Set İçi Dinlenme Süreleri ile Uygulanan Trifazik Antrenman Modelinin Dikey Sıçrama ve Reaktif Kuvvet Endeksine Etkilerinin İncelenmesi

Öğrencinin Adı, Soyadı : Selman KAYA

Danışmanın Adı, Soyadı : Prof. Dr. Salih PINAR

Programın Adı : Hareket ve Antrenman Bilimleri

Amaç: Bu çalışmanın amacı farklı set içi dinlenme süreleri ile uygulanan Trifazik Antrenman Modelinin (TAM) reaktif kuvvet endeksi (RKE) ve dikey sıçrama değerleri üzerine etkilerini incelemektir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya en az (haftada 2 gün) 3 yıl kuvvet antrenmanı deneyimi olan 18 yaşından büyük ve aktif olarak spor yapan 24 erkek sporcu katılmıştır. Çalışma grubu relatif kuvvetleri hesaplanarak üç gruba ayrılmıştır. Geleneksel set (GS) tekrarlar arası dinlenme olmaksızın, 15sn küme set (K15) grubu egzersizleri tekrarlar arası 15sn dinlenerek, 30sn küme set (K30) grubu tekrarlar arası 30sn dinlenme araları ile 6 hafta boyunca TAM uygulamıştır. Antrenman öncesi ve sonrası sporculara 1 maksimum tekrar (1MT), countermovement jump (CMJ) ve drop jump (DJ) testleri uygulanmıştır. Gruplar arası ortalamaları karşılaştırmak için Tekrarlı Ölçümler için ANOVA, grupların ön test-son test ortalamalarını karşılaştırmak için Eşleştirilmiş Gruplar T- Testi kullanılmıştır.

Bulgular: TAM sonrası 3 grubun da 1MT, CMJ ve RKE değerlerinde artış görülmüştür ($p<0.05$). Grup içi ön test-son test değerleri incelendiğinde ise en fazla gelişim sırasıyla K30 grubunun K15 ve GS grubunda görülmüştür.

Sonuç: TAM'ın sporcuların 1MT, CMJ ve RKE değerlerini olumlu yönde geliştirdiği ve küme set kullanımında ise K15 yerine K30 kullanmanın daha etkili olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Dikey sıçrama, güç, kuvvet, reaktif kuvvet endeksi, trifazik antrenman

2. SUMMARY

Investigation of the Effects of Triphasic Training Model Applied to Basketball Players with Different In-set Rest Times on Vertical Jump and Reactive Strength Index

Student Name, Surname: Selman KAYA

Supervisor Name: Prof. Dr. Salih PINAR

Program Name: Movement and Training Sciences

Objective : The aim of this study is to examine the effects of the Triphasic Training Model (TTM) applied with different in-set rest periods on the reactive strength index (RSI) and vertical jump values.

Material and Methods: Twenty-four male athletes over the age of 18 who had at least 3 years of strength training experience (2 days a week) and actively engaged in sports participated in the study. The relative strengths of the study group were calculated and divided into three groups. Without rest between traditional set (TS) repetitions, 15sec cluster set (C15) group exercises were performed with 15 seconds rest between repetitions, and 30sec cluster set (C30) group performed TAM for 6 weeks with 30 seconds rest between repetitions. Before and after the training, 1 maximum repetition (1RM), countermovement jump (CMJ) and drop jump (DJ) tests were applied to the athletes. ANOVA for Repeated Measures was used to compare the means between groups, and the Paired Groups T-Test was used to compare the pretest-posttest mean of the groups.

Results: There was an increase in 1RM, CMJ and RCI values in 3 groups after TAM ($p < 0.05$). When the intra-group pre-test-post-test values were examined, the most improvement was seen in the C15 and GS groups of the C30 group, respectively.

Conclusion: It has been seen that TAM improves the 1RM, CMJ and RCI values of the athletes positively and it is more effective to use K30 instead of K15 in the use of cluster sets.

Keywords: Vertical jump, power, strength, reactive strength index, triphasic training

3. GİRİŞ VE AMAÇ

Kas gücünün artırılması atlama, sıçrama, fırlatma veya sprint gerektiren branşlarda sporcular için ortak hedefdir. Antrenman programları sırasında sporcular, özellikle kas gücünü arttırmak için farklı antrenman yöntemleri (örneğin, vücut ağırlığı ile yapılan egzersizler, halter, pliometrik antrenman, eksantrik antrenman ve balistik antrenman, kettlebell antrenmanları) uygulanabilir (Suchomel ve ark., 2018). Çoğu geleneksel antrenman modeli, hareketin konsantrik fazını vurgulayarak patlayıcı kuvvetin geliştirilmesine odaklanmaktadır. Fakat gelişmiş bir kuvvet üretiminin ve dolayısıyla spor performansının anahtarı sadece konsantrik fazda yer almaz. Bu sebeple patlayıcı güç geliştirmek için, dinamik hareketlerin eksantrik ve izometrik fazlarını, konsantrik fazına eşit bir seviyede antrene etmek gerekmektedir (Dietz ve Peterson, 2012).

Yakın geçmişte iki araştırmacı (Dietz ve Peterson, 2012) hareketin eksantrik, izometrik ve konsantrik fazlarını blok antrenman yöntemi ile ayrı ayrı antrene eden ve “trifazik antrenman modeli” (TAM) olarak adlandırılan popüler bir yaklaşım ortaya koymuşlardır. Bu antrenman modelinin amacı; her bir kasılma fazını ayrı ayrı antrene ederek konsantrik fazla sonlanan hareketin güç çıktısını optimal seviyede yükseltmektir. Böylece, sporcunun reaktif kuvvetini arttırarak daha fazla patlayıcı kuvvet ortaya çıkartması amaçlanmaktadır (Dietz ve Peterson, 2012).

Reaktif kuvvet, uzama-kısalma döngüsünü (UKD) en hızlı şekilde tamamlama, yani eksantrik fazdan konsantrik faza hızlı bir şekilde geçiş yapma yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Suchomel ve ark., 2016). UKD’yi geliştirme yeteneği tipik olarak, reaktif kuvvet endeksi (RKE) ile hesaplanır (McMahon ve ark., 2021). RKE, drop jump (DJ) sırasında sıçrama yüksekliğinin zeminle temas süresine bölünmesiyle hesaplanarak kuvvetin ve kuvveti oluşturmak için geçen zamanı ölçüt olarak nöromusküler ve UKD işlevi hakkında değerli bilgiler sağlar (Flanagan ve Comyns, 2008; Flanagan ve ark., 2008; Wilson ve ark., 1991). RKE güvenilir bir bilimsel ölçümdür (Flanagan ve ark., 2008) ve sporcuların antrenman kalitesini değerlendirmenin pratik bir yoludur (McClymont ve Hore, 2003).

Bir direnç antrenman programı tasarlanırken optimum antrenman sonuçları elde edebilmek için egzersiz seçimi, antrenman yükü, tekrar ve set sayısı, egzersiz sırası, sıklığı ve dinlenme süresi gibi çeşitli faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Bu

yargıya dayanarak bir direnç antrenman programı geliştirmenin büyük ölçüde gözden kaçan ve yeterince kullanılmayan bir yönü, setlerin yapısını değiştirme becerisidir (Haff, Hobbs, ve ark., 2008). Geleneksel set yapıları; tekrarlar arasında dinlenme verilmeden sürekli bir şekilde gerçekleştirilir ve bu da setteki her tekrarda elde edilen güç çıkışında bir düşüş ile sonuçlanır (Hardee ve ark., 2012). Egzersiz sırasında özellikle daha yüksek hacimli bir çalışma hedefleniyorsa güç çıktılarını en üst düzeye çıkarmak için küme set (KS) gibi farklı set stratejilerinden faydalanılabilir. KS, kısmi toparlanmayı sağlamak, hareket hızını ve gücünü en üst düzeye çıkarmak için tekrarlar arasında kısa bir dinlenme aralığının (15-45 saniye) uygulandığı bir set yapısıdır (Haff, Burgess ve ark., 2008; Haff, Hobbs ve ark., 2008). Son zamanlarda çeşitli çalışmalar, setler arası dinlenme yerine tekrarlar arasına dinlenme aralıkları getirmenin (küme set), tüm antrenman seansı boyunca daha düşük hız ve kuvvet kaybı ile sonuçlandığını, mekanik performansı geliştirdiğini (Denton, 2005), daha büyük antrenman hacmine izin verebileceğini (Denton, 2005; Hardee ve ark., 2012; Iglesias ve ark., 2010; Lawton ve ark., 2006) ve tekrar performansını en üst düzeye çıkarırken geleneksel set sırasında görülen birikmiş yorgunluğu azaltabileceğini göstermektedir (Girman ve ark., 2014; Haff, Burgess ve ark., 2008; Haff, Hobbs ve ark., 2008; Haff ve ark., 2003; Hardee ve ark., 2012).

KS ile tasarlanan bir set yapısı, kısa vadeli enerji sistemlerini kısmen veya tam olarak eski haline getirmek için tekrarlar arasında kısa bir dinlenme süresini içerir. Günümüzde KS genellikle yüksek şiddet (>%80 1MT) gerektiren kuvvet ve güç antrenmanları için kullanılmaktadır. TAM da yüksek şiddet kullanan bir modeldir. Bu nedenle KS kullanımının TAM'a getireceği faydalar merak konusudur. Antrenman esnasında KS kullanmak, TAM gibi 1MT'nin %80 üzerindeki yoğun yükleme aşamalarında sporcuya art arda iki veya daha fazla kez hız ve kuvvet üretiminde kayıp yaşamadan kaldırabileceğinden daha fazla tekrar yapabilmesine izin vereceği düşünülmektedir.

Bildiğimiz kadarıyla literatürde farklı antrenman yöntemleri ile KS yapısını inceleyen çalışmalara mevcut olsa da TAM ile KS yapısını birlikte inceleyen bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Dolayısıyla bu çalışmada; farklı set içi dinlenme süreleri ile uygulanan trifazik antrenman modelinin dikey sıçrama ve reaktif kuvvet endeksine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

4. GENEL BİLGİLER

4.1. Güç Geliştirmenin Temelleri

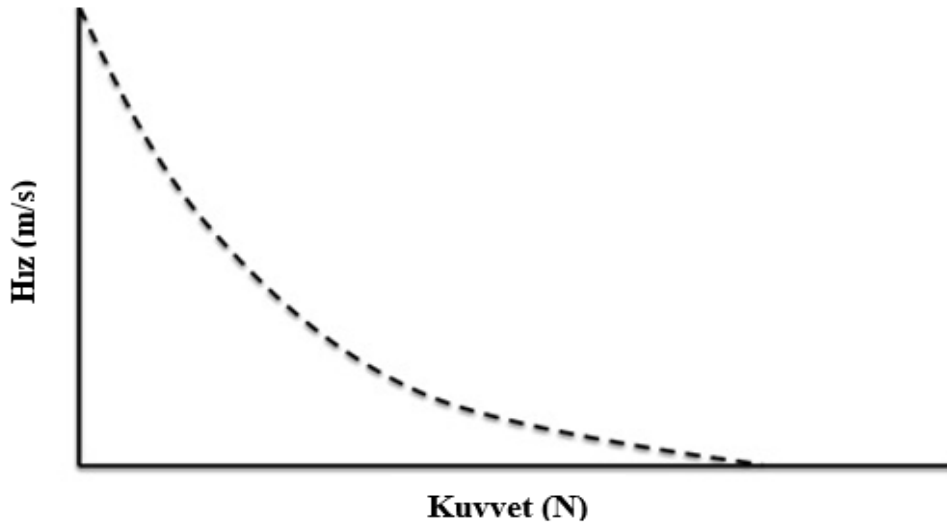
Birçok spor branşı, kısa sürede kuvvet üretilmesini gerektiren hareketleri içerir (McBride ve ark., 1999). Bu tür hareketler arasında fırlatma, zıplama, yön değiştirme ve vurma faaliyetleri yer alır (Newton ve Kraemer, 1994). Bu tür faaliyetlerde güç, performansın ana belirleyicisidir (Baker, 2001b; Haff ve ark., 2001). Mekanik güç, hareket hızı ile çarpılan kuvvet olarak tanımlanabilir (Naoki Kawamori ve Haff, 2004):

$$\text{Güç} = \text{İş} / \text{Zaman}$$

$$= \text{Kuvvet} \times \text{Mesafe} / \text{Zaman}$$

$$= \text{Kuvvet} \times \text{Hız}$$

Güç, kuvvet ve hızın bir ürünü olduğundan, kas gücünü geliştirmek için her iki bileşenin de bir antrenman programında ele alınması gerekir. Ancak kas hareketlerinde kuvvet ve hız birbirinden bağımsız değildir. Hız-Kuvvet eğrisi incelendiğinde hareket hızı arttıkça, konsantrik kas hareketleri sırasında kasın üretebileceği kuvvet azalır (Naoki Kawamori ve Haff, 2004) (Şekil 1). Bu nedenle kuvvet ve hız arasındaki ilişkiden dolayı, maksimum güce belirli bir maksimum kuvvet ve hızda ulaşılabilir (Siegel ve ark., 2002).



Şekil 1. Hız-Kuvvet Eğrisi. (Haff ve Nimphius, 2012'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Bir egzersiz programında performansı optimize etmeye çalışırken, üç temel unsur göz önünde bulundurulmalıdır. İlk olarak, maksimum kuvvet arttırılmalıdır çünkü bu, yüksek oranlarda kuvvet gelişimi ve güç çıkışı elde etme yeteneği ile doğrudan ilişkilidir (Aagaard ve ark., 1994; Haff ve Nimphius, 2012; Haff ve ark., 1997; Minetti, 2002; Zamparo ve ark., 2002). İkincisi, yüksek hızda kuvvet geliştirme (RFD) yani kısa sürede yüksek kuvvetler geliştirme yeteneği ve yüksek seviyelerde performans gösterme yeteneği sağlanmalıdır (Aagaard ve ark., 2002b; Cormie ve ark., 2011; Haff ve ark., 2001; McBride ve ark., 1999). Son olarak; kısımla hızı arttıkça yüksek kuvvet uygulama yeteneğini geliştirmek önemlidir. Bu üç unsur arasındaki etkileşim çok güçlüdür ve sporcunun genel kuvveti, daha yüksek güç çıktılarını belirleyen en önemli faktördür (Gilbert ve ark., 2001; Naoki Kawamori ve Haff, 2004). Daha önceki yapılan çalışmalarda, maksimum kuvvet, KGH ve maksimum güç çıkışı arasında karşılıklı ilişkiler rapor edilmiştir (Gourgoulis ve ark., 2003; Hamada ve ark., 2003). Bu ilişkilere dayanarak, gücü optimize etmek için tasarlanmış herhangi bir periyodik antrenman planı, birbiriyle etkileşim halindeki bu temel özelliklerin her birinin gelişimini dikkate almalıdır (Haff, 2017).

4.1.1. Maksimum kuvvet

Daha önce belirtildiği gibi, gücün geliştirilmesindeki temel unsurlardan biri sporcunun maksimum kuvvetidir (Baker, 2001b; Haff ve Nimphius, 2012; Minetti, 2002; Zamparo ve ark., 2002). Kuvvet, yalnızca kuvvet üretme yeteneği değil, aynı zamanda KGH, dürtü, momentum, hız ve güç gibi diğer yetenekleri de taşıyan bir araçtır (Taber ve ark., 2016). Literatürdeki araştırmalar, daha kuvvetli sporcuların, kuvvetsiz sporculara kıyasla çeşitli spor dallarında daha yüksek rekabet seviyelerinde bulunduğunu göstermektedir (Barker ve ark., 1993; Haff ve Nimphius, 2012; Hansen ve ark., 2011; Stone ve ark., 2002). Bu iddiaya destek olarak, maksimum kuvveti arttırmak için direnç antrenmanı yapan daha kuvvetsiz sporcuların, atletik performansta gelişmeler sağlayan kas gücünde önemli artışlar olduğuna dair çalışmalar literatürde görülebilir (Cormie ve ark., 2011; Stone ve ark., 2002).

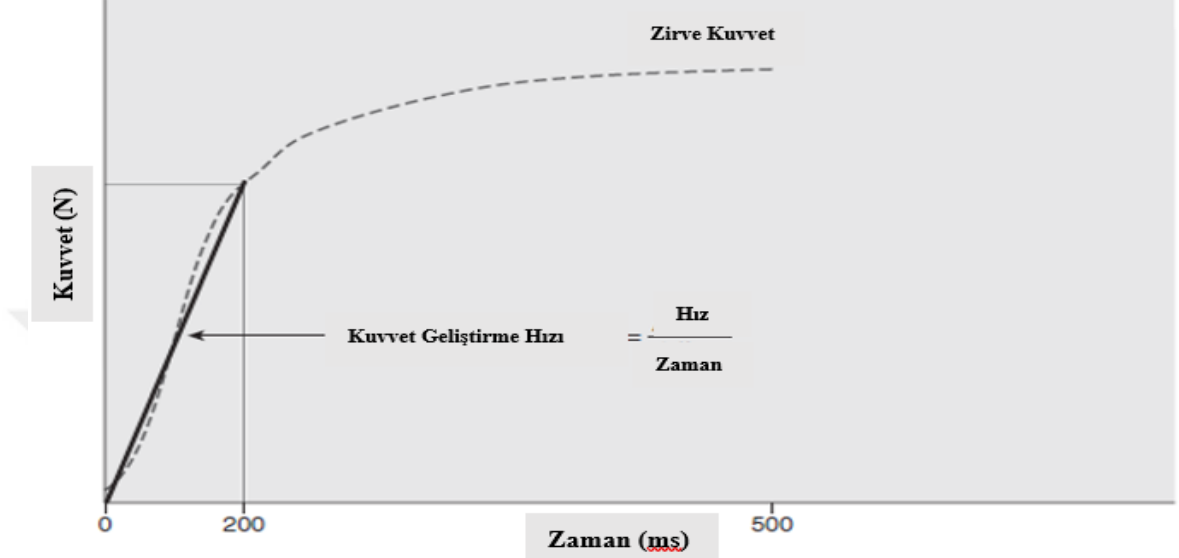
Literatüre dayanarak, kuvvet seviyesini en üst düzeye çıkarmak daha yüksek güç çıktılarını için ön koşuldur. Fakat, belirli bir sporcu veya sporcu grubu için yeterli kuvvet seviyesinin ne olduğunu belirlemek genellikle zordur (Haff, 2017). Mevcut bilgilere

göre, vücut ağırlığının iki katı squat yapabilen sporcular, daha kuvvetsiz sporculara göre (1.7 veya 1.4 X vücut ağırlığı) daha yüksek güç çıktıklarına sahip olduğu görülmektedir (Stone ve ark., 2002). Ek olarak vücut ağırlığının iki katı squat yapabilen sporcuların güç gelişimi için potansiyasyon tepkilerini optimize edebildikleri görülmektedir. Özetle güç çıktısını arttırmaya yönelik özel antrenman yapmak için minimum vücut ağırlığının iki katı squat yapabilmenin ön koşul olduğu bildirmişlerdir. Sporcular yeterli bir kuvvet seviyesine ulaştıklarında, pliometrik, balistik egzersiz, kompleks veya kontrast antrenman gibi spesifik kuvvet geliştirme egzersizlerinden daha iyi yararlanabilirler. Genel olarak, performansa dayalı direnç antrenman programları tasarlanırken maksimum kuvvet ve güç arasındaki ilişki her zaman göz önünde bulundurularak maksimum kuvvetin her zaman antrenman sürecinin bir parçası olarak bulunması gerektiği göz önünde bulundurulmalıdır (Haff ve Nimphius, 2012).

4.1.2. Kuvvet geliştirme hızı

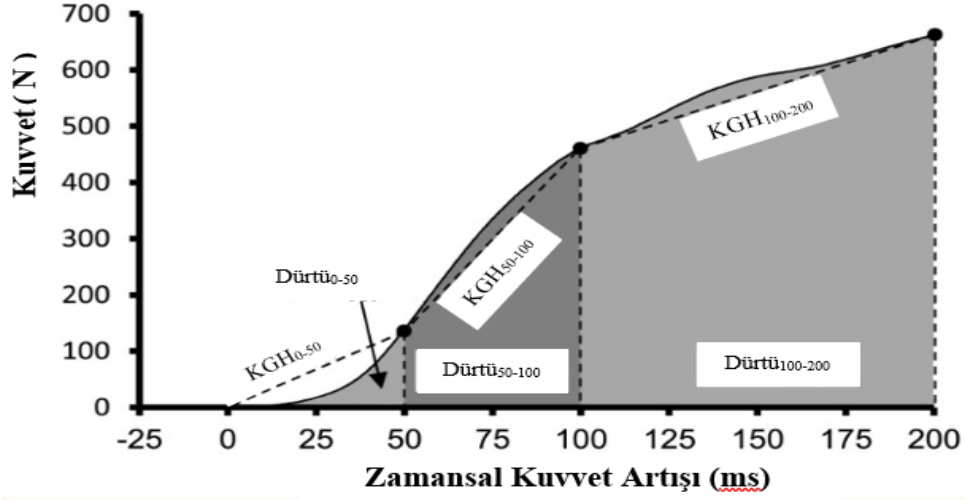
Sportif bir hareket sırasında kuvvetin ifade edildiği hıza genellikle KGH veya patlayıcı kuvvet denir (Haff, 2017). Sportif bağlamda, hızlı bir şekilde kuvvet üretme yeteneği, tartışmasız maksimum kuvvet üretiminden daha fazla arzu edilen bir özelliktir (Stone ve ark., 2003). Yüksek düzeyde maksimum kuvvet üretme yeteneğinin, sıçrama yüksekliğinde ve diğer atletik ölçülerde performansı geliştirdiği gösterilmiş olsa da, çoğu müsabaka aksiyonu sporcunun maksimum kuvvetler oluşturmasına izin veren bir zaman aralığında gerçekleşmez (Cormie ve ark., 2010). Tipik olarak, birçok spor aktivitesi (sıçrama, sprint ve yön değiştirme gibi) 0 ila 200 milisaniye (ms) içinde gerçekleşirken, maksimum kasılma kuvvetinin oluşturulması en az 300 ms sürmektedir (Aagaard ve ark., 2002a) (Şekil 2-3). Belirli bir süre boyunca uygulanan daha büyük bir kuvvet, daha büyük bir itme yaratır, böylece daha büyük bir momentum ve daha sonra daha yüksek bir güç çıkışı sağlar. Pek çok çalışma performanstaki gelişmeleri artan kuvvet üretimine atfetmiş olsa da, bu artışı daha fazla KGH'ye bağlamak daha doğru olabilir, çünkü daha büyük güç çıktıları üretmede temel mekanizma olarak görülebilmektedir (Taber ve ark., 2016). Bu nedenle, KGH geniş bir yelpazede sportif başarı için belki de en önemli faktördür (Stone ve ark., 2003). Bu bilgiye dayanarak, birçok yazar KGH'yi ve ardından toplam güç çıkışını optimize

etmek için hafif yüklerle gerçekleştirilen balistik egzersizleri bir antrenman yöntemi olarak önermektedir (Cormie ve ark., 2011; Newton ve Kraemer, 1994). Kuvvet geliştirme hızı, kuvvetteki değişikliğin zamandaki değişikliğe bölünmesi olarak tanımlanabilir.



Şekil 2. İzometrik kuvvet-zaman eğrisi. 200 ms de üretilen kuvvet miktarı. (Haff ve Nimphius, 2012'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Çeşitli antrenman yöntemleri incelendiğinde ağır yük ile yapılan direnç egzersizlerinin, izometrik zirve kuvvetinde (Cormie ve ark., 2011) ve daha kuvvetsiz ve antrenmansız bireylerde kuvvet gelişim hızında bir artışa neden olacağı belirtilmiştir (Lovell ve ark., 2010). Ağır yük ile yapılan direnç antrenmanı, sporcunun kuvvet rezervini arttırabilir ve kuvvet geliştirme hızını olumlu yönde etkileyebilir ancak, daha kuvvetli ve daha tecrübeli sporcularda, kuvvet geliştirme hızını optimize etmek için patlayıcı veya balistik egzersizler gerekli olabilir (Cormie ve ark., 2011; Haff ve ark., 2001). Bu nedenle farklı çeşitli antrenman yöntemleri kuvvet-zaman ve kuvvet-hız eğrilerinin (Şekil 4) farklı kısımlarını etkileme potansiyeline sahiptir (Haff, 2017). Örneğin, ağır yük ile yapılan direnç antrenmanı, antrenmansız bireylerde zirve kuvvet değerlerini ve kuvvet geliştirme hızlarını önemli ölçüde arttırabilir (Lovell ve ark., 2010). Tersine, balistik veya patlayıcı antrenman, kuvvet geliştirme hızında, ağır yük ile yapılan direnç antrenmanında meydana gelebilecek olandan daha büyük artışlarla sonuçlanabilir.

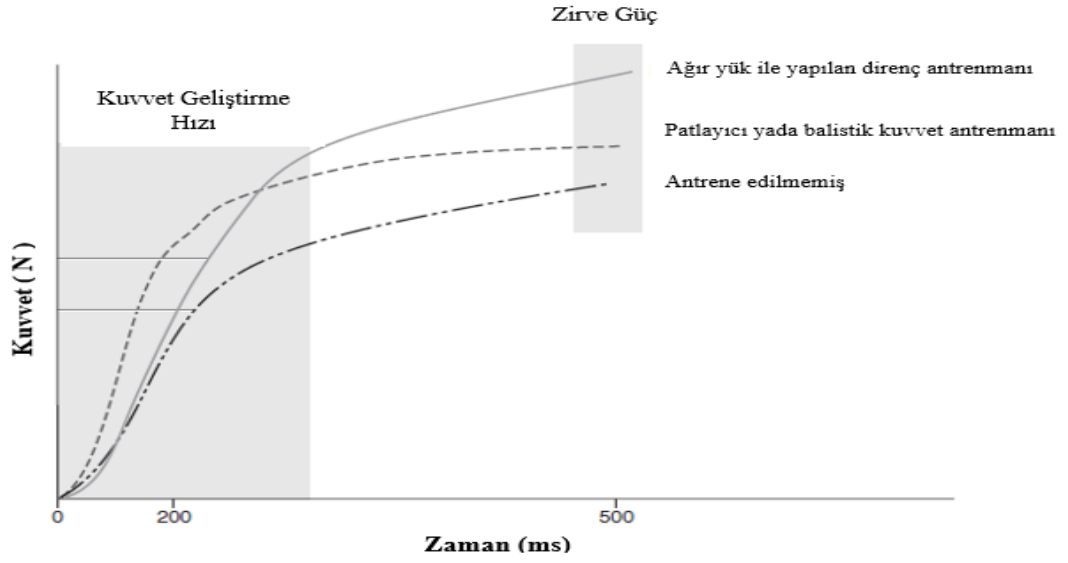


Şekil 3. Ardışık ölçümlerde KGH ve dürtü ölçümleri. (Maffiuletti ve ark. 2016'dan değiştirilerek kullanılmıştır).

Ancak balistik antrenman, maksimum kuvvet seviyelerini ağır yük ile yapılan direnç antrenmanı kadar arttıramaz. Bu nedenle, kuvvet geliştirme hızını ve güç çıkışını en üst düzeye çıkartmak için genellikle karma antrenman yöntemleri önerilir (Haff ve ark., 2001).

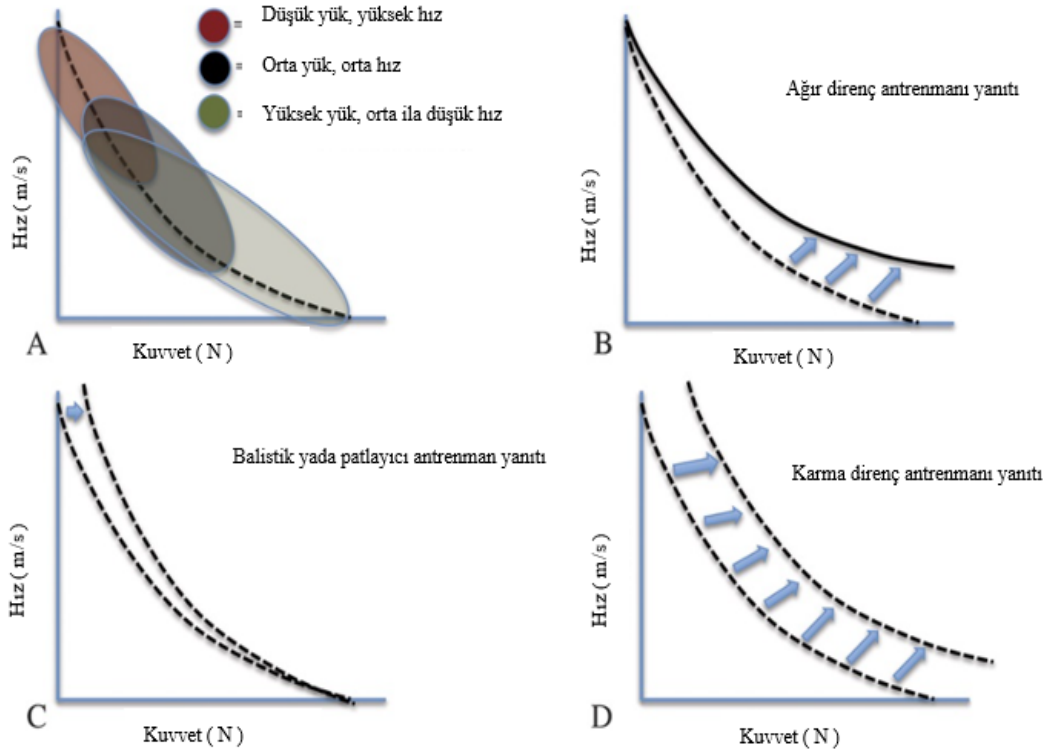
4.2. Güç Gelişimi İçin Antrenman Yöntemleri

Kuvvet-hız eğrisinde bir kaymaya (sağa ve yukarı) neden olmak için, tek başına kuvvet antrenmanı, antrenmansız bireylerde eğriyi değiştirmek için yeterli bir uyarın sağlamaktadır (Häkkinen, 1989). Fakat, antrenman yaşı daha yüksek ve daha fazla kuvvete sahip olan bireylerde sürekli performans artışları elde etmek için karma antrenman yöntemleri uygulanmalıdır (Wilson ve ark., 1993). Antrenman yaşının artmasıyla birlikte hem maksimum kuvvet hem de maksimum hızın ele alındığı bir karma yöntem antrenmanı, maksimum kuvvette ve güç çıktısında artışlar elde etmek için kullanılmalıdır. Daha spesifik olarak, karma yöntemler olmadan, kuvvet-hız eğrisi asimetric olarak (sadece kuvvet çalışılırsa kuvvet tarafı, sadece hız çalışılırsa hız tarafı) geliştirilecektir. Böylece hedeflenen antrenman etkisi, eğriyi yukarı ve sağa kaydırmaktır. Bu kayma, hem maksimum kuvvet hem de maksimum hızdaki artışlar ile beraber sonuç olarak maksimum güç çıktısını artırır (Taber ve ark., 2016).

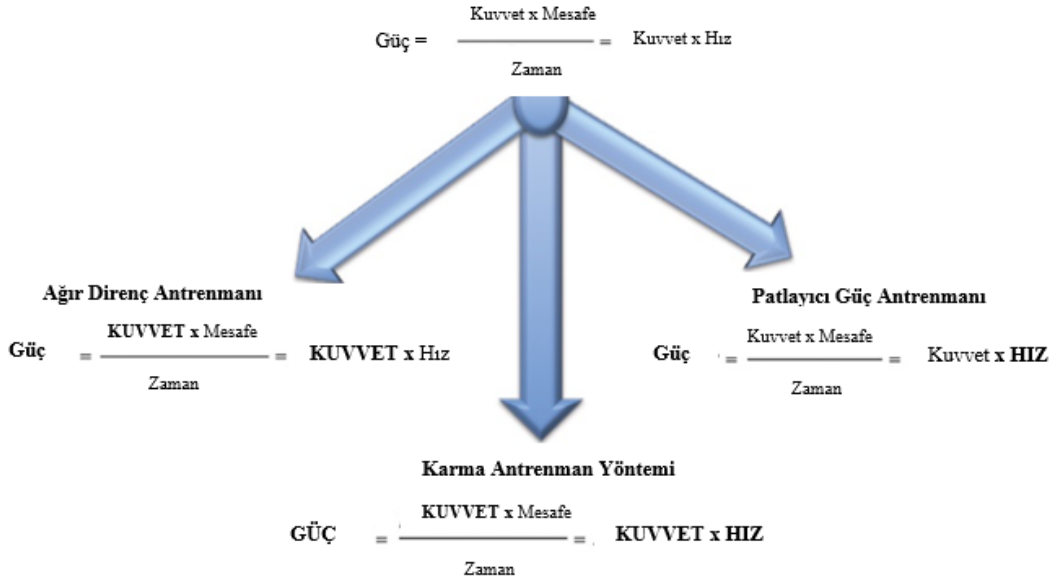


Şekil 4. Kuvvet gelişme oranını ve maksimum kuvvet üretme kapasitesini gösteren izometrik kuvvet-zaman eğrisi. (Haff ve Nimphius, 2012'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Literatür incelendiğinde sadece kuvvet veya gücü geliştirmeye odaklanan tek boyutlu (sadece kuvvet ya da hız) antrenman yaklaşımlarının, kuvvet, güç ve genel spor performans kapasitesinin gelişimini maksimize etmediği daha önceki yazarlar tarafından rapor edilmiştir (Cormie ve ark., 2007; Toji ve Kaneko, 2004; Tricoli ve ark., 2005). Ancak karma eğitim uyarılarını en üst düzeye çıkarmak için uygun bir sıralama kullanılmalıdır (Painter, 2009; Painter ve ark., 2012). Maksimum hızdan önce maksimum kuvvet antrenmanının en faydalı adaptasyonları sağladığını ve bunun kısmen performanstaki gecikmiş kazanımlara ve iskelet kasının hız sınırlamalarının kısalmasına bağlı olabileceğini göstermiştir (Harris ve ark., 2000). Bu nedenle güç çıkışını maksimize etmeye çalışırken karma antrenman yöntemleri tavsiye edilir (Cormie ve ark., 2011; Newton ve Kraemer, 1994) (Şekil 6).



Şekil 5. Kuvvet-hız eğrisini etkileyen potansiyel antrenman yöntemleri. (Haff ve Nimphius 2012'den değiştirilerek kullanılmıştır).



Şekil 6. Güç, kuvvet ve hareket hızının gelişimi ile antrenman yöntemi ilişkisi (Haff ve Nimphius, 2012'den değiştirilerek kullanılmıştır).

4.2.1. Balistik antrenman

Balistik antrenman, maksimum güç çıkışı ve atletik performanstaki artışı hedeflemek için yaygın olarak kullanılır. Balistik direnç antrenmanı, yüksek hızda kuvvet gelişiminin gerekli olduğu ve vücut kütlesi veya harici bir ağırlık gibi hızlandırılan kütlelerin havaya fırlatılabileceği egzersizleri ifade eder (Newton ve Wilson, 1993). Bu tür egzersizlerde, hareket aralığının sonunda dirençte bir yavaşlama yoktur. Balistik egzersizler patlayıcı hareketler (direnç karşı hızlı hızlanma) olarak tanımlanabilir, bu sayede vücut veya nesne patlayıcı bir şekilde tam hızlanmaya maruz kalır. Artan kuvvet üretimi yoluyla nöromusküler gücü geliştirmek için ağır yüklerin kullanıldığı geleneksel kaldırma tekniklerinden farklı olarak; balistik antrenman ile hareket becerisinin hız (ve ivme) bileşenini antrene etmek için yükü manipüle eder (Turner, 2009). Bu tür egzersizler arasında squat jump (squat veya yarı squat pozisyonu olarak ve ardından yukarı sıçrayarak), sağlık topu fırlatma pliometrisi gibi uzama-kısalma döngüsü egzersizleri ve ağırlıklı veya ağırlıksız sıçrama egzersizleri yer alır. Olimpik kaldırımlar (clean, snatch pull ve diğer güç egzersizleri varyasyonları gibi), ağırlığın hızlı bir şekilde kaldırılmasını gerektirir ve direnç havaya atılmasa da balistik bir bileşene sahiptir (Häkkinen ve ark., 1985).

4.2.2. Balistik antrenmanlarda optimal yük

Güç antrenmanı programlarındaki akut değişkenler (tekrar sayısı, set sayısı, dinlenme aralıkları) hakkında çok fazla tartışma olmasına rağmen, literatürde en verimli antrenman yükü konusunda bir fikir birliğine varılmıştır. Maksimum kas gücünü geliştirmek için bir antrenman programı tasarlarırken, bireyler kas gücü çıkışının en üst düzeye çıktığı yükü (optimal yükü) kullanarak antrenman yapmalıdır. Çünkü bu yükte yapılan antrenman, maksimum güç çıkışını arttırmak için en etkili yöntemdir (Kaneko, 1983; Kawamori ve Haff, 2004; McBride ve ark., 2002; Moritani, 1987; Wilson ve ark., 1993). Güç çıkışını en üst düzeye çıkararak bir yükü (optimal yük) yapılan antrenmanın, kas gücünde daha büyük artışlarla sonuçlandığı gösterilmiştir (Kaneko, 1983). Bu nedenle, güç gelişimi için yaygın olarak kullanılan kaldırımlarda optimal yükü belirlemek çok önemlidir. Önceki çalışmalarda squat jump egzersizinde güç çıkışını en üst düzeye çıkaracak yük kapsamlı bir şekilde araştırılmış ve optimal yükün 1MT'nin %0'ı ile %60'ı arasında olduğu bildirilmiştir (Baker ve ark., 2001; Bourque,

2002; McBride ve ark., 1999; Michael H Stone ve ark., 2003). Squat ve power clean egzersizleri için optimal yük ile ilgili çok daha az veri olmasına rağmen, önceki çalışmalar squat egzersizi için 1MT'nin yaklaşık %60'ı (Izquierdo ve ark., 2002; Siegel ve ark., 2002) ve power clean egzersizi için 1MT'nin %70-80'i kadar bir yük bildirmiştir (Gregory G Haff ve ark., 1997; Winchester ve ark., 2005). Bu nedenle, güç çıkışını optimize eden yükün squat jump egzersizinde 1MT'nin yaklaşık %0'ında, squat'ta 1TM'nin %60'ı ve power clean de 1MT'nin %70-80'i ile meydana geleceği varsayılmıştır (P. Cormie ve ark., 2007). Balistik antrenmanın yük hızlı bir şekilde hareket ettirmeye odaklandığı düşünüldüğünde, nörolojik ve fizyolojik adaptasyonların meydana geldiği mekanizma gibi görünen yükü mümkün olduğunca hızlı kaldırmak amaçlanmaktadır. Bu nedenle, gerçek hareket hızı yavaş olsa bile, sporcu yükü mümkün olduğunca hızlı hareket ettirmeye çalıştığında ağır yükler ile yapılan egzersizler gücü arttırmada etkilidir (Behm ve Sale, 1993). Periyodik antrenman programının güç fazını tasarlamasının bir diğer önemli yönü, güç antrenmanında kullanılan egzersizdir. Hem squat jump hem de power clean uygulanan yükten bağımsız olarak yüksek güç çıkışları sağlamada squat egzersizinden çok daha üstündür. Squat jump örneğin sprinterler, basketbolcular ve voleybolcular gibi hafif yükleri yüksek hızlarda hareket ettirmesi gereken sporcular için kullanılmalıdır. Buna karşılık, power clean egzersizi, örneğin olimpik halterciler ve futbol takımları gibi sahadaki talepleri ağır yükleri mümkün olduğunca çabuk hareket ettirme ihtiyacını olan sporcular için idealdir (Cormie ve ark., 2007). Ayrıca güç gelişimi için balistik ve pliometrik antrenmanlar birbirlerine benzerlik gösterse de, iki antrenman yöntemi farklı mekanizmalar yoluyla nöromüsküler gücü geliştirir. Balistik antrenman, motor ünite alımı, ateşleme sıklığı, kas içi ve kaslar arası koordinasyon olmak üzere nöral faktörleri geliştirir (Sale, 1988; Turner, 2009). Pliometrik antrenmanlar ise, elastik enerjinin depolanmasını ve kullanımını, kontraktıl ve elastik elementlerin etkileşimlerini, kontraktıl ve elastik filamanların kuvvetlenmesini ve ayrıca uzama-kısalma reflekslerini geliştirmektedir (Cormie ve ark., 2007).

4.2.3. Pliometrik antrenman

Pliometrik antrenman, atletik performansı geliştirmek için kullanılan popüler bir antrenman yöntemidir. Pliometrik kavramı 1970'lerde atletizm antrenörü olan Fred

WILT tarafından ortaya atıldığından bu yana bu antrenman yöntemine ilgi artmıştır (Ratamess, 2012). Pliometrik antrenman; uzama – kısılma döngüsü (UKD), atlama ve şok antrenmanı gibi yıllar içinde birkaç farklı anlam ve yorumu sahip olmuştur (Chu ve Meyer, 2013). Günümüzde pliometrik egzersizler, kas-tendon ünitesinin gerilmesinin (eksantrik kasılma) hemen ardından kas ünitesinin kısılmasını (konsantrik kasılma) içeren ve böylece mümkün olan en kısa sürede maksimum güce ulaşılmasını sağlayan aktiviteler olarak tanımlanmıştır (Haff ve Triplett, 2015; Wilt, 1978). Pliometrik terimi, artış anlamına gelen Yunanca “pleythyein” kelimesinden türetilmiştir (Atanasković ve Georgiev, 2013). Pliometrik egzersizin amacı, hem kas ve tendonun doğal elastik bileşenlerini hem de germe refleksini kullanarak birbirini takip eden hareketlerin gücünü arttırmaktır (Haff ve Triplett, 2015). Bir antrenman programının parçası olarak pliometriyi etkili bir şekilde kullanmak için, pliometrik egzersizin mekaniği ve fizyolojisini, pliometrik antrenman programı tasarımının ilkelerini ve belirli pliometrik egzersizleri güvenli ve etkili bir şekilde gerçekleştirme yöntemlerini anlamak önemlidir (Albert, 1995; Allerheiligen ve Rogers, 1995).

4.2.3.1. Pliometrik antrenmanın fazları

Pliometrik egzersizlerde, eksantrik (veya yükleme) aşaması, amortisman (veya geçiş) aşaması ve konsantrik (veya boşaltma) aşaması dahil olmak üzere üç farklı aşama vardır (Clark ve ark., 2019).

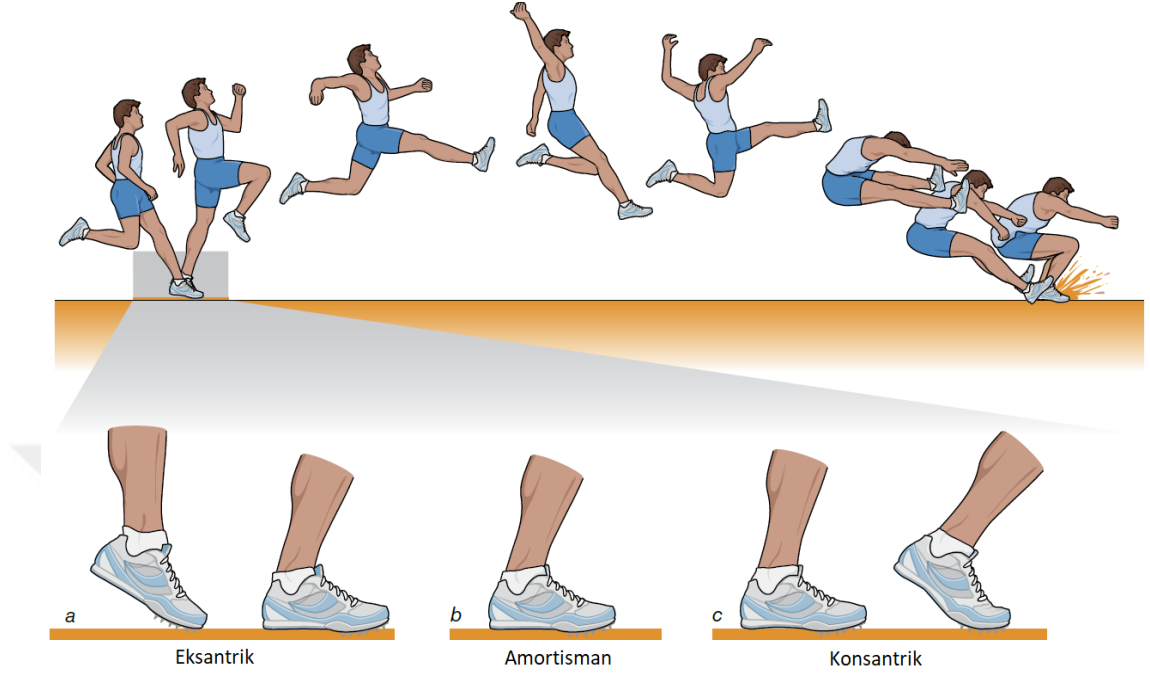
4.2.3.2 Pliometrik antrenmanların mekanizması ve fizyolojisi

Fonksiyonel hareketler ve atletik başarı, hem tüm aktif kasların düzgün çalışmasına hem de bu kas kuvvetlerinin kullanılma hızına bağlıdır. Bu kuvvet-hız ilişkisini tanımlamak için kullanılan terim güçtür. Doğru kullanıldığında, pliometrik antrenmanın kas kuvveti ve güç üretimini geliştirdiği sürekli olarak gösterilmiştir (Hewett ve ark., 1996; Svantesson ve ark., 1994). Bu artan güç üretimi en iyi iki önerilen modelle açıklanabilir: mekanik ve nörofizyolojik (Wilk ve ark., 1993).

4.2.3.3. Eksantrik faz

Bir pliometrik hareketin ilk aşaması, eksantrik fazdır. Bu fazda kas gerilerek kas içiği aktivitesi artırılır. Potansiyel enerji, bu fazda kasın elastik bileşenlerinde toplanır.

Miyotatik refleksten etkin bir şekilde yararlanabilmesi için eksantrik fazın hızlı bir şekilde gerçekleşmesi gerekir (Clark ve ark., 2019).



Şekil 7. Durarak uzun atlama ve uzama kısalma döngüsü (UKD) (a) eksantrik faz, yere temas ile başlar ve hareket bitene kadar devam eder. (b) amortisman aşaması, eksantrik fazdan konsantrik faza geçiş aşamasıdır. (c) Konsantrik faz amortisman aşamasını takip eder ve sporcunun ayağı zeminden ayrılana kadar tüm itme süresini kapsar.

4.2.3.4. İzometrik (Amortisman) faz

Bu aşama aynı zamanda geçiş fazı olarak da bilinir. Amortisman fazı eksantrik kasılmanın sonu ile konsantrik kasılmanın başlangıcı arasındaki zamanda gerçekleşir. Bu faz eksantrik ve konsantrik kasılma arasındaki elektromekanik gecikme olarak da tanımlanabilir. Elastik potansiyel enerjide kayıp olmaması ve optimum nöromusküler verim için amortisman fazının minimum sürede gerçekleşmesi gerekir. Uzatılmış bir amortisman fazı yani eksantrik fazdan konsantrik faza geçiş süresinin uzaması güç üretimini ve performansı olumsuz etkiler (Clark ve ark., 2019; Wilt, 1978).

4.2.3.5. Konsantrik faz

Konsantrik faz amortisman fazının hemen ardından meydana gelir ve kaslarda konsantrik bir kasılma gerçekleşir. Plometrik hareketin bu son aşaması, önceden gerilmiş kasların elastik özelliklerini kullanan biyomekanik tepki dahil birçok

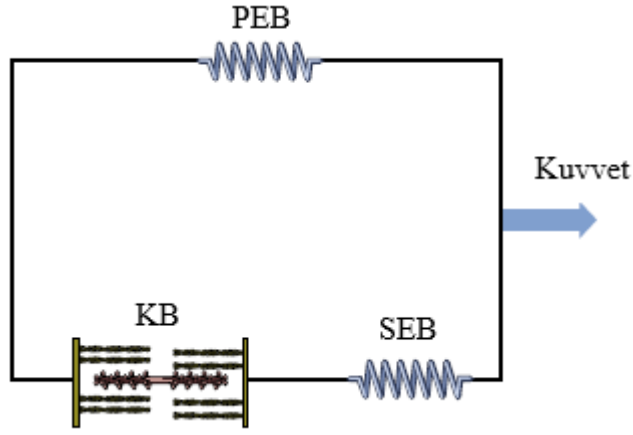
etkileşimden kaynaklanır. Bir pliometrik hareket gerçekleştirmek için bu üç fazın harmanlanması gerekir (Clark ve ark., 2019; Wilt, 1978).

4.2.3.6. Pliometrik antrenmanların mekanik modeli

Mekanik modelde kas-tendinöz bileşenlerdeki elastik enerji hızlı bir gerilmeden sonra artar ve depolanır (Asmussen ve Bonde-Petersen, 1974). Bu hareketin hemen ardından konsantrik bir kas hareketi geldiğinde, depolanan elastik enerji serbest bırakılır ve toplam kuvvet üretimi artar (Asmussen ve Bonde-Petersen, 1974; Cavagna ve ark., 1965). Hill (1970) iskelet kasının davranışını anlamaya yardımcı olacak mükemmel bir tanım (Şekil 8) sağlamıştır. Mekanik modelin birçok ögesinden, pliometrik egzersizin gücü olan seri elastik bileşendir (SEB). SEB bazı kas bileşenleri içerirken, SEB'in çoğunluğunu oluşturan tendonlardır. Eksantrik kas hareketinde olduğu gibi kas-tendon birim gerildiğinde, SEB bir yay görevi görür ve uzar; uzadıkça, elastik enerji depolanır. Kas, eksantrik hareketten hemen sonra konsantrik bir harekete başladığında depolanan enerji serbest bırakılır ve SEB'in kasları ve tendonları doğal olarak gerilmemiş konfigürasyonlarına geri döndürerek toplam kuvvet üretimine katkıda bulunmasına izin verir. Eksantrik hareketin hemen ardından konsantrik bir kas hareketi meydana gelmezse ya da eksantrik faz çok uzunsa veya eklem için geniş bir aralık gerekiyorsa depolanan enerji dağılır ve ısı olarak kaybedilir (Haff ve Triplett, 2015).

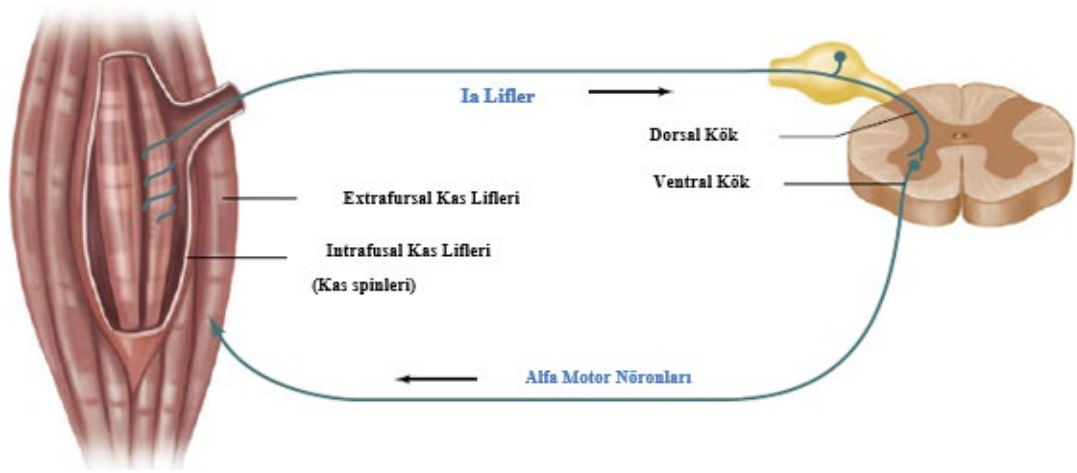
4.2.3.7. Pliometrik egzersizin nörofizyolojik modeli

Nörofizyolojik model, germe refleksi kullanılarak konsantrik kas hareketinin güçlendirilmesini (gerilmenin neden olduğu kasın kasılma bileşenlerinin kuvvet-hız özelliklerinde değişiklik) içerir (Bosco ve Komi, 1979; Bosco ve ark., 1981; Bosco ve ark., 1982; Enoka, 1994) (Şekil 9).



Şekil 8. İskelet kası fonksiyonunun mekanik modeli. Seri elastik bileşen (SEB), gerildiğinde üretilen kuvveti arttıran elastik enerjiyi depolar. Kasılma bileşeni (KB) (yani, aktin, miyozin ve çapraz köprüler), konsantrik kas hareketi sırasında kas kuvvetinin birincil kaynağıdır. Paralel elastik bileşen (PEB) (yani, epimisyum, perimisyum, endomisyum ve sarkolemma), uyarılmamış kas gerilmesi ile pasif bir kuvvet uygular. (Albert M. 1995'ten değiştirilerek kullanılmıştır).

Germe refleksi, vücut kaslarını geren dış bir uyarana istemsiz tepkidir. Pliometrik egzersizin bu refleksif bileşeni, esas olarak kas içiği aktivitesinden oluşur. Kas içikleri, bir gerilmenin hızına ve büyüklüğüne duyarlı olan proprioseptif organlardır; hızlı bir gerilme tespit edildiğinde kas aktivitesi refleks olarak artar (Guyton ve Hall, 2000; Matthews, 1990). Pliometrik egzersizler sırasında, kas içikleri hızlı bir esneme ile uyarılır ve bu da refleksif bir kas hareketine neden olur. Bu refleks yanıt, agonist kastaki aktiviteyi güçlendirir veya artırır, böylece kasın ürettiği kuvveti artırır (Bosco ve ark., 1982; Bosco ve Komi, 1979; Kilani ve ark., 1989). Mekanik modelde olduğu gibi, eğer konsantrik bir kas hareketi bir gerilmeyi hemen izlemiyorsa (yani, germe ile konsantrik hareket arasında çok uzun bir süre varsa veya çok geniş bir aralıkta hareket varsa), germe refleksinin güçlenme yeteneği reddedilir (Haff ve Triplett, 2015). Hem mekanik hem de nörofizyolojik modellerin pliometrik egzersiz sırasında görülen artan kuvvet üretimine katkıda bulunması muhtemel olsa da, her bir modelin katkıda bulunma derecesi belirsizliğini korumaktadır (Asmussen ve Bonde-Petersen, 1974; Bosco ve Komi, 1979; Cavagna ve ark., 1965; Kilani ve ark., 1989).



Şekil 9. Germe refleksinin illüstrasyonu. Kas içcikleri uyarıldığında, germe refleksi uyarılır ve Tip Ia sinir lifleri aracılığıyla omuriliğe girdi gönderilir. Omurilikteki alfa motor nöronlarla sinaps yaptıktan sonra, uyarılar agonist ektrafusal liflere giderek refleksif bir kas hareketine neden olur. (Haff ve Triplett 2015'ten değiştirilerek kullanılmıştır).

4.2.3.8. Reaktif kuvvet indeksi

Reaktif kuvvet , hızlı bir uzama-kısalma döngüsü (UKD) eylemini tamamlama, yani eksantrik fazdan konsantrik faza geçiş yapma yeteneğini tanımlar (Suchomel ve ark., 2016). UKD'yi hızlı bir şekilde kullanma yeteneği, reaktif kuvvet endeksi (RKE) hesaplanarak dikey atlama görevleri sırasında değerlendirilir. RKE genellikle, drop jump (DJ) gibi tanımlanabilir bir zemin temas süresine sahip dikey sıçrama sırasında hesaplanır. DJ, bir yükseklikten adım atmayı, inmeyi ve hemen maksimum bir sıçrama gerçekleştirmeyi içeren hızlı bir UKD etkinliğidir (Earle ve ark., 2008). RKE, pliometrik egzersizlerde optimal düşme yüksekliği için öneriler sağlamak, sporcuların pliometrik yeteneklerini karşılaştırmak veya pliometrik antrenman ilerlemesini izlemek için kullanılabilir (McClymont ve Hore, 2003). RKE, dikey sıçrama yüksekliğini zeminle temas süresine bölerek hesaplanır ve maksimum eşik 250 milisaniyedir (Young, 1995). Genel olarak, hızlı UKD zemin temas süresi ≤ 250 ms, yavaş UKD görevlerinin ise zemin temas sürelerinin ≥ 251 milisaniye içerdiği kabul edilir. RKE, belirli bir sıçrama yüksekliğine ulaşmak için kuvvetin üretildiği süreyi hesaba katarak nöromüsküler ve UKD işlevi hakkında değerli bilgiler sağlar (Flanagan ve Comyns, 2008). Literatür incelendiğinde RKE'nin hem yön değiştirme

hızı hem de sprint ve ivmelenme ile güçlü bir ilişkisi olduğu bildirilmiştir (Young ve ark., 2015). Çok yakın zamanda yapılan meta analiz çalışmasında ise erkeklerin RKE değerlerinin nasıl geliştirilebileceği incelenmiştir (Rebelo ve ark., 2022). Çalışmanın sonucuna göre hem genç hem de yetişkin sporcularda pliometrik antrenmanların RKE'yi geliştiren en iyi antrenman yöntemi olduğu rapor edilmiştir. Kuvvet antrenmanlarının ise genç sporcuların RKE gelişimini arttırırken, yetişkin sporcularda daha az etkisi görülmüştür. Bu sebeple daha ileri seviyedeki sporcuların RKE'yi geliştirmek için güç tipi egzersizler yapması tavsiye edilmiştir (Rebelo ve ark., 2022).

4.2.3.9. Tendon

Anatomik olarak, tendonlar kas orijininde/insersiyonunda ve ayrıca kaslardaki tendon kesişimlerinde bulunur. Bu karmaşık şekilde düzenlenmiş dokular, ana eylemler olarak kaslar tarafından üretilen gerilimi sonraki birime transfer ederek, böylece üretilen eklem hareketinin derecesini belirlediğinden, hareket üretiminde büyük öneme sahiptir (Benjamin ve ark., 2008; Wang ve ark., 2012). Tendonlar, enerjiyi uzatma ve depolama, geri tepme ve enerjiyi serbest bırakma yetenekleri nedeniyle SEB içinde enerji depolaması için kilit bölge olarak kabul edilir (Kubo ve ark., 1999; Lichtwark ve Wilson, 2007). Tendonlar, yaylara benzer biyomekanik özelliklere sahiptir. Mekanik enerji üretmezler, ancak enerjiyi koruyabilirler, fonksiyonel aktiviteler sırasında gücü arttırabilirler ve kasta yaralanmayı önlemek için dış kuvvetleri emebilirler (Konow ve ark., 2012; Roberts ve Azizi, 2010; Wang ve ark., 2012). Kollajen liflerinin tendonun uzun ekseni boyunca paralel düzenlenmesi, esas olarak tek yönlü olarak gerilme yüklerini kontrol etme ve iskelet kası tarafından üretilen gerilimi kemiğe iletmede tendonu oldukça etkili hale getirme yeteneği ile doğrudan ilişkilidir. Tersine bir örnek, birbirine kenetlenen bir düzenlemeye sahip olan ve böylece farklı yönlerdeki gerilim yüklerini daha fazla kontrol etme kabiliyetine sahip olan bağlardır (Kjaer, 2004; Wang ve ark., 2012).

Tendonun enerji depolama ve serbest bırakma konusundaki üstün yeteneğinin bir sonucu olarak, tüm sporcu antrenman programlarının hedefi bu yapılara iletilen bir ön gerilmeden kaynaklanan potansiyel enerjinin optimal transferi olmalıdır. Ancak bu transfer, ancak ön gerdirme boyunca kas sertliğinin geliştirilmesi yoluyla optimize edilebilir. Sertlik ve uyumluluk, bu nedenle, UKD'nin verimliliğini ve antrenmanlı

sporcularda rapor edilen gelişmiş güç çıkışını açıklarken anahtar terminolojidir (Turner ve Jeffreys, 2010).

4.3. Karma Antrenman Yöntemleri

Karma antrenman yöntemleri, maksimum sprintler ve sıçramalar gibi karmaşık beceriler sırasında nöromüsküler performansı geliştirmek için etkili alternatif antrenman yöntemi olarak kabul edilmektedir (de Villarreal ve ark., 2013; Newton ve Kraemer, 1994). Bu nedenle, antrenörler ve spor bilimciler farklı kuvvet-güç egzersizleri ve antrenman stratejileri arasındaki en iyi kombinasyonları belirlemek için önemli bir çaba sarf etmektedirler (de Villarreal ve ark., 2013; Loturco ve ark., 2016; Newton ve Kraemer, 1994). Son araştırmalar, geleneksel ağırlık kaldırma egzersizlerinin (örneğin yarım squat) ve spora özgü hareketlerin (örneğin, ağırlıklı veya ağırlıksız sıçramalar) birlikte kullanımının, farklı disiplinlerden ve farklı antrenman geçmişine sahip sporcularda hız ve güç yeteneklerini arttırmak için oldukça etkili olabileceğini göstermiştir (Alves ve ark., 2010; de Villarreal ve ark., 2013; Newton ve Kraemer, 1994). Bu bağlamda, egzersiz seçiminin beklenen uyarlamaların büyüklüğünü ve yönünü belirlemede anahtar rol oynadığı görülmektedir (Young ve ark., 2001). Bu nedenle, dinamik spor görevlerinin mekanik özelliklerini daha iyi taklit eden (veya en azından yeniden üreten) fonksiyonel egzersizlerin uygulanması, elit sporlarda önemli ve kritik bir konu gibi görünmektedir (Young, 2006).

4.3.1. Aktivasyon sonrası potansiyasyon

Yüksek kas kuvveti ve gücü üretebilme yeteneği, farklı spor dallarında en önemli faktörlerden biri olarak kabul edilir (Nuzzo ve ark., 2008). Bu nedenle, direnç antrenmanında dış yüklerin kullanımı (Channell ve Barfield, 2008; Christou ve ark., 2006; Fatouros ve ark., 2000), pliometrik antrenmanda vücut ağırlığı egzersizlerinin kullanımı (Markovic, 2007; Matavulj ve ark., 2001) veya her ikisinin kombinasyonu dahil olmak üzere, bu nitelikleri geliştirmek için farklı sistem ve yöntemleri analiz eden birçok çalışma bulunmaktadır (Hernández-Preciado ve ark., 2018).

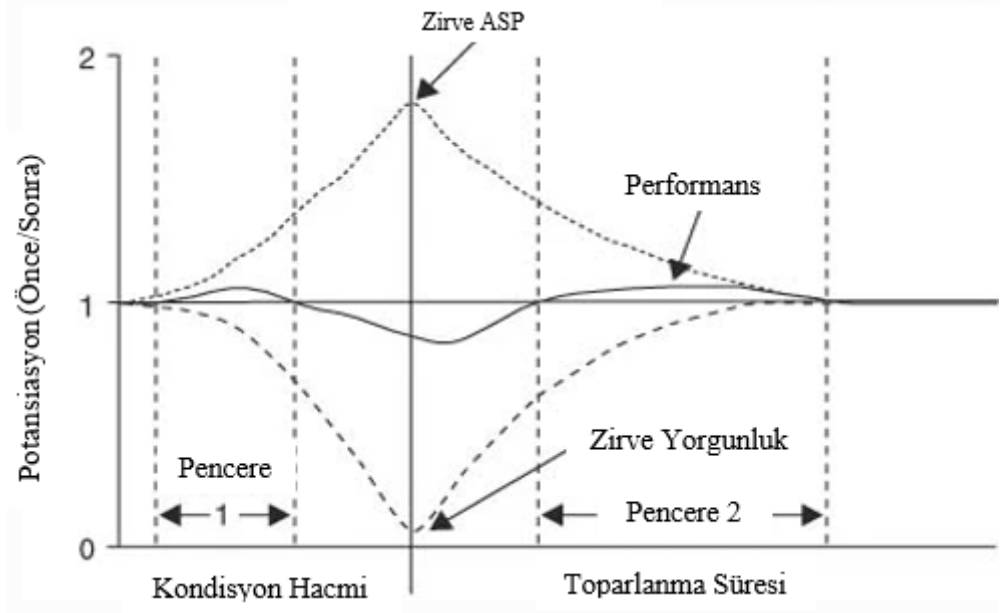
Aktivasyon sonrası potansiyasyon (ASP); yüksek yoğunluklu egzersize dayalı bir ısınmadan sonra ASP'nin uyarıldığı ve dolayısıyla kas fonksiyonunu etkileyen diğer faktörlerin kasılma uyarımları tarafından onaylanmadan (örneğin, kas sıcaklığı,

aktivasyon seviyesi/öğrenme) istemli bir kuvvet veya güç artışını tanımlamak için kullanılmıştır (Blazevich ve Babault, 2019). ASP etkili bir şekilde kullanılırsa pliometrik egzersizin antrenman uyarıcısını arttırmak için bir güç antrenmanı rutinine uygulanabilir (Docherty ve Hodgson, 2007; Daniel W Robbins, 2005). Müsabakadan önce ASP'yi kullanmak, sıçrama, fırlatma ve sprint gibi aktivitelerde performansı arttırmak için geleneksel ısınmalardan daha iyi sonuçlar verebilir (Güllich ve Schmidtbleicher, 1996). Patlayıcı olarak gerçekleştirilen bir efordan sonra performans, yorgunluk etkisinden dolayı olumsuz olarak veya ASP olumlu olarak etkilenebilir. Bu nedenle performans, yorgunluk etkileri dağıldığında ancak güçlenme etkileri hala kaldığında en üst düzeye çıkarılacaktır, çünkü genel etkiler yalnızca yorgunluk ve güçlenme arasındaki dengedir (Hodgson ve ark., 2005). ASP'nin altında yatan mekanizmalar tam olarak bilinmemekle beraber önerilen iki mekanizması vardır. Birincisi, aktin-miyozini sonraki kas kasılmaları sırasında sarkoplazmik retikulumdan salınan kalsiyuma daha duyarlı hale getiren miyozin düzenleyici hafif zincirlerin fosforilasyonudur (Grange ve ark., 1993; Judge, 2009; Sweeney ve ark., 1993; Vandenboom ve ark., 1995). Son araştırmalar bu fenomeni esas olarak, aktin-miyozin etkileşimini sarkoplazmik retikulum tarafından salınan kalsiyuma karşı daha duyarlı hale getiren düzenleyici miyozin hafif zincirinin fosforilasyonu gibi kasın kendisinde lokalize olan fizyolojik olaylara bağlamıştır (Grange ve ark., 1993; Sale, 2002; Sweeney ve ark., 1993). Bunun sonucu olarak her ardışık kasılmada kuvvette artış meydana gelir. İkincisi, pliometrik egzersizlerden önce yapılan kuvvet antrenmanının, omurilikte artan sinaptik uyarılmaya neden olması (H-Refleks) ve bunun da, sinaptik sonrası potansiyellerin artmasına ve ardından ilgili kas gruplarının kuvvet üretme kapasitesinin artmasına (motor ünite alımının artması) neden olmasıdır (Rassier ve Herzog, 2002). Tip II lif oranına sahip kaslar ASP için en büyük potansiyele sahip lif tipidir (Grange ve ark., 1993; Hamada ve ark., 2000; Young ve ark., 1995). Ayrıca ASP kısa kasılma süresine sahip kaslarda daha fazladır (Gordon ve ark., 1990; Hamada ve ark., 2000; Vandenboom ve ark., 1993). Kas lifi tipine bağlı olarak, Tip II kas liflerine bağlı olan maksimum yoğunluktaki aktivitelerde (yani sprint, halter, fırlatma, atlama) bulunan sporcular, spor performanslarında yer alan kaslarda da en büyük ASP'yi göstereceklerdir (Requena ve ark., 2011). Bunların haricinde pennasyon açısındaki değişikliklerin ASP'ye katkıda bulunabileceğini

gösteren kanıtlar da vardır (Tillin ve Bishop, 2009). Bir kasın pennasyon açısı (fasiküller ve iç aponevroz tarafından oluşturulan açı), bağ dokusu/tendon ile ilgili olarak kas liflerinin oryantasyonunu yansıtır (Folland ve Williams, 2007). Bu nedenle pennasyon açısı tendonlara ve kemiklere kuvvet iletimini etkiler (Folland ve Williams, 2007; Fukunaga ve ark., 1997). Kas kasılması sırasında ilgili tendona uygulanan tüm bireysel liflerin kuvvetlerinin toplamı, bir $\cos\theta$ faktörü kadar azaltılır (burada θ = pennasyon açısı) (Fukunaga ve ark., 1997). Sonuç olarak, daha küçük pennasyon açıları tendona kuvvet iletimi açısından mekanik bir avantaja sahiptir (Folland ve Williams, 2007; Fukunaga ve ark., 1997).

4.3.1.1. ASP-yorgunluk ilişkisi

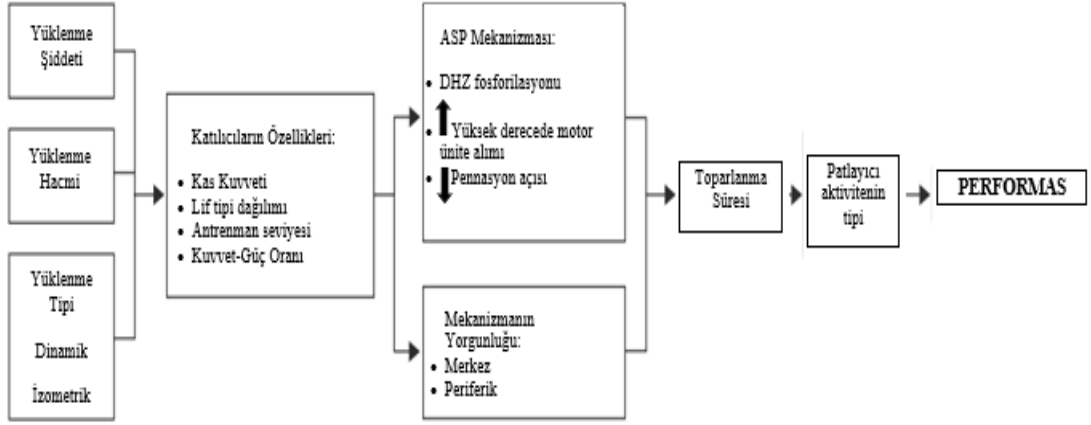
ASP ve yorgunluk arasındaki denge ve sonraki patlayıcı kasılmalar üzerindeki etkisi daha önceki çalışmalarla gözlemlenmiştir. Yüklenmeden hemen sonra, izometrik KGH'de bir azalma gerçekleştiğini veya değişiklik olmadığını, ancak yeterli bir toparlanmanın ardından (4,5–12,5 dakika arası yada 15 dakika) izometrik KGH'de önemli artışlar olduğunu bildirdiler (Gilbert, 2001; Güllich ve Schmidbleicher, 1996). Başka bir çalışmada 8-12 dakika ve 5 dakikalık dinlenmeden sonra dikey sıçrama (countermovement jump) zirve gücünde (Kilduff ve ark., 2007) ve 30 metre sprint performansında bir artış bildirmişlerdir (Chatzopoulos ve ark., 2007). Ayrıca, yorgunluk, toparlanmanın ilk aşamalarında daha baskın görünmektedir ve sonuç olarak, sonraki istemli aktivite performansı azalmakta ya da değişmemektedir. Bununla birlikte yorgunluk, ASP'den daha hızlı bir oranda azalır ve toparlanma periyodu sırasında bir noktada performansın artışı gerçekleştirilebilir (Tillin ve Bishop, 2009) (Şekil 10).



Şekil 10. ASP ile ön yüklenme protokolünü (kondisyon) izleyen kasılma-yorgunluk arasındaki varsayımsal ilişkinin bir modeli. Yüklenme hacmi düşük olduğunda, ASP yorgunluktan daha baskındır ve sonraki patlayıcı performansta bir potansiyon (sonra/önce) hemen gerçekleştirilebilir (pencere 1). Kondisyon hacmi arttıkça, yorgunluk baskın hale gelir ve sonraki performansı olumsuz etkiler. Ön yüklenmeyi takiben, yorgunluk, ASP'den daha hızlı bir oranda dağılır ve toparlanma periyodu sırasında bir noktada patlayıcı performansta potansiyon gerçekleştirilebilir (pencere 2). (Tillin ve Bishop, 2009'dan değiştirilerek kullanılmıştır).

4.3.2. Kompleks ve kontrast antrenman

Kuvvet antrenmanı ve pliometrik antrenmanın her biri, atletik performansın geliştirilmesine yardımcı olan fizyolojik adaptasyonlarla sonuçlanır. Kuvvet ve kondisyon uzmanları, sporcuların atletik performans ve kas gücünü geliştirmek için hem ağırlık hem de pliometrik antrenmanı antrenman programlarına dahil etmelidirler (Ebben, 2002). Hem ağır yük-düşük hızlı egzersizleri hem de hafif yük-yüksek hızlı pliometrik hareketleri birleştiren antrenman metodolojilerinin atlama, sprint ve yön değiştirme gibi patlayıcı görevlerde performans artışlarıyla sonuçlanması beklenebilir.



Şekil 11. Ön yüklenme sonrası gönüllü bir patlayıcı aktivite performansını etkileyen karmaşık faktörler. Yüklenme yoğunluğu, hacmi ve türü, katılımcı özelliklerine bağlı olarak bireyleri farklı şekilde etkileyecektir. Toplu olarak bu faktörler, aktivasyon sonrası potansiyon (ASP) ve yorgunluk mekanizmalarının etkilenme derecesini etkileyecektir. ASP mekanizmaları ve yorgunluk arasındaki etkileşim, ön yüklenmeden sonraki performans için potansiyon sağlanıp sağlanamayacağını ve potansiyonu gerçekleştirmek için gereken toparlanma süresini belirleyecektir. Bununla birlikte, önceki etkileşimlerden bağımsız olarak, bazı patlayıcı faaliyetlerin ön yüklenmeye tepkisi, diğer patlayıcı faaliyetlerin tepkisinden farklı olabilir. **DHZ** =düzenleyici hafif zincir. (Tillin ve Bishop, 2009'dan değiştirilerek kullanılmıştır).

Daha önce yukarıda bahsedildiği üzere, kombine antrenmanlar kuvvet gelişimi için daha ağır yükleri kullanırken aynı zamanda hafif yüklü yüksek hız kullanılarak hızla özgü sinirsel adaptasyonların gerçekleştirilmesine izin verir (Cormie ve ark., 2011). Bunu göz önünde bulundurarak geçtiğimiz on yıllarda 2 kombinasyon eğitim yöntemi ortaya çıkmıştır: Kompleks (Alves ve ark., 2010; Braulio Cavaco ve ark., 2014; Freitas ve ark., 2017; Freitas ve ark., 2019) ve kontrast antrenman (Fathi ve ark., 2019; Kobal ve ark., 2017; Ronnestad ve ark., 2008; Santos ve Janeira, 2008). Her iki protokol de kuvvet ve güç/pliometrik egzersizleri aynı antrenman seansında birleştirir, ancak kompleks ve kontrast antrenman terimleri bazen birbirinin yerine kullanılsa da, bu yöntemler arasında temel bir fark vardır: bu fark antrenman içerisindeki egzersiz sırasıdır (Cormier ve ark., 2020). Kompleks antrenman; biyomekanik olarak benzer yüksek yüklü ağırlık egzersizlerini, set için ayarlanmış daha hafif yüklü güç egzersizleri ile değiştiren kombinasyon antrenman (örn; squat egzersizi setinin tamamlanmasının ardından squat jump hareketini gerçekleştirmek) olarak tanımlanır (Docherty ve ark., 2004; Ebben, 2002; Freitas ve ark., 2019; Hodgson ve ark., 2005;

Perez-Gomez ve Calbet, 2013). Kompleks antrenman ile ilgili olarak, ağır direnç uyarısının motonöron uyarılabilirliğini arttırdığı ve muhtemelen sonraki patlayıcı egzersizler için optimal antrenman koşulları yarattığı öne sürülmüştür (Ebben, 2002). Ek olarak, ASP, bu yöntemin potansiyel faydalarını açıklayan olası bir mekanizma olarak önerilmiştir (Docherty ve Hodgson, 2007; Gołaś ve ark., 2016). Teorik olarak, bir yüklenmeden sonra miyozin hafif zincirlerinin fosforilasyonu, daha yüksek ATP aktivitesi ve kasılma yeteneği, daha yüksek dereceli motor alımının kullanımı ve Tip II kas lifleri gibi farklı fizyolojik yönler nedeniyle bir biomekanik olarak benzer sonraki egzersizde güç çıktısını artırır (Docherty ve Hodgson, 2007; Seitz ve Haff, 2016; Tillin ve Bishop, 2009).

Genellikle kompleks antrenman protokolleri, belirli bir spor disiplininin teknik özel becerileri ile olimpiik-powerlift egzersizlerinin kombinasyonuna dayanır. Bu nedenle literatürde kullanılan egzersizin türü (patlayıcı, izometrik veya pliometrik) ve egzersiz çiftleri arasındaki sürelerde (dinlenme olmadan ya da 3 ila 18 dakika arasında bir dinlenme aralığı ile) genellikle farklılık gösteren diğer yöntemler ortaya çıkmaktadır (Cavaco ve ark., 2014). Çoğunlukla, egzersiz çiftleri arasındaki dinlenme süreleri, aktivasyon sonrası potansiyelin gözlemlenmesi için önemlidir. Bu süreler ayırdır ve sporcunun güç ve deneyim düzeyine bağlıdır (Kilduff ve ark., 2007; Kotzamanidis ve ark., 2005; Santos ve Janeira, 2008; Tricoli ve ark., 2005).

Son zamanlarda kompleks antrenman yöntemi çeşitli spor dallarında başarıyla uygulanmaktadır. Literatür incelendiğinde; ragbi sporcularıyla yapılan bir çalışmada dört antrenman seansından sonra sprint değerlerinde önemli gelişmeler tespit edildi (Comyns ve ark., 2010). Başka bir çalışmada yazarlar, on haftalık bir kompleks antrenman programının genç basketbolcularda kuvvet seviyelerinde performans artışı bulmuşlardır (Santos ve Janeira, 2008). Yine başka bir çalışmada genç futbolcular üzerine yapılan bir çalışmada altı haftalık antrenmandan sonra sprint ve dikey sıçrama performansında önemli artışlar tespit etmişlerdir (Alves ve ark., 2010). Yine futbolculara yapılan başka bir çalışmada; futbol antrenmanına 6 haftalık kompleks antrenmanın eklenmesi, genç sporcuların fiziksel uygunluk ve motor becerilerini geliştirmede, özellikle şut verimliliğini artırmada etkili bir yöntem olduğunu bildirilmiştir (Cavaco ve ark., 2014).

Kontrast antrenman; güç egzersizlerinin set içine dağıtıldığı her maksimum hareketin ardından biyomekanik olarak eşleştirilmiş bir güç egzersizinin yapılmasını içerir (Dobbs ve ark., 2015; Fathi ve ark., 2019; Kobal ve ark., 2017; Ronnestad ve ark., 2008; Santos ve Janeira, 2008). Kontrast antrenman, aynı seansta kuvvet-hız eğrisinin her iki ucunu da vurgulamayı amaçlayan bir güç antrenmanı örneğidir. Kontrast antrenman sporcular tarafından sıklıkla kullanılır; ancak bu yöntem, sporcu olmayanlar için de kuvvet ve gücü korumanın/arttırmanın etkili bir yöntemi olarak önemli olabilir. Kontrast antrenman protokolleri, genellikle ağır bir yükten sonra (back squat gibi) 1 ila 4 dakika arasında olan bir dinlenme verilerek biyomekanik olarak benzer bir hafif yük, yüksek hızlı eylemler (dikey sıçramalar gibi) hareketlerini içerir. Bu antrenman yönteminin farklı kasılma mekanizmalarını devreye sokabileceğinden gücü artırmak için çok verimli olduğu düşünülmektedir. Aslında, bu yüksek ve düşük yük yoğunluğu kombinasyonları ile çeşitli güç antrenman yöntemleri yaygın olarak kullanılmıştır (Baker, 2001a, 2001b; Kawamori ve Haff, 2004). Bu nedenle kontrast antrenman, nöromüsküler sistemin bir ASP varsayımıyla desteklenen bir yöntemdir (Docherty ve ark., 2004; Maio Alves ve ark., 2010; Robbins, 2005). Kontrast antrenmanın, çok çeşitli performans değişkenlerine daha fazla transfer ile sonuçlanan geniş nöromüsküler adaptasyonlar sağladığı varsayılmıştır (Argus ve ark., 2012; Harris ve ark., 2000).

Literatür incelendiğinde kompleks ve kontrast antrenman ile ilgili yapılan bir meta analizde (Cormier ve ark., 2020), takım sporlarında alt vücut gücünü, dikey sıçrama yüksekliğini, sprint performansını ve yön değiştirme yeteneğini artırmak için etkili antrenman yöntemleri olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre istatistiksel olarak farklılık bulunmamasına rağmen kompleks antrenman yönteminin daha fazla kazanımlara yol açtığı rapor edilmiştir. Uzun süreli müsabaka sezonlarında (8 aydan uzun) kontrast ve kompleks antrenman yöntemlerini kullanmak antrenmanda değişiklik sağlamak, monotonluğu en aza indirmek ve sporcuların katılımını arttırmak için yararlı yöntemler olabilir (Cormier ve ark., 2020). Başka bir meta analiz çalışmasında (Freitas ve ark., 2017); 6 haftadan uzun süren, haftada 2 antrenman ve 85% 1MT'den daha hafif yüklere sahip kontrast antrenmanları; sprint performansını arttırmak yeterli görünmektedir. Dikey sıçrama ile ilgili olarak, 6 haftadan uzun, 85% 1RM'nin altındaki toplam 12 veya daha fazla kontrast antrenman ve 2 dakikadan uzun

dinlenme periyodu sıçrama hareketlerinin daha sık olduğu takım sporu (voleybol, basketbol) sporcuları üzerinde etkili gibi görünmektedir. Sonuç olarak kompleks ve kontrast antrenman yöntemleri çeşitli nöromusküler performansı geliştirmek için spora özgü antrenmanlarda kullanılabilir (Cormier ve ark., 2020).

4.3.3. Fransız kontrast metodu

Fransız kontrast metodu (FKM) aslen Fransız atletizm antrenörü Gilles Cometti tarafından geliştirilmiştir. Bu özel yöntemi tanımlamanın en iyi yolu, bunun karmaşık ve kontrast antrenman yöntemlerinin bir kombinasyonu olduğunu söylemektir. Bu yöntem 4 ardışık egzersizden oluşur: maksimuma yakın bir yük ile yapılan bileşik bir direnç egzersizi (1MT %80-90), biyomekanik olarak benzer bir pliometrik egzersiz, güç üretimini en üst düzeye çıkarmaya çalışan bir direnç egzersizi veya ağırlıklı sıçrama (1MT %30) ve son olarak, kısa bir yer temaslı (yardımlı) pliometrik egzersiz. Tüm egzersiz setinin gerçekleştirilmesinden sonra, yorgunluk etkilerini dağıtmak için dinlenme süresine izin vermek gerekir. Yüzeysel olarak; karmaşık ve kontrast antrenman yöntemlerin birleşim gibi görünse de, uyardığı fizyolojik ve nöral adaptasyon bu antrenman yöntemini özellikle yüksek oranda kuvvet üretimi gerektiren branşlar olmak üzere, spor performansını arttırmak için çok daha üstün bir yöntem haline getirmektedir (Dietz ve Peterson, 2012).

Karmaşık veya kontrast antrenmanla karşılaştırıldığında, FKM çok daha fazla miktarda stres (fiziksel olarak) uygular ve bunun sonucunda patlayıcı kuvvet ve hız dayanıklılığında çok özel sonuçlar elde edilir. FKM ile karmaşık veya kontrast antrenmanı arasındaki temel fark, sporcunun patlayıcı gelişimi için bir dizi yöntemi kullanmasıdır. Dört egzersiz protokolünü kullanan FKM, sporcunun fizyolojik tepkisini daha da ileri götürerek alaktik veya anaerobik çalışma kapasitesinin kullanımını artırmaya zorlar. Basitçe söylemek gerekirse FKM, sporcuyu daha uzun süreler boyunca güçlü kılar ve parametre içinde daha fazla adaptasyonu teşvik eder (Dietz ve Peterson, 2012). FKM, literatürde bildirilen diğer karmaşık antrenman yöntemleri ile benzer veya hatta daha fazla performans faydaları sunar (Tsoukos ve ark., 2016). FKM diğer karma antrenman yöntemlerinden ayıran en önemli özelliği, doğası gereği daha fazla pliometrik antrenman içermesinden dolayı UKD'yi olumlu

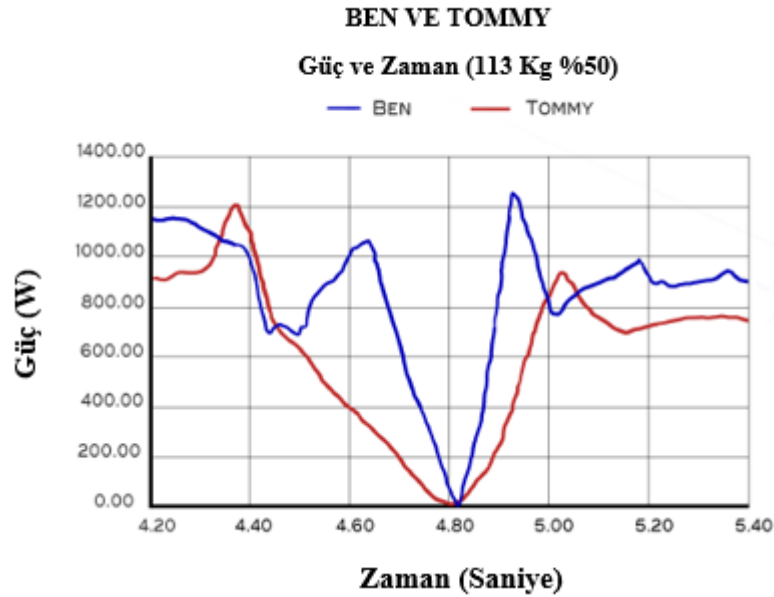
etkilemesi ve eksantrik fazdan konsantrik faza geçişin kısılması ile daha fazla performans artışıyla sonuçlanmasıdır (Bosco ve ark., 1982; Komi, 2003).

4.3.4. Trifazik antrenman

Yakın geçmişte iki araştırmacı hareketin eksantrik, izometrik ve konsantrik fazlarını blok antrenman yöntemi ile ayrı ayrı antrene eden ve “trifazik antrenman modeli” (TAM) olarak adlandırılan popüler bir yaklaşım ortaya koymuşlardır. Bu antrenman modelinin amacı; her bir kasılma fazını (eksantrik-izometrik-konsantrik) ayrı ayrı antrene ederek konsantrik fazla sonlanan hareketin güç çıktısını optimal seviyede yükseltmektir. Böylece, sporcunun reaktif kuvvetini arttırarak daha fazla patlayıcı kuvvet ortaya çıkartması amaçlanmaktadır (Dietz ve Peterson, 2012).

4.3.4.1. Eksantrik faz

Eksantrik bir hareket, kasın proksimal ve distal bağlantılarının (vücudun merkezine en yakın ve en uzak) birbirinden ters yönlerde hareket etmesi olarak tanımlanabilir. Literatürde diğer bir tanım olarak, uygulanan bir yükün kuvveti nedeniyle kas gerildiği için bu genellikle uzama (veya gevşeme) fazı olarak adlandırılır. Her dinamik hareket, eksantrik bir kas hareketiyle başlar. Kasın eksantrik olarak gevşemesi, kası önceden yükleyen ve patlayıcı olarak konsantrik dinamik bir harekette kullanılacak kinetik enerjiyi depolayan bir dizi fizyolojik olayı harekete geçirir (Dietz ve Peterson, 2012).



Şekil 12. Maksimum dinamik kasılma sırasında kuvveti absorbe etme ve yer değiştirme yeteneklerini karşılaştıran grafik. Eksantrik kuvveti daha hızlı absorbe edebilen sporcunun, konsantrik fazda daha yüksek bir güç çıkışına sahip olacaktır. (Dietz ve Peterson, 2012'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Sporcular bir hareketin eksantrik fazını çalıştırdıklarında, aslında kuvvet gelişimine katkıda bulunan iki fizyolojik süreci çalıştırırlar. Bunlardan biri vücuttaki en güçlü insan refleksi olan germe refleksi diğeri ise UKD'dir. Gerilme refleksinin net kuvvet üretimi, iki proprioseptif sinir sinyalinin toplamından oluşur:

- 1- Nöromusküler uyarıcılar olarak hareket eden kas içcikleri
- 2- Nöromusküler inhibitörler olarak işlev gören Golgi tendon organları (GTO)

Gerilme refleksi, kas liflerine paralel uzanan kas içcikleri adı verilen kas içi duyu reseptörleri tarafından indüklenir. İçciklerin görevi, bir kasa etki eden kuvvet miktarı hakkında merkezi sinir sistemi aracılığıyla beyne bilgi iletmektir. Bir kas üzerindeki gerilme veya kuvvet arttıkça, kas içiği beyne (afferent nöral yol) bilgiyi iletir ve ona etki eden kuvveti yenmek ve orijinal uzunluğuna geri dönmek için ne kadar şiddetli kasılması gerektiğini söyler. Kas içiğinin sinyali ne kadar büyükse, beyinden gelen kasılma sinyali (efferent nöral yol) o kadar sert olur. Kas içiğinin birincil işlevi, beyne bir yükün üstesinden gelmek için bir kası ne kadar şiddetli kasma gerektiğini söylemektir (Dietz ve Peterson, 2012).

Kas içcikleri ne kadar kasılması gerektiğini bildirirken, golgi tendon organları (GTO) beyne ne zaman gevşemesi gerektiğini söyler. GTO, kasları kemiğe bağlayan tendonların içinde bulunur. Uzunluktaki değişiklikleri ölçen kas içciklerinin aksine, GTO bir kasa uygulanan kuvvetteki değişiklikleri ölçer. GTO gibi inhibitör mekanizmalar, kasların bağ dokularının tolere edebileceğinden daha fazla kuvvet uygulamasını önlemek için gereklidir. Buna otojenik inhibisyon denir (Dietz ve Peterson, 2012).

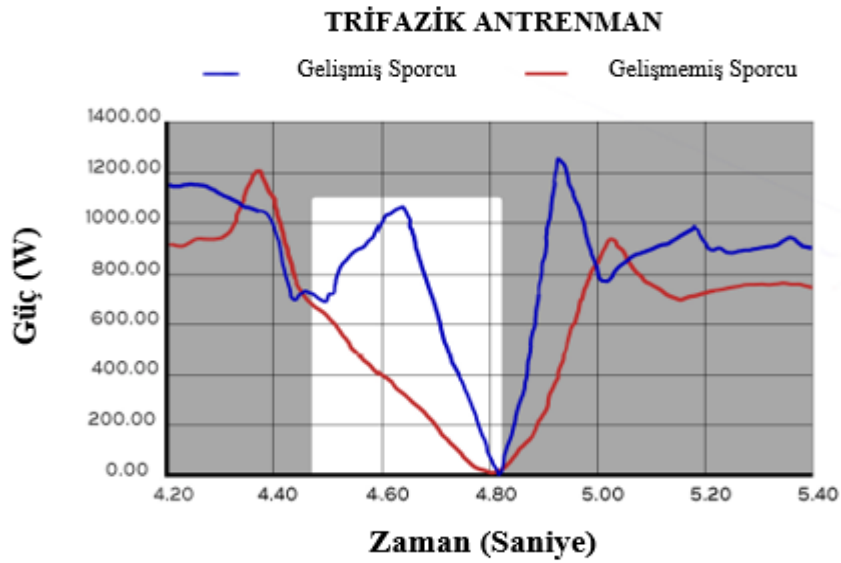
Özetle; eksantrik fazın amacı, kas içiği, merkezi sinir sistemi ve kas arasındaki afferent/efferent nöral yolun nöromusküler senkronizasyonunu iyileştirirken, GTO'yu duyarsızlaştırarak, sporcunun engelleyici bir GTO refleksini tetiklemeden daha yüksek güç seviyelerini absorbe etmesine izin vermektir. Eksantrik olarak daha fazla kinetik

enerji absorbe edebilen sporcu, daha fazla konsantrik kuvvet üretebilecek ve ikinci fizyolojik kas hareketi olan UKD'den yararlanabilecektir (Dietz ve Peterson, 2012).

4.3.4.2. İzometrik faz

İzometrik faz, hem açıklanması en zor hem de anlaşılması en önemli olan üç aşama arasında benzersiz bir zorluk teşkil eder. Süresi nedeniyle tarif etmek zordur; neredeyse ayırt edilemez bir başlangıç ve bitiş ile pratik olarak anlaktır. Esasen izometrik faz, emilen eksantrik enerjiyi patlayıcı, konsantrik eylemlere dönüştüren tüm kas hareketlerinin enerji aktarım istasyonudur. Bir izometrik eylem, bir kasın proksimal ve distal bağlantılarının birbirine göre hareket etmediği eylem olarak tanımlanabilir; kas uzunluğu sabit kalır. Bir kas tarafından uygulanan kuvvet, bir yük tarafından uygulanan kuvvete eşit olduğunda ortaya çıkar (Dietz ve Peterson, 2012).

Eksantrik faza benzer şekilde, izometrik fazın eksantrik kasılmadan konsantrik kasılmalara kuvvet transferini en üst düzeye çıkarmak için antrene edilmesi gereken iki nörolojik süreci vardır. Kasların, eksantrik bir kasılmayı yavaşlatma ve durdurma örneğinde olduğu gibi, kuvvet üretim düzeylerini arttırması gerektiğinde, iki seçeneği vardır: motor ünite alımı (ateşleyen kas liflerinin sayısının arttırmak) ve ateşleme hızının arttırmak (rate coding) (Dietz ve Peterson, 2012). Eksantrik fazdan konsantrik faza enerji aktarım kanalını en üst düzeye çıkarmak için, bir sporcunun hızlı gelişen, geçiş yapan, izometrik bir kasılmaya ihtiyacı vardır.

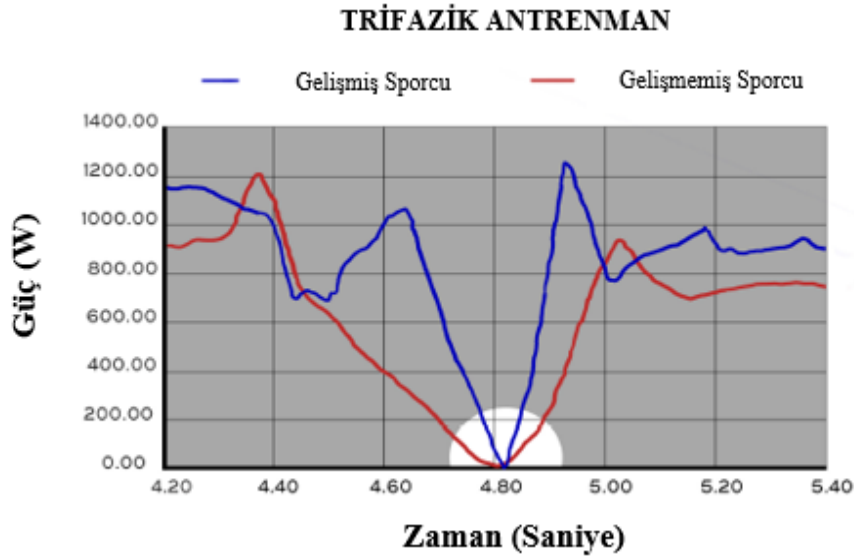


Şekil 13. İyi antrene edilmiş bir germe refleksinin ve GTO'yu inhibe etmenin önemini gösteren grafik. Gelişmiş atlet (mavi çizgi), gelişmemiş atletten (kırmızı çizgi) daha yüksek eksantrik kuvveti emebilir. Bu da konsantrik faz sırasında daha yüksek kuvvet üretimi oranlarına ve daha yüksek güç çıktıklarına yol açar. (Dietz ve Peterson, 2012'den değiştirilerek kullanılmıştır).

Eksantrik ve konsantrik fazlar arasındaki herhangi bir gecikme, enerji ısı olarak dağılmaya başlayacaktır ve UKD'de enerji kaybına neden olacaktır (Dietz ve Peterson, 2012).

4.3.4.3. Konsantrik faz

Üç fazlı modelin konsantrik fazı bir kasın proksimal ve distal bağlantılarının birbirine doğru hareket ettiği bir eylemdir. Bir yükün üstesinden gelmek için yeterli kuvvet üreten, kasın uzunluğunu kısaltan bir kasılma anlamına gelir (Dietz ve Peterson, 2012). Konsantrik antrenmanın amacı, kaslar arası koordinasyonu en üst düzeye çıkarmak, motor ünite alımını artırmak ve kuvvet üretimini en üst düzeye çıkarmaktır. Genel olarak, dinamik hareketlerin konsantrik fazı, eksantrik veya izometrik fazlardan çok daha karmaşık bir motor görevdir. Bunun nedeni, dinamik konsantrik eylemlerin, yüksek düzeyde bir kuvvet çıkışı üretmek için çok sayıda nöromüsküler sistem arasında önemli miktarda koordinasyon ve senkronizasyon gerektirmesidir.



Şekil 14. Farklı izometrik kasılmaları ve bunların sonucunda ortaya çıkan konsantrik kuvvet geliştirme hızını (KGH) vurgulayan örnek. Grafiğin beyaz bölümüne bakarken,

gelişmiş sporcunun (mavi çizgi) "V"nin altında çok daha iyi tanımlanmış bir noktaya sahiptir. Bu nokta gelişmiş sporcunun izometrik kasılmasıdır. Bunu, gelişmemiş sporcunun (kırmızı çizgi) izometrik kasılması için çok daha geniş, neredeyse yuvarlak noktayla karşılaştırın. "V"nin açısı ne kadar dar olursa, ardışık konsantrik kasılma o kadar dik olur (Artmış KGH). (Dietz ve Peterson, 2012'den değiştirilerek kullanılmıştır).

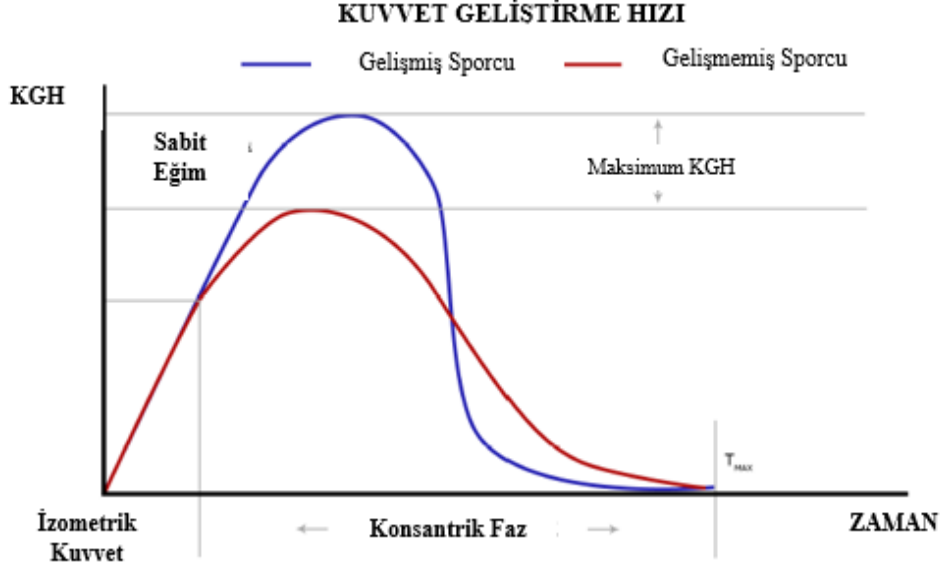
Dinamik bir konsantrik kasılma, yukarıda bahsedilen her nöromusküler (motor ünite alımı, germe refleksi, ateşleme hızı, UKD vd.) mekanizmanın doruk noktasıdır. Dinamik hareketlerde maksimum patlayıcı kuvvet için, üç bileşenin de hızlı bir şekilde art arda ateşlenmesi gerekir (germe refleksi, ardından konsantrik kasılma ve UKD). Bu dizi, reaktif yetenek veya dinamik bir gerilme ve ardından ani bir konsantrik kasılma sonucunda hızlı bir şekilde patlayıcı kuvvet oluşturma yeteneği olarak bilinir. Bir sporcunun tepkisel yeteneği, konsantrik kasılmanın esneme refleksinden gelen ön kuvvet çıktısını takip ettiği verimlilik ve hız ile belirlenir ve sırayla, genel kuvvet çıktısını iyileştirmek için UKD'den kullanılan depolanmış kinetik enerji miktarını belirler (Dietz ve Peterson, 2012).

Sporcular, eksantrik ve izometrik fazlar sırasında büyük miktarlarda kinetik enerjiyi absorbe edebilirler, ancak bunu serbest bırakmak için antrene edilmiş bir konsantrik sistemleri yoksa, bu onlara bir fayda sağlamayacaktır. Germe refleksinin ve UKD'nin faydalarını elde etmek için sporcular hem kas içi hem de kaslar arası koordinasyon oranını iyileştirmek için motor ünite alımı, ateşleme hızı, senkronizasyon, inhibisyon ve disinhibisyon gibi konsantrik fazın nörolojik ve fizyolojik sistemlerini antrene etmelidirler. Aşağıda, KGH grafiği verilmiştir (Şekil 15). Her iki sporcu da aynı oranda izometrik kuvvet geliştirir. Bununla birlikte, izometrik fazdan konsantrik faza geçildiğinde, gelişmemiş sporcunun KGH'si önemli ölçüde düşer (çizginin eğimi azalır). Mavi atlet daha iyi antrene edilmiş bir konsantrik kas hareketine sahiptir, bu da ona hızlı bir şekilde güç oluşturmak için germe refleksi ve UKD'den gelen enerjiyi koordine etmesine ve kullanmasına izin verir (Dietz ve Peterson, 2012).

4.4. Küme Set

Antrenman planlamasının anahtar noktalarından biri, programların bazı performans veya fizyolojik sonuçlarda gelişmeleri arttırmak amacıyla mantıklı ve sistematik bir

şekilde uygun antrenman varyasyonunu oluşturmak için tasarlanmış olmasıdır. Bununla birlikte bir direnç antrenman programı tasarlamamanın büyük ölçüde gözden kaçan ve yeterince kullanılmayan bir yönü setlerin yapısını değiştirme yeteneğidir (Haff, Hobbs, ve ark., 2008). Örneğin bir



Şekil 15. Gelişmiş ve az gelişmiş sporcu arasında KGH'da ortaya çıkan eşitsizliği yan yana gösteren karşılaştırma. (Dietz ve Peterson, 2012'den değiştirilerek kullanılmıştır).

sette yer alan tekrar sayısı, antrenman yükü ve dinlenme periyotları antrenman uyarısını değiştirmek için manipüle edilebilir. Antrenmanda yeni uyarıların uygulanması ile performansta daha hızlı kazanımlar olacağı ve birey uyarana ne kadar alışık olursa, performanstaki genel kazanımların o kadar yavaş olacağı düşünülmektedir (Hodges ve ark., 2005). Bu nedenle antrenman ve performans çıktılarını en üst düzeye çıkarmak için kuvvet ve kondisyon uzmanlarının genel antrenman programı tasarımında varyasyonlar kullanması önemlidir. Bu özellikle ileri ve elit sporcular için geçerlidir (Haff, Hobbs, ve ark., 2008). Direnç antrenmanlarında set tasarımı yaparken, genel olarak 2 tür set yapısı kullanılabilir: geleneksel set (GS) ve küme set (KS).

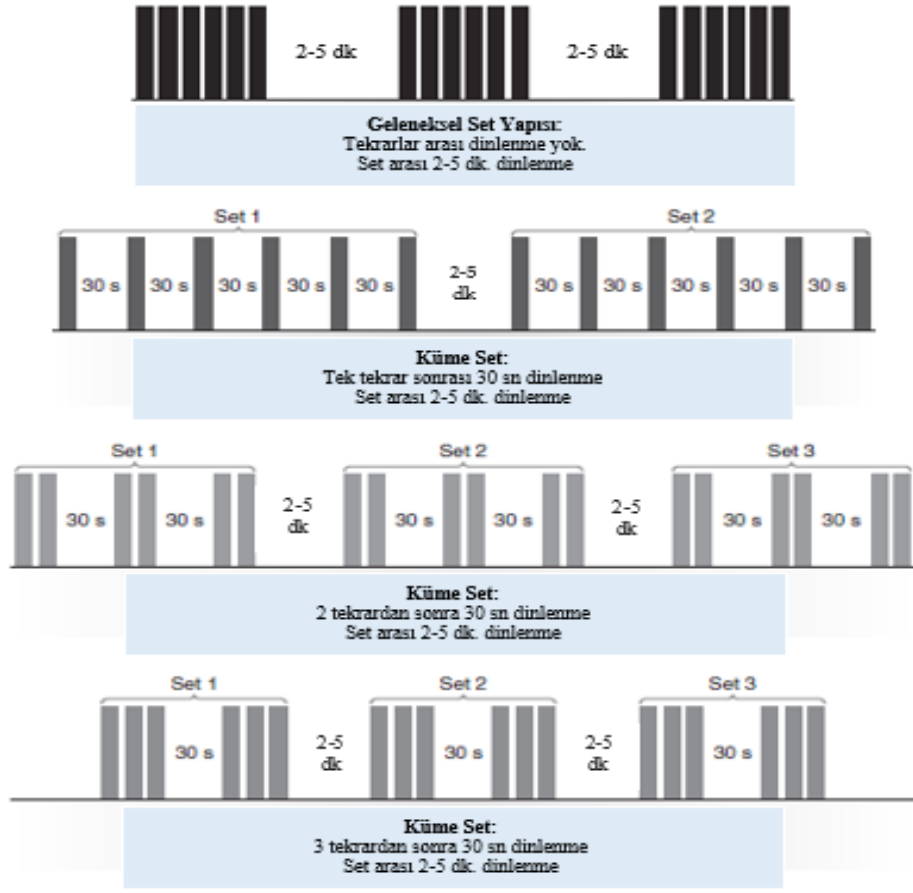
Genel olarak bir setin tamamlanması, set içindeki tekrarlar arasında herhangi bir dinlenme olmaksızın gerçekleştirilir. Set tamamlandıktan sonra, bir sonraki setin başlamadan önce toparlanmaya izin vermek için önceden belirlenmiş bir dinlenme

aralığı sağlanır ve bu temel set konfigürasyonu, antrenman seansında hedeflenen set sayısı için tekrarlanır (örn: 3 set 12 tekrar). Bu geleneksel direnç antrenmanı set yöntemi, geleneksel set (GS) kullanılarak yapılan antrenman olarak tanımlanabilir. Set yapısından bağımsız olarak, tekrarların gerçekleştirilme şekli, bir direnç antrenmanı programı tarafından uyarılan antrenman adaptasyonlarını büyük ölçüde etkileyebilir (Tufano ve ark., 2017). Örneğin, kuvvet ve kondisyon uzmanları sporculara konsantrik kas hareketlerini mümkün olduğunca çabuk gerçekleştirmelerini sıklıkla söylerler. Çünkü patlayıcı olarak yapılan konsantrik kas hareketleri Tip II kas liflerinin daha fazla işe alınmasına neden olur (Padulo ve ark., 2012) ve istemli olarak daha yavaş olan konsantrik kas hareketlerine kıyasla daha büyük antrenman etkileri ile sonuçlanır (Hatfield ve ark., 2006; Padulo ve ark., 2012). Daha önceki çalışmalarda GS yapıları kullanılarak yük ile tekrar tekrar yapılan patlayıcı hareketlerde yorgunluğun hızlı bir şekilde arttığı bildirilmiştir (Duffey ve Challis, 2007; Haff ve ark., 2003; Hardee ve ark., 2012; Iglesias-Soler ve ark., 2012; Iglesias-Soler ve ark., 20124; Sánchez-Medina ve González-Badillo, 2011; Thomasson ve Comfort, 2012). Kas yorgunluğunun en yaygın olarak kabul edilen nedenlerinden biri, çalışma kaslarında fosfokreatin (PCr) ve adenzin trifosfat (ATP) reseptezinin azalmasıdır (Bogdanis ve ark., 1996). Gorostiaga ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmada daha yüksek hacimli setlerde, ATP ve fosfokreatinde daha büyük bir azalma görülürken, laktatta ise daha büyük bir artış görüldüğünü bildirmişlerdir. Bu sonuçlar set yapısı boyunca güç çıkışında neden bir azalma olduğunu kısmen açıklayabilir. Genel olarak bu veriler, güç gelişimini optimize etmek ve güç çıkışını maksimize etmeye çalışırken kullanılan geleneksel set yapılarının 6 tekrardan daha az bir set yapısına ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Antrenman sırasında güç çıktılarını en üst düzeye çıkartmak için, özellikle daha yüksek hacimli çalışma hedefleniyorsa ($1MT \geq 85$), küme set gibi diğer direnç antrenmanı set stratejileri hedeflenebilir (Haff, 2017).

Küme set (KS) ise; kısmi toparlanmayı sağlamak, hareket hızını ve gücünü en üst düzeye çıkartmak için bireysel tekrarlar veya küçük tekrar grupları arasında kısa bir dinlenme aralığı (15-45 s) uygulayan bir set yapısıdır (Haff ve ark., 2008) (Şekil 15). Daha basit bir tanımla setin set ya da setlere bölünmesidir (Dietz ve Peterson, 2012). Önceki çalışmalarda, yorgunluğun çoğu zaman kas kuvvetinin gelişimi için çok önemli olduğu düşünülmüştür (Holm ve ark., 2008; Krieger, 2009).

Bununla birlikte, maksimum yorgunluğa kadar antrenmanın (yani, başarısızlığa kadar), maksimum kuvvetin geliştirilmesi için bir ön koşul olmadığı (Drinkwater ve ark., 2007; Folland ve ark., 2002) ve maksimum hızlarda yapılan direnç antrenmanının, daha yavaş yapılan antrenman hızlarına kıyasla kuvvet geliştirmede daha etkili olabileceği rapor edilmiştir (González-Badillo ve ark., 2014; Hatfield ve ark., 2006). Direnç antrenmanı programında GS yerine KS kullanıldığında hız daha iyi korunduğundan, KS yapıları maksimum kuvveti arttırmada etkili bir rol oynayabilir (Iglesias-Soler ve ark., 2012; Oliver ve ark., 2013). Ayrıca KS belirli bir yük ile daha fazla sayıda tekrar yapılmasına olanak sağlayarak (Drinkwater ve ark., 2007; Iglesias-Soler ve ark., 2012), antrenmanın daha büyük bir hacim ile sonuçlanmasını sağlar. Böylece maksimum kuvvet gelişimi için daha büyük bir uyarın sağlanabilir (Krieger, 2009; Rahimi, 2005; Sooneste ve ark., 2013). Son zamanlarda çeşitli çalışmalar, setler arası dinlenme yerine tekrarlar arasına dinlenme aralıkları getirmenin (küme set), tüm antrenman seansı boyunca daha düşük hız ve kuvvet kaybı ile sonuçlandığını, mekanik performansı geliştirdiğini (Denton, 2005), daha büyük antrenman hacmine izin verebileceğini (Denton, 2005; Justin P Hardee ve ark., 2012; Iglesias ve ark., 2010; Lawton ve ark., 2006) ve tekrar performansını en üst düzeye çıkarırken geleneksel set sırasında görülen birikmiş yorgunluğu azaltabileceğini göstermektedir (Girman ve ark., 2014; Haff, Burgess, ve ark., 2008; Haff, Hobbs, ve ark., 2008; Haff ve ark., 2003; Hardee ve ark., 2012).

KS ile tasarlanan bir set yapısı, kısa vadeli enerji sistemlerini kısmen veya tam olarak eski haline getirmek için tekrarlar arasında kısa bir dinlenme süresini içerir. Günümüzde KS genellikle yüksek şiddet (>%80 1MT) gerektiren kuvvet ve güç antrenmanları için kullanılmaktadır. TAM'da yüksek şiddet kullanan bir modeldir. Bu nedenle KS kullanımının TAM'a getireceği faydalar merak konusudur. Antrenman esnasında KS kullanmak, TAM gibi 1RM'in %80 üzerindeki yoğun yükleme aşamalarında sporcuya art arda iki veya daha fazla kez hız ve kuvvet üretiminde kayıp yaşamadan kaldıracabileceğinden daha fazla tekrar yapabilmesine izin vereceği düşünülmektedir.



Şekil 16. Güç gelişimi için örnek küme set yapıları.(Haff 2017'den değiştirilerek kullanılmıştır).

5. GEREÇ VE YÖNTEM

5.1. Araştırma Evreni ve Örneklem

Araştırma, nicel araştırma yöntemlerinden biri olan deneysel bir model ile yapılmıştır. Araştırmanın hedef evreni, Türkiye’deki en az 3 yıl kuvvet antrenmanı geçmişi olan profesyonel sporcular ideal seçimi yansıtan soyut evrendir. Ulaşılabilir evren ise, araştırmacının ulaşabileceği, gerçekçi seçimi olan somut evrendir. Bu bağlamda somut evren araştırmamızda Ankara ilinde, en az 3 yıl kuvvet antrenmanı geçmişi olan 18-40 yaş arası profesyonel sporcular olarak belirlenmiştir. Çalışmanın 10 hafta gibi bir süre alması, örneklem seçiminde gönüllülüğü zorunlu kılmıştır. Deneysel çalışmalar için örneklem büyüklüğünün belirlenmesinde basit deneysel araştırmalar için 10-20 kadar küçük bir örneklem genişliğinin başarılı bir araştırma için uygun olacağını belirtmektedir (Büyüköztürk ve ark., 2008). Bu bağlamda araştırmamızda örneklem grubu 24 kişi olarak planlanmıştır. Belirlenen evrenden örneklem büyüklüğünü hesaplamak için G-Power programı (Faul ve ark., 2009) kullanılmıştır. Çalışmaya başlamadan önce her sporcudan ‘Spor yapmasında sakınca yoktur’ şeklinde sağlık kurulu raporu alınmıştır.

5.2. Araştırmanın Yeri ve Süresi

Araştırmaya Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü’nden etik kurul (Protokol No: 09.2020.730) ve tez öneri onayı alındıktan sonra başlanmıştır. Çalışma 26 ay planlanmıştır ve bu süre içerisinde tamamlanmıştır. Bu sürede; literatür taraması, uygulama dönemi, verilerin toplanması, istatistiksel analiz ve sonuçların değerlendirilmesi bulunmaktadır.

Literatür Tarama : 15.01.2020 – 03.03.2022

Uygulama Dönemi :10.09.2021 – 30.12.2021

Verilerin Toplanması ve İstatistik : 10.09.2021 – 01.02.2022

Sonuçların Değerlendirilmesi : 15.02.2022 – 20.04.2022

Saha uygulamaları Ankara ilinde Gençlik Spor Bakanlığı Eryaman Gençlik ve Spor İlçe Müdürlüğü tesislerinde yapılmıştır. Çalışma, araştırmacı tarafından bizzat yürütülmüş ve 4 araştırma asistanı destek vermiştir.

5.3. Problem Cümlesi ve Hipotezler

Basketbolculara farklı set içi dinlenme süreleri ile uygulanan trifazik antrenman modelinin dikey sıçrama ve reaktif kuvvet endeksine etkilerinin incelenmesi.

- **Hipotez 1:** **H₁:** Farklı set içi dinlenme süreleri kullanılarak uygulanan trifazik antrenman modelinin dikey sıçrama değerleri üzerine etkisi vardır.
- **Hipotez 2:** **H₁:** Farklı set içi dinlenme süreleri kullanılarak uygulanan trifazik antrenman modelinin gruplar arası reaktif kuvvet endeksi değerleri üzerine fark vardır
- **Hipotez 3:** **H₁:** Farklı set içi dinlenme süreleri kullanılarak uygulanan trifazik antrenman modelinin gruplar arası 1 MT değerleri üzerine fark vardır.
- **Hipotez 4:** **H₁:** K30 grubunun dikey sıçrama, RKE ve 1MT gelişim değerleri ile K15 ve GS dikey sıçrama, RKE ve 1MT gelişim değerleri arasında fark vardır.

5.4. Çalışma Grubu

Çalışmaya en az (haftada 2 gün) 3 yıl kuvvet antrenmanı deneyimi olan 18 yaşından büyük ve aktif olarak spor yapan 24 profesyonel erkek sporcu katılmıştır (Tablo 1). Örneklem grubunu belirlemek için G Power (Faul ve ark., 2009) programı kullanılmıştır. Ek olarak, çalışmaya başlamadan önce araştırmaya dahil edilen tüm deneklerin back squat ve deadlift egzersizlerini uygun bir teknikle yapabildikleri fonksiyonel hareket taraması ile (FHT) değerlendirilmiş ve test bataryasından 3 puan alma koşuluna uyan katılımcılar çalışmaya dahil edilmiştir. Sporculardan testten önceki 24 saat içinde günlük antrenman programlarına katılmamaları istendi. Tüm katılımcılar için aynı laboratuvarında ardışık iki günde testler tamamlandı. Çalışma grubu, test prosedürlerini tehlikeye atabilecek hiçbir kronik hastalık veya yakın zamanda meydana gelen bir yaralanma bildirmedi. Tüm sporcular, test prosedürleri hakkında bilgilendirildi ve çalışmaya başlamadan önce yazılı bir bilgilendirilmiş onan formu imzaladı. Çalışma Helsinki Bildirgesi ile uyumludur ve Marmara Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (Prtokol No:09.2020.730). Katılımcılara ait demografik özellikler Tablo 1'de

verilmiştir. Araştırmamıza katılan katılımcılardan herhangi bir ücret alınmamış ve herhangi bir ücret ödenmemiştir. Katılımcılar 18 yaş ve üzeri olduğu için ailelerinden imzalı onam formu alınmaya gerek kalmadan çalışma başlatılmıştır. Sporculara çalışmanın amaçları, araştırma planlaması, ölçüm süreçleri, gönüllülere sorumlulukların anlatılacağı sunum yapılmıştır. Çalışmanın başlangıcında katılımcıların her birine, içinde çalışmaya alınma ölçütlerinin bulunduğu bir anket yapılmıştır (EK-1). Bunun yanında çalışmanın amacı, evreleri, ölçüm yöntemleri, araştırmacının ve katılımcıların sorumlulukları ile ilgili kapsamlı bilgi bulunan katılımcı bilgilendirme formu verilmiştir (EK-2). Bu aşamada, katılımcılara çalışmayı her an bırakmakta özgür oldukları vurgulanmıştır.

Tablo 1. Katılımcılara ait demografik özellikler

	\bar{x}	Sd	Min	Max
Yaş (yıl)	21,91	4,75	18,00	40,00
Boy (cm)	176,66	6,30	163,00	187,00
Kilo (kg)	83,66	15,30	60,00	120,00

Cm: Santimetre; **Kg:** Kilogram

5.4.1. Çalışmaya seçilme kriterleri

- 18 yaşından büyük olmak
- En az 3 yıllık kuvvet antrenmanı geçmişine sahip olmak
- Lisanslı sporcu olmak
- Antrenman performansını etkileyecek ek probleme sahip olmamak

5.4.2. Çalışmadan çıkarılma kriterleri

- Testlerin yapılacağı tarihlerde ölçümleri etkileyecek herhangi bir rahatsızlığı olmak
- Ölçümlerden önceki iki gün içerisinde yüksek şiddetli antrenman yapmış olmak
- Katılımcının gönüllü olarak araştırmadan ayrılması

Uygulama dönemi boyunca hastalık veya sakatlık geçiren sporcular yerine başka bir sporcu çalışmaya dahil edilmemiştir.

5.4.3. Katılımcı bilgilendirme formu

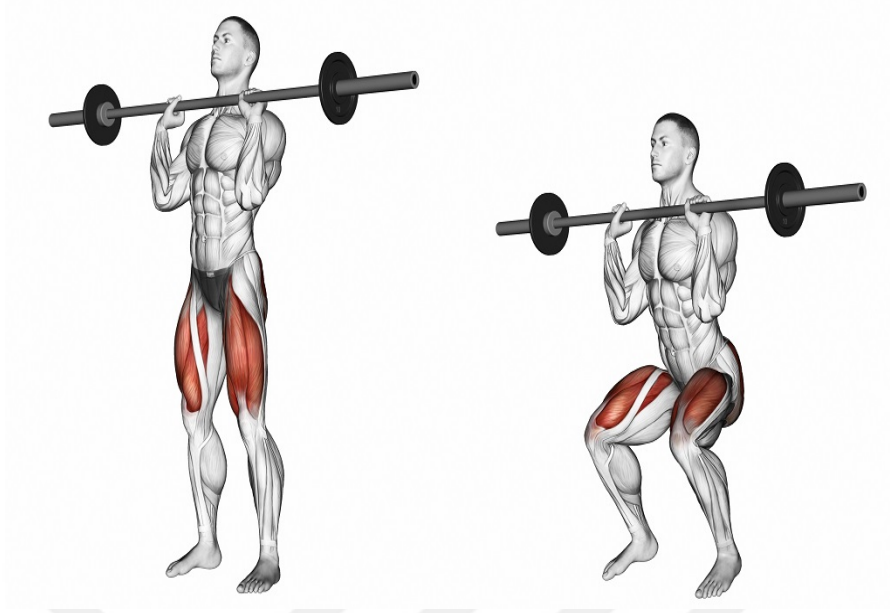
Çalışmaya katılacak olan sporculara, çalışmanın adını, amacını, işleyişini, programını ve yapılacak olan testleri açıklayan ‘Katılımcı Bilgilendirme Formu’ (EK-2) anlatılıp dağıtılmıştır.

5.4.4. Katılımcı onan formu

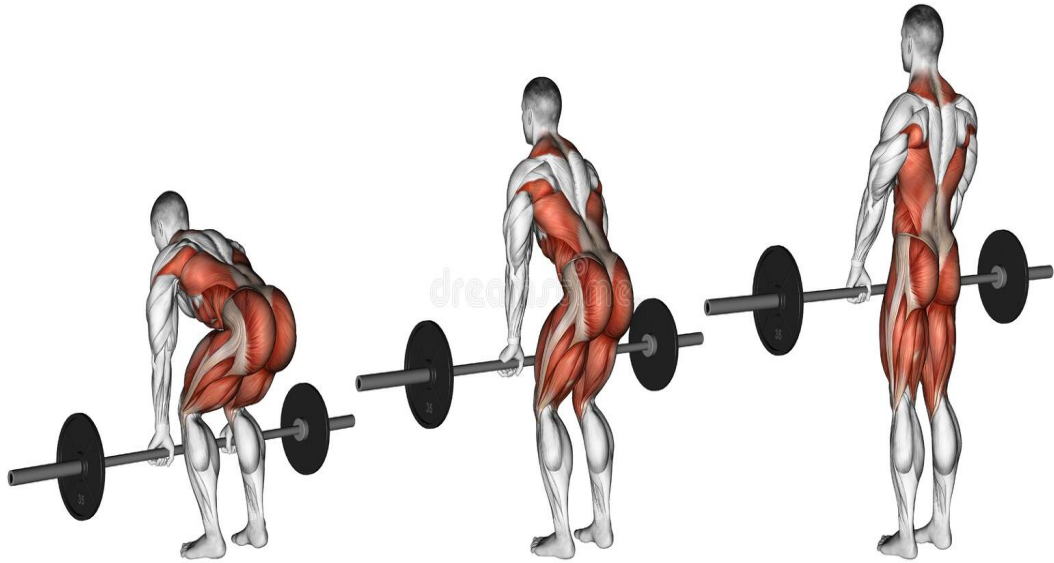
Bu form; katılımcıyı bu araştırmanın antrenman süreçleri ve uygulanacak testler ile ölçümler hakkında bilgilendirmek amacıyla yapılmış, katılımcı bilgilendirme toplantısı ve imza karşılığı katılımcıya verilmiş, katılımcı bilgilendirme formu sonrasında, katılımcının özgür iradesi ile bu çalışmaya katılmaya gönüllü olduğunu ifadesi anlamını taşımaktadır (EK-3).

5.5. Antrenman Protokolü

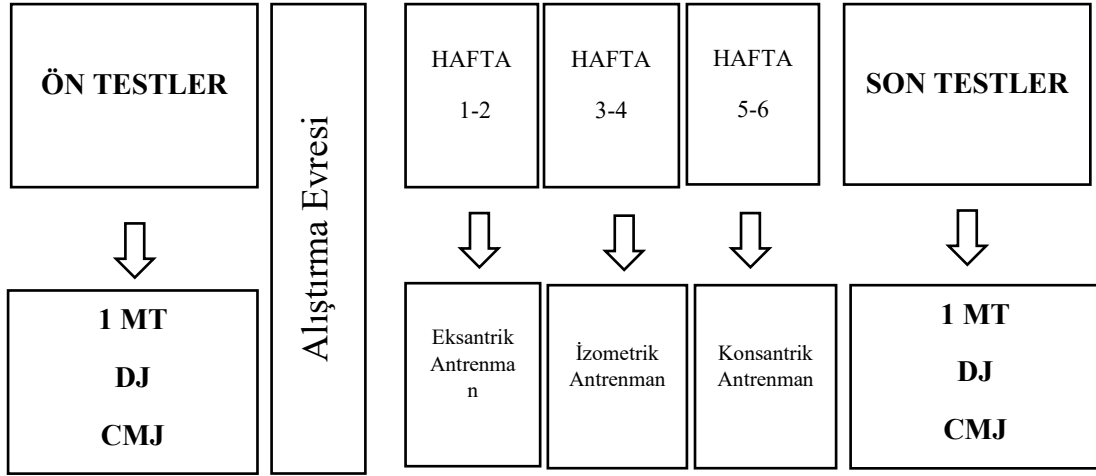
Bu çalışma bir müdahale antrenmanı olarak değerlendirilmiştir ve katılımcıların devam eden antrenman programına ilave olarak eklenmiştir. Çalışma grubu aynı takımdan seçildiği için antrenman programları arasında bir farklılık yoktur. Çalışmanın başlangıcında her katılımcının back squat ve deadlift 1 maksimum tekrarları (1MT) alındı. Çalışma planı Şekil 18’de verilmiştir. Daha sonra katılımcıların her iki kuvvet testi için relatif kuvvetleri ayrı ayrı hesaplandı. Her 3 grup da trifazik antrenman modelini iki farklı set tasarımı ile uyguladı; 1. Grup (n=8) tekrarlar arası dinlenme olmaksızın (GS), 2. Grup (n=8) tekrarlar arası 15 saniye dinlenerek (K15), 3. Grup (n=8) ise tekrarlar arası 30 saniye küme set (K30) kullanarak çalışmayı tamamladı. Gruplar arasındaki antrenman kapsamını eşit tutmak için GS’de 5 dakika, K15’te 4 dakika, K30’da 3 dakika setler arası dinlenme verildi. TAM 3 fazdan oluşmaktadır. Bu fazların her biri Dietz ve Peterson (2012)’un belirlediği protokole göre şu sıra ile yapılmıştır: Eksantrik (6sn), İzometrik (3sn) ve konsantrik (patlayıcı) sıralama ile 2’şer hafta süre ile uygulanmıştır. Eksantrik ve izometrik faz haftada 2 gün (Pazartesi-Cuma), konsantrik faz ise haftada 3 gün (Pazartesi, Çarşamba, Cuma) uygulandı. Uygulama sırasında, sporcuların yanında güvenlik amaçlı bir asistan bulunduruldu. Sporculara uygulanan antrenman programı Şekil 19’da verilmiştir.



Şekil 17. Back Squat egzersizi. (<https://www.setforset.com/blogs/news/squat-how-to-muscles-worked-benefits-variations/> Erişim Tarihi: 10.07.2022).



Şekil 18. Deadlift egzersizi. (<https://www.dreamstime.com/stock-illustration-exercising-deadlifts-barbell-bodybuilding-target-muscles-marked-red-initial-final-steps-image43605848/> Erişim Tarihi:10.07.2022).



Şekil 19. Çalışma Planı.

5.5.1. Hareketin temposu

Antrenman programında antrenman yöntemi ile ilişkili dört sayının her biri, belirli “faz”ın (eksantrik, izometrik, konsantrik ve tekrarlar arasındaki dinlenme süresi) saniye cinsinden ne kadar süreyle gerçekleştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Örneğin, bir back squat hareketi şu tempoda olabilir: 6:0:0:0. İlk sayı (6), hareketin eksantrik faz süresini temsil eder. İkinci sayı (0), izometrik faz süresini temsil eder. Üçüncü sayı (0) konsantrik faz süresini temsil eder. Son olarak, en son sayı (0), kaç tekrarda bir dinlenme verileceğini (küme set) temsil eder (Dietz ve Peterson, 2012). Hareketin her aşamasının süresi, aralıklı olarak atan bir metronom (Metronomo Batidas, Stonekick) kullanıldı.

5.6. Veri Toplama Araçları

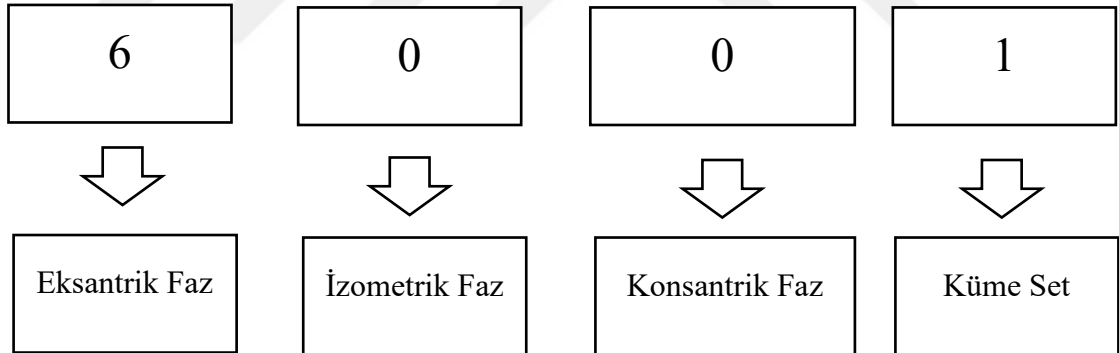
5.6.1.1 Maksimum tekrar back squat- deadlift

Back squat ve deadlift egzersizinin (1MT) maksimum yükü, Baechle ve Earle (2008) tarafından özetlenen prosedür kullanılarak belirlendi. 1MT ölçümünden önce her iki egzersiz için ısınma olarak, sporcular (a) 20 kg ile 10 tekrar, (b) tahmini %50 1MT ile 5 tekrar, (c) tahmini %75 1MT ile 3 tekrar (d) maksimum eforu sağlamak için tahmini %90 1MT ile 1 tekrar olmak üzere 4 set back squat ve deadlift egzersizi yaptılar. İş yükünün belirlenmesi için, bu çalışmaya katılmadan önce sporcuların tahmini 1MT

değerleri kullanılmıştır. Daha sonra sporcular, her iki egzersiz için tahmini %100 1MT'yi denediler ve yük, başarısız olana kadar 5-10 kg artırıldı. 1MT en fazla 6 denemeyle belirlendi. Denemeler arası 5 dakika dinlenme verildi.

EKSANTRİK FAZ (1-2. HAFTA)					İZOMETRİK FAZ (3-4. HAFTA)					KONSANTRİK FAZ (5-6. HAFTA)				
GÜN	YÜK	SN	TEKRAR	SET	GÜN	YÜK	SN	TEKRAR	SET	GÜN	YÜK	SN	TEKRAR	SET
PZT	%82-87	5-6	1-3	3-4	PZT	%82-87	2-3	1-3	4-5	PZT	%82-87	Patlayıcı	2-3	3-4
CUMA	%75-80	6-7	2-4	3-4	CUMA	%75-80	3-4	3-4	4-5	ÇRŞ	%90-97	Patlayıcı	1	1-4
										CUMA	%75-80	Patlayıcı	3-4	3-5
EKSANTRİK FAZ İÇİN YÜKLENME VE DİNLENME SÜRELERİ					İZOMETRİK FAZ İÇİN YÜKLENME VE DİNLENME SÜRELERİ					KONSANTRİK FAZ İÇİN YÜKLENME VE DİNLENME SÜRELERİ				
1.GRUP	2.GRUP	3.GRUP	1.GRUP	2.GRUP	3.GRUP	1.GRUP	2.GRUP	3.GRUP	1.GRUP	2.GRUP	3.GRUP	1.GRUP	2.GRUP	3.GRUP

Şekil 20. Antrenman Tasarımı



Şekil 21. Hareketin Temposu

5.6.2. Drop jump testi

Ölçüme başlamadan önce katılımcılara test protokolü anlatıldı. Ölçümden önce 10 dakikalık bir ısınma programı uygulandı. Her katılımcı 40 cm yükseklikteki kasalardan eller belde ve dirsekler dışa doğru eğilmiş (Akimbo duruşu) olarak 3 atlama gerçekleştirdi. Her deneme arasında 30sn toparlanma verildi (Bobbert ve ark., 1987). Tekniğin önemli ölçüde bozulduğu denemeler hariç tutuldu ve tekrarlandı. Temas süresi, havada kalış süresi ve sıçrama yüksekliği Optojump fotosel sistemi (Microgate,

Bolzano, İtaly) ile kayıt altına alındı. Katılımcıların platformdan iki ayak ile atlamalarını önlemek amacıyla, kasadan önce sağ ayak ile düşmeleri istendi. Sporculara “yere temas ettikten sonra temas süresini (amortisman+kalkış) en aza indirerek mümkün olan en yükseğe sıçramaları” için talimat verildi. RKE; sıçrama yüksekliği yerle temas süresine bölünerek hesaplandı (Young, 1995).



Şekil 21. Drop Jump Testi. (<https://smartracks.run/diagnostics-assessments/jumps/> Erişim Tarihi: 15.07.2022).

5.6.3. Countermovement jump

Katılımcılara CMJ tekniğini alıştırmak için ilk test oturumunda gerektiği kadar (4 ile 7 arasında değişen) denemeler yaptılar. Katılımcılar CMJ'yi sözlü komut verilene kadar hareketsiz durarak elleri akimbo olacak şekilde beklediler. Katılımcılara alçalan ve yükselen aşamalar arasındaki geçişi en aza indirmeleri ve mümkün olduğunca hızlı ve yüksek sıçrama talimatı verildi. Katılımcılar, hareketin derinliğini seçmekte serbest bırakıldı. Ayrıca uçuş süresi boyunca herhangi bir hareket yapmamaları talimatı verildi. Tüm katılımcılar 3 deneme yaptılar. Denemeler arasında 1 dakika verildi (Souza ve ark., 2020). Katılımcıların sıçrama yükseklikleri Optojump fotosel sistemi (Microgate, Bolzano, İtaly) ile kayıt altına alındı.



Şekil 22. Countermovement Jump Testi. (<https://smartracks.run/diagnostics-assessments/jumps/> Erişim Tarihi: 15.07.2022).

5.7. Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında belirlenen alt problemlere uygun olarak toplanan veriler kayıt altına alınmıştır. Elde edilen verilerin analiz kısmında dağılımı tespit etmek için Skewness ve Kurtosis değerleri ve Kolmogorov-Smirnov değerleri incelenmiştir. Gruplar arası ön-son test ortalamalarının karşılaştırılması için Tekrarlı Ölçümler için ANOVA, grup içi ön-son test ortalamalarının karşılaştırılması için Sample T-Testi kullanılmıştır. Tüm istatistiksel analizler SPSS 26.0 (IBM, 2019) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Çalışmanın etki büyüklüğü 0.50, gücü 0.80 ve hata payı 0.05 olarak belirlenmiştir.

8. BULGULAR

Tablo 2. Gruplar arası CMJ Ön-Son Test değerleri arasındaki farklılığa ilişkin Tekrarlı Ölçümler İçin ANOVA sonuçları.

Ölçüm	Grup	Ön Test ($\bar{x} \pm Ss$)	Son Test ($\bar{x} \pm Ss$)	F	P	η^2
	GS	38,83 \pm 1,78	41,00 \pm 1,68			
CMJ	C15	40,26 \pm 9,76	43,98 \pm 9,43	18,490	,000	,630
	C30	39,75 \pm 3,30	45,03 \pm 2,44			

Tablo 2 incelendiğinde 3 farklı dinlenme protokolüne katılan sporcuların CMJ ön ve son test değerleri arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p < 0.05$).

Tablo 3. Gruplar arası RKE ön-son test değerleri arasındaki farklılığa ilişkin Tekrarlı Ölçümler için ANOVA sonuçları.

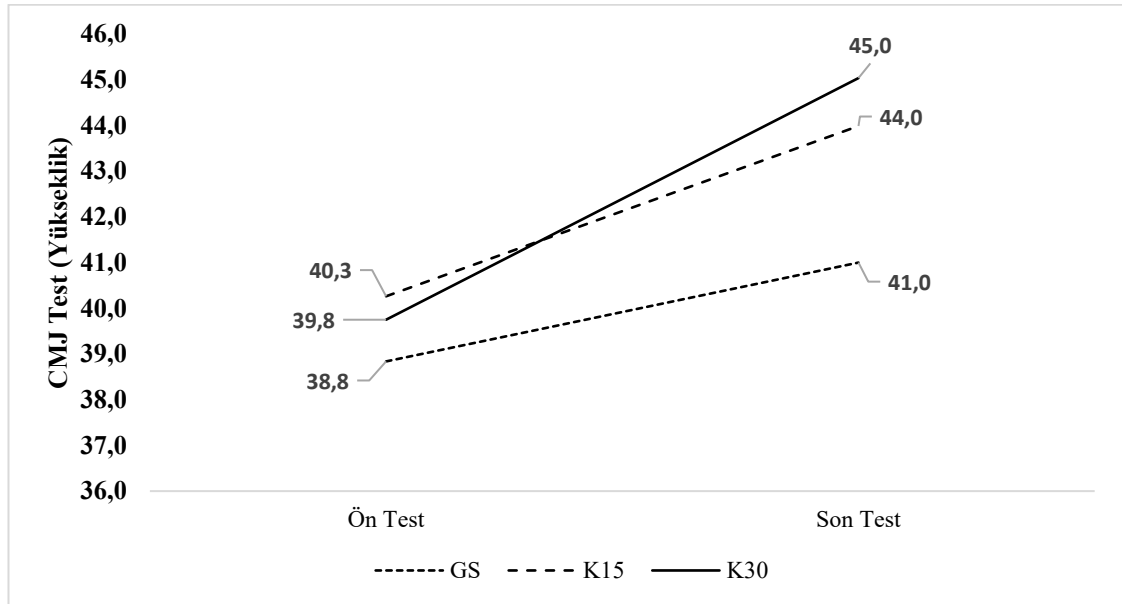
Ölçüm	Grup	Ön Test ($\bar{x} \pm Ss$)	Son Test ($\bar{x} \pm Ss$)	F	P	η^2
	GS	1,20 \pm ,104	1,27 \pm ,047			
RKE	K15	1,20 \pm ,292	1,30 \pm ,227	3,654	,043	,258
	K30	1,27 \pm ,144	1,44 \pm ,162			

Tablo 3 incelendiğinde 3 farklı dinlenme protokolüne katılan sporcuların RKE ön ve son test değerleri arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p < 0.05$).

Tablo 4. Grup içi CMJ ön-son test değerleri arasındaki farklılığa ilişkin T-Testi sonuçları.

Grup	Ölçüm	$\bar{x} \pm Ss$	t	Gelişim	p
GS	Ön Test	38,83 ± 1,78	-7,434	%6	,000*
	Son Test	41,00 ± 1,68			
K15	Ön Test	40,26 ± 9,76	-18,012	%9	,000*
	Son Test	43,98 ± 9,43			
K30	Ön Test	39,75 ± 3,30	-10,200	%13	,000*
	Son Test	45,03 ± 2,44			

Tablo 4 incelendiğinde 3 grubun da ön test-son test CMJ sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p < 0.05$). Grupların ön test-son test sonuçları yüzdesel gelişim olarak incelendiğine ise en fazla gelişimin sırasıyla K30 (%13), K15 (%9) ve GS (%6) grubunda olduğu görülmektedir (Şekil 23).

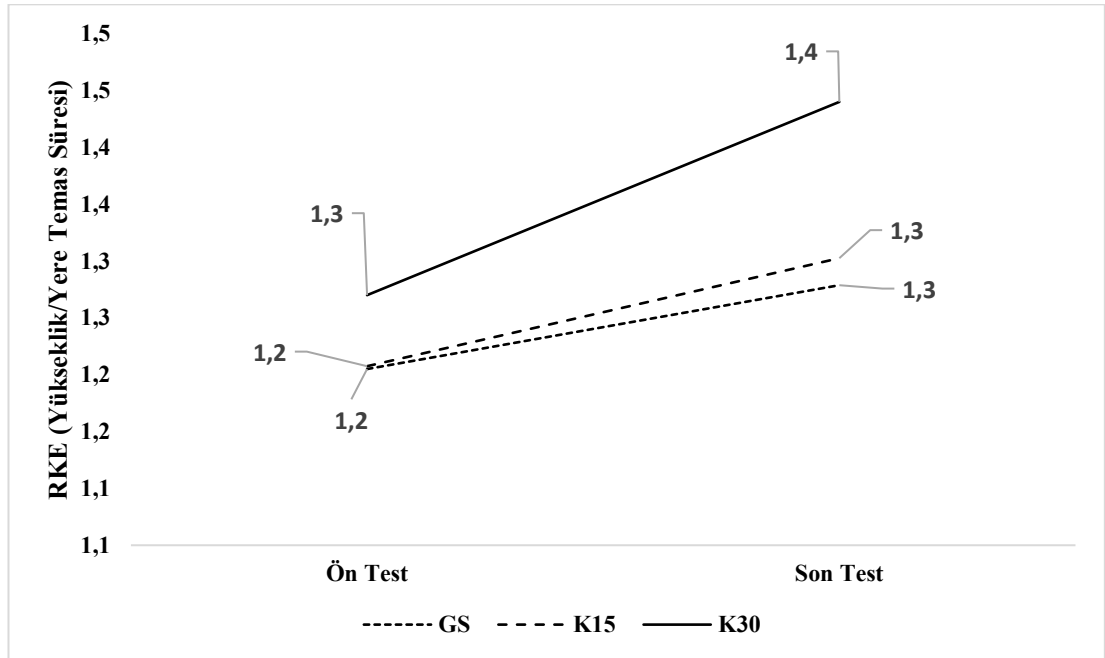


Şekil 23. Grup içi CMJ ön-son test değerlerine ait gelişimsel grafik.

Tablo 5. Grup içi RKE Ön-Son Test değerleri arasındaki farklılığa ilişkin T-Test sonuçları.

Grup	Ölçüm	$\bar{x} \pm Ss$	t	Gelişim	p
GS	Ön Test	1,20 ± ,104	-2,354	%6	,004*
	Son Test	1,27 ± ,047			
K15	Ön Test	1,20 ± ,292	-3,666	%8	,008*
	Son Test	1,30 ± ,227			
K30	Ön Test	1,27 ± ,144	15,506	%13	,000*
	Son Test	1,44 ± ,124			

Tablo 5 incelendiğinde 3 grupta ön test-son test RKE sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p < 0.05$). Grupların ön test-son test sonuçları yüzdesel gelişim olarak incelendiğine ise en fazla gelişimin sırasıyla K30 (%13), K15 (%8) ve GS (%6) grubunda olduğu görülmektedir (Şekil 24).



Şekil 24. Grup içi RKE ön-son test değerlerine ait gelişimsel grafik.

Tablo 6. Gruplar arası 1MT Back Squat Ön-Son Test değerleri arasındaki farklılığa ilişkin Tekrarlı Ölçümler İçin ANOVA sonuçları.

Ölçüm	Grup	Ön Test ($\bar{x} \pm Ss$)	Son Test ($\bar{x} \pm Ss$)	F	P	η^2
1MT Back Squat	GS	167,50 \pm 12,50	179,68 \pm 13,78			
	C15	165,00 \pm 15,11	181,25 \pm 14,33	4,143	,030	,283
	C30	166,93 \pm 20,75	185,31 \pm 20,10			

Tablo 6 incelendiğinde 3 farklı dinlenme protokolüne katılan sporcuların 1MT Back Squat ön ve son test değerleri arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p < 0.05$).

Tablo 7. Gruplar arası 1MT Deadlift ön-son test değerleri arasındaki farklılığa ilişkin Tekrarlı Ölçümler İçin ANOVA sonuçları.

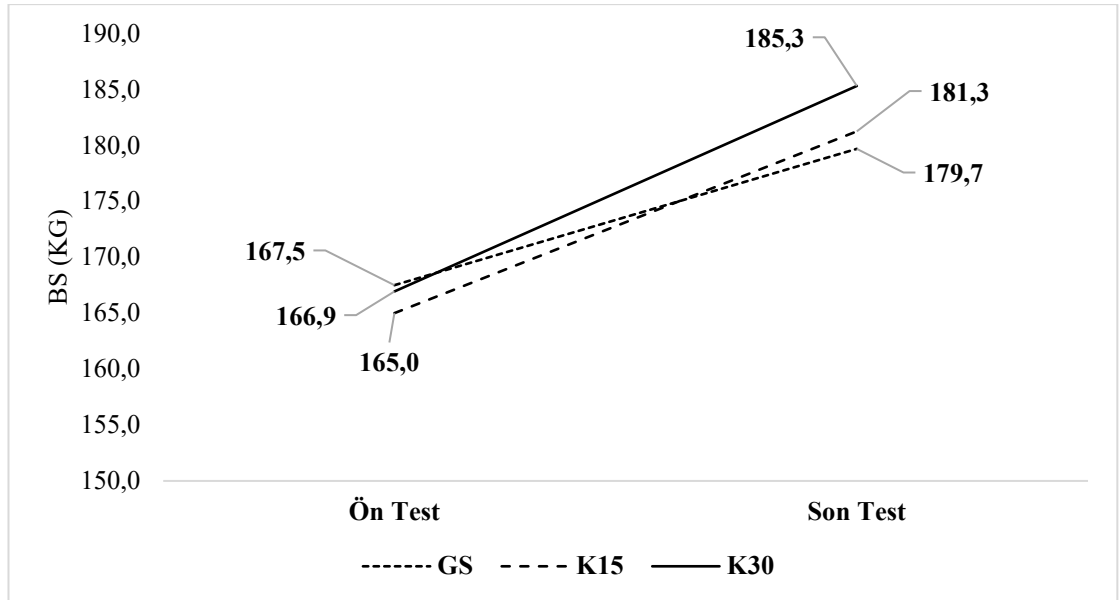
Ölçüm	Grup	Ön Test ($\bar{x} \pm Ss$)	Son Test ($\bar{x} \pm Ss$)	F	P	η^2
1MT Deadlift	GS	175,00 \pm 8,01	185,93 \pm 5,33			
	K15	173,75 \pm 10,60	187,81 \pm 9,76	3,740	,041	,263
	K30	178,50 \pm 10,35	197,18 \pm 10,97			

Tablo 7 incelendiğinde 3 farklı dinlenme protokolüne katılan sporcuların 1MT Deadlift ön ve son test değerleri arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p < 0.05$).

Tablo 8. Grup içi 1MT Back Squat ön-son test değerleri arasındaki farklılığa ilişkin T-Test sonuçları.

Grup	Ölçüm	$\bar{x} \pm Ss$	t	Gelişim	p
GS	Ön Test	167,50± 12,53	-13,913	%7	,000*
	Son Test	179,68 ± 13,78			
K15	Ön Test	165,00 ± 15,11	-10,370	%10	,000*
	Son Test	181,25 ± 14,33			
K30	Ön Test	166,93 ± 20,75	-9,262	%11	,000*
	Son Test	185,31 ± 20,10			

Tablo 8 incelendiğinde her iki grubun da ön test-son test 1MT Back Squat sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0.05$). Grupların ön test-son test sonuçları yüzdesel gelişim olarak incelendiğine ise en fazla gelişimin sırasıyla K30 (%11), K15 (%10) ve GS (%7) grubunda olduğu görülmektedir (Şekil 25).

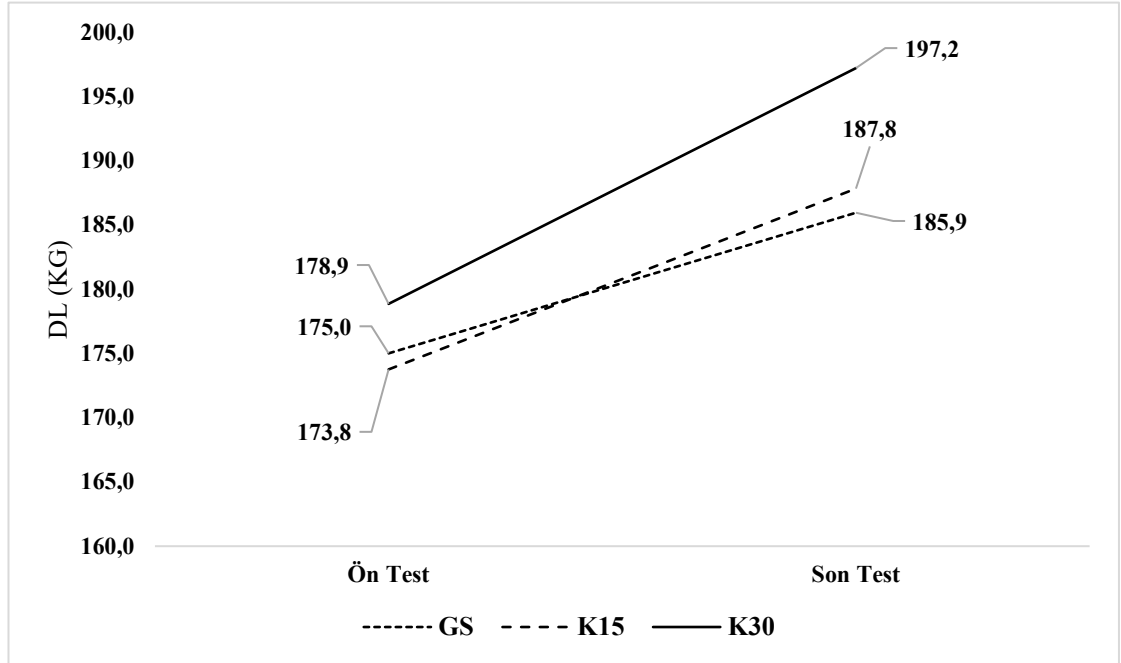


Şekil 25. Grup içi 1MT Back Squat ön-son test değerlerine ait gelişimsel grafik.

Tablo 9. Grup içi 1MT Deadlift ön-son test değerleri arasındaki farklılığa ilişkin T-Test sonuçları.

Grup	Ölçüm	$\bar{x} \pm Ss$	t	Gelişim	p
GS	Ön Test	175,00± 8,01	-4,732	%6	,002*
	Son Test	185,93 ± 5,33			
K15	Ön Test	173,75 ± 10,60	-7,973	%8	,000*
	Son Test	187,81 ± 9,76			
K30	Ön Test	178,85 ± 12,61	-11,339	%10	,000*
	Son Test	197,18 ± 10,97			

Tablo 9 incelendiğinde 3 grubun da ön test-son test 1MT Deadlift sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p < 0.05$). Grupların ön test-son test sonuçları yüzdesel gelişim olarak incelendiğine ise en fazla gelişimin sırasıyla K30 (%10), K15 (%8) ve GS (%6) grubunda olduğu görülmektedir (Şekil 26).



Şekil 26. Grup içi 1MT Deadlift ön-son test değerlerine ait gelişimsel grafik.

9. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmanın amacı, farklı set içi dinlenme süreleri ile uygulanan TAM'ın dikey sıçrama ve reaktif kuvvet endeksi üzerine etkilerini incelenmesidir. Özellikle TAM kullanarak tekrarlar arası farklı dinlenme aralıklarının (0-15sn-30sn) CMJ ve RKE değerlerine etkisinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Araştırmanın bulguları incelendiğinde farklı dinlenme süreleri ile uygulanan 6 haftalık TAM'ın 3 grubunda (GS, K15, K30) CMJ, RKE ve 1MT değerlerini geliştirdiği gözlemlenmiştir.

Bu gelişimin temelinde trifazik antrenmanın doğası gereği özellikle eksantrik, konsantrik ve izometrik fazların ayrı ayrı antrene edilmesi olduğu düşünülmektedir. Çünkü eksantrik faz, kas ve tendon içindeki kinetik enerjinin emiliminden sorumlu UKD'yi geliştirmektedir. Bir kas ve ona bağlanan tendon gerildiğinde, elastik enerji daha sonra konsantrik fazda kullanılmak üzere bu iki yapı içinde depolanır. Bu enerji aktarımı kanalını en üst düzeye çıkarmak için, bir sporcunun hızlı gelişen, geçiş yapan izometrik bir kasılmaya ihtiyacı vardır. Eksantrik ve konsantrik fazlar arasındaki herhangi bir gecikme, bu enerji deposu emildiği anda ısı olarak dağılmaya başladığından, UKD'de enerji kaybına neden olacaktır. Bu sebeple eksantrik kasılma sırasında depolanan enerji miktarında herhangi bir kayıp yaşamadan izometrik faz üzerinden konsantrik faza geçiş yaparak güç ve kuvvet artışı olacağı muhtemeldir (Dietz ve Peterson, 2012). TAM ile yapılan ender çalışmaların birinde Russel ve Brooks (2013) 7 basketbolcu ile yapmış oldukları çalışmada TAM ile pliometrik antrenmanı aynı egzersiz seansında uygulayarak CMJ ve 1MT değerlerine etkisini incelediler. Çalışmanın sonucunda 6 haftalık TAM ve pliometrik antrenmanın sporcuların dikey sıçrama değerlerini arttırmadığını rapor etmişlerdir. Yakın zamanda yapılan başka bir çalışmada ise; küme set yöntemi ile uygulanan TAM'ın 1MT, CMJ ve RKE değerlerini arttırmada etkili bir yöntem olduğu gözlemlenmiştir (Kaya ve Pınar, 2022). Önceki araştırmacılar, yalnızca konsantrik egzersizlere kıyasla UKD'yi içeren kuvvet egzersizleri sırasında konsantrik kasılma sürelerinin azaldığını bildirmiştir (Cronin ve ark., 2001; Cronin ve ark., 2003; Newton ve ark., 1997). Yakın geçmişte yapılan ilave eksantrik çalışmalarının CMJ (Aboodarda ve ark., 2013; Bridgeman ve ark., 2017) ve RKE (Aboodarda ve ark., 2014) değerlerini arttırdığı yazarlar tarafından bildirilmiştir. Bu sonuçlar ile çalışmamızın sonuçları tutarlılık göstermektedir.

Grup içi öntest-sontest CMJ değerleri incelendiğinde en fazla gelişimin sırasıyla K30 (tekrarlar arası 30sn dinlenme) K15 (tekrarlar arası 15sn dinlenme) ve GS (tekrarlar arası dinlenme olmaksızın) grubunda gerçekleştiği görülmüştür (%13-%9-%6). Yine aynı şekilde TAM üç grubun da RKE değerlerini arttırmıştır. Grup içi RKE ön test-son test değerleri incelendiğinde en fazla gelişim sırasıyla K30, K15 ve GS grubunda meydana gelmiştir (%11-%8-%6). Grup içi 1MT Back Squat ve Deadlift ön-son test değerleri incelendiğinde ise; her iki egzersizin 1MT değerlerinde K30 grubu K15 ve GS grubuna göre daha fazla gelişim göstermiştir.

Eksantrik antrenmanın, konsantrik kas kuvvetini ve UKD performansını konsantrik antrenmandan daha fazla geliştirdiği düşünülmektedir (Colliander ve Tesch, 1990; Elmer ve ark., 2012; Gross ve ark., 2010; Liu ve ark., 2013). Kas kuvvetindeki ve UKD performansındaki ve muhtemelen toplam güçteki kuvvetteki gelişmeler, motor üniteleri hızla işe alma yeteneği, golgi tendon organının inhibe edilmesi, tendon dokusunda niteliksel değişiklikler ve UKD içinde gelişmiş bir eksantrik faz ile ilişkili olduğu rapor edilmiştir (Cormie ve ark., 2011). Ayrıca; tüm parametreler için K30 grubunun K15 grubuna göre daha fazla artış göstermesinin sebebi K30 grubunun K15 ve GS grubuna göre tekrarlar arası daha fazla dinlenme süresine sahip olması olarak özetlenebilir.

Akut olarak gelişen yorgunluğu kontrol edebilmek için kullanılan yaygın bir strateji, sporcuya tekrarlar arası dinlenme sağlamaktır (González-Hernández ve ark., 2020). Küme set yönteminin belirli bir yüke karşı hız ve güç uyarlamaları sağlamak için etkili bir yöntem olduğu daha önceki çalışmalarda ortaya konulmuştu (Davies ve ark., 2021; Haff ve ark., 2003; Hansen ve ark., 2011; Keogh ve ark., 1999; Tufano ve ark., 2016). Akut olarak, böyle bir yöntem, sporcunun daha az metabolik stres ve yorgunluğa maruz kalırken sürekli olarak daha yüksek güç çıktıklarına sahip olmasını sağlar (Asadi ve Ramírez-Campillo, 2016; González-Hernández ve ark., 2020). Literatür taramamızda TAM ile set içi dinlenme aralıklarının etkisini inceleyen çalışmalara rastlanmamıştır. Fakat set içi dinlenme aralıklarının performansa etkisi daha önce farklı çalışmalarda araştırılmıştır. Wetmore ve ark. (2019) ve Tufano ve ark. (2017) GS ile KS seti karşılaştırdıkları çalışmalarında KS set yapısının GS ile karşılaştırıldığında daha yüksek zirve güç, ortalama güç çıktıkları ve hareket hızları üretileceğini bildirmişlerdir. Güç üzerindeki etkisi nedeniyle KS, özellikle güç

üretimini vurgulayan sıralı bir antrenman planının sonraki aşamalarında gücü artırmak için değerli bir araç olduğu söylenebilir (DeWeese ve ark., 2015; Stone ve ark., 2007). GS ile KS'nin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada; 6 haftalık bir direnç antrenmanı sonrasında 1MT deadlift, 1MT back squat ve dikey sıçrama değerleri her iki grupta da artmış olmasına rağmen KS (3x6, her iki tekrarda 20sn dinlenme; setler arası 90sn dinlenme) grubunun GS (3x6, tekrarlar arası dinlenme yok; setler arası 120sn dinlenme) grubuna göre daha fazla kazanımlar elde ettiği rapor edilmiştir (Cin ve ark., 2021). Yine Hansen ve ark. (2011) GS ile 3 farklı KS yapısının hareket hızı, kuvvet ve güç üzerindeki etkilerini karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonucu olarak 6 tekrarlı GS kullanmak yerine KS kullanmanın set boyuna güç ve hareket hızındaki düşüşleri azaltabileceği bildirilmiştir. Başka bir çalışmada (García-Ramos ve ark., 2020) 10MT yükü ile gerçekleştirilen bench press egzersizinde iki farklı GS (TR1:dinlenme olmaksızın 3x10 tekrar; TR2: dinlenme olmaksızın 5x6 tekrar) ile 3 farklı KS (KS5: tekrarlar arası 5sn, KS10: tekrarlar arası 10sn; KS15: Tekrarlar arası 15sn dinlenme ile 3x10 tekrar) tasarımları arasındaki mekanik ve metabolik tepkileri karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda TR1 ve KS5 en fazla hız kaybının ortaya çıktığı iki set tasarımı olarak rapor edilmiştir. Bununla birlikte TR2, KS10 ve KS15 set tasarımlarında hız kaybında önemli bir fark olmadığı gözlemlenmiştir. 3 KS tasarımı arasındaki hız kaybı incelendiğinde ise; KS10 ve KS15 ile karşılaştırıldığında KS5 için daha büyük bir hız kaybı ortaya çıktığı bildirilmiştir. Oliver ve ark. (2016) erkeklerde back squat egzersizi sırasında GS (4x10 tekrar; setler arası dinlenme 120sn) ve KS (4 set 2x5 tekrar; tekrarlar arası dinlenme 30sn, setler arası dinlenme 90sn) yapılarının kinetik ve kinematik (Kuvvet, Hız, Güç) etkilerini karşılaştırdılar. Bulgular KS kullanmanın hareket hızında, güç çıktısında ve toplam hacimde daha olumlu etkiler elde ettiğini belirttiler.

Geçmiş çalışmalar incelendiğinde eksantrik kas hareketleri ile başlayan, uzama-kısaltma döngüsünü kullanan ve konsatrik kas hareketleri ile biten egzersizler sırasında daha sık dinlenme aralıkları kullanmanın güç çıkışını koruyabileceğini göstermektedir (Aminaei ve ark., 2017; Hardee ve ark., 2012; Lawton ve ark., 2006; Moreno ve ark., 2014; Oliver ve ark., 2016). Örneğin Moreno ve ark. (2014) pliometrik squat sırasında 3 farklı küme set tasarımlarının güç çıktısı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Set tasarımları geleneksel set (2 set 10 tekrar; setler arası 90sn. dinlenme),

KS1 (4 set 5 tekrar; setler arası 30sn. dinlenme) ve KS2 (10 set 2 tekrar; setler arası 10sn dinlenme) olarak oluşturuldu. Çalışma, küme set kullanmanın geleneksel sete göre güç çıktısının korunmasına yardımcı olduğunu göstermiştir. Set tasarımları arasında ise KS2'nin toparlanmaya en fazla izin veren set yapısı olduğu bildirilmiştir. Hardee ve ark. (2012) 1MT'nin %80'i yük ile gerçekleştirilen 3 set 6 tekrar power clean egzersizinden oluşan üç farklı küme set tasarımında (tekrarlar arası dinlenme:0-20-40sn) tekrarlar arasında daha uzun dinlenme süreleri kullanıldığında zirve kuvvetin daha iyi korunduğunu göstermiştir. Bu çalışmada ise fazların (eksantrik, izometrik, konsantrik) ayrı ayrı ele alınan trifazik antrenman modeli ile küme set ve geleneksel set karşılaştırılmış ve KS kullanmanın güç çıktısını arttırabileceğini öne süren önceki geleneksel antrenman modelleri ile yapılan çalışmalarla tutarlı olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak her fazın ayrı ayrı antrene edilmesi performansa olumlu yönde katkı sağlayabilir. Özellikle eksantrik antrenmanla beraber artan UKD konsantrik faz sırasında üretilen kuvvet miktarına önemli ölçüde katkı sağlayabilir. Diğer yandan daha önceden belirlenmiş sayıda tekrara bağlı set içi (örneğin 30-45sn) dinlenmeye sahip küme setlerinin kullanımı, antrenmanın kuvvet veya güç aşamalarında en fazla faydayı sağlayabilir (Davies ve ark., 2021). Ayrıca küme set kullanımı ile daha az oluşan yorgunluk ile özellikle beceri gerektiren hareketlerde (örneğin halter hareketleri) önemli olabilecek derecede hareket kalitesi sağlayabilir (Justin P Hardee ve ark., 2012). Dolayısıyla küme set tasarımları, periyodik programların çeşitli aşamalarında kullanım için düşünülebilecek etkili bir direnç antrenmanı yaklaşımı olabilir (Davies ve ark., 2021). Bu çalışmada KS yapısı ile kombine edilmiş TAM'ın CMJ, RKE ve 1MT değerlerini arttırmada etkili bir yöntem olduğu görülmüştür. Buna ilave olarak trifazik antrenman modelinde kullanılan küme setteki tekrarlar arası dinlenme aralıklarının 15sn yerine 30sn uygulanması CMJ, RKE ve 1MT kazanımları için daha büyük bir uyarın sağlayabileceği ortaya konmuştur. Bu çalışmanın sonuçlarına göre TAM kullanan antrenörlere küme set kullanımı ve küme sette tekrarlar arası 30sn dinlenme aralığının kullanılması tavsiye edilir. Bununla birlikte TAM üzerine yapılan çalışmaların yetersiz olması sebebiyle bu konu üzerinde daha fazla çalışma yapılması önerilir.

10. KAYNAKLAR

Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of applied physiology*.2002a; 93(4), 1318-1326.

Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. Neural adaptation to resistance training: changes in evoked V-wave and H-reflex responses. *Journal of applied physiology*.2002b; 92(6), 2309-2318.

Aagaard, P., Simonsen, E. B., Trolle, M., Bangsbo, J., & Klausen, K. Effects of different strength training regimes on moment and power generation during dynamic knee extensions. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*.1994; 69(5), 382-386.

Aboodarda, S. J., Byrne, J. M., Samson, M., Wilson, B. D., Mokhtar, A. H., & Behm, D. G. Does Performing Drop Jumps With Additional Eccentric Loading Improve Jump Performance? *The Journal of strength & conditioning research*.2014; 28(8), 2314-2323.

Aboodarda, S. J., Yusof, A., Osman, N. A., Thompson, M. W., & Mokhtar, A. H. Enhanced performance with elastic resistance during the eccentric phase of a countermovement jump. *International journal of sports physiology and performance*.2013; 8(2), 181-187.

Albert, M. (1995). *Eccentric muscle training in sports and orthopaedics*. Churchill Livingstone.

Allerheiligen, B., & Rogers, R. Plyometrics program design. *Strength and Conditioning*.1995; 17, 26-26.

Alves, J. M. V. M., Rebelo, A. N., Abrantes, C., & Sampaio, J. Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint, and agility abilities. *The Journal of strength & conditioning research*.2010; 24(4), 936-941.

Aminaei, M., Yazdani, S., & Amirseyfardini, M. Effects of plyometric and cluster resistance training on explosive power and maximum strength in karate players. *International journal of applied exercise physiology*.2017; 6(2), 34-44.

Argus, C. K., Gill, N. D., Keogh, J. W., McGuigan, M. R., & Hopkins, W. G. Effects of two contrast training programs on jump performance in rugby union players during a competition phase. *Int J Sports Physiol Perform*.2012; 7(1), 68-75.

Asadi, A., & Ramírez-Campillo, R. Effects of cluster vs. traditional plyometric training sets on maximal-intensity exercise performance. *Medicina*.2016; 52(1), 41-45.

Asmussen, E., & Bonde-Petersen, F. Storage of elastic energy in skeletal muscles in man. *Acta Physiologica Scandinavica*.1974; 91(3), 385-392.

Atanasković, A., & Georgiev, M. The Impact of Plyometric Training on the Explosive Power of the Lower Extremities of Handball Player. *Sport-Science & Practice*.2013; 3(1).

Baker, D. Acute and long-term power responses to power training: Observations on the training of an elite power athlete. *Strength & Conditioning Journal*.2001a; 23(1), 47-56.

Baker, D. A series of studies on the training of high-intensity muscle power in rugby league football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*.2001b; 15(2), 198-209.

Baker, D., Nance, S., & Moore, M. The load that maximizes the average mechanical power output during jump squats in power-trained athletes. *The Journal of strength & conditioning research*.2001; 15(1), 92-97.

Barker, M., Wyatt, T. J., Johnson, R. L., Stone, M. H., O'Bryant, H. S., Poe, C., & Kent, M. Performance factors, psychological assessment, physical characteristics, and football playing ability. *The Journal of strength & conditioning research*.1993; 7(4), 224-233.

Behm, D. G., & Sale, D. G. Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response. *Journal of applied physiology*.1993; 74(1), 359-368.

Benjamin, M., Kaiser, E., & Milz, S. Structure-function relationships in tendons: a review. *Journal of anatomy*.2008; 212(3), 211-228.

Blazevich, A. J., & Babault, N. Post-activation Potentiation Versus Post-activation Performance Enhancement in Humans: Historical Perspective, Underlying Mechanisms, and Current Issues. *Front Physiol*.2019; 10, 1359.

Bobbert, M. F., Huijing, P. A., & van Ingen Schenau, G. Drop jumping. I. The influence of jumping technique on the biomechanics of jumping. *Med Sci Sports Exerc*.1987; 19(4), 332-338.

Bogdanis, G. C., Nevill, M. E., Boobis, L. H., & Lakomy, H. Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *Journal of applied physiology*.1996; 80(3), 876-884.

Bosco, C., Ito, A., Komi, P. V., Luhtanen, P., Rahkila, P., Rusko, H., & Viitasalo, J. T. Neuromuscular function and mechanical efficiency of human leg extensor muscles during jumping exercises. *Acta Physiol Scand*.1982; 114(4), 543-550.

Bosco, C., & Komi, P. V. Potentiation of the mechanical behavior of the human skeletal muscle through prestretching. *Acta Physiol Scand*.1979; 106(4), 467-472.

Bosco, C., Komi, P. V., & Ito, A. Prestretch potentiation of human skeletal muscle during ballistic movement. *Acta Physiologica Scandinavica*.1981; 111(2), 135-140.

Bosco, C., Viitasalo, J., Komi, P., & Luhtanen, P. Combined effect of elastic energy and myoelectrical potentiation during stretch-shortening cycle exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*.1982; 114(4), 557-565.

Bourque, P. J. (2002). Determinants of load at peak power during maximal effort squat jumps in endurance-and power-trained athletes MSc Thesis].

Bridgeman, L. A., McGuigan, M. R., Gill, N. D., & Dulson, D. K. The Effects of Accentuated Eccentric Loading on the Drop Jump Exercise and the Subsequent Postactivation Potentiation Response. *The Journal of strength & conditioning research*.2017; 31(6), 1620-1626.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. Bilimsel araştırma yöntemleri.2008.

Cavaco, B., Sousa, N., Dos Reis, V. M., Garrido, N., Saavedra, F., Mendes, R., & Vilaça-Alves, J. Short-term effects of complex training on agility with the ball, speed, efficiency of crossing and shooting in youth soccer players. *J Hum Kinet*.2014; 43, 105-112.

Cavaco, B., Sousa, N., Dos Reis, V. M., Garrido, N., Saavedra, F., Mendes, R., & Vilaça-Alves, J. Short-term effects of complex training on agility with the ball, speed, efficiency of crossing and shooting in youth soccer players. *Journal of human kinetics*.2014; 43, 105.

Cavagna, G., Saibene, F., & Margaria, R. Effect of negative work on the amount of positive work performed by an isolated muscle. *Journal of applied physiology*.1965; 20(1), 157-158.

Channell, B. T., & Barfield, J. Effect of Olympic and traditional resistance training on vertical jump improvement in high school boys. *The Journal of strength & conditioning research*.2008; 22(5), 1522-1527.

Chatzopoulos, D. E., Michailidis, C. J., Giannakos, A. K., Alexiou, K. C., Patikas, D. A., Antonopoulos, C. B., & Kotzamanidis, C. M. Postactivation potentiation effects after heavy resistance exercise on running speed. *The Journal of strength & conditioning research*.2007; 21(4), 1278-1281.

Christou, M., Smilios, I., Sotiropoulos, K., Volaklis, K., Pilianidis, T., & Tokmakidis, S. P. Effects of resistance training on the physical capacities of adolescent soccer players. *The Journal of strength & conditioning research*.2006; 20(4), 783-791.

Chu, D. A., & Meyer, G. C. (2013). Plyometrics. *Human kinetics*.

- Cin, M., Çabuk, R., Demirarar, O., & Özçaldıran, B. Cluster Resistance Training Results Higher Improvements on Sprint, Agility, Strength and Vertical Jump in Professional Volleyball Players. *Turkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*.2021; 13(2).
- Clark, M., Lucett, S., & Kirkendall, D. T. (2019). *NASM's essentials of sports performance training*. In (pp. 269-296). Lippincott Williams & Wilkins.
- Colliander, E., & Tesch, P. Effects of eccentric and concentric muscle actions in resistance training. *Acta Physiologica Scandinavica*.1990; 140(1), 31-39.
- Comyns, T. M., Harrison, A. J., & Hennessy, L. K. Effect of squatting on sprinting performance and repeated exposure to complex training in male rugby players. *The Journal of strength & conditioning research*.2010; 24(3), 610-618.
- Cormie, P., McCaulley, G. O., & McBRIDE, J. M. Power versus strength-power jump squat training: influence on the load-power relationship. *Medicine and science in sports and exercise*.2007; 39(6), 996.
- Cormie, P., McCaulley, G. O., Triplett, N. T., & McBride, J. M. Optimal loading for maximal power output during lower-body resistance exercises. *Med Sci Sports Exerc*.2007; 39(2), 340-349.
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. Influence of strength on magnitude and mechanisms of adaptation to power training. *Med Sci Sports Exerc*.2010; 42(8), 1566-1581.
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. Developing maximal neuromuscular power. *Sports Medicine*.2011; 41(1), 17-38.
- Cormier, P., Freitas, T. T., Rubio-Arias, J. Á., & Alcaraz, P. E. Complex and Contrast Training: Does Strength and Power Training Sequence Affect Performance-Based Adaptations in Team Sports? A Systematic Review and Meta-analysis. *The Journal of strength & conditioning research*.2020; 34(5), 1461-1479.
- Cronin, J., McNair, P. J., & Marshall, R. N. Developing explosive power: a comparison of technique and training. *Journal of Science and Medicine in Sport*.2001; 4(1), 59-70.
- Cronin, J. B., McNair, P. J., & Marshall, R. N. Force-velocity analysis of strength-training techniques and load: implications for training strategy and research. *The Journal of strength & conditioning research*.2003; 17(1), 148-155.
- Davies, T. B., Tran, D. L., Hogan, C. M., Haff, G. G., & Latella, C. Chronic effects of altering resistance training set configurations using cluster sets: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*.2021; 51(4), 707-736.

- de Villarreal, E. S., Requena, B., Izquierdo, M., & Gonzalez-Badillo, J. J. Enhancing sprint and strength performance: combined versus maximal power, traditional heavy-resistance and plyometric training. *Journal of Science and Medicine in Sport*.2013; 16(2), 146-150.
- Denton, J. (2005). The kinematic, kinetic and blood lactate profiles of continuous and intra-set rest loading schemes Auckland University of Technology.
- DeWeese, B. H., Hornsby, G., Stone, M., & Stone, M. H. The training process: Planning for strength–power training in track and field. Part 1: Theoretical aspects. *Journal of sport and health science*.2015; 4(4), 308-317.
- Dietz, C., & Peterson, B. (2012). Triphasic training: A systematic approach to elite speed and explosive strength performance (Vol. 1). Bye Dietz Sport Enterprise Hudson, WI, USA.
- Dobbs, C. W., Gill, N. D., Smart, D. J., & McGuigan, M. R. The training effect of short term enhancement from complex pairing on horizontal and vertical countermovement and drop jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*.2015.
- Docherty, D., & Hodgson, M. J. The application of postactivation potentiation to elite sport. *International Journal of Sports Physiology & Performance*.2007; 2(4).
- Docherty, D., Robbins, D., & Hodgson, M. Complex training revisited: A review of its current status as a viable training approach. *Strength and conditioning journal*.2004; 26(6), 52.
- Drinkwater, E. J., Lawton, T. W., McKenna, M. J., Lindsell, R. P., Hunt, P. H., & Pyne, D. B. Increased number of forced repetitions does not enhance strength development with resistance training. *J Strength Cond Res*.2007; 21(3), 841-847.
- Duffey, M. J., & Challis, J. H. Fatigue effects on bar kinematics during the bench press. *J Strength Cond Res*.2007; 21(2), 556-560.
- Earle, R. W., Baechle, T. R., & Baechle, T. R. Essentials of strength and conditioning.2008.
- Ebben, W. P. Complex training: A brief review. *Journal of Sports Science & Medicine*.2002; 1(2), 42.
- Elmer, S., Hahn, S., McAllister, P., Leong, C., & Martin, J. Improvements in multi-joint leg function following chronic eccentric exercise. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*.2012; 22(5), 653-661.
- Enoka, R. M. Acute adaptations. *Neuromechanical basis of kinesiology*. 2nd ed. Champaign (IL): Human Kinetics.1994, 271-302.

Fathi, A., Hammami, R., Moran, J., Borji, R., Sahli, S., & Rebai, H. Effect of a 16-week combined strength and plyometric training program followed by a detraining period on athletic performance in pubertal volleyball players. *The Journal of strength & conditioning research*.2019; 33(8), 2117-2127.

Fatouros, I. G., Jamurtas, A. Z., Leontsini, D., Taxildaris, K., Aggelousis, N., Kostopoulos, N., & Buckenmeyer, P. Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength. *The Journal of strength & conditioning research*.2000; 14(4), 470-476.

Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A.-G. Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*.2009; 41(4), 1149-1160.

Flanagan, E. P., & Comyns, T. M. The use of contact time and the reactive strength index to optimize fast stretch-shortening cycle training. *Strength & Conditioning Journal*.2008; 30(5), 32-38.

Flanagan, E. P., Ebben, W. P., & Jensen, R. L. Reliability of the reactive strength index and time to stabilization during depth jumps. *The Journal of strength & conditioning research*.2008; 22(5), 1677-1682.

Folland, J. P., Irish, C. S., Roberts, J. C., Tarr, J. E., & Jones, D. A. Fatigue is not a necessary stimulus for strength gains during resistance training. *Br J Sports Med*.2002; 36(5), 370-373; discussion 374.

Folland, J. P., & Williams, A. G. Morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports Medicine*.2007; 37(2), 145-168.

Freitas, T. T., Calleja-González, J., Carlos-Vivas, J., Marín-Cascales, E., & Alcaraz, P. E. Short-term optimal load training vs a modified complex training in semi-professional basketball players. *Journal of Sports Sciences*.2019; 37(4), 434-442.

Freitas, T. T., Martinez-Rodriguez, A., Calleja-Gonzalez, J., & Alcaraz, P. E. Short-term adaptations following complex training in team-sports: A meta-analysis. *PLoS One*.2017; 12(6), e0180223.

Fukunaga, T., Ichinose, Y., Ito, M., Kawakami, Y., & Fukashiro, S. Determination of fascicle length and pennation in a contracting human muscle in vivo. *Journal of applied physiology*.1997; 82(1), 354-358.

García-Ramos, A., González-Hernández, J. M., Baños-Pelegrín, E., Castaño-Zambudio, A., Capelo-Ramírez, F., Boullosa, D., Haff, G. G., & Jiménez-Reyes, P. Mechanical and metabolic responses to traditional and cluster set configurations in the bench press exercise. *The Journal of strength & conditioning research*.2020; 34(3), 663-670.

Gilbert, G. Temporal profile of post-tetanic potentiation of m.2001.

Gilbert, G., Lees, A., & Graham-Smith, P. Temporal profile of post-tetanic potentiation of muscle force characteristics after repeated maximal exercise. *J Sports Sci.*2001; 19(6).

Girman, J. C., Jones, M. T., Matthews, T. D., & Wood, R. J. Acute effects of a cluster-set protocol on hormonal, metabolic and performance measures in resistance-trained males. *European journal of sport science.*2014; 14(2), 151-159.

Gołaś, A., Maszczyk, A., Zajac, A., Mikołajec, K., & Stastny, P. Optimizing post activation potentiation for explosive activities in competitive sports. *Journal of human kinetics.*2016; 52(1), 95-106.

González-Badillo, J. J., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., Gorostiaga, E. M., & Pareja-Blanco, F. Maximal intended velocity training induces greater gains in bench press performance than deliberately slower half-velocity training. *Eur J Sport Sci.*2014; 14(8), 772-781.

González-Hernández, J. M., García-Ramos, A., Castaño-Zambudio, A., Capelo-Ramírez, F., Marquez, G., Boullosa, D., & Jiménez-Reyes, P. Mechanical, metabolic, and perceptual acute responses to different set configurations in full squat. *The Journal of strength & conditioning research.*2020; 34(6), 1581-1590.

Gordon, D. A., Enoka, R. M., & Stuart, D. G. Motor-unit force potentiation in adult cats during a standard fatigue test. *The Journal of Physiology.*1990; 421(1), 569-582.

Gorostiaga, E. M., Navarro-Amezqueta, I., Calbet, J. A., Hellsten, Y., Cusso, R., Guerrero, M., Granados, C., Gonzalez-Izal, M., Ibanez, J., & Izquierdo, M. Energy metabolism during repeated sets of leg press exercise leading to failure or not. *PLoS One.*2012; 7(7), e40621.

Gourgoulis, V., Aggeloussis, N., Kasimatis, P., Mavromatis, G., & Garas, A. Effect of a submaximal half-squats warm-up program on vertical jumping ability. *The Journal of strength & conditioning research.*2003; 17(2), 342-344.

Grange, R. W., Vandenboom, R., & Houston, M. E. Physiological significance of myosin phosphorylation in skeletal muscle. *Canadian Journal of Applied Physiology.*1993; 18(3), 229-242.

Gross, M., Lüthy, F., Kröll, J., Müller, E., Hoppeler, H., & Vogt, M. Effects of eccentric cycle ergometry in alpine skiers. *International journal of sports medicine.*2010; 31(08), 572-576.

Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2000). *Textbook of Medical Physiology.*

Güllich, A., & Schmidtbleicher, D. MVC-induced short-term potentiation of explosive force. *New studies in athletics.*1996; 11, 67-84.

Haff, G. G. (2017). Periodization and Power Integration. In M. McGuigan (Ed.), *Developing Power* (pp. 46-61). Human Kinetics.

Haff, G. G., Burgess, S., & Stone, M. H. Cluster training: theoretical and practical applications for the strength and conditioning professional. *Prof Strength Cond.*2008; 12, 12-17.

Haff, G. G., Hobbs, R. T., Haff, E. E., Sands, W. A., Pierce, K. C., & Stone, M. H. Cluster Training: A Novel Method for Introducing Training Program Variation. *Strength & Conditioning Journal.*2008; 30(1), 67-76.

Haff, G. G., & Nimphius, S. Training Principles for Power. *Strength & Conditioning Journal.*2012; 34(6), 2-12.

Haff, G. G., Stone, M., O'Bryant, H. S., Harman, E., Dinah, C., Johnson, R., & Han, K.-H. Force-time dependent characteristics of dynamic and isometric muscle actions. *Journal of Strength and Conditioning Research.*1997; 11, 269-272.

Haff, G. G., Stone, M., O'Bryant, H. S., Harman, E., Dinan, C., Johnson, R., & Han, K.-H. Force-Time Dependent Characteristics of Dynamic and Isometric Muscle Actions. *The Journal of strength & conditioning research.*1997; 11(4), 269-272.

Haff, G. G., & Triplett, N. T. (2015). *Essentials of strength training and conditioning* 4th edition. In (pp. 471-488). Human kinetics.

Haff, G. G., Whitley, A., McCoy, L. B., O'BRYANT, H. S., Kilgore, J. L., Haff, E. E., Pierce, K., & Stone, M. H. Effects of different set configurations on barbell velocity and displacement during a clean pull. *The Journal of strength & conditioning research.*2003; 17(1), 95-103.

Haff, G. G., Whitley, A., & Potteiger, J. A. A brief review: Explosive exercises and sports performance. *Strength and conditioning journal.*2001; 23(3), 13-25.

Häkkinen, K. Neuromuscular and hormonal adaptations during strength and power training. A review. *The Journal of sports medicine and physical fitness.*1989; 29(1), 9-26.

Häkkänen, K., Komi, P., & Alen, M. Effect of explosive type strength training on isometric force-and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of leg extensor muscles. *Acta Physiologica Scandinavica.*1985; 125(4), 587-600.

Hamada, T., Sale, D., MacDougall, J., & Tarnopolsky, M. Interaction of fibre type, potentiation and fatigue in human knee extensor muscles. *Acta Physiologica Scandinavica.*2003; 178(2), 165-173.

Hamada, T., Sale, D. G., MacDougall, J. D., & Tarnopolsky, M. A. Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. *J Appl Physiol* (1985).2000; 88(6), 2131-2137.

Hansen, K. T., Cronin, J. B., Pickering, S. L., & Douglas, L. Do force-time and power-time measures in a loaded jump squat differentiate between speed performance and playing level in elite and elite junior rugby union players? *J Strength Cond Res*.2011; 25(9), 2382-2391.

Hansen, K. T., Cronin, J. B., Pickering, S. L., & Newton, M. J. Does cluster loading enhance lower body power development in preseason preparation of elite rugby union players? *The Journal of strength & conditioning research*.2011; 25(8), 2118-2126.

Hardee, J. P., Lawrence, M. M., Utter, A. C., Triplett, N. T., Zwetsloot, K. A., & McBride, J. M. Effect of inter-repetition rest on ratings of perceived exertion during multiple sets of the power clean. *Eur J Appl Physiol*.2012; 112(8), 3141-3147.

Hardee, J. P., Triplett, N. T., Utter, A. C., Zwetsloot, K. A., & McBride, J. M. Effect of interrepetition rest on power output in the power clean. *The Journal of strength & conditioning research*.2012; 26(4), 883-889.

Harris, G. R., STONE, M. H., O'BRYANT, H. S., PROULX, C. M., & JOHNSON, R. L. Short-term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods. *The Journal of strength & conditioning research*.2000; 14(1), 14-20.

Hatfield, D. L., Kraemer, W. J., Spiering, B. A., Häkkinen, K., Volek, J. S., Shimano, T., Spreuwenberg, L. P., Silvestre, R., Vingren, J. L., Fragala, M. S., Gómez, A. L., Fleck, S. J., Newton, R. U., & Maresh, C. M. The impact of velocity of movement on performance factors in resistance exercise. *J Strength Cond Res*.2006; 20(4), 760-766.

Hernández-Preciado, J. A., Baz, E., Balsalobre-Fernández, C., Marchante, D., & Santos-Concejero, J. Potentiation Effects of the French Contrast Method on Vertical Jumping Ability. *The Journal of strength & conditioning research*.2018; 32(7), 1909-1914.

Hewett, T. E., Stroupe, A. L., Nance, T. A., & Noyes, F. R. Plyometric training in female athletes: decreased impact forces and increased hamstring torques. *The American journal of sports medicine*.1996; 24(6), 765-773.

Hodges, N. J., Hayes, S., Horn, R. R., & Williams, A. M. Changes in coordination, control and outcome as a result of extended practice on a novel motor skill. *Ergonomics*.2005; 48(11-14), 1672-1685.

Hodgson, M., Docherty, D., & Robbins, D. Post-activation potentiation. *Sports Medicine*.2005; 35(7), 585-595.

Holm, L., Reitelseder, S., Pedersen, T. G., Doessing, S., Petersen, S. G., Flyvbjerg, A., Andersen, J. L., Aagaard, P., & Kjaer, M. Changes in muscle size and MHC composition in response to resistance exercise with heavy and light loading intensity. *J Appl Physiol* (1985).2008; 105(5), 1454-1461.

IBM, C. (2019).

Iglesias-Soler, E., Carballeira, E., Sanchez-Otero, T., Mayo, X., & Fernandez-del-Olmo, M. Performance of maximum number of repetitions with cluster-set configuration. *International journal of sports physiology and performance*.2014; 9(4), 637-642.

Iglesias-Soler, E., Carballeira, E., Sanchez-Otero, T., Mayo, X., Jimenez, A., & Chapman, M. Acute effects of distribution of rest between repetitions. *International journal of sports medicine*.2012; 33(05), 351-358.

Iglesias, E., Boullosa, D. A., Dopico, X., & Carballeira, E. Analysis of factors that influence the maximum number of repetitions in two upper-body resistance exercises: curl biceps and bench press. *The Journal of strength & conditioning research*.2010; 24(6), 1566-1572.

Izquierdo, M., Häkkinen, K., Gonzalez-Badillo, J. J., Ibanez, J., & Gorostiaga, E. M. Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. *European journal of applied physiology*.2002; 87(3), 264-271.

Judge, L. W. The application of postactivation potentiation to the track and field thrower. *Strength & Conditioning Journal*.2009; 31(3), 34-36.

Kaneko, M. Training effect of different loads on the force-velocity relationship and mechanical power output in human muscle. *Scand J Sports Sci*.1983; 5, 50-55.

Kawamori, N., & Haff, G. G. The optimal training load for the development of muscular power. *The Journal of strength & conditioning research*.2004; 18(3), 675-684.

Kawamori, N., & Haff, G. G. The optimal training load for the development of muscular power. *J Strength Cond Res*.2004; 18(3), 675-684.

Kaya, S., & Pınar, S. Effects of triphasic training model combined with two different cluster sets on vertical jump and reactive strength index. *Physical education of students*.2022; 26(4), 188-195.

Keogh, J. W., Wilson, G. J., & Weatherby, R. E. A cross-sectional comparison of different resistance training techniques in the bench press. *The Journal of strength & conditioning research*.1999; 13(3), 247-258.

- Kilani, H., Palmer, S., Adrian, M., & Gapsis, J. Block of the stretch reflex of vastus lateralis during vertical jumps. *Human Movement Science*.1989; 8(3), 247-269.
- Kilduff, L. P., Bevan, H. R., Kingsley, M. I., Owen, N. J., Bennett, M. A., Bunce, P. J., Hore, A. M., Maw, J. R., & Cunningham, D. J. Postactivation potentiation in professional rugby players: Optimal recovery. *Journal of Strength and Conditioning Research*.2007; 21(4), 1134.
- Kjaer, M. Role of extracellular matrix in adaptation of tendon and skeletal muscle to mechanical loading. *Physiological reviews*.2004; 84(2), 649-698.
- Kobal, R., Loturco, I., Barroso, R., Gil, S., Cuniyochi, R., Ugrinowitsch, C., Roschel, H., & Tricoli, V. Effects of different combinations of strength, power, and plyometric training on the physical performance of elite young soccer players. *The Journal of strength & conditioning research*.2017; 31(6), 1468-1476.
- Komi, P. V. Stretch-shortening cycle. *Strength and power in sport*.2003; 2, 184-202.
- Konow, N., Azizi, E., & Roberts, T. J. Muscle power attenuation by tendon during energy dissipation. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*.2012; 279(1731), 1108-1113.
- Kotzamanidis, C., Chatzopoulos, D., Michailidis, C., Papaiakevou, G., & Patikas, D. The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *J Strength Cond Res*.2005; 19(2), 369-375.
- Krieger, J. W. Single versus multiple sets of resistance exercise: a meta-regression. *J Strength Cond Res*.2009; 23(6), 1890-1901.
- Kubo, K., Kawakami, Y., & Fukunaga, T. Influence of elastic properties of tendon structures on jump performance in humans. *Journal of applied physiology*.1999; 87(6), 2090-2096.
- Lawton, T. W., Cronin, J. B., & Lindsell, R. P. Effect of interrepetition rest intervals on weight training repetition power output. *Journal of Strength and Conditioning Research*.2006; 20(1), 172.
- Lichtwark, G., & Wilson, A. Is Achilles tendon compliance optimised for maximum muscle efficiency during locomotion? *Journal of biomechanics*.2007; 40(8), 1768-1775.
- Liu, C., Chen, C.-S., Ho, W.-H., Füle, R. J., Chung, P.-H., & Shiang, T.-Y. The effects of passive leg press training on jumping performance, speed, and muscle power. *The Journal of strength & conditioning research*.2013; 27(6), 1479-1486.
- Loturco, I., Pereira, L. A., Kobal, R., Maldonado, T., Piazzzi, A. F., Bottino, A., Kitamura, K., Cal Abad, C. C., de Arruda, M., & Nakamura, F. Y. Improving sprint

performance in soccer: effectiveness of jump squat and Olympic push press exercises. *PLoS One*.2016; 11(4), e0153958.

Lovell, D. I., Cuneo, R., & Gass, G. C. The effect of strength training and short-term detraining on maximum force and the rate of force development of older men. *European journal of applied physiology*.2010; 109(3), 429-435.

Maffiuletti, N. A., Aagaard, P., Blazevich, A. J., Folland, J., Tillin, N., & Duchateau, J. Rate of force development: physiological and methodological considerations. *Eur J Appl Physiol*.2016; 116(6), 1091-1116.

Maio Alves, J. M., Rebelo, A. N., Abrantes, C., & Sampaio, J. Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint, and agility abilities. *J Strength Cond Res*.2010; 24(4), 936-941.

Markovic, G. Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *British journal of sports medicine*.2007; 41(6), 349-355.

Matavulj, D., Kukolj, M., Ugarkovic, D., Tihanyi, J., & Jaric, S. Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *Journal of sports medicine and physical fitness*.2001; 41(2), 159-164.

Matthews, P. B. The 1989 James AF Stevenson memorial lecture. The knee jerk: still an enigma? *Canadian journal of physiology and pharmacology*.1990; 68(3), 347-354.

McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A., & Newton, R. U. A comparison of strength and power characteristics between power lifters, Olympic lifters, and sprinters. *The Journal of strength & conditioning research*.1999; 13(1), 58-66.

McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A., & Newton, R. U. The effect of heavy-vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *The Journal of strength & conditioning research*.2002; 16(1), 75-82.

McClymont, D., & Hore, A. (2003). Use of the reactive strength index (RSI) as an indicator of plyometric training conditions. *Science and Football V: The proceedings of the fifth World Congress on Sports Science and Football, Lisbon, Portugal,*

McMahon, J. J., Suchomel, T. J., Lake, J. P., & Comfort, P. Relationship between reactive strength index variants in rugby league players. *The Journal of strength & conditioning research*.2021; 35(1), 280-285.

Minetti, A. E. On the mechanical power of joint extensions as affected by the change in muscle force (or cross-sectional area), *ceteris paribus*. *Eur J Appl Physiol*.2002; 86(4), 363-369.

Moreno, S. D., Brown, L. E., Coburn, J. W., & Judelson, D. A. Effect of Cluster Sets on Plyometric Jump Power. *The Journal of strength & conditioning research*.2014; 28(9), 2424-2428.

Moritani, T. Electrophysiological analyses of the effects of muscle power training. *Res J Phys Educ in Japan*.1987; 1, 23-32.

Newton, R. U., & Kraemer, W. J. Developing explosive muscular power: Implications for a mixed methods training strategy. *Strength & Conditioning Journal*.1994; 16(5), 20-31.

Newton, R. U., Murphy, A. J., Humphries, B. J., Wilson, G. J., Kraemer, W. J., & Häkkinen, K. Influence of load and stretch shortening cycle on the kinematics, kinetics and muscle activation that occurs during explosive upper-body movements. *European journal of applied physiology and occupational physiology*.1997; 75(4), 333-342.

Newton, R. U., & Wilson, G. J. Reducing the risk of injury during plyometric training: The effect of dampeners. *Research in Sports Medicine: An International Journal*.1993; 4(3), 159-165.

Nuzzo, J. L., McBride, J. M., Cormie, P., & McCaulley, G. O. Relationship between countermovement jump performance and multijoint isometric and dynamic tests of strength. *The Journal of strength & conditioning research*.2008; 22(3), 699-707.

Oliver, J. M., Jagim, A. R., Sanchez, A. C., Mardock, M. A., Kelly, K. A., Meredith, H. J., Smith, G. L., Greenwood, M., Parker, J. L., Riechman, S. E., Fluckey, J. D., Crouse, S. F., & Kreider, R. B. Greater gains in strength and power with intraset rest intervals in hypertrophic training. *J Strength Cond Res*.2013; 27(11), 3116-3131.

Oliver, J. M., Kreutzer, A., Jenke, S. C., Phillips, M. D., Mitchell, J. B., & Jones, M. T. Velocity Drives Greater Power Observed During Back Squat Using Cluster Sets. *The Journal of strength & conditioning research*.2016; 30(1), 235-243.

Padulo, J., Mignogna, P., Mignardi, S., Tonni, F., & D'Ottavio, S. Effect of different pushing speeds on bench press. *Int J Sports Med*.2012; 33(5), 376-380.

Painter, K. B. (2009). A practical comparison between traditional periodization and daily-undulated weight training among collegiate track and field athletes [East Tennessee State University].

Painter, K. B., Haff, G. G., Ramsey, M. W., McBride, J., Triplett, T., Sands, W. A., Lamont, H. S., Stone, M. E., & Stone, M. H. Strength gains: Block versus daily undulating periodization weight training among track and field athletes. *International journal of sports physiology and performance*.2012; 7(2), 161-169.

Perez-Gomez, J., & Calbet, J. Training methods to improve vertical jump performance. *J Sports Med Phys Fitness*.2013; 53(4), 339-357.

Rahimi, R. Effect of different rest intervals on the exercise volume completed during squat bouts. *Journal of Sports Science & Medicine*.2005; 4(4), 361.

Rassier, D. E., & Herzog, W. Force enhancement following an active stretch in skeletal muscle. *Journal of Electromyography and Kinesiology*.2002; 12(6), 471-477.

Ratamess, N. (2012). ACSM's foundations of strength training and conditioning. In (pp. 331-380). Lippincott Williams & Wilkins.

Rebelo, A., Pereira, J. R., Martinho, D. V., Duarte, J. P., Coelho, E. S. M. J., & Valente-Dos-Santos, J. How to Improve the Reactive Strength Index among Male Athletes? A Systematic Review with Meta-Analysis. *Healthcare (Basel)*.2022; 10(4).

Requena, B., de Villarreal, E. S.-S., Gapeyeva, H., Ereline, J., García, I., & Pääsuke, M. Relationship between postactivation potentiation of knee extensor muscles, sprinting and vertical jumping performance in professional soccer players. *The Journal of strength & conditioning research*.2011; 25(2), 367-373.

Robbins, D. W. Postactivation potentiation and its practical applicability. *The Journal of strength & conditioning research*.2005; 19(2), 453-458.

Robbins, D. W. Postactivation potentiation and its practical applicability: a brief review. *J Strength Cond Res*.2005; 19(2), 453-458.

Roberts, T. J., & Azizi, E. The series-elastic shock absorber: tendons attenuate muscle power during eccentric actions. *Journal of applied physiology*.2010; 109(2), 396-404.

Rønnestad, B. R., Kvamme, N. H., Sundé, A., & Raastad, T. Short-term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. *The Journal of strength & conditioning research*.2008; 22(3), 773-780.

Russell, J. L., & Brooks, K. A. (2013). Effects of a Triphasic Block Method on Power in Collegiate Basketball Players. *International Journal of Exercise Science: Conference Proceedings*,

Sale, D. G. Neural adaptation to resistance training. *Med Sci Sports Exerc*.1988; 20(5 Suppl), S135-145.

Sale, D. G. Postactivation potentiation: role in human performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*.2002; 30(3), 138-143.

Sánchez-Medina, L., & González-Badillo, J. J. Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Med Sci Sports Exerc*.2011; 43(9), 1725-1734.

Santos, E. J., & Janeira, M. A. Effects of complex training on explosive strength in adolescent male basketball players. *The Journal of strength & conditioning research*.2008; 22(3), 903-909.

Seitz, L. B., & Haff, G. G. Factors modulating post-activation potentiation of jump, sprint, throw, and upper-body ballistic performances: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine*.2016; 46(2), 231-240.

Siegel, J. A., Gilders, R. M., Staron, R. S., & Hagerman, F. C. Human muscle power output during upper-and lower-body exercises. *The Journal of strength & conditioning research*.2002; 16(2), 173-178.

Sooneste, H., Tanimoto, M., Kakigi, R., Saga, N., & Katamoto, S. Effects of training volume on strength and hypertrophy in young men. *J Strength Cond Res*.2013; 27(1), 8-13.

Souza, A. A., Bottaro, M., Rocha, V. A., Lage, V., Tufano, J. J., & Vieira, A. Reliability and Test-Retest Agreement of Mechanical Variables Obtained During Countermovement Jump. *Int J Exerc Sci*.2020; 13(4), 6-17.

Stone, M. H., Moir, G., Glaister, M., & Sanders, R. How much strength is necessary? *Physical Therapy in Sport*.2002; 3(2), 88-96.

Stone, M. H., O'Bryant, H. S., McCoy, L., Coglianese, R., Lehmkuhl, M., & Schilling, B. Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research*.2003; 17(1), 140-147.

Stone, M. H., Sanborn, K., O'Bryant, H. S., Hartman, M., Stone, M. E., Proulx, C., Ward, B., & Hrubby, J. Maximum strength-power-performance relationships in collegiate throwers. *J Strength Cond Res*.2003; 17(4), 739-745.

Stone, M. H., Stone, M., & Sands, W. A. (2007). *Principles and practice of resistance training*. Human Kinetics.

Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. The importance of muscular strength: training considerations. *Sports Medicine*.2018; 48(4), 765-785.

Suchomel, T. J., Sole, C. J., & Stone, M. H. Comparison of methods that assess lower-body stretch-shortening cycle utilization. *The Journal of strength & conditioning research*.2016; 30(2), 547-554.

Svantesson, U., Grimby, G., & Thomee, R. Potentiation of concentric plantar flexion torque following eccentric and isometric muscle actions. *Acta Physiologica Scandinavica*.1994; 152(3), 287-293.

Sweeney, H., Bowman, B. F., & Stull, J. T. Myosin light chain phosphorylation in vertebrate striated muscle: regulation and function. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*.1993; 264(5), C1085-C1095.

- Taber, C., Bellon, C., Abbott, H., & Bingham, G. E. Roles of maximal strength and rate of force development in maximizing muscular power. *Strength & Conditioning Journal*.2016; 38(1), 71-78.
- Thomasson, M. L., & Comfort, P. Occurrence of fatigue during sets of static squat jumps performed at a variety of loads. *J Strength Cond Res*.2012; 26(3), 677-683.
- Tillin, N. A., & Bishop, D. Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Medicine*.2009; 39(2), 147-166.
- Toji, H., & Kaneko, M. Effect of multiple-load training on the force-velocity relationship. *Journal of Strength and Conditioning Research*.2004; 18(4), 792-795.
- Tricoli, V., Lamas, L., Carnevale, R., & Ugrinowitsch, C. Short-term effects on lower-body functional power development: weightlifting vs. vertical jump training programs. *The Journal of strength & conditioning research*.2005; 19(2), 433-437.
- Tsoukos, A., Bogdanis, G. C., Terzis, G., & Veligeas, P. Acute improvement of vertical jump performance after isometric squats depends on knee angle and vertical jumping ability. *Journal of Strength and Conditioning Research*.2016; 30(8), 2250-2257.
- Tufano, J., Brown, L. E., & Haff, G. G. Theoretical and Practical Aspects of Different Cluster Set Structures: A Systematic Review. *J Strength Cond Res*.2017; 31(3), 848-867.
- Tufano, J. J., Conlon, J. A., Nimphius, S., Brown, L. E., Seitz, L. B., Williamson, B. D., & Haff, G. G. Maintenance of velocity and power with cluster sets during high-volume back squats. *International journal of sports physiology and performance*.2016; 11(7), 885-892.
- Turner, A. N. Training for power: Principles and practice. *Professional Strength & Conditioning*.2009; (14), 20-32.
- Turner, A. N., & Jeffreys, I. The Stretch-Shortening Cycle: Proposed Mechanisms and Methods for Enhancement. *Strength & Conditioning Journal*.2010; 32(4), 87-99.
- Vandenboom, R., Grange, R., & Houston, M. Threshold for force potentiation associated with skeletal myosin phosphorylation. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*.1993; 265(6), C1456-C1462.
- Vandenboom, R., Grange, R., & Houston, M. Myosin phosphorylation enhances rate of force development in fast-twitch skeletal muscle. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*.1995; 268(3), C596-C603.

- Wang, J. H., Guo, Q., & Li, B. Tendon biomechanics and mechanobiology—a minireview of basic concepts and recent advancements. *Journal of hand therapy*.2012; 25(2), 133-141.
- Wetmore, A. B., Wagle, J. P., Sams, M. L., Taber, C. B., DeWeese, B. H., Sato, K., & Stone, M. H. Cluster Set Loading in the Back Squat: Kinetic and Kinematic Implications. *J Strength Cond Res*.2019; 33 Suppl 1, S19-s25.
- Wilk, K. E., Voight, M. L., Keirns, M. A., Gambetta, V., Andrews, J. R., & Dillman, C. J. Stretch-shortening drills for the upper extremities: theory and clinical application. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*.1993; 17(5), 225-239.
- Wilson, G. J., Newton, R. U., Murphy, A. J., & Humphries, B. J. The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Medicine and science in sports and exercise*.1993; 25(11), 1279-1286.
- Wilson, G. J., Wood, G. A., & Elliott, B. C. Optimal stiffness of series elastic component in a stretch-shorten cycle activity. *Journal of applied physiology*.1991; 70(2), 825-833.
- Wilt, F. Plyometrics-What it is and how it works. *Modern athlete and coach*.1978; 16, 9-12.
- Winchester, J. B., Erickson, T. M., Blaak, J. B., & McBride, J. M. Changes in bar-path kinematics and kinetics after power-clean training. *Journal of Strength and Conditioning Research*.2005; 19(1), 177.
- Young, W. Laboratory strength assessment of athletes. *New studies in athletics*.1995; 10, 89-89.
- Young, W., Mc Lean, B., & Ardagna, J. Relationship between strength qualities and sprinting performance. *Journal of sports medicine and physical fitness*.1995; 35(1), 13-19.
- Young, W. B. Transfer of strength and power training to sports performance. *International journal of sports physiology and performance*.2006; 1(2), 74-83.
- Young, W. B., McDowell, M. H., & Scarlett, B. J. Specificity of sprint and agility training methods. *The Journal of strength & conditioning research*.2001; 15(3), 315-319.
- Young, W. B., Miller, I. R., & Talpey, S. W. Physical qualities predict change-of-direction speed but not defensive agility in Australian rules football. *The Journal of strength & conditioning research*.2015; 29(1), 206-212.
- Zamparo, P., Minetti, A. E., & di Prampero, P. E. Interplay among the changes of muscle strength, cross-sectional area and maximal explosive power: theory and facts. *Eur J Appl Physiol*.2002; 88(3), 193-202.

11. EKLER

EK 1. ÇALIŞMAYA ALINMA ÖLÇÜTLERİ FORMU

	EVET	HAYIR
• 18 yaşından büyük olmak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• En az 3 yıllık kuvvet antrenmanı geçmişine sahip olmak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Lisanslı sporcu olmak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Kronik bir hastalık hastalığım yoktur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Yakın bir zamanda spor yaralanması geçirmemek	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

EK 2. KATILIMCI BİLGİLENDİRME FORMU



KATILIMCI ONAM FORMU



12. ÖZGEÇMİŞ

