

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

**KOMPLEKS ANTRENMAN POTANSİYASYONUNUN REAKTİF  
KUVVET İNDEKSİ PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**Onur ÇOBAN**

**Spor Bilimleri ve Teknolojisi  
Yüksek Lisans Tezi**

**ANKARA**

**2019**



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

**KOMPLEKS ANTRENMAN POTANSİYASYONUNUN REAKTİF  
KUVVET İNDEKSİ PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**Onur ÇOBAN**

**Spor Bilimleri ve Teknolojisi  
Yüksek Lisans Tezi**

**TEZ DANIŞMANI  
Doç. Dr. Şükrü Alpan CİNEMRE**

**ANKARA**

**2019**

KOMPLEKS ANTRENMAN POTANSİYASYONUNUN REAKTİF KUVVET İNDEKSİ  
PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Öğrenci: Onur ÇOBAN

Danışman: Doç. Dr. Şükrü Alpan CİNEMRE

Bu tez çalışması 19.07.2019 tarihinde jürimiz tarafından "Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı" nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:

Prof.Dr. Tahir HAZIR

Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi

Tez Danışmanı:

Doç.Dr. Ş. Alpan CİNEMRE

Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi

Üye:

Prof.Dr. Ayşe KİN İŞLER

Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi

Üye:

Dr.Öğr.Üyesi Arif Mithat AMCA

Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi

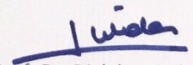
Üye:

Doç.Dr. Gökhan DELİCEOĞLU

Kırıkkale Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuştur.

29 Temmuz 2019

  
Prof. Dr. Diclehan Orhan  
Enstitü Müdürü

## YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan **“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. <sup>(1)</sup>
- Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay ertelenmiştir. <sup>(2)</sup>
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. <sup>(3)</sup>

31.07.2019

(İmza)  
Onur ÇOBAN

<sup>i</sup>“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”

- (1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu** iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulunun** gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, **tezin yapıldığı kurum** tarafından verilir \*. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, **ilgili kurum ve kuruluşun önerisi** ile **enstitü** veya **fakültenin** uygun görüşü üzerine **üniversite yönetim kurulu** tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.
- Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

\* Tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu** tarafından karar verilir.

## ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Doç. Dr. Şükrü Alpan CİNEMRE danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.



(İmza)

**ONUR ÇOBAN**

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca görüş ve bilgileriyle desteklerini esirgemeyen danışmanım Sayın Doç. Dr. Şükrü Alpan CİNEMRE'ye göstermiş olduğu yoğun ilgi, destek ve sabırdan dolayı,

Sayın Arş. Gör. Evrim ÜNVER'e araştırma boyunca gösterdiği sabır ve destek için,

Hayatım boyunca aldığım her kararda ve attığım her adımda yanımda olan çok kıymetli ailem, Rukiye ÇOBAN ve Kemal ÇOBAN'a,

“Hayatta en hakiki mürşit ilimdir” sözünü rota edindiğim Başöğretmen Mustafa Kemal ATATÜRK'e

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Onur ÇOBAN

## ÖZET

**Çoban, O., Kompleks Antrenman Potansiyasyonunun Reaktif Kuvvet İndeksi Parametreleri Üzerine Etkisi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2019.** Bu çalışmada, kompleks antrenman potansiyasyonunun reaktif kuvvet indeksi parametreleri üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada en az 2 yıl ağırlık antrenman geçmişine sahip, vücut ağırlığının en az 1,5 katı yarım squat egzersizi yapabilen, rekreasyonel olarak aktif 10 erkek katılımcı (Yaş:  $25 \pm 2,53$  yıl , Boy:  $186,81 \pm 8,46$  cm, VA:  $84,68 \pm 8,02$  kg) yer almıştır. Katılımcılar, laboratuvara iki ölçüm gününde gelmişlerdir. Ölçüm günleri arasında en az 48 saat verilmiştir. İlk ölçüm gününde, katılımcıların antropometrik ölçümleri, 1 Tekrar Maksimum (TM) yarım squat değerleri ve optimal düşüş yükseklikleri belirlenmiştir. İkinci ölçüm gününde, katılımcılardan standart ısınma protokolünü takiben, kompleks antrenman protokolü uygulamaları istenmiştir. Kompleks antrenman protokolü, 3 set 1 TM %90'ı ile 3 tekrar yarım squat ile 5 adet maksimal dikey sıçramadan oluşturulmuştur. 3. setin devamındaki 15. sn, 2., 4., 8., 12. ve 16. ölçüm dakikalarında ilk gün belirlenen optimal düşüş yüksekliğinden derinlik sıçramaları gerçekleştirilmiştir. Bu sıçramalar sonunda sıçrama yüksekliği, yerde kalış süresi ve reaktif kuvvet indeksi değerlendirmeye alınmıştır. Elde edilen verilerin parametrik varsayımlarının yerine geldiği anlaşılmıştır ( $p > 0,05$ ). Değişkenlerin ölçüm zamanlarına göre farkının incelenmesi amacıyla tekrarlı ölçümlerde ANOVA testi yapılmıştır. Bu çalışmada güven aralığı 0,05 olarak kabul edilmiştir. Araştırmanın sonucunda, kompleks antrenman potansiyasyonu ile sıçrama yüksekliği arasında 4. ölçüm dakikasında istatistiksel olarak negatif yönde anlamlı bir fark vardır ( $p < 0,05$ ). Kompleks antrenman potansiyasyonu ile yerde kalış süresi arasında 15.saniyede istatistiksel olarak negatif yönde anlamlı bir farklılık vardır ( $p < 0,05$ ). Kompleks antrenman potansiyasyonu ile reaktif kuvvet indeksi arasında 15.saniye, 2.dakika, 4.dakika, 12.dakika ve 16. ölçüm dakikalarında negatif yönde anlamlı bir fark vardır ( $p < 0,05$ ). Bu çalışmanın sonucunda, kompleks antrenman potansiyasyonunun reaktif kuvvet indeksi parametreleri üzerine olumlu bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** PAP, kompleks antrenman, potansiyasyon, sıçrama yüksekliği, reaktif kuvvet indeksi, yerde kalış süresi.



## ABSTRACT

**Çoban, O., The Effect of Complex Training Potantiaton on Reactive Force Index Parameters, Hacettepe University, Grauduate School of Health Science, Sport Sciences and Technology Master of Science Thesis, Ankara, 2019.** The aim of this study was to investigate the potentiation effect of complex training method on jump height and reactive strength index. For this purpose, 10 recreational active males (Age:  $25 \pm 2.53$  years, Height:  $186.81 \pm 8.46$  cm, Weight:  $84.68 \pm 8.02$  kg) who has 2 year strength training experience and lifts half squat with at least 1.5 times more than their bodyweight. Participants came twice to the labaratory with 48 hours apart. Anthropometrics measurments, 1RM half squat weight and optimal drop heights were determined during the first session. In the second session participants have applied the complex training method with 3 sets 90% 1-RM half squat and 5 vertical jumps. 15 sec later of the end of the last set the drop jump tests were began. The tests were continued at 2nd, 4th, 8th, 12th and 16th minutes after the third set of complex training protocol. Jump heights, ground contact times and reactive strenght index scores recorded for analysis. It was understood that parametric assumptions of the data obtained were fulfilled ( $p > 0.05$ ). According this finding repeated measures ANOVA test was used to determine the differences of testing times of each parameter. The confidence interval was accepted as 0.05 in this study. As a result of the study, there is a statistically significant difference between the potentiation effect of the complex training and the jump height at the 4th measurement minute ( $p < 0.05$ ). The significance was also seen with the ground contact time in 15th seconds ( $p < 0.05$ ). The significant differences between reactive strength index testing times was at 15th seconds, 2nd, 4th, 12th and 16th minutes ( $p < 0.05$ ). As result of this study, it was observed that complex training potentiation did not have a positive effect on reactive strength index parameters.

**Key Words:** PAP, complex training, potentiation, jump height, reactive strength index, ground contact time.

## İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN SAYFASI	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
ŞEKİLLER	xiv
TABLolar	xv
<b>1. GİRİŞ</b>	1
1.1. Araştırmanın Amacı	2
1.2. Problemler	2
1.3. Hipotezler	3
1.4. Sınırlılıklar	3
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	4
2.1. Gerilme-Kısalma Döngüsü	4
2.2. Reaktif Kuvvet İndeksi	8
2.3. Aktivite Sonrası Potansiyasyon	10
2.4. Aktivite Sonrası Potansiyasyon Mekanizması	14
2.4.1. Miyozin Düzenleyici Hafif Zincir Fosforilasyonu	14
2.4.2. Nöral Faktörler	18
2.4.3. Pennasyon Açısı	19
2.5. ASP Uygulamasını Etkileyen Bazı Faktörler	20
2.5.1. Cinsiyet	20
2.5.2. Yaş	22
2.5.3. Fibril Tipi	23
2.5.4. Antrenmanlı ve Antrenmansız Gruplar	24
2.5.5. Dayanıklılık ve Kuvvet Sporları için Karşılaştırmalar	25
2.6. ASP için Uygun Yüklenme Yöntemleri	27

2.6.1. Antrenman Şiddeti ve Hacmi	27
2.6.2. Merkezi Sinir Sisteminde Yorgunluk ve Toparlanmanın Optimal Süresi	28
2.6.3. Farklı Yüklenme Çeşitleri	31
2.6.3.1. Ağırlık Yöntemi	31
2.6.3.2. Pliometrik Egzersizler	32
2.6.3.3. Kompleks Antrenman Yöntemi	34
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM</b>	37
3.1. Araştırma Grubu	37
3.2. Veri Toplama Araçları	38
3.2.1. Optimal Düşüş Yüksekliği Ölçümleri	38
3.2.2. Bir Tekrar Maksimal Ölçümleri	38
3.2.3. Antropometrik Ölçümler	38
3.3. Verilerin Toplanması	38
3.4. Verilerin Analizi	40
<b>4. BULGULAR</b>	42
4.1. Araştırma Grubunda Yer Alan Katılımcıların Kompleks Antrenman Öncesi Bazı Tanımlayıcı İstatistikleri	42
4.2. Araştırma Grubunda Yer Alan Katılımcıların Kompleks Antrenman Öncesi ve Sonrası Bulguları	43
4.3. KAÖ ve KAS RKI Değerlerinin Karşılaştırılması	45
4.4. KAÖ ve KAS SY Değerlerinin Karşılaştırılması	46
4.5. KAÖ ve KAS YKS Değerlerinin Karşılaştırılması	47
<b>5. TARTIŞMA</b>	48
5.1. Kompleks Antrenman Uygulamasının Potansiyasyon Etkisinin Reaktif Kuvvet İndeksi Parametreleri Üzerine Etkisi	48
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	55
6.1. Sonuçlar	55
6.2. Öneriler	55
<b>7. KAYNAKLAR</b>	57
<b>8. EKLER</b>	
<b>EK-1: Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul İzni</b>	

**EK-2:** Tez Çalışması Orjinallik Raporu

**EK-3:** Dijital Makbuz

**EK-4:** Onam Formu

## **9. ÖZGEÇMİŞ**

## SİMGELER ve KISALTMALAR

<b>ADP</b>	Adenozin difosfat
<b>AS</b>	Aktif sıçrama
<b>ASP</b>	Aktivite sonrası potansiyasyon
<b>ATP</b>	Adenozin trifosfat
<b>Ca<sup>2+</sup></b>	Kalsiyum
<b>CC</b>	Kasılma bileşeni
<b>cm</b>	Santimetre
<b>dk</b>	Dakika
<b>EB</b>	Etki büyüklüğü
<b>GKD</b>	Gerilme kısalma döngüsü
<b>H-Refleks</b>	Hoffman refleksi
<b>H<sup>+</sup></b>	Hidrojen
<b>HMM</b>	Ağır meromyozin
<b>KAÖ</b>	Kompleks antrenman öncesi
<b>KAS</b>	Kompleks antrenman sonrası
<b>LMM</b>	Hafif meromyozin
<b>MAZ</b>	Miyozin ağır zincir
<b>MLCK</b>	Miyozin hafif zincir kinaz
<b>mm</b>	Milimetre
<b>MRLC</b>	Miyozin düzenleyici hafif zincir
<b>ms</b>	Milisaniye
<b>MSS</b>	Merkezi sinir sistemi
<b>MVC</b>	Maksimum istemli kasılma
<b>ODY</b>	Optimal düşüş yüksekliği
<b>PCr</b>	Fosfokreatin
<b>PEC</b>	Paralel elastik bileşen
<b>Pi</b>	Fosfat
<b>RKI</b>	Reaktif kuvvet indeksi
<b>RLC</b>	Düzenleyici hafif zincir
<b>rpm</b>	Dakikada kalp atım sayısı
<b>SEC</b>	Seri elastik bileşen

<b>SEE</b>	Seri elastik elemanlar
<b>sn</b>	Saniye
<b>SS</b>	Standart sapma
<b>SY</b>	Sıçrama yüksekliği
<b>TM</b>	Tekrar maksimum
<b>VA</b>	Vücut ağırlığı
<b>VO<sub>2</sub></b>	Oksijen hacmi
<b>YKS</b>	Yerde kalış süresi

## ŞEKİLLER

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
2.1. GKD şematik gösterimi.	4
2.2. İskelet kası mekanik modeli işlevi.	5
2.3. Germe refleksinin resmi.	6
2.4. Bir ön-şartlanma kasılma protokolü (koşul) sonrasında PAP ve yorgunluk arasındaki hipotetik (varsayımsal) ilişkinin bir modeli.	10
2.5. Antrenmansız, antrenmanlı ve sporcu popülasyonlarda, hemen (<2dk), kısa (3-7dk), orta (7-10) ve uzun (>10dk) dinlenme süresi uzunlukları sonrası güç.	12
2.6. Bir miyozin molekülü.	15
2.7. Amino asit dizisini ve Ca <sup>2+</sup> bağlama alanlarını gösteren kalmodulin yapısının şematik gösterimi.	16
2.8. LMM ve HMM arasında ve S2 ve S1 alt parçaları arasında esnek bir bağlantıya sahip miyozin molekülünün şematik diyagramı.	18
2.9. Kas mimarisinin özellikleri	20
2.10. Erkek ve kadınlarda arka bacak tip-IIa lifleri.	21
2.11. Hücre içi sinyal yolları, kuvvet ve dayanıklılık egzersizlerine cevap olarak farklı kas fenotiplerini düzenler.	26
2.12. Güç / performans performansını geliştirmek için ASP'den yararlanma stratejisi.	29
2.13. ASP'nin izometrik güç-frekans ilişkisi üzerine etkisi.	30
2.14. Bir dizi kısa süreli maksimum istemli kasılma (MVC) içeren bir yorulma testi ile ortaya konduğu gibi, kombine kuvvet ve dayanıklılık antrenmanının ASP üzerine varsayımsal etkisi.	31
3.1. Araştırma protokolü.	40
4.1. Kompleks Antrenman Uygulaması Sonrası Potansiyasyon Etkisinin Reaktif Kuvvet İndeksi Açısından Değişimi.	45
4.2. Kompleks Antrenman Uygulaması Sonrası Potansiyasyon Etkisinin Sıçrama Yüksekliği Açısından Değişimi.	46
4.3. Kompleks Antrenman Uygulaması Sonrası Potansiyasyon Etkisinin Yerde Kalış Süresi Açısından Değişimi.	47

**TABLolar**

<b>Tablo</b>	<b>Sayfa</b>
2.1. Gerilme Kısalma Döngüsü.	7
3.1. Araştırma Grubunun Antropometrik Ölçümlerinin Tanımlayıcı Bulguları.	37
3.2. Değişkenlerin ölçüm zamanlarına göre normal dağılımı p değerleri.	41
4.1. Araştırma Grubunun KAÖ Bazı Tanımlayıcı Bulguları.	42
4.2. İncelenen Değişkenler Açısından KAÖ ve KAS Değişim Değerleri.	43
4.3. RKI, SY ve YKS'nin küresellik değerleri.	44
4.4. KAÖ ve KAS Değişim Değerleri Arasındaki İkili Karşılaştırma Test İstatistiği (Bonferroni Testi).	44



## 1. GİRİŞ

Aktivite sonrası potansiyasyon (ASP), şiddetli kuvvet egzersizinden hemen sonra bir kasın kuvvet ve güç çıktısının akut olarak arttırıldığı nöromusküler bir fenomendir (1). Kas gücü çıktısının gelişimi, sportif performansının belirleyicisidir (2).

Güç performansını arttırmak için güç-kuvvet geliştirici kompleks setlerin kullanımı genellikle ağır yüklü squat egzersizini ve bunu takiben bir balistik aktivitenin kullanılmasını gerektirir (3). Bu yöntem, eksantrik bir kas kasılmasını takip eden konsantrik bir kas kasılmasından oluşan gerilme kısalma döngüsü (GKD)'nü oluşturmaktadır (2).

ASP'ye olası üç mekanizma atfedilmiştir (3): miyozin düzenleyici hafif zincir (MRLC) fosforilasyonu, motor ünitelerin artan gücü ve kas lifi pennasyon açısı değişimi. Bu üç mekanizmadan ASP'yi etkileyen en önemli mekanizmanın MRLC olduğu düşünülmektedir. MRLC mekanizmasında, kas kasılmasının başlaması ile birlikte sarkoplazmik retikulumdan  $Ca^{2+}$  salınımı artar ve böylece, miyozin başının yapısını değiştiren ve çapraz köprülerin kuvvet oluşumuna neden olan aktin-miyozin etkileşiminin duyarlılığı artmaktadır (3, 4). Bu nedenle, maksimum güç uyarısı, çapraz köprülerin güç çıktısını arttırır ve bu da patlayıcı hareketlerin performansını arttırır (5).

Kas gücünün ASP ile arttırıldığı zaman aralığını belirlemek, ASP ilkelerini uygulamanın daha uygulanabilir hale getirilmesinde bir sonraki önemli adımdır. Bunu yaparken, kas kuvveti düşüşünün iki olası nedeni düşünülmelidir: ASP'den sorumlu fizyolojik mekanizmaların bozulması ve artan kas yorgunluğu seviyeleri. Maksimum uygulanan kuvvet egzersizden sonra ASP'nin olumlu etkileri giderek zamanla azalır, bu da zamanlamanın özelliklerini çok daha önemli hale getirir (6). Egzersiz sonrası 4 ila 18.dk arasındaki toparlanma aralığında, güç veya sıçrama yüksekliğinde gelişmeler görülür (7).

Bireysel güç ASP'yi etkilemektedir (8). Antrenmanlı bireyler, antrenmansız ya da daha az antrenmanlı bireylere göre daha yüksek ASP çıktısı elde etmektedirler (8,

9). ASP etkisinin erkek ve kadın sporcular için benzer olduğu düşünülmektedir. Ayrıca tek set uygulanan ağırlık çalışmalarına göre çok set uygulanan antrenman yöntemleri ASP'yi ortaya çıkarmada daha etkilidir (8).

Fiziksel egzersiz ve sportif performans vücudun etkili, amaçlı hareketlerini içerir (10). Kuvvet antrenmanları, sportif performansı iyileştiren, yaralanma oranını azaltan ve sporcular için daha yüksek motivasyon seviyeleri sağlayan programların bir parçasıdır (11). Kuvvet antrenmanı, kişinin güç kullanma veya direnme yeteneğini arttırmak için kuvvet yöntemleri kullanır (12).

Sporcuların yüksek kas gücü geliştirme olasılığını artırmak için hem kuvvet antrenmanı hem de pliometrik antrenmanı uygulamaları gerektiği kabul edilmektedir. Kompleks antrenman, bir antrenman ünitesinde geleneksel kuvvet antrenmanı ve pliometrik antrenman tek set halinde ard arda yapılması olarak tanımlanabilir. Kompleks antrenman sırasında yapılan kuvvet egzersizi ile pliometrik egzersiz hareketleri biyomekanik olarak benzer olmalıdır. Kompleks antrenman, spora özel atletik kuvvet geliştirmek için optimal bir antrenman stratejisi olabilir. Nöromusküler aktivitedeki yükseklik nedeniyle kuvvet-hız üretimini geliştirmede diğer antrenman programlarından daha etkili olmaktadır (13).

Literatüre baktığımızda, ASP'nin bireysel farklılıklardan etkilendiği düşünülmektedir. Bir ASP uygulamasının olumlu etkilerinin görülmesi için gerçekleştirilecek antrenmanın bireyselleştirilmesi gereklidir. Bu nedenle bireysel faktörleri ortaya çıkarmak önemlidir. Optimal düşüş yüksekliği (ODY) ve reaktif kuvvet indeksi (RKI) verileri elde edilerek bireyselleştirme sağlanabilir.

### **1.1. Araştırmanın Amacı**

Bu araştırmanın amacı, kompleks antrenman potansiyasyonunun reaktif kuvvet indeksi parametreleri üzerine etkisinin incelenmesidir.

### **1.2. Problemler**

1. Kompleks antrenman potansiyasyonunun reaktif kuvvet indeksi üzerine etkisi var mıdır?

2. Kompleks antrenman potansiyasyonunun sıçrama yüksekliği üzerine etkisi var mıdır?

3. Kompleks antrenman potansiyasyonunun yerde kalış süresi üzerine etkisi var mıdır?

### **1.3. Hipotezler**

Bu çalışmada aşağıdaki hipotezler test edilecektir.

1. Kompleks antrenman potansiyasyonunun reaktif kuvvet indeksi üzerine etkisi vardır.

2. Kompleks antrenman potansiyasyonunun sıçrama yüksekliği üzerine etkisi vardır.

3. Kompleks antrenman potansiyasyonunun yerde kalış süresi üzerine etkisi vardır.

### **1.4. Sınırlılıklar**

Bu çalışma, 18 yaş üzeri, vücut ağırlılığının en az 1,5 katı kadar yük ile yarım squat egzersizi yapabilen, 10 erkek birey ve uygulanan kompleks antrenman sonrası ölçülen sıçrama yüksekliği, yerde kalış süresi ve reaktif kuvvet indeksi değişkenleri ile sınırlandırılmıştır.

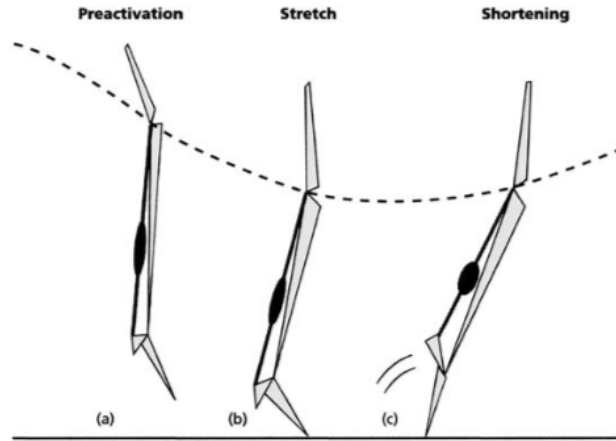
## 2. GENEL BİLGİLER

Bu bölümde GKD, RKI, ASP hakkında genel bilgiler verilmiştir. ASP mekanizmalarından, ASP'yi etkileyen bazı faktörlerden, ASP için uygun yüklenme yöntemlerinden bahsedilmiştir.

### 2.1. Gerilme-Kısalma Döngüsü

Kas-tendon ünitesinin hızlı bir şekilde uzadığı veya gerildiği ve en kısa zamanda kısaldığı durum GKD olarak adlandırılmaktadır. GKD, eksantrik eylemden konsantrik bir eyleme hızlı bir geçişin gerçekleştiği hareketlerde görülmektedir. Bu nedenle, GKD eylemleri özellikle koşma, sıçrama ve hızdaki diğer patlayıcı değişimleri içeren sporlarda yaygındır (10).

Hareketlerimizin karakteristiği GKD kullanılmasıdır ve bu da eksantrik kasılmanın konsantrik kasılmadan önce geldiği anlamına gelir (14). GKD, kasın kasılmadan hemen önce gerildiği doğal bir kas fonksiyonu türüdür. Kas kasılmasının bu eksantrik / konsantrik kombinasyonu, tek başına konsantrik kasılmadan kaynaklanacak olandan daha güçlü bir kasılma meydana getirmektedir (15).



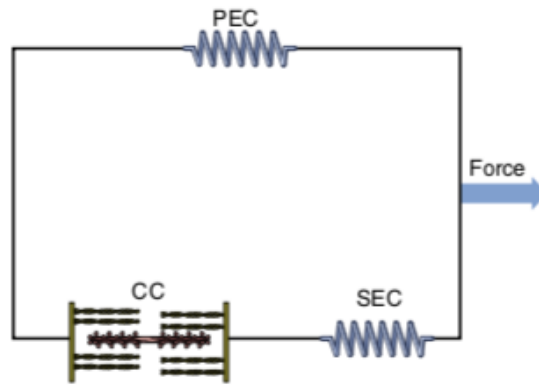
**Şekil 2.1.** GKD şematik gösterimi. İnsan yürüyüşü sırasında, yerle temas ettiğinde önemli ölçüde darbe yükü meydana gelir. Bu, zemin temasından önce darbeye (a) ve aktif frenleme fazına (b) direnmeye hazır hale getirmek için alt ekstremitte ekstansör kaslarından ön aktivasyon gerekir. Gerilme fazını bir kısalma (konsantrik) eylemi (c) takip eder (16).

GKD'de, patlayıcı bir şekilde kasılmadan önce bir kas direkt olarak gerilir. Bunun kasın daha yüksek kuvvet ve güç çıktısı üretmesine izin verdiği bilinmektedir (17).

GKD eylemleri iki fenomenden faydalanır: kas-tendon davranışı ve sinir sistemine kas ve tendonun kuvvet ve gerilme refleksi geri bildirimini. Akut olarak, GKD eylemleri, mekanik verimliliği ve elastik enerji geri kazanımı yoluyla dürtü oluşturma eğilimindedir, kronik olarak ise, kas sertliğini ve nöromusküler aktivasyonu arttırmalar (10).

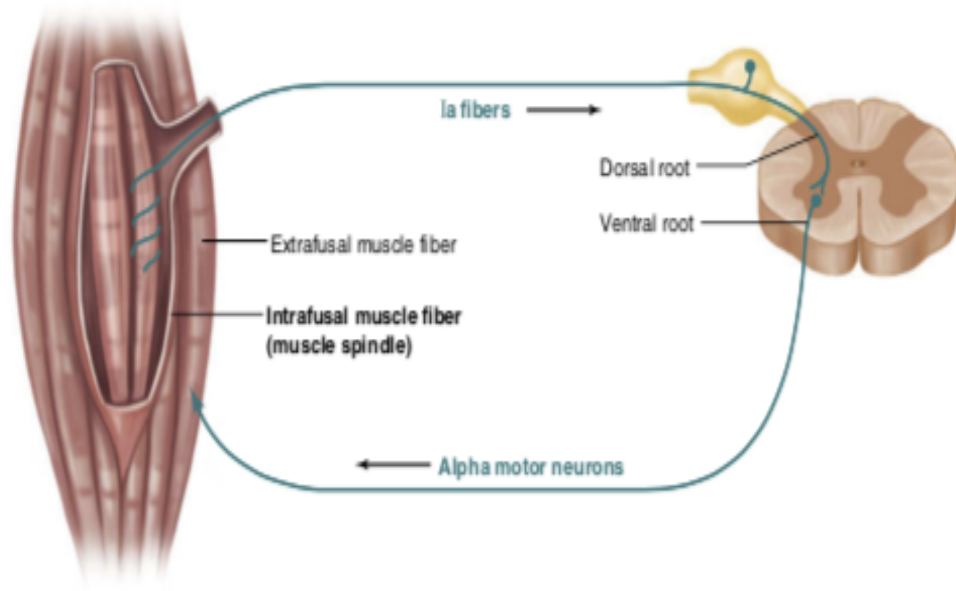
Miyotatik refleks reseptörleri veya kas içcikleri, kas kütlesini oluşturan kas liflerine paralel olarak sıralanmıştır. Kas, harici bir kuvvetle gerildiğinde kas içcikleri de gerdirilir. Gerdirme, kas içciği deşarjında bir artışa neden olur. İkincisi, artmış alfa-motonöron deşarjına ve buna bağlı olarak gerilmiş kasın refleks kasılmasına neden olur. Bu refleks kasılması kasın uygulanan yüke rağmen kasın başlangıç uzunluğuna geri dönmesini sağlamaktadır (uzunluk geri bildirim) (18).

Golgi tendon organları kas lifleri ile seri olarak sıralanır. Bu reseptörler, kas içciklerindeki gibi uzunluk değişikliklerinden ziyade kasta gelişen kuvvetlere duyarlıdır. Kas gerginliği keskin bir şekilde artarsa, golgi tendon refleksi kas hareketini engelleme istemindedir. Kas gerginliğinde ortaya çıkan düşüş kas ve tendonun hasara neden olmasını önler (kuvvet geri bildirim). Bir gerilme-kısalma döngüsünün gerilme fazı sırasında kasa efferent, daha önce bahsedilen iki refleksin kombine etkileri ile nitelendirilir. Bunlar; miyotatik refleksten pozitif (eksitator) etki ve golgi tendon refleksinden negatif (inhibitör) etkidir (18).



**Şekil 2.2.** İskelet kası mekanik modeli işlevi. Seri elastik bileşen (SEC), gerildiğinde, üretilen gücü arttıran elastik enerjiyi depolar. Kasılma bileşeni (CC) (yani aktin, miyozin ve çapraz köprüler), konsantrik kas eylemi sırasında birincil kas gücü kaynağıdır. Paralel elastik bileşen (PEC) (yani epimisyum, perimisyum, endomisyum ve sarkolema) uyarılmamış kas gerilmesi ile pasif bir kuvvet uygular (10).

GKD, Şekil 2.1’de gösterildiği gibi üç ayrı faz içerir. GKD’nin her bir fazdaki bireysel mekanik ve nörofizyolojik olayları betimlenirken, listelenen tüm olayların belirli bir aşamada gerçekleşmediği unutulmamalıdır. Yani, bazı olaylar daha uzun sürebilir veya verilen aşamada izin verileden daha az zaman gerektirebilir. Faz 1, agonist kas grubunu / gruplarını önceden yüklemeyi içeren eksantrik fazdır. Bu aşamada, SEE (seri elastik elemanlar) elastik enerjiyi depolar ve kas iğcikleri uyarılır. Kas iğcikleri gerildiği için, tip Ia sinir lifleri aracılığıyla omuriliğin ventral köküne afferent bir sinyal gönderir (bkz. Şekil 2.3) (10) .



**Şekil 2.3.** Germe refleksinin resmi. Kas iğcikleri uyarıldığında, gerilme refleksi uyarılır, tip Ia sinir lifleri aracılığıyla omuriliğe girdi gönderilir. Bu da refleksif kas hareketine neden olur (10).

Faz 2, eksantrik ve konsantrik fazlar arasındaki zamandır ve amortizasyon (veya geçiş) fazı olarak adlandırılır. Bu, eksantrik fazın sonundan konsantrik kas hareketinin başlangıcına kadar olan zamandır. Tip Ia afferent sinirlerin omuriliğin ventral kökünde alfa motor nöronları ile eşleştiği eksantrik ve konsantrik kas eylemleri arasında bir gecikme vardır (bkz. Şekil 2.3). Alfa motor nöronları daha sonra agonist kas grubuna sinyal gönderir. GKD’nin bu aşaması daha büyük güç üretimine neden olan en önemli fazdır; süresi kısa tutulmalıdır. İtme fazı çok uzun sürerse, eksantrik fazda depolanan enerji ısı olarak dağılır ve gerilme refleksi konsantrik faz sırasında kas aktivitesini artırmaz (10).

Konsantrik faz, faz 3, vücudun eksantrik ve amortizasyon fazlarına verdiği yanıttır. Bu aşamada, eksantrik faz sırasında SEE'da depolanan enerji ya sonraki hareketin kuvvetini arttırmak için kullanılır ya da ısı olarak dağıtılır. Depolanan bu elastik enerji, konsantrik faz hareketi sırasında üretilen kuvveti izole edilmiş bir konsantrik kas eylemininkinden daha fazla artırır. Ek olarak, alfa motor nöronları agonist kas grubunu uyarır, bu da bir refleks oluşturuucu konsantrik kas hareketine (yani gerilme refleksine) neden olur. Bu alt sistemlerin verimi, pliometrik egzersizlerin düzgün performansı için gereklidir (10).

**Tablo 2.1.** Gerilme Kısalma Döngüsü (10).

Evre	Aksiyon	Fizyolojik Olay
<b>1. Eksantrik Evre</b>	Agonist Kasın Gerilmesi	Elastik enerji, elastik bileşen serisinde depolanır. Kas iğcikleri uyarılır.
<b>2. Amortizasyon Evresi</b>	1. ve 3. Evreler arasında ara	Tip Ia afferent sinirlerin alfa motor nöronlar ile sinapsı. Alfa motor nöronları sinyalleri agonist kas grubuna iletir.
<b>3. Konsantrik Evre</b>	Agonist Kasın Kısalması	Elastik enerji, elastik bileşen serisinden serbest bırakılır. Alfa motor nöronları agonist kas grubunu uyarır.

Gerildikten sonra kasın hemen kısılmasına izin verildiğinde elde edilen daha büyük iş, gerdirme sırasında depolanan elastik enerjinin serbest bırakılması nedeniyle basitçe yorumlanabilir (19). Eksantrik faz sırasında aktif kaslar önceden gerilir ve enerjiyi emer. Bu enerjinin bir kısmı geçici olarak saklanır ve daha sonra GKD'nin konsantrik kasılma aşamasında yeniden kullanılır (20). Optimal olarak kullanılacak bu elastik enerji için eksantrik ve konsantrik faz arasında kısa bir geçiş gereklidir (15).

Flanagan ve diğ. (15)'nın, belirttiğine göre, Bobbert (1996), GKD'deki performans artışının büyük olasılıkla eksantrik fazdan kaynaklandığını ve gücün

artırılması için zamanın artmasına izin verdiğini belirlemiştir. Yavaş eksantrik faz, kasların konsantrik hareketin başlamasından önce yüksek seviyede bağlı çapraz köprü geliştirmesini sağlar.

Dikey sıçrama yeteneği, çeşitli spor etkinliklerinin performansında önemlidir. Bu aktivitelerde daha iyi performans için, pliometrik antrenman dahil olmak üzere çeşitli antrenman rejimleri kullanmıştır. Temel olarak, pliometrik antrenman, birçok insan hareketinin doğal bir özelliği olan GKD'yi kullanır. GKD, kasın hızlı bir şekilde eksantrik kasılma ve konsantrik kasılma şeklinde ani bir ön kasılmayı içerir (21). Bu artmış performansın nedeninin, hem kas hem de tendonda elastik geri tepme ve kas kasılmasının refleks potansiyasyonunun bir sonucu olduğu düşünülmektedir (14).

Uygulamada, artan pliometrik ve ağır kuvvet yöntemlerinin bir kombinasyonu etkili bir GKD gerçekleştirebilir. Bu stratejinin bir örneği, aynı antrenmanda ağır kuvvet egzersizleri ile GKD aktivasyonunu arttıran kompleks bir antrenmandır. Bu yöntemin temeli ASP olarak adlandırılan akut bir etki sonrası olgusudur. Bu antrenman modeli, gelişmiş sporcuların performansını artırmanın bir aracı olarak giderek daha popüler hale gelmektedir (10).

## 2.2. Reaktif Kuvvet İndeksi

Flanagan ve diğ. (22)'in belirttiğine göre, Young (1995), RKI'yı, bireyin eksantrikten konsantrik kas kasılmasına hızla geçme yeteneği ve dinamik sıçrama aktivitesinde sporcuların patlayıcı yeteneklerini ifade ettiğini belirtmiştir.

RKI, pratik güç ve kondisyon uygulamalarında ve antrenman bilimi literatüründe, pliometrik veya GKD performansının ölçülmesi için bir araç olarak kullanılmıştır. RKI ayrıca kas-tendon kompleksi üzerindeki stresi izlemek için basit bir araç olarak tanımlanmıştır (23).

RKI, bir derinlik sıçramasında ölçülen yükseklik sonrası sıçranan yükseklik ve zeminde kalma süresinden elde edilmektedir. Derinlik sıçraması sırasında elde edilen RKI, sıçrama yüksekliği'nin (SY) (mm) yerde kalış süresine (YKS) (ms) bölünmesi ile elde edilmektedir (Formül 2.1) (23). RKI, YKS ve SY arasındaki bir oran olduğu için, her iki değişken de RKI skoru ile birlikte dikkate alınmalıdır (15).



Reaktif Kuvvet İndeksi = Sıçrama Yüksekliği (mm) / Yerde Kalış Süresi (ms)

**Formül 2.1.** RKI hesaplamak için formülü. RKI, SY'yi arttırarak, YKS'yi azaltarak veya her ikisiyle birden arttırılabilir (15).

Şimdiye kadar, RKI esas olarak, gözlenebilir bir zemin temas (ground contact) fazına sahip derinlik sıçramaları gibi, pliometrik faaliyetler sırasında da kullanılmıştır. Derinlik sıçramaları en sık kullanılan ve en sık araştırılan pliometrik egzersizlerden biridir (15).

RKI değeri, düşme yüksekliğinde korunduğunda veya bir artış ile geliştirildiğinde, kişinin reaktif güç kabiliyetinin, bu derinlik sıçrama yüksekliğinde yeterli olduğu varsayılır. RKI değerinin düşmesi, bu birey için yüksek bir yaralanma riskini ya da suboptimal bir antrenman uyarısına neden olabilecek bir düşüş yüksekliğini gösterir (22).

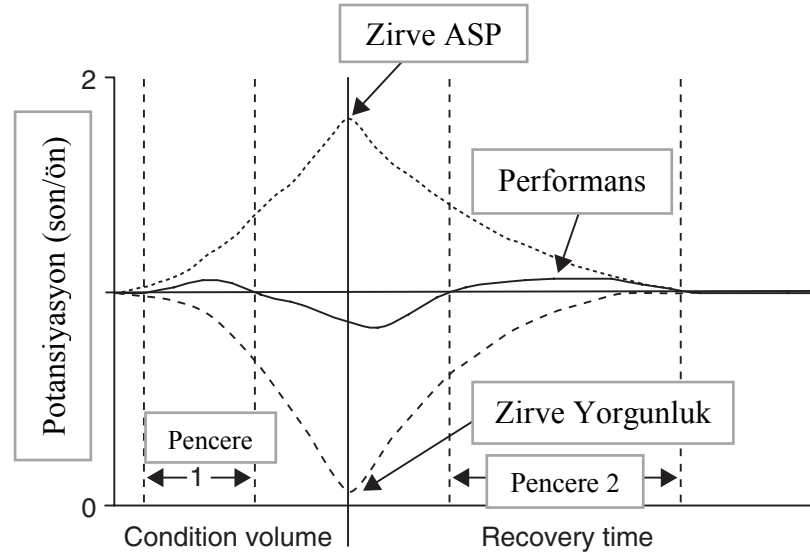
Bireyin önceden belirlenmiş bir yükseklikten düşmesini ve yere temas ettikten hemen sonra dikey bir sıçrama yapmasını gerektiren derinlik sıçraması, gerilme kısalma döngüsünün reaktif gücünü ve dikey sıçrama kapasitesini arttırmak için uygulanan popüler bir pliometrik egzersizdir (24).

Derinlik sıçramasında, eğer düşüş yüksekliği çok düşükse, nöromusküler sistemi yeterince uyarmakta başarısız olabilir ve adaptasyonun olası derecesini azaltabilir. Buna karşılık, eğer düşüş yüksekliği çok yüksekse, eksantrik ve konsantrik evrelerini etkili bir şekilde kontrol edemeyebilir, bu nedenle nöromusküler sistemi yeterince uyaramayabilir. Derinlik sıçraması için ODY'nin belirlenmesi önemlidir. En popüler ODY belirleme yöntemlerinden biri RKI metodu olarak görünmektedir (24).

RKI'nın ölçülmesinin temel nedenlerinden biri, ODY olarak bilinen optimal performansın gerçekleşeceği düşüş yüksekliğini belirlemektir (25). Walsh ve diğ. (17)'nin yaptığı çalışmada belirttiğine göre, ODY'nin, temas süresi dikkate alınmadan arttırılmaması gerektiğini belirtmişlerdir. ODY arayışının, temas süresine dikkat etmeden anlamsız olduğunu söylemişlerdir.

### 2.3. Aktivite Sonrası Potansiyasyon

Kompleks antrenman, ASP teorisine dayanmaktadır. ASP, kuvvet egzersizinden hemen sonra gözlenen gelişmiş nöromusküler durumu ifade eder (2, 5, 7, 26, 27).



**Şekil 2.4.** Bir ön-şartlanma kasılma protokolü (koşul) sonrasında ASP ve MSS yorgunluğu arasındaki hipotetik (varsayımsal) ilişkinin bir modeli. Durum hacmi düşük olduğunda, ASP yorgunluktan daha baskındır ve daha sonraki patlayıcı performansında (son / ön) bir güçlenme ile hemen gerçekleştirilebilir (Pencere 1). Durum hacmi arttıkça yorgunluk belirginleşir ve sonraki performansı olumsuz etkiler. Koşulu takiben, yorgunluk ASP'den daha hızlı bir şekilde dağılır ve iyileşme döneminde bir noktada daha sonra patlayıcı performansta bir düşüş yaşanabilir (Pencere 2) (28).

Bir kondisyon aktivitesinin ASP mekanizmalarını uyarabilmesi ve sonuç olarak kas performansını aktive edebilmesi etkinliği yorgunluk ve potansiyasyon arasındaki dengeye bağlıdır (8). ASP ile merkezi sinir sistemi (MSS) yorgunluğu arasındaki denge ve sonraki patlayıcı kasılmalar üzerindeki etkisi çeşitli çalışmalarla gözlemlenmiştir. Tillin ve diğ. (28)'nin yaptıkları çalışmada belirttiklerine göre, Gullich ve Schmidtbleicher (1996) ve Gilbert (2001)'in gerçekleştirdiği çalışmalarda izometrik güç gelişim oranında bir azalma ya da değişiklik olmadığını bildirmiş, ancak yeterli bir toparlanma süresinin ardından (4,5-12,5 dk ve 15 dk) izometrik güç gelişim oranında anlamlı artış bulmuşlardır.

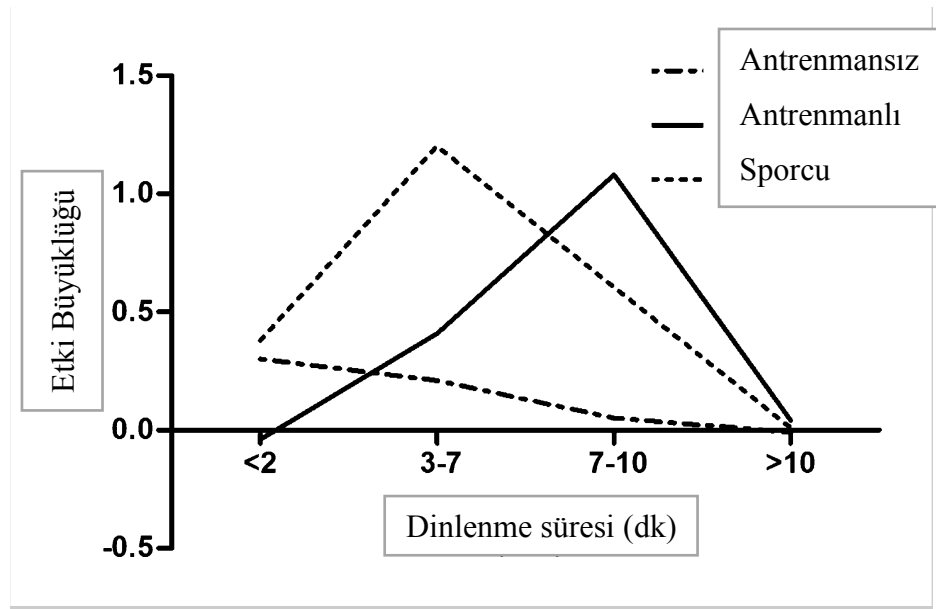
Yorgunluk ve güçlenme bir arada bulunmasına rağmen, güçlenme ile karşılaştırıldığında daha hızlı bir oranda azalan yorgunluk ile eşit oranda dağılmazlar. Uygun toparlanma sağlanırsa, yorgunluk giderilir ve kas sadece kuvvetlendirilmiş halde kalır. Gelişmiş bir performans ancak bu durumda mümkündür. Tersine, eğer yetersiz dinlenme varsa, kas yorgun durumda olacaktır ve performans bozulacaktır (29).

Önceki herhangi bir kas aktivitesinin hem ASP hem de yorgunluk mekanizmalarını tetikleyebildiği bilinmektedir. Bir kasın kasılma öyküsünün, özellikle tek bir hızlı (twitch) kasılma, kuvvet gelişimi ve patlayıcı hareketler açısından kas performansı üzerinde olumlu etkisi olduğu söylenir. Bu gelişmiş kas performansı, miyozin hafif zincirlerinin artan fosforilasyonuna ve artan motor nöron uyarılabilirliğine bağlanabilir (30). ASP'nin kas kuvvetini ve güç çıkışını artırma yeteneğinin altında yatan prensip, MRLC'lerin fosforilasyonunun bir sonucu olarak teorikleştirilir (1, 31).

Üst düzey spor aktivitelerine katılan antrenmanlı sporcular, ASP'ye rekreasyonel kuvvet antrenmanına katılanlardan daha fazla yanıt vermektedirler (1, 5). Bir ASP yanıtını uyarabilme yeteneği, kullanılan bireysel potansiyasyon uyarının yoğunluğuna ve türüne, kişinin güç seviyesine ve güçlendirici uyarı ile takip eden performans egzersizi arasındaki dinlenme süresine bağlı gibi görünmektedir (27). Tillin ve diğ. (28)'nin yaptıkları derlemede, Chiu (2003)'nun daha yüksek kuvvet seviyelerinde antrenman yapanların yoğun antrenman rejimlerinin bir uyarlaması olarak yorulma direncini geliştireceğini ve ASP'yi gerçekleştirme ihtimalinin daha yüksek olduğunu öne sürdüğünü belirtmiştir. Kondisyon aktivitesi, güç çıkışını artırmaktadır. Bu potansiyasyon etkisi, antrenman geçmişi ile doğru orantılıdır, ancak cinsiyetler arasında anlamlı farklılık yoktur (8). Xenofondos ve diğ. (5)'nin yaptığı araştırmaya göre, Jensen (2003), kompleks antrenman etkisinin kadın ve erkek sporcular için benzer olduğunu ve bu nedenle ASP cinsiyetlerinden bağımsız olarak insanları etkilediğini öne sürmektedir.

Potansiyasyon, performans kazanımını en üst düzeye çıkarmak ve yorgunluktan dolayı performans bozulmasını en aza indirmek için uygun bir antrenman uyarıcısına ve uygun bir dinlenme aralığına bağlı görünmektedir.

Antrenman uyarısından geri kazanım tamamlanmazsa, sonraki güç performansının güçlendirme yeteneği kaldırılır. Çalışmalar, uyarıcıdan hemen sonraki 20 dk sonra dinlenme aralıklarını incelemiştir. Gullich ve Schmidtbleicher (1996), potansiyasyon uyarımının hemen ardından güç değerlendirildiğinde, herhangi bir değişiklik veya kuvvet gelişme oranında bir azalma olmadığını bildirmiştir. Bununla birlikte, dinlenme aralığı egzersiz sonrası 4 ila 18 dk arttıkça, güç veya SY'de gelişmeler görülür. Daha önceki çalışma sonuçlarına dayanarak, 7-10 veya 8-12 dk'lık bir iyileşme aralığı önerilir, uygulamaya verilen potansiyasyon yanıtını arttırmak için önerilmektedir (7).



**Şekil 2.5.** Antrenmansız, antrenmanlı ve sporcu popülasyonlarda, hemen (< 2dk), kısa (3-7dk), orta (7-10) ve uzun (>10dk) dinlenme süresi uzunlukları sonrası güç (8).

Merkezi sinir sistemi uyarımındaki artış, daha fazla motor ünitesi alınma neden olur ve 5 ila 30 dk sürebilen güç üretimi ortaya çıkartır (1). Crewther ve diğ. (32), alt elit ragbi oyuncularını ile 3 tekrar maksimum (TM) squat performansından 4-12 dk sonra aktif sıçrama (AS) yüksekliği'nde istatistiksel olarak önemli artışlar (%3,0-3,8) bildirmiştir. Benzer şekilde, Kilduff ve diğ. (33), 3 TM squat kuvvetlendirici bir uyarı olarak kullanıldığında, kuvvetlendirici uyarının tamamlanmasından 8-12 dk sonra atlama performansı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış (%6,8-8,0) olduğunu bildirmiştir. Masamoto ve diğ. (34), iki derinlik

sıçraması setinden 30 saniye sonra yapılan antrenmanlarda, antrenmanlı sporcularda 1 TM performansının (%3,5) arttığını gözlemledi.

Merkezi seviyede, kuvvetlendirici bir uyarıcının performansı, omurilik boyunca uyarılma potansiyelini artırabilir ve daha sonraki bir kasılma sırasında kuvvet oluşturma kapasitesinin artmasına neden olabilir. Periferik seviyede, kuvvetlendirici uyarıcıya cevap olarak MRLC'lerin artan fosforilasyonu, aktin-miyozin kompleksinden sarkoplazmik retikulumdan salınan  $Ca^{2+}$  duyarlılığının artmasına neden olur. Aktin-miyozin kompleksinin duyarlılığını artırarak ve sarkoplazmik retikulumdan daha fazla  $Ca^{2+}$  salgılayarak, miyozin ve aktin arasında etkileşimin artmış olacağı olasılığı daha yüksektir. Spesifik olarak, aktin filamentine bağlanan miyozin çapraz köprülerinin sayısında ve oranında bir artış meydana gelecektir ve kas gerginliği miktarında artışla meydana gelen ASP tepkisi, kuvvet ve güç performansı kapasitesinde bir artış ile sonuçlanacaktır. (27). Aktin-miyozin kompleksinde daha fazla ATP'nin mevcut hale getirilmesinden sorumlu olan MLCK, sırasıyla aktin-miyozin çapraz köprüleme oranını artırır. Dolayısıyla, maksimum kondisyon uyarıcısı, çapraz köprülerin güç çıkışını artırır ve bu da patlayıcı hareketlerin performansını artırır (5)

ASP mekanizması, esas olarak protein filamentlerinin aktin ve miyozini  $Ca^{2+}$  salınmasına karşı daha duyarlı hale getiren MRLC'lerin fosforilasyonuna bağlanmıştır ve bu kas tepkisini arttırmak için bir olaylar dizisini tetiklemektedir (32). Sarkoplazmik retikulumdan  $Ca^{2+}$  salınımı artar ve böylece miyozin kafasının yapısını değiştiren ve çapraz köprülerin daha yüksek kuvvet üretim durumuyla sonuçlanan aktin-miyozin etkileşiminin duyarlılığı artar (2, 3).

ASP'nin göze çarpan bir özelliği, hızlı tip II kas liflerinde daha büyük olmasıdır, çünkü hızlı lifler bir kondisyon aktivitesine cevap olarak daha büyük MRLC fosforilasyonuna maruz kalır (35). Tillin ve diğ. (28), yaptıkları derlemede, Hamada (2003)'nın fibril tipi dağılımı ve ASP arasındaki ilişkiyi desteklemek için kanıt sağladığını belirtmiştir. Bu çalışmaya göre, tip II fibriller, yorgunluk protokolünün ilk aşamalarında belirgin şekilde daha büyük ASP etkisi göstermiştir. ASP ile gösterilen yüksek performans, yüksek kuvvet, hız ve güç gerektiren yüksek yoğunluklu

aktivitelerde belirgindir. Bu tür faaliyetlerde performans hızlı (tip II) kas lifi miktarına bağlıdır (5).

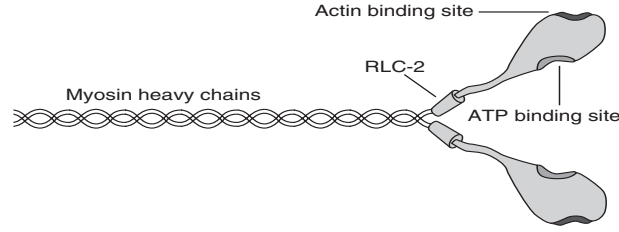
Orta ile şiddetli kuvvet egzersizi en uygun ASP cevabını ortaya çıkarır (1). Ağır yükler, yüksek hızlar, Olimpik kaldırımlar ve sadece pliometrik egzersizlerin kuvvet ve güç kazanımları için antrenmanın etkinliği bilinmektedir. Ancak, bu yöntemlerin bir kombinasyonu en iyi sonuçlar için önerilmektedir (26). Yapılan çalışmalar, kısa vadeli potansiyasyon etkisinin ortaya çıkması için katılımcının 1 TM değerinin %80 veya daha fazlasına ihtiyaç duyulduğunu bildirmektedir. Bununla birlikte, Wilson ve diğ. (2013) tarafından yapılan meta-analiz, %60-84 arası 1 TM'nin ASP'yi ortaya çıkarmak için en uygun değer olduğu rapor edilmiştir (7).

Potansiyasyonu elde etmek için, orta şiddette (% 60-84) gerçekleştirilen ve orta dinlenme periyotları uzunlukları (7-10 dk) kullanılarak çoklu set yapılan uygulamalar tek set uygulamalara göre optimaldir (8). Weber ve diğ. (26) yaptıkları araştırmada, %85 1TM ile 5 tekrar squat egzersizi ve 7 tekrar squat sıçrama egzersizi gerçekleştirmiştir ve çalışmanın alt ekstremitede kas gücünün akut güçlenmesiyle sonuçlandığını görmüşlerdir. Pojskić ve diğ. (30), ASP için, ağır çok eklemli kuvvet egzersizleri için 1TM'nin %75–100'ünde 1-3 set 1–5 tekrar veya yüksek hızlı egzersizler için 1–3 set ve 1TM'nin %10–40'ında 3–5 tekrar 1-5 set önyüklemenin etkili uyaranlar olduğu bildirmektedir.

## **2.4. Aktivite Sonrası Potansiyasyon Mekanizması**

### **2.4.1. Miyozin Düzenleyici Hafif Zincir Fosforilasyonu**

MRLC'lerin fosforilasyonunun, aktin ve miyozin arasındaki etkileşimin, sarkoplazmik retikulumdan salınan  $Ca^{2+}$  'ya daha duyarlı hale geldiği ve submaksimal kuvvet egzersizine yanıt olarak artan bir miyozin çapraz köprü aktivitesine yol açtığı varsayılmıştır (1). ASP'nin MRLC'lerinin fosforilasyonundan kaynaklandığına dair önemli kanıtlar vardır (36).



**Şekil 2.6.** Bir miyozin molekülü. Her bir miyozin molekülü, iki adet miyozin ağır zincirinden oluşur. Düzenleyici hafif zincir (RLC)-2, bir miyozin başının boynuna yerleştirilmiş bir çift RLC'yi temsil eder. Her RLC, miyozin kafasının yapısını değiştiren bir fosfat (Pi) molekülü içerebilir. Her bir miyozin kafasında bir aktin ve adenozin trifosfat (ATP) bağlanma bölgesi vardır (28).

RLC fosforilasyonu, kas kasılması sırasında sarkoplazmik retikulumdan salınan  $Ca^{2+}$  molekülleri düzenleyici protein kalmodulinine bağlandığı zaman aktive olan enzim MLCK tarafından katalize edilir. RLC fosforilasyonunun, sonraki kasılmaları miyozin kafasının yapısını değiştirerek ve kalın filament omurgasından uzağa hareket ettirerek kuvvetlendirdiği düşünülmektedir (28). Pi bağlanması, miyozin molekülünün kafa kısmında yapısal bir değişikliğe yol açtığı ve miyozin çapraz köprülerinin kuvvet üretmeyen bir durumdan kuvvet üreten bir duruma geçme hızlarında bir artışa yol açtığı ileri sürülmektedir (37).

MRLC'nin fosforilasyonu, MLCK aktive edildiğinde meydana gelir. MLCK aktivasyonu,  $Ca^{2+}$  konsantrasyonu arttığında ve  $Ca^{2+}$  kalmodulin kompleksi MLCK'ya bağlandığında meydana gelir. Bu nedenle, bir kas aktive edildiğinde,  $Ca^{2+}$  konsantrasyonu artar, MLCK aktivasyonu ve MRLC fosforilasyonunun artması ile sonuçlanır. Muhtemelen artan MRLC fosforilasyonu, kasılma proteinlerinin  $Ca^{2+}$  'ye duyarlılığının artmasına neden olarak submaksimal kasılma tepkisini arttırmaktadır (36).

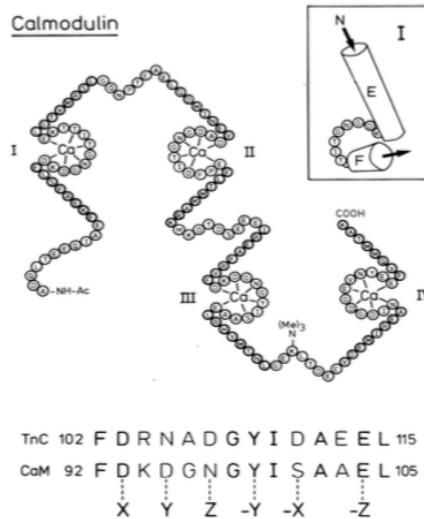
Miyozin molekülü altı adet alt ünite, iki adet ağır ve dört adet hafif zincirden oluşmaktadır (38). Her ağır zincir, bir baş ve bir kuyruk içerir ve her bir hafif zincir çifti, temel bir hafif zincir ve düzenleyici bir hafif zincirden oluşur (39). Düz kas kasılması, düzenleyici hafif zincir'in  $Ca^{2+}$ /kalmodulin ile aktive edilmiş MLCK ile fosforilasyonu ile başlatılır. Miyozin, düz, iskelet ve kalp kaslarının kalın filamentlerinin ana proteini ve aktin ile birlikte kuvvet oluşumunda önemli bir rol

oyunur. MRCL'lerin fosforilasyonunun, çizgili kas kasılmasının düzenlenmesinde önemli bir fizyolojik role sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, fosforilasyon ile  $Ca^{2+}$  'nin düzenleyici hafif zincire bağlanması arasındaki fonksiyonel bir bağlanma, iskelet ve kalp kası kasılmasının modülasyonunda kilit bir rol oynamaktadır (38).

Pratik olarak, miyozinin hafif zincir fosforilasyonu, düzenleyici hafif zincirlerin bir fosfor molekülüne bağlanma yeteneğini ifade eder (39). Bunun gerçekleşmesi için bir enzim yani hafif zincir kinaz gereklidir. Kas kasılması sırasında sarkoplazmik retikulumdan  $Ca^{2+}$  salındığından kinazlar aktive olur (40).

Düzenleyici hafif zincirlerin fosforilasyonunun, miyozin kafasının oryantasyonunu değiştirerek ve kalın filament omurgasından uzağa hareket ettirerek müteakip kasılmaları geliştirdiğine inanılmaktadır (39). Bu, çapraz köprülerin etkileşim olasılığını artırır ve böylece çapraz köprülerin bağlanma hızı da artmış olur (37).

Hücre içindeki fizyolojik  $Ca^{2+}$  etkilerinin çoğu, kalmodulin (şekil 2.7) ve kalmodulin tarafından düzenlenen enzimler tarafından uygulanır. Bu enzimlerden biri, MLCK, büzülmenin düzenlenmesi için önemli olabilir. Kalsiyum-kalmodulin kompleksi tarafından aktive edildiğinde, miyozinin düzenleyici hafif zincirini fosforile eder (41).



**Şekil 2.7.** Amino asit dizisini ve  $Ca^{2+}$  bağlama alanlarını gösteren kalmodulin yapısının şematik gösterimi (41).



Kas kasılmasındaki metabolik olayları açıklığa kavuşturmak için çok sayıda araştırma yapılmıştır. ATP'nin kas kasılması için ilk enerji kaynağını oluşturduğu belirlenmiştir. ATP birkaç farklı yolla yenilenebilir. ATP'nin sentezi mitokondride oksidatif fosforilasyonun yanı sıra anaerobik glikoliz yoluyla gerçekleştirilir (42).

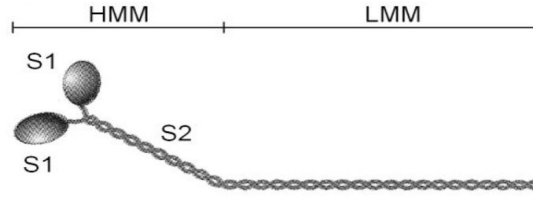
Cain ve diğ. (43), yaptığı çalışmada, ATP birincil enerji kaynağıdır ve fosfokreatin (PCr), kasın kasılması için ikincil enerji kaynağı olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Kalmodulin ve MLCK'nın, miyozin hafif zincirlerinin fosforilasyon durumunu artırarak kasılmayı etkilemektedir. İskelet kasında, düzenleyici hafif zincirler birincil düzenleyici bir rol yerine, modülatör bir rol oynamaktadır. Örneğin, iskelet kası düzenleyici hafif zinciri, nispeten düşük bir  $Ca^{2+}$  afinitesine sahiptir. İskelet kasında, miyozin hafif zincir fosforilasyonu sadece  $Ca^{2+}$  duyarlılığını arttırmaz, aynı zamanda  $Ca^{2+}$  tarafından kontrol edilir. (41).

Bir kalmodulin molekülü ile kompleksleşen sadece dört  $Ca^{2+}$  iyonu, birçok miyozin molekülünün fosforilasyonunu katalize eden bir MLCK molekülünü aktive edebilir (41).

Hodgson ve diğ. (37), Grange (1993) ve Sweeney (1993)'in yaptığı çalışmalara atıfta bulunarak, aktive edilmiş MLCK, S-2 bileşeni ile menteşe bölgesinin yakınındaki S-1 miyozin başının spesifik bir bölümünü fosforile eder. Pi bağlanmasının, miyozin molekülünün bu bölümünde konformasyonel veya yapısal bir değişikliğe yol açtığı ve miyozin çapraz köprülerinin kuvvet üretmeyen bir durumdan kuvvet üreten bir duruma geçme hızlarında bir artışa yol açtığı ileri sürülmektedir.

Lorenz ve diğ. (44)'nin belirttiğine göre, Judge (2009), Grange (1993) ve Sweeney (1993), MRLC'leri, aktin-miyozini, sonraki kas kasılmaları sırasında sarkoplazmik retikulumdan salınan  $Ca^{2+}$  'a karşı daha hassas hale getirdiğini bildirmişlerdir.



**Şekil 2.8.** LMM ve HMM arasında ve S2 ve S1 alt parçaları arasında esnek bir bağlantıya sahip miyozin molekülünün şematik diyagramı (45). HMM, ağır meromyozin, miyozin molekülünün baş kısmı. LMM, hafif meromyozin, miyozin molekülünün kuyruk kısmı.

### 2.4.2. Nöral Faktörler

ASP'den sorumlu, MRIC'inin moleküler düzeyde artan fosforilasyonu ve omurilikteki artan refleks elektriksel aktivitesi en olası mekanizmalardır (33). Fosforilasyona ek olarak, Hoffman refleksi (H-refleksi)'ndeki artışlar ASP'nin gelişiminde de yer almıştır. H-refleksi, kasılma aparatını harekete geçiren, maksimum darbeleri takiben segmental omurilik refleksi olarak üretilen bir etki potansiyelidir. Yüksek yoğunlukta kasılmalar sırasında bir kas maksimum olarak uyarıldığında, H-refleksi kasılmadan önce nöral uyarıcıyı etkiler. Bu kas çalışması sırasında daha fazla nöral aktivasyona neden olur (46). H-refleksi, spinal uyarılma kabiliyetindeki değişikliklerden kaynaklanan tip Ia afferent fibriller ve alfa motor nöronlar arasındaki sinaptik iletim etkinliğinin bir ölçüsünü sağlar (47).

Kuvvet antrenmanlı sporcuların, ASP fenomeninde yer alan H-refleksi ve MRIC fosforilasyonunu etkileyebilecek bir ön yükleme uyarısı sırasında yer alan kas yapısının daha fazla aktivasyonuna sahip oldukları gösterilmiştir (33). Kuvvet antrenmanı almış (ve potansiyel olarak güçlü) sporcuların, mevcut kaslarını, özellikle H-refleksini ve miyozini etkileyebilecek daha büyük yüksek kuvvetli tip II motor ünitelerini harekete geçirme yeteneklerine sahip oldukları gösterilmiştir (48). Miyozin düzeyleyici hafif zincirlerinin hem H-refleksi hem de fosforilasyonunun, kuvvet antrenmanlı bireylerde daha büyük olması beklenir (46).

İnsandaki H-refleksinin tekrarlayan stimülasyon sırasında boyutunun azaldığı iyi bilinmektedir. Crone ve diğ. (49)'nin belirttiğine göre, Paillard ve diğ. (1955) ve Rothwell ve diğ. (1986)'nin yaptıkları çalışmalarda, H-refleksinin hacim ile ilişkili

baskısı 10 saniyeye kadar uyarın aralıklarında tanımlamıştır. Her ne kadar refleks tarafından uyandırılan aktivasyon sonrası baskının, bu hacimlerde kendini gösterdiği bilinmesine rağmen, uyarıcı hacminin sabit kalması durumunda, aktivasyon sonrası baskının, elde edilen sonuçları nitel olarak engellemeyeceği varsayılmıştır (49).

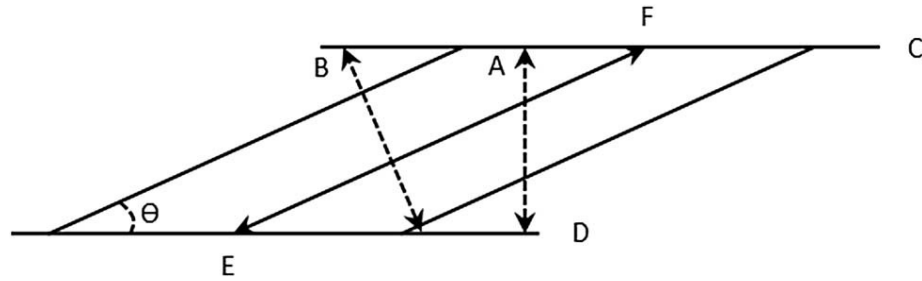
Wallas ve diğ. (50) yaptıkları çalışmada, H-refleks genişliği, maksimum istemli izometrik kasılmadan sonra 11 dk'ya kadar kuvvetle yakından ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Turner ve diğ. (48)'nin belirttiğine göre, Gullich ve Schmidtbleicher (1996), H-refleks aktivitesindeki (%32) en yüksek artışı rapor ederken bu sırada plantar fleksiyonlarda patlayıcı kuvvet üretiminde önemli bir artışa yol açan bir ön yükleme uyarısından sonra  $8,7 \pm 3,6$  dk'lık bir iyileşme rapor etmiştir. Iglesias-Soler ve diğ. (47) yaptıkları çalışma sonucunda, aktivasyon sonrası potansiyasyon gözlemlendiğinde bile H-refleksinde ve ilgili parametrelerde herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir.

### 2.4.3. Pennasyon Açısı

ASP'nin altında yatan mekanizmalardan biri olarak pennasyon açısı da önerilmiştir. Pennasyon açısı, hem kuvvet üretimini hem de kuvveti doğrudan etkilemektedir (51). Bazı bulgular pennasyon açısındaki değişikliklerin ASP'ye katkıda bulunabileceğini öne sürmektedir. Bir kasın pennasyon açısı, bağ dokusuyla ve tendonlarla ilişkili olarak kas liflerinin yönelimini yansıtır. Bu nedenle pennasyon açısı tendon ve kemiğe kuvvet geçişini etkiler (52). Kas fibril uzunluğu ve pennasyon açıları gibi mimari parametrelerin, bir kasın işlevsel özelliklerini (örneğin, maksimum kısalma hızı ve maksimum gerginliği) ve aynı zamanda fibril bileşimi gibi içsel özellikleri etkilediği gösterilmiştir (53). Folland ve diğ. (2007) yaptıkları çalışmada, daha küçük pennasyon açılarının tendona kuvvet aktarımı açısından mekanik bir avantaja sahip olduğunu doğrulanmıştır (52). Fukunaga ve diğ. (53) yaptıkları çalışmada pennasyon açısı arttıkça, kuvvet gelişimindeki azalmanın da arttığını bildirmişlerdir.

Kas pennasyon açısının kas gücü performansı üzerinde önemli bir rolü olduğu görülmektedir. Daha büyük pennasyon açılarının daha fazla güç üretme potansiyeli ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Buna karşılık, Kumagai ve ark. (2000) yaptıkları

çalışmada, daha küçük bir pennasyon açısı daha hızlı sprint kabiliyeti ile ilişkilendirilmiştir. Mahlfeld ve arkadaşları (2004), istemli olarak azami kasılmaların ardından 3-6 dk süreyle pennasyon açısında bir düşüşün meydana geldiğini bildirmiştir (7). Düşen bir pennasyon açısı, tendon ve kemiğe daha fazla kuvvet aktarımına yol açan daha büyük bir mekanik avantaj sağlar (54). Kas tarafından üretilen ve tendona uygulanan kuvvet, kas liflerinin pennasyon açısı, yani açının kosinüsüyle belirlendiği için kuvvet ve güç üretimini etkiler. Sonuç olarak, daha küçük bir kaldırma açısı, tendonu güç aktarmaya zorlamak için mekanik bir avantaj sağlar (55). Bununla birlikte, önceki kas kasılmaları, kas lifi pennasyon açısını azaltabilir, daha sonraki kasılmalarda daha güvenilir kuvvet aktarımı sağlar (3).



**Şekil 2.9.** Kas mimarisinin özellikleri ( $\theta$ : pennasyon açısı) (56).

## 2.5. ASP Uygulamasını Etkileyen Bazı Faktörler

### 2.5.1. Cinsiyet

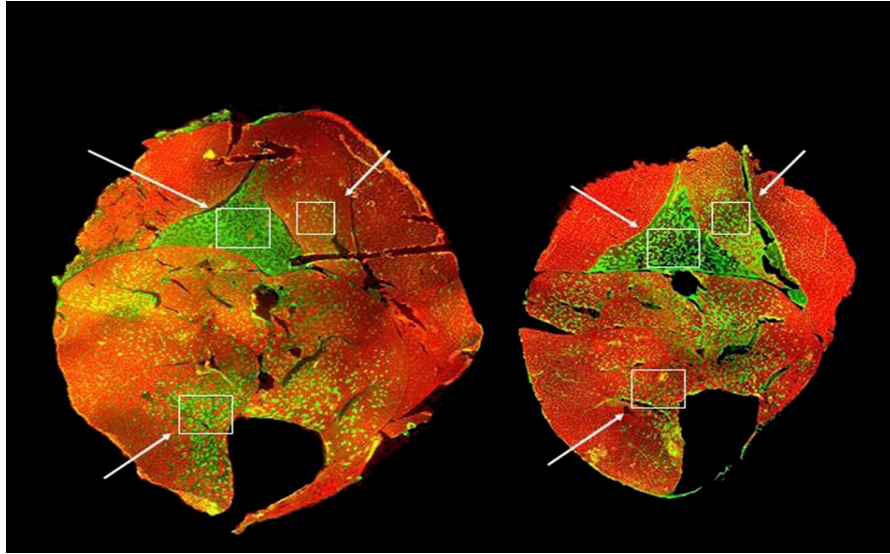
Mevcut araştırmalardan elde edilen veriler, kadınların daha düşük zemin reaksiyon kuvveti üretmesine ve erkekler kadar yükseğe sıçramamasına rağmen, cinsiyetlerin tekrarlar arasındaki sonuçlara etkisi olmadığını göstermiştir. Önceki araştırmalarda, erkek ve kadın birinci lig basketbol oyuncularını ile yapılan kompleks antrenman etkisi sırasıyla gruplar arasında benzer sonuçlar ortaya çıkarmıştır (57).

Ah Sue ve diğ. (6) genç kadın voleybolcular üzerine yaptığı çalışmaya göre, ASP'yi aktive etmek için yapılan spesifik bir ısınmanın dinamik ısınmaya göre, 2.dk (%4,8), 6.dk (%3,6) ve 10.dk (%3,6)'da squat sıçrama performansında anlamlı farklılık tespit etmişlerdir.

Sygulla ve diğ. (1)'nin yaptığı araştırma sonucunda, kadınlarda 1 TM %90 yükle yapılan sırt squat egzersizi için 3 tekrarın ardından 5 dk'lık toparlanma

periyodunun, SY üzerine etkisinin küçük bir grup için olduğunu ancak bütün araştırma grubu için istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmişlerdir. Ancak istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmamasının sebebini, ASP yanıtını tutarlı bir şekilde ortaya koyma mücadelesi, sporcunun antrenman durumunun, sporcunun elde ettiği güç seviyesinin, kondisyon aktivitesinin yoğunluğunun ve kuvvetlendirici aktivitenin ardından geçen sürenin dikkatli bir şekilde dengelenmesinden kaynaklandığını söylemişlerdir. Araştırma grupları, antrenmanlı kadın sporculardan oluşurken, katılımcılarının mutlak ve reaktif kuvvet seviyeleri, yoğunluğun neden güçlenmediğini gösteren ipuçları sağlayabilir. Araştırmalarında, 1TM / Vücut Kütlesi için ( $>1,44$ ,  $n = 5$ ) üstündeki sporculardan, 5 kişiden 4'ü başarılı bir şekilde potansiyasyon etkisi gösterdi. Bu sonuçlarla birlikte, kadın sporcularda ASP etkisi ortaya çıkarmak için, bireysel güç farklılığı, toparlanma süresinin uzunluğunun göz önünde bulundurulması gerektiğini önermişlerdir.

Kadınlarda yapılan biyopsi sonucunda, erkeklere göre, vastus lateralis kasının %35 daha fazla miyozin ağır zincir (MAZ) I, %30 daha az MAZ IIa ve %15 daha az MAZ IIx mRNA olduğunu göstermektedir. Tip I lifler, erkeklerde toplam biyopsi alanının %36'sını ve kadınlarda %44'ünü oluştururken, tip IIa lifleri erkeklerde %41'i ve kadınlarda sadece %34'ü oluşturur. Erkeklerde ölçülen liflerin tümü, kadınlara kıyasla anlamlı derecede daha büyük kesitsel alanlara sahiptir (58).



**Şekil 2.10.** Erkek (solda) ve kadınlarda (sağda) arka bacak tip-IIa lifleri. Erkeklere göre kadınların arka bacak kas bölümlerinde ve farklı kas bölgelerinde farklı ifade edilir (58).

McCann ve diğ. (59)'nin araştırma sonuçlarına göre, ASP'nin oldukça bireyselleşmiş bir fenomen olduğunu ancak cinsiyetten etkilenmediğini göstermektedir.

Arabatzi ve diğ. (60)'nin yaptığı çalışmada, bir kondisyon uyarımının, erkeklerde squat sıçrama performansın önemli ölçüde arttırdığı ancak yaşına bakılmaksızın kadınlarda sıçrama performansı üzerine hiçbir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Buna karşılık, kuvvet üretme oranında yetişkin erkek ve kadınlarda istatistiksel anlamlı farklılık bulunurken, genç erkek ve kadın grubunda anlamlı farklılık görülmemiştir. Kadınlarda ve gençlerde, yetişkin erkeklere göre anlamlı ASP etkisinin olmaması, kas morfolojisindeki muhtemel farklılıklara (tip II kas liflerinin yüzdesi ve büyüklüğü) ve bunların düşük kuvvet veya güçlerine bağlanabileceğini bildirmişlerdir.

Wilson ve diğ. (8)'nin yaptığı meta-analiz çalışmasında belirttiğine göre, cinsiyet grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

### **2.5.2. Yaş**

Biyolojik olgunlaşma süreci ve yaşın gelişme sırasındaki zirve kuvvet ve gücü üzerine etkisi erkeklerde ve kadınlarda farklıdır. Daha spesifik olarak, yaş etkisi kadınlarda daha zayıf görünür, oysa cinsiyet öncesi farklar prepubertal gelişim evrelerinde görülemez ancak yaşla birlikte artar. Buna dayanarak, bir kondisyon uyarıcısının atletik motor görevleri üzerindeki etkisinin büyüme sırasında erkeklerde ve kadınlarda aynı şekilde gelişmemesi mümkündür (60).

ASP etkisi, kısa kasılma süresi ve tip II liflerinde daha yüksek oranda bulunan kaslarda daha fazladır. Yetişkinler, tip II kas lifi oranlarının daha yüksek olduğunu ve çocuklarla karşılaştırıldığında tüm motor nöron havuzlarını toplayabilmelerini daha fazla gösterir. Ayrıca, kuvvet ve güç önlemlerinin yanı sıra sprint ve sıçrama performansları, çocukluktan yetişkinliğe kademeli olarak artmaktadır (60).

Arabatzi ve diğ. (60)'nin gerçekleştirdiği çalışmada, bir kondisyon uyarımının erkeklerde squat sıçrama performansında önemli ölçüde artış sağladığı, ancak genç

erkekler, çocuklar ve yaşına bakılmaksızın kadınlarda squat sıçrama performansı üzerine hiçbir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir.

### 2.5.3. Fibril Tipi

İskelet kası, çeşitli metabolik ve fonksiyonel taleplere cevap olarak sürekli yeniden yapılanma geçiren oldukça dinamik bir dokudur. Kas lifleri, lif tipine bağlı olarak mekanik, biyokimyasal ve metabolik özelliklerinde değişiklik gösterir. Kasılmanın hızı, yorgunluk durumu, baskın enzimatik yol ve MAZ ifadesi dahil olmak üzere lif tiplerini sınıflandırmak için çeşitli kriterler kullanılmıştır. Bunlardan MAZ izoformları en sık kullanılan sınıflandırma kriterleridir ve fibril tiplerinin moleküler markörleri olarak kabul edilir. Miyozin, moleküler motor ve kuvvet oluşumundaki ana proteindir. Aynı zamanda, toplam kas proteinlerinin  $\approx$ %25'ini içeren sarkomer içindeki en bol bulunan proteindir (61).

Tip IIa lifleri yüksek glikolitik enzim içeriğine sahiptir ve tip I liflerinden daha kolay yorulabilir. Tip I kas liflerinin daha yüksek yorulma direnci, daha büyük mitokondriyal boyut ve yoğunluktan kaynaklanır (62). Tip I liflerine yavaş büzülme hızlarından dolayı yavaş kasılan lifler denir. Oksidatif bir metabolizmaya sahiptirler. Tip IIx lifleri, hızlı kasılma hızları nedeniyle hızlı kasılan liflerdir. Genel olarak glikozu, glikolitik yolla metabolize ederler. Tip IIa lifleri, hızlı kasılma hızına sahip ancak karışık (glikolitik / oksidatif) metabolizmaya sahip liflerdir. Kasılma hızındaki değişiklikler, sırasıyla iki izoform için, miyozin hafif zincir izoformlarında hızlıdan yavaşa ve yavaş tipinde hızlıya bir kaymayla ilişkilidir (61).

Güçlü bireylerin ASP'den daha iyi yararlanmaları mümkündür, çünkü daha az güçlü bireylerle karşılaştırıldığında daha büyük tip II liflere sahip olabilirler, en yüksek ASP yanıtı olarak tanımlanan bireylerin tip II'nin daha yüksek bir yüzdeye sahip olduğu bulundu (37).

ASP etkisinin, kasın büyük bir yüzdesini tip II liflerin oluşturduğu zaman etkili olduğu bildirilmiştir. ASP etkinliği, hızlı kasılan kas liflerinin kasılma kaynaklı miyozin hafif zincir fosforilasyonuna duyarlılığının artması nedeniyle meydana gelebilir (63).

#### 2.5.4. Antrenmanlı ve Antrenmansız Gruplar

Antrenman durumunun ASP'nin gerçekleştirilmesinde büyük bir belirleyici olduğu bildirilmiştir. Kuvvet antrenmanı yapan bireyler daha yüksek yorulma direnci ve ASP mekanizmalarına daha duyarlı olan daha yüksek dereceli motor üniteleri nedeniyle ASP'yi daha iyi gerçekleştirebilirler (64). Bir sporcunun antrenman durumu, ASP antrenman stratejisinin başarılı olması için gerekli temel faktördür (65).

Literatür, ASP'nin sporcularda ve yüksek derecede antrenmanlı bireylerde, rekreasyonel antrenmanlı bireylere kıyasla daha fazla tezahür ettiğini göstermektedir (6). Daha güçlü bireyler daha büyük bir ASP ifadesine ve muhtemelen bir kondisyon aktivitesinden sonra daha hızlı bir iyileşmeye sebep olan daha yüksek tip II fibril içeriğine sahiptir (66).

Seitz ve diğ. (67)'nin gerçekleştirdiği araştırma sonucunda, daha güçlü olan bireyler, zayıf katılımcılara göre (ES = 0.32) daha büyük bir ASP etkisi sergilemiştir (ES = 0.41). Ayrıca, en az 2 yıl kuvvet antrenman deneyimi olan kişiler, 2 yıldan az kuvvet antrenman deneyimi olanlara (ES = 0.53 ve 0.44) göre daha büyük bir ASP etkisi ifade etmişlerdir (ES=0,07).

Seitz ve diğ. (66)'nin gerçekleştirdiği araştırmanın sonuçlarına göre, daha güçlü katılımcılardan oluşan grup, kondisyon aktivitesinden sonra, zirve güç çıkışı, relatif zirve güç çıkışı ve SY değişkenlerinde 3.dk, 6.dk ve 9.dk toparlanma sürelerinde, zayıf gruba göre daha yüksek ASP etkisi ortaya koymuşlardır. Bu sonuçlar Kilduff ve diğ. (2007)'nin yaptığı çalışmanın, dikey sıçramalar sırasında mutlak zirve güç çıkışı üzerindeki relatif kuvvet seviyeleri ile ASP etkisi arasında anlamlı bir korelasyon tespit eden bulguları ile uyumludur.

Wilson ve diğ. (8)'nin yaptığı meta-analiz çalışmasında belirttiğine göre, antrenmansız, antrenmanlı ve sporcu grup arasında ASP uygulamasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Antrenmansız grupta, antrenmanlı ve sporcu gruba göre ASP ortaya çıkmamıştır. Antrenmanlı grup, sporcu gruba göre daha az ASP etkisi göstermiştir.



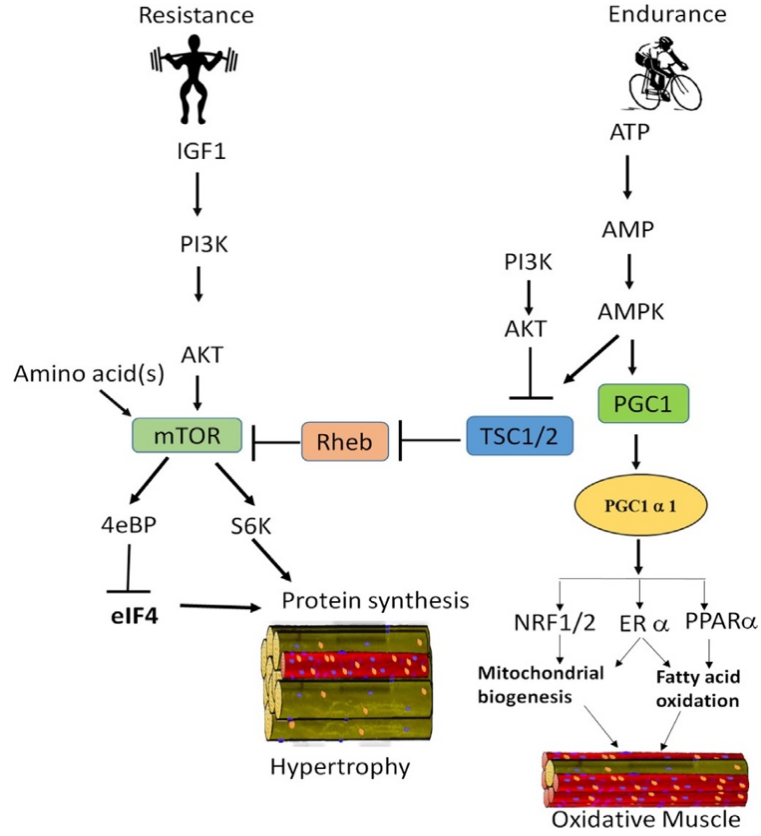
### 2.5.5. Dayanıklılık ve Kuvvet Sporları için Karşılaştırmalar

Dayanıklılık sporcularının niçin rekreasyonel olarak antrene edilmiş ve sedanter kontrollere kıyasla ASP'yi takiben gelişmiş izometrik kuvvet gösterdiği tartışmasında, dayanıklılık sporcularında, uyarı takiben meydana gelecek yorulmanın daha az olmasının potansiyasına olanak sağlayacağı öne sürülmüştür. Her ne kadar rekreasyonel olarak eğitilmiş bireyler, sedanter bireylerle karşılaştırıldığında yorulma direncine sahip olsalar da bu kalitenin dayanıklılık tipi sporcular kadar kapsamlı bir şekilde geliştirilememesi muhtemeldir. Dayanıklılık ve aralıksız aktivite sporlarındaki sporcular (triatletler ve futbocular gibi), tekrarlanan uzun süreli aktivitelere uyum olarak yorulma direnci geliştirir. (68).

Daha büyük ASP etkisi, antrenmanlı kaslara özgüdür; bu nedenle mesafe koşucuları sadece çalışılan bacak kasında ASP'yi arttırırken, triatletlerin hem bacak hem de kol kaslarında daha fazla ASP etkisi bulunmuştur. Bu sonuç, dayanıklılık sporcularındaki gelişmiş ASP'nin, genetik donanımdan ziyade antrenman uyarlamasının sonucu olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, dayanıklılık antrenmanı tip I liflerinde maksimum kısalma hızını ve hızlı miyozin düzenleyici zincir içeriğini artırabilir. Muhtemelen ASP'nin mekanizması olan miyozin düzenleyici zincir fosforilasyon kapasitesini artıracak bir adaptasyondur. Bu temelde, dayanıklılık antrenmanı ASP'yi artırabilir. Dayanıklılık sporcularının daha yüksek yorulma direnci aynı zamanda ASP'nin artmasına katkıda bulunabilir (69).

Dayanıklılık antrenmanı, yorulmadan uzun süre tekrarlanan, sürekli, düşük yoğunluklu kasılmalar ile karakterize edilir. Dayanıklılık antrenmanı, genel olarak aerobik sistemin (Krebs döngüsü, oksidatif fosforilasyon) anaerobik sisteme karşı antrene edilmesini ifade eder. Kuvvet üretimi, kasın maksimum kuvvet oluşturma kapasitesine göre nispeten küçüktür ( $\approx$ %30). Dayanıklılık antrenmanı, güç çıkışının mümkün olan en uzun süre korunmasını içerir ve çok sayıda fizyolojik fayda ile karakterize edilir (61).

Tip I lifler, çapraz köprü döngüsü boyunca enerji kullanımında (yani, düşük ATP aktivitesi), tip II liflerle karşılaştırıldığında daha ekonomiktir ve bu nedenle kasın enerji verimliliğinde önemlidir (61).



**Şekil 2.11.** Hücre içi sinyal yolları, kuvvet ve dayanıklılık egzersizlerine cevap olarak farklı kas fenotiplerini düzenler (61).

Kuvvet egzersizi, kas kütesini arttırmak amacıyla harici bir dirence karşı düşük frekanslı, yüksek yoğunluklu kasılmaları içerir. Güç üretimi yüksektir ve genel olarak maksimum güç çıktısının  $\approx$ %80'i optimal olarak kabul edilir. Kuvvet antrenmanını takiben mevcut kas liflerine ek yeni sarkomer ve miyofibrillerin oluşumuna paralel olarak kas hipertrofisi nedeniyle, aktin ve miyosin protein miktarında artış gerçekleşir. Kasılma proteinlerindeki artış, kas lifi çapı ve kuvvet üretme kapasitesi ile birlikte artışa neden olan miyozin çapraz köprülerinin sayısındaki artışla ifade edilmektedir. (61).

Kuvvet sporcuları ve güç sporcuları ile karşılaştırıldığında, dayanıklılık sporcuları, izometrik kuvvet üretimini (maksimum %60) daha uzun bir süre boyunca koruyabilmişlerdir. Ek olarak, yorulma denemesinin ardından izometrik görev sırasındaki zirve kuvveti ve zirve reaktif kuvvet üretimindeki azalma, dayanıklılık sporcularında, güç sporcularından daha dayanıklıdır ve iyileşme daha hızlı olmuştur. Bu nedenle, nispeten yüksek güç üretiminde bile, dayanıklılık sporcuları, antrenmanlarının niteliği nedeniyle, yorgunluğu telafi edip hızla iyileşebilirler (68).

## 2.6. ASP için Uygun Yüklenme Yöntemleri

### 2.6.1. Antrenman Şiddeti ve Hacmi

Petisco ve diğ. (70)'nin profesyonel erkek futbolcular ile yaptıkları çalışma sonucunda, sıçrama, tek ve çoklu yön değiştirme hızı 1 TM %80'de uygulanan yüklerde, 1 TM %60'da ve 1 TM %100'de uygulanan yüklere göre, gelişim göstermiştir. Petisco ve diğ. (70)'nin belirttiğine göre, McBridge ve diğ. (2005)'in yaptıkları araştırmada, 1 TM %90'ında 1 set 3 tekrar uygulanan yüklenme sprint zamanında önemli ölçüde iyileştirdiğini, 1 TM %30'unda 1 set 3 tekrar uygulanan yüklenmede ise iyileşme görülmemiştir.

Aynı bağlamda , Rahimi (2014)'de erkek futbolcularla yaptığı çalışmada, optimum koşu hızı gelişimlerini indüklemek için ısınma protokolünün şiddetini 1 TM %80 yüklerle ayarlamının gerekli olduğunu göstermiştir (70).

De Villarreal ve diğ. (71)'nin antrenmanlı genç erkek voleybolcular üzerinde yaptığı araştırmaya göre, voleybol oyuncularının popülasyonu içinde düşük yoğunluklu dinamik kas hareketlerini içeren bir ısınma protokolünün sıçrama performansında artış etkisi bulamamıştır. Artışın olmayışı, temel olarak patlayıcı hareketlerde yer alan motor ünitelerinin uyarım sıklığının düşük bir şiddet (1 TM %30) ve kısa bir hacim yüklemesi (3 set 5 tekrar), motor nöronların frekans uyarma sınırının ötesinde olduğunu ve bu nedenle sıçrama performansını artırmak için yeterli olmayacağı belirtilmiştir.

Naclerio ve diğ. (72)'nin gerçekleştirdiği çalışmada, üç farklı hacimde uygulanan uyarımın optimal toparlanma süresine etkisi araştırılmıştır. Düşük hacim (1x1, 1 TM %80), orta hacim (1x3, 1 TM %80) ve yüksek hacim (2x3, 1 TM %80) uyarımın, 15. saniye, 1.dk, 3.dk, 5.dk, 8.dk ve 12.dk'da etkisinin, yüksek hacim ve orta hacim koşulları, AS yükseklik performansında potansiyasyon sağlamak için düşük hacimli uyarımdan daha etkili olduğunu söylemiştir. Ancak sonuç olarak, kondisyon aktivitesi hacmi ile takip eden patlayıcı egzersizin maksimum performansını ortaya çıkarmak için en uygun toparlanma zaman noktası arasında belirgin bir ilişki olmadığını belirtmişlerdir.

Chen ve diğ. (73)'nin yaptıkları çalışmada, 1 set 5 tekrar derinlik sıçraması ve 2 set 5 tekrar derinlik sıçraması protokolü uygulanmıştır ve protokoller arasında potansiyasyon etkisi bakımından istatistiksel yönden anlamlı farklılık bulunmamıştır. ASP etkisi 1 set derinlik sıçraması sonrasında ve 2 set derinlik sıçraması sonrasında ortaya çıkmıştır. Derinlik sıçraması hacim düzeyinin 1 setten 2 sete yükseltilmesinin, yorgunluk artışı olmadan ASP etkisinin devam edebildiğini bildirmişlerdir.

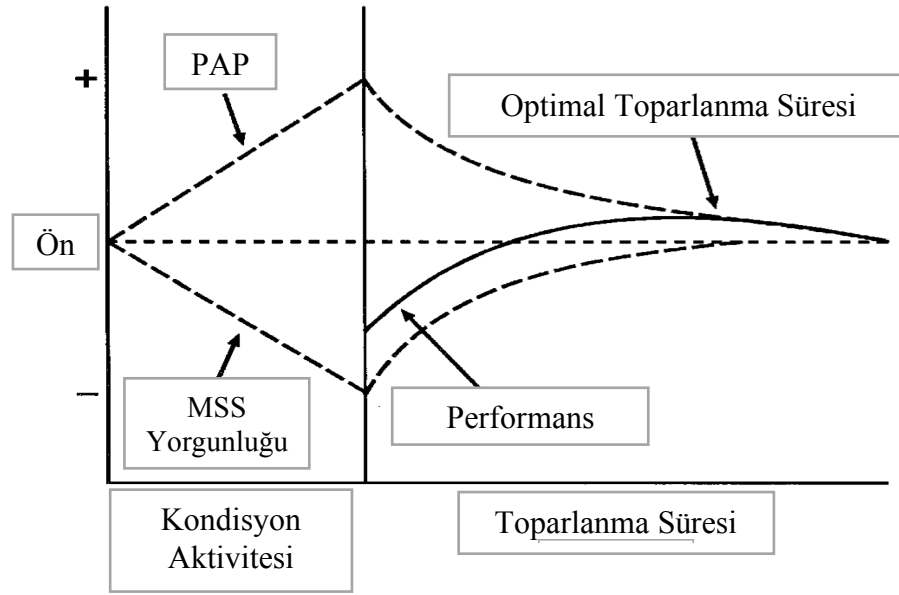
Dallas ve diğ. (74)'nin yaptığı araştırmada literatürdeki çalışmaların aksine zayıf cimnastikçilerde, güçlü cimnastikçilere göre daha erken ASP etkisi elde etmişlerdir. Güçlü cimnastikçilerde ASP etkisinin görünmemesinin olası nedeni olarak uyarının şiddeti ve hacminin düşük olması olarak belirtmişlerdir.

### **2.6.2. Merkezi Sinir Sisteminde Yorgunluk ve Toparlanmanın Optimal Süresi**

Isınma protokolünün şiddetinin ve süresinin etkisine ek olarak, performansı arttırmak için bir ısınma tekniğinin yararı da ısınma protokolünün sona ermesi ile performansın başlangıcı arasındaki toparlanma süresi ile ilgilidir. Bazı durumlarda, ısınmanın uzun bir toparlanma süresi tarafından izlenmesi nedeniyle performansın iyileşmediğini göstermiştir. (71).

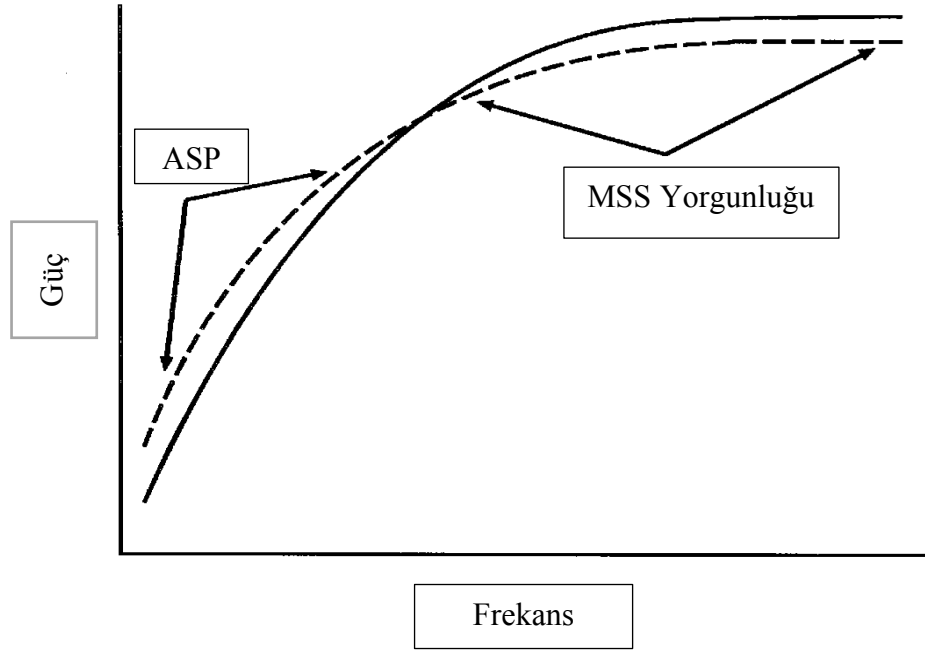
Uzun süreli kasılmalara, motor birimlerinin merkezi aktivasyonunun azalması ve kas lifleri içerisinde olası bozulmuş hareket potansiyeli ilerlemesi eşlik eder. PCr'nin parçalanmasının neden olduğu Pi'nin miyoplazmik birikimi, adenosin difosfat (ADP) ve hidrojen iyonu ( $H^+$ ) konsantrasyonlarında bir artış ile birlikte yorulmada güç üretiminin azalmasına neden olabilir. PCr, Pi, ADP ve  $H^+$ , uzun süreli kasılmalardan birkaç dakika sonra kontrol seviyesine geri döner (75).

Şekil 2.12'de gösterildiği gibi, kondisyon aktivitesinin sona ermesi ile performansın başlangıcı arasındaki toparlanma süresi ne kadar uzun olursa, ASP mekanizmasının bozulması da o kadar büyük olur (35).



**Şekil 2.12.** Güç / performansı geliştirmek için ASP'den yararlanma stratejisi. Kondisyon aktivitesi, kasılma kuvvetindeki değişiklik olarak izlenen ASP'yi aktive eder ve yüksek frekanslı tetanik kuvvetteki değişiklik olarak izlenen MSS yorgunluğunu indükler. Yüksek frekanslı motor ünitesi ateşleme hızlarını da içeren kuvvet / hız performansı (örneğin dikey sıçrama), ASP'nin varlığına rağmen, kondisyon faaliyetinden hemen sonra bastırılır. Bununla birlikte, eğer MSS'nin yorgunluğu, ASP bozulmalarından daha hızlı dağılırsa, gösterildiği gibi, performans geçici olarak (optimal toparlanma süresi) kondisyon aktivitesinden önceki en iyi performansı aşacaktır (Ön). En iyi toparlanma süresi, iyileştirilecek performans, kondisyon aktivitesinin doğası ve deneklerin fibril tipi bileşimi ve antrenman durumu gibi faktörler dikkate alınarak deneme ve yanılma ile belirlenir (35).

MSS Yorgunluk mekanizmaları, motor birim ateşleme hızındaki azalma, birim zamandaki sinir impulslarının sayısını ve kas hareket potansiyellerini azaltarak, merkezi sinirin motor nöronlara, nöromusküler transmise, kas hareket potansiyelinin ilerlemesine ve uyarma-kasılma kapillerine düşmesini geciktirebilir. Sürekli submaksimal kasılmalarda MSS'de yorulma geliştiğinden, önceden alınmış olan motor birimlerinin sonunda yorgunluğu telafi etmek için ateşleme hızlarını arttırmaları gerektiği ve egzersiz yoğunluğuna ve kas grubuna bağlı olarak ek motor birimlerinin alınacağı belirtilmelidir (35).



**Şekil 2.13.** ASP'nin izometrik güç-frekans ilişkisi üzerine etkisi (35).

Gerekli optimum zaman için bugüne kadar 0 dk ila 18,5 dk arasında değişen iyileşme süreleri kullanılmıştır. Çalışmaların çoğunluğu, ön yük uyarısından sonra PCr resentezine izin vermek için yaklaşık 4 dk'lık iyileşme süreleri kullanmıştır (76).

Naclerio ve diğ. (72)'nin yaptıkları araştırma sonucunda, kondisyon aktivitesinin hacmi arttıkça ASP etkilerini elde etmek için daha uzun optimal toparlanma süresi gerekli olacağı hipotezini reddetmektedir.

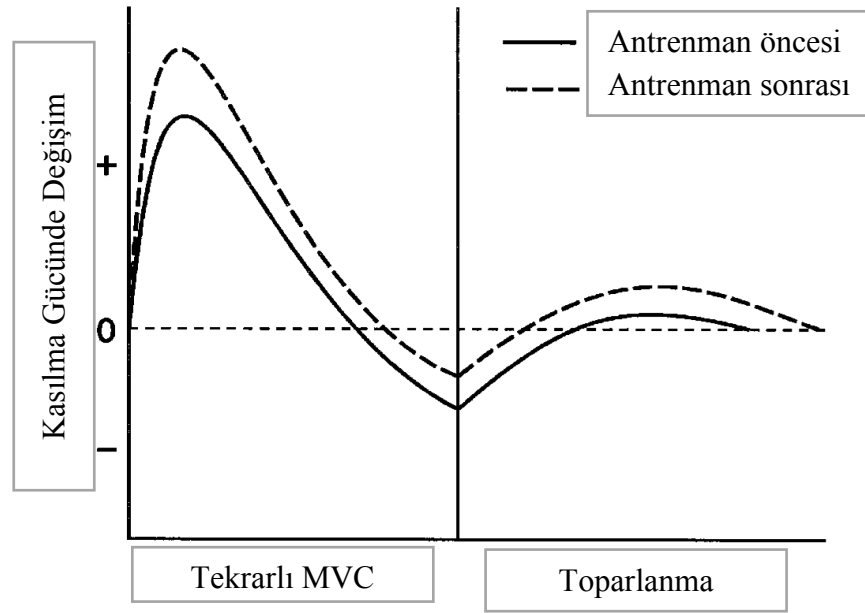
Kilduff ve diğ. (77)'nin yaptıkları çalışmasının sonuçları, profesyonel rugby oyuncularında aktivasyon sonrası potansiyasyonun AS performansı üzerindeki etkisini en üst düzeye çıkarmak için toparlanma için en uygun zamanın 8 dk olduğunu göstermektedir.

McCann ve diğ. (59)'nin yaptığı çalışmada, 4 dk'lık dinlenme aralığı, grup ortalaması verilerinde performansta önemli bir artışa neden olurken, 5 dk'lık dinlenme aralığı performansta artışa neden olmamıştır. Bazı katılımcılar için, 5 dk'lık dinlenme aralığı, SY'yi iyileştirmede 4 dk'lık dinlenme aralığından daha verimlidir.

Chen ve diğ. (73)'nin yaptıkları çalışmada, derinlik sıçramasından 2.dk, 6.dk ve 12.dk sonra AS uygulamışlardır. AS performansı potansiyasyon etkisinde en iyi 2 dk sonra ( $p=0,008$ ), 6 dk ( $p=0,004$ ) ve 12 dk ( $p=0,002$ ) sonrasına göre anlamlı farklılık

bulmuşlardır. Ek olarak, 6.dk'da elde edilen AS potansiyasyon etkisi 12.dk'ya göre önemli ölçüde anlamlı farklılık göstermiştir ( $p=0,018$ ).

Dallas ve diğ. (74)'nin belirttiğine göre, Kilduff ve diğ. (2007)'de yaptıkları araştırmada, 3 dk ve Chiu ve diğ. (2003)'de yaptıkları araştırmada, 18,5 dk toparlanma süresinin ardından ASP indüklenebilir ve performans artırılabilir olduğunu belirtmişlerdir.



**Şekil 2.14.** Bir dizi kısa süreli maksimum istemli kasılma (MVC) içeren bir yorulma testi ile ortaya konduğu gibi, kombine kuvvet ve dayanıklılık antrenmanının ASP üzerine varsayımsal etkisi. MVC'ler arasındaki aralıklarla uyarılan kasılmaları, ASP ve MSS'deki yorgunluk arasındaki etkileşimi izler (35).

### 2.6.3. Farklı Yükleme Çeşitleri

#### 2.6.3.1. Ağırlık Yöntemi

Low ve diğ. (78)'nin yaptığı çalışmaya göre, ağırlık antrenman uygulaması sonrasında tekrarlı sprint ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Azalan sprint süresinin ağır kuvvet antrenmanı ile gözlemlenmesi, omurilikte artan sinaptik uyarılmaya yol açan bir olay olarak tanımlanan ASP ile ilişkilendirilmiştir, bu da kuvvet üretimi için gelişmiş bir kapasiteye ve ilgili sinaptik sonrası potansiyelin artmasına neden olduğunu söylemişlerdir. Bu fizyolojik gelişmeler yoğunluğu artmış tip II motor ünite alınma, kas liflerinde aktin-miyozin

çapraz köprü aktivitesinin artmasına, golgi tendon organının inhibe edilmesinin azalmasına ve kasın daha güçlü bir kasılmasına neden olarak anaerobik sprint hızında artışa yol açtığını belirtmiştir. Araştırmalarında kullanılan yaştaki katılımcıların performans artışı, benzer yaş grubundaki popülasyonlarda bildirilen bulgulardan farklıdır. Bu bulgu, tekrarlı sprint görevinin, bir squat veya AS görevi gibi olaylardan meydana gelen fizyolojik değişikliklere karşı daha duyarlı olması ile ilgili olabileceği söylemişlerdir.

McCann ve diğ. (59)'nin araştırma sonuçlarına göre, ASP etkisi ortaya çıkarmak için, bir güç egzersizinin bir kuvvet egzersizinden daha etkili olacağı hipotezini desteklememektedir. Bazı katılımcılar için, squat egzersizi ile daha yüksek potansiyason etkisi görülürken, bazı katılımcılar için clean (omuzlama) egzersizi ile potansiyasyon etkisi elde edilmiştir. Araştırma sonucunda, egzersiz seçimi için (squat ve clean) anlamlı bir etki göstermezken, bu da her ikisinin de grup ortalaması için akut performans artışı konusunda eşit derecede etkili olduğunu göstermiştir.

Kilduff ve diğ. (77)'nin gerçekleştirdiği çalışmanın sonucunda, AS'nin (~15 saniye) ağır kuvvet antrenmanından hemen sonra yapıldığında, ağır kuvvet antrenmanı olmadan yapılan aynı antrenmana kıyasla performansın azaldığını göstermektedir.

Bevan ve diğ. (79)'nin elit rugby oyuncularını ile gerçekleştirdiği çalışmada, 1 TM %91 yük ile 1 set 3 tekrarlı uygulanan squat egzersizi yaptırılmıştır ve katılımcılara 4.dk, 8.dk, 12.dk ve 16.dk'larda sprint egzersizi yaptırılmıştır. Çalışmanın sonuçları, ASP'nin önyükleme uyarısı ile sonraki sprint aktivitesi arasında yeterli ve kişiselleştirilmiş bir potansiyasyon sağladığını ve profesyonel rugby oyuncularında sprint performansını artırmak için kullanılabileceğini göstermektedir.

### **2.6.3.2. Pliometrik Egzersizler**

Isınma prosedürlerinin bir parçası olarak yürütülen pliometrik egzersizlerin etkileri, yakın zamanda, pliometriklerin, kasın sinirsel uyarımının artması ve ardından güç üretiminin iyileştirilmesiyle sonuçlanan motor ünite verimliliğini arttırdığı sonucuna varılmıştır (74).



Kompleks antrenman yöntemlerinde, kondisyon aktivitesinin GKD'ye çok az etkisi olurken, Fransız kontrast (French Kontrast) antrenman yönteminde daha fazla pliometrik çalışmanın dahil olması nedeniyle GKD'yi olumlu yönde etkiler. Sıçrama veya sprint gibi atletik hareketlerde, kasın eksantrik evre ile konsantrik evre arasındaki geçiş kısa olduğunda, GKD'nin sadece konsantrik hareketlere kıyasla performans artışı sağladığı görülmüştür (80).

Fransız kontrast antrenman protokolünde yer alan pliometrik egzersizler aynı zamanda organizmanın kasları geren bir dış uyarana istemsiz yanıtı olan gerilme refleksi ile performansı artırabilir. Bu refleks, kas içciklerinin aktivitesine dayanır. Kas içcikleri, kasların uzunluğundaki değişimi ve hızı hakkında bilgi veren almaçlardır. Kas uzunluğu arttıkça, kas içcikleri uzar. Bu yapılar hızlı bir kas gerilmesi nedeniyle uzadıklarında, pliometrik hareketlerde olduğu gibi, agonist kasların kas aktivitesi refleks şeklinde gelişmiştir, üretilen toplam kuvvet ve gücü artırır (80).

Hilfiger ve diğ. (81)'nin yaptıkları çalışmada, derinlik sıçraması ile potansiyasyon etkisini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, istatistiksel olarak tek anlamlı sonuç AS performansında elde edilen gücün artış göstermesidir. Bireyler arasında büyük bir çeşitlilik bulmuşlardır, bazı sporcular uygun şekilde gelişim gösterirken, bazı katılımcılar sıçrama performansını geliştirememiş ve hatta düşüş görmüşlerdir. Bunun sebebini, 60 santim sabit bir yükseklikten derinlik sıçramaları yapmaları ve katılımcıların kendi branşlarında daha yüksek uyarılara maruz kaldıklarından, derinlik sıçramalarının kaslar üzerindeki etkisinin düşük olduğunu belirtmişlerdir.

Turner ve diğ.(48)'nin gerçekleştirdiği çalışmanın sonucunda, vücut ağırlığı (VA) ve VA'ya ek %10 ağırlık kullanılarak yapılan pliometrik egzersiz, 10 metre ve 20 metre sprint hızlanma performansında potansiyasyon etkisi göstermiştir.

Seitz ve diğ. (67)'nin gerçekleştirdiği araştırma sonuçlarına göre, çeşitli kuvvet ve güç artırma kompleksi bileşenlerine göre, pliometrik kondisyon aktiviteleri (ES=0,47), geleneksel yüksek yoğunluklu ağırlık antrenman (ES=0,41) ve orta yoğunluklu ağırlık antrenman (ES=0,19) kondisyon aktivitelerinden biraz daha büyük

bir ASP etkisi yaratmıştır ve maksimum izometrik uyarılar negatif etki yaratmıştır (ES=-0,09).

Dallas ve diğ. (74)'nin yaptığı çalışmada, genç kadın cimnastikçilerde branşa uygun pliometrik egzersizler uygulanmıştır. Araştırma sonucunda uygulanan pliometrik egzersizlerin genç kadın cimnastikçilerin derinlik sıçraması performansında potansiyasyon etkisine yol açtığını belirtmişlerdir. Antrenmanlı cimnastikçilerde, branşa uygun pliometrik egzersizlerin şiddetinin, kas kuvveti seviyesine bağlı olarak belirlenmesi gerektiği göz önüne alınarak, uyarıcı egzersizler olarak uygulanabileceğini önermişlerdir.

### **2.6.3.3. Kompleks Antrenman Yöntemi**

Sporcuların, yüksek kas gücü gelişimi sağlamak için hem kuvvet antrenmanı hem de pliometrik antrenmanı uygulamaları gerektiği kabul edilmektedir (13). Kompleks antrenman, tek bir egzersiz seansında geleneksel kuvvet egzersizinin ve pliometrik egzersizin birbirini takip ettiği antrenman olarak tanımlanabilir (11, 13, 57, 82). Kompleks antrenman yöntemi, nöromusküler sisteminin ASP etkisini desteklemektedir (83, 84). Ebben ve diğ. (85)'nin belirttiğine göre, Verkhoshansky (1966), kompleks antrenmanı, reaktif kabiliyetin geliştirilmesine yönelik temel egzersizlerin, merkezi sinir sisteminin yüksek uyarım gerektirdiği, yüksek güç gerektiren egzersizin ilk gerçekleştirilmesi prensibine göre birleştirilen egzersiz kompleksi olarak tanımlamaktadır. Kompleks antrenman ile yapılan pliometrik egzersizler, hemen önce gerçekleştirilen kuvvet egzersizleri ile biyomekanik olarak benzer olmalıdır (13, 86). Ebben ve diğ. (85)'nin belirttiğine göre, Chu (1996), benzer hareket modellerine (biyomekanik olarak karşılaştırılabilir) sahip olan ve hemen ağırlık antrenman egzersizini takip eden bir pliometrik egzersizin, motor nöronların artan uyarımı ve sinir sisteminin daha iyi tutulumu yoluyla antrenman etkisini optimize ettiğine inanıldığını belirtmektedir. Nöromusküler aktivite nedeniyle kuvvet (ve muhtemelen kuvvet-güç) üretimini geliştirmede diğer antrenman programlarından daha etkili olduğu doğruysa, kompleks antrenman, spora özel atletik dayanıklılığı geliştirmek için optimal bir antrenman stratejisi olabilir (13).

Ağır kuvvet egzersizleri, kuvvet gelişiminin konsantrik fazının gc üretim oranını artırırken, daha hafif, pliometrik egzersizler, kuvvet gelişiminin eksantrik fazının gc üretim hızını arttırır (82).

Yüksek yoğunluklu kasılmalar ve kas performansı ile ilişkili parametreler tam olarak incelenmemesine rağmen, yüksek yük gc antrenman egzersizleri, pliometrik egzersizlerden önce gerçekleştirilirse, pozitif etkilerin ortaya çıkması mümkündür. Masamoto ve diğ. (2003) yaptığı çalışmada, 1 TM testinden önce yapılan yüksek yoğunluklu pliometrik egzersizin, erkek sporcularda performans üzerinde önemli bir etkiye sahip olabileceğini belirtmiştir (34). Young ve diğ. (1998) tarafından yapılan bir çalışmada kompleks antrenmanın akut etkisini destekleyen kanıtlar gösterilmiştir (87).

Spor bilimcileri, kuvvet ve kondisyon uzmanları ve antrenörler, kompleks antrenman uygulamasının sporcu gc gelişimi için etkili bir yöntem olduğuna inanarak yararlanmaktadır. Yaralanma sonrası toparlanmada ve sporcunun yeniden kondisyon kazanması için çeşitli takımlar ve bireysel sporlar için kompleks antrenman önerilmiştir. Kompleks antrenman uygulanacak sporcunun fonksiyonel kuvvete sahip olması gerekmektedir ve bir hazırlık "temel kuvvet" döngüsünden sonra uygulanmalıdır. Sporcular "kuvvet / gc döngüsü" sırasında düşük yoğunluklu pliometrik egzersizler ile başlamalıdır. Yüksek alışma yoğunluğu sağlamak için maksimum çaba ve sınırlı tekrarlar ile pliometrik egzersizler yapılmalıdır. Olimpik kaldırışlar içeren ağırlık antrenmanı ve varyasyonları için beş ila on tekrar arasında kullanılmalıdır. Periyodik bir programla, kuvvet antrenmanlarındaki egzersizlerin yükü(ağırlığı) arttıka, pliometrik egzersizlerin hacmi ve tekrarları azaltılmalı ve azaltılmış yorgunluk ile sporcunun iyileşmesine izin verilmelidir (88).

Kompleks antrenman egzersizleri, spora özgü biyomekanik ve süratli olmak zorundadır. Çoklu eklem, toplam vücut, Olimpik kaldırış egzersizleri birçok sportif branşın biyomekaniği ile tutarlıdır. Kompleks antrenmanın yüksek yoğunluğu, gc gerektiren sporların hız gereksinimleri ile tutarlıdır. Spora özgü kompleksler, bir "fonksiyonel antrenman" biçimidir ve spesifik aktiviteye, spora özel genel yetenek kazandırır. Biyomekanik olarak benzer Olimpik tarzda kaldırışların, pliometrik egzersizlerle eşleştirilebilecek birçok olası kombinasyonu vardır (88).

Kompleks bir antrenman programını uygularken toparlanma prensibi de önemlidir. Kompleks antrenman etkilidir, çünkü aynı gün ve aynı antrenman içerisinde, pliometrik ve kuvvet egzersizleri birlikte uygulanır. Çoğunlukla, egzersiz çiftleri arasındaki dinlenme süreleri, ASP gözlemlenmesi açısından önemlidir ve bu süreler sporcunun gücü ve deneyimine bağlı olarak farklıdır (87). Kompleks antrenmanlar arasında önerilen toparlanma süresi en az 48 saat ve aynı kas gruplarının çalıştırılması arasında ise en az 96 saatlik bir toparlanma süresidir. Sonuç olarak, kompleks antrenman haftada 2 ila 3 kez yapılmalıdır. Kompleks antrenman egzersiz setleri arasındaki dinlenme aralığı, anaerobik enerji depolarının yenilenmesine izin vermelidir. Setler arasındaki dinlenme 2 ile 5 dk arasında olmalıdır (88). Young ve diğ. (1998), kompleks antrenmanın ağırlık antrenman ile pliometrik antrenman bölümleri arasında 4 dk'lık dinlenmenin optimal olabileceğini belirtmektedir (87).

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. Araştırma Grubu

Bu araştırmaya tanımlayıcı özellikleri Yaş:25 ± 2,53 yıl ,Boy: 186,81 ± 8,46 cm,VA:84,68 ± 8,02 kg olan, fiziksel olarak sağlıklı 10 erkek birey gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılar; rekreasyonel olarak aktif olarak spor yapan, en az 2 yıl ağırlık geçmişine sahip ve kendi vücut ağırlığının en az 1,5 katı yük ile 1 tekrar yarım squat egzersizi yapabilen kişilerden seçilmiştir. Araştırmaya başlanmadan önce gerekli etik kurul izinleri alınmıştır. Katılımcılara araştırmaya katılmadan önce onam formu verilmiştir.

Antropometrik ölçümler sonucunda elde edilen değişkenlerin ortalama, standart sapma, en büyük ve en küçük değerleri Tablo 3.1' de sunulmuştur.

**Tablo 3.1.** Araştırma Grubunun Antropometrik Ölçümlerinin Tanımlayıcı Bulguları (n=10).

Değişkenler	Ortalama	Standart Sapma	En Küçük Değer	En Büyük Değer
Yaş (Yıl)	25,00	2,53	21	28
Vücut Ağırlığı (kg)	84,68	8,02	73,6	101,5
Boy Uzunluğu (cm)	186,81	8,46	174,0	197,3
Antrenman Yaşı (Yıl)	12,30	3,65	7	19
Haftada Yapılan Antrenman Sayısı	4,60	1,17	3	6
Bir Antrenmanda Geçirilen Süre (dk)	99	20,25	60	120

## **3.2. Veri Toplama Araçları**

### **3.2.1. Optimal Düşüş Yüksekliği Ölçümleri**

Rekreasyonel olarak aktif olan katılımcıların antrenman düzeylerinin belirlenmesi ve araştırmanın bireyselleştirilmesi açısından ODY'nin belirlenmesi önem taşımaktadır (89). Bu amaçla derinlik sıçraması ODY belirlenmiştir. ODY, derinlik sıçramaları sırasında elde edilen reaktif kuvvet indeksindeki azalışa bağlı olarak belirlenmiştir. RKI değeri, SY / YKS hesaplaması kullanılarak belirlenmiştir (90). Derinlik sıçraması ölçüm yöntemi ile katılımcıların RKI, sıçrama yükseklikleri ve yerde kalış süreleri elde edilmiştir. ODY ölçümleri, Fusion Smart Jump (Avustralya) sıçrama matı ile gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.2. Bir Tekrar Maksimal Ölçümleri**

Katılımcıların antrenman düzeylerinin belirlenmesinde kullanılan bir diğer araç 1 TM ölçümleridir. Ölçümler bir adet standart 20 kiloluk olimpik bar ve uygun ağırlıklar kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.3. Antropometrik Ölçümler**

VA ölçümleri 0,1 kg hassasiyet ile TBF401-A (Tanita, Japonya) vücut analizörünün dijital baskül özelliğinden yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Boy uzunluğu ölçümleri, 0,1 cm hassasiyetle duvara monte edilmiş stadiometre Holtain (İngiltere) ile gerçekleştirilmiştir.

## **3.3. Verilerin Toplanması**

Katılımcılar iki ölçüm gününde çalışmaya katılmışlardır. Ölçüm günleri arasında en az 48 saat vardır. Katılımcılar ölçüm günlerinden 48 saat öncesinden hiçbir sportif faaliyet yapmamışlardır. Ölçümler sirkadyen ritmin etkisi düşünülerek günün aynı saatinde (14.00-16.00) gerçekleştirilmiştir.

Birinci ölçüm gününde, VA ve boy uzunluğundan oluşan antropometrik ölçümler gerçekleştirilmiştir. Her iki ölçümde katılımcının hafif kıyafetler içinde olması istenmiştir. Her iki ölçüm de iki kez gerçekleştirilmiştir. Antropometrik

ölçümleri takiben, katılımcıların bisiklet ergometresinde 5 dk süresince (60-70 rpm) pedal çevirmeleri istenmiştir. Ardından 5 dk serbest dinamik ısınma protokolü ile devam edilmiştir. Isınma protokolünün devamında 2 dk pasif dinlenme verilmiştir. Derinlik sıçraması ile ODY'nin belirlenmesi ve 1 TM yarım squat testi aynı gün gerçekleştirilmiştir. Derinlik sıçraması ile 1 TM yarım squat testi arasında 10 dk pasif dinlenme uygulanmıştır.

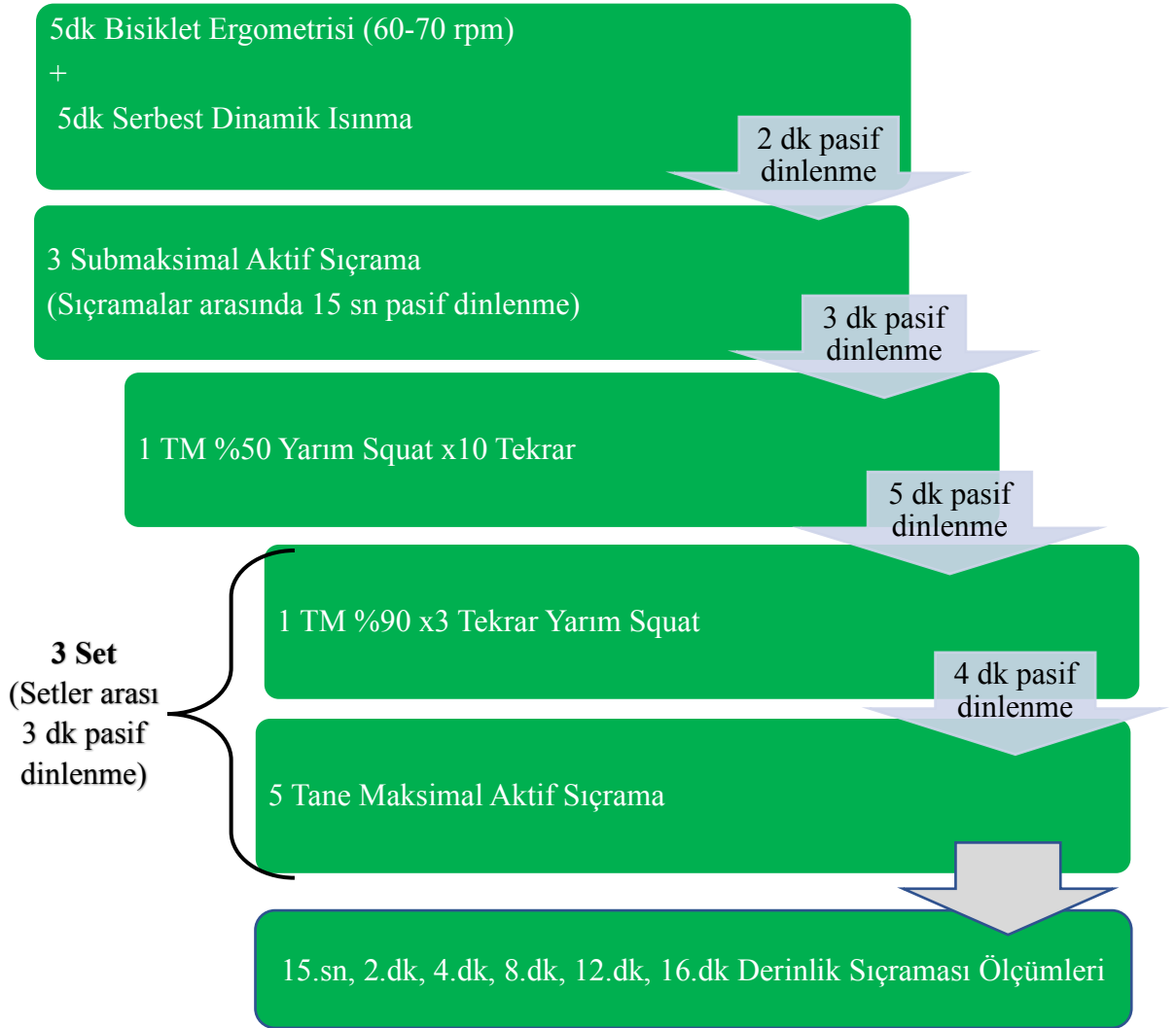
ODY ölçümünde, katılımcılar 30 cm yükseklikten başlayarak ODY belirleninceye kadar 5'er cm yükseklik artışı ile derinlik sıçramalarını gerçekleştirmişlerdir (24). Sıçramalar ikişer kez tekrar edilmiş ve en iyi değerler değerlendirmeye alınmıştır. Her yükseklikte 15 saniye dinlenme arası verilmiş, yükseklikler arasında 2 dk pasif dinlenme uygulanmıştır. Sıçramalar sırasında katılımcılardan elleri bellerinde olduğu halde yüksekliklerden serbest düşüş yapmaları ve düşüş gerçekleştikten sonra en kısa sürede, dikey yönde maksimal bir sıçrama gerçekleştirmeleri istenmiş ve ölçümler sırasında sözel olarak desteklenmişlerdir. Katılımcıların hepsi derinlik sıçraması egzersizlerine aşinadır.

1 TM yarım squat ölçümünde, katılımcılar, tahmini kaldıracabileceği ağırlığın %50'si ile 10 tekrar, %80'i ile 5 tekrar, %90'ı ile 3 tekrar, %95'i ile 2 tekrar ve %100'u ile 1 tekrar yarım squat egzersizi gerçekleştirmişlerdir. Katılımcılar teste devam etmek istemeleri durumunda %102,5 ve %105 ölçümleri gerçekleştirilmiştir (91).

İkinci ölçüm gününde katılımcılara 5 dk bisiklet ergometrisinden (60-70 rpm) sonra 5 dk serbest dinamik ısınma uygulanmıştır. Dinamik ısınmadan hemen sonra 15 saniye aralıklarla 3 adet submaksimal aktif sıçrama yaptırılmıştır. 3 dk pasif dinlenmenin ardından %50 1 TM ile 10 tekrar yarım squat egzersizi gerçekleştirilerek standart ısınma protokolü tamamlanmıştır. Isınma protokolü ile kompleks antrenman uygulaması arasında 5 dk pasif dinlenme verilmiştir.

Kompleks antrenman protokolü, %90 1 TM ile 3 adet yarım squat, 4 dk pasif dinlenme sonrası 5 adet maksimal AS'den oluşturulmuştur. Bu protokol 3 dk pasif dinlenme arası ile 3 set olarak uygulanmıştır (92). 3.setin devamındaki 15.saniye, 2.dk, 4.dk, 8.dk, 12.dk ve 16.dk'larda ilk gün belirlenen ODY'den derinlik sıçramaları

gerçekleştirilmiştir. Her sıçrama bir kez yaptırılmıştır. Bu sıçramalar sonunda üç parametre (SY, YKS ve RKI) değerlendirmeye alınmıştır.



**Şekil 3.1.** Araştırma protokolü.

### 3.4. Verilerin Analizi

Bu çalışmanın istatistiksel analizinde, elde edilen verilerin ortalama, standart sapma, en küçük ve en büyük değerlerinden oluşan tanımlayıcı istatistikleri verilmiştir. Dağılımın normalliği Shapiro-Wilk testi ile incelenmiştir. Bu inceleme sonucuna göre her bir değişkenin dağılımının normal olduğu görülmüştür (Tablo 3.2) ( $p>0,05$ ). Parametrik varsayımların yerine gelmesi nedeniyle ( $p>0,05$ ) ön test verileri ile ASP uygulaması sonrasında elde edilen zirve verileri arasındaki fark tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (ANOVA) yöntemi ile incelenmiştir. Küresellik



varsayımının yerine getirilip getirilmediğine Mauchly'nin küresellik testi ile bakılmıştır ( $p>0.05$ ). Farklılığın hangi ölçüm zamanından kaynaklandığının incelenmesi için Bonferroni testi ile ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. Etki büyüklüğüne kısmi eta-kare ( $\eta^2$ ) ile bakılmıştır. Verilerin analizi SPSS v21 istatistiksel analiz yazılımında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada anlamlılık düzeyi 0,05 kabul edilmiştir.

**Tablo 3.2.** Değişkenlerin ölçüm zamanlarına göre normal dağılımı p değerleri.

Değişkenler	Ölçüm Zamanları						
	KAÖ <sup>1</sup>	15.sn	2.dk	4.dk	8.dk	12.dk	16.dk
<b>RKI</b>	0,813	0,954	0,384	0,799	0,509	0,545	0,067
<b>SY</b>	0,307	0,328	0,931	0,300	0,336	0,689	0,984
<b>YKS</b>	0,235	0,789	0,367	0,976	0,758	0,647	0,750

<sup>1</sup>KAÖ, Kompleks Antrenman Öncesi.

## 4. BULGULAR

Bu çalışmada; kompleks antrenman potansiyasyonunun reaktif kuvvet indeksi parametreleri üzerine etkisi incelenmiştir. Yöntem bölümünün verilerin analizi kısmında ayrıntılı olarak anlatılan istatistiksel işlemler sonucunda elde edilen bulgular; tanımlayıcı istatistikler ve ASP öncesi ve sonrasında değişkenler arasındaki farklar tablo ve grafikler halinde sunulmuştur.

### 4.1. Araştırma Grubunda Yer Alan Katılımcıların Kompleks Antrenman Öncesi Bazı Tanımlayıcı İstatistikleri

Araştırmaya katılan katılımcıların kompleks antrenman uygulaması gerçekleştirilmeden önce elde edilen 1 TM yarım squat (kg), ODY (cm) tanımlayıcı istatistikleri Tablo 4.1’de sunulmuştur.

**Tablo 4.1.** Araştırma Grubunun KAÖ Bazı Tanımlayıcı Bulguları (n=10).

Değişkenler	Ortalama	Standart Sapma	En Küçük Değer	En Büyük Değer
1 TM Yarım Squat (kg)	145,25	20,49	120	180
ODY (cm)	40,50	5,98	30	50

Tablo 4.1’de belirtildiği gibi kompleks antrenman uygulamasından önce gerçekleştirilen ölçümlerde katılımcıların ortalama 1 TM yarım squat değerleri  $145,25 \pm 20,49$  kg, ODY  $40,50 \pm 5,98$  cm olarak bulunmuştur.

## 4.2. Araştırma Grubunda Yer Alan Katılımcıların Kompleks Antrenman Öncesi ve Sonrası Bulguları

İncelenen değişkenler açısından kompleks antrenman uygulaması öncesi (KAÖ) ve kompleks antrenman uygulaması sonrası (KAS) değerlerinin karşılaştırılması Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi (ANOVA) ile yapılmıştır. Araştırmaya katılan katılımcıların incelenen değişkenler açısından yöntem bölümünde detaylı olarak anlatılan KAÖ elde edilen ölçüm değerleri ve KAS farklı ölçüm zamanlarındaki değerleri ve tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (ANOVA) test istatistiği değerleri Tablo 4.2’de gösterilmiştir ( $p<0,01$ ).

**Tablo 4.2.** İncelenen Değişkenler Açısından KAÖ ve KAS Değişim Değerleri.

Değişkenler	KAÖ ve KAS Ölçüm Zamanları							F <sub>(6,54)</sub>	EB	p
	KAÖ ± SS	15.sn ± SS	2.dk ± SS	4.dk ± SS	8.dk ± SS	12.dk ± SS	16.dk ± SS			
<b>RKI (mm/ms)</b>	1,83 ± 0,55	1,19 ± 0,30	1,45 ± 0,47	1,39 ± 0,31	1,47 ± 0,42	1,5 ± 0,49	1,48 ± 0,52	11,478	0,539	0,0001**
<b>SY (cm)</b>	35,47 ± 6,52	31,38 ± 5,49	33,07 ± 5,91	31,86 ± 5,58	32,01 ± 6,47	32,15 ± 5,98	32,56 ± 6,50	3,378	0,318	0,007**
<b>YKS (ms)</b>	202,8 ± 37,89	270,8 ± 33,60	238,6 ± 45,51	233,4 ± 23,50	223,2 ± 29,77	223,8 ± 40,08	229 ± 33,43	11,251	0,490	0,0001**

SS; Standart Sapma, EB; Etki Büyüklüğü, \*\* $p<0,01$

Tablo 4.2’de verilen kısmi eta-kare (EB) değeri RKI için  $\eta^2 = 0,539$ , SY için EB değeri  $\eta^2 = 0,318$ , YKS için EB değeri  $\eta^2 = 0,490$  olarak bulunmuştur. Bu değerlere bakarak RKI’ndeki çeşitliliğin %53,9’unun, SY’deki çeşitliliğin %31,8’inin ve YKS’deki çeşitliliğin %49’unun zaman değişkeni tarafından açıklandığını söyleyebiliriz.

Küresellik (Mauchly) test istatistiği değerleri Tablo 4.3’de verilmiştir.

**Tablo 4.3.** RKI, SY ve YKS’nin küresellik değerleri.

Değişkenler	Küresellik
RKI (mm/ms)	0,075
SY (cm)	0,526
YKS (ms)	0,657

Bu test sonuçlarına göre küresellik varsayımları yerine getirilmiştir ( $p>0,05$ ).

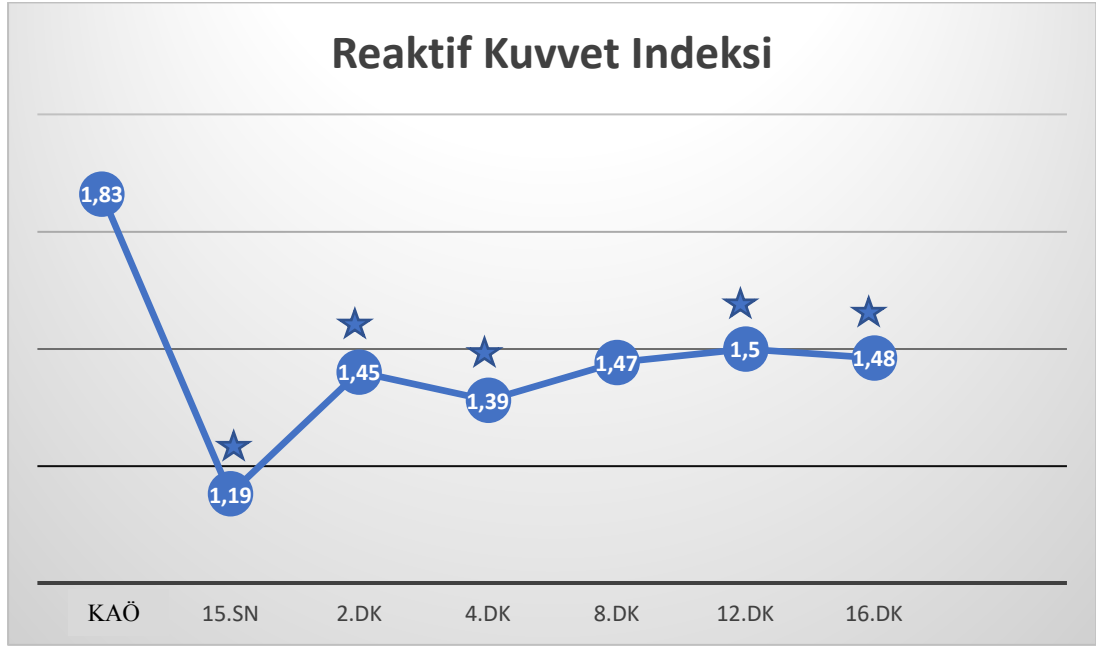
İncelenen değişkenler açısından, KAÖ ve KAS arasında, anlamlı farklılığın hangi ölçümden kaynaklandığının belirlenmesi için KAÖ ve KAS ölçüm zamanları (15.sn, 2., 4., 8., 12., 16.dk) arasındaki farklılıklara ait ikişerli karşılaştırma sonuçları Tablo 4.4’de verilmiştir.

**Tablo 4.4.** KAÖ ve KAS Değişim Değerleri Arasındaki İkili Karşılaştırma Test İstatistiği (Bonferroni Testi).

Değişkenler	KAS Ölçüm Zamanları					
	15.sn	2.dk	4.dk	8.dk	12.dk	16.dk
RKI (mm/ms)	0,007*	0,015*	0,044*	0,071	0,042*	0,012*
SY (cm)	0,225	1,00	0,036*	0,71	0,251	0,315
YKS (ms)	0,0001**	0,224	0,073	0,258	0,630	0,060

\* $p<0,05$ , \*\* $p<0,01$

### 4.3. KAÖ ve KAS RKI Değerlerinin Karşılaştırılması

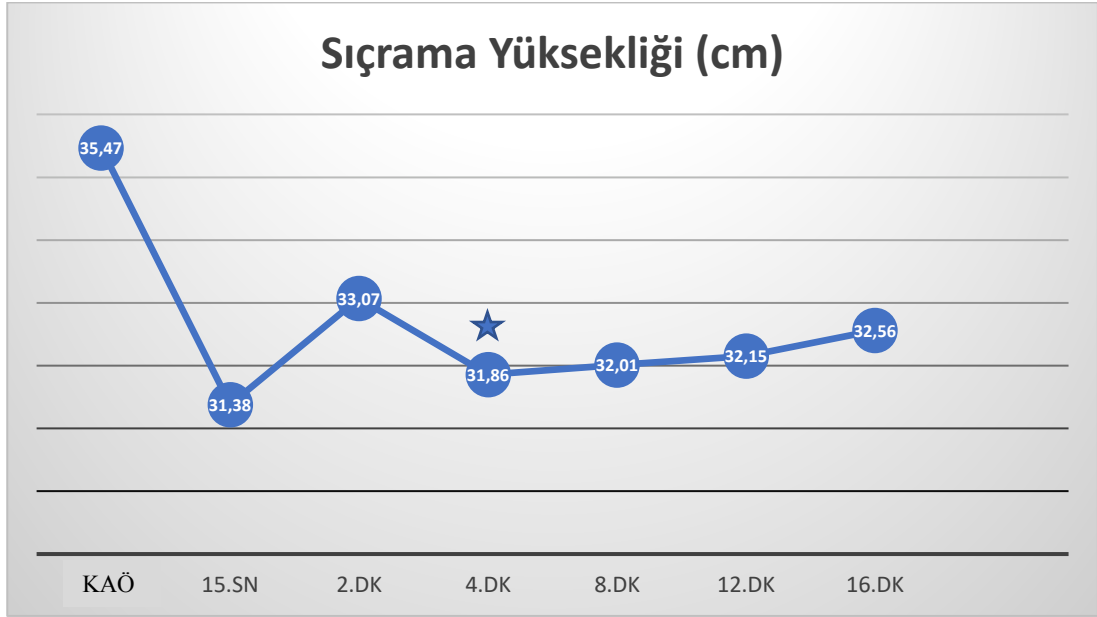


★ KAÖ ve KAS ölçüm zamanları arasındaki fark ( $p < 0.05$ )

**Şekil 4.1.** KAS Potansiyasyon Etkisinin Reaktif Kuvvet İndeksi Açısından Değişimi.

KAÖ RKI değeri  $1,83 \pm 0,55$  mm/ms'dir. KAS ölçüm zamanlarının KAÖ RKI ile ikili karşılaştırması sonucunda, KAÖ RKI değerinin 15.saniye, 2.dk, 4.dk, 12.dk ve 16. ölçüm dakikalarında anlamlı olarak düşük çıktığı gözlenmiştir (sırasıyla,  $p=0,007$ ;  $p=0,015$ ;  $p=0,044$ ;  $p=0,042$  ve  $p=0,012$ ). Buna karşın 8.dk'daki RKI'nin KAÖ'ye göre düşüşü anlamlı değildir ( $p=0.071$ ). KAS RKI değerleri 15.sn, 2., 4., 8., 12., 16. dakikalarda elde edilen RKI değerleri bakımından kendi aralarında karşılaştırıldığında ise, ölçüm zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ).

#### 4.4. KAÖ ve KAS SY Değerlerinin Karşılaştırılması

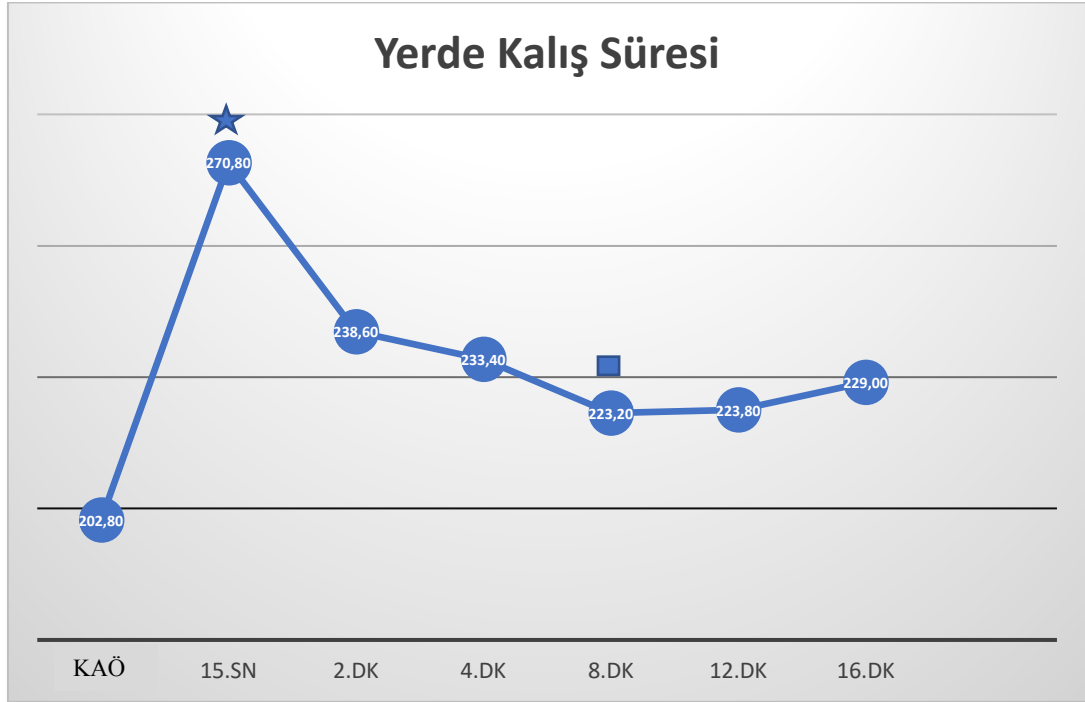


★ KAÖ ve KAS ölçüm zamanları arasındaki fark ( $p < 0.05$ )

**Şekil 4.2.** KAS Potansiyasyon Etkisinin Sıçrama Yüksekliği Açısından Değişimi.

KAÖ SY ortalama  $35,47 \pm 6,53$  cm olarak gerçekleşmiştir. Post-hoc test sonucuna göre yalnızca 4.dk'daki SY değerinin KAÖ göre anlamlı olarak değiştiği belirlenmiştir ( $p=0,036$ ). Diğer ölçüm zamanlarında KAÖ SY değerine göre bir azalış gözükse de bu azalış istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p > 0.05$ ). KAS SY değerleri 15.sn, 2., 4., 8., 12., 16. dakikalarda elde edilen SY değerleri bakımından kendi aralarında karşılaştırıldığında ise, ölçüm zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ).

#### 4.5. KAÖ ve KAS YKS Değerlerinin Karşılaştırılması



★KAÖ ve KAS ölçüm zamanları arasındaki fark ■ 15.sn ölçüm zamanları arasındaki fark  $p < 0,05$

**Şekil 4.3.** KAS Potansiyasyon Etkisinin Yerde Kalış Süresi Açısından Değişimi.

KAÖ YKS ortalama olarak  $202,80 \pm 37,89$  ms ölçülmüştür. YKS değerleri de SY ve RKI değerleri gibi küresellik varsayımını sağlamıştır ( $p=0.657$ ). Elde edilen bulguya göre ölçüm zamanları arasında YKS açısından anlamlı bir fark bulunmaktadır ( $F=11.251$ ;  $p=0.0001$ ). Buna göre; 15.sn'deki YKS'nin KAÖ YKS'ye göre anlamlı olarak uzadığı gözlenmiştir ( $p=0.0001$ ). Bununla birlikte KAS YKS'nin 15.sn'den sonra kısaldığı görülmüştür. 15.saniyedeki YKS süresi, KAS 2., 4., 8., 12. ve 16.dk'lardaki YKS ile karşılaştırıldığında 2., 4., 12. ve 16. dakikalarda elde edilen YKS süresi ile istatistiksel olarak herhangi bir farklılık bulunmazken (sırasıyla:  $p=0,92$ ;  $p=0,10$ ;  $p=0,08$ ;  $p=0,32$ ); 8.dk'daki YKS süresi ile anlamlı olarak farklı bulunmuştur ( $p=0,03$ ).

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı kompleks antrenman potansiyasyonunun reaktif kuvvet indeksi parametreleri üzerine etkisini incelemektir. Bu amaçla yaş ortalaması  $25,00 \pm 2,53$  yıl, antrenman geçmişi  $12,30 \pm 3,65$  yıl, haftada yapılan  $4,60 \pm 1,17$  antrenman, bir antrenmanda geçirilen süre  $1,65 \pm 0,33$  saat ve 1 TM yarım squat  $145,25 \pm 20,49$  kg olan erkek bireyler katılımcı olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında katılımcıların 1 TM yarım squat ve derinlik sıçraması ile optimal düşüş yükseklikleri belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında katılımcılara %90 1 TM ile 3x3 yarım squat ve 3x5 aktif sıçrama (AS) uygulanmıştır ve 15.sn, 2.dk, 4.dk, 8.dk, 12.dk ve 16.dk'larda ilk gün belirlenen ODY'den derinlik sıçramaları gerçekleştirilmiştir.

Katılımcıların ölçümler sırasında gerçekleştirdiği en iyi değerlerin zirve dakikası ortalama  $11 \pm 5,90$  dk olarak bulunmuştur.

Bu bölümde ölçümler sonucunda elde edilen veriler; kompleks antrenman potansiyasyonunun reaktif kuvvet indeksi parametreleri üzerine etkisi başlığı altında incelenmiştir.

### 5.1. Kompleks Antrenman Uygulamasının Potansiyasyon Etkisinin Reaktif Kuvvet İndeksi Parametreleri Üzerine Etkisi

Atletik performans egzersizleri, bir dizi metabolik, mekanik ve nöral faktöre bağlı, nöromusküler ve GKD yorgunluğu oluşturur. GKD yorgunluğundan sonra toparlanma iki evre olarak kabul edilir. Nöromusküler fonksiyonunda 1 ila 2 saat içinde bir azalma ve ardından 2 ila 4 gün içinde geri kazanılan toparlanma olur (93).

Gathercole ve diğ. (93)'nin yaptığı akut nöromusküler yorgunluğun miktarını belirlemek için AS analizi çalışmasının sonuçlarına göre, 24 saatte yorgunluk etkisi ortadan kalkmıştır. Ortalama güç, zirve hız, havada kalış süresi, sıfır hızdaki güç, güç-hız parametreleri başlangıç değerine geri dönüş eğilimi göstermiştir. Bu sebeplerden dolayı bizim çalışmamızda katılımcıların ölçüm günleri arasında en az 48 saat bulunmaktadır.



Dallas ve diğ. (74)'nin yaptığı çalışmada belirttiği gibi ASP etkisi yaratmak için katılımcıların kişisel özelliklerine göre antrenman uygulaması belirlemek gerekmektedir. Hernandez-Preciado ve diğ. (80) yaptıkları çalışmada, Fransız kontrast antrenmanın kompleks antrenmana göre daha yüksek gerilme kısıalma döngüsü oluşturduğunu ve bu sebeple daha yüksek ASP etkisi gösterdiğini belirtmiştir. Kobal ve diğ. (92)'nin çalışmasında çıkan sonuçlara göre, antrenmanlı bireylerde ASP'yi maksimize etmek için en uygun antrenman içeriği (hacim ve şiddet) için genel bir öneri olmadığını belirtmiştir.

Bazı bireyler, yorgunluk etkisinden daha büyük bir potansiyasyon etkisine sahipken, diğerleri aynı dinlenme aralığı için potansiyasyon etkisinden daha büyük bir yorgunluk etkisine sahip olabilir. Bu nedenle, hangi egzersiz ve dinlenme aralığının kombinasyonunun her bir kişi için motor performansını maksimize edeceğini belirlemek için katılımcıları bireysel olarak incelenmesi gerekebilir (59).

Blagrove ve diğ. (94), yaptıkları çalışmada derinlik sıçramasını katılımcıların AS yüksekliği değerlerine eşit bir yükseklikten yapmışlardır ve daha patlayıcı bireylerin, daha az patlayıcı olanlara göre daha yüksek uyarıma sahip olduğunu belirtmişlerdir. Uygun kutu yüksekliği belirlemek için RKI ile düşüş yüksekliği seçme yöntemini önermiştir. Biz de çalışmamızda, bireyselleştirmeyi sağlamak için katılımcıların 1 TM yarım squat, RKI değerleri ve optimal düşüş yüksekliklerini belirlenmiştir.

Dallas ve diğ. (74) yaptıkları çalışma sonucunda zayıf cimnastikçilerde ASP etkisi orta şiddetli egzersizden 6 dk sonrasında yükselmiş ve 9 dk sonra en yüksek değere ulaşmıştır. Yüksek şiddetli egzersizden 3 dk sonra ASP etkisi bulunmuştur. Bulduğu sonuç güçlü cimnastikçiler için aynı değildir. Güçlü cimnastikçilerde, orta şiddetli egzersizden sadece 3 dk sonra azalma meydana gelmiştir ve yüksek şiddetli egzersiz sonrasında zayıf cimnastikçilere kıyasla 9 dk sonrasında ASP'ye neden olma eğilimde olduğu bulunmuştur. Bunun nedeni ASP etkisi meydana getirmek için gerekli eşik şiddetinin güçlü cimnastikçilerde orta şiddetli egzersiz ile aşamaması olarak belirtmiştir. Zayıf cimnastikçiler ile orta şiddetli egzersizlerin ASP etkisi yaratmak için daha etkili olduğunu söylemektedir. Bireysel kuvvet farklılıkları ASP etki süresini etkilemektedir. Bizim çalışmamıza vücut ağırlığının en az 1,5 katı yarım

squat egzersizi yapabilen katılımcılar dahil edilmiştir. Bu sebeple katılımcıların kuvvetli olduğu göz önüne alınarak, yüksek şiddetli egzersiz uygulamanın ASP etkisi yaratmakta daha etkili olacağı düşünülmüştür ve 1 TM %90 yarım squat egzersizi uygulanmıştır. Kuvvetli katılımcılar ve yüksek şiddetli egzersiz kompleksi ile çalışmamızın sonucunda ASP etkisinin görülmesi beklenmiştir.

Kuvveti azaltan veya arttırıcı etkinin baskın olup olmadığı hem kasılmaya hem de kasın özelliklerine bağlıdır. Kısa (<10 sn) MVC, uyarılmış kasılma kuvvetinde bir artışa neden olur. Potansiyasyona neden olan mekanizma, yorulmadan sorumlu olanlara üstün gelmektedir. Buna karşılık, sürekli (örneğin, 30-60 sn) uygulanan MVC'den sonra, yorgunluk, kuvvetlenmeyi aştığı için kasılma kuvveti düşüş gösterir (95).

ASP, yorgunluk ile eşzamanlı olarak mevcuttur. ASP ve yorgunluk arasındaki fark en büyük olduğunda (ASP etkileri, yorgunluk etkilerinden büyükse) motor performansı en üst düzeye çıkar ve bu oldukça kesin bir dinlenme aralığı gerektirebilir. (59). Ferreira ve diğ. (96) belirttiğine göre, Sale (2002), yüksek yoğunluklu veya uzun süreli bir aktivite sadece ASP'yi aktive edemez, aynı zamanda yorgunluk da üretebileceğini belirtmiştir. Aktiviteler arasındaki uzun iyileşme süreleri yorgunluktan iyileşmeye katkıda bulunabilir ve ayrıca ASP büyüklüğünü azaltabilir. Bu nedenle, ASP'yi düzgün şekilde uyarmak için, yorgunluk ve ASP arasındaki en uygun ilişkiyi bulmak önemlidir, çünkü bu ilişki ana aktivitenin bozulup değişeceğini veya değişmeyeceğini belirleyecektir (96).

Kasılma kuvvetinin başlangıçta potansiyasyon etkisi göstermesi ve ardından yorgunluk üreten deneysel bir protokolda, MVC'ler arasındaki dinlenme aralıklarında araya konan kasılmaları, birinci MVC'ler üzerinde aşamalı olarak artan potansiyasyon etkisi gösterir, ancak daha sonraki kasılmalarda potansiyasyon, yorgunluğun etkisi ile azalır. Sonunda KAÖ'nin altına düşer. Bu sonuçlar, ilk kasılmalarda yorulma olmadan daha büyük potansiyasyon etkisi olduğu şeklinde yorumlanabilir, ancak yorgunluğun artması potansiyasyon etkisinin düşmesine neden olur (95). Bizim çalışmamızda, katılımcılar MSS yorgunluğunu inhibe edememelerinden dolayı KAS değerleri KAÖ değerlerinin altında çıkmıştır.

Potansiyasyonun veya yorgunluğun bağımsız olmadığı ve her ikisinin de kas ve motor ünitesinin aktivasyonunu takip eden cevaplar olarak var olduğu düşünülmektedir. Performans, bu değişkenler arasındaki etkileşimin bir sonucudur. Bu nedenle, MAZ IIA'nın yüksek olduğu kişilerde yorgunluk büyüklüğünün daha düşük olması da mümkündür. MAZ I kas fibrilleri tipik olarak yorgunluğa dirençli olarak nitelendirilse de, MAZ IIA ifade eden kas lifleri hem daha büyük glikolitik hem de oksidatif potansiyele sahiptir (97).

Adams ve diğ. (98)'nin yaptığı çalışma sonucunda, uygulanan kuvvet antrenmanından sonra, IIX MAZ bileşiminin,  $19 \pm 4$ 'ten  $7 \pm 1$ 'e kadar azaldığını ( $p < 0.05$ ) göstermektedir. IIA MAZ, bunun aksine, ( $p < 0.05$ )  $48 \pm 3$ 'ten  $60 \pm 2$ 'ye yükselmiştir. Bu tepkiler esasen, fibril tipi dağılımındaki değişiklikler ile yansıtılmıştır. Tip IIX liflerinin yüzdesi ( $p < 0.05$ )  $18 \pm 3$ 'ten  $7 \pm 1$ 'e düşerken, tip IIA liflerinin yüzdesi  $46 \pm 4$ 'ten  $60 \pm 3$ 'e yükseldi ( $p < 0.05$ ). Ne tip I MAZ bileşimi ne de I tipi lif yüzdesi antrenman ile değişmedi. Kontrol grubu ( $n=4$ ) MAZ bileşiminde veya fibril tipi dağılımında bir değişiklik göstermedi. Bu sonuçlar, ağır kuvvet antrenmanının, insan iskelet kası içindeki MAZ kompozisyonunu değiştirdiğini ve muhtemelen genetik ifadedeki bir değişikliği yansıttığını göstermektedir. Yüksek tip II fibril tipi dağılımı gösteren bireylerin yüksek potansiyasyon etkisi gösterdiğinden, antrenman düzeyleri ve potansiyasyon etkisi arasında ilişki vardır.

Chiu ve diğ. (97)'nin yaptığı araştırmaya, 12 rekreasyonel aktif erkek katılımcı katılmıştır. Her katılımcı, 10 set 5 tekrar squat egzersizi içeren iki antrenman seansı uygulamışlardır. Antrenman seanslarının ilkinde, 1 TM %70 yük ile squat egzersizi yapmışlardır. İkinci antrenman seansında, squat egzersizinin hızı azalınca uygulanan yük miktarı da azaltılmıştır. Çalışmanın sonucunda, altı katılımcı, ASP etkisi olarak pozitif değişikliklere sahipken, diğer altı katılımcı negatif değişiklikler göstermişlerdir. Pozitif değişiklik gösteren katılımcılar en yüksek MAZ IIA yüzdesine sahiptir. Yüksek bir MAZ IIA yüzdesi, kuvvet antrenmanı geçmişinin bir göstergesi olan daha büyük tip IIA fibril alanı ile ilişkilidir. Bu, ASP'yi gösteren diğer araştırmalarla hem iyi antrenmanlı bireylerde hem de daha büyük tip II fibril alanına sahip olanlarda belirgin olduğunu göstermektedir. Bizim araştırmamızdaki bireylerde,

kompleks antrenman potansiyasyon etkisinin görülmeme sebebi olarak antrenman düzeylerinin yetersiz olmasına bir işarettir.

Bir ASP protokolünün başarısı, kaslar potansiyasyon durumundayken yorgunluğun bir arada bulunmasına (en aza indirilmesine) izin veren en uygun uyarıcının belirlenmesini gerektirir (65). Bununla birlikte, bizim çalışmamızda kullanılan 3 set 3 tekrar 1 TM %90 ve 5 tekrar maksimum aktif sıçramadan oluşan kompleks antrenman uygulamasının hacminin ve/veya şiddetinin, araştırma grubunun antrenmanlılık düzeyine göre çok büyük olması muhtemeldir. Kompleks antrenman uygulamasından hemen sonra yapılan derinlik sıçramalarında, kompleks antrenman uygulaması ile ilişkili yorgunluğun potansiyasyon etkisine ağır bastığı sonucuna varılabilir ve KAÖ RKI değerine göre KAS RKI performansını engellemiş ve olumsuz etkilemiştir.

Bu çalışmada akut kompleks antrenman potansiyasyonunun RKI üzerindeki en yüksek değerine yaklaşık 12. dakikada ulaşılabilmişse de bu değer ilk ölçüm değerinden anlamlı derecede düşük bulunmuştur. Buna neden olarak da daha önce de belirtildiği gibi katılımcıların ağırlık antrenman geçmişi olan ve rekreasyonel olarak aktif bireylerden seçilmesine karşın, antrenmanlılık düzeylerinin yeterli olmamasından dolayı akut kompleks antrenman uygulamasının ortaya çıkardığı yorgunluğu tolere edememeleri ve bu uygulamanın bir süperkompensasyon etkisi yaratamaması olarak yorumlanabilir.

Katılımcıların tümü, kompleks antrenman uygulaması sırasında mümkün olduğunca zorlanması için kuvvetli ve sürekli olarak teşvik edildi. Ek olarak, birkaç çalışma kondisyon aktivitesi olarak submaksimal kuvvet egzersizi yaparken, AS egzersizinde potansiyasyon etkisi göstermiştir (3, 32). Bu nedenle, Batista ve diğ. (9)'nin gerçekleştirdiği araştırma ile benzer olarak, kondisyon aktivitesindeki yetersiz kas aktivasyonunun, araştırmamızdaki sıçrama performansında potansiyasyon etkisi görülmemesinin sebebi olmadığını düşünüyoruz.

Sadece yüksek oranda hızlı kasılan fibrilleri aktive eden kasılmalar ASP'yi tetiklemektedir (81). Potansiyasyon her iki fibril tipinde de mevcuttur, ancak hızlı kasılan tip II kas liflerinde daha hızlıdır. Hızlı kasılan tip II fibril yüzdesi daha çok

olan kişilerde daha fazla potansiyasyon etkisi görülmektedir (99). Her birey için en iyi stratejiyi bulmak önemli olmaktadır.

Potansiyasyon eksikliğini açıklamak için yaygın olarak kullanılan bir hipotez, kondisyon aktivitesi tarafından yetersiz kas uyarımını işaret eder (9). Squat platformuna karşı üretilen kuvveti değerlendirmedığımız veya kondisyon aktivitesi sırasında herhangi bir elektromiyografik kayıt yapmadığımız için, kişilerin egzersiz sırasında yüksek düzeyde kas aktivasyonu sağladıklarını garanti edemeyiz.

Bizim çalışmamızda, ön test sonuçlarına göre sadece 4. ölçüm dakikasında daha düşük SY elde edilmiş, diğer ölçüm dakikalarında ise ön test sonuçları ile anlamlı farklılık bulunmamıştır. Yapılan kompleks antrenman uygulamasının potansiyasyon etkisi yaratamamasına neden olarak da; katılımcıların kuvvet ağırlık geçmişi olan ve rekreasyonel olarak aktif bireylerden seçilmesine karşın antrenmanlılık düzeylerin yeterli olmamasından dolayı akut kompleks antrenman uygulamasının ortaya çıkardığı yorgunluğu ancak toparlanabilecek kadar tolere edebilmeleri ve bu uygulamanın bir süperkompensasyon etkisi yaratamaması olarak yorumlamaktayız. Atletik performans gerektirmediğinden ve bu yönde antrenmanlar yapılmadığından dolayı, kompleks antrenman uygulaması sonrasındaki sıçrama yükseklik değerlerinde herhangi bir ASP etkisinin gözlenmediği düşünülmektedir.

YKS, ayağın zeminle temas ettiği andan ayağın zeminden uzaklaştığı zaman olarak tanımlanmaktadır (100). Pliometrik egzersizlerde yerde kalış süreleri önemli bir değişkendir. Bir pliometrik egzersiz sırasında YYS'yi inceleyerek, katılımcının tam olarak ne tür GKD (hızlı veya yavaş) gösterdiği değerlendirilebilir. Hızlı GKD'nin belirleyicisi olarak 0,25 sn ve daha kısa bir YYS eşiği belirlenmiştir (15).

Yorgunluğun, derinlik sıçramaları sırasındaki yerde kalış süresine, hiçbir etkisi yoktur. Azalmış kas aktivitesi ve yorgunluk, derinlik sıçramalarında gözlenen performansla doğrudan ilişkilidir (101). Bizim çalışmamızda, literatürde belirtilenin aksine kompleks antrenman potansiyasyonunun reaktif kuvvet indeksi parametrelerinden yerde kalış süresi üzerine etkisinin olduğu gözlenmiştir. Ancak çalışmamızda gözlenen bu etki, olumlu değildir.

Bizim çalışmamızda, ön test sonuçlarına göre 15.sn'de daha yüksek YKS elde edilmiş, diğer ölçüm dakikalarında ise ön test sonuçları ile anlamlı farklılık bulunmamıştır. 15.sn'de bulunan bu anlamlı yükselişin nedeni olarak, yapılan kompleks antrenman uygulamasının yarattığı akut yorgunluktan kaynaklı olduğunu düşünmekteyiz. Katılımcıların YKS değerleri 2. ölçüm dakikası ile birlikte toparlanmaya başlamaktadır ve 4. ölçüm dakikası ile birlikte 15.sn'de elde edilen YKS değerine göre farklılık vardır. Her ne kadar katılımcılar kompleks antrenman uygulamasının 15.sn'de yarattığı akut yorgunluğu aşmış ve diğer ölçüm dakikalarında daha iyi YKS değerleri elde etmiş olsalar da kompleks antrenman uygulaması sonrasında bütün ölçüm zamanlarında elde edilen YKS değerleri KAÖ'den düşüktür. Bu sonucun, katılımcıların GKD performanslarının düşük olmasından ve kompleks antrenman uygulamasının yarattığı yorgunluğu tolere edecek antrenman geçmişlerinin olmamasından kaynakladığını düşünmekteyiz.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

### 6.1. Sonuçlar

Kompleks antrenman uygulamasının potansiyasyon etkisinin sıçrama yüksekliği ve reaktif kuvvet indeksi üzerine etkisinin incelendiği bu araştırmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Kompleks antrenman potansiyasyonu ile RKI arasında 15.sn, 2.dk, 4.dk, 12.dk ve 16.dk ölçüm dakikalarında istatistiksel olarak negatif yönlü anlamlı farklılık vardır ( $p<0,05$ ).
2. Kompleks antrenman potansiyasyonu ile sıçrama yüksekliği arasında 4. ölçüm dakikasında istatistiksel yönden negatif yönlü anlamlı farklılık vardır ( $p<0,05$ ).
3. Kompleks antrenman uygulamasının potansiyasyon etkisi ile yerde kalış süresi arasında 15.saniyede istatistiksel yönden negatif yönlü anlamlı bir farklılık vardır. ( $p<0,05$ )

Bu çalışmanın sonucunda, kompleks antrenman potansiyasyonunun reaktif kuvvet indeksi parametreleri üzerine olumsuz etkisi olduğu bulunmuştur.

### 6.2. Öneriler

Bu araştırmada kompleks antrenman uygulamasının potansiyasyon etkisinin sıçrama yüksekliği ve reaktif kuvvet indeksi üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmanın sınırlılıkları göz önünde bulundurularak gelecekte yapılacak çalışmalara aşağıdaki öneriler yapılmaktadır.

1. Bu çalışma ilerde daha geniş popülasyonlarda tekrarlanmalıdır.
2. Çalışmanın sportif branşa özgü araştırma grubu ile uygulanması önerilmektedir.
3. Araştırma grubu sınırlılıkları antrenmanlılık düzeyi göz önüne alınarak çalışma tekrarlanmalıdır.
4. Elektromiyografik kayıt yapılarak, katılımcıların squat platformuna karşı üretilen kuvvetinin değerlendirilmesi ve egzersiz sırasında uyguladığı kas aktivasyonu incelenmesi önerilmektedir.

5. Katılımcıların fibril tipi dağılımlarına göre ASP etkisinin araştırılması önerilmektedir.
6. Kompleks antrenmanın akut etkisinin gözlemlendiği bu çalışmaya ek olarak kompleks antrenmanın kronik etkisinin araştırıldığı çalışmalar yapılabilir.



## 7. KAYNAKLAR

1. Sygulla KS, Fountaine CJ. Acute post-activation potentiation effects in NCAA division II female athletes. *International journal of exercise science*. 2014;7(3):212.
2. Lima JB, Marin D, Barquilha G, Da Silva L, Puggina E, Pithon-Curi T, et al. Acute effects of drop jump potentiation protocol on sprint and countermovement vertical jump performance. 2011;12(4):324-30.
3. Esformes JI, Bampouras TM. Effect of back squat depth on lower-body postactivation potentiation. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2013;27(11):2997-3000.
4. Kilduff LP, Finn CV, Baker JS, Cook CJ, West DJ. Preconditioning Strategies to Enhance Physical Performance on the Day of Competition. 2013;8(6):677-81.
5. Xenofondos A, Laparidis K, Kyranoudis A, Galazoulas C, Bassa E, Kotzamanidis CJCAF. Post-activation potentiation: Factors affecting it and the effect on performance. 2010;28(3):32.
6. Ah Sue R, Adams KJ, DeBeliso M. Optimal timing for post-activation potentiation in women collegiate volleyball players. *Sports*. 2016;4(2):27.
7. Reardon D, Hoffman JR, Mangine GT, Wells AJ, Gonzalez AM, Jajtner AR, et al. Do changes in muscle architecture affect post-activation potentiation? *Journal of sports science & medicine*. 2014;13(3):483.
8. Wilson JM, Duncan NM, Marin PJ, Brown LE, Loenneke JP, Wilson SMC, et al. Meta-Analysis of Postactivation Potentiation and Power: Effects of Conditioning Activity, Volume, Gender, Rest Periods, and Training Status. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2013;27(3):854-9.
9. Batista MA, Roschel H, Barroso R, Ugrinowitsch C, Tricoli V. Influence of strength training background on postactivation potentiation response. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25(9):2496-502.
10. Haff GG, Triplett NT. *Essentials of strength training and conditioning 4th edition: Human kinetics*; 2015.
11. Santos EJ, Janeira MAJTJoS, Research C. Effects of complex training on explosive strength in adolescent male basketball players. 2008;22(3):903-9.
12. Benjamin HJ, Glow KMJTp, sportsmedicine. Strength training for children and adolescents: What can physicians recommend? 2003;31(9):19-26.
13. MacDonald CJ, Lamont HS, Garner JCJTJoS, Research C. A comparison of the effects of 6 weeks of traditional resistance training, plyometric training, and complex training on measures of strength and anthropometrics. 2012;26(2):422-31.
14. BOSCO C, Viitasalo J, Komi P, Luhtanen PJAPS. Combined effect of elastic energy and myoelectrical potentiation during stretch-shortening cycle exercise. 1982;114(4):557-65.
15. Flanagan EP, Comyns TM. The use of contact time and the reactive strength index to optimize fast stretch-shortening cycle training. *Strength & Conditioning Journal*. 2008;30(5):32-8.
16. Komi P. *Strength and power in sport*: John Wiley & Sons; 2008.
17. Walsh M, Arampatzis A, Schade F, BrÜggemann G-p. The effect of drop jump starting height and contact time on power, work performed, and moment of force. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2004;18(3):561-6.

18. Zatsiorsky VM, Kraemer WJ. Science and practice of strength training: Human Kinetics; 2006.
19. Cavagna GA, Dusman B, Margaria RJJoaP. Positive work done by a previously stretched muscle. 1968;24(1):21-32.
20. Bobbert MF, Gerritsen KG, Litjens MC, Van Soest AJJM, sports si, exercise. Why is countermovement jump height greater than squat jump height? 1996;28:1402-12.
21. LEES A, FAHMI EJE. Optimal drop heights for plyometric training. 1994;37(1):141-8.
22. Flanagan EP, Ebben WP, Jensen RLJTJoS, Research C. Reliability of the reactive strength index and time to stabilization during depth jumps. 2008;22(5):1677-82.
23. McClymont D, editor Use of the reactive strength index (RSI) as an indicator of plyometric training conditions. Science in Football V: The Proceedings of the Fifth World Congress on Science and Football London, Routledge; 2005.
24. Byrne PJ, Moran K, Rankin P, Kinsella S. A comparison of methods used to identify 'optimal' drop height for early phase adaptations in depth jump training. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2010;24(8):2050-5.
25. Byrne DJ, Browne DT, Byrne PJ, Richardson N. Interday reliability of the reactive strength index and optimal drop height. Journal of strength and conditioning research. 2017;31(3):721-6.
26. Weber KR, Brown LE, Coburn JW, Zinder SMJTJoS, Research C. Acute effects of heavy-load squats on consecutive squat jump performance. 2008;22(3):726-30.
27. Seitz LB, Haff GGJS, Journal C. Application of methods of inducing postactivation potentiation during the preparation of rugby players. 2015;37(1):40-9.
28. Tillin NA, Bishop D. Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. Sports medicine. 2009;39(2):147-66.
29. Healy R, Comyns TMJS, Journal C. The application of postactivation potentiation methods to improve sprint speed. 2017;39(1):1-9.
30. Pojskić H, Pagaduan JC, Babajić F, Užičanin E, Muratović M, Tomljanović MJBos. Acute effects of prolonged intermittent low-intensity isometric warm-up schemes on jump, sprint, and agility performance in collegiate soccer players. 2015;32(2):129.
31. Fukutani A, Hirata K, Miyamoto N, Kanehisa H, Yanai T, Kawakami YJJoE, et al. Effect of conditioning contraction intensity on postactivation potentiation is muscle dependent. 2014;24(2):240-5.
32. Crewther BT, Kilduff LP, Cook CJ, Middleton MK, Bunce PJ, Yang G-Z. The acute potentiating effects of back squats on athlete performance. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2011;25(12):3319-25.
33. Kilduff LP, Bevan HR, Kingsley MI, Owen NJ, Bennett MA, Bunce PJ, et al. Postactivation potentiation in professional rugby players: Optimal recovery. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2007;21(4):1134-8.
34. Masamoto N, Larson R, Gates T, Faigenbaum AJTJoS, Research C. Acute effects of plyometric exercise on maximum squat performance in male athletes. 2003;17(1):68-71.

35. Sale DG. Postactivation potentiation: role in human performance. *Exercise and sport sciences reviews*. 2002;30(3):138-43.
36. Rassier D, Macintosh BJBJoM, Research B. Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. 2000;33(5):499-508.
37. Hodgson M, Docherty D, Robbins D. Post-activation potentiation. *Sports medicine*. 2005;35(7):585-95.
38. Szczesna-Cordary DJCDT-C, Disorders H. Regulatory light chains of striated muscle myosin. Structure, function and malfunction. 2003;3(2):187-97.
39. Anthi X, Dimitrios P, Christos KJJope, sport. On the mechanisms of post-activation potentiation: The contribution of neural factors. 2014;14(2):134.
40. Manning DR, Stull JTJAJoP-CP. Myosin light chain phosphorylation-dephosphorylation in mammalian skeletal muscle. 1982;242(3):C234-C41.
41. Rüegg JC. Calcium in muscle contraction: cellular and molecular physiology: Springer Science & Business Media; 2012.
42. Hultman E, Bergström J, Anderson NMJSjoc, investigation I. Breakdown and resynthesis of phosphorylcreatine and adenosine triphosphate in connection with muscular work in man. 1967;19(1):56-66.
43. Cain D, Davies RJB, communications br. Breakdown of adenosine triphosphate during a single contraction of working muscle. 1962;8:361-6.
44. Lorenz DJJjospt. Postactivation potentiation: An introduction. 2011;6(3):234.
45. Reconditi MJRoPiP. Recent improvements in small angle x-ray diffraction for the study of muscle physiology. 2006;69(10):2709.
46. Parry S, Hancock S, Shiells M, Passfield L, Davies B, Baker JS. Physiological effects of two different postactivation potentiation training loads on power profiles generated during high intensity cycle ergometer exercise. *Research in Sports Medicine*. 2008;16(1):56-67.
47. Iglesias-Soler E, Paredes X, Carballeira E, Márquez G, Fernández-Del-Olmo M. Effect of intensity and duration of conditioning protocol on post-activation potentiation and changes in H-reflex. *European journal of sport science*. 2011;11(1):33-8.
48. Turner AP, Bellhouse S, Kilduff LP, Russell M. Postactivation potentiation of sprint acceleration performance using plyometric exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2015;29(2):343-50.
49. Crone C, Nielsen J. Methodological implications of the post activation depression of the soleus H-reflex in man. *Experimental brain research*. 1989;78(1):28-32.
50. Wallace BJ, Shapiro R, Wallace KL, Abel MG, Symons TB. Muscular and neural contributions to postactivation potentiation. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2019;33(3):615-25.
51. Chleboun GS, France AR, Crill MT, Braddock HK, Howell JN. In vivo measurement of fascicle length and pennation angle of the human biceps femoris muscle. *Cells Tissues Organs*. 2001;169(4):401-9.
52. 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.
53. 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):354-8.

54. Suchomel TJ, Lamont HS, Moir GL. Understanding vertical jump potentiation: A deterministic model. *Sports medicine*. 2016;46(6):809-28.
55. Barbosa A, Barroso R, Andries Jr O. Post-activation potentiation in propulsive force after specific swimming strength training. *International journal of sports medicine*. 2016;37(04):313-7.
56. Timmins RG, Shield AJ, Williams MD, Lorenzen C, Opar DA. Architectural adaptations of muscle to training and injury: a narrative review outlining the contributions by fascicle length, pennation angle and muscle thickness. *Br J Sports Med*. 2016;50(23):1467-72.
57. Jensen RL, Ebben WP. Kinetic analysis of complex training rest interval effect on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2003;17(2):345-9.
58. Haizlip K, Harrison B, Leinwand L. Sex-based differences in skeletal muscle kinetics and fiber-type composition. *Physiology*. 2015;30(1):30-9.
59. McCann MR, Flanagan SP. The effects of exercise selection and rest interval on postactivation potentiation of vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010;24(5):1285-91.
60. Arabatzi F, Patikas D, Zafeiridis A, Giavroudis K, Kannas T,ourgoulis V, et al. The post-activation potentiation effect on squat jump performance: Age and sex effect. *Pediatric exercise science*. 2014;26(2):187-94.
61. Qaisar R, Bhaskaran S, Van Remmen H. Muscle fiber type diversification during exercise and regeneration. *Free Radical Biology and Medicine*. 2016;98:56-67.
62. Vanhatalo A, Black MI, DiMenna FJ, Blackwell JR, Schmidt JF, Thompson C, et al. The mechanistic bases of the power–time relationship: muscle metabolic responses and relationships to muscle fibre type. *The Journal of physiology*. 2016;594(15):4407-23.
63. Gouvêa AL, Fernandes IA, César EP, Silva WAB, Gomes PSC. The effects of rest intervals on jumping performance: A meta-analysis on post-activation potentiation studies. *Journal of sports sciences*. 2013;31(5):459-67.
64. Mola JN, Bruce-Low SS, Burnet SJ. Optimal Recovery Time for Postactivation Potentiation in Professional Soccer Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2014;28(6):1529-37.
65. Tano G, Bishop A, Berning J, Adams KJ, DeBeliso M. Post activation potentiation in North American high school football players. *J Sports Sci*. 2016;4(6):346-52.
66. Seitz LB, de Villarreal ES, Haff GG. The temporal profile of postactivation potentiation is related to strength level. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2014;28(3):706-15.
67. Seitz LB, Haff GG. 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):231-40.
68. Chiu LZ, FRY AC, WEISS LW, SCHILLING BK, BROWN LE, SMITH SL. Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2003;17(4):671-7.
69. Hamada T, Sale DG, Macdougall JD. Postactivation potentiation in endurance-trained male athletes. *Medicine and science in sports and exercise*. 2000;32(2):403-11.

70. Petisco C, Ramirez-Campillo R, Hernández D, Gonzalo-Skok O, Nakamura FY, Sanchez-Sanchez J. Effects of different post-activation potentiation intensities on physical fitness of soccer players. *Frontiers in Psychology*. 2019;10:1167.
71. De Villarreal ESS, González-Badillo JJ, Izquierdo M. Optimal warm-up stimuli of muscle activation to enhance short and long-term acute jumping performance. *European journal of applied physiology*. 2007;100(4):393-401.
72. Naclerio F, Chapman M, Larumbe-Zabala E, Massey B, Neil A, Triplett TN. Effects of three different conditioning activity volumes on the optimal recovery time for potentiation in college athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2015;29(9):2579-85.
73. Chen Z-R, Wang Y-H, Peng H-T, Yu C-F, Wang M-H. The acute effect of drop jump protocols with different volumes and recovery time on countermovement jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2013;27(1):154-8.
74. Dallas G, Pappas P, Ntallas C, Paradisis G. The post-activation effect with two different conditioning stimuli on drop jump performance in pre-adolescent female gymnasts. *Journal of Physical Education and Sport*. 2018;18(4):2368-74.
75. Skurvydas A, Jurgelaitiene G, Kamandulis S, Mickeviciene D, Brazaitis M, Valanciene D, et al. What are the best isometric exercises of muscle potentiation? *European journal of applied physiology*. 2019:1-11.
76. Kilduff LP, Cunningham DJ, Owen NJ, West DJ, Bracken RM, Cook CJ. Effect of postactivation potentiation on swimming starts in international sprint swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25(9):2418-23.
77. Kilduff LP, Owen N, Bevan H, Bennett M, Kingsley MI, Cunningham D. Influence of recovery time on post-activation potentiation in professional rugby players. *Journal of sports sciences*. 2008;26(8):795-802.
78. Low D, Harsley P, Shaw M, Peart D. The effect of heavy resistance exercise on repeated sprint performance in youth athletes. *Journal of sports sciences*. 2015;33(10):1028-34.
79. Bevan HR, Cunningham DJ, Tooley EP, Owen NJ, Cook CJ, Kilduff LP. Influence of postactivation potentiation on sprinting performance in professional rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010;24(3):701-5.
80. Hernández-Preciado JA, 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):1909-14.
81. Hilfiker R, Hübner K, Lorenz T, Marti B. Effects of drop jumps added to the warm-up of elite sport athletes with a high capacity for explosive force development. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2007;21(2):550.
82. Baker D, Newton RU, JTJoS, Research C. Acute effect on power output of alternating an agonist and antagonist muscle exercise during complex training. 2005;19(1):202-5.
83. Cavaco B, Sousa N, dos Reis VM, Garrido N, Saavedra F, Mendes R, et al. Short-term effects of complex training on agility with the ball, speed, efficiency of crossing and shooting in youth soccer players. 2014;43(1):105-12.
84. Alves JMVM, Rebelo AN, Abrantes C, Sampaio JTTJoS, Research C. Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint, and agility abilities. 2010;24(4):936-41.

85. Ebben WP, Jensen RL, Blackard DOJTJoS, Research C. Electromyographic and kinetic analysis of complex training variables. 2000;14(4):451-6.
86. Ebben WPJJoS, medicine. Complex training: A brief review. 2002;1(2):42.
87. Young WB, Jenner A, Griffiths KJTJoS, Research C. Acute enhancement of power performance from heavy load squats. 1998;12(2):82-4.
88. Ebben WP, Blackard DOJOc. Complex training with combined explosive weight training and plyometric exercises. 1997;7(4):11-2.
89. El-Ashker S, Chaabene H, Prieske O, Abdelkafy A, Ahmed MA, Muaidi QI, et al. Effects of neuromuscular fatigue on eccentric strength and electromechanical delay of the knee flexors: the role of training status. *Frontiers in Physiology*. 2019;10.
90. Bosco C, Luhtanen P, Komi PV. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1983;50(2):273-82.
91. Baechle TR, Earle RW. *Essentials of strength training and conditioning: Human kinetics*; 2008.
92. Kobal R, Pereira LA, Kitamura K, Paulo AC, Ramos HA, Carmo EC, et al. Post-activation potentiation: is there an optimal training volume and intensity to induce improvements in vertical jump ability in highly-trained subjects? *Journal of human kinetics*. 2019;66:195.
93. Gathercole R, Sporer B, Stellingwerff T, Sleivert G. Alternative countermovement-jump analysis to quantify acute neuromuscular fatigue. *International journal of sports physiology and performance*. 2015;10(1):84-92.
94. Blagrove RC, Holding KM, Patterson SD, Howatson G, Hayes PR. Efficacy of depth jumps to elicit a post-activation performance enhancement in junior endurance runners. *Journal of science and medicine in sport*. 2019;22(2):239-44.
95. 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):165-73.
96. de Assis Ferreira SL, Panissa VLG, Miarka B, Franchini E. Postactivation potentiation: Effect of various recovery intervals on bench press power performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012;26(3):739-44.
97. Chiu L, Fry A, Schilling B, Johnson E, Weiss L. Neuromuscular fatigue and potentiation following two successive high intensity resistance exercise sessions. *European journal of applied physiology*. 2004;92(4-5):385-92.
98. Adams GR, Hather BM, Baldwin KM, Dudley GA. Skeletal muscle myosin heavy chain composition and resistance training. *Journal of Applied Physiology*. 1993;74(2):911-5.
99. Mettler JA, Griffin L. Postactivation potentiation and muscular endurance training. *Muscle & nerve*. 2012;45(3):416-25.
100. Santos-Concejero J, Granados C, Irazusta J, Bidaurrezaga-Letona I, Zabala-Lili J, Tam N, et al. Differences in ground contact time explain the less efficient running economy in North African runners. *Biology of sport*. 2013;30(3):181.
101. Oliver J, Armstrong N, Williams C. Changes in jump performance and muscle activity following soccer-specific exercise. *Journal of sports sciences*. 2008;26(2):141-8.

## 8. EKLER

### EK-1: Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul İzni



T.C.  
**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ**  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557 -1523

Konu :

#### ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

**Toplantı Tarihi** : 04 EYLÜL 2018 SALI  
**Toplantı No** : 2018/20  
**Proje No** : GO 18/728 (Değerlendirme Tarihi: 24.07.2018)  
**Karar No** : GO 18/728-19

Üniversitemiz Spor Bilimleri Fakültesi öğretim üyelerinden Doç. Dr. Şükrü Alban CİNEMRE'nin sorumlu araştırmacı olduğu, Onur ÇOBAN'ın yüksek lisans tezi olan, GO 18/728 kayıt numaralı, "*Kompleks Antrenman Uygulamalarının Potansiyasyon Etkisinin Sıçrama Yüksekliği ve Reaktif Kuvvet İndeksi Üzerine Etkisi*" başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, 15 Eylül 2018-15 Ağustos 2019 tarihleri arasında geçerli olmak üzere etik açıdan uygun bulunmuştur.

1. Prof. Dr. Nurten AKARSU	(Başkan)	İZİNLİ	10 Doç. Dr. Gözde GİRGİN	(Üye)
2. Prof. Dr. Sevda F. MÜFTÜOĞLU	(Üye)	11 Doç. Dr. Fatma Visal OKUR	(Üye)	
3. Prof. Dr. M. Yıldırım SAKKA	(Üye)	12. Doç. Dr. Can Ebru KURT	(Üye)	
İZİNLİ		13. Doç. Dr. H. Hüsrev TURNAGÖL	(Üye)	
4. Prof. Dr. Necdet SAĞLAM	(Üye)	14. Dr. Öğr. Üyesi Özay GÖKÖZ	(Üye)	
5. Prof. Dr. Hatice Doğan BUZÖZÜ	(Üye)	15. Dr. Öğr. Üyesi Müge DEMİR	(Üye)	
6. Prof. Dr. R. Köksal ÖZGÜL	(Üye)	16. Öğr. Gör. Dr. Meltem ŞENGELEN	(Üye)	
İZİNLİ		17. Av. Meltem ONURLU	(Üye)	
7. Prof. Dr. Ayşe Lale DOĞAN	(Üye)			
İZİNLİ				
8. Prof. Dr. Mintaze Kerem GÜNEL	(Üye)			
İZİNLİ				
9. Prof. Dr. Oya Nuran EMİROĞLU	(Üye)			

## EK-2: Tez Çalışması Orjinallik Raporu

### KOMPLEKS ANTRENMAN POTANSİYASYONUNUN REAKTİF KUVVET İNDEKSİ PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

#### ORIJINALLIK RAPORU

% <b>2</b>	% <b>2</b>	% <b>1</b>	% <b>2</b>
BENZERLIK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

#### BİRİNCİL KAYNAKLAR

<b>1</b>	<a href="http://www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080">www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080</a> İnternet Kaynağı	% <b>1</b>
<b>2</b>	Submitted to Karadeniz Teknik University Öğrenci Ödevi	<% <b>1</b>
<b>3</b>	<a href="http://halksagligiokulu.org">halksagligiokulu.org</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>
<b>4</b>	<a href="http://atakumsporkulubu.blogspot.com">atakumsporkulubu.blogspot.com</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>
<b>5</b>	Submitted to Anadolu University Öğrenci Ödevi	<% <b>1</b>
<b>6</b>	<a href="http://acikerisim.bartın.edu.tr:8080">acikerisim.bartın.edu.tr:8080</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>
<b>7</b>	"Poster Özetleri / Poster Abstracts", Turkish Journal of Biochemistry, 2015 Yayın	<% <b>1</b>
<b>8</b>	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>



## EK-3: Dijital Makbuz

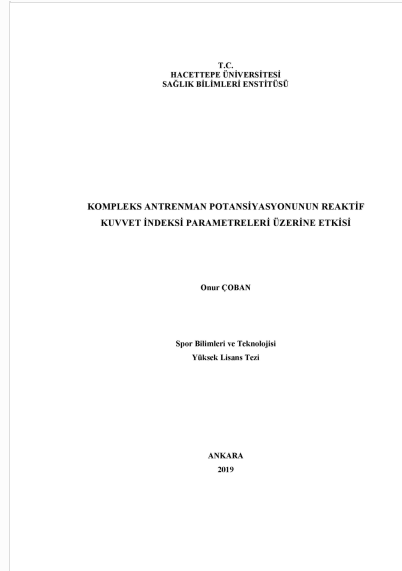


### Dijital Makbuz

Bu makbuz ödevinizin Turnitin'e ulaştığını bildirmektedir. Gönderiminize dair bilgiler şöyledir:

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Onur Çoban  
Ödev başlığı: KOMPLEKS ANTRENMAN POTANS..  
Gönderi Başlığı: KOMPLEKS ANTRENMAN POTANS..  
Dosya adı: KOMPLEKS\_ANTRENMAN\_POTAN..  
Dosya boyutu: 1.46M  
Sayfa sayısı: 58  
Kelime sayısı: 12,786  
Karakter sayısı: 84,821  
Gönderim Tarihi: 29-Tem-2019 09:20PM (UTC+0300)  
Gönderim Numarası: 1156004523



#### **EK-4: Onam Formu**

Değerli Katılımcı,

Bu çalışma Doç. Dr. Şükrü Alpan Cinemre'nin sorumluluğunda gerçekleştirilecektir. Sıçrama performansınızı etkileyen aktivite sonrası potansiyasyon ile ilgili yeni bir araştırma yapmaktayız. Araştırmanın ismi "kompleks antrenman uygulamasının potansiyasyon etkisinin sıçrama yüksekliği ve reaktif kuvvet indeksi üzerine etkisi" dir. Bu amaçla bazı ölçümler gerçekleştirilecektir. Bu ölçümler için Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesine iki kez gelmen gerekiyor. Ölçümler; derinlik sıçraması ölçümleri, bir tekrar maksimum squat ölçümlerinden oluşacaktır. Ölçümler, her ölçüm günü için en fazla 1-1.5 saat sürecektir.

Birinci ölçüm gününde derinlik sıçraması ile optimal düşüş yüksekliğinin belirlenmesi yanı sıra 1 Tekrar Maksimum (1TM) squat testi gerçekleştirilecektir. İkinci ölçüm gününde katılımcılara standart ısınma protokolü uygulandıktan sonra ilk gün belirlenen optimal düşüş yüksekliğinden 15.saniye,4.,8.,12. ve 16.dakika'da düşüş yapmaları istenecektir ve baseline değerleri kaydedilecektir. Katılımcılara kompleks antrenman prensibi ile 1TM (%90) Squat egzersizini 3x3 set (set arası 4 dk pasif dinlenme) olarak uygulayacaklar ve 4 dakika pasif dinlenmeden sonra Squat Jump egzersizi 2x5 set (set arası 15 saniye pasif dinlenme) olarak uygulayacaklardır. 15 saniye dinlenme verilecek ve 15.saniyeden itibaren 4.,8.,12. ve 16.dakika derinlik sıçraması ile sıçrama yüksekliği ve RKI değerleri elde edilecektir. Bu işlemler yukarıda belirtildiği gibi en fazla 1-1.5 saat arasında sürecektir. Ölçümler öğleden sonra gerçekleştirilecektir.

Birinci gün gerçekleştirilecek derinlik sıçraması ölçümleri 30 cm yükseklikten başlayacak optimal düşüş yüksekliği belirleninceye kadar 5'er cm arttırılarak devam ettirilecektir. Her sıçrama arasında 15 saniye dinlenilecektir.

Squat egzersizinde kaldırılan en yüksek ağırlığı belirlemek için Bir (1) Tekrar Maksimum Ölçümleri yapılacaktır. Ölçümler bir adet standart 20 kiloluk olimpik bar ve uygun ağırlıklar kullanılarak gerçekleştirilecektir. Katılımcılar, ağırlığı bir tekrarda doğru formda kaldıracaklardır. Her başarılı olduğu tekrardan sonra 1 ila 10 kg arasında ağırlık eklenecek ve en son başarılı olarak kaldırdığı ağırlık kaydedilecektir. Tekrarlar arasında 4 dakika pasif dinlenme uygulanacaktır.

Ölçümler sırasındaki en büyük risk geçici bir süre için hissedeceğiniz yorgunluk olacaktır. Bunun dışında bu ölçümlerin hiçbirinin sağlığını tehdit edebilecek bir özelliği bulunmamaktadır. Bununla birlikte ölçümler sırasında oluşabilecek sağlık sorunları sonrasında gerekli işlemlerin yapılacağı konusunda araştırmacılara güvenebilirsiniz. Çalışmaya katılma kararını vermekte özgür olduğunuz gibi önceden haber vermek şartıyla çalışmadan ayrılmakta da özgür olduğunuzu bilmelisiniz. Çalışmanın hiçbir aşamasında sizden herhangi bir maddi talepte bulunulmayacaktır. Ulaşım masrafları araştırmacılar tarafından karşılanacaktır. Çalışma sırasında su ikram edilecektir. Ölçümler sonunda elde edilecek veriler yalnızca bilimsel amaçla kullanılacaktır. Siz değerli katılımcımız ile bilmemiz gizliliği önemli bilgilerin gizliliğine azami dikkat edilecektir.

Bu çalışmaya katılmayı düşünüyorsanız lütfen spor özgeçmiş bilgilerinizi ve size ulaşmamızı sağlayacak iletişim bilgilerinizi içeren katılım formunu doldurunuz.

## Katılımcı Formu

**Adı-Soyadı:**

**Doğum Tarihi (gün/ay/yıl):**

**Branşı:**

- Atletizm
- Basketbol
- Boks
- Cimnastik
- Fitness
- Futbol
- Halter
- Hentbol
- Rekreasyonel amaçlı
- Tenis
- Voleybol
- Diğer .....

Branşınıza devam ediyor musunuz?  Evet  Hayır

Cevabınız HAYIR ise kaç yıldır devam etmiyorsunuz? : .....

Cevabınız EVET ise kaç yıldır spor yapıyorsunuz? : .....

Haftada kaç gün antrenman/egzersiz yapıyorsunuz: .....Gün

Bir antrenman gününde kaç saat egzersiz yapıyorsunuz: .....Saat

Antrenman yılının hangi dönemindeyiz?  Sezon içi  Sezon Dışı

Geçmişte hiç Sıçrama ve/veya Kuvvet egzersizi yaptınız mı?  Evet  Hayır

### **Sağlık Problemleri ile ilgili Sorular**

Herhangi bir sağlık sorunuz var mı?  Evet  Hayır

Aşağıdaki sağlık sorunlarından herhangi birini yaşadınız mı?

Çapraz bağ yırtılması  Menisküs  Aşil tendonu kopması

Diğer

Hiç fiziksel tedavi ve rehabilitasyon gördünüz mü?  Evet  Hayır

İletişim Bilgileriniz:

Cep Tel: 05.....

e-posta:

(Katılımcının/Hastanın Beyanı)

Sayın Doç. Dr.Şükrü Alpan Cinemre ve Onur Çoban tarafından Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'nde bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya "katılımcı" olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam araştırmacı ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına

inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim. (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağına bilincindeyim) Ayrıca sağlık durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte, Doç.Dr. Şükrü Alban Cİnemre'yi 0 312 2976890-128 (iş) veya 0532 6914830 (cep), Onur Çoban'ı 0553 3596212 no'lu telefonlardan ve HÜ Spor Bilimleri Fakültesi adresinden arayabileceğimi biliyorum.

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

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

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı  
Adı, soyadı:  
Adres:  
Tel.  
İmza

Görüşme tanığı  
Adı, soyadı:  
Adres:  
Tel.  
İmza:

Katılımcı ile görüşen araştırmacı

Adı soyadı, unvanı:

Adres:

Tel.

İmza

## 9. ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Ad Soyad** : Onur ÇOBAN  
**Doğum Tarihi** : 09.05.1991  
**Medeni Durumu** : Bekar  
**Doğum Yeri** : Yenimahalle / Ankara

### İLETİŞİM BİLGİLERİ

**Cep Telefonu** : 553 359 62 12  
**E-posta** : onurcoban12@gmail.com

### EĞİTİM BİLGİLERİ

Üniversite / Lisans	Hacettepe Üniversitesi / Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği
Yükseklisans	Hacettepe Üniversitesi / Spor Bilimleri ve Teknolojisi (Tezli Yüksek Lisans) - Öğrenci

### ALES Puanı

ALES – SÖZ 80,14965

### YDS Puanı

55,0000

### İŞ DENEYİMİ

2003 – 2011 / HalkBank Spor Kulübü (Sporcu)  
2011 - 2012 / Ankara Ziraat Spor Okulları (Voleybol Antrenörlüğü)  
2012 – 2015 / Ankara PTT Spor Kulübü (Sporcu )  
2015 - 2018 / HalkBank Spor Kulübü (Yrd.Antrenör-Kondisyoner)  
2016- 2017 / Türkiye u17 Erkek Milli Takım (Yrd. Antrenör-Kondisyoner)  
2017 - 2018 / Türkiye A Erkek Milli Takım (Kondisyoner)  
2018 - 2019 / Nilüfer Belediyespor Kulübü (Kondisyoner)  
2019 – 2020 / Aydın Büyükşehir Belediyespor Kulübü (Kondisyoner)

### Başarıları

Halkbank Spor Kulübü Yıldızlar Ankara 2.ligi 2015-2016  
Halkbank Spor Kulübü Gençler Ankara 2.ligi 2015-2016  
Halkbank Spor Kulübü Genç Erkekler Türkiye 3.lüğü 2015-2016  
Halkbank Spor Kulübü Yıldız Erkekler Türkiye 7.ligi 2015-2016  
Küçük Erkek Milli Takım Balkan Şampiyonası 1.ligi 2015-2016  
Okyanus Koleji Liseler Arası Şampiyona Türkiye 4.lüğü 2016-2017  
Halkbank Spor Kulübü Genç Erkekler Ankara 2.ligi 2016-2017  
Halkbank Spor Kulübü Yıldız Erkekler Ankara 1.ligi 2016-2017  
Halkbank Spor Kulübü Genç Erkekler Türkiye 5.ligi 2016-2017  
Halkbank Spor Kulübü Yıldız Erkekler Türkiye 1.ligi 2016-2017  
Küçük Erkekler Milli Takım Balkan Şampiyonası 3.lüğü 2016-2017  
Küçük Erkekler Milli Takım Avrupa Şampiyonası 3.lüğü 2016-2017  
A Milli Erkek Voleybol Takım Kondisyonerliği 2017 Temmuz (Ankara Kampı)  
Halkbank Spor Kulübü Genç Erkekler Ankara 2.ligi 2017-2018  
Halkbank Spor Kulübü Yıldız Erkekler Ankara 2.ligi 2017-2018  
Halkbank Spor Kulübü Genç Erkekler Türkiye 2.ligi 2017-2018  
Halkbank Spor Kulübü Yıldız Erkekler Türkiye 1.ligi 2017-2018  
Nilüfer Belediyespor Kulübü Vestel Venüs Sultanlar Ligi 7.ligi

