

# Kompleks Antrenman Potansiyasyonunun Reaktif Kuvvet İndeksi Parametreleri Üzerine Etkisi: Deneysel Çalışma

## The Effect of Complex Training Potentiation on Reactive Strength Index Parameters: Experimental Study

<sup>id</sup> Onur ÇOBAN<sup>a</sup>, <sup>id</sup> Evrim ÜNVER<sup>b</sup>, <sup>id</sup> Şükrü Alpan CİNEMRE<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Spor Sağlık Bilimleri, İzmir, Türkiye

<sup>b</sup>Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Egzersiz ve Spor Bilimleri Bölümü, Hareket ve Antrenman ABD, Ankara, Türkiye

Bu çalışma, Onur Çoban'ın "Kompleks Antrenman Potansiyasyonun Reaktif Kuvvet İndeksi Parametreleri Üzerine Etkisi" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir (Ankara: Hacettepe Üniversitesi; 2019).

**ÖZET Amaç:** Bu çalışmanın amacı, kompleks antrenman (KA) potansiyasyonunun reaktif kuvvet indeksi (RKI) parametreleri üzerine etkisini incelemektir. **Gereç ve Yöntemler:** Araştırmaya, en az 1,5 yıl ağırlık antrenman geçmişine sahip, vücut ağırlığının en az 1,5 katı yarım skuat egzersizi yapabilen, rekreasyonel olarak aktif 10 erkek katılımcı yer almıştır. Katılımcılar, laboratuvara 2 ölçüm gününde gelmişlerdir. Ölçüm günleri arasında en az 48 saat ara verilmiştir. İlk ölçüm gününde, katılımcıların antropometrik ölçümleri, 1 tekrar maksimal (TM) yarım skuat değerleri ve optimal düşüş yükseklikleri (ODY) belirlenmiştir. İkinci ölçüm gününde, katılımcılardan standart ısınma protokolünü takiben, yaygın olarak kullanılan bir KA protokolünü uygulamaları istenmiştir. KA protokolü, 3 set 1 TM %90'ı ile 3 tekrar yarım skuat ve 5 adet maksimal dikey sıçramadan oluşturulmuştur. Üçüncü setin devamındaki 15. sn, 2, 4, 8, 12 ve 16. ölçüm dakikalarında ilk gün belirlenen ODY üzerinden derinlik sıçramaları gerçekleştirilmiştir. Bu sıçramalar sonunda, sıçrama yüksekliği (cm) (SY), yerde kalış süresi (ms) ve RKI (mm/ms) değerleri değerlendirilmeye alınmıştır. Elde edilen verilerin parametrik test varsayımlarını yerine getirdiği anlaşılmıştır ( $p>0,05$ ). Değişkenlerin ölçüm zamanlarına göre farklarının incelenmesi amacıyla tekrarlı ölçümlerde ANOVA testi yapılmıştır ( $p<0,05$ ). **Bulgular:** Araştırmanın bulgularına göre KA potansiyasyonu ile SY arasında 4. ölçüm dakikasında ve yine KA potansiyasyonu ile RKI arasında 15. saniye, 2, 4, 12 ve 16. ölçüm dakikalarında anlamlı farklılık elde edilmiştir ( $p<0,05$ ). Katılımcılara ait bütün RKI parametreleri anlamlı olarak düşük çıkmıştır. **Sonuç:** Bu çalışma sonuçlarına göre uygulanan KA protokolünün, katılımcıların kondisyonel durumları nedeni ile RKI parametreleri üzerine olumlu bir etkisinin olmadığı düşünülmektedir.

**ABSTRACT Objective:** The aim of this study was to investigate the effect of complex training (CT) potentiation on reactive strength index (RSI) parameters. **Material and Methods:** Ten recreationally active male participants, who had at least 1,5 years of weight training history, and who could do half squat at least 1,5 times of their body weight, were included in the study. Participants came to the laboratory on 2 measurement days. A minimum of 48 hours of rest was given between the measurement days. On the first measurement day, participants' anthropometric measurements, 1 repetition maximal (1 RM) half squat values and optimal drop heights were determined. On the second measurement day, following the standard warm up protocol, the participants were asked to apply a literately widespread CT protocol. The CT protocol was composed of 3 sets of 1 RM 90% with 3 repetitions of half squats and 5 maximal vertical jumps. Depth jumps were made from the optimal drop heights determined on the first day at the 15<sup>th</sup> second, 2<sup>nd</sup>, 4<sup>th</sup>, 8<sup>th</sup>, 12<sup>th</sup> and 16<sup>th</sup> measurement minutes after the 3<sup>rd</sup> set. At the end of those jumps, jump height (cm) (JH), ground contact time (ms) (GCT) and RSI (mm/ms) values of each individual were taken into consideration. Parametric test assumptions statistically were fulfilled ( $p>0.05$ ). In order to examine the differences of the variables according to the measurement times, the ANOVA test was performed for repeated measurements ( $p<0.05$ ). **Results:** According to the findings, significant differences were obtained between the CT potentiation and the JH at the 4<sup>th</sup> minute and also between the CT potentiation and the GCT at the 15<sup>th</sup> second ( $p<0.05$ ). There were significant differences between the CT potentiation and the RSI measurements at the 15<sup>th</sup> second, 2<sup>nd</sup>, 4<sup>th</sup>, 12<sup>th</sup> and 16<sup>th</sup> minutes, respectively ( $p<0.05$ ). All RSI values were statistically low ( $p<0.05$ ). **Conclusion:** As a result, it is thought that, applied protocol for CT potentiation did not have any positive effect on RSI parameters because of the conditioning levels of the participants.

**Anahtar Kelimeler:** Potansiyasyon; reaktif kuvvet indeksi; kompleks antrenman

**Keywords:** Potentiation; reactive strength index; complex training

**Correspondence:** Onur ÇOBAN

Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Spor Sağlık Bilimleri, İzmir, Türkiye

**E-mail:** onurcoban12@gmail.com

Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences.

**Received:** 01 Feb 2022

**Received in revised form:** 22 Mar 2022

**Accepted:** 15 Apr 2022

**Available online:** 18 Apr 2022

2146-8885 / Copyright © 2022 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



Aktivite sonrası potansiyasyon (ASP), sonraki patlayıcı aktivitelerde kas gücü ve performansında akut iyileşmeler sağlayan, submaksimal veya maksimal yük şiddetine sahip bir başlangıç kas aktivasyonunu tanımlar. Bu prosedür, benzer hareket modellerine sahip patlayıcı bir hareketin yürütülmesinden önce yüksek bir maksimum tekrar yüzdesine (1 TM) yakın maksimum altı dinamik kuvvetin konstantrik kasılmalarını içermektedir.<sup>1,2</sup>

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

ASP, ayrıca spinal ve supraspinal yollardan da kaynaklanabilir. Presinaptik  $Ca^{2+}$ 'nin yükselmesiyle indüklenen sinaptik verimlilikteki artışların ve daha yüksek dereceli motor nöronlarda meydana gelen verici arızasındaki azalmaların, hızlı kasılan motor ünitelerden sorumlu olduğu tahmin edilmektedir. Bu merkezi etkiler, daha yüksek eşik motor ünitelerinin sürekli alımına katkıda bulunabilir ve artışlar kas kasılmasına hızlı kasılan lif katkısındadır.<sup>6</sup>

Yükün bileşenleri (kapsam ve şiddet) ile ilgili özelliklerin belirlenmesi, ASP tarafından indüklenen sonraki performansın anahtarıdır. Bu nedenle mekanik güçteki artışın büyüklüğündeki rolü nedeniyle ASP ve yorgunluk arasındaki denge kritik önem taşımaktadır.<sup>1</sup> ASP protokollerini takiben, optimal aktivasyon performansı için gerekli toparlanma süresinin belirlenmesinde kişiselleştirme ilkesi anahtardır.<sup>7</sup>

Kas gücünün ASP ile artırıldığı zaman aralığını belirlemek, ASP ilkelerini uygulamanın daha uygulanabilir hâle getirilmesinde bir sonraki önemli adım-

dır. Bunu yaparken, kas kuvveti düşüşünün 2 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 hâle getirir.<sup>8,9</sup>

Bireysel güç ASP'yi etkilemektedir.<sup>10</sup> Antrenmanlı bireyler, antrenmansız ya da daha az antrenmanlı bireylere göre daha yüksek ASP çıktısı elde etmektedirler.<sup>10,11</sup> 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 çıkarımda daha etkilidir.<sup>10</sup>

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 hâlinde 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.<sup>12</sup>

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. Bu araştırmanın hipotezi, "Kompleks antrenman potansiyasyonunun RKI parametreleri üzerine etkisi vardır." olarak belirlenmiştir.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

### ARAŞTIRMA GRUBU

Bu çalışmaya, tanımlayıcı özellikleri; yaş:  $25 \pm 2,53$  yıl, boy:  $186,81 \pm 8,46$  cm, vücut ağırlığı (VA):

**TABLO 1:** Araştırma grubunun antropometrik ölçümlerinin tanımlayıcı bulguları (n=10; X±SS).

Değişkenler	X±SS	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

SS: Standart sapma.

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 antrenmanı geçmişine sahip kişilerdir. Pliometrik egzersizleri gerçekleştirmek için yeterli stabilizasyon kuvvetine sahip olduklarını belirlemek için kendi vücut ağırlığının en az 1,5 katı yük ile 1 tekrar yarım skuat egzersizi yapabilen kişilerden seçilmiştir.<sup>13</sup> Bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 04.09.2018 tarihli, GO 18/728-19 sayılı izni ile Helsinki Deklarasyonu Prensipleri'ne uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

Antropometrik ölçümler sonucunda elde edilen değişkenlerin ortalama, standart sapma, en büyük ve en küçük değerleri Tablo 1'de sunulmuştur.

## VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

**ODY ölçümleri:** Katılımcıların antrenman düzeylerinin belirlenmesi ve araştırmanın bireyselleştirilmesi açısından ODY'nin belirlenmesi önem taşımaktadır.<sup>14</sup> Bu amaçla derinlik sıçraması ODY belirlenmiştir. ODY, derinlik sıçramaları sırasında elde edilen reaktif kuvvet indeksindeki azalışa bağlı olarak belirlenmiştir. RKI değeri, sıçrama yüksekliği (SY)/yerde kalış süresi (YKS) hesaplaması kullanılarak belirlenmiştir.<sup>15</sup> Derinlik sıçraması ölçüm yöntemi ile katılımcıların RKI, SY ve YKS'leri elde edilmiştir.

ODY ölçümleri, Fusion Sport marka (Smart Jump; Fusion Sport, Cooper Plains, Avustralya) sıçrama matı ile gerçekleştirilmiştir.

**Bir tekrar maksimal ölçümleri:** Katılımcıların antrenman düzeylerinin belirlenmesinde kullanılan

bir diğer araç, 1 tekrar maksimal (TM) ölçümleridir. Yarım skuat egzersizinde 1 TM ölçümleri 1 adet standart 20 kg olimpik bar (Technogym, İtalya) ve uygun ağırlıklar (Technogym, İtalya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

**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 Harpender Stadiometre, Holtain Ltd., İngiltere) ile gerçekleştirilmiştir.

## VERİLERİN TOPLANMASI

Katılımcılar, 2 ölçüm gününde çalışmaya katılmışlardır. Ölçüm günleri arasında en az 48 saat vardır.<sup>16</sup> Katılımcılar, ölçüm günlerinden 48 saat öncesinden hiçbir sportif faaliyet yapmamışlardır. Ölçümler, sirkadiyen ritmin etkisi düşünülerek günün aynı saatinde (14.00-16.00) gerçekleştirilmiştir.<sup>17</sup>

Birinci ölçüm gününde, VA ve boy uzunluğundan oluşan antropometrik ölçümler gerçekleştirilmiştir. Her iki ölçümde katılımcının hafif kıyafetler içinde olması istenmiştir. Her iki ölçüm de 2 kez gerçekleştirilmiştir. Antropometrik ölçümleri takiben, katılımcıların bisiklet ergometresinde (Monark 894E, İsveç) 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 skuat testi aynı gün gerçekleştirilmiştir. Derinlik sıçraması ile 1 TM yarım skuat testi arasında 10 dk pasif dinlenme uygulanmıştır.

ODY ölçümünde, katılımcılar 30 cm yükseklikten başlayarak ODY belirleninceye kadar beşer cm yükseklik artışı ile derinlik sıçramalarını gerçekleştirmişlerdir.<sup>18</sup> Sıçramalar ikişer kez tekrar edilmiş ve en iyi değerler değerlendirmeye alınmıştır. Her yükseklikte 15 sn dinlenme arası verilmiş, yükseklikler arasında 2 dk pasif dinlenme uygulanmıştır. Sıçramalar sırasında katılımcılardan elleri bellerinde olduğu hâlde yüksekliklerden serbest düşüş yapmaları ve düşüş gerçekleştikten sonra en kısa sürede, dikey yönde maksimal bir sıçrama gerçekleştirmeleri istenmiş ve ölçümler sırasında sözel olarak desteklenmiş

lerdir. Katılımcıların hepsi derinlik sıçraması egzersizlerine aşinadır.

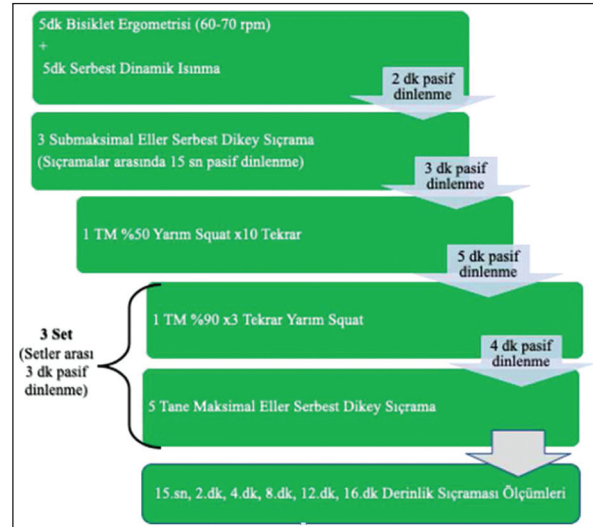
1 TM yarım skuat ölçümünde katılımcılar, tahmini kaldırabileceği ağırlığın %50'si ile 10 tekrar, %80'i ile 5 tekrar, %90'ı ile 3 tekrar, %95'i ile 2 tekrar ve %100'ü ile 1 tekrar yarım skuat egzersizi gerçekleştirmişlerdir. Yarım skuat egzersizi, katılımcıların ayakları 30 ile 33 cm genişliğinde tam diz ekstansiyonunda başlayıp, kendi belirlediği hızda, uyluklarının arkası katılımcıların 90° diz fleksiyonuna yerleştirilen banda değene kadar çömelmeleri ile gerçekleştirilmiştir.<sup>19</sup> Katılımcılar, teste devam etmek istemeleri durumunda %102,5 ve %105 ölçümleri gerçekleştirilmiştir.<sup>20</sup>

İkinci ölçüm gününde katılımcılara 5 dk bisiklet ergometrisinden (60-70 rpm) sonra 5 dk serbest dinamik ısınma uygulanmıştır. Dinamik ısınmadan hemen sonra, 15 sn aralıklarla 3 adet submaksimal aktif sıçrama (AS) yaptırılmıştır. Üç dk pasif dinlenmenin ardından, %50 1 TM ile 10 tekrar yarım skuat 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 skuat, 4 dk pasif dinlenme sonrası 5 adet maksimal AS'den oluşturulmuştur. Bu protokol, 3 dk pasif dinlenme arası ile 3 set olarak uygulanmıştır.<sup>21</sup> Üçüncü setin devamındaki 15. sn, 2, 4, 8, 12 ve 16. dk'larda ilk gün belirlenen ODY'den derinlik sıçramaları gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Her sıçrama 1 kez yaptırılmıştır. Bu sıçramalar sonunda 3 parametre; SY, YKS ve RKI değerlendirmeye alınmıştır.

## VERİLERİN ANALİZİ

Bu çalışmanın istatistiksel analizinde; elde edilen verilerin ortalama, standart sapma, en küçük ve en



ŞEKİL 1: Araştırma dizaynı. 1 TM: 1 maksimum tekrar yüzdesi.

büyük değerlerinden oluşan tanımlayıcı istatistikleri verilmiştir. Dağılımın normalliği Shapiro-Wilk testi ile incelenmiştir. Bu inceleme sonucuna göre her bir değişkenin dağılımının normal olduğu görülmüştür ( $p>0,05$ ) (Tablo 2). 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 küresellik testi ile bakılmıştır ( $p>0,05$ ). Farklılığın hangi ölçüm zamanından kaynaklandığının incelenmesi için Bonferroni testi ile 2'li karşılaştırmalar yapılmıştır. Etki büyüklüğüne kısmi eta-kare ( $\eta^2$ ) ile bakılmıştır. Verilerin analizi SPSS 21 (IBM, ABD) istatistiksel analiz yazılımında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada anlamlılık düzeyi 0,05 kabul edilmiştir.

TABLO 2: Değişkenlerin ölçüm zamanlarına göre normal dağılımı p değerleri.

Değişkenler	Ölçüm zamanları						
	KAÖ	15. sn	2. dk	4. dk	8. dk	12. dk	16. dk
RKI	0,813	0,954	0,384	0,799	0,509	0,545	0,067
SY (cm)	0,307	0,328	0,931	0,300	0,336	0,689	0,984
YKS (sn)	0,235	0,789	0,367	0,976	0,758	0,647	0,750

KAÖ: Kompleks antrenman öncesi; RKI: Reaktif kuvvet indeksi; SY: Sıçrama yüksekliği, YKS: Yerde kalış süresi.

## BULGULAR

Bu çalışmada; kompleks antrenman potansiyasyonunun RKI 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 hâlinde sunulmuştur.

### ARAŞTIRMA GRUBUNDA YER ALAN KATILIMCILARIN KOMPLEKS ANTRENMAN ÖNCESİ BAZI TANIMLAYICI İSTATİSTİKLERİ

Araştırmaya katılan katılımcıların kompleks antrenman uygulaması gerçekleştirilmeden önce elde edilen 1 TM yarım skuat (kg), ODY (cm) tanımlayıcı istatistikleri **Tablo 3**'te sunulmuştur.

**Tablo 3**'te belirtildiği gibi kompleks antrenman uygulamasından önce gerçekleştirilen ölçümlerde, katılımcıların 1 TM ortalama yarım skuat değerleri

TABLO 3: Araştırma grubunun KAÖ bazı tanımlayıcı bulguları (n=10; X±SS).			
Değişkenler	X±SS	En küçük değer	En büyük değer
1 TM yarım skuat (kg)	145,25±20,49	120	180
ODY (cm)	40,50±5,98	30	50

SS: Standart sapma; KAÖ: Kompleks antrenman öncesi.

145,25±20,49 kg'dır. ODY ise 40,50±5,98 cm olarak bulunmuştur.

### ARAŞTIRMA GRUBUNDA YER ALAN KATILIMCILARIN KOMPLEKS ANTRENMAN ÖNCESİ VE SONRASI BULGULARI

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**'te gösterilmiştir (p<0,01).

**Tablo 4**'te 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.

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'lar) arasındaki farklılıklara ait ikişerli karşılaştırma sonuçları **Tablo 5**'te verilmiştir.

TABLO 4: İncelenen değişkenler açısından KAÖ ve KAS değişim değerleri (n=10).										
Değişkenler	KAÖ±SS	15. sn±SS	2. dk±SS	4. dk±SS	8. dk±SS	12. dk±SS	16. dk±SS	F(6,54)	EB	p değeri
RKI (mm/ms)	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**
SY (cm)	35,4±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**
YKS (ms)	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±3,43	11,251	0,490	0,0001**

\*\*p<0,01; KAÖ: Kompleks antrenman öncesi; KAS: Kompleks antrenman sonrası; EB: Etki büyüklüğü; RKI: Reaktif kuvvet indeksi; SY: Sıçrama yüksekliği; YKS: Yerde kalış süresi.

TABLO 5: KAÖ ve KAS değişim değerleri arasındaki 2'li karşılaştırma test istatistiği (Bonferroni testi).						
Değişkenler	KAS-15. sn	KAS-2. dk	KAS-4. dk	KAS-8. dk	KAS-12. dk	KAS-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; KAÖ: Kompleks antrenman öncesi; KAS: Kompleks antrenman sonrası; RKI: Reaktif kuvvet indeksi; SY: Sıçrama yüksekliği; YKS: Yerde kalış süresi.

## KAÖ VE KAS RKI DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

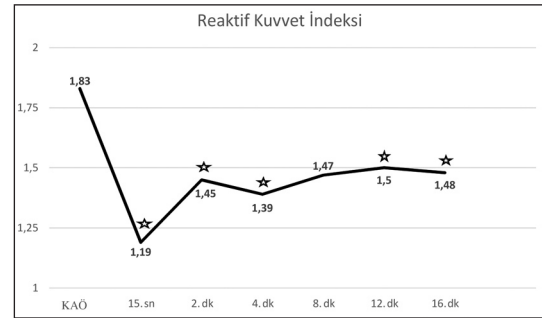
KAÖ, RKI değeri  $1,83 \pm 0,55$  mm/ms'dir. KAS ölçüm zamanlarının KAÖ, RKI ile 2'li karşılaştırması sonucunda, KAÖ, RKI değerinin 15. sn, 2, 4, 12 ve 16. ölçüm dakikalarında anlamlı olarak düşük çıktığı gözlenmiştir (sırasıyla  $p=0,007$ ;  $p=0,015$ ;  $p=0,044$ ;  $p=0,042$  ve  $p=0,012$ ). Buna karşın, 8. dk'daki RKI'nın KAÖ'ye göre düşüşü anlamlı değildir ( $p=0,071$ ). KAS, RKI değerleri 15. sn, 2, 4, 8, 12, 16. dk'larda elde edilen RKI değerleri bakımından kendi aralarında karşılaştırıldığında ise ölçüm zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p>0,05$ ) (Şekil 2).

## KAÖ VE KAS, SY DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

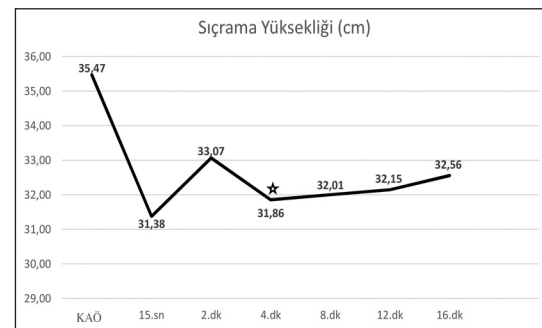
KAÖ, SY ortalama  $35,47 \pm 6,53$  cm olarak gerçekleşmiştir. Post-hoc test sonucuna göre yalnızca 4. dk'daki SY değerinin KAÖ'ye göre anlamlı olarak değiştiği belirlenmiştir ( $p=0,036$ ). Diğer ölçüm zamanlarında, KAÖ, SY değerine göre bir azalış gözükse de bu azalış istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p>0,05$ ). KAS, SY değerleri 15. sn, 2, 4, 8, 12, 16. dk'larda elde edilen SY değerleri bakımından kendi aralarında karşılaştırıldığında ise ölçüm zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p>0,05$ ) (Şekil 3).

## KAÖ VE KAS, YKS DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

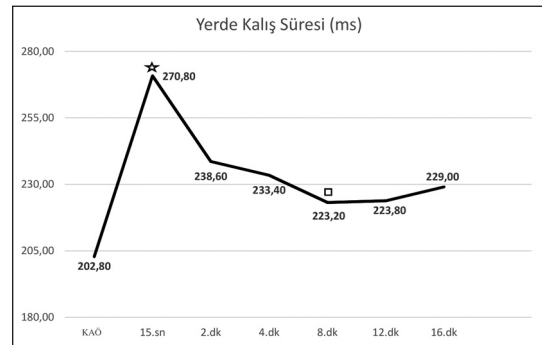
KAÖ, YKS ortalama olarak  $202,80 \pm 37,89$  ms ölçülmüştür. YKS değerleri de SY ve RKI değerleri gibi küresellik varsayımını sağlamıştır ( $p=0,657$ ). Elde edilen bulguya göre ölçüm zamanları arasında YKS açısından anlamlı bir fark bulunmaktadır ( $p=0,0001$ ). Buna göre 15. sn'deki YKS'nin, KAÖ YKS'ye göre anlamlı olarak uzadığı gözlenmiştir ( $p=0,0001$ ). Bununla birlikte, KAS YKS'nin 15. sn'den sonra kısaldığı görülmüştür. On beşinci saniyedeki YKS süresi, KAS 2, 4, 8, 12 ve 16. dk'lardaki YKS ile karşılaştırıldığında; 2, 4, 12 ve 16. dk'larda elde edilen YKS süresi ile istatistiksel olarak herhangi bir farklılık bulunmazken (sırasıyla:



ŞEKİL 2: KAS potansiyasyon etkisinin reaktif kuvvet indeksi açısından değişimi. KAÖ ve KAS ölçüm zamanları arasındaki fark ( $p<0,05$ ); KAÖ: Kompleks antrenman öncesi; KAS: Kompleks antrenman sonrası.



ŞEKİL 3: KAS potansiyasyon etkisinin sıçrama yüksekliği açısından değişimi. KAÖ ve KAS ölçüm zamanları arasındaki fark ( $p<0,05$ ); KAÖ: Kompleks antrenman öncesi; KAS: Kompleks antrenman sonrası.



ŞEKİL 4: KAS potansiyasyon etkisinin yerde kalış süresi açısından değişimi. ☆ KAÖ ve KAS ölçüm zamanları arasındaki fark  $p<0,05$ ; KAÖ: Kompleks antrenman öncesi; KAS: Kompleks antrenman sonrası.

$p=0,92$ ;  $p=0,10$ ;  $p=0,08$ ;  $p=0,32$ ); 8. dk'daki YKS süresi ile anlamlı olarak farklı bulunmuştur ( $p=0,03$ ) (Şekil 4).

## TARTIŞMA

Bu araştırmada, bireyselleştirmeyi sağlamak için katılımcıların 1 TM yarım skuat, RKI değerleri ve optimal düşüş yüksekliklerini belirlenmiştir. Çalışmaya, vücut ağırlığının en az 1,5 katı yarım skuat egzersizi yapabilen katılımcılar dâhil 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 skuat egzersizi uygulanmıştır. Kuvvetli katılımcılar ve yüksek şiddetli egzersiz kompleksi ile çalışmamızın sonucunda ASP etkisinin görülmesi beklenmiştir.

ASP etkisi yaratmak için, katılımcıların kişisel özelliklerine göre antrenman uygulamasının belirlenmesi gerekmektedir.<sup>22</sup> Antrenmanlı bireylerde ASP'yi maksimize etmek için en uygun antrenman içeriği (hacim ve şiddet) için genel bir öneri yoktur.<sup>21</sup> Uygulanan antrenmanın şiddetinin, ASP etkisi meydana getirmek için gerekli eşik şiddetinin üzerinde olması gerekmektedir. Bireysel farklılıklar, ASP'nin ortaya çıkış süresini de etkilemektedir.<sup>22</sup> Bazı bireyler, yorgunluk etkisinden daha büyük bir potansiyasyon etkisine sahipken, diğerleri aynı dinlenme aralığı için potansiyasyon etkisinden daha büyük bir yorgunluk etkisine sahip olmaktadır. Bu nedenle hangi egzersiz ve dinlenme aralığının kombinasyonunun her bir kişi için motor performansını maksimize edeceğini belirlemek için katılımcıların bireysel olarak incelenmesi gerekmektedir.<sup>23</sup>

Ağır kuvvet antrenmanı, insan iskelet kası içindeki miyozin ağır zincir (MAZ) kompozisyonunu ve muhtemelen genetik ifadedeki fibril tipi dağılımı etkilemektedir. Kuvvet antrenmanı ile Tip IIa MAZ yüzdesi artış göstermektedir.<sup>24</sup> MAZ IIa'nın yüksek olduğu kişilerde yorgunluk büyüklüğü daha düşük olmaktadır. MAZ I kas fibrilleri tipik olarak yorgunluğa dirençli olarak nitelendirilse de MAZ IIa kas lifleri, hem daha büyük glikolitik hem de oksidatif potansiyele sahiptir. Yüksek Tip IIa fibril tipi dağılımı gösteren bireyler yüksek potansiyasyon etkisi gösterdiğinden, antrenman düzeyleri ve potansiyasyon etkisi arasında ilişki olduğu söylenebilir.<sup>25</sup> Bu durum, ASP'yi gösteren diğer araştırmalarla hem iyi antrenmanlı bireylerde hem de daha büyük Tip II fib-

ril alanına sahip olanlarda belirgin olduğunu göstermektedir. Araştırmamızdaki katılımcılarda, kompleks antrenmanın potansiyasyon etkisinin görülmemesi sebebi olarak, antrenman düzeylerinin yetersiz olması düşünülebilir.

ASP, yorgunluk ile eş zamanlı olarak mevcuttur. ASP ve yorgunluk arasındaki fark büyük olduğunda (ASP etkileri, yorgunluk etkilerinden büyükse) motor performans en üst düzeye çıkmaktadır.<sup>23</sup> Kuvvet çıktısını azaltan veya artırıcı etkinin baskın olup olmadığı, hem kasılmaya hem de kasın özelliklerine bağlıdır. Kısa (<10 sn) maksimum istemli kasılma (MİK), uyarılmış kasılma kuvvetinde bir artışa neden olur. Potansiyasyona neden olan mekanizma, yorulmadan sorumlu olanlara üstün gelmektedir. Buna karşılık, sürekli (örneğin 30-60 sn) uygulanan MİK'den sonra yorgunluk, kuvvetlenmeyi aştığı için kasılma kuvveti düşüş gösterir.<sup>26</sup> 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.<sup>27</sup> Çalışmamızda, katılımcıların santral sinir sistemi yorgunluğunu inhibe edememelerinden dolayı KAS değerlerinin KAÖ değerlerinin altında çıktığı düşünülmektedir.

Üç dk'dan kısa dinlenme aralıkları, dikey sıçrama performansını bozmaktadır. 3-7 dk arasında bir dinlenme aralığı sağlamak, dikey sıçrama performansında küçük ama istatistiksel olarak anlamlı bir gelişim sağlamaktadır. Yedi dk'yı aşan dinlenme aralıkları, dikey sıçrama performansı üzerinde önemsiz bir etki yaratmakta ve yüksek şiddetli uyarının potansiyasyon etkisinin dağıldığını düşündürmektedir. Dikey sıçrama performansı, öncelikle dinlenme aralığının uzunluğundan etkilenmektedir.<sup>28</sup>

Setlemenin etkisi üzerine literatürdeki bazı araştırmalar, çok setli egzersiz uygulamasının potansiyasyon etkisini savunmaktadır. Orta şiddette (%60-84) çoklu setler ile optimal potansiyasyon bildirmişlerdir.<sup>10</sup> Set başına daha az yorgunluğa sebep olabilecek orta şiddette uyaranlar içeren uygulamalar, potansiyasyon etkisini ortaya çıkarmak için çoklu setlemelere ihtiyaç duymaktadır. Antrenman durumu, tekli ve çoklu setlerin reçetesini etkilemektedir.<sup>28</sup>

Hacim yükü bir kondisyon aktivitesinden sonra performans artışında önemli rol oynamaktadır. Hacim düşük olduğunda şiddet belirleyici olmaktadır. Hacim ve yoğunluğun birleştirilmesinin sonucu olan potansiyasyonu elde etmek için Tip II liflerin katılımı gerekmektedir. Yüksek dereceli motor ünitelerinin işe katılımı için hafif yükler ağır yükler kadar etkili değildir. Bununla birlikte, daha düşük hacimli yükler kullanılarak da potansiyasyon sağlanmaktadır. Antrenman 1 TM'ye yakın gerçekleştirildiğinde, yorgunluğun özellikle belirgin olduğu göz önüne alındığında, daha düşük hacimli yüklerle bu çalışmalarda elde edilen potansiyasyonun kondisyon aktivitesi ile yeniden test arasındaki süre arasındaki ilişkiye bağlıdır.<sup>29</sup>

Çalışmamızda kullanılan 3 set, 3 tekrar 1 TM %90 ve 5 tekrar maksimum AS'den 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. dk'da 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.

Potansiyasyon eksikliğini açıklamak için yaygın olarak kullanılan bir hipotez, kondisyon aktivitesi tarafından yetersiz kas uyarımını işaret eder.<sup>11</sup> Skuat platformuna karşı üretilen kuvveti değerlendirmedeğimiz veya kondisyon aktivitesi sırasında herhangi bir elektromiyografik kayıt yapmadığımız için kişi-

lerin egzersiz sırasında yüksek düzeyde kas aktivasyonu sağladıklarını garanti edemeyiz.

Araştırmamızda kullanılan protokol ile benzer olarak, Conrado de Freitas ve ark.nın yaptığı çalışmada, %90 1 TM yük ile 3 set, 2 tekrar skuat egzersizi yaptırılmıştır ve ilk sette potansiyasyon etkisi görülürken, 2 ve 3. setlerde potansiyasyon etkisi görülmemiştir.<sup>30</sup> Bunun nedeni olarak, ilk setteki yorgunluğun sonraki setlerdeki performansın bozulmasına katkıda bulunmuş olabileceği belirtilmiştir.

Bir kondisyon aktivitesinin akut etkisinin altında yatan fizyolojik mekanizmalar, uygulanan yöntem tarafından her zaman ortaya çıkmamaktadır. Bu durum, mutlaka fizyolojik bir etkinin olmadığı anlamına gelmemekte, ancak bu değişiklikleri tespit etmek için yetersiz bir sinyal-gürültü oranı anlamına gelmektedir.<sup>31</sup>

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; katılımcıların kuvvet ağırlık geçmişi olan ve rekreasyonel olarak aktif bireylerden seçilmesine karşın antrenmanlılık düzeylerinin yeterli olmamasından dolayı akut kompleks antrenman uygulamasının ortaya çıkardığı yorgunluğu ancak toparlanabilecek kadar tolere edebilmeleri ve bu uygulamanın bir süperkompensasyon etkisi yaratamaması olarak yorumlamaktayız.

YKS, ayağın zeminle temas ettiği andan ayağın zeminden uzaklaştığı zaman olarak tanımlanmaktadır. Pliometrik egzersizlerde YYS önemli bir değişkendir. Bir pliometrik egzersiz sırasında YYS'yi inceleyerek, katılımcının tam olarak ne tür gerilme kısılma döngüsü (GKD) (hızlı veya yavaş) gösterdiği değerlendirilebilir. Hızlı GKD'nin belirleyicisi olarak 250 msn ve daha kısa bir YYS eşiği belirlenmiştir.<sup>32</sup> Azalmış kas aktivitesi ve yorgunluk, derinlik sıçramalarında gözlenen performansla doğrudan ilişkilidir.<sup>33</sup> Çalışmamızda, literatürde belirtilenin aksine kompleks antrenman potansiyasyonunun RKI parametrelerinden YYS üzerine etkisinin olduğu gözlenmiştir. Ancak çalışmamızda gözlenen bu etki olumlu değildir.



Çalışmamızda, ön test sonuçlarına göre 15. sn'de daha yüksek YKS elde edilmiş, diğer ölçüm dakikalarında ise ön test sonuçları ile anlamlı farklılık bulunmamıştır. On beşinci sn'de bulunan bu anlamlı yükselişin nedeninin, 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 kaynaklandığını düşünmekteyiz.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Kompleks antrenman uygulamasının potansiyasyon etkisinin SY ve RKI üzerine etkisinin incelendiği bu çalışmada, kompleks antrenman potansiyasyonu ile RKI arasında 15. sn, 2, 4, 12 ve 16. ölçüm dakikalarında anlamlı farklılık vardır ( $p<0,05$ ). Kompleks antrenman potansiyasyonu ile SY arasında 4. ölçüm dakikasında anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Kompleks antrenman uygulamasının potansiyasyon etkisi ile YKS arasında 15. sn'de anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ).

Bu çalışmanın sonucunda, bu katılımcı grubunda, kompleks antrenman potansiyasyonunun RKI parametreleri üzerine olumsuz etkisi olduğu bulunmuştur.

Bu çalışmada, kompleks antrenman uygulamasının potansiyasyon etkisinin SY ve RKI üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmanın 18 yaş üzeri, VA'nın

en az 1,5 katı kadar yük ile yarım skuat egzersizi yapabilen rekreasyonel olarak aktif erkek katılımcılar ile gerçekleştirildiği göz önünde bulundurularak, gelecekte yapılacak çalışmalara aşağıdaki öneriler yapılmaktadır:

- Bu çalışma ileride daha geniş popülasyonlarda tekrarlanabilir.
- Çalışmanın sportif branşa özgü araştırma grubu ile uygulanabilir.
- Araştırma grubunun antrenmanlılık düzeyi göz önüne alınmalıdır.
- Elektromiyografik kayıt yapılarak, kas aktivitesi gözlemlenebilir.
- Kuvvet platformu kullanılarak, katılımcıların skuat platformuna karşı ürettikleri kuvvetin değerlendirilmesi ve egzersiz sırasında uyguladığı kas aktivasyonu incelenebilir.

### Finansal Kaynak

*Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.*

### Çıkar Çatışması

*Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.*

### Yazar Katkıları

**Fikir/Kavram:** Onur Çoban, Şükrü Alpan Cinemre; **Tasarım:** Onur Çoban; **Denetleme/Danışmanlık:** Onur Çoban, Şükrü Alpan Cinemre; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Onur Çoban, Evrim Ünver; **Analiz ve/veya Yorum:** Onur Çoban, Evrim Ünver, Şükrü Alpan Cinemre; **Kaynak Taraması:** Onur Çoban; **Makalenin Yazımı:** Onur Çoban; **Eleştirel İnceleme:** Şükrü Alpan Cinemre.

## KAYNAKLAR

- Doma K, Sinclair WH, Hervert SR, Leicht AS. Postactivation potentiation of dynamic conditioning contractions on rowing sprint performance. *J Sci Med Sport*. 2016;19(11):951-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Borba D de A, Ferreira-Júnior JB, dos Santos LA, do Carmo MC, Coelho LGM. Effect of post-activation potentiation in Athletics: a systematic review. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. 2017;19(1):128-38. [[Crossref](#)]
- Esformes JI, Bampouras TM. Effect of back squat depth on lower-body postactivation potentiation. *J Strength Cond Res*. 2013;27(11):2997-3000. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Kilduff LP, Finn CV, Baker JS, Cook CJ, West DJ. Preconditioning strategies to enhance physical performance on the day of competition. *Int J Sports Physiol Perform*. 2013;8(6):677-81. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Xenofondos A, Laparidis K, Kyranoudis A, Galazoulas C, Bassa E, Kotzamanidis C. Post-activation potentiation Factors affecting it and theeffect on performance. *Citius Altius Fortius*. 2010;28(3):32. [[Link](#)]
- Beato M, McErlain-Naylor SA, Halperin I, Dello Iacono A. Current evidence and practical applications of flywheel eccentric overload exercises as postactivation potentiation protocols: a brief review. *Int J Sports Physiol Perform*. 2020;15(2):154-61. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Penichet-Tomas A, Jimenez-Olmedo JM, Serra Torregrosa L, Pueo B. Acute effects of different postactivation potentiation protocols on traditional rowing performance. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;18(1):80. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
- Gilbert G, Lees A. Changes in the force development characteristics of muscle following repeated maximum force and power exercise. *Ergonomics*. 2005;48(11-14):1576-84. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Sale D. Postactivation potentiation: role in performance. *Br J Sports Med*. 2004;38(4):386-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
- Wilson JM, Duncan NM, Marin PJ, Brown LE, Loenneke JP, Wilson SM, et al. Meta-analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *J Strength Cond Res*. 2013;27(3):854-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Batista MA, Roschel H, Barroso R, Ugrinowitsch C, Tricoli V. Influence of strength training background on postactivation potentiation response. *J Strength Cond Res*. 2011;25(9):2496-502. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- MacDonald CJ, Lamont HS, Garner JC. A comparison of the effects of 6 weeks of traditional resistance training, plyometric training, and complex training on measures of strength and anthropometrics. *J Strength Cond Res*. 2012;26(2):422-31. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Sankey SP, Jones PA, Bampouras TM. Effects of two plyometric training programmes of different intensity on vertical jump performance in high school athletes. *Serbian Journal of Sports Sciences Original article Original article Original article Original*. 2008;2(4):123-30. Available from: [[Link](#)]
- 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. *Front. Physiol*. 2019;10. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
- Bosco C, Luhtanen P, Komi PV. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1983;50(2):273-82. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Judge LW, Bellar DM, Craig BW, Gilreath EL, Cappos SA, Thrasher AB. Influence of Postactivation Potentiation on Shot Put Performance of Collegiate Throwers. *J Strength Cond Res*. 2016;30(2):438-45. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Gepfert M, Golas A, Zajac T, Krzysztofik M. The use of different modes of post-activation potentiation (PAP) for enhancing speed of the slide-step in basketball players. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(14):5057. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
- 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. *J Strength Cond Res*. 2010;24(8):2050-5. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Fleck SJ, Kraemer W. *Designing Resistance Training Programs*. 4<sup>th</sup> ed. Leeds: Human Kinetics; 2014.
- Baechle TR, Earle RW. *Essentials of Strength Training and Conditioning*. 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2008.
- 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? *J Hum Kinet*. 2019;66:195-203. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
- Dallas G, Pappas P, Ntallas C, Paradis 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. [[Crossref](#)]
- McCann MR, Flanagan SP. The effects of exercise selection and rest interval on postactivation potentiation of vertical jump performance. *J Strength Cond Res*. 2010;24(5):1285-91. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Adams GR, Hather BM, Baldwin KM, Dudley GA. Skeletal muscle myosin heavy chain composition and resistance training. *J Appl Physiol* (1985). 1993;74(2):911-5. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Chiu LZ, Fry AC, Schilling BK, Johnson EJ, Weiss LW. Neuromuscular fatigue and potentiation following two successive high intensity resistance exercise sessions. *Eur J Appl Physiol*. 2004;92(4-5):385-92. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Hamada T, Sale DG, MacDougall JD, Tarnopolsky MA. Interaction of fibre type, potentiation and fatigue in human knee extensor muscles. *Acta Physiol Scand*. 2003;178(2):165-73. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Ferreira SL, Panissa VL, Miarka B, Franchini E. Postactivation potentiation: effect of various recovery intervals on bench press power performance. *J Strength Cond Res*. 2012;26(3):739-44. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Dobbs WC, Toluoso DV, Fedewa MV, Esco MR. Effect of postactivation potentiation on explosive vertical jump: a systematic review and meta-analysis. *J Strength Cond Res*. 2019;33(7):2009-18. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Garbisu-Hualde A, Santos-Concejero J. Post-activation potentiation in strength training: a systematic review of the scientific literature. *J Hum Kinet*. 2021;78:141-50. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]

30. Conrado de Freitas M, Rossi FE, Colognesi LA, de Oliveira JVNS, Zanchi NE, Lira FS, et al. Postactivation potentiation improves acute resistance exercise performance and muscular force in trained men. *J Strength Cond Res.* 2021;35(5):1357-63. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
31. Boullosa D, Beato M, Iacono Adello, Cuenca-Fernández F, Doma K, Schumann M, et al. A new taxonomy for postactivation potentiation in sport. *Int J Sports Physiol Perform.* 2020;15(8):1197-200. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
32. Flanagan EP, Comyns TM. The use of contact time and the reactive strength index to optimize fast stretch-shortening cycle training. *National Strength and Conditioning Association.* 2008;30(5):32-8. [[Crossref](#)]
33. Oliver J, Armstrong N, Williams C. Changes in jump performance and muscle activity following soccer-specific exercise. *J Sports Sci.* 2008;26(2):141-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]