



## **İZOMETRİK ÖNKONDİSYONLANMA KONTRAKSİYONUNUN SIÇRAMA PERFORMANSINA AKUT ETKİLERİ\***

**Celil KAÇOĞLU<sup>1</sup> Uğur YILDIRIM<sup>1</sup>**

### **ÖZET**

Bir kas grubunun istemli ya da elektriksel uyarılı kontraksiyonlara verdiği yanıt ve performansı, o kas grubunun kontraktıl geçmişinden pozitif veya negatif etkilenmektedir. Bir kas grubunun performansı kontraktıl geçmişindeki tekrarlı kontraksiyonlar sonucu yorgunluk nedenli düşüş gösterebilir ya da potansiyalizasyon etkili birkaç tekrar maksimal veya maksimale yakın önkondisyonlanma kontraksiyonu sonrası artış gösterebilir. Bu çalışmanın amacı, standart bir ısınma sonrası uygulanan ve izometrik bacak itme egzersizi içeren bir önkondisyonlanma kontraksiyonunun, skuat ve aktif sıçrama performansına akut etkilerini incelemektir. Yirmi (7 kadın, 13 erkek) Spor Bilimleri Fakültesi öğrencisi (yaş; 22,1±2,07 yıl, boy; 173,5±8,7 cm, vücut ağırlığı; 68,9±10,2 kg, vücut yağ yüzdesi; % 16,5±5,84) bu çalışmaya gönüllü olarak katılmıştır. Bu çalışmada öntest-sontest araştırma modeli kullanılmış ve katılımcılar önkondisyonlanma kontraksiyonundan önce ve sonra skuat ve aktif sıçrama testlerine katılmışlardır. Önkondisyonlanma kontraksiyonu, oturarak bacak itme egzersiz aletinde (135° diz fleksiyon), 5 sn süreli maksimal istemli izometrik kasılma şeklinde ve 90 sn dinlenme aralıklarından oluşan 3 maksimal tekrarlı bir set şeklinde uygulanmıştır. Bu 3 maksimal tekrar sonrası 8 dk pasif dinlenme verilmiş ve ardından sıçrama testleri yapılmıştır. Skuat ve aktif sıçrama öntest-sontest değerleri arasında fark olup olmadığını belirlemek için ise Eşleştirilmiş Örneklem T-testi kullanılmıştır. İstatistiksel analizler, hem skuat (p=0,13), hem de aktif sıçrama (p=0,83) öntest ve sontest değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını göstermiştir. Sonuçlara göre önkondisyonlanma kontraksiyonundan hemen önce ve önkondisyonlanma kontraksiyonundan 8 dk sonra ölçülen skuat ve aktif sıçrama yükseklikleri arasında bir fark yoktur. Bu çalışmada uygulanan önkondisyonlanma kontraksiyonu sonucunda, skuat ve aktif sıçrama performanslarında akut artış görülmemiştir. Bu sonuçlara göre, bu önkondisyonlanma kontraksiyonu protokolünün sıçrama performansını geliştirmediği anlaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Aktivite öncesi kontraksiyon, ön yükleme, post aktivasyon potansiyalizasyonu, patlayıcı güç, kompleks antrenman

## **THE ACUTE EFFECTS OF ISOMETRIC PRECONDITIONING CONTRACTION ON JUMPING PERFORMANCE**

### **ABSTRACT**

Performance and response of a muscle group to voluntary or electrically induced contraction are positively or negatively affected by its contractile history. The performance of a muscle can decrease after continuous contractions under the exhaustive influence of contractile history or can increase after potentiation-induced a couple of maximal or close to maximal preconditioning contractions. The aim of this study was to investigate acute effects of preconditioning contraction during isometric leg press followed by a standard warm-up on squat and countermovement jump heights. Twenty (7 female, 13 male) sport sciences faculty students (age; 22.1±2.07 years, height; 173.5±8.7 cm, weight; 68.9±10.2 kg, body fat percentage; 16.5±5.84 %) participated in this study. Pretest-posttest study design was used in this study and subjects completed squat and countermovement jump test before and after preconditioning contraction. Preconditioning contraction was performed on a seated leg press machine (knee flexion 135°) maximal isometric voluntary contraction for 5 s. Preconditioning contraction was performed with 3 maximal repetitions and 90 s rest intervals, after this 3 maximum repetitions 8 min passive recovery was given and then jump tests were performed. A paired sample T-test was used to determine differences between pretest and posttest values of squat and countermovement jump. Statistical analysis showed that no statistically significant differences between pre and post test for squat (p=0.13) and countermovement jump (P=0.83). According to the results, there are no differences between squat and countermovement jumping heights measured before preconditioning contraction and 8 min after preconditioning contraction. As a result of the preconditioning contraction applied in this research, acute increase was not found in squat and countermovement jumping performances. According to these results, it was concluded that this preconditioning contraction protocol did not increase jumping performance.

**Keywords:** Pre-activity contraction, preloading, post activation potentiation, explosive power, complex training

\* Bu çalışma, 01-04 Kasım 2016 tarihleri arasında Antalya'da düzenlenen 14. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresinde bildiri olarak sunulmuştur.

<sup>1</sup>Anadolu Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Eskişehir, Türkiye, Yazışmadan sorumlu yazar: ckacoglu@anadolu.edu.tr

## GİRİŐ

Isınma, sporcu ve antrenörler için optimum performansın temeli olarak kabul edilmektedir. Fakat literatürde aktivite öncesi yapılan ısınmanın etkilerini destekleyen çalışmalar yeterli değildir [1]. Bir kas grubunun istemli ya da elektriksel uyarılı kontraksiyonlara karşı tepkisi ve performansı, o kas grubunun kontraktıl geçmiŐi tarafından pozitif ya da negatif olarak etkilenmektedir [1,2-6]. Kontraktıl geçmiŐinin etkisiyle bir kasın performansı, tekrarlı kontraksiyonlar sonrası yorgunluk nedeniyle düşüş gösterebilirken, maksimal ya da maksimale yakın önkondisyonlanma kontraksiyonları (ÖK) diğer bir deđiŐle ön yüklenme aktivitesi sonrası post aktivasyon potansiyalizasyonu (PAP) nedeniyle artış gösterebilmektedir [3,4,7-9].

PAP ya da posttetanik potansiyalizasyon (PTP), sporcularda yeterli sürede ve uzman görüşleri doğrultusunda uygulanan genel ve özel ısınmayı takiben yapılan maksimal ya da maksimale yakın Őiddetteki ÖK sonucu, yüksek hız veya Őiddetteki pliometrik formdaki bir aktivitenin performansında ortaya çıkan akut artış olarak tanımlanabilir [4,10-14]. PAP ve PTP arasındaki fark ise kondisyonlanma aktivitesinin istemsiz (PTP), ya da istemli (PAP) uyarılı kontraksiyonlar olmalarından kaynaklanmaktadır [15].

Aktivite kaynaklı potansiyel artışının temelinde, yüksek Őiddetli bir kuvvet egzersizinden sonra bu aktiviteye biyomekanik olarak benzeyen pliometrik egzersizler içeren, antrenman takvimiyle eş zamanlı ve paralel uygulanan bir antrenman metodu olan "kompleks antrenman" yöntemi yatmaktadır [10,16]. Standart yüzme ısınmasının ardından yapılan 4x10 m maksimal yüzme egzersizini takip eden 100 m serbest yüzme performansında artış ortaya çıkması buna örnek olarak verilebilir [17]. Ayrıca, bu tür uygulama protokolleriyle kompleks antrenmanın, sporcularda PAP ile ilgili nöral aktivasyon artışı sağlayabileceği belirtilmektedir [18].

Yüksek Őiddetli bir kontraksiyon sonrası yorgunluk ve potansiyalizasyon eş zamanlı olarak ortaya çıkmaktadır [8]. PAP da yorgunluk gibi zamanla azalmasına rağmen, yorgunluğun ortadan kalkmasından sonra bir süre daha devam eder, işte yorgunluğun etkilerinin azaldığı ve potansiyalizasyonun devam ettiği bu süreçte performans açısından ergojenik bir avantaj sağlanabilir [17]. Bu noktada ÖK sonrası verilen toparlanma süresi anahtar faktörlerden biridir ve bu sürenin fazla uzun tutulması sonucunda potansiyalizasyon etkisi giderek kaybolmaya başlar [19]. Araştırmalar PAP'nin performans potansiyelini arttırma yeteneğinin ÖK'den 10-15 dk sonra düşmeye başladığını [15], 18,5 dk dakika sonra ÖK öncesi seviyeye düştüğünü [11], 30 dk sonra ise

tamamen ortadan kalktığını göstermektedir [12]. Antrenmanlı bireylerde optimal potansiyalizasyon için ÖK sonrası yaklaşık 7-8 dakika dinlenme arası verilmesi gerekmektedir [5,6,12,20-22]. ÖK sonrası, potansiyalizasyonun maksimum, yorgunluğun ise minimum olduğu bu avantajlı zaman periyodu "fırsat penceresi" olarak da ifade edilmektedir [17]. Buradan da anlaşılacağı gibi ÖK sonrası dinlenme süresindeki manipölasyonlar, PAP etkisinin büyüklüğünde ve performansta etkilidir [23].

ÖK'ye örnek olarak istemli izometrik kontraksiyonlar, uyarılmış izometrik kontraksiyonlar (PTP), tekrarlı maksimal istemli kontraksiyonlar, tekrarlı dinamik kontraksiyonlar verilebilir [24,25], aslına bakılırsa her türlü kontraktıl aktivite, PAP mekanizmasını aktive etmesi olasıdır [24].

PAP fenomeninin altında yatan temel mekanizma olarak birkaç fizyolojik faktör öne sürölmektedir. ÖK sonrası potansiyalizasyonda, düzenleyici hafif zincir fosforilasyonunda ve hızlı kasılan motor ünitelerin katılımında artış olmak üzere iki temel mekanizmanın sorumlu olduğu görüşü bulunmaktadır. Ayrıca pennasyon açısında düşüşün ve kas sertliğinde artışın PAP'de etkili olabileceğini gösteren sonuçlar bulunmaktadır [13,15]. Bunun yanında PAP'nin hem miyojenik hem de nörojenik mekanizmaların bir sonucu olabileceği görüşü de bulunmaktadır [3].

Uluslararası literatürde ÖK sonrası PAP nedenli akut performans artışları olabileceğini ortaya koyan çalışmalar bulunmasına rağmen [18,26,27] ulusal literatürde PAP ile ilgili yapılan çalışma sayısı oldukça azdır [28,29]. Ulusal literatürde ulaşılabilen iki tez çalışmasında farklı sonuçların olması, uygulanan yöntemlerdeki farklılıkların sonuçlarda da farklılıklara neden olabileceği düşüncesini akıllara getirmektedir. Literatürde mevcut olan çalışmaların sonuçlarındaki farklılıkların kaynağını ortaya çıkarmaya yardımcı olacak ve sporcu, antrenör, spor uzmanlarına PAP fenomenini açıklama konusunda kaynak oluşturacak ulusal çalışmalara ihtiyaç vardır. Buna göre bu çalışmanın amacı sağlıklı ve fiziksel olarak aktif kadın ve erkek bireylerde ÖK olarak yapılan istemli maksimal bilateral izometrik bacak itme egzersiz protokolü sonrası skuat (SS) ve aktif sıçrama (AS) yüksekliklerinde akut performans artışı olup olmadığının incelenmesidir.

## **MATERYAL VE METOT**

Sağlıklı ve fiziksel olarak aktif 20 (7 kadın, 13 erkek) spor bilimleri öğrencisi (yaş;  $22,1 \pm 2,07$  yıl, boy;  $173,5 \pm 8,7$  cm, vücut ağırlığı;  $68,9 \pm 10,2$  kg, vücut yağ yüzdesi;  $\% 16,5 \pm 5,8$ ) bu çalışmaya gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılara çalışmanın amacı açıklanmış olup araştırma süresince katılmış oldukları test ve uygulamalarda maksimal efor sergileyebilmeleri için sözel olarak

cesaretlendirilmişlerdir. Tüm katılımcılara çalışmanın ayrıntıları anlatılmış ve çalışmanın herhangi bir aşamasında çalışmadan ayrılma konusunda özgür oldukları açıklanmıştır. Çalışma boyunca etik ilkelere uygun hareket edilmiştir. Bu araştırmada tek grup (n=20) öntest-sontest araştırma tasarımı kullanılmış ve katılımcılar ÖK öncesinde ve ÖK'den 8 dk sonra AS ve SS testlerine katılmışlardır.

### **Önkondisyonlanma Kontraksiyonu Uygulaması**

ÖK, oturarak bacak itme egzersiz aletinde (135° diz fleksiyon), 5 sn süreli maksimal istemli bilateral izometrik kasılma şeklinde uygulanmıştır (Şekil 1).



**Şekil 1.** Önkondisyonlanma kontraksiyonunun uygulanaşı

PAP'nin kısa süreli maksimal güç gerektiren atletik performansta artışlar sağlayabileceği ve bu noktada maksimal güç üretiminin anahtar faktör olabileceğinden dolayı [30], ayrıca izometrik kasımlarda dinamik kasımlara göre daha fazla maksimal kas gücü ortaya çıktığı için [31] ve sıçrama çoklu eklem hareketi içeren bir hareket olduğu için ve ayrıca PAP'de izometrik kasımlar ile dinamik kasımlar ve tekli eklem uygulamalar ile çoklu eklem uygulamaları arasında fark görülmediği için [32] bu çalışmada çoklu eklem içeren maksimal istemli izometrik kasımlardan oluşan ÖK protokolü uygulanmıştır. Katılımcılar, test ve ölçümlerden yaklaşık bir hafta önce test ve ölçümlerin birebir uygulamasını içeren tanıtım ve deneme uygulamasına katılmışlardır. Öntest öncesi katılımcılara orta şiddette jogging içeren 5 dakikalık ısınma süresi verilmiş [33] ve jogging sonrasında ise germe ve esnetmeler için makul süre tanınmıştır. Isınmadan sonra ise ÖK uygulamasına geçilmiştir. ÖK, 90 sn dinlenme aralıklarından oluşan 3 tekrarlı 1 set şeklinde uygulanmıştır. Optimal potansiyalizasyon için en uygun dinlenme aralığının 8-12 dk [5,21,23]

olmasından dolayı, bu 3 maksimal tekrar sonrası 8 dk pasif dinlenme süresi verilmiştir. Dinlenme sonrasında havada kalış süresi prensibine göre çalışan bir mat aracılığıyla (Fusion Sport, Avustralya) sıçrama testleri yapılmıştır. Sıçrama testleri esnasında kollar ve üst bedeninin etkisini minimuma indirmek için eller belde [34] ve minimum torso fleksiyon ve ekstansiyonuyla [35] uygulanmıştır.

### **Skuat Sıçrama Test Protokolü**

SS, ayakların omuz genişliğinde açık ve diz ekleminin  $\sim 90^\circ (\pm 5^\circ)$  fleksiyonda, gövdenin ise gergin ve öne doğru hafif fleksiyonda olduğu yarım skuat pozisyonunun 1 sn korunmasından sonra aşağı yönlü bir hareket olmaksızın yukarı yönlü maksimal şekilde uygulanmıştır.

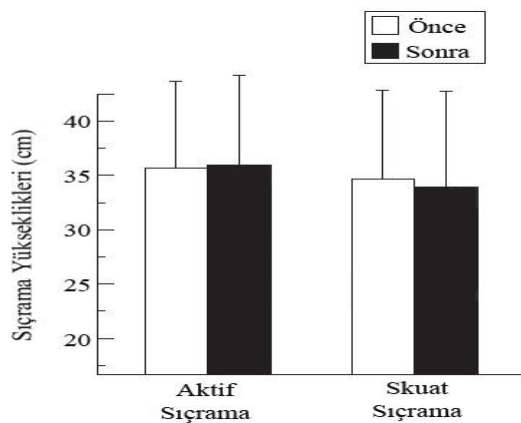
### **Aktif Sıçrama Test Protokolü**

AS, ayakların omuz genişliğinde açık olduğu ayakta duruş pozisyonundan, diz ve kalça ekleminin fleksiyonuyla aşağı yönlü hareketle serbest skuat seviyesine geldikten sonra duraklama olmaksızın hızlı, akıcı ve maksimal bir şekilde yukarı yönlü (gerilme kasılma döngüsü) uygulanmıştır [36-38]. Her iki sıçrama testi 1 dk dinlenme aralıklarıyla 2 tekrar şeklinde yapılmış, katılımcılardan maksimum yükseklikte sıçramaları istenmiştir. Elde edilen bu iki değerden yüksek olanı istatistiksel analiz için kaydedilmiştir.

Verilerin analizleri SPSS 20 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Verilerin normallik analizine Shapiro-Wilk testi ( $p > 0,05$ ) ile bakılmıştır. Öntest ve sontest sıçrama yükseklikleri arasında fark olup olmadığını belirlemek için Bağımlı Örneklem T-testi kullanılmıştır. Tüm istatistiksel testlerde anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak belirlenmiştir.

## **BULGULAR**

Analiz sonuçları, skuat [ $t(19) = -1,59$ ;  $p = 0,13$ ;  $d = 0,35$ ] ve aktif [ $t(19) = 0,22$ ;  $p = 0,83$ ;  $d = 0,48$ ] sıçrama yüksekliklerinde öntest ve sontest arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını



göstermiştir (Şekil 2).

**Şekil 2.** ÖK öncesi ve sonrası aktif ve skuat sıçrama yükseklikleri için ortalama ve standart sapma değerleri

## TARTIŐMA

Bu çalışmada 1 set 3 tekrardan oluşan ve maksimal istemli izometrik bacak itme egzersizini içeren K'nin skuat ve aktif sıçrama performansına akut etkileri arařtırılmıŐtır. Tüm gönüllü katılımcılar, farklı günlerde olmak koŐuluyla, kompleks antrenman protokolü benzeri bir K'den önce ve bu aktiviteyi izleyen 8 dk'lik dinlenmeden sonra sıçrama testlerine katılmışlardır. Bu çalışmada elde edilen bulgular, K'den önce ve K'yi izleyen 8 dk'lik dinlenme sonrası ntest ve sontest SS ve AS yükseklik değerleri arasında fark olmadığını göstermiştir.

Bu alışma sonucu K sonrası sıçrama performansında artış gözlemlenmemesi literatürdeki çalışmalardan bazılarıyla benzerlik gösterirken bazılarıyla da farklılık göstermektedir. Araştırma sonuçlarımızla benzerlik gösteren çalışmalar incelendiğinde, Lim ve Kong (2013) iyi antrenmanlı erkek atletlerde yaptıkları çalışmalarında 1 set 3 tekrar, 3 sn süreli maksimal istemli izometrik diz ekstansiyon egzersizini içeren K'yi izleyen 4 dk dinlenme periyodu sonrası 30 m sprint performansında artış olmadığını ortaya koymuŐtur [32]. Scott ve Docherty (2004)'nin fiziksel olarak aktif ve sağlıklı yetiŐkin erkeklerde yaptıkları çalışmada alt bedene yönelik maksimal dinamik K'yi izleyen 5 dk dinlenme sonrası dikey ve yatay sıçrama performanslarında artış meydana gelmemiŐtir [39]. Esformes ve ark. (2010)'nin anaerobik antrenmanlı 13 erkekte yaptıkları çalışmada 1 set 3 tekrar maksimum skuat içeren K'yi izleyen 5 dk'lik dinlenme sonrası tekrarlı aktif sıçrama (3 tekrar) performansında artış olmadığını belirtmişlerdir [40]. Till ve Cooke (2009)'nin 20 erkek futbolcuda yaptıkları çalışmada, 1 set 5 maksimum tekrardan oluşan ve dinamik, izometrik ve pliometrik olmak üzere üç farklı K protokolünü izleyen 4 dk aktif dinlenmeden sonra sıçrama ve sprint performanslarında bu 3 K protokolünde de artış olmadığı gözlenmiŐtir [41]. Jensen ve Ebben (2003)'nin anaerobik ağırlıklı spor branŐlarından 20 sporcuda yaptıkları çalışmada 1 set 5 tekrar maksimal skuat egzersizini içeren K'den 10 sn, 1, 2, 3, ve 4 dk sonrası yapılan sıçrama performanslarında artış olmadığını belirtmişlerdir [42]. Deutsch ve Lloyd (2008)'un 8 ragbi oyuncusunda yaptıkları çalışmada 1 set 3 tekrar maksimal skuattan oluşan K'yi izleyen 10 dk dinlenmeden sonra sıçrama performansında artış olmamıŐtır [43]. Hester ve ark, (2015)'in çalışmalarında ise kuvvet antrenmanlı bireylerde, balistik ya da yüksek ağırlıklarla uygulanan K sonrası sıçrama performansı artış göstermemiŐtir [44].

Bu çalışmanın sonuçlarıyla farklılık gösteren çalışmalar da literatürde bulunmaktadır. Judge ve ark, (2016), orta seviye antrenmanlı yarıŐmacı gllecilerde yaptıkları çalışmada rutin ısınma sonrası, normalden 1 kg daha ağır gülle ile 3 tekrar maksimum baŐ üzerinden geriye doğru gülle

atışını içeren ÖK sonrası gülle performansının, normal ve normalden 1 kg daha hafif gülle ile yapılan ÖK'ye göre daha yüksek (ortalama % 1,5) olduğu sonucunu ortaya koymuşlardır [45]. Bergmann ve ark, (2013) fiziksel olarak aktif 12 bireyde yaptıkları çalışmalarında 10 tekrarlı çift diz gövdeye çekme içeren sıçramayı (tuck jump) takip eden 5 dk'lik dinlenme sonrası derinlik sıçramasında yaklaşık % 12 artış olduğunu belirtmişlerdir [46]. Kümmel ve ark, (2016)'ın 5 sprinter atlet üzerinde yaptıkları çalışmada 10 tekrarlı sıçramayı (tuck jump) içeren ÖK'den sonra derinlik sıçramasının (46 cm) kontrol ölçümlerine göre % 11 artış gösterdiğini ortaya koymuşlardır [47]. Naclerio ve ark, (2015) orta (% 80, 1 set 3 tekrar skuat) ve yüksek yoğunluktaki (% 80, 3 set 3 tekrar skuat) ÖK'ler, düşük yoğunluktaki ÖK'lere (% 80, 1 tekrar skuat) göre sıçrama performansını arttırmada daha etkili olduğunu belirtmişlerdir [48]. Byrne ve ark, (2014) fiziksel olarak aktif 29 erkekte, 3 derinlik sıçramasından oluşan ÖK'yi takip eden 1 dk dinlenme sonrası 20 m sprint performansında, kardiyovasküler ısınmaya göre % 5,01, dinamik germeler içeren ısınmaya göre ise % 2,93 artış meydana geldiği sonucunu ortaya koymuşlardır [49]. Burkett ve ark, (2005) 29 erkek futbolcuda yaptıkları çalışmada vücut ağırlığının % 10'u kadar ağırlıklarla yaptıkları 1 set 5 tekrar kasa (63,5 cm) sıçramalarını içeren ÖK'yi izleyen 2 dk'lik dinlenme sonrası sıçrama performansında % 3,3 artış meydana geldiği sonucuna ulaşmışlardır [50]. Chiu ve Salem (2012) ise halter, atletizm (sprint) ve voleybol gibi kuvvet içeren spor dallarında aktif olarak müsabakalara katılan 13 erkekte, koparma hareketinin çekiş fazını içeren, 2 set 8 tekrarlı (1 set = 1 RM'nin % 70, 80, 90 ve 100 şiddette olacak şekilde, her şiddette 2 tekrar) ve setler arası 3 dk'lik dinlenmelerden oluşan ÖK sonucunda sıçrama performanslarında ilk set sonrası % 5,77, ikinci set sonrası ise % 5,90 artış meydana geldiğini belirtmişlerdir [51].

Literatürdeki örneklerin çoğaltılabileceği bu ÖK çalışmalarının sonuçları arasındaki farklılıkların, ÖK protokolleri arasındaki farklılıklarla ya da ÖK değişkenlerinin bireysel olarak belirlenmemesiyle ilgili olabileceği gibi yapılan araştırmaların sonuçları, yorgunluğa ek olarak PAP üzerinde, katılımcıların performans seviyelerinin [10,11,45,52-54], antrenman yaşlarının, biyolojik yaşlarının [45], kas fibril tiplerinin [15,55,56], kas kuvvetlerinin [15], ÖK sonrası verilen dinlenme süresinin [5,6,57,58], ÖK aktivitesinin tipinin (izometrik, konsantrik, eksantrik) [59], yoğunluğunun (tekrar sayısı, set sayısı, kontraksiyon süresi) [4] ve şiddetinin (maksimal, submaksimal) [56], ayrıca ÖK aktivitesinin onu takip eden egzersizin doğasına uygunluğunun [6] etkili olduğunu belirtilmektedir. Ayrıca, PAP'nin istemli ya da tetanik kontraksiyonların arasında kas aktivasyon şekillerinde fark olmaması [9] ve cinsiyetler arası etkileşim olmaması da [17,54,56,60,61] göz

önünde bulundurulması gereken önemli noktalaradır.

Bu faktörlere ek olarak PAP'nin başarısının büyük oranda antrenman durumu, kuvvet, genetik (fibril tipi kompozisyonu gibi) ve antropometri gibi bireysel özelliklere ve sporcunun ÖK aktivitesiyle ilgili tecrübesine bağlı olduğu ortak görüşü bulunmaktadır [4,12,41,61,62]. Wilson ve ark, (2013) tecrübe eksikliği olan bireylerde ÖK olarak orta Őiddetli (% 60-85, 1RM) aktivitelerin yalnızca 1 set Şeklinde uygulanmasını tavsiye etmektedir [12].

Bu çalışmanın sonuçları fiziksel olarak aktif ve sağlıklı bireylerde alt beden kas gruplarına yönelik maksimal istemli izometrik kasılmalar içeren ÖK protokolünün sıçrama performansına etkileri ile sınırlıdır. Bunun yanında skuat sıçramada yaklaşık 1 cm düşüş olmasının nedeni olarak, ÖK sonrası ortaya çıkan yorgunluğun, ÖK sonrası dinlenme periyodu sonunda yeteri kadar düşüş gösterememiş olma ihtimalinden kaynaklanabilir. Ayrıca, ÖK'de önemli parametrelerden olan ÖK aktivitesinin Őiddeti ve sonrasındaki dinlenme süresinin miktarı, bu çalışmanın sonuçlarında etkili olabileceği olasılığı da göz önüne alınmalıdır. Bu çalışmadaki ÖK sonrası dinlenme süresi, dinamik ÖK'ler sonrası verilen optimum dinlenme süre (8-12 dk) aralığından belirlenmiş olsa da dinamik kasılmalar için belirlenmiş bir dinlenme aralığı olmasından dolayı bu çalışmadaki maksimal izometrik ÖK sonrası ortaya çıkan yorgunluğun, maksimale yakın (bir tekrar maksimalin % 80'ninden fazla) dinamik bir ÖK sonrası ortaya çıkan yorgunluğa göre daha fazla olabileceği ihtimali bu çalışmada verilen dinlenme süresinin yorgunluğun ortadan kalkması için yetersiz kalmış olabilir. Aynı zamanda, bu çalışmada sıçrama performansında artış meydana gelmemesi, uygulanan ÖK'nin potansiyalizasyon etkili performans artışı sağlamada yetersiz kalmış olabileceğini de ortaya koymaktadır.

İleride farklı ÖK ve dinlenme protokolleri ile yapılacak çalışmalar, ÖK'nin atletik performans üzerine etkilerini ortaya koymada yardımcı olacaktır. Literatürde PAP'nin sporcularda potansiyel performans artışı sağladığına dair araştırma sonuçları bulunmaktadır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre bu ÖK protokolünün potansiyalizasyon etkili sıçrama performans artışı elde etme amaçlı olarak kullanılması önerilmez. Kuvvet içeren fiziksel aktivitelerden önce yapılan rutin ısınmaların performansa pozitif etkileri tartışmasızdır. Bununla beraber literatürde ısınma sonrası PAP etkili performans artışı ortaya çıkarma amaçlı yapılan araştırmaların geneli, ikinci ısınma olarak nitelendirilebilecek yüksek Őiddetli ÖK aktiviteleri ve bu ÖK sonrasında verilen yeterli süredeki dinleme sonrasında, sporcunun performansında PAP sonucu rutin ısınmalara göre daha fazla artış ortaya çıkabileceğini öne sürmektedir. Bunun sonucu olarak; sporcuların, spor bilimcilerinin ve



antrenörlerin PAP ortaya çıkarma amaçlı yapılan ÖK protokollerinin olası pozitif etkilerini göz ardı etmemeleri gerekmektedir [30,33]. Bu doğrultuda antrenörlerin ve spor bilimcilerin PAP etkisi sonucu sporcuların performanslarında artışlar elde etme amaçlı uygun ÖK protokolleri oluşturma çalışmalarında, ÖK'de etkili olduğu belirtilen bireysel farklılıkları göz önüne alarak ÖK protokollerindeki bileşenlerin farklı modülasyonlarla organize edilmesinin önemli olduğu unutulmamalıdır.

#### KAYNAKLAR

1. Bishop D. Warm up I: Potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Medicine*, 2003a; 33(6): 439-54.
2. Sale D. Postactivation potentiation: Role in human performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 2002; 30(3): 138-143.
3. Hodgson M, Docherty D, Robbins D. Post-activation potentiation: Underlying physiology and implications for motor performance. *Sports Medicine*, 2005; 35(7): 585-595.
4. Robbins DW. Postactivation potentiation and its practical applicability: A brief review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2005; 19(2): 453-458.
5. 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): 1134-1138.
6. 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.
7. Güllich A, Schmidtbleicher D. MVC-induced short-term potentiation of explosive force. *New Studies in Athletics*, 1996; 11(4): 67-81.
8. Rassier DE, Macintosh BR. Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 2000; 33(5): 499-508.
9. Baudry S, Duchateau J. Postactivation potentiation in a human muscle: Effect on the rate of torque development of tetanic and voluntary isometric contractions. *Journal of Applied Physiology*, 2007; 102(4): 1394-1401.
10. Ebben WP. Complex training: A brief review. *Journal of Sports Science & Medicine*, 2002; 1(2): 42.
11. 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): 671-677.
12. 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): 854-859.
13. Suchomel TJ, Lamont HS, Moir GL. Understanding vertical jump potentiation: A deterministic model. *Sports Medicine*, 2015; 46: 809-828.
14. Çobanoğlu HO, Sevil G. Sporda risk yönetimi: Üst düzey futbolcuların risk değerlendirmeleri üzerine bir araştırma. *CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 2015; 8(2):1-15.
15. Tillin MNA, Bishop D. Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Medicine*, 2009; 39(2): 147-166.

16. Siff MC, Verkhoshansky YV. Supertraining. 4th Edition, Supertraining International, Denver; Colorado, 1999.
17. Hancock AP, Sparks KE, Kullman EL. Postactivation potentiation enhances swim performance in collegiate swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2015; 29(4): 912-917.
18. French DN, Kraemer WJ, Cooke CB. Changes in dynamic exercise performance following a sequence of preconditioning isometric muscle actions. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2003; 17(4): 678-685.
19. Miyamoto N, Kanehisa H, Fukunaga T, Kawakami Y. Effect of postactivation potentiation on the maximal voluntary isokinetic concentric torque in humans. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2011; 25(1): 186-192.
20. 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): 2418-2423.
21. Bevan HR, Owen NJ, Cunningham DJ, Kingsley MI, Kilduff LP. Complex training in professional rugby players: Influence of recovery time on upper-body power output. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2009; 23(6): 1780-1785.
22. DeRenne C. Effects of postactivation potentiation warm-up in male and female sport performances: A brief review. *Strength & Conditioning Journal*, 2010; 32(6): 58-64.
23. Gouvea AL, Fernandes IA, Cesar 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): 459-467.
24. Sale D. Postactivation potentiation: Role in performance. *British Journal of Sports Medicine*, 2004; 38(4): 386-387.
25. Lima LCR, Oliveira FBD, Oliveira TP, Assumpção CDO, Greco CC, Cardozo AC, et al. Postactivation potentiation biases maximal isometric strength assessment. *BioMed Research International*, 2014.
26. Masamoto N, Larson R, Gates T, Faigenbaum A. Acute effects of plyometric exercise on maximum squat performance in male athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2003; 17(1): 68-71.
27. Gourgoulis V, Aggeloussis N, Kasimatis P, Mavromatis G, Garas A. Effect of a submaximal half-squats warm-up program on vertical jumping ability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2003; 17(2): 342-344.
28. Çilingir A. Postaktivasyon sonrası potansiyelinin dikey sıçrama ve sürat performansına akut etkisi. Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, 2010.
29. Yeşil A. Farklı sürelerde uygulanan skuatın sıçrama performansına akut etkisi. Sakarya Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, 2011.
30. Maloney SJ, Turner AN, Fletcher IM. Ballistic exercise as a pre-activation stimulus: A review of the literature and practical applications. *Sports Medicine*, 2014; 44(10): 1347-1359.
31. Duchateau J, Hainaut K. Isometric or dynamic training: Differential effects on mechanical properties of a human muscle. *Journal of applied physiology*, 1984; 56(2): 296-301.
32. Lim JJ, Kong PW. Effects of isometric and dynamic postactivation potentiation protocols on maximal sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2013; 27(10): 2730-2736.
33. Bishop D. Warm up II: Performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports Medicine*, 2003b ; 33(7): 483-498.

34. Harman EA, Rosenstein MT, Frykman PN, Rosenstein RM. The effects of arms and countermovement on vertical jumping. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1990; 22(6): 825-833.
35. Innocenti B, Facchielli D, Torti S, Verza A. Analysis of biomechanical quantities during a squat jump: Evaluation of a performance index. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2006; 20(3): 709-715.
36. Bosco C, Komi PV. Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscles. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 1979; 41(4): 275-284.
37. Bosco C, Komi PV. Influence of aging on the mechanical behavior of leg extensor muscles. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 1980; 45(2-3): 209-219.
38. Linthorne NP. Analysis of standing vertical jumps using a force platform. *American Journal of Physics*, 2001; 69(11): 1198-1204.
39. Scott SL, Docherty D. Acute effects of heavy preloading on vertical and horizontal jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2004; 18(2): 201-205.
40. Esformes JI, Cameron N, Bampouras TM. Postactivation potentiation following different modes of exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2010; 24(7): 1911–1916.
41. Till KA, Cooke C. The effects of postactivation potentiation on sprint and jump performance of male academy soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2009; 23(7): 1960-1967.
42. 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): 345-349.
43. Deutsch M, Lloyd R. Effect of order of exercise on performance during a complex training session in rugby players. *Journal of Sports Sciences*, 2008; 26(8): 803-809.
44. Hester GM, Pope ZK, Sellers JH, Thiele RM, DeFreitas JM. Potentiation: Effect of ballistic and heavy exercise on vertical jump performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, Publish Ahead of Print, 2015.
45. Judge LW, Bellar DM, Craig BW, Gilreath EL, Cappos SA, Thrasher AB. Influence of postactivation potentiation on shot put performance of collegiate throwers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2016; 30(2): 438–445.
46. Bergmann J, Kramer A, Gruber M. Repetitive hops induce postactivation potentiation in triceps surae as well as an increase in the jump height of subsequent maximal drop jumps. *PloS one*, 2013; 8(10): e77705.
47. Kümmel J, Bergmann J, Prieske O, Kramer A, Granacher U, Gruber M. Effects of conditioning hops on drop jump and sprint performance: A randomized crossover pilot study in elite athletes. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 2016; 8(1): 1.
48. 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): 2579–2585.
49. Byrne PJ, Kenny J, O'Rourke B. Acute potentiating effect of depth jumps on sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2014; 28(3): 610-615.
50. Burkett LN, Phillips WT, Ziuraitis J. The best warm-up for the vertical jump in college-age athletic men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2005; 19(3): 673-676.
51. Chiu LZ, Salem GJ. Potentiation of vertical jump performance during a snatch pull exercise session. *Journal of Applied Biomechanics*, 2012; 28(6): 627-35.

52. Young WB, Jenner A, Griffiths K. Acute enhancement of power performance from heavy load squats. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 1998; 12(2): 82–84.
53. Hamada T, Sale DG, MacDougall JD. Postactivation potentiation in endurance-trained male athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2000a; 32(3): 403-411.
54. Duthie GM, Young WB, Aitken DA. The acute effects of heavy loads on jump squat performance: An evaluation of the complex and contrast methods of power development. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2002; 16(4): 530-538.
55. Hamada T, Sale DG, MacDougall JD, Tarnopolsky MA. Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. *Journal of Applied Physiology*, 2000b; 88(6): 2131–2137.
56. Xenofondos A, Laparidis K, Kyranoudis A, Galazoulas Ch, Bassa E, Kotzamanidis C. Post-activation potentiation: Factors affecting it and the effect on performance. *Journal of Physical Education and Sport*, 2010; 28(3): 32-38.
57. Gossen ER, Sale DG. Effect of postactivation potentiation on dynamic knee extension performance. *European Journal of Applied Physiology*, 2000; 83(6): 524-530.
58. 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): 701-705.
59. Rixon KP, Lamont HS, Bemben MG. Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on postactivation potentiation performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2007; 21(2): 500-505.
60. Koch AJ, O'Bryant HS, Stone ME, Sanborn K, Proulx C, Hruby J, et al. Effect of warm-up on the standing broad jump in trained and untrained men and women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2003; 17(4): 710-714.
61. Sygulla KS, Fountaine CJ. Acute Post-Activation Potentiation in NCAA Division II Female Athletes. *International Journal of Exercise Science*, 2014; 7(3): 6.
62. 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): 2496-2502.