

POST AKTİVASYON POTANSİYEL (PAP) VE STATİK GERME MODELİ ISINMALARININ SİÇRAMA PERFORMANSINA ETKİSİ

¹Halit HARMANCI^{ABCDE} ¹Mihri Barış KARAVELİOĞLU^{AB}

¹Adnan ERSOY^B ¹Oğuzhan YÜKSEL^B

¹Mustafa Said ERZEYBEK^B ²Gizem BAŞKAYA^B

A Çalışma Deseni (Study Design)

B Verilerin Toplanması (Data Collection)

C Veri Analizi (Statistical Analysis)

D Makalenin Hazırlanması (Manuscript Preparation)

E Maddi İmkanların Sağlanması (Funds Collection)



Özet: Bu çalışmanın amacı post aktivasyon potansiyel modeli ve statik germe modeli ısınmaların erkek sporcularda sıçrama performansına olan etkilerini incelemektir. Çalışmaya yaş ortalamaları 22.22±1.83 yıl, boy ortalamaları 175.97±5.93 cm ve vücut ağırlığı ortalamaları 76.98±11.42 kg olan 45 erkek sporcu gönüllü olarak katılmıştır. Çalışmaya katılan sporcular rastgele örneklem yöntemi ile post aktivasyon potansiyel grubu (PAP) (n=14), statik germe grubu (SG) (n=14) ve kontrol grubu (KG) (n=17) olmak üzere üç farklı gruba ayrılmıştır. Çalışmaya katılan tüm sporcuların sıçrama değerleri koşu bandı üzerinde 8 km/saat hızda 5 dakikalık ısınmayı takiben 5 dakikalık pasif dinlenme sonrası alınmıştır. Sporcuların ikinci ölçümleri birinci ölçümlerden 48 saat sonra her grup için farklı ısınma modeli (PAP, PG, KG) uygulandıktan sonra alınmıştır. Araştırmaya katılan sporcuların verilerinin analizinde tekrarlı ölçümlerde iki yönlü ANOVA testi kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda, farklı ısınma protokolüne tabi tutulan sporcuların sıçrama değerlerine ait ön test-son test değerleri arasında grup χ zaman etkileşiminde anlamlı farklılığa rastlanmıştır ($p<0,05$). Sonuç olarak; post aktivasyon modeli ısınmalar squat ve 10 tekrarlı çoklu sıçrama yüksekliğinde anlamlı artışa neden olurken ($p<0,05$), statik germe modeli ısınmalar ise anlamlı düşüşe neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Anahtar Kelimeler: Sıçrama, Post aktivasyon potansiyel, Statik germe

EFFECT OF POST ACTIVATION POTENTIAL AND PASSIVE STRETCHING MODEL WARM-UP ON JUMPING PERFORMANCE

Abstract: *The purpose of this study was to investigate the effect of different warm-up protocols (post activation potential model warm-up (PAP) and static stretching model warm-up) on jumping performance in male athletes. Forty-five male athletes (Age: 22.22±1.83 yrs; Height: 175.97±5.93 cm; Weight: 76.98±11.42 kg) volunteered to participate in this investigation. The athletes who participated in this study were randomly divided into three groups; Post activation potential group (PAPG) (n=14), static stretching group (SG) (n=14) and control group (CG) (n=17). Initial measurement values of jumping test for all athletes was made followed by 5 minutes passive rest after 5 minutes warm-up at 8 km/h on a treadmill. The second measurements of the athletes were performed 48 hours after the first measurements. In analyzing the data, a two-way repeated measure analysis of variance (ANOVA) was conducted. The results indicated that significant group x time interactions were observed for jumping test scores in the athletes subjected to different warm-up protocols. As a result; post activation potential warm-up method leads to an acute increase in squat jump and 10 reps repetitive vertical jumping height ($p<0.05$), while static warm-up method causes a significant decrease ($p<0.05$).*

Key Words: *Jumping, Post activation potential, Static stretching*

SUMMARY

Warming is a widespread practice before severe physical activity and almost every sporting event (Bishop, 2003). Many athletes need to put preliminary warm-up exercises in their training programs before doing a particularly intense training (Hawley ve ark., 1989; Shellock, 1983). The effects of warm-up exercise on sportive performance are inconsistent (Bishop, 2003). It has been expressed in many studies that variety (Behm ve Chaouachi, 2011, Bishop ve Middleton, 2013), duration (Avloniti ve ark., 2016), severity of warm-up activities (Bevan ve ark. 2010; Tillin ve Bishop, 2009; Kilduff ve ark., 2007; Weber, ve ark., 2008; Chatzopoulos ve ark., 2007) and the recovery time between warm-up and subsequent activities (McCann ve, Flanagan, 2010; Kilduff ve ark., 2007) may have different effects on athletic performance. Some of the studies illustrate that static stretching exercises are used as part of the warm-up may inhibit the sportive performance (Mcmillian et al., 2006; Cramer et al., 2004; Fletcher et al., 2004; Behm et al., 2001; Church et al., 2001; Cornwell et al., 2001; Fowles et al., 2000). Two hypotheses have been proposed to explain the decline in sportive performance caused by stretching: (1) mechanical factors including viscoelastic properties of muscle (2) neural factors such as the change of the motor control strategies or reflex sensitivity (Cramer et al., 2004). On the other hand, The post-activation potential (PAP) defines a phenomenon that acutely increases muscle performance as a consequence of previous contraction events (Tillin ve Bishop, 2009). Therefore, the purpose of this study was to investigate the effect of different warm-up protocols (post activation potential model warm-up (PAP) and static stretching model warm-up) on jumping performance in male athletes. PAP is a physiological phenomenon that characterized an acute increase in muscle power production and potentially performance in response to a pre-loaded exercise (Chiu et al., 2003). Forty-five male, regularly trained athletes volunteered to participate in this investigation. The athletes who participated in this study were randomly divided into three groups; Post activation potential group (PAPG) (n=14), static stretching group (SG) (n=14) and control group (CG) (n=17). Initial measurement values of jumping test for all athletes was made followed by 5 minutes passive rest after 5 minutes warm-up at 8 km/h on a treadmill. The second measurements of the athletes were performed 48 hours after the first measurements. In analyzing the data, a two-way repeated measure analysis of variance (ANOVA) was conducted. The results indicated that significant group x time interactions were observed for jumping test scores in the athletes subjected to different warm-up protocols. As a result; post activation potential warm-up method leads to an acute increase in squat jump and 10 reps repetitive vertical jumping height, while static warm-up method causes a significant decrease. Several studies have stated that stretching exercises, which have been traditionally utilized during warm-up exercise, may inhibit strength, force

production (Cramer et al., 2004; Behm et al., 2001; Fowles et al., 2000), speed (Fletcher et al., 2004), agility (McMillian et al., 2006) and jump performance (Church et al., 2001; Cornwell et al., 2001). Despite several studies suggesting that static stretching exercises may reduce exercise performance (Faigenbaum et al., 2005; Young and Behm, 2003; Behm et al., 2001; Church et al., 2001; Young and Elliot, 2001; Nelson and Kokkonen, 2001; Cornwell et al., 2001; Fowles et al., 2000; Kokkonen et al., 1998), some studies have also failed to find any effect (Favero et al., 2009). This discrepancy may be due to differences in static stretching implementation duration, physical fitness level of participants and muscle groups stretched. There is a great deal of evidence about the effects of PAP warm-up on muscle performance (Lima et al., 2014; Smith et al., 2014; Chiu, et al., 2003; Linder, et al., 2010), However; some studies have failed to demonstrate this effect (Till and Cooke, 2009; Hanson et al., 2007). Inconsistencies between studies in the PAP research have been attributed to differences in conditioning level and muscle fiber composition of the subjects, intensity of the PAP warm-up, recovery time between PAP warm-up and following an execution of high intensity exercise (Smith et al., 2014; Bevan, et al., 2010; Xenofondos, et al., 2010; Tillin and Bishop, 2009; Kilduff, et al., 2007; Docherty, et al., 2004).

1. GİRİŞ

Isınma, şiddetli bir fiziksel aktiviteden (Hawley ve ark., 1989) ve hemen hemen her sportif yarışmadan önce yaygın olarak kabul gören bir uygulamadır (Bishop, 2003). Birçok sporcu özellikle şiddetli bir antrenman yapmadan önce antrenman programları içerisine ön hazırlayıcı ısınma egzersizlerini koymaları gerekmektedir (Hawley ve ark., 1989, Shellock, 1983). Geleneksel bir ısınma genellikle submaksimal aerobik egzersiz, üst ve alt ekstremitenin statik esnetilmesini ve bunu takiben gerçekleştirilecek olan becerinin prova edilmesini içerir (Needham ve ark., 2009). Isınma sporcular tarafından düzenli olarak antrenman ve maç sırasında yüksek performans elde etmek ve sakatlıklardan korunmak için kullanılır (Sotiropoulos ve ark., 2010). Isınmanın genel amacı kas ve tendonların esnekliğini arttırmak, periferik kan akışını sağlamak, kas ısısını arttırmak ve serbest koordineli hareketleri geliştirmektir (McMillian ve ark., 2006, Smith, 1994). Bunun yanında, ısınmanın sportif performans üzerine olan etkileri tutarsızdır (Bishop, 2003). Isınmanın türünün (Behm ve Chaouachi, 2011, Bishop ve Middleton, 2013), süresinin (Avloniti ve ark., 2016), şiddetinin (Bevan ve ark., 2010, Tillin ve Bishop, 2009, Kilduff ve ark., 2007, Weber ve ark., 2008, Chatzopoulos ve ark., 2007) ve ısınma ile sonrasında uygulanacak aktivite arasındaki toparlanma süresinin (McCann ve Flanagan, 2010, Kilduff ve ark., 2007) performans üzerinde farklı etkilerinin olabileceği birçok kaynakta ifade edilmiştir.

Statik germe, egzersiz ve sportif yarışma öncesinde yaygın bir şekilde kullanılan ısınma türlerinden birisidir (Cramer ve ark., 2004). Şiddetli bir aktivite öncesi yapılan statik germe eklemde hareket açıklığını arttırarak esnekliği arttırdığı ve kas-tendon gerilimini azalttığı ifade edilmesine rağmen (Kay ve Blazeovich, 2012, Faigenbaum ve ark. 2005), kısa süreli ve yüksek şiddette yapılan egzersizlerde performans üzerine olumsuz etkisinin olabileceği de tartışılmıştır (Avloniti ve ark., 2016, Behm ve Chaouachi, 2011, Young ve Elliot, 2001). Cramer ve ark., (2004) Sportif performansta germe egzersizleriyle meydana gelen azalmanın nedeninin kasın vizkoelastik özelliklerini içeren mekanik faktörlere yada motor kontrol stratejileri veya refleks duyarlılığı gibi nöral faktörlere bağlı olabileceğini ifade etmişlerdir.

Post aktivasyon potansiyeli (PAP) kavramı önceki kasılma olaylarının bir sonucu olarak kas performansının akut olarak arttığı bir olguyu tanımlar (Tillin ve Bishop, 2009). PAP; ön yüklenmeli bir egzersize yanıt olarak kas gücü üretiminde ve potansiyel olarak performansta akut bir artışı nitelendiren fizyolojik olgudur (Chiu ve ark., 2003). Literatürde fizyolojik olarak sportif performansta PAP sonucu meydana gelen artışı açıklayan 3 teoriden bahsedilmiştir. Birinci teoride; önceki uyarımın miyozinin düzenleyici hafif zincirini fosforilize edeceği, onları miyozinin kalın gövdesinden hareket ettirerek aktinin ince filamenlerine yaklaştıracığı ve aynı zamanda sarkomer içindeki etkileşimleri kolaylaştıran Ca^{+2} iyonuna olan duyarlılığı arttıracığı ifade edilmiştir (Lima ve ark., 2014, Tillin ve Bishop, 2009, Szczesna ve ark., 2002). İkinci teoride; ön yüklemeli hazırlık çalışmalarının sinaptik kavşakta ve omurilik kord seviyelerinde uyarılma potansiyellerinin geçirgenliğini arttırmada sorumlu olabileceği belirtilmiştir (Lima ve ark., 2014). Üçüncü teoride ise; güçlendirilmiş bir uyarımın kastaki pennat açıda azalma meydana getireceği ve bunun sonucu olarak kas fibrilinden gücün tendona daha doğrudan aktarılmasına izin vererek güç ve kuvvette artışa neden olabileceği ifade edilmiştir (Lima ve ark., 2014, Tillin ve Bishop, 2009). Bu nedenlerden dolayı PAP ısınma protokollerinin güç faaliyetlerinde performansın arttırılmasında anahtar rol üslenebileceği birçok çalışmada ifade edilmiştir (Matthews ve ark., 2010, Linder ve ark., 2010, Weber ve ark., 2008, Chatzopoulos ve ark., 2007, Gourgoulis ve ark., 2003). Bu sonuçlardan yola çıkarak bu çalışmanın amacı post aktivasyon potansiyel ve statik germe modeli iki ısınma yönteminin sıçrama performansına olan etkilerini incelemektir.

2. YÖNTEM

Örneklem: Çalışmaya 45 sağlıklı erkek sporcu (yaş: 22.22 ± 1.83 yıl, boy uzunluğu: 175.97 ± 5.93 cm; kilo: 76.98 ± 11.42 kg) gönüllü olarak katılmıştır. Çalışmaya katılan sporcular, rastgele örneklem yöntemi ile post aktivasyon grubu (PAPG) ($n=14$; X_{age} : 22.20 ± 1.89 yıl), statik germe grubu (SG) ($n=14$; X_{age} : 22.42 ± 1.86 yıl) ve kontrol grubu (KG) ($n=17$; X_{age} : 22.11 ± 1.79 yıl) olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Veriler toplanmadan önce, katılımcılar test prosedürleri konusunda bilgilendirilmiştir.

Tablo-1 Çalışmaya katılan sporcuların fiziksel özellikleri

Fiziksel Özellikler	PAP Grubu Mean \pm SD	Statik Germe Grubu Mean \pm SD	Kontrol Grubu Mean \pm SD
Yaş (yıl)	22.20 \pm 1.89	22.42 \pm 1.86	22.11 \pm 1.79
Boy (cm)	173.08 \pm 6.41	177.32 \pm 4.53	177.24 \pm 5.99
Kilo (kg)	79.37 \pm 12.68	73.91 \pm 8.16	77.61 \pm 12.67

Veri Toplama Araçları

Boy Uzunluğu: Katılımcıların boy uzunlukları anatomik pozisyonda, çıplak ayakla ve baş frontal düzlemde olacak şekilde 1 mm hassasiyetle duvara monte edilmiş stadiometre ile (Holtain Ltd. U.K.) ölçülmüştür.

Vücut Ağırlığı: Katılımcıların vücut ağırlığı ölçümleri standart spor kıyafetleri (şort ve t-shirt) ve çıplak ayakla 0.1 kg hassasiyetle baskülde (Tanita TBF 401 A Japan) ölçülmüştür.

Squat ve 10 Tekrarlı Çoklu Sıçrama: Çalışmaya katılan sporcuların squat ve 10 tekrarlı çoklu sıçrama testlerine ait ölçümler myotest cihazı (Myotest SA, Sion, Switzerland) ile belirlenmiştir. Myotest cihazı, bel çevresine sarılan kemer ve kemer üzerine yerleştirilen, ölçüm sonuçlarını tespit eden kablolu cihazdan oluşmaktadır.

Katılımcıların squat sıçrama ölçümleri normal ayakta duruş pozisyonunda eller bele yerleştirilmesiyle diz eklemi yaklaşık 90°'ye getirilip cihazdan sinyal sesi duyduktan sonra yukarıya doğru tüm gücüyle sıçraması sonucu elde edilmiştir. Katılımcıların squat sıçrama testleri, sıçrama sonrası yere çift ayakla ve dizler gergin bir şekilde yere temas etmesiyle sonuçlanmıştır. Katılımcıların her başarılı ölçümü iki kez tekrar ettirilerek, en iyi ölçüm değeri ölçüm sonucu olarak kaydedilmiştir.

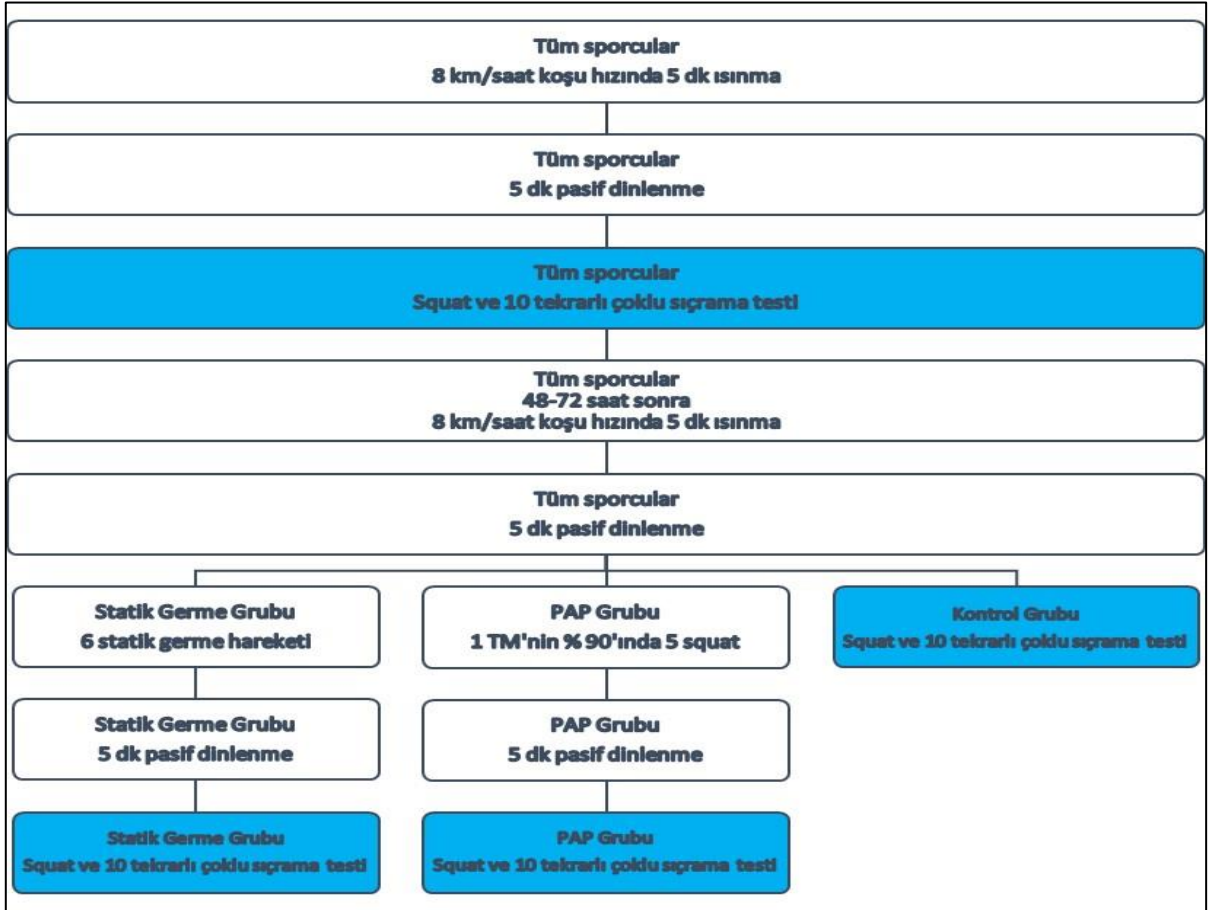
Katılımcıların 10 tekrarlı çoklu sıçrama ölçümleri normal ayakta duruş pozisyonunda eller bele yerleştirildikten sonra diz eklemi yaklaşık 90°'ye getirilip cihazdan sinyal sesi duyulmasıyla başlamıştır. Katılımcılardan maksimum dikey sıçrama uygulayıp, yere çift ayakla temas etmeleri ve amortizasyon fazında dizleri yaklaşık 110°'ye getirerek sinyal sesinin duyulmasından sonra tüm gücüyle tekrar yukarı sıçramaları istenmiştir. Test sonunda çoklu sıçramaya ait ortalama mesafe değerleri Myotest cihazı yazılım programı tarafından otomatik olarak hesaplanmıştır.

Verilerin Toplanması: Araştırma örneklemini, son 5 yıldır haftada en az 3 gün ve üzerinde yoğun egzersiz yapan sporcular oluşturmuştur. Araştırma yapılmadan önce, katılımcılar rastgele üç gruba ayrılmıştır (Post Aktivasyon Grubu (n=14), Statik Germe Grubu (n=14) ve Kontrol Grubu (n=17)). Her bir testten 24 saat önce katılımcılardan uyku düzenini ayarlamaları ve yoğun fiziksel aktiviteden uzak durmaları istenmiştir. Çalışmaya katılan tüm katılımcıların uygulama öncesi boy ve vücut ağırlıkları tespit edilmiş, PAP grubu sporcuların maksimal squat dereceleri belirlenmiş ve testin uygulama süreçleri hakkında sporcular bilgilendirilmişlerdir.

Çalışma iki aşamalı olarak yürütülmüştür. İlk aşamada, çalışmaya katılan tüm sporcular, koşu bandında (Star Trac (U.S.A)) 8 km/saat'lik bir hızda 5 dakikalık bir ısınmaya tabi tutulmuş, sonrasında 5 dakika pasif dinlendirilmiştir. 5 dakikalık pasif dinlenmeden hemen sonra, sporculara sırasıyla ardı ardına squat sıçrama ve 10 tekrarlı çoklu sıçrama testleri uygulanmıştır.

Her bir sporcunun ikinci ölçümü, ilk ölçümden minimum 48 saat, maksimum 72 saat sonra uygulanmıştır. İkinci aşamada, çalışmaya katılan tüm sporcular sırasıyla yeniden koşu bandında 8 km/saat'lik bir hızda 5 dakikalık bir ısınmaya ve sonrasında

5 dakika pasif dinlenmeye tabi tutulmuşlardır. 5 dakikalık pasif dinlenmeden sonra, statik germe grubuna Faigenbaum ve ark.'nın (2005) uyguladığı prosedüre göre 6 statik germe egzersizi yaptırılmıştır (bak tablo 2). Germe egzersizleri her iki bacağa da 2 kez 15 saniye boyunca hafif rahatsızlık hissi veren noktaya kadar uygulanmıştır. Statik germe tekrarları arasında bacak 5 saniye boyunca dinlenme periyodunda doğal haline getirilmiştir. Germe egzersizi uygulamasından sonra sporculara 5 dakikalık pasif dinlenme verilmiş ve hemen sonrasında squat sıçrama ve 10 tekrarlı çoklu sıçrama testleri uygulanmıştır. Diğer yandan PAP grubu aynı ısınma ve pasif dinlenme aşamasından sonra, 1 tekrar maksimalin % 90'ında, 1 set 5 tekrarlı squat çalışması uygulamıştır. Squat çalışması sonrasında PAP grubu sporculara 5 dakikalık pasif dinlenme verilmiş ve hemen sonrasında squat sıçrama ve 10 tekrarlı çoklu sıçrama testleri uygulanmıştır. Kontrol grubu sporcular ise, sadece ısınma ve pasif dinlenme sonrasında squat sıçrama ve 10 tekrarlı çoklu sıçrama testlerine tabi tutulmuşlardır.



Şekil-1. PAP Grubu, Statik Germe Grubu Ve Kontrol Grubu İçin Çalışma Tasarımı

Tablo-2 Statik Germe Egzersizleri

1. Addüktör Germe: Omurga hattı düz olacak şekilde oturma pozisyonunda yere oturulur, her iki diz bükülür, her iki ayak tabanı birbirine dokundurulur ve dizlerin yere doğru düşmesi sağlanır.
2. Modifiye Engel Oturuşu Germe: Omurga hattı düz olacak şekilde oturma pozisyonunda oturulur, bir bacak düz öne uzatılır, diğer bacak dizden bükülür ve bükülen bacağın ayak tabanı düz bacağın iç uyluğuna doğru değdirilir ve gövdeyle düz bacağına doğru uzanılır.
3. Kalça Rotatoru Germe: İki diz bükülü olarak yerde sırtüstü yatar pozisyonda yatılır. Bir bacak diğerinin üzerinden geçirilir. Alttaki bacak tutularak gövdeye doğru bükülür.
4. Topuğu kalçaya doğru kaldırma: Ayakta dikilmiş pozisyonda bir ayağın topuğu diğer ayağın topuğunun hafif önüne konulur. Ön bacak gerilmiş pozisyonda, gövde ile aşağı doğru eğilirken arka bacak yukarı kaldırılır.
5. Quadriceps Germe: Gövde dik, ayakta dikilmiş pozisyonda bir bacak dizden bükülür, bir elle ayak tutulurken topuk kalçaya doğru çekilir.
6. Kalf Germe: Ayakta dikilmiş pozisyonda eller duvara yaslanır. Ön ayak duvarın bir adım arkasına konduktan sonra diğer bacakla geriye doğru büyük bir adım alınır. Arka bacak gerili tutulurken, ön bacak hafifçe bükülür.

Verilerin Analizi: Çalışmaya katılan sporcuların yaş, boy ve vücut ağırlıklarına ilişkin betimsel istatistikler (ortalama \pm ss) hesaplanmıştır. PAP grubu, statik germe grubu ve kontrol grubu sporcuların squat sıçrama ve 10 tekrarlı çoklu sıçrama yükseklik değerlerine ilişkin ön test ve son test skorlarının analizi için $P < 0.05$ anlamlılık düzeyinde tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Ölçümlerin istatistiksel analizinde Windows için SPSS 17.0 paket programı kullanılmıştır.

3. BULGULAR

Tablo-3 PAP grubu, statik germe grubu ve kontrol grubu sporcuların squat sıçrama ve 10 tekrarlı çoklu sıçrama değerlerine ilişkin tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi sonuçları

Değişkenler		Ön Test Ortalama \pm Ss	Son Test Ortalama \pm Ss	Grup X Zaman F
Squat Sıçrama Yüksekliği (cm)	PAP Grubu	36.04 \pm 3.29	40.27 \pm 4.06	29.731*
	SG Grubu	43.83 \pm 7.31	40.76 \pm 7.87	
	Kontrol Grubu	35.68 \pm 3.58	36.04 \pm 3.45	
10 Tekrarlı Çoklu Sıçrama Yüksekliği (cm)	PAP Grubu	38.25 \pm 4.99	41.57 \pm 3.70	10.796*
	SG Grubu	45.31 \pm 7.06	42.38 \pm 7.36	
	Kontrol Grubu	38.50 \pm 5.37	37.85 \pm 3.67	

* $p < 0.05$

• PAP Grubu: Postaktivasyon Potansiyel Grubu, SG Grubu: Statik Germe Grubu

3 farklı ısınma grubu (postaktivasyon grubu, statik germe grubu ve kontrol grubu) için squat sıçrama ve 10 tekrarlı çoklu sıçramaya ait ön test ve son test değerleri Tablo 3'de gösterilmiştir. Yapılan iki yönlü varyans analizi sonucunda, farklı ısınma protokolüne tabi tutulan sporcuların squat sıçrama ($F=29.731$, $p<0.05$) ve 10 tekrarlı çoklu sıçrama ($F=10.796$, $p<0.05$) yükseklik değerlerine ait ön test-son test skorlarına ilişkin grup χ zaman etkileşiminde anlamlı farklılığa rastlanmıştır. Diğer bir ifadeyle, post aktivasyon modeli ısınmaların squat ve 10 tekrarlı çoklu sıçrama yüksekliğinde anlamlı artışa neden olduğu bulurken, statik germe modeli ısınmaların ise anlamlı düşüşe neden olduğu tespit edilmiştir.

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışma post aktivasyon potansiyel modeli ve statik germe modeli ısınma yöntemlerinin erkek sporcularda sıçrama performansına olan etkilerini incelemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmanın sonuçları; post aktivasyon modeli ısınmaların sıçrama performansında anlamlı artışa, statik germe modeli ısınmaların ise anlamlı düşüşe neden olduğunu göstermiştir. Geleneksel ısınma yöntemleri içerisinde statik germe yöntemleri yaygın bir şekilde yer almaktadır. Ancak ısınma rutininde bu tip germe yöntemlerinin etkileri ve bunun kuvvet ve güç üretimi üzerinde zararlı bir etkisinin olup olmadığı sorgulanmıştır (Bishop ve Middleton, 2013, Power ve ark., 2004, Young ve Behm, 2003). Uzun yıllardan beri esnetme egzersizlerinin güç faaliyetlerinde performansı engelleyebileceğini gösteren giderek artan sayıda bir kanıt bulunmaktadır (Fleck ve Kraemer, 2004). Yapılan çalışmaların büyük bir bölümü statik germe tipi ısınmaların nöromusküler performansı ve hız, çeviklik ve sıçrama gibi güç performansını olumsuz etkileyebileceğini göstermektedir (Avloniti ve ark., 2016, Behm ve Chaouachi, 2011, Young ve Elliot, 2001). Germe sonucu güç performansında meydana gelen azalmanın nedenini literatürde en yaygın olarak ortaya koyan iki teoriden bahsedilmektedir (Cramer ve ark., 2004). Birinci teoride statik gerilmeye bağlı olarak güç ve güç üretimindeki azalma kas-tendon ünitesinin geriliminin azalması sonucu kaslar içindeki visko-elastik özelliklerin değişmesine bağlanmaktadır (Bishop ve Middleton, 2013, Cramer ve ark., 2004, Avela ve ark., 1999, Kokkonen ve ark., 1998). Yakın geçmişte yapılan çalışmalar germe sonucu güçte meydana gelen azalmanın birinci mekanizmasının artan kas boyuyla ilişkili olduğunu ve kasın boyunun değişiminin kas uzunluğu-kas gerilim ilişkisini değiştirebileceğini, sarkomerin kısalma mesafesini arttırıp hızını değiştireceğini ve güç-hız ilişkisi nedeniyle güç üretimini azaltacağını ifade etmiştir (Cramer ve ark., 2004, Nelson ve Kokkonen, 2001, Kokkonen ve ark., 1994). İkinci teori ise güçte meydana gelen azalmayı kas aktivasyonundaki azalma yada refleks duyarlılığındaki değişme gibi nöral faktörlere bağlamaktadır (Cramer ve ark., 2004). Nöral faktörler açısından bakıldığında statik germenin motor ünite aktivasyonunda azalmaya neden olabileceği, bunun sonucu olarak güç üretim kapasitesinde azalamaya neden olacağı ifade edilmiştir (Cramer ve ark., 2005, Evetovich ve ark., 2003).

PAP, tipik olarak maksimal yada maksimale yakın bir şiddette uygulanan istemli bir kasılma sonucu meydana gelen, sonrasındaki kasılma sırasında pik gücü ve güç gelişim oranını arttırdığı gözlemlenen bir durum olarak ifade edilir (Tillin ve Bishop, 2009). PAP'ın kas gücünde artış meydana getirmesi birçok yayında belirtilmesinin yanında (Chatzopoulos ve ark., 2007, Bevan ve ark., 2010), optimal bir PAP yanıtını elde etmek için uyarana yönelik bazı değişkenlerin göz önüne alınması gerektiği ifade edilmektedir (Lima ve ark., 2014).

Kişinin antrenman düzeyinin, optimal bir PAP yanıtı elde etmede etkili olan faktörlerden birinin olabileceği ifade edilmiştir (Xenofondos ve ark., 2010). Bu konuyla ilgili değişik çalışmalar iyi düzeyde antrene olmuş sporcuların rekreasyonel olarak formda sporculardan daha yüksek düzeyde PAP yanıtı elde edebileceğini göstermiştir (Chiu, et al., 2003, Gourgoulis ve ark., 2003). PAP ısınmaları sonucu iyi antrene bireylerde daha büyük yanıt alınması, PAP hareketi sırasında daha fazla eşzamanlı ve daha yüksek ateşleme hızıyla motor üniteyi devreye sokabilme becerisindeki artışa bağlanmıştır (Xenofondos ve ark., 2010, Schmidtbleicher ve Buehrle, 1987). Ayrıca Chiu ve ark. (2003) yüksek şiddette çalışan sporcuların yoğun antrenman rejimine olan adaptasyonunun bir sonucu olarak yorgunluğa karşı direnç oluşturabileceğini ve bunun sonucu olarak PAP'dan elde edebileceği kazancın daha fazla olabileceğini ifade etmişlerdir.

PAP ısınma yanıtları üzerine etki eden diğer önemli bir faktör toparlanma zamandır. Uyarının tipine ve yoğunluğuna bağlı olarak değişen ısınma ile sonrasındaki güç aktivitesi arasında optimal bir zaman aralığı vardır (Lima ve ark., 2014, McCann ve Flanagan, 2010). Bu süre PAP'ın etkisini ortadan kaldırmaksızın yorgunluğun etkilerinin giderilmesine izin verecek kadar yeterince uzun seçilmelidir (Hodgson ve ark., 2005, Smith ve ark., 2014, McCann ve Flanagan, 2010, Weber ve ark., 2008). PAP'ın güç performansı üzerine etkilerini toparlanma süresi açısından inceleyen çeşitli çalışmalarda 20. dakikaya kadar süren toparlanma sürelerinin güç performansı üzerinde olumlu etkisinin olabileceği belirtilmiştir (Kilduff ve ark., 2007, Gullich ve Schmidtbleicher, 1996). Ancak optimal PAP etkisi elde etmek için literatürde yaygın olarak kullanılan dinlenme süresi 3-8 dakika arasında değişmektedir (Lima ve ark., 2014, Matthews, ve ark., 2010, Linder, ve ark., 2010, Weber ve ark., 2008). Bunun yanında; Smith ve ark. (2014) PAP yanıtı açısından optimal sürenin kişinin gereksinimine göre değişebileceğini ve kişinin kondisyonel düzeyinin de dinlenme süresinde etkili olabileceğini ifade etmişlerdir.

PAP sonucu performans artışının kas türüne ve genetik faktörler tarafından belirlenen kas içindeki dağılımına da bağlı olduğu ifade edilmektedir (Xenofondos ve ark., 2010, Hamada ve ark. 2000). Yapılan çalışmalar yüksek miktarda tip II kas fibriline sahip olan bireylerin yüksek miktarda tip I fibriline sahip bireylere göre daha büyük bir oranda PAP etkisi ortaya koyduğunu göstermektedir (Smith ve ark., 2014, Xenofondos ve ark., 2010, Hamada ve ark., 2000). Bunun nedeni, hızlı kasılan fibrillerin yüksek yoğunluklu bir faaliyete cevaben miyozin düzenleyici hafif zincirlerinin daha büyük fosforilasyona uğramalarına bağlanmaktadır (Xenofondos ve ark., 2010, Moore ve Stull, 1984).

PAP'ın güç performansına etkisinin yüksek düzeyde olabilmesi için uyarının şiddetinin maksimal yada maksimale yakın olması gerekmektedir (Tillin ve Bishop, 2009). Yapılan bir çalışmada maksimalin %75'inin altında yapılan dinamik kasılmaların PAP etkisi yaratması açısından çok etkili olamayabileceği ifade edilmiştir (Vandervoort ve ark., 1983). Literatürde en yaygın olarak kullanılan şiddet % 85'in üzeri dirençlerdir (Bevan ve ark. 2010, Tillin ve Bishop, 2009, Kilduff ve ark., 2007, Weber, ve ark., 2008, Chatzopoulos ve ark., 2007).

PAP sonucu sıçrama performansını inceleyen çalışmalar incelendiğinde, yapılan direnç çalışmalarının sıçrama gücü ve yüksekliğinde önemli derecede artışa neden olduğu ifade edilmektedir (Kilduff ve ark., 2011, McCann ve Flanagan, 2010, Weber, ve ark., 2008). Yapılan bu çalışmaların sonuçları bizim çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Sonuç olarak ısınma kısa süreli ve yoğun şiddetli sportif aktivitelerde performans için önemli bileşenlerden birisidir. Isınmanın süresi, şiddeti, yoğunluğu, dinlenme araları ve tipi performans üzerinde önemli rol oynamaktadır. İki farklı yöntemle ısınmanın sıçrama performansı üzerinde etkisi incelediğimiz çalışmamızda literatürle benzer şekilde statik germe tipi ısınmaların sıçrama performansı üzerinde anlamlı düzeyde düşüşe neden olduğunu, PAP tipi (ısınmada direnç kullanımı) ısınmaların ise artışa neden olduğunu tespit ettik.

5. KAYNAKÇA

Avela J, Kyrolainen H, Komi PV. (1999). *Altered Reflex Sensitivity after Repeated and Prolonged Passive Muscle Stretching*, Journal of Applied Physiology, 86(4), 1283-1291.

Avloniti A, Chatzinikolaou A, Fatouros IG, Avloniti C, Protopapa M, Draganidis D, Stampoulis T, Leontsini D, Mavropalias G, Gounelas G, Kambas AL. (2016). *The Acute Effects of Static Stretching on Speed and Agility Performance Depend on Stretch Duration and Conditioning Level*, Journal of Strength and Conditioning Research, 30(10), 2767-2773.

Behm DG, Chaouachi AA. (2011). *Review of the Acute Effects of Static and Dynamic Stretching on Performance*, European Journal of Applied Physiology, 111(11), 2633-2651.

Bevan HR, Cunningham DJ, Tooley EP, Owen NJ, Cook CJ, Kilduff LP. (2010). *Influence of Postactivation Potentiation on Sprinting Performance in Professional Rugby Players*, Journal of Strength and Conditioning Research, 24(3), 701-705.

Bishop D, Middleton G. (2013). *Effects of Static Stretching Following a Dynamic Warm-Up on Speed, Agility and Power*, Journal of Human Sport and Exercise, 8(2), 391-400.

Bishop D. (2003). *Warm Up II: Performance Changes Following Active Warm Up and How to Structure the Warm Up*, Sports Medicine, 33(7), 483-498.

Chatzopoulos D, Michailidis C, Giannakos A, Alexiou K, Patikas D, Antonopoulos C, Kotzmanidis C. (2007). *Postactivation Potentiation Effects after Heavy Resistance Exercise on Running Speed*, Journal of Strength and Conditioning Research, 21(4), 1278-1281.

Chiu LZ, Fry AC, Weiss LW, Schilling BK, Brown LE, Smith SL. (2003). *Postactivation Potentiation Response in Athletic and Recreationally Trained Individuals*, Journal of Strength and Conditioning Research, 17(4), 671-677.

Cramer JT, Housh TJ, Johnson GO, Miller JM, Coburn JW, Beck TW. (2004). *Acute Effects of Static Stretching on Peak Torque in Women*, Journal of Strength and Conditioning Research, 18(2), 236-241.

Cramer JT, Housh TJ, Weir JP, Johnson GO, Coburn JW, Beck TW. (2005). *The Acute Effects of Static Stretching on Peak Torque, Mean Power Output, Electromyography, and Mechanomyography*, European Journal of Applied Physiology, 93(5-6), 530-539.

Evetovich TK, Nauman NJ, Conley DS, Todd JB. (2003). *Effect of Static Stretching of the Biceps Brachii on Torque, Electromyography, Mechanomyography During Concentric Isokinetic Muscle Actions*, Journal of Strength and Conditioning Research, 17(3), 484-488.

Faigenbaum AD, Bellucci M, Bernieri A, Bakker B, Hoorens K. (2005). *Acute Effects of Different Warm-Up Protocols on Fitness Performance in Children*, Journal of Strength and Conditioning Research, 19(2), 376-381.

Fleck S, Kraemer W. (2004). *Designing Resistance Training Programs*, 3rd ed. Human Kinetics, 75-76.

Gourgoulis V, Aggeloussis N, Kasimatis P, Mavromatis G, Garas A. (2003). *Effect of a Submaximal Half-Squats Warmup Program on Vertical Jumping Ability*, Journal of Strength and Conditioning Research, 17(2), 342-344.

Gullich A, Schmidtbleicher D. (1996). *MVC-Induced Short-Term Potentiation of Explosive Force*, International Amateur Athletic Federation, 11(4), 67-81.

Hamada T, Sale DG, MacDougall JD, Tarnopolsky MA. (2000). *Postactivation Potentiation, Fiber Type, and Twitch Contraction Time in Human Knee Extensor Muscles*, Journal of Applied Physiology, 88(6), 2131-2137, 2000.

Hawley JA, Williams MA, Williams MM, Hamling GC, Walsh RM. (1989). *Effects of a Task-Specific Warm-Up on Anaerobic Power*, British Journal of Sports Medicine, 23(4), 233-236.

Hodgson M, Docherty D, Robbins D. (2005). *Post-Activation Potentiation: Underlying Physiology and Implications for Motor Performance*, Sports Medicine, 35(7), 585-595.

Kay AD, Blazevich AJ. (2012). *Effect of Acute Static Stretch on Maximal Muscle Performance: A Systematic Review*, Medicine and Science in Sports and Exercise, 44(1), 154-164.

Kilduff LP, Cunningham DJ, Owen N, West DJ, Bracken RM, Cook CJ. (2011). *Effect of Postactivation Potentiation on Swimming Starts in International Sprint Swimmers*, Journal of Strength and Conditioning Research, 25(9), 2418-2423.

Kilduff LP, Bevan HR, Kingsley MIC, Owen NJ, Bennett MA, Bunce PJ, Hore AM, Maw JR, Cunningham DJ. (2007). *Postactivation Potentiation in Professional Rugby Players: Optimal Recovery*, Journal of Strength and Conditioning Research, 21(4), 1134-1138.

Kokkonen J, Nelson AG, Cornwell A. (1998). *Acute Muscle Stretching Inhibits Maximal Strength Performance*, Research Quarterly for Exercise and Sport, 69(4), 411-415.

Lima LC, Oliveira FB, Oliveira TP, Assumpcao CO, Greco CC, Cardozo AC, Denadai BS. (2014). *Postactivation Potentiation Biases Maximal Isometric Strength Assessment*, BioMed Research International, 1-7.

- Linder EE, Prins JH, Murata NM, Derenne C, Morgan CF, Solomon JR. (2010). *Effects of Preload 4 Repetition Maximum on 100-m Sprint Times in Collegiate Women*, Journal of Strength and Conditioning Research, 24(5), 1184-1190.
- Matthews MJ, Comfort P, Crebin R. (2010). *Complex Training in Ice Hockey: The Effects of a Heavy Resisted Sprint on Subsequent Ice-Hockey Sprint Performance*, Journal of Strength and Conditioning Research, 24(11), 2883-2887.
- McCann MR, Flanagan SP. (2010). *The Effects of Exercise Selection and Rest Interval on Postactivation Potentiation of Vertical Jump Performance*, Journal of Strength and Conditioning Research, 24(5), 1285-1291.
- Mcmillian DJ, Moore JH, Hatler BS, Taylor DJ. (2006). *Dynamic vs. Static Stretching Warm up: The Effect on Power and Agility Performance*, Journal of Strength and Conditioning Research, 20(3), 492-499.
- Moore RL, Stull JT. (1984). *Myosin Light Chain Phosphorylation in Fast and Slow Skeletal Muscle in Situ*, American Journal of Physiology, 247(5), 462-471.
- Needham RA, Morse CI, Degens H. (2009). *The Acute Effect of Different Warm-Up Protocols on Anaerobic Performance in Elite Youth Soccer Players*, Journal of Strength and Conditioning Research, 23(9), 2614-2620.
- Nelson AG, Kokkonen J. (2001). *Acute Ballistic Muscle Stretching Inhibits Maximal Strength Performance*, Research Quarterly for Exercise and Sport, 72(4), 415-419.
- Power K, Behm D, Cahill F, Carroll M, Young W. (2004). *An Acute Bout of Static Stretching: Effects on Force and Jumping Performance*, Medicine and Science in Sports and Exercise, 36(8), 1389-1396.
- Schmidtbleicher D, Buehrle M. (1987). *Neuronal Adaptation and Increase of Cross-Sectional Area Studying Different Strength Training Methods*. In: Johnson B, editor. *Biomechanics, Human Kinetics, Champaign*, 615-620.
- Shellock FG. (1983). *Physiological Benefits of Warm-up*, The Physician and Sports Medicine, 11(10), 134-139.
- Smith CE, Hannon JC, McGladrey B, Shultz B, Eisenman P, Lyons B. (2014). *The Effects of a Postactivation Potentiation Warm-up on Subsequent Sprint Performance*, Human Movement, 15(1), 36-44.
- Smith CA. (1994). *The Warm up Procedure: To Stretch or not to Stretch. A Brief Review*, The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy, 19(1), 12-17.
- Sotiropoulos K, Smilios I, Christou M, Barzouka K, Spaias A, Douda H, Tokmakidis SP. (2010). *Effects of Warm-up on Vertical Jump Performance and Muscle Electrical Activity Using Half-Squats at Low and Moderate Intensity*, Journal of Sports Science and Medicine, 9(2), 326-331.
- Szczesna D, Zhao J, Jones M, Zhi G, Stull J, Potter JD. (2002). *Phosphorylation of the Regulatory Light Chains of Myosin Affects Ca⁺² Sensitivity of Skeletal Muscle Contraction*, Journal of Applied Physiology, 92(4), 1661-1670.
- Tillin N, Bishop D. (2009). *Factors Modulating Post-Activation Potentiation and Its Effect on Performance of Subsequent Explosive Activities*, Sports Medicine, 39(2), 147-166.
- Weber KR, Brown LE, Coburn JW, Zinder SM (2008). *Acute Effects of Heavy-Load Squats on Consecutive Squat Jump Performance*, Journal of Strength and Conditioning Research, 23(3), 723-730.

Xenofondos A, Laparidis K, Kyranoudis A, Galazoulas C, Bassa E, Kotzamanidis C. (2010). *Post-Activation Potentiation: Factors Affecting it and the Effect on Performance*, Journal of Physical Education and Sport, 28(3), 32-38.

Vandervoort AA, Quinlan J, McComas AJ. (1983). *Twitch Potentiation after Voluntary Contraction*, Experimental Neurology, 81(1), 141-152.

Young WB, Behm DG. (2003). *Effects of Running, Static Stretching and Practice Jumps on Explosive Force Production and Jumping Performance*, The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 43(1), 21-27.

Young W, Elliot S. (2001). *Acute Effects of Static Stretching, Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching, and Maximum Voluntary Contractions on Explosive Force Production and Jumping Performance*, Research Quarterly for Exercise and Sport, 72(3), 273-279.

Makale Geliş (Submitted) : 03.06.2017

Makale Kabul (Accepted) : 26.09.2017

Yazışma Adresi (Corresponding Address): Halit HARMANCI (halitharmanci@hotmail.com)