

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAREKET VE ANTRENMAN ANABİLİM DALI

POST AKTİVASYON POTANSİYELİNİN BASKETBOL
OYUNCULARINDA KAYMA ADIM PERFORMANSI
ÜZERİNE ETKİSİ

Yalçın ALNİDELİK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

2024-ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAREKET VE ANTRENMAN ANABİLİM DALI

**POST AKTİVASYON POTANSİYELİNİN BASKETBOL
OYUNCULARINDA KAYMA ADIM PERFORMANSI
ÜZERİNE ETKİSİ**

Yalçın ALNİDELİK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Ali IŞIN

“Kaynakça gösterilerek tezimden yararlanılabilir”

2024-ANTALYA

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne;

Bu çalışma jürimiz tarafından Hareket ve Antrenman Anabilim Dalı Hareket ve Antrenman Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 27/06/2024

İmza

Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Ali IŞIN

Akdeniz Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Tuba MELEKOĞLU

Akdeniz Üniversitesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Esin YILMAZ

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve/..... sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı beyan ederim.

Yalçın ALNİDELİK

İmza

Dr. Öğr. Üyesi Ali İŞİN

İmza

TEŞEKKÜR

Öncelikle, tez çalışmam süresince rehberliği, değerli önerileri, sabrı ve desteği için değerli danışmanım Sn. Dr. Öğr. Üyesi Ali IŞIN'a teşekkür ederim.

Akademik hayatım süresince sağladığı değerli katkılar ve tez konumu belirleme sürecimde verdiği değerli öneriler için Sn. Doç. Dr. Tuba MELEKOĞLU'na teşekkür ederim.

Bu süreçte yanımda olan ve motivasyonumu kaybetmeme izin vermeyen arkadaşlarım Arş. Gör. Aylin ABDİOĞLU, Fatma Esra AVCIK ve Gaye MADENCİ'ye teşekkür ederim.

Antalya DSİ Spor Kulübü antrenörlerine, ölçümlere uygun ortam hazırladıkları ve anlayışlı tutumları için teşekkür ederim. Yine Antalya DSİ Spor Kulübü sporcularına ölçümlerde yer almayı gönüllü olarak kabul ettikleri ve ölçümler esnasında gösterdikleri çaba için teşekkür ederim.

Ayrıca akademik hayatım süresince en büyük yol göstericilerimden olan Sn. Prof. Dr. Şeref KILIÇ'a teşekkür ederim.

Son olarak hayatım boyunca sonsuz sevgi ve desteklerini her zaman hissettiğim annem ve babam ile canım kardeşime her şey için teşekkür ederim.

ÖZET

Amaç: Kayma adım hareketi, basketbolun en önemli hareketlerinden biridir. Literatürde, Post Aktivasyon Potansiyelinin (PAP), kayma adım performansına etkilerini inceleyen çok az araştırma bulunmaktadır. Bu nedenle daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Bu araştırmanın amacı, ağırlık yeleği yardımıyla farklı ek ağırlıklar kullanılarak yapılan kondisyon aktivitelerinin basketbol oyuncularında kayma adım performansına akut etkilerini incelemektir.

Yöntem: Bu araştırmaya 18-20 yaş aralığında, en az 5 yıllık spor geçmişine sahip 12 erkek basketbolcu dahil edilmiştir. Araştırma, randomize kontrollü çaprazlama tasarım kullanılarak gerçekleştirilmiş ve her katılımcı tüm protokollere dahil edilmiştir. Bu protokoller, katılımcının vücut ağırlığının %5'i (%5 KA) ve %10'u (%10 KA) oranında ek ağırlık kullanarak gerçekleştirilen kondisyon aktiviteleri ile kontrol grubundan (KO) oluşmaktadır. Katılımcılara, kondisyon aktivitesinin ardından belirli dinlenme sürelerinden (3, 6 ve 9 dakika) sonra 5x2 metre kayma adım performans testi uygulanmıştır. Verilerin dağılımı incelendikten sonra, test sonuçlarının karşılaştırılabilmesi için Tekrarlayan Ölçümlerde ANOVA uygulanmıştır.

Bulgular: Araştırmanın bulguları, post aktivasyon potansiyelinin basketbolda kayma adım performansını artırdığını göstermektedir. Tüm protokollerinden sonra basketbolcuların kayma adım performanslarında artış görülmüştür. Tekrarlayan Ölçümlerde Anova Testi sonuçlarına göre kayma adım performansı hem zamana bağlı ($f = 56.87, p < 0.001, \eta^2 = 0.63$), hem de grup ve zaman arasında anlamlı etkileşim tespit edilmiştir ($f = 4.27, p < 0.001, \eta^2 = 0.21$). Bununla birlikte, PAP uygulaması sonrası %5 KA için en iyi performans 3. ve 9. dakikalarda, %10 KA için en iyi performans ise 3. dakikada gözlemlenmiştir.

Sonuç: PAP, basketbolcularda kayma adım performansını akut olarak artırmak için etkili bir yöntem olabilir. Bu bulgular, müsabaka öncesi ısınmalara dahil edilerek basketbolcuların maç içi performanslarını artırabilir ve hem savunma hem de hücum sırasında üstünlük sağlamalarına yardımcı olabilir.

Anahtar Kelimeler: Post aktivasyon potansiyeli, kayma adım, basketbol, ağırlık yeleği, kondisyon aktivitesi

ABSTRACT

Objective: The slide step movement is one of the most crucial actions in basketball. There are very few studies in the literature examining the effects of Post-Activation Potentiation (PAP) on slide step performance. Therefore, further research is needed. The aim of this study is to investigate the acute effects of conditioning activities performed using different additional weights with the help of a weight vest on slide step performance in basketball players.

Method: Twelve male basketball players aged between 18-20 years with at least 5 years of sports experience were included in this study. The research was conducted using a randomized controlled crossover design, with each participant included in all protocols. These protocols consisted of conditioning activities performed using additional weights corresponding to 5% (%5 BW) and 10% (%10 BW) of the participant's body weight, along with a control group (CG). Following the conditioning activity, participants performed a 5x2 meter slide step performance test after specific rest intervals (3, 6, and 9 minutes). After examining the distribution of the data, a Repeated Measures ANOVA was applied to compare the test results.

Results: The findings of the study indicate that post-activation potentiation improves slide step performance in basketball. An increase in slide step performance was observed in all protocols following the conditioning activities. According to the Repeated Measures ANOVA test results, slide step performance showed a significant time-dependent improvement ($f = 56.87$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.63$), as well as a significant interaction between group and time ($f = 4.27$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.21$). Furthermore, the best performance post-PAP was observed at the 3rd and 9th minutes for %5 BW, and at the 3rd minute for %10 BW.

Conclusion: PAP may be an effective method to acutely enhance slide step performance in basketball players. These findings can be incorporated into pre-competition warm-ups to enhance basketball players' in-game performance, helping them gain an advantage during both defense and offense.

Key words: Post activation potentiation, slide step, basketball, weighted vest, conditioning activity

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Post Aktivasyon Potansiyeli	3
2.1.1. Post Aktivasyon Potansiyelinin Fizyolojik Mekanizmaları	3
2.1.2. Post Aktivasyon Potansiyelini Etkileyen Faktörler	8
2.2. Basketbolda Kayma Adım Hareketi	15
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	17
3.1. Katılımcılar	18
3.2. Isınma ve Ön Testler	19
3.3. PAP Etkisi İçin Kullanılan Kondisyon Aktiviteleri	19
3.4. Uygulanan Ölçümler.....	20
3.4.1. Boy Uzunluğu Ölçümü.	20
3.4.2. Vücut Ağırlığı Ölçümü.	20
3.4.3. Vücut Kütle İndeksi	20
3.4.4. Kayma Adım Performans Testleri	20
3.4.5. İstatistiksel Analiz.....	21
4. BULGULAR.....	22
5. TARTIŞMA	27
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	31

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 4.1.	Katılımcıların Demografik Verileri	22
Tablo 4.2.	Kayma Adım Performansı	22
Tablo 4.3.	Kayma Adım Ön Test – En İyi Test Karşılaştırması	25



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1.	Kayma Adım Performans Testleri	20
Şekil 4.2.	Kayma Adım Performansının Zaman Bağlı Değişim Grafiği	23
Şekil 4.3.	Kayma Adım Performansının Gruplara ve Dakikalara Göre Dağılım Grafikleri	23
Şekil 4.4.	Kayma Adım Performansının Gruplara Göre Sonuçları	24
Şekil 4.5.	Ön Test – En İyi Test Kayma Adım Performansının Gruplara ve Dakikalara Göre Dağılım Grafikleri	25
Şekil 4.6.	Ön Test – En İyi Test Kayma Adım Performansının Gruplara Göre Sonuçları	26



SİMGELER ve KISALTMALAR

1TM : 1 Tekrar Maksimum

CA+2 : Kalsiyum

KA : Kondisyon Aktivitesi

KO : Kontrol Grubu

M : Metre

MLCK : Miyozin Hafif Zincir Kinaz

MRLC : Miyozin Düzenleyici Hafif Zincir

PAP : Post Aktivasyon Potansiyeli

VA : Vücut Ağırlığı

VKİ : Vücut Kütle İndeksi

1. GİRİŞ

Spor bilimleri ve antrenman teknikleri, atletik performansı artırma ve sporcuların fiziksel kapasitelerini en üst seviyeye çıkarma amacıyla sürekli olarak gelişmektedir. Bu bağlamda, spor performansını artırabilecek yeni yöntemlerin ve stratejilerin keşfi büyük bir önem taşımaktadır. Post aktivasyon potansiyeli (PAP), son yıllarda spor performansını artırma amacıyla araştırılan önemli fizyolojik fenomenlerden biri olarak öne çıkmaktadır. PAP, kasların önceki kasılmalarının ardından performans özelliklerinin geçici olarak artması şeklinde tanımlanır ve bu durum, özellikle yüksek yoğunluklu ve kısa süreli kondisyon aktiviteleri sonrasında ortaya çıkar.

Basketbol, yüksek hızda yön değiştirme, ani hızlanma ve yavaşlama gibi dinamik hareketlerin sıkça yapıldığı bir spordur. Bu hareketler sırasında etkili bir performans sergileyebilmek, sporcuların hem savunma hem de hücum sırasında üstünlük sağlamaları açısından kritik öneme sahiptir. Basketbolda kayma adımı, oyuncuların hızlı ve kontrollü bir şekilde pozisyon değiştirmelerine olanak tanıyan, basketbolun en önemli hareket biçimlerinden biridir. Dolayısıyla, PAP'nin bu hareket üzerindeki etkilerinin araştırılması, basketbolcuların maç içi performanslarını olumlu etkilemek için önemli bir adım olabilir.

Post aktivasyon potansiyelinin fizyolojik mekanizmaları, PAP'nin nasıl işlediğini ve spor performansını nasıl etkilediğini anlamak açısından büyük önem taşır. PAP'nin temel mekanizmaları arasında miyozin düzenleyici hafif zincir fosforilasyonu, H-refleks yanıtının güçlendirilmesi ve kas liflerinin pennasyon açısındaki değişiklikler yer alır. Miyozin düzenleyici hafif zincir fosforilasyonu, kas kasılmalarının biyokimyasal temellerini açıklarken, H-refleks yanıtının güçlendirilmesi merkezi sinir sisteminin uyarılabilirliğinin artırılması ile ilgilidir. Kas liflerinin pennasyon açısındaki değişiklikler ise kasın mekanik verimliliğini artırarak daha yüksek kuvvet üretimine olanak tanır.

Literatürde PAP'nin spor performansı üzerindeki etkilerini inceleyen çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar, PAP'nin özellikle kısa süreli ve yüksek yoğunluklu kondisyon aktiviteleri sonrasında belirgin bir şekilde ortaya çıktığını göstermektedir. Ancak, PAP'nin basketbol gibi dinamik ve çok yönlü bir spor dalında nasıl etkili olabileceği konusunda sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Bu nedenle, basketbolcularda

PAP'nin kayma adım performansı üzerindeki etkilerini incelemek hem bilimsel literatüre katkı sağlayabilir hem de antrenörler ve sporcular için pratik uygulamalar sunabilir.

Bu araştırmanın amacı, ağırlık yeleği yardımıyla farklı ek ağırlıklar kullanılarak yapılan, kondisyon aktivitelerinin basketbolcularda kayma adım performansına akut etkilerini incelemektir. Bu amaç doğrultusunda, 18-20 yaş aralığında 12 basketbolcudan oluşan bir örneklem grubu üzerinde bir çalışma tasarlanmış ve PAP'nin farklı yükler altındaki etkileri değerlendirilmiştir. Araştırma, randomize kontrollü çaprazlama tasarım kullanılarak gerçekleştirilmiş ve katılımcılar farklı protokoller altında test edilmiştir. Bu protokoller, katılımcının vücut ağırlığının %5'i ve %10'u oranında ek ağırlık kullanarak gerçekleştirilen kondisyon aktiviteleri ile kontrol grubundan oluşmaktadır.

Bu araştırma, PAP'nin basketbolcularda kayma adım performansı üzerindeki etkilerini inceleyerek, literatürde spor bilimleri alanında bir boşluğu doldurmayı, basketbolcular ve antrenörler için pratik uygulamalar sunmayı hedeflemektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Post Aktivasyon Potansiyeli

Post aktivasyon potansiyeli (PAP), bir kasın kasılma geçmişinin bir sonucu olarak, o kasın performans özelliklerinin akut olarak arttığı fenomen olarak ifade edilir (Robbins, 2005; Hodgson ve ark., 2005; Tillin ve Bishop, 2009).

Uzun süreli yorucu kas kasılmaları kas performansını kötü yönde etkileyebilirken, kısa süreli yüksek şiddetli yorucu olmayan kas kasılmaları kas performansını artırabilir (Stone ve ark., 2008). Kısa bir istemli kasılmadan sonra, o kasın sonraki kasılma sırasındaki tepe torku geçici olarak artabilir (Hodgson ve ark., 2005; Sale, 2002). Bu nedenle, PAP, kasın önceki aktivasyonunun bir sonucu olarak kas kuvveti ve kuvvet gelişim hızındaki artışın yanı sıra yüksek hızlı kasılmaların kuvveti, gücü ve yük altındaki kasılmaların ulaştığı maksimum hızın artışıdır. Diğer bir deyişle, bir kondisyon aktivitesi nedeniyle sinir sisteminin uyarılması, kasın kasılma fonksiyonunda bir performans artışına sebep olabilir (Rixon ve ark., 2007). Sale, (2002) PAP'nin geliştirilebilen veya değiştirilebilen bir şeyden ziyade daha çok bir kas fenomeni olduğunu söylemiştir.

2.1.1. Post Aktivasyon Potansiyelinin Fizyolojik Mekanizmaları

Post aktivasyon potansiyelinin altında yatan mekanizma hem kas içi hem de kaslar arası birçok nörofizyolojik tepkinin bir kombinasyonudur. PAP'nin kas performansını neden artırdığı ile ilişkili birçok nörofizyolojik mekanizma bulunmakla birlikte, özellikle üç mekanizmanın en büyük etkileri sağladığı düşünülmektedir:

1. Miyozin düzenleyici hafif zincir fosforilasyonu
2. Güçlendirilmiş H-refleks yanıtı
3. Kas liflerinin pennasyon açısı

Bu mekanizmalar, kasların daha etkin bir şekilde kasılmasını sağlayarak spor performansında geçici bir artışa neden olabilir (Hodgson ve ark., 2005; Tillin ve Bishop, 2009).

Post aktivasyon potansiyelinin dinamiklerini anlamak, bu üç fizyolojik mekanizmayı detaylı bir şekilde incelemeyi gerektirir. Bu mekanizmaların açıklanması, post aktivasyon potansiyeli fenomenini daha iyi anlamamıza olanak sağlayacaktır.

Miyozin Düzenleyici Hafif Zincir Fosforilasyonu

Kayan filamentler teorisi, kas kasılmasının biyokimyasal ve biyomekanik temellerini açıklayan bir teoridir. Bu teoriye göre, kas kasılması sırasında aktin ve miyozin filamentleri birbirine doğru kayar ve bu hareket, kasın kısılmasına neden olur. Kas kasılması sinir sistemi tarafından başlatılır. Sinir hücresinden gelen bir impuls, motor nöron aracılığıyla kas hücresine ulaşır. Motor nöronun akson ucu, kas hücresinin motor uç plağına sinaps yapar ve burada asetilkolin gibi nörotransmitterler salgılanır. Bu nörotransmitterler, kas hücresinin zarındaki reseptörlere bağlanarak elektriksel bir uyarı oluşturur. Bu uyarı, kas hücresinin zarında (sarkolemma) depolarizasyona neden olur ve bu depolarizasyon, T-tübülleri boyunca yayılır. Depolarizasyon dalgası, kas hücresinin içindeki sarkoplazmik retikulumu (SR) uyarır ve SR'den kalsiyum iyonlarının (Ca^{2+}) serbest bırakılmasına yol açar. Kalsiyum iyonları, kas hücresindeki aktin ve miyozin filamentleri arasındaki etkileşimi başlatır. Kalsiyum, troponin isminde bir proteine bağlanır ve troponin-tropomiyozin kompleksinin şeklini değiştirir. Bu değişiklik, aktin filamentlerinin üzerindeki miyozin başlarının bağlanma bölgelerini açığa çıkarır. Miyozin başları, aktin filamentlerine bağlanır ve ATP hidrolizi sonucu enerji kazanır. Bu enerji, miyozin başlarının aktin filamentlerini çekmesini sağlar. Bu çekme hareketi, "güç vuruşu" olarak adlandırılır ve aktin filamentlerinin miyozin filamentleri üzerinde kaymasına neden olur. Böylece, kasın uzunluğu kısalır ve kasılma gerçekleşir. ATP, miyozin başlarının aktin filamentlerinden ayrılmasını ve kasın gevşemesini sağlar. Kalsiyum iyonları tekrar SR'ye geri pompalanır ve aktin-miyozin etkileşimi sona erer (Powers ve ark., 2021; Cooke, 2004).

Miyozin düzenleyici hafif zincir fosforilasyonu, kas kasılmasının ve diğer hücresel hareketlerin düzenlenmesinde önemli bir rol oynayan bir süreçtir. Miyozin, kas hücrelerinde ve diğer hücrelerde bulunan bir motor proteindir ve aktin filamentleri boyunca hareket ederek kasılmayı sağlar. Miyozin molekülü, iki tane ağır zincirden ve iki tane hafif zincirden oluşur. Hafif zincirlerden biri, düzenleyici hafif zincir olarak adlandırılır ve bu zincirin fosforilasyonu, miyozin aktivitesini kontrol eder

(Takashima, 2009). Miyozin düzenleyici hafif zincirinin fosforilasyonu, bir dizi enzimatik reaksiyonla gerçekleştirilir. Bu reaksiyonlar, kalsiyum iyonlarının hücre içine girişi ile başlar. Kalsiyum iyonları, kalmodulin isimli bir proteine bağlanır ve bu kompleks, miyozin hafif zincir kinaz (MLCK) enziminin aktif hale gelmesini sağlar. MLCK, ATP'nin hidrolizi ile düzenleyici hafif zinciri fosforile eder. Fosforilasyon, miyozin molekülünün konformasyonunu değiştirir ve miyozin başlarının aktin filamentlerine bağlanmasını sağlar. Bu fosforilasyon olayı, miyozin-aktin etkileşimini ve dolayısıyla kas kasılmasını artırır. Fosforilasyonun tersine çevrilmesi, miyozin fosfataz enzimi tarafından gerçekleştirilir. Miyozin fosfataz, fosfat grubunu düzenleyici hafif zincirden uzaklaştırarak miyozin başlarının aktin filamentlerinden ayrılmasına ve kasın gevşemesine neden olur. Bu düzenleyici mekanizma, kas hücrelerinin kasılma ve gevşeme döngülerini hassas bir şekilde kontrol eder ve kasın doğru zamanda ve doğru güçle kasılmasını sağlar (Takashima, 2009; Toepfer ve ark., 2013). Miyozin düzenleyici hafif zincir fosforilasyonu, sadece kas hücrelerinde değil, aynı zamanda düz kas hücreleri ve diğer hareketli hücre tiplerinde de önemli bir rol oynar. Bu mekanizma, hücrelerin hareket etmesi, şekil değiştirmesi ve mekanik kuvvet üretmesi için gereklidir. Hücresel sinyaller, kalsiyum seviyelerini ve MLCK aktivitesini düzenleyerek bu süreci kontrol eder ve hücresel hareketlerin uyumlu bir şekilde gerçekleşmesini sağlar (Toepfer ve ark., 2013).

Bu teori, kondisyon aktivitesinden sonra miyozin düzenleyici hafif zincirlerin (MRLC) fosforilasyonunda bir artış olduğunu öne sürmektedir (Tillin ve Bishop, 2009). Bu, miyozin-aktin etkileşimlerinin duyarlılığını artırarak, çapraz köprü döngü hızında bir artışa yol açabilir. Bu değişiklik sonucunda, kuvvet-hız eğrisinde sağa doğru bir kayma meydana gelebilir ve bu da daha hızlı hareketlerin daha yüksek yüklerle gerçekleştirilmesini sağlayabilir (Hodgson ve ark., 2005; Sale, 2002).

Hayvan çalışmalarında, RLC fosforilasyonundaki artışlar ile potansiyasyon arasında pozitif korelasyonlar bildirilmiştir (Szczena ve ark., 2002; Manning ve Stull, 1982) ancak insan denekler üzerinde çok az çalışma yapılmıştır (Tillin ve Bishop, 2009). İnsanlar üzerinde yapılan araştırmalardan birçoğu, önemli bir MRLC fosforilasyonu bulunmadığını ortaya koymuştur (Smith ve Fry, 2007; Stuart ve ark., 1988). Hayvan çalışmalarında MRLC fosforilasyonu ile potansiyasyon arasında belirgin bir korelasyon olmasına rağmen, insanlar üzerindeki araştırmalarda bir tutarsızlık

görülmektedir. Bu, insanlarda PAP'yi tetikleyen diğer faktörlerin sorumlu olabileceğine işaret etmektedir.

MRLC fosforilasyonu teorisiyle ilgili bir diğer bulgu, tip II kas liflerinin tip I kas lifleriyle kıyaslandığında daha fazla fosforilasyona uğradığını göstermesidir (Hamada ve ark., 2003). Bu, yüksek oranda tip II liflere sahip bireylerin, örneğin güç ve kuvvet sporcularının, daha büyük bir potansiyasyona sahip olabileceğini öne sürmektedir (Tillin ve Bishop, 2009). Ancak bu durum, fosforilasyon teorisinin doğru olması halinde geçerli olabilir.

Güçlendirilmiş H-Refleks Yanıtı

H-refleks, Hoffmann refleksi olarak da bilinir ve periferik sinirlerin elektriksel uyarılmasıyla tetiklenen bir spinal refleks türüdür. H-refleksi, kas içiği refleksiyle benzer bir yanıt oluşturur, ancak burada uyarı mekanik yerine elektriksel olarak sağlanır. H-refleksi, nöromüsküler fonksiyonları değerlendirmek amacıyla klinik ve araştırma ortamlarında sıklıkla kullanılır. Bu refleksin tetiklenmesi, tipik olarak periferik sinirin cilde yakın bir bölgesine yerleştirilen elektriksel stimülasyonla başlar. Bu uyarı, duyuşal (afferent) sinir liflerini aktive eder ve bu sinyaller spinal korda iletilir. Spinal kordda, duyuşal sinirler motor nöronlarla monosynaptik bir bağlantı kurar. Motor nöronlar, bu sinyalleri alarak kaslara iletir ve bu olay kasın kasılmasına yol açar. Bu süreç, normal kas streç refleksine benzer bir kas yanıtı üretir (Knikou, 2008). H-refleksi, genellikle aşağı bacakta bulunan tibialis anterior kasında veya diğer büyük kas gruplarında incelenir. Bu refleks, sinir iletim yollarının ve spinal refleks arkının bütünlüğünü değerlendirmek için kullanılır. Özellikle, nörolojik hastalıkların teşhisi ve tedavisinde, kas ve sinir fonksiyonlarının izlenmesinde önemli bir araçtır. H-refleksi, motor nöron havuzunun uyarılabilirliğini ve spinal reflekslerin modülasyonunu incelemek için değerli bilgiler sağlar. Örneğin, H-refleksin amplitüdündeki değişiklikler, merkezi sinir sistemi tarafından gönderilen inhibitör veya eksitator sinyallerin etkilerini yansıtabilir. Bu refleks, aynı zamanda atletik performansın değerlendirilmesinde ve nöromüsküler rehabilitasyon süreçlerinde de kullanılır. Sonuç olarak, H-refleks hem klinik hem de araştırma ortamlarında oldukça önemli bir nörofizyolojik testtir ve kas-sinir sistemi fonksiyonlarını değerlendirmek için etkili bir yöntem sunar (Knikou, 2008; Zehr, 2002).

Bir kondisyon aktivitesinden sonra uyarılma durumu yaşandığı öne sürülen birkaç nöral yanıt bulunmaktadır; bunlar arasında H-refleks potansiyasyonu, motor ünite senkronizasyonunda artış, alfa motor nöron girdisinin duyarsızlaştırılması ve antagonist kasların karşılıklı inhibisyonunda azalma yer almaktadır (Crum ve ark., 2012). Ancak, araştırmalarda en baskın nöral mekanizma olarak H-refleks potansiyasyonunun öne çıktığı görülmektedir (Trimble ve Harp, 1998; Folland ve ark., 2008; Tillin ve Bishop, 2009). H-refleksi, kasın uyarılabilirlik seviyesinin elektromiyografik bir ölçümüdür. Basitçe söylemek gerekirse, daha yüksek H-refleksleri daha yüksek uyarılabilirlik ile ilişkilendirilir.

H-refleks, ilgili sinir demetinin tek atımlık sub-maksimal uyarımına verilen afferent nöral volinin bir sonucudur. Yeterli iyileşme ile, PAP H-refleks amplitüdünü artırır; bu durum, omurilikte yüksek düzey motor nöronların artan rekrütasyonuna bağlanmaktadır. Bu şekilde, yüksek düzey motor nöronların artan rekrütasyonu, dolayısıyla daha hızlı ve aynı zamanda daha güçlü bir kas kasılmasına, bu da iyileştirilmiş performansa yol açacaktır (Tillin ve Bishop, 2009; Zehr, 2002).

Kas Liflerinin Pennasyon Açısı

Pennasyon açısı, kas liflerinin kasın tendonlarına veya kemiklere bağlandığı açıyı ifade eder. Bu açı, kas liflerinin tendon veya kemik yüzeyine göre olan yönünü gösterir. Pennasyon açısı, kasın yapısal özelliğiyle ilgilidir ve kasın kuvvet üretme kapasitesi ile yakından ilişkilidir. Daha büyük bir pennasyon açısı, daha fazla kas lifinin belirli bir hacimde düzenlenebileceği anlamına gelir, bu da teorik olarak kasın daha fazla kuvvet üretmesini sağlayabilir. Fakat, bu durum aynı zamanda kasın maksimum kısalma hızını azaltabilir, çünkü kas lifleri daha eğik bir şekilde düzenlenmiştir. Kasların farklı türleri, işlevlerine uygun olarak çeşitli pennasyon açılara sahiptir (Rekabizaheh ve ark., 2016; Lieber, 2022).

Son yıllarda, literatürde PAP ile ilgili ortaya çıkan üçüncü bir teori ise pennasyon açısı ile ilgilidir. Bu teori, kondisyon aktivitesi sonrası kas liflerinin pennasyon açısında bir azalma olduğunu öne sürmektedir. Kasın pennasyon açısında bir azalma, kasılma sırasında daha fazla kuvvetin tendon aracılığıyla kemiğe iletilmesini sağlar; bu da daha güçlü bir kasılma anlamına gelir ve dolayısıyla daha iyi bir performans sağlar (Folland ve ark., 2008; Mahlfeld ve ark., 2004). Ancak, bu teoriyi destekleyen sınırlı sayıda

araştırma mevcuttur, bu nedenle daha kesin varsayımlar yapılabilmesi adına daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Tillin ve Bishop, 2009).

2.1.2. Post Aktivasyon Potansiyelini Etkileyen Faktörler

Antrenman Seviyesi

Bir meta-analiz (Seitz ve Haff, 2016), daha kuvvetli bireylerin, daha az kuvvetli olanlara kıyasla daha büyük bir Post Aktivasyon Potansiyasyonu (PAP) etkisi sergileyebileceğini öne sürmektedir (Seitz ve ark., 2014; Ruben ve ark., 2010). Bu bulgu, daha kuvvetli bireylerin tip II kas liflerinin daha yüksek oranına sahip olmaları ve dolayısıyla miyozin hafif zincirinin daha fazla fosforilasyonuna sahip olmalarıyla açıklanabilir. (Aagard ve Andersen, 1998; Moore ve Stull, 1984; Maughan ve ark., 1983). Miyozin hafif zincirinin fosforilasyonu, PAP'yi destekleyen çevresel faktörlerden biridir. Ayrıca, daha güçlü bireyler maksimuma yakın bir çaba sonrasında daha ağır yüklere karşı yorgunluk direnci geliştirebilir bu da kondisyon aktivitesi sonrası yorgunluk ve potansiyasyon dengesini etkileyebilir (Chiu ve Barnes, 2003; Hamada ve ark., 2000; Grange ve ark., 1993).

Daha önce direnç antrenmanı tecrübesi olan bireylerin, tecrübesi olmayanlara kıyasla daha büyük bir PAP etkisi sergilediğı de görölmektedir. Bu sonuç, deneyimsiz ve az deneyimli bireylerin, daha düşük kuvvet seviyelerine sahip olmaları ve dolayısıyla daha düşük PAP seviyelerine sahip olmalarıyla açıklanabilir (Seitz ve ark., 2014; Ruben ve ark., 2010). Daha yüksek seviyedeki sporcuların, fiziksel olarak aktif sedanter bireylere göre PAP'nin etkilerine daha duyarlı olduğı gösterilmiştir. Ayrıca, daha yüksek kuvvet seviyelerine sahip bireylerin, daha kuvvetsiz bireylere göre PAP'ye daha yüksek bir duyarlılığına sahip olduğı gözlemlenmiştir (Kilduff ve ark., 2007; Gourgoulis ve ark., 2003; Schneiker ve ark., 2006; Chiu, 2003).

Sporcuların kuvvet seviyelerini anlamak, PAP'nin etkilerini maksimize etmek açısından önemlidir. Daha kuvvetli bireylerde, geleneksel yüksek yoğunluklu kondisyon aktiviteleri sonrasında elde edilen PAP etkisinin, daha düşük yoğunluklu aktivitelerden sonra elde edilenden daha büyük olduğı gözlemlenmiştir. Daha yüksek yoğunluklu kondisyon aktivitelerinin daha büyük PAP etkileri üretmesinin bir açıklaması, bu aktivitelerin daha yüksek düzeyde tip II motor birimlerinin rekrütasyonunu artırabilmesi olabilir (Henneman ve Olson, 1965).

Bu bilgiler, antrenman programlarını bireysel ihtiyaçlara göre uyarlamayı ve her sporcunun en yüksek performans düzeyine ulaşmasını sağlamayı mümkün kılar. Sporcuların fizyolojik özellikleri değerlendirilerek, PAP'nin etkilerinden en iyi şekilde yararlanabilir. Örneğin, daha kuvvetli ve tecrübeli sporcular için daha kısa dinlenme süreleri ve yüksek yoğunluklu kondisyon aktiviteleri önerilebilirken, daha az deneyimli ve daha kuvvetsiz sporcular için daha uzun dinlenme süreleri ve daha düşük yoğunluklu aktiviteler tercih edilebilir. Bu yaklaşımla, her sporcunun potansiyeli en üst düzeye çıkarılabilir ve antrenman programlarının etkinliği artırılabilir.

Kas Fibril Tipi

Tip I lifler, yavaş kasılma özellikleri gösterir ve daha az kuvvet üretirler. Bu tip lifler, uzun süreli ve düşük yoğunluklu aktiviteler için uygundur çünkü oksijeni verimli bir şekilde kullanırlar ve yüksek dayanıklılığa sahiptirler. Tip II lifler ise hızlı kasılma özellikleri taşır ve kısa süreli, yüksek yoğunluklu aktivitelerde kullanılır. Bu lifler, kısa sürede büyük kuvvet üretebilir ancak daha çabuk yorulurlar. (Scott ve ark., 2001; Wilson ve ark., 2012).

PAP'nin büyüklüğünü en çok etkileyen kas özelliği, lif türüdür. Tip II kas lifleri, özellikle hızlı kasılma özellikleri nedeniyle, yavaş kasılan Tip I kas liflerine kıyasla PAP yanıtını daha güçlü bir şekilde ortaya koyar ve daha yüksek kuvvet üretimine imkân tanır. Tip II liflerin en yüksek oranda bulunduğu kaslarda PAP'nin artış potansiyeli en fazladır. Ayrıca, kasılma süresi en kısa olan kaslarda PAP daha yüksektir (Grange ve ark., 1993; Vanderboom ve ark., 1995; Hamada ve ark., 2000; Hamada ve ark., 2003 Gordon ve ark., 1990). Literatürde bu konu hakkında büyük bir fikir birliği mevcuttur.

Kas lifi türüne göre, tip II kas liflerinin daha baskın olduğu maksimal yoğunluktaki aktivitelerde (örneğin, sprint, halter, atma, zıplama) performans gösteren sporcular, kendi spor dallarında kullanılan kaslarda da en yüksek PAP değerlerini sergilerler (Requena ve ark., 2011).

Kondisyon Aktivitesinin Türü ve Şiddeti

Literatürdeki verilerin birçoğu, pliometrik ve geleneksel yüksek yoğunluklu kondisyon aktivitelerinin, geleneksel düşük ve orta yoğunluklu kondisyon aktivitelerine kıyasla daha büyük PAP etkileri üretebildiğini göstermektedir (Seitz ve Haff, 2016). Geleneksel direnç egzersizleri olan bench press ve back squat gibi aktivitelerin PAP üzerindeki etkileri geniş çapta incelenmiş olmasına rağmen, pliometrik kondisyon aktivitelerinin PAP oluşumu üzerindeki etkilerini inceleyen araştırmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Bildiğimiz kadarıyla sadece bir çalışma, pliometrik bir kondisyon aktivitesi ile geleneksel kondisyon aktivitesinin etkisini doğrudan karşılaştırmış ve pliometrik kondisyon aktivitesinden sonra daha büyük bir PAP etkisi bildirmiştir. Ancak bu fark, istatistiksel olarak bir anlamlılığa ulaşmamıştır (Villarreal ve ark., 2007).

Bir meta-analizde, pliometrik kondisyon aktivitelerinin geleneksel kondisyon aktiviteleriyle kıyaslandığında PAP'yi tetiklemede daha etkili olabileceğine dair birçok kanıt sunulmuştur. Bu meta-analiz bir kondisyon aktivitesinin tamamlanmasından sonra geleneksel yüksek ve orta yoğunluklu kondisyon aktivitelerine kıyasla daha erken bir zamanda daha büyük bir PAP etkisi gözlemlenebileceğini göstermektedir. (Seitz ve Haff, 2016). Pliometrik egzersizlerin tip II kasları hedef alması, bu etkinin bir açıklaması olabilir (Grange ve ark., 1993). Yorgunluk ile PAP arasındaki ilişki göz önünde bulundurulduğunda, pliometrik kondisyon aktiviteleri, geleneksel direnç kondisyon aktivitelerine kıyasla daha az yorgunluk üreterek daha büyük bir potansiyasyon etkisi sağlayabilir ve maksimal PAP etkisini daha uzun süre koruyabilir. Ancak, bu hipotezin açık bir şekilde test edilmesi gerekmektedir.

Geleneksel kondisyon aktiviteleri ile ilgili olarak bulunan verilerin büyük bölümü yüksek yoğunluklu kondisyon aktivitelerinin, orta yoğunluklu kondisyon aktivitelerine kıyasla potansiyasyonu tetiklemede daha etkili olabileceğini öne sürmektedir (Seitz ve Haff, 2016; West ve ark., 2013; Fukutani ve ark., 2014). Bu bulgular, bir çalışmanın bulgularıyla çelişmektedir (Wilson ve ark., 2013).

Mevcut veriler, bireyin kuvvet seviyesinin pliometrik ve maksimal izometrik kondisyon aktiviteleri sonrasındaki PAP yanıtını nasıl belirlediğini açıklamakta yetersizdir. Bu soruya cevap verebilmek için gelecekteki araştırmalar gereklidir. Bu

sayede, kondisyon aktivitesi türünün PAP üzerindeki etkisinin tam bir resmini oluşturabiliriz.

Son yıllarda, çeşitli kondisyon aktivitelerinin serbest ağırlık kaldırma (Krzysztofik ve ark., 2020; Wilk ve ark., 2020) balistik ve pliometrik egzersizler (Krzysztofik ve Wilk, 2020; Sharma ve ark., 2018) ve maksimal izometrik gönüllü kontraksiyonlar (Berning ve ark., 2010) gibi hareketlerin performansını artırmak için kullanılmasıyla ilgili birçok bilimsel araştırma yapılmıştır. Bununla birlikte, destekli (Upton, 2011) ve dirençli sprint uygulamalarının (Clark ve ark., 2010; Harrison ve Bourke, 2009; Cronin ve Hansen, 2005) sprint hızının ve hızlanmanın artırılması için yaygın olarak kullanılan iki saha yöntemi olmasına rağmen, bunların PAP yaratmak amaçlı kondisyon aktivitesi olarak kullanımıyla ilgili mevcut veri azdır. Her iki yöntem de belirli adaptasyonlar sağlar; destekli sprint, aşırı hız uyararı içerirken, dirençli sprint, bir atlet için aşırı yük uyararı sağlayabilir. Dirençli sprint antrenmanı, kızak çekme, elastik kordon direnci, paraşüt veya ağırlıklı yelek koşusu gibi yerçekimi dirençli modlarını içerir ve destekli sprint antrenmanı, yokuş aşağı ve elastik kordon destekli koşu veya çekme yardımıyla koşmayı içerir (Harrison ve Bourke, 2009; Cronin ve Hansen, 2005; Alcaraz ve ark., 2008). Bu yöntemlerin daha uzun vadeli uygulamalarını ele alan antrenman programlarının, hızlanma ve hızın spor spesifik performans değişkenlerinde önemli iyileşmelere yol açtığı gösterilmiştir (Clark ve ark., 2009; Paradisis ve Cooke, 2006). Ancak, bilgimize göre, sadece birkaç çalışma, dirençli veya destekli sprintlerin sonraki atletik performans üzerindeki akut etkilerini değerlendirmiştir (Whelan ve ark., 2014; Nealer ve ark., 2017) ve sadece biri, dirençli ve destekli sprintlerin etkinliğini doğrudan karşılaştırmıştır (Tillaar ve ark., 2017). Whelan ve ark. (2014), aktif erkeklerde sprint potansiyasyonu ile ilgili dirençli sprintlerin ardından bir etki bulamamıştır. Bununla birlikte, Winwood ve ark. (2016) ve Seitz ve ark. (2017) yaptıkları çalışmalarda, vücut ağırlığının %75'i kadar yüklerle yapılan kızak çekişi egzersizleri tamamlandıktan sonra 15 ve 20 metre sprint performansında önemli bir artış olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca, Smith ve ark. (2014), katılımcıların vücut ağırlığının %0, %10, %20 ve %30'u oranında yapılan kızak çekişlerinin 40 yard sprint performansında daha ağır direncin daha büyük performans artışlarına yol açtığını bulmuştur. Tillaar ve Heimborg (2017), sadece dirençli sprintlerin (tüm katılımcılar için 5 kg mutlak yük) deneyimli hentbol oyuncularında 20 metrelik sprint performansını artırdığını belirtmiştir. Buna karşılık,

kondisyon aktivitesi olarak destekli sprintler (tüm katılımcılar için 40 kg mutlak yük) kullanıldığında sprint performansında herhangi bir artış yaşanmadığını belirtmişlerdir. Nealer ve ark. (2017), vücut ağırlığının %30'u oranında destekli sprintlerin futbolcularda ilk 5 metre sprint performansında önemli bir artışa yol açtığını ortaya koymuşlardır. Üç farklı yükte (Katılımcıların vücut ağırlıklarının %5, %10 ve %15'i) direnç ipi yardımıyla yapılan sprintler uygulayarak PAP etkisi yaratmayı amaçlayan bir çalışmada, %10'luk direncin diğer dirençlerle kıyaslandığında PAP yanıtı uyandırmada daha etkili olduğu ortaya konulmuştur (Matusinski ve ark., 2021). Bir çalışma kondisyon aktivitesi olarak bir kayma adım egzersizi kullanmıştır. Bu çalışma %5 destekli ve %5 dirençli kayma adım egzersizlerinin akut performansa etkilerini incelemiş ve destekli protokolün performansı artırdığı bulgularına ulaşırken, dirençli protokolün performansta anlamlı bir artışa yol açmadığını belirtmiştir (Gepfert ve ark., 2020).

PAP'yi etkili bir şekilde uyarmak için hangi egzersiz yoğunluğunun en uygun olduğu konusunda yapılan araştırmalar arasında fikir ayrılıkları vardır (Tillin ve Bishop, 2009). PAP'yi uyarmak için optimal yoğunluk konusundaki bu tutarsızlıklar, antrenman programları için öneriler sunmayı zorlaştırmaktadır. Araştırmaların birçoğu, ağır yüklerin daha etkili olabileceğini belirtmiştir (Tillin ve Bishop, 2009; Sale, 2002; Ebben, 2006; Robbins, 2005; Seedman, 2016), örneğin 1RM %90'da üç tekrar squat yapmanın, 1TM %50'de on tekrar squat yapmaktan daha fazla PAP yanıtı uyandırabileceği düşünülmektedir. Literatürde bu çalışmalara göre bir potansiyasyon yaratmak için ağır yüklerin kullanılması daha etkili bir yöntem olabilir.

Son yıllarda araştırmacılar, hafif ağırlıklı squatlar, jump squat ve hatta pliometrik hareketler gibi hafif yük, yüksek hızlı egzersizleri kondisyon aktivitesi olarak kullanmışlardır. Bu araştırmaların birçoğu, hafif yük, yüksek hızlı egzersizlerin, ağır yüklerin kullanımıyla karşılaştırıldığında, PAP'yi uyarmada daha az etkili bir yöntem olduğunu göstermiştir (Weber ve ark., 2008; Esformes ve ark., 2010; Hanson ve ark., 2007). Öte yandan, bu bulgularla çelişen farklı bulgular da literatürde mevcuttur (Seitz ve Haff, 2016). Bildiğimiz kadarıyla sadece bir çalışma, pliometrik bir kondisyon aktivitesi ile geleneksel kondisyon aktivitesinin etkisini doğrudan karşılaştırmış ve pliometrik kondisyon aktivitesinden sonra daha büyük bir PAP etkisi bildirmiştir. Ancak bu fark, istatistiksel anlamlılığa ulaşmamıştır (Villarreal ve ark., 2007). Yapılan bir meta-analizde ise, geleneksel yöntemle kıyasla daha düşük şiddetlerle yapılan

hareketler içerdığını bildiğimiz pliometrik kondisyon aktivitelerinin geleneksel kondisyon aktiviteleriyle kıyaslandığında PAP'yi tetiklemede daha etkili olabileceğine dair birçok kanıt sunulmuştur (Seitz ve Haff, 2016). Pliometrik egzersizlerin tip II kasları hedef alması, bu etkinin bir açıklaması olabilir (Grange ve ark., 1993).

Daha kuvvetli bireylerde, geleneksel yüksek yoğunluklu kondisyon aktiviteleri sonrasında elde edilen PAP etkisinin, daha düşük yoğunluklu aktivitelerden sonra elde edilenden daha büyük olduğu gözlemlenmiştir. Daha yüksek yoğunluklu kondisyon aktivitelerinin daha büyük PAP etkileri üretmesinin bir açıklaması, bu aktivitelerin daha yüksek düzeyde tip II motor birimlerinin rekrütasyonunu artırabilmesi olabilir (Henneman ve Olson, 1965).

Araştırmalar, çeşitli kondisyon aktivitesi modlarının farklı sprint mesafelerinin performansını önemli ölçüde artırdığını göstermiş olsa da kayma adım hareketi gibi daha fonksiyonel aktivitelerin potansiyasyon etkisini analiz etmek için yeterince veri mevcut değildir.

Kondisyon Aktivitesinden Sonraki Dinlenme Süresi

Yüksek şiddetli squat gibi egzersizler, PAP etkisinin performansı akut olarak artırabildiğini defalarca kanıtlamıştır. Örneğin, ağırlıklı squatları tamamladıktan birkaç dakika sonra dikey sıçrama performansında artışlar gözlemlenmiştir (Weber ve ark., 2008; Yetter ve Moir, 2008). Bununla birlikte, kondisyon aktivitesi tamamlandıktan sonra performans testine geçilmeden önce bir miktar dinlenme süresinin gerekli olduğu açıkça belirtilmiştir. Yeterli dinlenme süresi sağlanmazsa, performans artışı azalabilir veya hiç olmayabilir (Kilduff ve ark., 2007).

Bu gereksinim, genellikle önceki kondisyon aktivitesinden kaynaklanan yorgunlukla ilişkilendirilir. Fazla dinlenme ise potansiyasyonun dağılmasına neden olabilir, bu da performans artışını engelleyebilir (Tillin ve Bishop, 2009). Dolayısıyla, PAP etkilerini en üst düzeye çıkarmak için doğru dinlenme süresini belirlemek kritik öneme sahiptir. Az dinlenme, yorgunluğun devam etmesine neden olarak performans artışını engelleyebilirken, fazla dinlenme potansiyasyonu dağıtarak aynı sonuca yol açabilir. Ancak, optimal dinlenme sağlandığında, performans artışı en yüksek seviyede gözlemlenebilir.

Bazı çalışmalar, yorgunluğun kondisyon aktivitesinin türüne bağlı olarak merkezi sinir sistemi veya periferik mekanizmalarla ilişkilendirildiğini göstermiştir (Babault ve ark., 2006). Ancak, bu etki henüz tam olarak anlaşılmamış olup, daha etkili antrenman programları oluşturabilmek için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

Kondisyon aktivitelerinin nöromüsküler sistem üzerinde potansiyasyon sağladığı, ancak aynı zamanda yorgunluk indüklediği bilinmektedir. Bu etkiler geniş çapta yapılan araştırmalarda yaygın olarak rapor edilmiştir (Tillin ve Bishop, 2009). Örneğin, bir çalışmada kondisyon aktivitesinden hemen sonra performansta başlangıçta bir düşüş bildirilmiş, ancak 4,5-12,5 dakikalık bir dinlenme süresinden sonra önemli bir artış gözlemlenmiştir. Bu çalışmada, başlangıçtaki performans düşüşü yorgunlukla ilişkilendirilmiştir. 12,5 dakikalık dinlenme süresinin ardından performansın, uygulanan kondisyon aktivitesinden önceki seviyeye geri döndüğü gözlemlenmiştir (Gullich ve Schmidtbleicher, 1996).

PAP etkilerinin yorgunluk tarafından maskelenmesini önlemek için doğru dinlenme süresinin seçimi çok önemlidir. Bu nedenle, dinlenme süresi ve potansiyasyon arasında optimal bir denge kurulmalıdır (Tillin ve Bishop, 2009). Birçok çalışma farklı dinlenme sürelerini inceleyerek hangi sürenin en etkili olduğunu belirlemeye çalışmıştır ancak araştırmacılar arasında henüz bir fikir birliği sağlanamamıştır (Bevan ve ark., 2010; McCann ve Flanagan, 2010; Kilduff ve ark., 2008).

PAP üzerine yapılan incelemeler, uygun bir dinlenme süresi belirlemekte zorlanmıştır (Tillin ve Bishop, 2009; Sale, 2002; Ebben, 2006; Robbins, 2005; Seedman, 2016).

Kondisyon aktivitesinin tipi, yoğunluğu, hacmi ve bireysel farklılıklar, oluşacak yorgunluk miktarını ve dolayısıyla optimal dinlenme süresini etkileyebilir. Bir çalışma, 8-12 dakika arası dinlenme sürelerinin daha kısa dinlenme sürelerine kıyasla daha etkili olduğunu söylese de (DeRenne, 2010), 3-12 dakika arasındaki dinlenme sürelerinin yüksek performans artışları gösterdiğini söyleyen çok kapsamlı bir literatür bulunmaktadır (Ruben ve ark., 2010; Bevan ve ark., 2010; Gullich ve Schmidtbleicher, 1996; Mccan ve Flanagan, 2010; Chiu ve ark., 2003; Gourgoulis ve ark., 2003; Turner ve ark., 2015; Young ve ark., 1998; Rixon ve ark., 2007; French ve ark., 2003; Batista ve ark., 2007).

Özetle, literatür incelendiğinde, 3-12 dakika arasındaki dinlenme sürelerinin PAP yanıtı oluşturmakta en etkili sonuçları verdiği söylenebilir. Bu sürelerin belirlenmesinde bazı faktörler önemlidir:

1. Yüksek yoğunluk/ağır yük: Daha uzun dinlenme süresi
2. Düşük yoğunluk/hafif yük: Daha kısa dinlenme süresi
3. Daha yüksek hacimli setler: Daha uzun dinlenme süresi
4. Daha düşük hacimli setler: Daha kısa dinlenme süresi
5. Antrenmanlı bireyler: Daha kısa dinlenme süresi
6. Antrenmansız bireyler: Daha uzun dinlenme süresi
7. Kuvvetli bireyler: Daha kısa dinlenme süresi
8. Kuvvetsiz bireyler: Daha uzun dinlenme süresi

2.2. Basketbolda Kayma Adım Hareketi

Basketbol, dünya çapında hem rekabetçi hem de eğlence amaçlı oynanan en hızlı takım sporlarından biridir (Deitch ve ark., 2006). Basketbol; sprintler, smaçlar ve bloklar, yana doğru hareketler, sıçrama ve inişler ile ani ve sık yön değişiklikleri, yavaşlamalar ve ani durmalarla karakterize edilir (Thorborg ve ark. 2009). Bu, basketbol oyuncularının başarılı bir performans sergileyebilmek için büyük atletik yeteneklere sahip olmaları gerektiği anlamına gelir (Delextrat ve Cohen, 2008). Basketbol oyuncularının oyun sırasında gerçekleştirdiği birçok eylem, yatay hareketler (sprintler ve yön değişiklikleri), dikey hareketler (şutlar ve ribauntlar) ve bu iki düzlemdeki hareketlerin kombinasyonlarına dayanır (Meckel ve ark., 2009). Bu yüksek yoğunluklu hareketler, oyun boyunca kesintili olarak gerçekleştirilir (Eliakim, 2014). Elit seviyede, resmi bir müsabakada oyuncular yaklaşık 1000 kez hız ve hareket yönünde değişiklikler gerçekleştirirler. Ayrıca oyuncuların, bir oyun süresinin %30'unu kayma adım yaparak geçirdikleri belirlenmiştir (Drinkwater ve ark., 2008). Savunma duruşu, hücum oyuncularının topu ileriye taşımasını ve sayı yapmasını engellemek için kullanılır. Savunmacı, rakip hücumdayken savunma duruşuna geçmelidir. Yön değiştirme, yavaşlama veya hareket yönünü değiştirme ve hızlanma gibi eylemleri savunma duruşundayken daha kolay sergileyebilir çünkü savunma duruşu sporunun kayma adım hareketi gerçekleştirebilmesine olanak tanır. (Spiteri ve ark., 2013). Bu nedenle, kayma adımı, özellikle savunma eylemleri sırasında basketbolda en önemli hareket biçimlerinden biridir (BenAbdelkrim ve ark., 2007).

Tek bir kayma adımı hareketi 1-4 saniye sürer, ancak her 20-30 saniyede bir tekrarlanır ve agresif bir savunma ile yakın geçen müsabakalarda daha sık görülür (Gepfert ve ark., 2020). Basketbolun özellikleri oyuncuların yüksek seviyede nöromüsküler yeteneklere (yani, güç çıktısı, kuvvet, hız) sahip olmalarını gerektirir (McInnes ve ark., 1995). Bu nedenle, basketbolcularla yapılan kuvvet ve güç antrenman programları, patlayıcı hareketlerin performansını geliştirmeye odaklanmalıdır (Stojanovic ve ark., 2018).

Basketbolda kayma adım hareketi, oyuncuların sahada savunma pozisyonunda hızlı ve etkili bir şekilde yer değiştirmelerine olanak tanıyan temel bir tekniktir. Bu hareket, savunma stratejilerinde kritik bir rol oynar ve oyuncuların rakiplerini daha iyi takip etmelerini sağlar. Savunma oyuncularının rakiplerini etkili bir şekilde kontrol edebilmeleri ve topun ilerlemesini engelleyebilmeleri için kayma adım hareketi büyük önem taşır (Gepfert ve ark., 2020)

Kayma adım hareketi, yan adımlar şeklinde yapılır ve oyuncuların ayaklarını yerden kısa bir mesafe kaldırarak ilerlemelerini gerektirir. Bu hareket, oyuncuların dengelerini korumalarına ve ani yön değişikliklerine hızlıca yanıt verebilmelerine yardımcı olur. Vücut ağırlığı genellikle ayak parmaklarında tutulur ve dizler hafifçe büküldür. Bu pozisyon, oyuncuların hızlı tepki vermelerini ve hareketlerini kontrol etmelerini kolaylaştırır (Taylor ve ark., 2020).

Kayma adım hareketinin etkin bir şekilde yapılabilmesi için doğru tekniklerin uygulanması önemlidir. Ayakların geniş bir pozisyonda tutulması ve adımların kısa ve hızlı olması, oyuncunun dengesini korumasına yardımcı olur. Ayrıca, vücut ağırlığının eşit bir şekilde dağıtılması ve ellerin savunma pozisyonunda tutulması, oyuncunun hem hızını hem de kontrolünü artırır (Olthof ve ark., 2021).

Sonuç olarak, basketbolda kayma adım hareketi, savunma stratejilerinde kritik bir rol oynayan temel bir tekniktir. Doğru tekniklerle uygulandığında, oyuncuların sahada daha etkin ve başarılı olmalarına katkıda bulunur. Bu nedenle, basketbol oyuncularının kayma adımını etkili bir şekilde öğrenmeleri ve uygulamaları, genel performanslarını artırmak için büyük önem taşır. Bu hareket, oyuncuların savunma pozisyonunda hızlı ve etkili bir şekilde yer değiştirmelerine olanak tanır ve sahada daha başarılı olmalarını sağlar.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu araştırmanın amacı, ağırlık yeleği yardımıyla farklı ek ağırlıklar kullanılarak yapılan, kondisyon aktivitelerinin basketbolcularda kayma adım performansına akut etkilerini incelemektir. Araştırma, randomize kontrollü çaprazlama tasarım kullanılarak gerçekleştirilmiş ve katılımcılar farklı protokoller altında test edilmiştir.

3.1. Katılımcılar

Araştırma örneklem sayısını tespit etmek için için G-Power güç analizi yapılmıştır (n=8). Örneklem sayısı verilerin parametrik dağılmama ihtimaline karşın ve ayrıca örneklem kaybı olabileceği düşüncesiyle 12 olarak belirlenmiştir. Bu araştırmaya Antalya DSİ basketbol takımı bünyesinde bulunan 12 basketbolcu katılmıştır (yaş = $18,7 \pm 0,7$ yıl, vücut ağırlığı = $76,8 \pm 10,6$ kg, boy = $185,4 \pm 7,4$ cm, basketbol geçmişi = $7,9 \pm 2,3$ yıl). Araştırma, Akdeniz Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmış (TBAEK-157; 29.02.2024) ve Helsinki bildirgesine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya katılmayı kabul eden katılımcılara, araştırma protokolü ve katılımın olası riskleri hakkında sözlü ve yazılı olarak bilgilendirilme yapılmış ve çalışmanın herhangi bir aşamasında çekilmek isteyebilecekleri kendilerine bildirilmiştir. Katılımcılardan “Asgari Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu” imzalamaları istenmiştir. Katılımcılara çalışmanın süresi boyunca normal beslenme alışkanlıklarını sürdürmeleri ve herhangi bir takviye veya uyarıcı kullanmamaları talimatı verilmiştir. Çalışma tasarımı kapsamında katılımcılar 4'er kişilik 3 gruba ayrılmış ve her bir ölçüm gününde gruplardan her biri yalnızca bir protokole katılmıştır.

Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri

- 18-20 yaş aralığında olmak
- Postür bozukluğu bulunmama
- En az 5 yıllık spor geçmişine sahip olmak
- Haftada en az 3 gün düzenli antrenman yapıyor olmak
- Ölçümleri etkileyecek herhangi bir sakatlığının bulunmaması
- Gönüllü olmak

Araştırmadan Çıkarılma Kriterleri

- Katılımcının araştırmadan ayrılmak istemesi,
- Katılımcının ölçümlerden en az birine katılmaması,
- Katılımcının yaralanması, sakatlanması veya hasta olması

3.2. Isınma ve Ön Testler

Her ölçüm günü ilk olarak; 5 dakikalık düşük tempolu koşu, dinamik esneme ve birkaç patlayıcı hareket (hızlanmalar, hareket yönü değişiklikleri ve kayma adım) içeren, toplamda 15 dakika süren bir ısınma yapıldı.

Isınmayı ön testler takip etti. Çalışma toplamda üç farklı ölçüm gününü ve üç farklı protokolü içeriyordu. Katılımcılar ön testleri her ölçüm günü bir defa uyguladılar (toplamda üç ölçüm günü, üç protokol, üç ön test). Ön testler, herhangi bir ağırlık olmadan yapılan 5x2 metrelik kayma adım testini içeriyordu.

3.3. PAP Etkisi İçin Kullanılan Kondisyon Aktiviteleri

Araştırmada 3 farklı protokol mevcuttu. Bu protokoller:

1. Katılımcının vücut ağırlığının %5'ine denk ağırlık yeleği ile yaptığı kondisyon aktivitesi (%5 KA) (Clark ve ark., 2009; Gepfert ve ark., 2020).
2. Katılımcının vücut ağırlığının %10'una denk ağırlık yeleği ile yaptığı kondisyon aktivitesi (%10 KA) (Turner ve ark., 2015).
3. Kontrol grubu: katılımcının herhangi bir yük kullanmadan yaptığı kondisyon aktivitesi (KO).

Her protokolde aynı kondisyon aktivitesi farklı yükler yardımıyla kullanılarak PAP etkisi oluşturmak amaçlandı. Kondisyon aktivitelerini gerçekleştirebilmek için 5 metrelik bir mesafe tanımlandı. Katılımcılar bu 5 metrelik mesafe boyunca kayma adım yaparak başlangıç noktasına geri döndüler. Böylece her bir kayma adım tekrarı 5x2 metrelik bir hacimdeydi. Katılımcılar bu protokollerde, tekrarlar arasında 1 dakika dinlenerek 4 tekrar 5x2 metre kayma adım egzersizi gerçekleştirdi (Gepfert ve ark., 2020; Haugen ve Buchheit, 2016).

Bir ölçüm gününde katılımcılardan her biri yalnızca bir protokole katıldı. Daha önce belirtildiği gibi 4'er kişilik 3 gruba ayrılan katılımcılar bir ölçüm gününde kendi grubu için sırası gelen protokole katıldı. Böylece ilk ölçüm gününde 1. grup kontrol protokolü gerçekleştirirken, 2. grup %5 KA protokolü, 3. grup ise %10 KA protokolü gerçekleştirdi. Devam eden ölçüm günlerinde gruplar diğer protokollere katılarak çalışmaya devam ettiler. Sirkadiyen ritim göz önünde bulundurularak, ölçüm günleri 1 hafta arayla haftanın aynı günü ve günün aynı saatlerinde (18:00-20:00) gerçekleştirildi.

4 tekrardan oluşan kondisyon aktivitesi sona erdikten sonra katılımcılar; 3. dakikada, 6. dakikada ve 9. dakikada kayma adım performans testlerine katıldılar. Katılımcılar 3'er dakikalık dinlenme aralıklarında yürüyerek ve atış yaparak aktif dinlenme yaptılar. Katılımcılar hem kondisyon aktiviteleri hem de performans testlerine başlarken her zaman kuvvetli bacakları önde olacak şekilde basketbol savunma duruşunda pozisyon aldılar.

3.4. Uygulanan Ölçümler

3.4.1. Boy Uzunluğu Ölçümü

Boy ölçümleri duvara monte edilmiş stadiometre (Holtain 98.602VR stadiometre, İngiltere) kullanarak ölçülmüştür. Ölçümleri standartlaştırmak tüm ölçümler çıplak ayak gerçekleştirilmiştir.

3.4.2. Vücut Ağırlığı Ölçümü

Araştırmaya katılan katılımcıların vücut ağırlıklarını ölçmek için Tanita Body Composition Analyzer SC-330 isimli biyoelektrik empedans cihazı kullanılmıştır.

3.4.3. Vücut Kütle İndeksi

Vücut kütle indeksi (VKİ) katılımcıların ağırlık ile boy ilişkisini değerlendirmek için kullanılmıştır. Kilogram cinsinden vücut ağırlığının, metre cinsinden boyun karesine (kg/m^2) bölünmesiyle hesaplanmıştır.

3.4.4. Kayma Adım Performans Testleri

Kayma adım performans testleri, daha önceki bölümde bahsedilen kondisyon aktivitelerinin de uygulandığı 5 metrelik alanda gerçekleşti. Testler; kondisyon aktivitelerini takiben (Kontrol, %5 KA, %10 KA) 3. dakikada 6. dakikada ve 9. dakikada gerçekleştirildi (Ruben ve ark., 2010; Bevan ve ark., 2010; Gullich ve Schmidbleicher, 1996; Mccan ve Flanagan, 2010; Chiu ve ark., 2003; Gourgoulis ve ark., 2003; Turner ve ark., 2015; Young ve ark., 1998; Rixon ve ark., 2007; French ve ark., 2003; Batista ve ark., 2007). Katılımcılar 3'er dakikalık dinlenme aralıklarında yürüyerek ve atış yaparak aktif dinlenme yaptılar. Yine kondisyon aktivitesinde olduğu gibi her tekrar 5x2 metrelik bir performanstan oluşuyordu (Gepfert ve ark., 2020). Katılımcılar testin başlangıç çizgisinin 30 cm önüne seçtikleri bacaklarını (katılımcıların tamamı kuvvetli bacaklarını tercih etti) yerleştirdiler ve basketbol savunma duruşunda pozisyon aldılar. Sporcuların koşu süreleri ve diğer benzer ölçümleri kaydetmek için bilimsel araştırmalarda daha önce de sıklıkla kullanılmış olan 0.01s ölçüm hassasiyetine sahip, Witty Gate (Microgate, Bolzano, İtalya) isimli fotosel yardımıyla kayma adım performans testleri gerçekleştirildi. Katılımcı herhangi bir başlangıç komutuyla değil kendini hazır hissettiği zaman çıkış yaptı ve 5x2 metrelik mesafeyi kayma adım yaparak tamamladı. Test sırasında katılımcıdan uzak uçtaki fotoseli de kesmesi beklendi ve başlangıç noktasındaki fotoseli tekrar kestiğinde test sona erdi. Katılımcılar hem kondisyon aktiviteleri hem de performans testlerine başlarken her zaman kuvvetli bacakları önde olacak şekilde basketbol savunma duruşunda pozisyon aldılar.



Şekil 4.1. Kayma Adım Performans Testleri

3.4.5. İstatistiksel Analiz

Verilerin normallik sınamaları basıklık ve çarpıklık değeri (-1.5 ile +1.5), histogram, normal Q-Q ve kutu grafiklerin görsel değerlendirilmesi ve Shapiro-Wilk testi ile yapılmış. Varyans homojenliği Levene testi ile test edilmiş ve verilerin normal dağılım gösterdikleri varsayılmıştır. Grupların zamana bağlı değişimleri değerlendirmek için Tekrarlayan Ölçümlerde Anova Testi uygulanmıştır. Ayrıca, ANOVA sonucu ortaya çıkan anlamlı farklılıkların tam olarak hangi ölçümler arasında oluştuğunu tespit etmek için Tukey-HSD Post-hoc analizi uygulanmıştır. Grupların aynı dakikalardaki (3.,6. ve 9. dakikalar) ölçümleri arasında ortalama farklılıkları test etmek için Tek Yönlü Varyans Analizi uygulanmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi olarak $p<0.05$, $p<0.01$ ve $p<0.001$ değerleri dikkate alınmıştır. İstatistiksel analizler SPSS 23, Jamovi (version 2.3.26.0) ve JASP (versiyon 0.18.3) istatistik programları kullanılarak analiz edilmiştir.

4. BULGULAR

Tablo 4.1. Katılımcıların Demografik Verileri

	Yaş (Yıl)	Boy Uzunluğu (Cm)	Vücut Ağırlığı (Kg)	VKI (kg/m ²)	Deneyim (Yıl)
Ortalama	18.67	185.42	76.83	22.34	7.92
Standart Sapma	0.65	7.39	10.62	2.80	2.31
%95 GA Alt Sınır	18.25	180.72	70.09	20.56	6.45
%95 GA Üst Sınır	19.08	190.11	83.58	24.12	9.39

%95 GA: %95 Güven Aralığı, **VKI:** Vücut Kütle İndeksi

Tablo 4.1., çalışmaya katılan 12 basketbol oyuncusunun demografik verilerini göstermektedir. Katılımcıların yaş ortalaması 18,67 yıl, boy uzunluğu ortalaması 185,42 cm, vücut ağırlığı ortalaması 76,83 kg ve vücut kütle indeksi (VKI) ortalaması 22,34 kg/m² olarak kaydedilmiştir. Katılımcıların basketbol deneyimi ortalaması ise 7,92 yıldır. Basketbolcuların kayma adım performans sonuçları Tablo 4.2.'de gösterilmektedir.

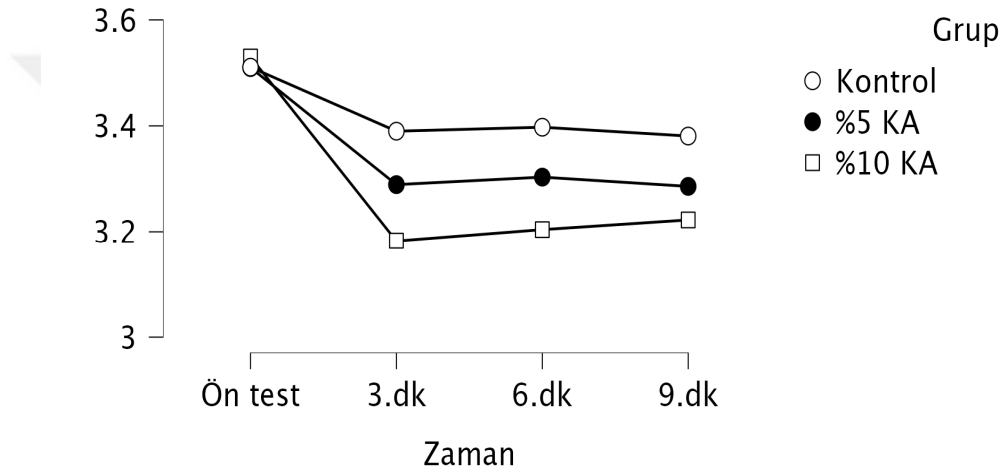
Tablo 4.2. Kayma Adım Performansı

(n:12)	Kontrol	%5 KA	%10 KA	Tekrarlayan Ölçümlerde ANOVA	
				Zaman	Grup X Zaman
Ön Test (sn)	3.51 ± 0.27	3.51 ± 0.21	3.53 ± 0.23		
3.dakika (sn)	3.39 ± 0.23	3.29 ± 0.19	3.18 ± 0.19	F=56.87 p<0.001	F=4.27 p<0.001
6.dakika (sn)	3.40 ± 0.23	3.30 ± 0.16	3.20 ± 0.21	$\eta^2=0.63$	$\eta^2=0.21$
9.dakika (sn)	3.38 ± 0.22	3.29 ± 0.13	3.22 ± 0.20		

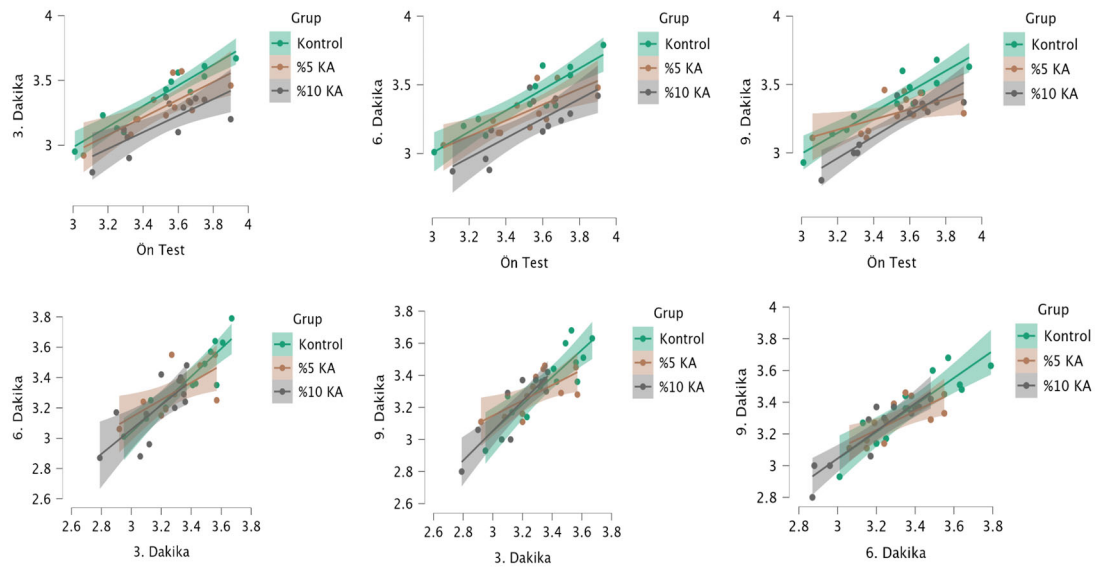
η^2 : eta-kare

Tablo 4.2, kontrol grubu, %5 KA grubu ve %10 KA grubu için kayma adım performansının zaman içerisindeki değişimini göstermektedir. Tekrarlayan

Ölçümlerde Anova Testi sonuçlarına göre kayma adım performansı hem zamana bağlı ($f = 56.87$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.63$), hem de grup ve zaman arasında anlamlı etkileşim tespit edilmiştir ($f = 4.27$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.21$). Bununla birlikte, PAP uygulaması sonrası %5 KA için en iyi performans 3. ve 9. dakikalarda, %10 KA için en iyi performans ise 3. dakikada gözlemlenmiştir. Ancak grupların aynı dakikalardaki (3., 6. ve 9. dakikalar) ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($p > 0.05$). Kayma adım performansının zaman bağlı değişim grafiği Şekil 4.1.'de sunulmuştur. Basketbolcuların kayma adım performansının gruplara ve dakikalara göre dağılım grafikleri Şekil 4.2.'de gösterilmiştir.

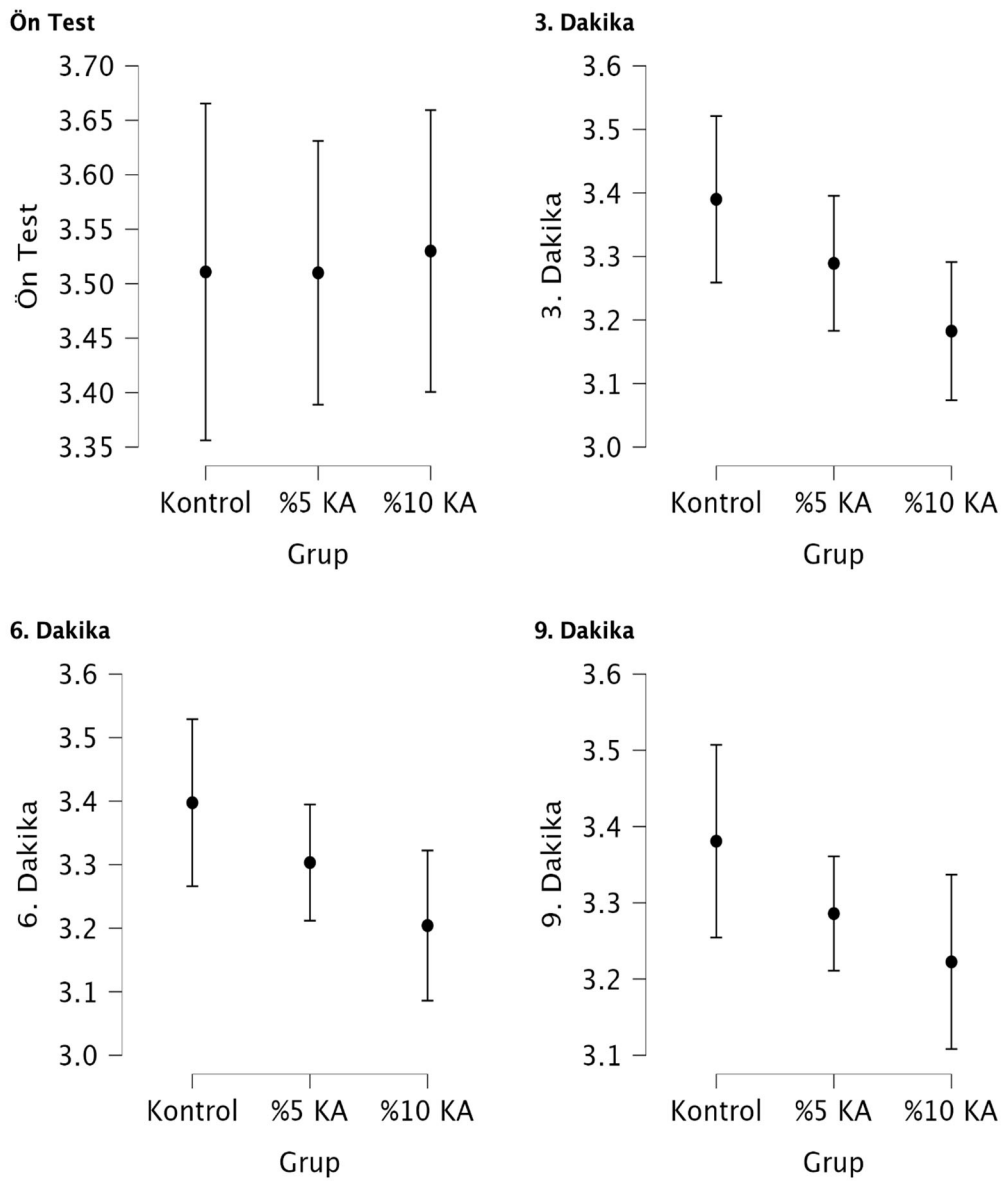


Şekil 4.2. Kayma Adım Performansının Zaman Bağlı Değişim Grafiği



Şekil 4.3. Kayma Adım Performansının Gruplara ve Dakikalara Göre Dağılım Grafikleri

Kayma adım performansının gruplara göre sonuçları Şekil 4.3.'de gösterilmiştir. Buna göre PAP uygulamasından sonra yapılan tüm ölçümlerde en iyi performanslar %10 KA grubunda tespit edilse de, bu sonuç istatistiksel olarak anlamlılık ifade etmemektedir. Bununla birlikte tüm gruplar için ön test ölçümleri ile, 3., 6. ve 9.dakika da elde edilen performans ölçümleri arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.001$). Kayma adım ön test – en iyi test karşılaştırması Tablo 4.3.'de sunulmuştur.



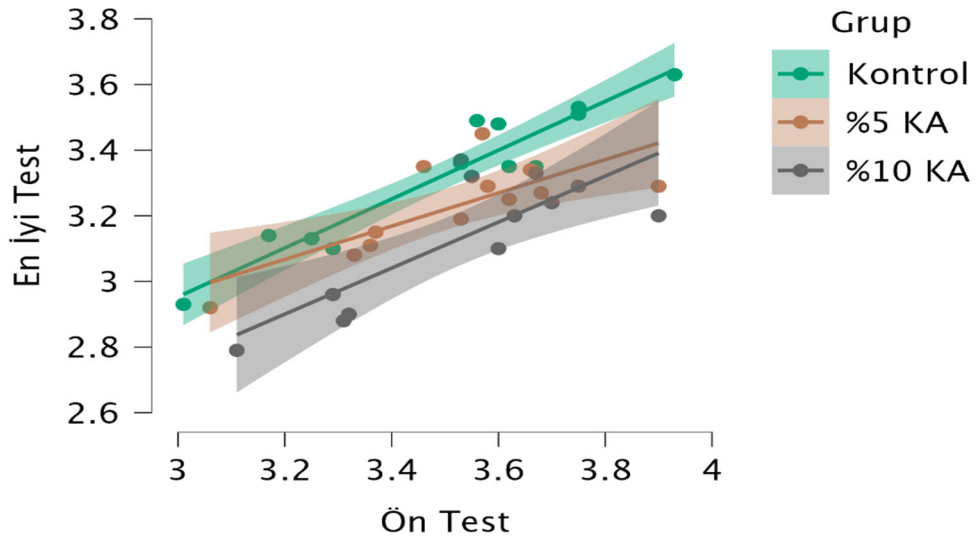
Şekil 4.4. Kayma Adım Performansının Gruplara Göre Sonuçları

Tablo 4.3. Kayma Adım Ön Test – En İyi Test Karşılaştırması

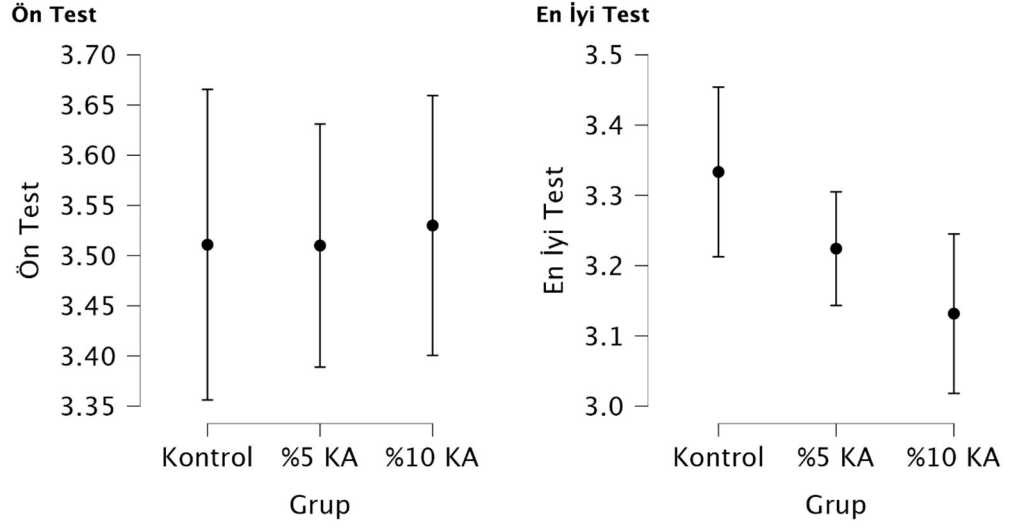
(n:12)	Kontrol	%5 KA	%10 KA	Tekrarlayan Ölçümlerde ANOVA	
				Zaman	Grup X Zaman
Ön Test (sn)	3.51 ± 0.27	3.51 ± 0.21	3.53 ± 0.23	F=180.52 p<0.001 $\eta^2=0.85$	F=9.14 p<0.001 $\eta^2=0.36$
En iyi Test (sn)	3.33 ± 0.21	3.22 ± 0.14	3.13 ± 0.20		

η^2 : eta-kare

Tablo 4.3, kontrol grubu, %5 KA grubu ve %10 KA grubu için kayma adım performansının ön test ve en iyi test değerlerini karşılaştırmaktadır. Ön test değerleri kontrol grubunda 3.51 ± 0.27 , %5 KA grubunda 3.51 ± 0.21 ve %10 KA grubunda 3.53 ± 0.23 olarak kaydedilmiştir. En iyi test değerleri ise kontrol grubunda 3.33 ± 0.21 , %5 KA grubunda 3.22 ± 0.14 ve %10 KA grubunda 3.13 ± 0.20 olarak kaydedilmiştir. ANOVA sonuçları, grup ve zaman arasında anlamlı farklılıklar olduğunu göstermektedir (F=180.52, p<0.001, $\eta^2=0.85$; F=9.14, p<0.001, $\eta^2=0.36$). Bu bulgular, hem %5 hem de %10 KA gruplarında kayma adım performansında belirgin bir artış olduğunu ve bu artışın %10 KA grubunda daha belirgin olduğunu göstermektedir. Ön Test – En İyi Test Kayma Adım Performansının Gruplara ve Dakikalara Göre Dağılım Grafikleri Şekil 4.4.’te gösterilmiştir.

**Şekil 4.5.** Ön Test – En İyi Test Kayma Adım Performansının Gruplara ve Dakikalara Göre Dağılım Grafikleri

Ön test – en iyi test kayma adım performansının gruplara göre sonuçları Şekil 4.5.’te gösterilmiştir. Buna göre PAP uygulamasından önce tüm gruplarda benzer performans değerleri tespit edilmiştir. PAP uygulamasından sonra yapılan tüm ölçümler arasında en iyi performanslar değerlendirildiğinde, en yüksek artış %10 KA grubunda gözlemlenmiştir.



Şekil 4.6. Ön Test – En İyi Test Kayma Adım Performansının Gruplara Göre Sonuçları

5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı, ağırlık yeleği yardımıyla farklı ek ağırlıklar kullanılarak yapılan kondisyon aktivitelerinin basketbolcularda kayma adım performansına akut etkilerini incelemektir. Araştırma, 18-20 yaş aralığında 12 basketbolcu üzerinde gerçekleştirilmiş ve PAP'nin farklı yükler altındaki etkileri değerlendirilmiştir. Katılımcılar, vücut ağırlıklarının %5'i ve %10'u oranında ek ağırlık kullanarak gerçekleştirilen kondisyon aktiviteleri ve kontrol grubu altında test edilmiştir.

Çalışmanın bulguları, basketbolcularda post aktivasyon potansiyelinin (PAP) kayma adım performansı üzerindeki etkilerini inceleyerek, farklı ek ağırlıklar kullanarak yapılan kondisyon aktivitelerinin bu performansı nasıl etkilediğini ortaya koymaktadır. Bulgular, PAP uygulamalarının kayma adım performansını anlamlı şekilde artırdığını ve özellikle daha yüksek yüklerin daha belirgin bir performans artışı sağladığını göstermektedir.

Bulgular; kontrol, %5 KA ve %10 KA protokollerinin her birinde, PAP uygulaması sonrası kayma adım performansının arttığını bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ortaya koymaktadır. Kayma adım performansının zamanla nasıl değiştiği incelendiğinde, her üç grup için de 3, 6 ve 9 dakikalık dinlenme süreleri sonrasında performansta belirgin bir artış gözlenmiştir.

Çalışma bulguları, her üç grup için de zaman içinde performansın değiştiğini, ancak bu değişimin sürekli bir artış anlamına gelmediğini göstermektedir. Her grubun en iyi performansını genellikle 3. dakikada gösterdiği, ancak bu performansın 6. ve 9. dakikalarda büyük ölçüde korunduğu görülmektedir.

Grupları kendi içinde kıyasladığımızda protokollerin her birinde, PAP uygulaması sonrası kayma adım performansının arttığını bu artışın yük arttıkça büyüdüğünü görsek de gruplar arası bu farklar istatistiksel olarak anlamlılık ifade etmemektedir.

Ön test ile en iyi test arasındaki karşılaştırmalarda, her üç grup için de performansta anlamlı artışlar gözlenmiştir. Yine bu bulgular, PAP uygulamasının kayma adım performansını artırmada etkili olduğunu ve bu etkinin %10 KA grubunda daha belirgin olduğunu göstermektedir.

Araştırmanın bulguları; PAP'nin, çalışmadaki ilgili kondisyon aktiviteleri sonrasında belirgin bir şekilde ortaya çıktığını göstermektedir. PAP, kasların önceki kasılmalarının ardından performans özelliklerinin geçici olarak artması şeklinde tanımlanır (Tillin ve Bishop, 2009) ve bu durum özellikle yüksek yoğunluklu ve kısa süreli kondisyon aktiviteleri sonrasında ortaya çıkar. Bu çalışmada, katılımcıların kayma adım performansındaki artış, PAP'nin bu etkilerini doğrulamaktadır.

Bu çalışmanın bulguları, basketbol gibi dinamik ve çok yönlü bir spor dalında PAP'nin nasıl etkili olabileceğini göstermektedir. Kayma adımı, basketbolcuların hızlı ve kontrollü bir şekilde pozisyon değiştirmelerine olanak tanıyan temel hareketlerden biridir. Bu nedenle, PAP'nin bu hareket üzerindeki etkilerinin araştırılması, basketbolcuların maç içi performanslarını olumlu etkilemek için önemli bir adım olabilir. Çalışmanın bulguları, PAP'nin basketbolcuların maç içinde kayma adım performanslarını artırabileceğini ve böylece hem savunma hem de hücum sırasında üstünlük sağlamalarına yardımcı olabileceğini göstermektedir.

Literatürde, dirençli bir kondisyon aktivitesinden sonra kayma adım hareketinin performans değişikliklerini inceleyen yalnızca bir çalışma bulunmaktadır (Gepfert ve ark., 2020) bu da çalışma bulgularını diğer çalışmalarla karşılaştırma imkanını kısıtlamaktadır. Bununla birlikte, dirençli kondisyon aktivitelerinin etkisini farklı performans testleri üzerinde inceleyen birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmada sunulan bulgular, performans artırma potansiyeli sağlamak için dirençli kondisyon aktivitesi etkililiğini inceleyen birçok çalışmanın bulgularını doğrular niteliktedir. Bir çalışma, direnç antrenmanı yapmış rugby oyuncularında vücut ağırlığının %75'i yüklerle yapılan kızak çekişlerinin ardından 20 m sprint süresinde önemli bir hızlanma rapor etmiştir (Seitz ve ark., 2017). Bir başka çalışmada benzer bir uyarıcıdan sonra 15 m sprint süresinde önemli bir artış gözlenmiştir (Winwood ve ark., 2016). Yine farklı bir çalışma (Tillaar ve Heimborg, 2017), mutlak 5 kg yük (ortalama deneklerin vücut ağırlığının %7.3'üne karşılık gelen) yapılan dirençli sprintlerin deneyimli kadın hentbol oyuncularının 20 m sprint performanslarını arttırdığını ortaya koymuştur. Elit erkek rugby oyuncularında farklı dirençli sprintlerin 40 m sprint performansı üzerindeki olası akut etkilerini araştıran bir çalışma (Simperingham ve ark., 2015) %3'lük ek yüklerle yapılan ısınmanın 40 m sprint sürelerini %4 oranında azalttığını bulmuşlardır. Bir çalışma, %10 vücut ağırlığında ek ağırlık kullanılarak yapılan pliometrik egzersizleri kondisyon aktivitesi olarak kullanmış; 15 saniye dinlendikten

sonra yapılan 10 ve 20 m sprintlerde performansta değişiklik görölmediğini söylerken 4 ve 8 dakika dinlenmeden sonra yapılan 10 ve 20 m sprintlerde performansta artış rapor etmiştir (Turner ve ark., 2015). Seitz (2016), sporcuların antrenman tecrübesi ve kuvvet seviyeleri, kondisyon aktivitesinin türü, hacmi, yoğunluğu ve kondisyon aktivitesi ile patlayıcı hareket arasındaki dinlenme süresi gibi birçok faktörün potansiyasyon büyüklüğünü etkilediğini rapor etmiştir. Bu çalışma ile önceki çalışmalar arasındaki bulguların örtüşmesi, uygulanan aktivitenin yoğunluğu ve benzer dinlenme süreleri ile ilgili olabilir. Bir çalışmadaki daha ağır dirençli sprintlerin daha büyük performans artışlarına yol açtığını ortaya koyan bulgular göz önüne alındığında (Smith ve ark., 2014) ve bu çalışmanın katılımcılarının deneyim seviyelerinin yüksek olduğu düşünöldüğünde, kontrol protokolü ve %5 KA uygulamasının, %10 KA uygulamasına kıyasla performansı neden daha az arttırdığı bulgusu açıklanabilir. Önceki çalışmaların sonuçlarına da dayanarak, erkek basketbolcularda PAP etkisi ile performansı artırmak amaçlandığında daha yüksek yüklerin daha iyi sonuçlar ortaya koyduğu söylenebilir.

Mevcut çalışmanın bulguları, 3-12 dakika arasındaki dinlenme sürelerinin yüksek performans artışları gösterdiğini söyleyen literatürü destekler niteliktedir (Ruben ve ark., 2010; Bevan ve ark., 2010; Gullich ve Schmidtbleicher, 1996; Mccan ve Flanagan, 2010; Chiu ve ark., 2003; Gourgoulis ve ark., 2003; Turner ve ark., 2015; Young ve ark., 1998; Rixon ve ark., 2007; French ve ark., 2003; Batista ve ark., 2007).

PAP'nin kas performansını neden artırdığı ile ilişkili birçok teori bulunmaktadır. Ancak özellikle, miyozin düzenleyici hafif zincir (MRLC) fosforilasyonu (Hodgson ve ark., 2005; Sale, 2002; Tillin ve Bishop, 2009), güçlendirilmiş H-refleks yanıtı (Trimble ve Harp, 1998; Folland ve ark., 2008; Tillin ve Bishop, 2009) ve kas liflerinin pennasyon açısı (Folland ve ark., 2008; Mahlfeld ve ark., 2004) gibi mekanizmaların en büyük etkileri sağladığı düşünölmektedir. Bu mekanizmalar, kasların daha etkin bir şekilde kasılmasını sağlayarak spor performansında geçici bir artışa neden olabilir (Hodgson ve ark., 2005; Tillin ve Bishop, 2009). Mevcut çalışmada, kondisyon aktiviteleri sonrasında kas performansındaki değişikliklerin ve farklı yüklerin neden farklı etkiler yarattığının fizyolojik sebepleri bu teorilerle açıklanabilir.

Literatürde mevcut çalışmanın bulguları ile çelişen çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmaların bir tanesinde (Clark ve ark., 2009) vücut ağırlığının %3.8'inden daha

büyük bir çekiş direncinin, sporcunun koşu mekanikleri üzerinde olumsuz bir etkisi olduğunu göstermiştir. Bir diğerinde ise %5 destekli ve %5 dirençli kondisyon aktivitesinin kayma adım performansı üzerine etkileri kıyaslanmış; %5 destekli kondisyon aktivitesi sonrası görülen performans artışındaki değerler istatistiksel olarak anlamlıken %5 dirençli kondisyon aktivitesinden sonra görülen performans artışı istatistiksel olarak anlamlı bir değere ulaşmamıştır. (Gepfert ve ark., 2020).



6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Basketbol, karmaşık bir spor dalıdır ve güç, kuvvet, hız ve çeviklik gibi yüksek düzeyde nöromüsküler uygunluk gerektirir. Mevcut çalışmanın bulguları, vücut ağırlığının %5'i ve %10'una denk ağırlık yelekleri ile yapılan kondisyon aktivitelerinin basketbolcularda kayma adım performansını artırabilmek adına etkili bir PAP yanıtı oluşturduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, daha yüksek ağırlıklı protokollerin PAP yanıtı oluşturmada daha iyi sonuç verdiği çıkarımında bulunulabilir.

Bu çalışma PAP'nin basketbolcularda kayma adım performansı üzerindeki etkilerini inceleyerek spor bilimleri alanında önemli bulgular sunabilir. PAP'nin ek ağırlıklar yardımıyla kısa süreli kondisyon aktiviteleri sonrasında performansı artırdığı ve bu etkinin özellikle daha yüksek yük altında daha belirgin hale geldiği gösterilmiştir. Bu bulgular, PAP'nin basketbolda spor performansını artırmada potansiyel bir araç olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Antrenörler ve sporcular, bu bilgileri antrenman programlarına entegre ederek, performanslarını artırabilir ve maç içi üstünlük sağlayabilirler.

Bu çalışmanın ele alınması gereken bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Sonuçlar, %5 ve %10 yüklü ağırlık yelekleri ile uygulanan kondisyon aktivitelerinden sonra kayma adım hareketi sırasında potansiyasyonun gerçekleştiğini gösterse de bu değişikliklerin doğrudan nedenleri fizyolojik analiz eksikliği nedeniyle belirlenip açıklanamaz. Ayrıca, ilgili kasların elektromiyografisi veya kinematikleri incelenmemiştir. Bu çalışmada performans değişikliklerinin değerlendirilmesi, yalnızca iki farklı yük değerindeki protokoller (%5 KA, %10 KA) temel alınarak yapılmıştır, protokoller 3 farklı dinlenme süresini içermektedir ve katılımcı sayısı 12 ile sınırlıdır. Bu nedenle araştırmacılar, gelecekteki çalışmalarda; farklı değerlerde yükler, farklı dinlenme aralıkları ve daha fazla katılımcı kullanmayı düşünebilirler.

KAYNAKLAR

- Aagaard, P., & Andersen, J. L. (1998). Effects of strength training on muscle fiber types and size; consequences for athletes training for high-intensity sport. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 8(6), 123-130.
- Alcaraz, P. E., Palao, J. M., Elvira, J. L. L., & Linthorne, N. P. (2008). Effects of three types of resisted sprint training devices on the kinematics of sprinting at maximum velocity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 890-897.
- Babault, N., Desbrosses, K., & Fabre, M. S. (2006). Neuromuscular fatigue development during maximal concentric and isometric knee extensions. *Journal of Applied Physiology*, 100(3), 780-785.
- Batista, M. A., Ugrinowitsch, C., Roschel, H., Lotufo, R., Tricoli, V., & Ricard, M. D. (2007). Intermittent exercise as a conditioning activity to induce postactivation potentiation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 837-840.
- BenAbdelkrim, N., El Fazaa, S., El Ati, J., & Tabka, Z. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine*, 41, 69-75.
- Berning, J. M., Coker, C. A., & Briggs, D. (2010). The effect of functional isometric squats on vertical jump in trained and untrained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2285-2289.
- Bevan, H. R., Cunningham, D. J., Tooley, E. P., Owen, N. J., Cook, C. J., & Kilduff, L. P. (2010). Influence of post activation potentiation on sprinting performance in professional rugby players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(3), 701-705.
- Chiu, L. Z. F., & Barnes, J. L. (2003). The fitness-fatigue model revisited: Implications for planning short- and long-term training. *Strength and Conditioning Journal*, 25(6), 42-51.
- Chiu, L. Z. F., & Barnes, J. L. (2003). The fitness-fatigue model revisited: Implications for planning short- and long-term training. *Strength and Conditioning Journal*, 25(6), 42-51.
- Clark, D. A., Sabick, M. B., Pfeiffer, R. P., Kuhlman, S. M., Knigge, N. A., & Shea, K. G. (2009). Influence of towing force magnitude on the kinematics of supramaximal sprinting. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1162-1168.
- Clark, K. P., & Weyand, P. G. (2010). The longitudinal effects of resisted sprint training using weighted sleds versus weighted vests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3287-3295.
- Cooke, R. (2004). The sliding filament model: 1972–2004. *The Journal of General Physiology*, 123(6), 643-656.

- Cronin, J. B., & Hansen, K. T. (2005). Resisted sprint training for the acceleration phase of sprinting. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 213-218.
- Cronin, J. B., & Hansen, K. T. (2005). Strength and power predictors of sports speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 349-357.
- de Villarreal, E. S. S., González-Badillo, J. J., & Izquierdo, M. (2007). Optimal warm-up stimuli of muscle activation to enhance short and long-term acute jumping performance. *European Journal of Applied Physiology*, 100(4), 393-401.
- Deitch, J. R., Starkey, C., Walters, S. L., & Moseley, J. B. (2006). Injury risk in professional basketball players: A comparison of Women's National Basketball Association and National Basketball Association athletes. *American Journal of Sports Medicine*, 34, 1077-1083.
- Delextrat, A., & Cohen, D. (2008). Physiological testing of basketball players: Toward a standard evaluation of anaerobic fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 1066-1072.
- DeRenne, C. (2010). Effects of Postactivation Potentiation Warm-up in Male and Female Sport Performances: A Brief Review. *Strength and Conditioning Journal*, 32(6), 58-64.
- Drinkwater, E. J., Pyne, D. B., & McKenna, M. J. (2008). Design and interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball players. *Sports Medicine*, 38, 565-578.
- Ebben, W. P. (2006). A brief review of concurrent activation potentiation: Theoretical and practical constructs. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 985-991.
- Ebben, W. P. (2006). Complex training with medium to heavy loads. *Strength and Conditioning Journal*, 28(1), 10-20.
- Eliakim, A. (2014). Improving anaerobic fitness in young basketball players: Plyometric vs. specific sprint training. *Journal of Athletic Enhancement*, 3.
- Esformes, J. I., Cameron, N., & Bampouras, T. M. (2010). Postactivation potentiation following different modes of exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(7), 1911-1916.
- Folland, J. P., Wakamatsu, T., & Fimland, M. S. (2008). The influence of maximal isometric activity on twitch and H-reflex potentiation, and quadriceps femoris performance. *European Journal of Applied Physiology*, 104(4), 739-748.
- French, D. N., Kraemer, W. J., & Cooke, C. B. (2003). Changes in dynamic exercise performance following a sequence of preconditioning isometric muscle actions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 678-685.
- Fukutani, A., Takei, S., Hirata, K., & Miyamoto, N. (2014). Influence of the intensity of squat exercises on the subsequent jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(8), 2236-2243.

- Gepfert, M., Krzysztofik, M., Kostrzewa, M., Jarosz, J., Trybulski, R., & Filip-Stachnik, A. (2020). The use of different modes of post-activation potentiation (PAP) for enhancing speed of the slide-step in basketball players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(14), 5057.
- Gordon, D. A., Enoka, R. M., & Stuart, D. G. (1990). Motor-force potentiation in adult cats during a standard fatigue test. *Journal of Physiology*, 421, 569-582.
- Gourgoulis, V., Aggeloussis, N., Kasimatis, P., Mavromatis, G., & Garas, A. (2003). Effect of a submaximal half-squats warm-up program on vertical jumping ability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(2), 342-344.
- Grange, R. W., Vandenboom, R., & Houston, M. E. (1993). Physiological significance of myosin phosphorylation in skeletal muscle. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 18(3), 229-242.
- Gullich, A., & Schmidtbleicher, D. (1996). MVC-induced short-term potentiation of explosive force. *New Studies in Athletics*, 11(2), 67-81.
- Hamada, T., Sale, D. G., & MacDougall, J. D. (2000). Interaction of fibre type, potentiation and fatigue in human knee extensor muscles. *Acta Physiologica Scandinavica*, 170(1), 23-29.
- Hamada, T., Sale, D. G., MacDougall, J. D., & Tarnopolsky, M. A. (2003). Interaction of fibre type, potentiation and fatigue in human knee extensor muscles. *Acta Physiologica Scandinavica*, 178(2), 165-173.
- Hanson, E. D., Leigh, S., & Mynark, R. G. (2007). Acute effects of heavy- and light-load squat exercise on the kinetic measures of vertical jumping. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1012-1017.
- Harrison, A. J., & Bourke, G. (2009). The effect of resisted sprint training on speed and strength performance in male rugby players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 38-44.
- Haugen, T., & Buchheit, M. (2016). Sprint running performance monitoring: Methodological and practical considerations. *Sports Medicine*, 46(5), 641-656.
- Henneman, E., & Olson, C. B. (1965). Relations between structure and function in the design of skeletal muscles. *Journal of Neurophysiology*, 28(3), 581-598.
- Hodgson, M., Docherty, D., & Robbins, D. (2005). Post-activation potentiation: Underlying physiology and implications for motor performance. *Sports Medicine*, 35(7), 585-595.
- Kilduff, L. P., Owen, N., Bevan, H., Bennett, M. A., Kingsley, M. I. C., & Cunningham, D. (2008). Influence of recovery time on post-activation potentiation in professional rugby players. *Journal of Sports Sciences*, 26(8), 795-802.

- Kilduff, L., Bevan, H., Kingsley, M., Owen, N., Bennett, M., Bunce, P., ... & Cunningham, D. (2007). Postactivation potentiation in professional rugby players: Optimal recovery. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1134-1138.
- Knikou, M. (2008). The H-reflex as a probe: Pathways and pitfalls. *Journal of Neuroscience Methods*, 171(1), 1-12.
- Krzysztofik, M., Wilk, M., Filip-Stachnik, A., Lockie, R. G., Golas, A., & Zajac, A. (2020). The effects of plyometric conditioning on post-activation bench press performance. *Journal of Human Kinetics*, 74(1), 99-108.
- Lieber, R. L. (2022). Can we just forget about pennation angle? *Journal of Biomechanics*, 114, 110032.
- Mahlfeld, K., Franke, J., & Awiszus, F. (2004). Postcontraction changes of muscle architecture in human quadriceps muscle. *Muscle & Nerve*, 29(4), 597-600.
- Manning, D. R., & Stull, J. T. (1982). Myosin light chain phosphorylation in mammalian skeletal muscle. *American Journal of Physiology*, 242(3), 234-241.
- Matusinski, A., Pietraszewski, P., Krzysztofik, M., & Gołaś, A. (2021). The effects of resisted post-activation sprint performance enhancement in elite female sprinters. *Frontiers in Physiology*, 12, 651659.
- Maughan, R. J., Watson, J. S., & Weir, J. (1983). Relationships between muscle strength and muscle cross-sectional area in male sprinters and endurance runners. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 50(3), 309-318.
- McCann, M. R., & Flanagan, S. P. (2010). The effects of exercise selection and rest interval on post activation potentiation of vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(5), 1285-1291.
- McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J., & McKenna, M. J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 13, 387-397.
- Meckel, Y., Gottlieb, R., & Eliakim, A. (2009). Repeated sprint tests in young basketball players at different game stages. *European Journal of Applied Physiology*, 107, 273-279.
- Moore, R. L., & Stull, J. T. (1984). Myosin light chain phosphorylation in fast and slow skeletal muscles in situ. *American Journal of Physiology*, 247(5 Pt 1), C462-C471.
- Nealer, A. L., Dunnick, D. D., Malyszczek, K. K., Wong, M. A., Costa, P. B., Coburn, J. W., & Brown, L. E. (2017). Influence of rest intervals after assisted sprinting on bodyweight sprint times in female collegiate soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(1), 88-94.

Olthof, S. B. H., Tureen, T., Tran, L., Brennan, B., Winograd, B., & Zernicke, R. F. (2021). Biomechanical loads and their effects on player performance in NCAA D-I male basketball games. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3, 670018.

Paradisis, G. P., & Cooke, C. B. (2006). The effects of sprint running training on sloping surfaces. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 767-771.

Powers, J. D., Malingen, S. A., Regnier, M., & Daniel, T. L. (2021). The sliding filament theory since Andrew Huxley: Multiscale and multidisciplinary muscle research. *Annual Review of Biophysics*, 50, 373-400.

Rekabizadeh, M., Rezasoltani, A., & others. (2016). Pennation angle and fascicle length of human skeletal muscles to predict the strength of an individual muscle using real-time ultrasonography: A review of the literature. *Journal of Clinical Physiotherapy Research*, 1(1).

Requena, B., De Villarreal, E. S., Gapeyeva, H., Ereline, J., & Pääsuke, M. (2011). Relationship between postactivation potentiation of knee extensor muscles, sprinting, and vertical jumping performance in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 367-373.

Rixon, K. P., Lamont, H. S., & Bembien, M. (2007). Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on postactivation potentiation performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 500-505.

Robbins, D. W. (2005). Postactivation potentiation and its practical applicability: A brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 453-458.

Ruben, R. M., Molinari, M. A., Bibbee, C. A., Childress, M. A., Harman, M. S., Reed, K. P., & Haff, G. G. (2010). The acute effects of an ascending squat protocol on performance during horizontal plyometric jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(2), 358-369.

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

Schneiker, K., Billaut, F., & Bishop, D. (2006). The effects of preloading using heavy resistance exercise on acute power output during lower-body complex training [Abstract]. In *Book of Abstracts of the 11th Annual Congress, European College of Sports Science* (p. 89). Lausanne, Switzerland, July 5-8.

Scott, W., Stevens, J., & Binder-Macleod, S. A. (2001). Human skeletal muscle fiber type classifications. *Physical Therapy*, 81(11), 1810-1816.

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

- Seitz, L. B., de Villarreal, E. S., & Haff, G. G. (2014). The temporal profile of postactivation potentiation is related to strength level. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(3), 706-715.
- Seitz, L. B., Mina, M. A., & Haff, G. G. (2017). A sled push stimulus potentiates subsequent 20-m sprint performance. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(8), 781-785.
- Sharma, V., Garg, S., Tiwari, S., & Singh, A. (2018). Acute effect of dynamic stretching on agility performance of male collegiate soccer players. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 12(6), CC01-CC04.
- Simperingham, K., Cronin, J., Pearson, S. N., & Ross, A. (2015). Acute changes in sprint running performance following ballistic exercise with added lower body loading. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 23(6), 86-89.
- Smith, C. E., Hannon, J. C., 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, J. C., & Fry, A. C. (2007). Effects of a ten-second maximum voluntary contraction on regulatory myosin light-chain phosphorylation and dynamic performance measures. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), 73-76.
- Spiteri, T., Cochrane, J. L., Hart, N. H., Haff, G. G., & Nimphius, S. (2013). Effect of strength on plant foot kinetics and kinematics during a change of direction task. *European Journal of Sport Science*, 13, 646-652.
- Stojanović, E., Stojiljković, N., Scanlan, A. T., Dalbo, V. J., Berkelmans, D. M., & Milanović, Z. (2018). The activity demands and physiological responses encountered during basketball match-play: A systematic review. *Sports Medicine*, 48, 111-135.
- Stone, M. H., Sands, W., Pierce, K., Ramsey, M. W., Stone, M. E., Haff, G. G., & Koch, A. J. (2008). Power and power potentiation among weightlifters: Preliminary study. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(1), 55-67.
- Stuart, D. S., Lingley, M. D., & Grange, R. W. (1988). Myosin light chain phosphorylation and contractile performance of human skeletal muscle. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 66(1), 49-54.
- Szczesna, D., Zhao, J., & Jones, M. (2002). Phosphorylation of the regulatory light chains of myosin affects Ca^{2+} sensitivity of skeletal muscle contraction. *Journal of Applied Physiology*, 92(4), 1661-1770.
- Takashima, S. (2009). Phosphorylation of myosin regulatory light chain by myosin light chain kinase, and muscle contraction. *Circulation Journal*, 73(2), 208-213.
- Taylor, J. B., Hegedus, E. J., & Ford, K. R. (2020). Biomechanics of lower extremity movements and injury in basketball. In L. Laver, B. Kocaoglu, B. Cole, A. J. H. Arundale, J. Bytomski, & A. Amendola (Eds.), *Basketball sports medicine and science* (pp. 335-349). Springer, Berlin, Heidelberg.

Thorborg, K., Petersen, J., Magnusson, S. P., & Hölmich, P. (2009). Clinical assessment of hip strength using a hand-held dynamometer is reliable: Clinical assessment of hip strength. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 493-501.

Tillin, N. A., & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Medicine*, 39(2), 147-166.

Toepfer, C., Caorsi, V., Kampourakis, T., Sikkels, M. B., West, T. G., & others. (2013). Myosin regulatory light chain (RLC) phosphorylation change as a modulator of cardiac muscle contraction in disease. *Biophysical Journal*, 104(6), 1343-1351.

Trimble, M., & Harp, S. (1998). Postexercise potentiation of the H-reflex in humans. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(6), 933-940.

Turner, A. P., Bellhouse, S., Kilduff, L. P., & Russell, M. (2015). Postactivation potentiation of sprint acceleration performance using plyometric exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(2), 343-350.

Turner, A. P., Bellhouse, S., Kilduff, L. P., & Russell, M. (2015). Postactivation potentiation of sprint acceleration performance using plyometric exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(2), 343-350.

Upton, D. E. (2011). The effect of assisted and resisted sprint training on acceleration and velocity in Division IA female soccer athletes. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10(3), 431-435.

Van Den Tillaar, R., & Von Heimburg, E. (2017). Comparison of different sprint training sessions with assisted and resisted running: Effects on performance and kinematics in 20-m sprints. *Human Movement*, 18(1), 1-10.

Vandenboom, R., Grange, R. W., & Houston, M. E. (1995). Myosin phosphorylation enhances rate of force development in fast-twitch skeletal muscle. *American Journal of Physiology*, 268(3), C596-C603.

Weber, K. R., Brown, L. E., Coburn, J. W., & Zinder, S. M. (2008). Acute effects of heavy-load squats on consecutive squat jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 726-730.

West, D. J., Cunningham, D. J., Crewther, B. T., Cook, C. J., & Kilduff, L. P. (2013). Influence of ballistic bench press on upper body power output in professional rugby players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(8), 2282-2287.

Whelan, N., O'Regan, C., & Harrison, A. J. (2014). Resisted sprints do not acutely enhance sprinting performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(7), 1858-1866.

Wilk, M., Krzysztofik, M., Filip, A., Zajac, A., & Tufano, J. J. (2020). The acute effects of externally applied occlusion during maximal bench press attempts. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(3), 631-637.

Wilson, J. M., Duncan, N. M., Marin, P. J., Brown, L. E., Loenneke, J. P., Wilson, S. M. C., Jo, E., Lowery, R. P., & Ugrinowitsch, C. (2013). Meta-analysis of post activation potentiation and power: Effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(3), 854-859.

Wilson, J. M., Loenneke, J. P., Jo, E., Wilson, G. J., Zourdos, M. C., & Kim, J. S. (2012). The effects of endurance, strength, and power training on muscle fiber type shifting. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(6), 1724-1729.

Winwood, P. W., Posthumus, L. R., Cronin, J. B., & Keogh, J. W. L. (2016). The acute potentiating effects of heavy sled pulls on sprint performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(5), 1248-1254.

Young, W. B., Jenner, A., & Griffiths, K. (1998). Acute enhancement of power performance from heavy load squats. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 12(2), 82-84.

Zehr, P. E. (2002). Considerations for use of the Hoffmann reflex in exercise studies. *European Journal of Applied Physiology*, 86(6), 455-468.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Yalçın	Uyruğu	T.C.
Soyadı	ALNİDELİK	Tel no	
Doğum tarihi		e-posta	

Eğitim Bilgileri

Mezun olduğu kurum		Mezuniyet yılı
Lise	Çankırı Süleyman Demirel Fen Lisesi	2014
Lisans	Marmara Üniversitesi	2020
Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi	2024
Doktora		

İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (yıl-yıl)
Araştırma Görevlisi	Ardahan Üniversitesi	2023-2024

Yabancı Dilleri	Sınav türü	Puanı
İngilizce		

Proje Deneyimi

Proje Adı	Destekleyen kurum	Süre (Yıl-Yıl)

Burslar-Ödüller: Tübitak 2210A Yurt İçi Yüksek Lisans Bursu

Yayınlar ve Bildiriler: