

## Aktivasyon Sonrası Performans Artışı (PAPE): Performans Etkisini Belirleyen Faktörler

Muhammet Taha İlhan<sup>1</sup>

Alper Kartal<sup>2</sup>

### Özet

Antrenörler ve uygulayıcılar, sporcuların akut performansını arttırmak için ısınma protokolleri, vibrasyon ve kafein gibi farklı stratejilerden faydalanmaktadır. Bununla birlikte son yıllarda bilimsel ilgiyi giderek daha fazla çeken ve uygulanan yaklaşımlardan biri de aktivasyon sonrası performans artışı (PAPE) olmuştur. PAPE, bir kondisyon aktivitesinin ardından yeterli toparlanma süresi ile birlikte maksimal kuvvet, güç ve hız performansında meydana gelen akut artışı ifade etmektedir. Yapılan çalışmalar, PAPE'nin sıçrama yüksekliği, sprint performansı, kuvvet antrenmanı hacmi, 1 tekrar maksimal kuvveti ve yüzme hızı gibi farklı performans çıktılarında gelişmeler sağlayabildiğini ortaya koymuştur.

PAPE yanıtı; yaş, cinsiyet, kuvvet seviyesi, antrenman tecrübesi, toparlanma süresi, yüklenme şiddeti, set sayısı, kasılma tipi ve egzersiz seçimi gibi birçok faktörden etkilenebilmektedir. Genel olarak, yüksek kuvvet seviyesine sahip ve direnç antrenmanı tecrübesi olan bireylerde PAPE yanıtı daha belirgin görülmektedir. Toparlanma süresi, yorgunluk-potansiyalizasyon dengesini düzenlediği için oldukça önemlidir. Birçok çalışma optimal PAPE yanıtı ortaya çıkarabilmek için yaklaşık 4-9 dakikalık toparlanma sürelerinin etkili olabildiğini, ancak bu süreyi bireyselleştirmenin önemli olduğunu vurgulamaktadır. Bununla birlikte, genellikle dinamik kondisyon aktivitelerinin, izometrik kondisyon aktivitelerine kıyasla daha etkili olduğu bilinmektedir.

Sonuç olarak PAPE, doğru planlandığında antrenman ve müsabaka öncesi performansı akut olarak arttırabilecek etkili bir stratejidir.

- 1 Arş. Gör. Dr. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, tahailhan91@gmail.com, 0000-0002-1484-746X
- 2 Doç. Dr. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, alper.kartal@adu.edu.tr, 0000-0001-5209-5134

## 1. Giriş

Antrenörler ve uygulayıcılar, sporcuların akut performanslarını arttırmak amacıyla vibrasyon uygulamaları (Pojskic vd., 2023), çeşitli ısınma protokolleri (McGowan vd., 2015; Owoeye vd., 2014) ve kafein kullanımı (Grgic vd., 2021) gibi stratejiler kullanmaktadır. Bununla birlikte, son yıllarda akut performans artışı sağlamaya yönelik stratejiler arasında bilimsel ilgiyi giderek daha fazla üzerine çeken yaklaşımlardan biri de aktivasyon sonrası performans artışı (post-activation performance enhancement; PAPE) olmuştur (Blazevich ve Babault, 2019; Krzysztofik vd., 2020; Sanchez-Sanchez vd., 2018; Jarosz vd., 2025; Olsen vd., 2025; Abade vd., 2023). Yapılan çalışmalar, PAPE stratejilerinin sıçrama yüksekliğinde artış (Dello Iacono vd., 2016; Mitchell vd., 2011), sprint süresinde iyileşme, kuvvet antrenmanı hacminde artış (Garbisu-Hualde vd., 2023), bir tekrar maksimal kuvvette gelişim (Wilcox vd., 2006) ve yüzme hızında artış (Cuenca-Fernández vd., 2015) gibi çeşitli atletik performans çıktılarında akut iyileşmeler sağlayabildiğini göstermektedir.

PAPE, bir kondisyon aktivitesinin uygulanmasıyla ortaya çıkan ve maksimal istemli kuvvet, güç veya hız performansındaki akut artışı tanımlamak için kullanılan bir kavramdır (Cuenca-Fernández vd., 2017). Örneğin, bir sporcu kondisyon aktivitesi olarak yüksek şiddetli back squat egzersizi uyguladıktan ve yeterli toparlanma süresini tamamladıktan sonra normalde sergileyebileceğinden daha yüksek bir sıçrama veya sprint performansı ortaya koyabilir. Bu durum, PAPE etkisinin ortaya çıktığını gösteren bir örnektir. Elbette, PAPE artışını tetiklemek için gerçekleştirilen ve istemli ya da istemsiz herhangi bir kas kasılması olarak tanımlanan kondisyon aktivitesi (Gautam vd., 2024), yalnızca back squat egzersiziyle sınırlı değildir. Nitekim literatürde bench press (Krzysztofik vd., 2020), deadlift (Abade vd., 2023), lunge (Cuenca-Fernández vd., 2015), drop jump (Dello Iacono vd., 2016) ve izometrik squat (Tsoukos vd., 2016) gibi birçok farklı kondisyon aktivitesi uygulamasının çeşitli performans çıktıları üzerinde etkili olabildiği gösterilmiştir.

Bu kitap bölümü, PAPE'nin performans etkisinin büyüklüğünü belirleyen temel faktörleri ele almaktadır. Ayrıca kavramsal tutarlılığı korumak amacıyla aktivasyon sonrası performans artışı ifadesi literatürde yaygın olarak kullanılan İngilizce karşılığıyla “post-activation performance enhancement (PAPE)” şeklinde kısaltılarak kullanılmıştır. Terimin Türkçeye birebir çevrilmesi bazı durumlarda kavram karmaşasına yol açabileceğinden, metin boyunca uluslararası literatürde kabul gören PAPE kısaltmasının tercih edilmesi uygun görülmüştür.

## 2. PAPE Etkisinin Büyüklüğünü Belirleyen Faktörler

PAPE etkisinin büyüklüğü; kuvvet seviyesi ve antrenman tecrübesi, yaş, cinsiyet, toparlanma süresi, yüklenmenin şiddeti, set sayısı, kasılma tipi ve egzersiz seçimi gibi birçok faktörden etkilenebilmektedir.

### 2.1. Kuvvet Seviyesi ve Antrenman Tecrübesi

PAPE yanıtının ortaya çıkışı ve büyüklüğü, bireyin antrenman durumu ve maksimal kuvvet kapasitesi ile ilişkilidir. Konu ile ilgili yapılan çalışmalar, kuvvet düzeyi yükseldikçe PAPE yanıtının kademeli olarak arttığını (Seitz vd., 2014) ve daha kuvvetli bireylerin, daha az kuvvetli olanlara kıyasla PAPE kaynaklı performans iyileşmelerinde daha büyük artışlar sergilediği gösterilmiştir (Seitz vd., 2016; Chiu vd., 2003; Suchomel vd., 2016). Bu durum, kuvvetli bireylerin genellikle daha yüksek oranda hızlı kasılan (Tip II) kas lifine sahip olmasıyla ilişkili olabilir. Mevcut kanıtlar, hızlı kasılan lif tiplerinin daha belirgin PAPE yanıtlarıyla ilişkili olduğunu göstermektedir (Tillin ve Bishop, 2009; Garbisu-Hualde ve Santos-Concejer, 2021). Ayrıca daha kuvvetli bireylerin, yorgunluk direncinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Suchomel vd., 2016). Bu durum, KA sonrası oluşan yorgunluğun daha hızlı dağılmasına ve dolayısıyla PAPE etkisinin daha erken ve daha belirgin ortaya çıkmasına katkıda bulunabilir (Aagaard vd., 2000).

PAPE etkisinin büyüklüğünü etkileyen bir diğer önemli faktör, antrenman tecrübesidir. Nitekim PAPE yanıtının antrenmanlı bireylerde performansı daha belirgin biçimde arttırdığı raporlanmıştır (Chiu vd., 2003; Seitz vd., 2014). Seitz vd. (2016) tarafından yapılan bir meta-analizde, iki yıl ve üzeri direnç antrenmanı tecrübesine sahip bireylerde PAPE etkisinin belirgin şekilde daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Diğer çalışmalarda direnç antrenmanı tecrübesi olmayan bireylerde ise PAPE etkisi görülmemiştir (Robbins ve Docherty, 2005; Behm vd., 2004). Dolayısıyla PAPE etkisinin ortaya çıkmasında hem relatif kuvvet seviyesi hem de antrenman tecrübesinin önemli olduğu düşünülmektedir (Poulos vd., 2018).

### 2.2. Yaş

PAPE yanıtının büyüklüğünü ve ortaya çıkışını etkileyen bir diğer önemli faktör yaştır. PAPE ile ilgili yapılan çalışmalar genellikle 15 ile 35 yaş arasındaki bireylerde yapılmıştır (Xu vd., 2025). Dello Iacono vd. (2016) adölesan sporcularda uygulanan iki farklı drop jump temelli PAPE protokolünün etkilerini incelemiş ve her iki protokolün de patlayıcı performansı azalttığı gösterilmiştir. Benzer şekilde, Marshall ve arkadaşlarının (2019) çalışması da adölesan sporcularda maksimal izometrik squat uygulamasının ardından

yön değiştirme performansında herhangi bir artış meydana gelmediğini göstermiştir. Bu çalışmalarda PAPE etkisinin gözlenmemesi, katılımcıların kuvvet seviyelerinin yetersiz olması veya uygulanan kondisyon aktivitesinin PAPE oluşturmak için optimal uyarıyı sağlamamış olmasından kaynaklanabilir. Dolayısıyla, özellikle yüksek şiddetli geleneksel kondisyon aktivitelerinin kullanıldığı protokollerle adölesanlarda PAPE etkisini araştıran daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Yaşlı bireylerle ilgili çalışmaların sınırlı olması nedeniyle, bu grupta PAPE etkisinin ortaya çıkıp çıkmadığı net olarak bilinmemektedir (Olsen vd., 2025).

### **2.3. Cinsiyet**

PAPE hem erkeklerde (Suchomel vd., 2016) hem de kadınlarda (Young vd., 1998) gözlemlendiği bildirilmiştir. Bununla birlikte, Wilson vd. (2013) tarafından yapılan meta analizde, PAPE'nin cinsiyetler arasında anlamlı bir farklılık göstermediğini belirtilmiştir. Her ne kadar cinsiyet farklılıklarının PAPE üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar sınırlı olsa da (Boullosa, 2021), mevcut bulgular PAPE'nin cinsiyetten bağımsız olarak atletik performansı geliştirebileceğine işaret etmektedir.

### **2.4. Toparlanma Süresi**

Kondisyon aktivitesinin ardından verilen toparlanma süresi, PAPE'yi optimize eden önemli değişkenlerden birisidir (Chen vd., 2023). Optimal bir PAPE yanıtının ortaya çıkabilmesi için kondisyon aktivitesinin ardından yeterli toparlanma süresinin sağlanması büyük önem taşımaktadır (Dobbs vd., 2019). Toparlanma süresinin PAPE üzerindeki temel etkisi, kas yorgunluğu ile potansiyalizasyon arasındaki dengeyi düzenlemesinden kaynaklanmaktadır (Sale, 2002; Rassier ve Macintosh, 2000). Bu bağlamda, Chen vd. (2023) tarafından yapılan bir meta analizde 4-9 dakikalık bir toparlanma süresinin optimal PAPE yanıtı elde etmek için ideal olduğu bildirilmiştir. Benzer şekilde kuvvet antrenmanında PAPE yanıtını inceleyen bir sistematik derlemede, yorgunluktan kaçınmak amacıyla 7-8 dakikalık toparlanma süresinin gerekli olabileceği vurgulanmıştır (Garbisu-Hualde ve Santos-Concejero, 2021). Bununla birlikte, kas yorgunluğu ve potansiyalizasyon arasındaki dengenin bireyler arasında büyük ölçüde değişkenlik gösterebildiği ve bu nedenle, toparlanma sürelerinin bireyselleştirilmesi gerektiği belirtilmektedir (do Carmo vd., 2021).

Toparlanma süresinin uzunluğu, kondisyon aktivitesinde kullanılan yüklenme şiddetiyle de ilişkilidir; bir tekrar maksimumun %85 ve üzerindeki yüklenmelerde daha uzun toparlanma sürelerinin gerekli olabileceği ifade edilmiştir (Garbisu-Hualde ve Santos-Concejero, 2021). Buna ek olarak,

bireylerin kuvvet seviyesi de toparlanma süresini etkileyen bir diğer önemli faktördür. Nitekim çalışmalar, kuvvet seviyesi yüksek bireylerin daha zayıf bireylere kıyasla daha kısa toparlanma aralıklarından fayda sağlayabildiğini göstermektedir (Seitz vd., 2014; Suchomel vd., 2016). Son zamanlarda yapılan bir derlemede, kuvvet seviyesi yüksek bireylerde (örneğin back squat bir tekrar maksimumu vücut ağırlığının  $\geq 2$  katı olanlar) kondisyon aktivitesi sonrası daha kısa toparlanma aralıklarının ( $\sim 4$  dakika) yeterli olabildiği, buna karşın kuvvet seviyesi daha düşük bireylerde toparlanma süresinin genellikle daha uzun tutulması gerektiği (yaklaşık 8–9 dakika) rapor edilmiştir (Olsen vd., 2025).

## 2.5. Yükleme Şiddeti

PAPE etkisinin ortaya çıkabilmesi için kondisyon aktivitesindeki yükün belirli bir şiddette olması gerektiği düşünülmektedir. Lowery vd. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada üç farklı yükleme şiddetinin (1 tekrar maksimumun %56'sı, 1 tekrar maksimumun %70'i ve 1 tekrar maksimumun %93'ü) dikey sıçrama yüksekliğine etkisi incelenmiştir. Çalışmanın bulguları, hafif yük protokolünün dikey sıçrama performansını anlamlı bir şekilde etkilemediğini, orta ve yüksek yük protokolünün ise yeterli toparlanma süreleri ile birlikte dikey sıçrama performansını anlamlı bir şekilde geliştirdiğini ortaya koymuştur. Profesyonel erkek futbolcular üzerinde yapılan bir diğer çalışmada, optimal PAPE yanıtı ortaya koymak için orta şiddetli bir yükün (1 tekrar maksimalin %80'i) gerekli olduğu gösterilmiştir (Petisco vd., 2019). Half back squat egzersizi ile uygulanan bu protokol, 1 tekrar maksimalin %60 ve %100 yüklerine kıyasla sıçrama, yön değiştirme ve tekrarlı sprint performansında daha belirgin gelişme sağlamıştır (Petisco vd., 2019). Konu ile ilgili yapılan diğer çalışmalar, hem orta şiddetli (1 tekrar maksimalin %60-84'ü) hem de yüksek şiddetli direnç aktivitesinin (1 tekrar maksimalin %85 ve üzeri) ardından PAPE'nin ortaya çıktığını göstermiştir (Wilson vd., 2013; Chen vd., 2023). Bununla birlikte, özellikle kuvvet seviyesi yüksek bireylerin yüksek şiddetli kondisyon aktivitelerinden, daha düşük kuvvet seviyesine sahip bireylerin ise orta şiddetli kondisyon aktivitelerinden daha fazla fayda sağladığı ve bu doğrultuda daha büyük bir PAPE yanıtı elde ettiği bildirilmiştir (Gołañ vd., 2017; Poulos vd., 2018; Seitz vd., 2016). Olsen vd. (2025) tarafından yapılan derlemede, kuvvet seviyesi yüksek bireylerde özellikle alt ekstremité için bir tekrar maksimumunun  $\geq 85\%$  gibi yüksek yükleme şiddetlerinin daha etkili olduğunu, buna karşın kuvvet seviyesi daha düşük bireylerde hem alt hem de üst ekstremité için orta şiddetli yüklenmelerin (%60–84 bir tekrar maksimumu) tercih edilmesi gerektiğini göstermektedir.

## 2.6. Set Sayısı

Wilson vd. (2013) tarafından yapılan meta analiz, set sayısının PAPE çıktısını etkilediğini ortaya koymuştur. Bulgulara göre, çoklu set kondisyon aktivitesiyle gerçekleştirilen PAPE protokollerinin ortalama etki büyüklüğü 0.66, tekli set protokollerinde ise ortalama etki büyüklüğü 0.24 olarak rapor edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Dolayısıyla bu çalışma, genel olarak çoklu setlerin daha yüksek PAPE yanıtı ortaya çıkardığını göstermiştir. Bununla birlikte, bulguların daha detaylı incelenmesi, set sayısının PAPE üzerindeki etkisinin bireylerin antrenman durumuna bağlı olarak anlamlı biçimde değişebileceğini ortaya koymaktadır. Buna göre, deneyimsiz bireylerde çoklu set protokoller, tekli set protokollerine kıyasla performansta yaklaşık %120'lik bir düşüşe yol açmaktadır. Bu nedenle yazarlar, direnç antrenmanı deneyimi olmayan veya sınırlı deneyime sahip bireylerde kondisyon aktivitesinde orta şiddette (1 tekrar maksimalin %60-85'i) tek set uygulanmasını daha uygun bir yaklaşım olarak değerlendirmiştir. Buna karşılık, en az 1 yıllık direnç antrenmanı geçmiş olanlarda çoklu set uygulamaları, tekli setlere kıyasla daha yüksek PAPE sağlamaktadır. Sonuç olarak, bulgular çoklu setlerin daha yüksek PAPE etkisi ortaya çıkardığını ortaya koysa da, bu avantajın büyük ölçüde direnç antrenmanı deneyimi olan sporculara özgü olduğu belirtilmektedir (Wilson vd., 2013). Benzer şekilde, Seitz ve Haff (2016) tarafından yapılan bir diğer sistematik derleme ve meta-analizde, çoklu setlerden oluşan kondisyon aktiviteleriyle uygulanan PAPE protokollerinin, tek set uygulamalarına kıyasla belirgin ölçüde daha büyük PAPE etkisi oluşturduğu raporlanmıştır. Bulgulara göre, çoklu set protokollerinde ortalama etki büyüklüğü 0.69 olarak rapor edilirken, tek set uygulamalarında bu değer 0.24 olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, bulgular detaylı bir şekilde incelendiğinde set sayısının bireyin kuvvet düzeyinden etkilenebileceğini göstermektedir. Daha kuvvetli bireylerde tek bir setin (etki büyüklüğü = 0.44), çoklu setlere (etki büyüklüğü = 0.21) kıyasla daha büyük bir PAPE etkisi yarattığı görülmektedir. Aksine, daha zayıf bireylerde ise çoklu setlerin (etki büyüklüğü = 1.19), tek sete (etki büyüklüğü = 0.17) kıyasla belirgin ölçüde daha yüksek bir PAPE yanıtı sağladığı ortaya koyulmuştur. Sonuç olarak, optimal PAPE yanıtı elde edebilmek için, daha kuvvetli bireylerde tek set protokollerinin, daha zayıf bireylerde ise çoklu set protokollerinin tercih edilmesi daha etkili bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir (Seitz ve Haff, 2016).

Garbisu-Hualde ve Santos-Concejero (2021) tarafından yapılan bir sistematik inceleme, vücut kütlelerinin  $\geq 2$  katı yükle squat yapabilen bireylerde toplam hacim yükünün (set x tekrar x kaldırılan ağırlık) düşük olduğunda yüksek şiddetli kondisyon aktivitelerinin (yüksek 1 tekrar maksimal) PAPE yanıtı için önemli olduğunu göstermiştir. Buna karşılık, toplam hacim yükünün

yüksek olduğu koşullarda, şiddetin görece daha az belirleyici olabileceği ve daha fazla set ve tekrarın, daha düşük kondisyon aktivitesi şiddetlerini telafi edebileceği öne sürülmektedir. Bu durum, PAPE yanıtının hacim ve şiddet arasında kurulan dengeye ve bireyin kuvvet düzeyine bağlı olarak şekillendiğini desteklemektedir (Garbisu-Hualde ve Santos-Concejero, 2021).

## 2.7. Kasılma Tipi

Yapılan çalışmalar, hem dinamik (back squat gibi) hem de maksimal istemli izometrik kasılmadan oluşan kondisyon aktivitelerinin PAPE yanıtını tetiklemede etkili olabileceğini göstermektedir (Seitz vd., 2014; Tsoukos vd., 2016). Wilson vd. (2013) tarafından yapılan bir meta analiz, dinamik ve izometrik kasılmadan oluşan kondisyon aktivitelerinin PAPE üzerindeki etkilerini kıyaslamıştır. Bulgulara göre, dinamik alt ekstremite kondisyon aktiviteleri için etki büyüklüğü 0.42, izometrik alt ekstremite kondisyon aktiviteleri için ise 0.35 olarak rapor edilmekle birlikte iki kasılma tipi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Ancak yapılan bir başka meta analiz, dinamik kondisyon aktivitelerinin, maksimal istemli izometrik kasılmalarla oluşan kondisyon aktivitelerine kıyasla daha büyük PAPE yanıtı oluşturduğunu ortaya koymuştur (Seitz ve Haff, 2016). Ayrıca bu meta analizin bulgularına göre, izometrik kondisyon aktiviteleri yorgunluk baskın bir yanıt oluşturarak akut performansı bozmuştur (etki büyüklüğü = -0.09). Dobbs vd. (2019) tarafından yapılan bir diğer meta analiz, dinamik kondisyon aktivitelerinin, izometrik kondisyon aktivitelerine kıyasla dikey sıçrama performansı üzerinde daha yüksek bir PAPE yanıtı oluşturduğunu göstermektedir. Bununla birlikte izometrik kasılmalar aracılığıyla uygulanan kondisyon aktivitelerinin PAPE üzerinde olumsuz bir etki oluşturduğunu bildirilmiştir (etki büyüklüğü = -0.52;  $p = 0.007$ ). Dolayısıyla PAPE'yi optimize etmek için dinamik kondisyon aktivitelerinin, izometrik kondisyon aktivitelerine kıyasla daha etkili bir seçenek olduğu vurgulanabilir.

Mevcut bulgular, yalnızca eksantrik kasılmalarla oluşan kondisyon aktivitelerinin PAPE yanıtı oluşturabildiğini, ancak bu etkinin ortaya çıkabilmesi için kullanılan yükün supramaksimal düzeyde (Örneğin, 1 tekrar maksimalin %100'ünden fazla) olması gerektiğini bildirmektedir (Krzysztofik vd., 2020; Krzysztofik vd., 2020).

## 2.8. Egzersiz Seçimi

Optimal PAPE etkisinin oluşabilmesi için kullanılan kondisyon aktivitesi ile sonrasında uygulanan performans testleri arasında belirli bir düzeyde özgüllük ve uyum bulunmasının önemli olduğu görülmektedir (Finlay vd., 2022; Dello Iacono vd., 2016). Örneğin, dikey sıçrama performansının geliştirilmesini

amaçlayan çalışmalarda, alt ekstremitte kuvvet üretim özellikleriyle yüksek düzeyde örtüşen squat egzersizi kondisyon aktivitesi olarak etkili biçimde kullanılırken (Seitz vd., 2014); bench press throw performansının artırılmasına yönelik protokollerde ise üst ekstremiteye özgü bir hareket deseni sunan bench press egzersizi kondisyon aktivitesi olarak tercih edilmektedir (Finlay vd., 2022).

Seitz ve Haff (2016) tarafından yapılan meta analiz, pliometrik kondisyon aktivitelerinin (etki büyüklüğü = 0.47) PAPE etkisi oluşturma açısından geleneksel direnç egzersiz temelli yüksek şiddetli kondisyon aktivitelerine (etki büyüklüğü = 0.41) kıyasla bir miktar daha etkili olabileceğini göstermektedir. Ayrıca bu çalışmaya göre, pliometrik temelli kondisyon aktivitesinin ardından PAPE etkisi daha erken ortaya çıkabilmektedir. Pliometrik kondisyon aktiviteleri sonrasında PAPE yanıtı genellikle 0.3-4 dakika içerisinde gözlenirken, geleneksel yüksek ve orta şiddetli kondisyon aktivitelerinde bu süre genellikle 5 dakikanın üzerindedir. Dolayısıyla pliometrik kondisyon aktiviteleri zaman verimli bir yöntem olarak görülebilir. Pliometrik egzersizin 1 tekrar maksimum kuvveti üzerindeki akut etkilerini inceleyen bir çalışmada, yüksek şiddetli pliometrik egzersizin antrenman erkek sporcularda squat 1 tekrar maksimal kuvvet performansını geliştirdiği gösterilmiştir (Masamoto vd., 2003). Özellikle 1 tekrar maksimal testinden hemen önce gerçekleştirilen derinlik sıçramalarının anlamlı performans artışı sağladığı bildirilmiştir. Çalışmada, sporcular 1 tekrar maksimal kuvvet performansından 30 saniye önce 2 tekrar derinlik sıçraması yaptıklarında, ortalama 1 tekrar maksimal kuvvetinin  $144.5 \pm 30.2$  kg olduğu; kontrol seansında ise (herhangi bir pliometrik egzersiz uygulanmadan) ise bu değer  $139.6 \pm 29.3$  kg olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla bu bulgu, derinlik sıçraması temelli kondisyon aktivitesi uygulamasının 1 tekrar maksimal kuvvet performansını yaklaşık 4.9 kg (%3.5) oranında arttırdığını göstermektedir. Benzer bulgular, pliometrik egzersiz temelli kondisyon aktivitelerinin kullanıldığı diğer çalışmalarda da görülmüştür (Wilcox vd., 2006; Bullock ve Comfort, 2011).

Kondisyon aktiviteleri olarak kullanılan balistik egzersizlerin güç performansında %2 ila %5'lik bir artış sağladığı ve bu gelişmelerin geleneksel direnç egzersizi ile tetiklenen PAPE yanıtlarıyla benzer olduğu bulunmuştur (Maloney vd., 2014). Ayrıca balistik egzersiz temelli kondisyon aktivitelerinin ardından PAPE yanıtının genellikle 1-6 dakika gibi kısa toparlanma sürelerinde ortaya çıkabildiği bildirilmektedir (Maloney vd., 2014).

Kan akışı kısıtlama temelli kondisyon aktiviteleri, PAPE'yi tetikleme açısından geleneksel kondisyon aktivitelerine kıyasla avantajlı ve umut verici bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. Yapılan çalışmalar, kan akışı



kısıtlama temelli kondisyon aktivitelerinin düşük yüklerle anlamlı PAPE etkisi oluşturabildiğini ortaya koymaktadır (Tian vd., 2022). Konu ile ilgili yapılan bir meta analiz, kan akışı kısıtlama temelli kondisyon aktivitesinin PAPE üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu gösterilmiştir (Liu vd., 2024). Çalışmanın bulgularına göre, özellikle üst uzuv kan akışı kısıtlama temelli kondisyon aktiviteleri PAPE'yi tetiklemektedir. Çalışma bulgularının ayrıntılı incelenmesi, 1 tekrar maksimalin %40–70'i aralığında uygulanan kan akışı kısıtlama protokollerinin en yüksek etki büyüklüğünü ortaya koyduğunu; buna ek olarak  $\geq 60$  arteriyel oklüzyon basıncı ile uygulanan protokollerin PAPE üzerinde güçlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir etki oluşturduğunu göstermektedir. Kan akışı kısıtlaması antrenmanının PAPE oluşturmasının altında yatan temel etkenin, kısıtlama sonucu ortaya çıkan lokal hipoksi ve metabolik stresin, yavaş kasılan liflerin erken yorulmasına yol açarak yüksek eşikli (Tip II) motor ünitelerin daha erken devreye girmesini teşvik etmesi olduğu öne sürülmektedir (Tian vd., 2022).

### 3. Sonuç

Bu kitap bölümünde ele alınan bulgular, PAPE etkisinin ortaya çıkışı ve büyüklüğünün tek bir değişkene bağlı olmadığını; aksine kondisyon aktivitesine ait değişkenlerin etkileşimi ile bireysel özelliklerden etkilendiğini göstermektedir. Yapılan araştırmalar, PAPE protokollerinin sprint, sıçrama, yön değişimi, maksimal kuvvet ve güç gibi birçok performans parametresinde anlamlı akut gelişmeler sağlayabildiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, optimal bir PAPE etkisinin ortaya çıkabilmesi için, bireyin kuvvet seviyesi, antrenman tecrübesi ve toparlanma kapasitesi göz önünde bulundurularak protokolün hazırlanması oldukça önemlidir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, kuvvet seviyesi yüksek, direnç antrenmanı tecrübesine sahip ve hızlı kasılan (Tip II) kas lif oranı yüksek bireylerde PAPE yanıtının daha belirgin olduğu görülmektedir. Aksine, kuvvet seviyesi düşük ve direnç antrenmanı tecrübesi olmayan bireylerde yüksek şiddetli ve yüksek hacimli kondisyon aktiviteleri akut performans olumsuz etkileyebilmektedir. Bu nedenle, PAPE protokolleri kişiye özgü bir şekilde tasarlanmalıdır.

PAPE'yi optimize eden en önemli değişkenlerden birisi, kondisyon aktivitesi uygulamasından sonraki toparlanma süresidir. Yapılan çalışmalar, kondisyon aktivitesinin ardından elde edilen akut performans artışının, yorgunluk ile potansiyalizasyon arasındaki dengeye bağlı olduğunu ve bu dengenin de bireyler arasında büyük değişiklikler gösterebildiğini belirtmektedir. Dolayısıyla, bireyin kuvvet seviyesi ve uygulanan yüklenme şiddetine göre bireyselleştirilmiş toparlanma süresi kullanımı tavsiye edilmektedir.

Set sayısı ve yüklenme şiddeti ile ilgili bulgular değerlendirildiğinde, kuvvet seviyesi düşük bireylerde orta şiddetli ve kontrollü hacimli, kuvvet seviyesi yüksek bireylerde ise yüksek şiddetli ve düşük hacimli kondisyon aktivitelerinin daha etkili olduğu görülmektedir. Dolayısıyla PAPE protokolü tasarlanırken yalnızca şiddet değil, toplam set sayısı da göz önünde bulundurulmalıdır.

Kasılma tipi açısından bulgular incelendiğinde, dinamik kasılmadan (konsantrik ve eksantrik) oluşan kondisyon aktivitelerinin, izometrik kasılmadan oluşan kondisyon aktivitelerine kıyasla PAPE yanıtını optimize etmede daha etkili olduğu görülmektedir. Ayrıca yalnızca eksantrik kasımlara dayalı kondisyon aktivitelerinin ise yalnızca supramaksimal yük kullanıldığında etkili olduğu ortaya koyulmuştur.

Egzersiz seçimi bağlamında, kondisyon aktivitesi ve hedeflenen performans çıktısı arasındaki biyomekanik ve nöromusküler özgüllüğün PAPE'nin başarısını doğrudan etkilediği görülmektedir. Pliometrik ve balistik kondisyon aktiviteleri, daha kısa toparlanma süreleriyle PAPE'yi tetiklemesinden dolayı zaman sınırlılığı olan antrenman veya müsabaka öncesindeki uygulamalarda pratik avantajlar sunabilir. Bunun yanı sıra, düşük yüklerle uygulanan kan akışı kısıtlama temelli kondisyon aktiviteleri, rehabilitasyon sürecindeki sporcular ve yüksek mekanik yükleri tolere edemeyecek bireyler için bir alternatif olarak değerlendirilebilir.

#### 4. Uygulamaya Yönelik Öneriler

- PAPE protokolleri bireyin direnç antrenmanı geçmişi ve kuvvet seviyesi göz önünde bulundurularak planlanmalıdır.
- Deneyimsiz bireylerde, orta şiddetli-sınırlı hacimli protokoller, kuvvetli bireylerde ise, yüksek şiddetli-düşük hacimli protokoller tercih edilmelidir.
- Kondisyon aktivitesindeki sonraki toparlanma süresi, sabit tutulmamalı; bireyin toparlanma kapasitesine göre ayarlanmalıdır.
- Optimal bir PAPE yanıtı ortaya çıkarabilmek için dinamik kondisyon aktiviteleri, izometrik kondisyon aktivitelerine kıyasla öncelikli tercih olarak düşünülmelidir.
- Kondisyon aktivitesi ile performans testi arasında hareket özgüllüğü sağlanmalıdır.
- Zaman sınırlılığı olan durumlarda pliometrik ve balistik egzersizler; düşük yük gereksinimi olan durumlarda ise kan akışı kısıtlama temelli kondisyon aktiviteleri tercih edilebilir.

Sonuç olarak, PAPE protokolleri uygun şekilde planlandığında antrenman ve müsabaka öncesinde performansı arttırmaya yönelik etkili bir strateji sunmaktadır. Ancak optimal PAPE yanıtının elde edilebilmesi için protokollerin kanıta dayalı olarak bireyselleştirilmesi ve uygulama sürecinin dikkatle yönetilmesi gerekmektedir.

## 5. Kaynakça

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, S. P., Halkjaer-Kristensen, J., & Dyhre-Poulsen, P. (2000). Neural inhibition during maximal eccentric and concentric quadriceps contraction: Effects of resistance training. *Journal of Applied Physiology*, *89*(6), 2249–2257. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.89.6.2249>
- Abade, E., Brito, J., Gonçalves, B., Saura, L., Coutinho, D., & Sampaio, J. (2023). Using deadlifts as a post-activation performance enhancement strategy in warm-ups in football. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *37*(9), 1821–1827. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004485>
- Behm, D. G., Button, D. C., Barbour, G., Butt, J. C., & Young, W. B. (2004). Conflicting effects of fatigue and potentiation on voluntary force. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *18*(2), 365–372. <https://doi.org/10.1519/R-12982.1>
- Blazevich, A. J., & Babault, N. (2019). Post-activation potentiation versus post-activation performance enhancement in humans: Historical perspective, underlying mechanisms, and current issues. *Frontiers in Physiology*, *10*, 1359. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01359>
- Boullosa, D. (2021). Post-activation performance enhancement strategies in sport: A brief review for practitioners. *Human Movement*, *22*(3), 101–109. <https://doi.org/10.5114/hm.2021.103280>
- Chen, Y., Su, Q., Yang, J., Li, G., Zhang, S., Lv, Y., & Yu, L. (2023). Effects of rest interval and training intensity on jumping performance: A systematic review and meta-analysis investigating post-activation performance enhancement. *Frontiers in Physiology*, *14*, 1202789. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1202789>
- Chiu, L. Z., Fry, A. C., Weiss, L. W., Schilling, B. K., Brown, L. E., & Smith, S. L. (2003). Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *17*(4), 671–677. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2003\)017<0671:PPRIAA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2003)017<0671:PPRIAA>2.0.CO;2)
- Cuenca-Fernández, F., López-Contreras, G., & Arellano, R. (2015). Effect on swimming start performance of two types of activation protocols: Lunge and YoYo squat. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *29*(3), 647–655. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000696>
- Cuenca-Fernández, F., Smith, I. C., Jordan, M. J., MacIntosh, B. R., López-Contreras, G., Arellano, R., & Herzog, W. (2017). Nonlocalized post-activation performance enhancement (PAPE) effects in trained athletes: A pilot study. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, *42*(10), 1122–1125. <https://doi.org/10.1139/apnm-2017-0217>

- Dello Iacono, A., Martone, D., & Padulo, J. (2016). Acute effects of drop-jump protocols on explosive performances of elite handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(11), 3122–3133. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001393>
- Dello Iacono, A., Padulo, J., Eliakim, A., Gottlieb, R., Barelli, R., & Meckel, Y. (2016). Post-activation potentiation effects on vertical and horizontal explosive performances of young handball and basketball athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(12), 1455–1464.
- do Carmo, E. C., De Souza, E. O., Roschel, H., Kobal, R., Ramos, H., Gil, S., & Tricoli, V. (2021). Self-selected rest interval improves vertical jump postactivation potentiation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(1), 91–96. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002519>
- Dobbs, W. C., Toluoso, D. V., Fedewa, M. V., & Esco, M. R. (2019). Effect of postactivation potentiation on explosive vertical jump: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(7), 2009–2018. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002750>
- Finlay, M. J., Bridge, C. A., Greig, M., & Page, R. M. (2022). Upper-body post-activation performance enhancement for athletic performance: A systematic review with meta-analysis and recommendations for future research. *Sports Medicine*, 52(4), 847–871. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01598-4>
- Garbisu-Hualde, A., Gutierrez, L., & Santos-Concejero, J. (2023). Post-activation performance enhancement as a strategy to improve bench press performance to volitional failure. *Journal of Human Kinetics*, 87, 199–206. <https://doi.org/10.5114/jhk/162958>
- Garbisu-Hualde, A., & Santos-Concejero, J. (2021). Post-activation potentiation in strength training: A systematic review of the scientific literature. *Journal of Human Kinetics*, 78, 141–150. <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0034>
- Gautam, A., Singh, P., & Varghese, V. (2024). Effects of postactivation potentiation enhancement on sprint and change-of-direction performance in athletes: A systematic review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 39, 243–250. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2024.02.006>
- Goła, A., Wilk, M., Stastny, P., Maszczyk, A., Pajerska, K., & Zajac, A. (2017). Optimizing half squat postactivation potential load in squat jump training for eliciting relative maximal power in ski jumpers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(11), 3010–3017. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001917>
- Grgic, J. (2021). Effects of caffeine on resistance exercise: A review of recent research. *Sports Medicine*, 51(11), 2281–2298. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01521-x>

- Jarosz, J., Gawel, D., Grycmann, P., Aschenbrenner, P., Spieszny, M., Wilk, M., & Krzysztolik, M. (2025). How repeatable is PAPE effect: The impact of in-season isometric squat activation on countermovement jump performance enhancement in national level soccer players. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 17(1), 115. <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01148-9>
- Krzysztolik, M., Wilk, M., Filip, A., Zmijewski, P., Zajac, A., & Tufano, J. J. (2020). Can post-activation performance enhancement (PAPE) improve resistance training volume during the bench press exercise? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7), 2554. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072554>
- Krzysztolik, M., Wilk, M., Golas, A., Lockie, R. G., Maszczyk, A., & Zajac, A. (2020). Does eccentric-only and concentric-only activation increase power output? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(2), 484–489. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002131>
- Krzysztolik, M., Wilk, M., Lockie, R. G., Golas, A., Zajac, A., & Bogdanis, G. C. (2022). Postactivation performance enhancement of concentric bench press throw after eccentric-only conditioning exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(8), 2077–2081. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003802>
- Liu, H., Jiang, L., & Wang, J. (2024). The effects of blood flow restriction training on post-activation potentiation and upper limb muscle activation: A meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 15, 1395283. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1395283>
- Lowery, R. P., Duncan, N. M., Loenneke, J. P., Sikorski, E. M., Naimo, M. A., Brown, L. E., Wilson, F. G., & Wilson, J. M. (2012). The effects of potentiating stimuli intensity under varying rest periods on vertical jump performance and power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(12), 3320–3325. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318270fc56>
- Maloney, S. J., Turner, A. N., & Fletcher, I. M. (2014). Ballistic exercise as a pre-activation stimulus: A review of the literature and practical applications. *Sports Medicine*, 44(10), 1347–1359. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0214-6>
- Marshall, J., Turner, A. N., Jarvis, P. T., Maloney, S. J., Cree, J. A., & Bishop, C. J. (2019). Postactivation potentiation and change of direction speed in elite academy rugby players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(6), 1551–1556. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001834>
- Masamoto, N., Larson, R., Gates, T., & Faigenbaum, A. (2003). Acute effects of plyometric exercise on maximum squat performance in male athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(1), 68–71. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2003\)017<0068:AEOP EO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2003)017<0068:AEOP EO>2.0.CO;2)

- McGowan, C. J., Pyne, D. B., Thompson, K. G., & Rattray, B. (2015). Warm-up strategies for sport and exercise: Mechanisms and applications. *Sports Medicine*, 45(11), 1523–1546. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0376-x>
- Mitchell, C. J., & Sale, D. G. (2011). Enhancement of jump performance after a 5-RM squat is associated with postactivation potentiation. *European Journal of Applied Physiology*, 111(8), 1957–1963. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1823-x>
- Bullock, N., & Comfort, P. (2011). An investigation into the acute effects of depth jumps on maximal strength performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(11), 3137–3141. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318212e224>
- Poulos, N., Chaouachi, A., Buchheit, M., Slimani, D., Haff, G. G., & Newton, R. U. (2018). Complex training and countermovement jump performance across multiple sets: Effect of back squat intensity. *Kinesiology*, 50(1), 75–89.
- Olsen, O. R., Bojsen-Møller, J., & Aagaard, P. (2025). Post-activation performance enhancement in strength and power sports: A narrative review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 35(11), e70162. <https://doi.org/10.1111/sms.70162>
- Owoeye, O. B., Akinbo, S. R., Tella, B. A., & Olawale, O. A. (2014). Efficacy of the FIFA 11+ warm-up programme in male youth football: A cluster randomised controlled trial. *Journal of Sports Science & Medicine*, 13(2), 321–328.
- Petisco, C., Ramirez-Campillo, R., Hernández, D., Gonzalo-Skok, O., Nakamura, F. Y., & Sanchez-Sanchez, J. (2019). Post-activation potentiation: Effects of different conditioning intensities on measures of physical fitness in male young professional soccer players. *Frontiers in Psychology*, 10, 1167. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01167>
- Pojksic, H., Zombra, Ž., Washif, J. A., & Pagaduan, J. (2023). Acute effects of loaded and unloaded whole-body vibration on vertical jump performance in karate athletes. *Journal of Human Kinetics*, 92, 203–212. <https://doi.org/10.5114/jhk/172637>
- Rassier, D. E., & Macintosh, B. R. (2000). Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 33(5), 499–508. <https://doi.org/10.1590/S0100-879X2000000500003>
- Robbins, D. W., & Docherty, D. (2005). Effect of loading on enhancement of power performance over three consecutive trials. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 898–902. <https://doi.org/10.1519/R-15634.1>

- Sale, D. G. (2002). Postactivation potentiation: Role in human performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 30(3), 138–143. <https://doi.org/10.1097/00003677-200207000-00008>
- Sanchez-Sanchez, J., Rodriguez, A., Petisco, C., Ramirez-Campillo, R., Martínez, C., & Nakamura, F. Y. (2018). Effects of different post-activation potentiation warm-ups on repeated sprint ability in soccer players from different competitive levels. *Journal of Human Kinetics*, 61, 189–197. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0131>
- 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. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182a73ea3>
- 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. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0415-7>
- Seitz, L. B., Mina, M. A., & Haff, G. G. (2016). Postactivation potentiation of horizontal jump performance across multiple sets of a contrast protocol. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(10), 2733–2740. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001383>
- Suchomel, T. J., Sato, K., DeWeese, B. H., Ebben, W. P., & Stone, M. H. (2016). Potentiation following ballistic and nonballistic complexes: The effect of strength level. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(7), 1825–1833. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001288>
- Tian, H., Li, H., Liu, H., Huang, L., Wang, Z., Feng, S., & Peng, L. (2022). Can blood flow restriction training benefit post-activation potentiation? A systematic review of controlled trials. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19), 11954. <https://doi.org/10.3390/ijerph191911954>
- 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. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939020-00004>
- Tsoukos, A., Bogdanis, G. C., Terzis, G., & Veligekas, P. (2016). Acute improvement of vertical jump performance after isometric squats depends on knee angle and vertical jumping ability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(8), 2250–2257. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001328>
- 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), 82–87.



- Wilcox, J., Larson, R., Brochu, K. M., & Faigenbaum, A. D. (2006). Acute explosive-force movements enhance bench-press performance in athletic men. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1(3), 261–269. <https://doi.org/10.1123/ijsp.1.3.261>
- Wilson, J. M., Duncan, N. M., Marin, P. J., Brown, L. E., Loenneke, J. P., Wilson, S. M., Jo, E., Lowery, R. P., & Ugrinowitsch, C. (2013). Meta-analysis of postactivation potentiation and power: Effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(3), 854–859. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825c2bdb>
- Xu, K., Blazeovich, A. J., Boulosa, D., Ramirez-Campillo, R., Yin, M., Zhong, Y., Tian, Y., Finlay, M., Byrne, P. J., Cuenca-Fernández, F., & Wang, R. (2025). Optimizing post-activation performance enhancement in athletic tasks: A systematic review with meta-analysis for prescription variables and research methods. *Sports Medicine*, 55(4), 977–1008. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02170-6>