

Elit Futbolcularda Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Akut Performans Çıktılarına Etkisi: Sistematiik Derleme

Akan Bayrakdar¹

Bahadır Altay²

Özet

Bu sistematiik derlemenin amacı aktivasyon sonrası potansiyasyon (PAP) protokollerinin elit futbolcularda sprint, sıçrama ve çeviklik gibi akut performans çıktıları üzerindeki etkilerini incelemektir. Çalışma, PRISMA yönergelerine uygun olarak yürütölmüş; 2010–2025 yılları arasında yayımlanan deneysel çalışmalar PubMed, Scopus, Web of Science ve Google akademik veri tabanlarında taranmıştır. Dahil edilme kriterleri yalnızca elit futbolcularda uygulanmış PAP protokollerini ve akut performans ölçümlerini raporlayan çalışmaları kapsamıştır. Derleme bulguları, uygun yüklenme şiddeti ve yeterli toparlanma aralığıyla uygulanan PAP protokollerinin özellikle kısa mesafe sprint, dikey sıçrama ve yön değıştirme performanslarında kısa süreli fakat anlamlı gelişmeler sağladığını göstermektedir. Bununla birlikte, etki büyüklüğü kullanılan egzersizin türüne, sporcuların antrenman geçmişine ve uygulama–test arasındaki sürelele bağılı olarak değışkenlik göstermektedir. Sonuç olarak, PAP protokollerinin elit futbolcularda akut performansı artırma potansiyeli güçlüdür; ancak en etkili uygulama parametrelerinin belirlenebilmesi için farklı yaş gruplarında, pozisyonlarda ve sezon dönemlerinde daha fazla kontrollü araştırmaya ihtiyaç vardır.

- 1 Doç. Dr., Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, akan.bayrakdar@alanya.edu.tr
<https://orcid.org/0000-0002-3217-0253>
- 2 Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Spor Bilimleri Faköltesi, bahadir@mu.edu.tr
0000-0002-2532-2140

Giriş

Futbol yüksek yoğunluklu sprintler, ani yön değişiklikleri, sıçramalar ve patlayıcı güç gerektiren tekrarlarla karakterize edilen ve nöromusküler kapasitenin etkin kullanımını zorunlu kılan bir takım sporudur (Stølen et al., 2005; Atıcı & Bayrakdar, 2025). Modern futbolda oyunun temposunun artması ve yüksek şiddetli sprint sayısının çoğalması, performansı destekleyici ısınma stratejilerinin önemini artırmıştır (Filter et al., 2023). Bu bağlamda post-aktivasyon performans artışı (-activation potentiation; PAP), elit sporcularda akut performans çıktılarının geliştirilmesi açısından dikkat çekici bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. PAP veya aktivasyon sonrası performans artışı (PAPE) önceki kas kasılmaları nedeniyle kas performansını önemli ölçüde artıran fizyolojik bir olgudur (Şener vd., 2025). PAP, tipik olarak, ağır direnç antrenmanı gibi belirli bir koşullandırma uyarısını takiben iskelet kaslarında zaman içinde meydana gelen kas kasılma kuvvetindeki artışı ifade eder. Hızlandırılmış sinir iletim hızı, artan kas aktivasyonu ve artan kas lifi kasılma hızı ve kuvveti ile karakterize olup, uzun mesafe koşusu, atlama veya sprint gibi aktivitelerde patlayıcı performansı iyileştirir (Golas vd., 2016; Boulossa & Tuimil, 2009). PAPE yoğun bir kas aktivasyonunu takiben birkaç dakika içerisinde sprint, sıçrama veya çeviklik performansında ortaya çıkan kısa süreli gelişimi tanımlayan bir kavramdır (Blazeovich & Babault, 2019). Geleneksel PAP yaklaşımının aksine PAPE; twitch özellikleri yerine saha performansını ön planda tutar ve özellikle rekabetçi sporcularda ısınma protokollerine uygulanabilirliği nedeniyle tercih edilmektedir (Tillin & Bishop, 2009).

Pratik uygulamalarda PAP, özellikle sporcuların sıçrama ve sprint yeteneklerini geliştirmek amacıyla basketbol, futbol ve ragbi gibi patlayıcı sporlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Sprint yeteneği, kısa bir süre içinde hızlı koşma yeteneğini ifade eder. Sprint, kas gücünü en üst düzeye çıkarmayı ve maksimum hıza hızla ulaşmayı amaçlar. Sprint yeteneği, sporcuların belirli sporlarda mükemmel sonuçlar elde etmelerini sağlamak için çok önemlidir. Sporcular, futbol, basketbol ve ragbi gibi rekabetçi takım sporlarında, hücum veya savunma hedeflerine ulaşmak için genellikle birden fazla maksimal veya submaksimal yoğunlukta sprint yaparlar (Sun vd., 2025). Profesyonel futbol maçlarında gol atmadan önce en sık yapılan hareketin doğrusal sprint olduğunu ve daha hızlı futbolcuların, top için mücadele ederken veya gol fırsatları yakalarken olduğu gibi kritik oyun durumlarında kendilerini daha hızlı yeniden konumlandırabildiklerini göstermiştir (Faude vd., 2012).

Futbolcularda yüksek nöromusküler yetkinlik, bu tür bir performans artışının daha hızlı ve belirgin ortaya çıkmasına katkı sağlayabilmektedir (Seitz & Haff, 2016). Ancak PAPE'nin etkisi uygulanan egzersizin tipi, yüklenme

şiddeti, toparlanma süresi, sporcuların antrenman geçmişi ve bireysel nöromüsküler yanıtlar gibi birçok değişkenden etkilenmektedir (Dobbs et al., 2019). Bu nedenle literatürde farklı protokollerle gerçekleştirilen çalışmalar arasında sonuçların tutarlı olmadığı görülmektedir. Özellikle sprint ve yön değiştirme gibi futbola özgü performans bileşenlerinde PAPE'nin hangi koşullar altında daha etkili olduğuna ilişkin kesin bir uzlaş henüz sağlanamamıştır (Gouvêa et al., 2013). Bu durum, mevcut bulguların sistematik biçimde derlenmesini gerektirmektedir.

Son yıllarda elit futbolcularda PAPE uygulamalarına yönelik araştırmalar artmakla birlikte, çalışmalarda kullanılan yöntemler ve uygulama parametreleri büyük çeşitlilik göstermektedir. Bu nedenle literatürün disiplinli biçimde incelenmesi PAPE protokollerinin futbol performansını geliştirmeye yönelik en etkili biçimde nasıl uygulanabileceğine ışık tutacak önemli bilgiler sağlayacaktır.

Yöntem

Araştırma Tasarımı

Bu çalışma elit futbolcularda PAP protokollerinin akut performans çıktıları üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlayan sistematik bir derleme olarak tasarlanmıştır. Derleme süreci PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) yönergelerine uygun şekilde yürütülmüştür (Moher vd., 2010). Araştırma sorusu, popülasyon–müdahale–karşılaştırma–sonuç (PICO) çerçevesi kullanılarak yapılandırılmıştır.

- Popülasyon (P): Elit veya profesyonel futbolcular
- Müdahale (I): PAP protokolleri (yüksek yoğunluklu aktivasyon → kısa süreli performans testi)
- Karşılaştırma (C): Kontrol koşulları, geleneksel ısınma veya ön-test–son-test karşılaştırmaları
- Sonuç (O): Sprint, sıçrama, çeviklik, reaktif güç gibi akut performans çıktıları

Veri Tabanları ve Arama Stratejisi

Literatür taraması, 2010–2025 yılları arasını kapsayacak şekilde PubMed, Scopus ve Web of Science Core Collection veri tabanlarında sistematik olarak yürütülmüştür. Alan yazının güncelliğini artırmak amacıyla Google Scholar üzerinde ek taramalar yapılmış ve ayrıca gri literatür kapsamında spor bilimleri alanındaki ulusal ve uluslararası kongre bildirileri incelenmiştir. Arama süreci Boolean ifadeleri kullanılarak yapılandırılmıştır: (“post-activation

performance enhancement” OR “PAPE” OR “post activation potentiation”) AND (“soccer” OR “football”) AND (“elite” OR “professional”) AND (“sprint” OR “jump” OR “agility” OR “performance”). Bu arama kombinasyonları başlık, özet ve anahtar kelime düzeyinde uygulanmış; kapsamın mümkün olduğunca geniş tutulması amacıyla herhangi bir dil kısıtlaması getirilmemiştir.

Dahil Edilme ve Dışlanma Kriterleri

Bu derlemeye dâhil edilecek çalışmaların seçiminde belirli ölçütler benimsenmiştir. Buna göre araştırma örnekleminin elit ve profesyonel düzey futbolculardan oluşması, uygulanan protokollerin bir PAP yaklaşımını içermesi (yüksek yoğunluklu aktivasyonun ardından gerçekleştirilen akut performans testi) ve sprint, sıçrama, çeviklik veya yön değiştirme gibi akut performans çıktılarının raporlanması temel kriterler olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışmaların deneysel ya da yarı deneysel bir tasarıma sahip olması, tam metin erişiminin mümkün olması ve 2010–2025 yılları arasında yayımlanmış olması gerekmektedir. Bu kapsam dışında kalan araştırmalar ise dışlanmıştır. Elit olmayan amatör sporcularda yürütülen çalışmalar, yalnızca PAP’ın mekanistik twitch yanıtlarına odaklanan biyomekanik araştırmalar, aktivasyon ile performans testi arasındaki zaman aralığını net tanımlamayan çalışmalar, derleme, yorum yazısı ve vaka raporu niteliğindeki yayınlar ile aynı çalışmanın çoğaltılmış veya yalnızca konferans özeti olarak sunulmuş versiyonları inceleme kapsamı dışında bırakılmıştır.

Bu sistematik derleme kapsamında yürütülen literatür taramasında toplam 612 çalışma belirlenmiştir (PubMed: 143, Scopus: 221, Web of Science: 168, Google Scholar ek kayıt: 80). Yapılan ilk incelemede 172 tekrar kayıt çıkarılarak 440 çalışma değerlendirmeye alınmıştır. Başlık ve özet taramasının ardından, PAPE dışı mekanistik PAP araştırmaları, amatör sporcu örneklemeleri ve konu ile ilgisi sınırlı çalışmaların elenmesi sonucunda 362 çalışma dışlanmıştır. Kalan 78 tam metin makale ayrıntılı biçimde incelenmiş ve bu aşamada toplam 62 çalışma çeşitli nedenlerle değerlendirme dışı bırakılmıştır. Bu dışlama nedenleri arasında elit futbolcu örnekleme içermeme ($n=24$), PAPE protokolü uygulanmamış olması ($n=15$), akut performans çıktılarının raporlanmaması ($n=11$), metodolojik yetersizlik veya eksik veri ($n=7$) ve yalnızca kongre özeti olup tam metne ulaşılamaması ($n=5$) yer almaktadır. Tüm bu aşamaların ardından, dahil edilme kriterlerini eksiksiz karşılayan 16 çalışma nihai sentezde yer almıştır.

Çalışma Seçim Süreci

Çalışma seçim süreci tek bir araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Belirlenen dahil edilme ve dışlanma kriterleri doğrultusunda tüm başlık,

özet ve tam metin değerlendirmeleri araştırmacı tarafından bağımsız olarak gerçekleştirilmiş, uygun bulunan çalışmalar sistematik incelemeye alınmıştır. Tek araştırmacı yaklaşımı nedeniyle seçim sürecinde herhangi bir araştırmacılar arası uyum analizi yapılmamış olmakla birlikte, değerlendirmede objektifliği artırmak amacıyla tüm kararlar önceden belirlenen kriterlere bağlı kalınarak verilmiştir.

Veri Çekme

Dahil edilen her çalışma için sistematik bir veri formu kullanılarak yazar ve yıl bilgisi, ülke ve örneklem özellikleri, futbolculuk seviyesi (elit, profesyonel vb.), uygulanan PAP protokolünün türü (yüklenme parametreleri, egzersiz tipi, şiddet, set-tekrar sayıları), toparlanma süresi, kullanılan performans testleri, ana bulgular, raporlanan etki büyüklükleri ve uygulama parametreleri ile performans çıktıları arasındaki ilişkiler ayrıntılı şekilde kaydedilmiştir. Veri çekme süreci iki araştırmacı tarafından bağımsız biçimde yürütülmüş ve ortaya çıkan uyuşmazlıklar tartışma yoluyla uzlaşya varılarak çözülmüştür.

Metodolojik Kalite Değerlendirmesi

Dahil edilen çalışmaların metodolojik kalitesi, spor bilimleri alanında yaygın kullanılan PEDro Scale veya Joanna Briggs Institute (JBI) Critical Appraisal Checklist kriterleri doğrultusunda değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme kapsamında rastgele atama durumu, körleme uygulamaları, grupların başlangıçta benzerliği, yüklenme parametrelerinin açıklığı, sonuç ölçümlerinin güvenilirliği, eksik veri yönetiminin uygunluğu ve kullanılan istatistiksel analizlerin yeterliliği dikkate alınmıştır. Elde edilen toplam puanlara göre çalışmalar zayıf (0–3), orta (4–6) ve yüksek (7–10) metodolojik kalite kategorilerine ayrılmıştır.

Verilerin Sentezi

Çalışmalar arasında kullanılan PAPE protokolleri, yüklenme şiddetleri, toparlanma süreleri ve performans ölçüm yöntemlerinde anlamlı heterojenlik bulunması nedeniyle nicel meta-analiz yapılmamış; bunun yerine naratif sentez yaklaşımı tercih edilmiştir. Bulgular sprint performansı, sıçrama performansı, çeviklik ve yön değiştirme testi sonuçları, reaktif güç çıktıları ile toparlanma süresi ve protokol dozajına ilişkin temalar altında sistematik şekilde düzenlenmiştir. Çalışmalar arasındaki farklılıkların karşılaştırılmasında raporlanan Cohen's d değerleri, yüzdelik değişim oranları ve istatistiksel anlamlılık düzeyleri kullanılmış; sonuçlar bütüncül bir teorik çerçevede yorumlanarak PAP'ın elit futbolculardaki akut performans etkilerine ilişkin eğilimler ortaya konmuştur.

Bulgular

Tablo 1. Elit Futbolcularda PAPE Protokollerinin Performans Üzerindeki Akut ve Kronik Etkilerini İnceleyen Çalışmaların Özeti

Yazar, Yıl	N	Hipotez	Yöntem (Kısa)	Bulgular (Kısa)	Sonuç (Öz)
Till & Cooke, 2009	N=12	PAP'ın sprint ve sıçramayı artırması beklenir	4 ısınma: kontrol, deadlift, tuck jump, izometrik KE → 10–20 m sprint + VJ	Grup düzeyinde fark yok; bireysel yanıtlar çok değişken	PAP tamamen bireysel; standart protokoller herkeste etki yaratmaz
Needham et al., 2009	N=20	Dinamik + direnç eklemenin PAP'ı artıracağı	SS, DS, DSR (dinamik + squat). CMJ, 10–20 m sprint	DSR ve DS, SS'den daha iyi; DSR en yüksek performans	Dinamik ve özellikle direnç içeren ısınma PAP etkisini artırır
Fletcher & Monte-Colombo, 2010	N=27	Dinamik esnemenin statik esnemeden üstün olması	WU, statik + WU, dinamik + WU; CMJ, sprint, çeviklik	Statik germe en düşük performans; dinamik en iyi sprint	Statik germe önerilmez; dinamik ısınma performansı artırır
Gelen, 2010	N=26	Statik germe azaltır; dinamik artırır	Koşu, koşu+statik, koşu+dinamik, kombinasyon	Statik düşürdü; dinamik geliştirdi, kombinasyon nötr	Statik germe sporda olumsuz; dinamik egzersiz önerilir
Alves et al., 2010	N=23	Kompleks/kontrast çalışmanın kronik PAP etkisiyle performansı geliştirmesi	6 haftalık CCT (1x/hafta, 2x/hafta, kontrol)	Sprint ve CMJ gelişti; kontrolde değişim yok	CCT, güç-hız performansını etkili biçimde artırır
Requena et al., 2011	N=14	Twitch-PAP ile sprint/sıçrama ilişkisi	10 sn MVC → twitch ölçümleri + sprint/CMJ	PAP büyüklüğü sprint ve sıçramayla güçlü ilişkili	Twitch-PAP elit futbolcularda performansı belirleyen önemli parametredir
Mola et al., 2014	N=22	3RM squat sonrası PAP etkisinin 8–12. dakikada zirvede olması	Deney: 3RM squat; kontrol: dinlenme; CMJ 4–20. dk	Grup farkı yok; bireysel PAP yanıtı farklılık gösterdi	3RM sonrası PAP kişiye özgü; herkeste aynı tepki oluşmaz
Burtifant & Hrysomallis (2015)	N=12	BandSquat'ın ağır squat kadar etkili olacağı; ikisinin de statik germeden üstün olacağı.	3 protokol: BBSquat, BandSquat, statik germe. Güç çıktısı ısınma öncesi, 5. ve 10. dakikalarda ölçüldü.	BandSquat ve BBSquat güç artışı sağladı; aralarında fark yok. Statik germe güç düşürdü.	BandSquat, güç artırmada BBSquat kadar etkili; statik germe performansı azaltır.
Titton & Franchini (2017)	N=25	Yüksek squat yüklerinin ve 5–7 dk toparlanmanın daha güçlü PAP oluşturmağı.	%40–100 1RM squat; 1, 3, 5, 10 dk toparlanma sonrası CMJ ölçüldü.	Yük yükünlüğü fark yaratmadı. 1 dk toparlanma en yüksek CMJ artışını sağladı. 10 dk en düşük performans.	Futbolcularda PAP için optimum toparlanma süresi ~1 dakikadır; yük yoğunluğundan bağımsız.

Abade et al. (2017)	N=22	PLY atlamayı artırır; RCOD sprintini artırır, ECC performansını düşürür.	4 gün: WU → pasif (CON) veya ECC, PLY, RCOD protokolleri; CMJ ve sprint testleri WU sonrası ve 12. dk'da.	RCOD ve PLY atlama ve sprinti geliştirdi. ECC CMJ performansını azalttı.	Maç öncesi eksantrik yüklenme zararlı olabilir; PLY ve RCOD performansını koruma/iyileştirmede etkilidir.
Dello Iacono & Seitz (2018)	N=18	İki PAP protokolünün sprinti artıracığı.	%85 1RM PAP ve optimum güç PAP; sprint (5–10–20 m) 15 sn, 4 dk, 8 dk sonra ölçüm.	15 sn'de sprint bozuldu; 4–8 dk'da iki protokol de sprinti geliştirdi. Optimum güç protokolü daha etkiliydi.	Sprint için 4–8 dk toparlanma idealdir; optimum güç PAP daha büyük iyileşme sağlar.
Guerra Jr. et al. (2018)	N=12	PAP + kafein → daha büyük CMJ artışı.	Çift kör; kafein (5 mg/kg) veya plasebo + pliometrik ve kızak çekme; CMJ T1–T3–T5 ölçümü.	PAP + kafein tüm zamanlarda CMJ'yi artırdı; kafein etkisi plaseboyu geçti.	Kafein, PAP kaynaklı CMJ artışı güçlendirir; performansı maksimize eder.
Petisco et al. (2019)	N=10	Farklı ısınma yoğunluklarının PAP etkisini karşılaştırmak.	Kontrol WU vs %60–80–100 1RM half-squat; H3J, SJ, CMJ, COD, RSCOD, 30 m sprint testleri.	%80 1RM çoğu parametreyi iyileştirdi; %60 ve %100 1RM bazı performanslarda düşüşe yol açtı.	Orta yoğunluk (%80 1RM) en optimal PAP yanıtını üretir; sprint ve COD performansını artırır.
Godwin et al. (2021)	N=27	Eksantrik yük (%20–40 BM) ile CMJ performansının artacağı.	CON vs AEL20 vs AEL40; 10 dk WU + 3 dk dinlenme sonrası CMJ testi.	CMJ yükseklığı değişmedi; ancak AEL20 ve AEL40 tepe gücü kontrol grubundan yüksekti.	%20–40 BM AEL, CMJ yükseklığını değiştirmese de tepe gücü artırır; güç geliştirme için uygundur.
Kökütlü ve diğerleri (2022)	N=12	%90 1RM sonrası 3–4 dk toparlanmanın PAP etkisini artıracığı	%90 1RM yarı squat; 1, 2, 3, 4 dk toparlanma → CMJ + 10 m + 30 m sprint testleri	4. dakikada CMJ, 10 m, 30 m sprint anlamı gelişti; kas aktivitesi en yüksek R4'te	En etkili PAP toparlanma süresi 4 dakikadır; ağır yük + yeterli toparlanma PAP'ı artırır
Guerra Jr. Ve diğerleri (2022)	N=24	PAP, CMJ'yi artırır; yüksek fitness düzeyi daha güçlü PAP yaratır	Pliometrik + kızak çekme; CA öncesi ve 1, 3, 5 dk sonra CMJ ölçümü; sporcular fitness düzeyine göre iki gruba ayrıldı	CMJ tüm zamanlarda arttı; yüksek fitness grubunda PAP daha büyük (özellikle 5. dk'da)	Fitness seviyesi PAP yanıtını belirgin şekilde etkiler; yüksek kondisyonlu sporcular daha güçlü PAP gösterir

PAPe: Post-Activation Performance Enhancement; KE: Knee Extension; VJ: Vertical Jump; CMJ: Countermovement Jump; SS: Static Stretching; DS: Dynamic Stretching; DSR: Dynamic Stretching + Resistance; WU: Warm-Up; CCT: Complex Constrict Training; MVC: Maximal Voluntary Contraction; 3RM: Three Repetition Maximum; BBSquat: Back Barbell Squat; RCOD: Repeated Change of Direction; ECC: Eccentric Loading; AEL: Accentuated Eccentric Loading; AEL20/AEL40: Vücut ağırlığının %20–40'a kadar eksantrik yüklenme; COD: Change of Direction; RSCOD: Repeated Sprint Change of Direction; H3J: Hop 3 Jumps; SJ: Squat Jump; BM: Body Mass; CA: Conditioning Activity.

Tablo 1'deki çalışmalar bütüncül olarak incelendiğinde, ön-aktivasyon temelli yüklemelerin futbolda sprint ve sıçrama performansı üzerindeki etkilerinin belirgin biçimde protokol türüne, toparlanma süresine, yük yoğunluğuna ve özellikle bireysel sporcu özelliklerine bağlı olduğu görülmektedir. İlk olarak Till ve Cooke (2009), PAP'ın grup düzeyinde anlamlı sonuçlar vermediğini ancak bireysel yanıtların büyük değişkenlik gösterdiğini bildirerek PAP araştırmalarının en temel mesajlarından birini ortaya koymuştur: PAP evrensel bir tepki değil, sporcuya özgü bir performans fenomenidir. Benzer biçimde Mola ve arkadaşları (2014) da 3RM squat sonrasında bazı sporcuların PAP geliştirirken bazılarının hiç yanıt vermediğini göstermiştir; bu durum PAP'ın "responder–non-responder" ayrımının güçlü şekilde var olduğunu doğrular. Isınma protokollerinin niteliğine ilişkin bulgular ise daha tutarlı bir örüntü sunmaktadır. Statik germenin sürekli olarak performansı olumsuz etkilediği ve PAP yanıtını baskıladığı, hem Fletcher ve Monte-Colombo (2010) hem de Gelen (2010) tarafından net biçimde ortaya konmuştur. Buna karşılık dinamik ısınmanın ve özellikle dinamik + direnç temelli protokollerin sprint ve sıçrama performansını anlamlı biçimde artırdığı Needham ve diğerleri (2009) ve Alves ve arkadaşlarının (2010) bulgularıyla desteklenmektedir. Bu sonuçlar, PAP'ın ilk basamağının etkili bir nöromüsküler aktivasyon seviyesi yaratmak olduğunu ve statik germe gibi pasif yöntemlerin bu süreci sekteye uğrattığını göstermektedir. Yüklenme yoğunluğu ve toparlanma süresine ilişkin çalışmalar, PAP mekanizmasının "doz–teпки ilişkisini" daha net anlamamızı sağlamaktadır.

Titton ve Franchini (2017), yoğunluğun çok belirleyici olmadığını ve asıl etkinin toparlanma süresine bağlı olduğunu bildirmiş; 1 dakikalık toparlanmanın CMJ performansını en fazla artırdığını göstermiştir. Buna karşın Köklü ve ekibi (2022), daha ağır yük (%90 1RM) sonrası en etkili toparlanma süresinin 4 dakika olduğunu bulmuştur. Dello Iacono ve Seitz (2018) ise sprint çıktılarının özellikle 4–8 dakikalık toparlanma aralığında iyileştiğini vurgulamıştır. Bu farklılıklar, PAP'ın yük–toparlanma etkileşiminin sporcunun antrenman geçmişine, merkezi sinir sistemi uyarılabilirliğine ve kas lif tipi oranına göre değiştiğini ortaya koymaktadır. Eksantrik yüklenmelerin rolü incelendiğinde iki farklı bulgu öne çıkmaktadır. Abade ve arkadaşları (2017), eksantrik protokolün CMJ performansını düşürdüğünü rapor ederken, Godwin ve diğerleri (2021) %20–40 vücut ağırlığına uygulanan eccentric overload'un CMJ yüksekliğini artırmasa bile tepe gücü anlamlı düzeyde iyileştirdiğini göstermiştir. Bu sonuçlar, eksantrik yüklerin akut PAP etkisinden ziyade güç üretim kapasitesi üzerinde etkili olabileceğini düşündürmektedir. Son olarak, sporcu profili ve kondisyon düzeyinin PAP çıktıları üzerindeki belirleyici rolü açık biçimde ortaya

çıkmaktadır. Requena ve arkadaşları (2011), twitch-PAP'ın sprint ve sıçrama ile yüksek düzeyde ilişkili olduğunu göstermiş; Guerra Jr ve diğerleri (2022) ise yüksek kondisyon düzeyine sahip sporcuların PAP etkisinden daha fazla yararlandığını bildirmiştir. Bu durum PAP'ın yalnızca doğru protokole değil, aynı zamanda doğru sporcu tipine ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, literatür PAP'ın futbolda sprint ve sıçrama performansını artırma potansiyeline sahip olduğunu ancak bu etkinin 1) yük tipi, 2) toparlanma süresi, 3) bireysel sporcu özellikleri ve 4) kullanılan ısınma protokolü tarafından güçlü biçimde şekillendiğini ortaya koymaktadır. Dinamik ve direnç temelli protokoller en tutarlı olumlu etkileri üretirken, statik germe evrensel olarak performans azaltıcı etki göstermektedir. Bununla birlikte PAP mekanizmasının optimum kullanım şeklinin sporcunun fiziksel uygunluk düzeyi ve antrenman geçmişine göre bireyselleştirilmesi gerektiği açıktır.

Tartışma

1998 yılında Brown ve diğerleri akademik camiada büyük ilgi gören ve birçok bilim insanı tarafından kapsamlı bir şekilde incelenen PAP kavramını resmen ortaya attılar (Brown & Loeb, 1998). PAP üzerine yapılan kapsamlı bilimsel çalışmalar, uluslararası alanda birçok antrenörün ve fitness uzmanının bu yaklaşımı rekabet sporlarında ısınma ve hazırlık süreçlerine entegre etmesine yol açmıştır. Müsabaka öncesindeki ısınma aşamasında yüksek yük içeren direnç uygulamalarını geleneksel ısınma yöntemleriyle bir araya getiren protokoller, AP'nin akut etkilerinden yararlanarak sporcuların patlayıcı güç performansını kısa süre içinde artırma potansiyeli taşımaktadır (Lim & Kong, 2013). Günlük antrenman uygulamalarında PAP, yüksek yük altında yapılan direnç egzersizlerinin, patlayıcı hareketlerle benzer biyomekanik özellikler taşıyan gelişmiş egzersizlerle bir araya getirilmesi yoluyla kullanılmaktadır. Bu yaklaşım kapsamında bileşik, kompleks veya karşılaştırmalı antrenman modelleri oluşturularak sporcuların özellikle sıçrama ve sprint gibi patlayıcı performans gerektiren hareketlerde daha yüksek çıktı üretmeleri hedeflenmektedir (Ebben, 2002). Literatürdeki çok sayıda çalışma, PAP'ın akut etkilerinin patlayıcı güç performansında anlamlı artışlara yol açabileceğini ortaya koymuştur (Chatzopoulos vd., 2007).

Mevcut bulguların PAP mekanizmasının nöromüsküler uyarımı artırma kapasitesiyle uyumlu olduğu görülmektedir. Ağır direnç egzersizleri sonrasında motor ünite aktivasyonunun geçici olarak yükselmesi, özellikle hızlı kuvvet üretimi gerektiren sprint ve sıçrama performanslarını olumlu yönde etkileyebilmektedir (Till & Cooke, 2009). Bu durum, PAP'ın hem kas

içi koordinasyonu hem de kas liflerinin kalsiyum duyarlılığını artırmasıyla ilişkilendirilmektedir; bu da kısa süreli bir “güçlendirme penceresi” oluşmasını sağlar (Sale, 2002). Bulguların literatürle uyumlu bir diğer yönü ise PAP etkisinin her sporcu grubunda eşit düzeyde ortaya çıkmamasıdır. Özellikle antrenman yaşı yüksek, maksimal kuvvet düzeyi gelişmiş ve tip II lif oranı yüksek sporcularda PAP yanıtının daha belirgin olduğu gösterilmiştir (Seitz & Haff, 2016). Bu nedenle PAP protokollerinin bireysel farklılıklar dikkate alınarak planlanması gerektiği ifade edilmektedir. Nitekim bazı çalışmalarda PAP’ın herkeste performansı artırmadığı, hatta uygun olmayan toparlanma sürelerinde performans düşüşüne yol açabileceği bildirilmektedir (Kilduff vd., 2008).

Çalışmaların önemli bir kısmı, PAP etkisinin zamanlama faktörüne duyarlı olduğunu göstermektedir. Aktivatör egzersiz ile performans testi arasındaki ideal toparlanma süresinin 4–12 dakika arasında değişebildiği; bu aralığın sporcu özelliklerine, yükün büyüklüğüne ve uygulanan egzersizin türüne göre farklılık gösterebileceği ifade edilmiştir (Wilson vd., 2013). Bu bağlamda, protokollerin standartlaştırılması kadar bireyselleştirilmesi de önem taşımaktadır. Ayrıca, PAPE yaklaşımıyla ilişkili daha güncel araştırmalar, PAP’ın yalnızca merkezi ve periferik uyarımı değil, sıcaklık artışı, tendon sertliği ve kas elastikiyetindeki akut değişimleri de içeren daha geniş bir fizyolojik çerçevede değerlendirilmesi gerektiğini savunmaktadır (Blazevich & Babault, 2019). Bu açıdan bakıldığında, PAP protokollerinin sadece “ağır yük + patlayıcı egzersiz” ilişkisinden ibaret olmadığı, çok yönlü bir akut performans artırıcı mekanizma içerdiği ifade edilebilir.

Sonuç

Bu literatür ışığında, mevcut bulgular PAP uygulamalarının uygun şekilde yapılandırıldığında sprint, sıçrama ve diğer patlayıcı performans bileşenleri üzerinde anlamlı etkiler oluşturabileceğini desteklemektedir. Ancak etkilerin büyüklüğü, sporcuların kuvvet düzeyi, antrenman geçmişi, seçilen aktivasyon yükü ve bekleme süresi gibi değişkenlere bağlı olarak farklılık gösterebilir. Dolayısıyla PAP protokollerinin uygulanmasında bireysel optimizasyon temel bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır.

Sınırlılıklar

Bu çalışma futbol branşına yönelik PAP literatürünü kapsamlı biçimde incelemiş olsa da bazı sınırlılıklar bulunmaktadır. Öncelikle, çalışmalar arasında aktivasyon protokolü, yüklenme şiddeti ve bekleme süresi gibi değişkenlerin farklılık göstermesi bulguların karşılaştırılabilirliğini azaltmıştır. Ayrıca, futbol alanında yapılan PAP araştırmalarının çoğu genç veya amatör

sporcularla sınırlı olduğundan, elit futbolcularda genelleme yapmak güçtür. Çalışmaların büyük kısmının laboratuvar ortamında yürütülmesi de maç temposuna özgü koşulların tam olarak yansıtılamamasına neden olmuştur. Son olarak, mevcut literatür genellikle sprint ve sıçrama gibi izole performans ölçütlerine odaklanmakta, futbolun çok yönlü performans taleplerini yeterince kapsamamaktadır.

Gelecekte Yapılacak Çalışmalara Yönelik Öneriler

Gelecek araştırmaların, PAP protokollerinin elit futbolculardaki etkilerini daha net belirleyebilmek için farklı pozisyon gruplarını, yaş kategorilerini ve sezon dönemlerini ayrı ayrı incelemesi önerilmektedir. Aktivasyon yükü, egzersiz tipi ve toparlanma süresi gibi temel parametrelerin sistematik olarak karşılaştırıldığı deneysel tasarımlar PAP uygulamalarının optimizasyonu açısından önem taşımaktadır. Ayrıca saha koşullarını yansıtan, maç benzeri yoğunlukta gerçekleştirilen uygulamaların incelenmesi, bulguların pratik geçerliliğini artıracaktır. Sprint ve sıçrama gibi izole testlerin yanında karar verme hızı, reaktif çeviklik ve futbol-spesifik teknik performans gibi bilişsel ve oyuna özgü çıktılara odaklanan çalışmalar literatürde önemli bir boşluğu dolduracaktır. Ek olarak, bireysel nöromüsküler yanıtları dikkate alan uzunlamasına tasarımlar, PAP etkilerindeki kişisel farklılıkların anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Abade, E., Sampaio, J., Gonçalves, B., Baptista, J., Alves, A., & Viana, J. (2017). Effects of different re-warm up activities in football players' performance. *PloS one*, 12(6), e0180152.
- Alves, J. M. V. M., Rebelo, A. N., Abrantes, C., & Sampaio, J. (2010). Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint, and agility abilities. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4), 936-941.
- Atıcı, M., & Bayrakdar, A. (2025). The Effects of TRX-Based Functional Training on Sprint, Agility, and Balance in Youth Football Players: A Controlled Experimental Study. *Journal of Sport for All and Recreation*, 7(3), 578-587. <https://doi.org/10.56639/jsar.1735638>
- Blazevich, A. J., & Babault, N. (2019). Post-activation potentiation (PAP) vs. post-activation performance enhancement (PAPE) in humans: A brief review. *Frontiers in Physiology*, 10, 1359. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01359>
- Boullosa, D. A., & Tuimil, J. L. (2009). Postactivation potentiation in distance runners after two different field running protocols. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(5), 1560-1565.
- Brown, I. E., & Loeb, G. E. (1998). Post-activation potentiation—a clue for simplifying models of muscle dynamics. *American zoologist*, 38(4), 743-754.
- Buttifant, D., & Hrysomallis, C. (2015). Effect of various practical warm-up protocols on acute lower-body power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(3), 656-660.
- Chatzopoulos, D. E., Michailidis, C. J., Giannakos, A. K., Alexiou, K. C., Patikas, D. A., Antonopoulos, C. B., & Kotzamanidis, C. M. (2007). Postactivation potentiation effects after heavy resistance exercise on running speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1278-1281.
- Dello Iacono, A., & Seitz, L. B. (2018). Hip thrust-based PAP effects on sprint performance of soccer players: heavy-loaded versus optimum-power development protocols. *Journal of sports sciences*, 36(20), 2375-2382.
- Dobbs, C. W., Toluoso, D. V., Fedewa, M. V., & Esco, M. R. (2019). Effect of postactivation potentiation on sprint performance: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(7), 2009-2018.
- Ebben, W. P. (2002). Complex training: A brief review. *Journal of sports science & medicine*, 1(2), 42.
- Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of sports sciences*, 30(7), 625-631.

- Filter, A., Olivares-Jabalera, J., Dos' Santos, T., Madruga, M., Lozano, J., Molina, A., ... & Loturco, I. (2023). High-intensity actions in elite soccer: Current status and future perspectives. *International journal of sports medicine*, 44(08), 535-544.
- Fletcher, I. M., & Monte-Colombo, M. M. (2010). An investigation into the effects of different warm-up modalities on specific motor skills related to soccer performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(8), 2096-2101.
- Gelen, E. (2010). Acute effects of different warm-up methods on sprint, slalom dribbling, and penalty kick performance in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 950-956.
- Godwin, M. S., Fearnett, T., & Newman, M. A. (2021). The potentiating response to accentuated eccentric loading in professional football players. *Sports*, 9(12), 160.
- Góla, A., Maszczyk, A., Zajac, A., Mikołajec, K., & Stastny, P. (2016). Optimizing post activation potentiation for explosive activities in competitive sports. *Journal of human kinetics*, 52, 95.
- Gouvêa, A. L., Fernandes, I. A., César, E. P., Silva, W. A., & Gomes, P. S. (2013). The effects of rest intervals on jumping performance: A meta-analysis on post-activation potentiation studies. *Journal of Sports Sciences*, 31(5), 459-467.
- Guerra Jr, M. A., Caldas, L. C., De Souza, H. L., Vitzel, K. F., Cholewa, J. M., Duncan, M. J., & Guimarães-Ferreira, L. (2018). The acute effects of plyometric and sled towing stimuli with and without caffeine ingestion on vertical jump performance in professional soccer players. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15(1), 51.
- Guerra Jr, M. A., Caldas, L. C., Souza, H. L., Tallis, J., Duncan, M. J., & Guimarães-Ferreira, L. (2022). The effects of physical fitness on postactivation potentiation in professional soccer athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 36(6), 1643-1647.
- Kilduff, L. P., Bevan, H. R., Kingsley, M. I., Owen, N. J., Bennett, M. A., Bunce, P. J., ... & Cunningham, D. J. (2007). Postactivation potentiation in professional rugby players: Optimal recovery. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1134-1138.
- Köklü, Y., Köklü, Ö., Işıkdemir, E., & Alemdaroğlu, U. (2022). Effect of varying recovery duration on postactivation potentiation of explosive jump and short sprint in elite young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 36(2), 534-539.
- Lim, J. J., & Kong, P. W. (2013). Effects of isometric and dynamic postactivation potentiation protocols on maximal sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(10), 2730-2736.

- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Prisma Group. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *International journal of surgery*, 8(5), 336-341.
- Mola, J. N., Bruce-Low, S. S., & Burnet, S. J. (2014). Optimal recovery time for postactivation potentiation in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(6), 1529-1537.
- Needham, R. A., Morse, C. I., & Degens, H. (2009). The acute effect of different warm-up protocols on anaerobic performance in elite youth soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2614-2620.
- 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.
- Requena, B., de Villarreal, E. S. S., Gapeyeva, H., Ereline, J., García, I., & Pääsuke, M. (2011). Relationship between postactivation potentiation of knee extensor muscles, sprinting and vertical jumping performance in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(2), 367-373.
- Sale, D. G. (2002). Postactivation potentiation: role in human performance. *Exercise and sport sciences reviews*, 30(3), 138-143.
- 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., & 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.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536.
- Sun, Y. H., Yang, Y., Lin, L. R., Liu, M. L., Li, X. J., & Lv, M. (2025). A meta-analysis of the effects of post-activation potentiation on sprint ability in male ball players. *Science & Sports*.
- Şener, R., Bayrakdar, A., Atıcı, M., Akgün, S., Söyleyici Öcal, Z. S., Karayigit, R., & Yılmaz, A. K. (2025). *The role of different rest periods on post-activation performance enhancement in plyometric preload*. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation, 17, 254. <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01310-3>
- Till, K. A., & Cooke, C. (2009). The effects of postactivation potentiation on sprint and jump performance of male academy soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 1960-1967.

- 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.
- Titton, A., & Franchini, E. (2017). Postactivation potentiation in elite young soccer players. *Journal of exercise rehabilitation*, 13(2), 153.
- Wilson, J. M., Duncan, N. M., Marin, P. J., Brown, L. E., Loenneke, J. P., Wilson, S. M., ... & Ugrinowitsch, C. (2013). Meta-analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(3), 854-859.