

Pap Uygulamalarının Genç Erkek Futbolcularda Bazı Performans Parametreleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi

An Investigation of The Effect of Post-Activation Potentiation on Some Performance Parameters in Young Male Soccer Players

Bülent TURNA *
Buğra GENÇTÜRK **
Yücel BULDUK ***

Öz: Bu çalışmanın amacı, 6 haftalık PAP uygulamasının genç erkek futbolcularda bazı performans parametreleri üzerine etkisini incelemektir. Çalışmaya aktif futbol oynayan 26 futbolcu katılmıştır. Futbolcular 13 kişi Klasik Antrenman Grubu (KAG) (yaş 16.84 yıl, sporcu yaşı 4.84 yıl, boy uzunluğu 1.75 m., vücut ağırlığı 63.53 kg., beden kütle indeksi 20.64 kg/m²), 13 kişi ise PAP Uygulama Grubu (PAP) (yaş 17.23yıl, sporcu yaşı 6.23 yıl, boy uzunluğu 1.81 m., vücut ağırlığı 72.07 kg., beden kütle indeksi 21.86 kg/m²) olacak şekilde randomize olarak iki ayrı gruba ayrılmıştır. KAG yalnızca klasik antrenman protokolünü uygularken, diğer gruba ek olarak PAP uygulamaları yaptırılmıştır. Her iki gruba da 6 haftalık uygulama başlamadan önce ve sonra performans testleri uygulanmıştır. KAG grup için ön ve son testler arasında; T-çeviklik, plankcore, 30 saniye mekik-şınav, durarak çift adım uzun atlama, counter-movement jump, 10 m. ve 20 m. sürat testlerine ilişkin anlamlı farklılıklar bulunmuştur (p<0.05). PAP grup için ön ve son testler arasında tüm parametrelerde anlamlı farklılıklar bulunmuştur (p< 0.05). Gruplar arası karşılaştırmada, T-çeviklik, sırt kuvveti, 30 saniye mekik-şınav, durarak çift adım uzun atlama, 10 m. ve 20 m. sürat koşusu, back squat performanslarına ilişkin ön testlerde KAG lehine farklılıklar varken, son testlerde PAP lehine farklılıklar kaydedilmiştir (p<0.05). Sonuç olarak futbolcularda, klasik yüklenme yöntemlerine göre PAP uygulamalarının farklı performans değişkenlerini daha fazla geliştirdiği gözlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Futbol, Fiziksel Performans, PAP

Abstract: The purpose of this study was to investigate the effects of a six-week PAP training program on several performance parameters of male soccer players. A total of 26 young soccer players participated in this study. Participants were randomly assigned into two groups; the Classical Training Group (CTG, n=13) (age=16.84years, experience in sport=4.84years, height=1.75 m., body mass=63.53 kg., BMI=20.64 kg/m²) and the PAP Training Group (PAP, n=13) (age=17.23 years, experience in sport=6.23 years, height=1.81 m., body mass=72.07 kg., BMI=21.86 kg/m²). While CTG only participated in classical training protocols, PAP conducted both classical and PAP training programs. Both groups were tested at the beginning and end of the six-week programs. In the CTG, statistically significant results were noted in the agility T-test, plank core, 30 second sit-up, push-up, standing long jump, counter-movement jump, 10 m and 20 m sprint tests in the group's pre- and post-test results (p<0.05). In the PAP group, all tests showed statistically significant results from the group's pre- and post-tests (p<0.05). Comparison between both groups' pre- and post-test t-test results show that pre-test means were in favor of the CTG while the post-test means were in favor of PAP group in the agility, T-test, back strength, 30 second sit-up, push-up, standing long jump, counter-movement jump, 10m and 20m sprint and back squat tests (p<0.05). As a result, it was shown that PAP training positively affect some performance parameters.

Keywords: Soccer, Physical Performance, PAP

* Dr. Akdeniz Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hareket ve Antrenman Ana Bilim Dalı, Antalya, bulentturna@akdeniz.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-0416-7065>

** Akdeniz Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hareket ve Antrenman Ana Bilim Dalı, Antalya, bugragencturk@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1006-8450>

*** Akdeniz Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hareket ve Antrenman Ana Bilim Dalı, Antalya, yucebulduk@myynet.com, <https://orcid.org/0000-0001-7098-6643>

Giriş

Son yıllarda sporun daha üst düzeyde yapıyor olması performans beklentilerini arttırmıştır. Bireysel ve takım sporlarında hedeflenen sonuca ulaşmak gittikçe zorlaşmaktadır. Antrenman bilimindeki gelişmeler doğrultusunda antrenörler sporcuların gelişimi için farklı ve yenilikçi antrenman yöntemleri uygulamaktadırlar. Bu çalışmaların ve testlerin sonuçlarına bakılarak uygulanan antrenman yöntemleri değerlendirilmektedir. Tüm bu yenilikçi anlayış doğrultusunda gelişen bilim ve teknoloji ile futbolcuların da performanslarında göze çarpan değişimler ortaya çıkmıştır. Sportif alanda yapılan araştırmalar, performansın yükseltilmesi ve başarının artırılmasına yöneliktir (Turna 2018). Performans sporcunun ortaya çıkardığı verim seviyesi olmakla beraber bazı komponentlerden (fiziksel, fizyolojik, biyomotorik, psikolojik, mental, sosyolojik, teknik, taktik vb.) oluşmaktadır. Performans gelişiminde çok çeşitli antrenman yöntemleri geliştirilmiş ve kombine antrenman modelleri kullanılmaya başlanmıştır (Turna & Kılınç 2018).

Futbol spor branşının fizyolojik gereklilikleri çok yönlüdür; sporcular yüksek seviyede hız, dayanıklılık, devamlı sprint yeteneği, kas kuvveti ve gücüne sahip olmalıdırlar (Walker & Turner 2009; Turner *et al.* 2011; Tufano *et al.* 2011). Sporcu fitness seviyesi ve antrenman programını optimize edebilmek, sporcu ve takım performansını doğru yönlendirebilmek için gerekli bir durumdur. Özellikle profesyonel futbolda kas gücünü gerekli şekilde optimize edebilmek daha da büyük bir önem taşımaktadır (Wisloff *et al.* 1998; Eniseler *et al.* 2005). Fakat sezon içi ve sezon öncesindeki kısa antrenman dönemi, kuvvet ve gücü geliştirmek için gereken antrenman programlarının etkili bir şekilde uygulanmasını kısıtlamaktadır. Bu nedenle kas gelişimini optimize edebilmek adına zamanın verimli kullanılmasını sağlayan antrenman programlarının düzenlenmesi özellikle bu kısımda önem kazanmaktadır. Kompleks (fonksiyonel) antrenman benzer biyomekanik egzersizleri kullanarak hem kuvvet hem de güç kazanımı açısından etkili hem de zamanı verimli kullanan bir antrenman sistemi olarak önerilmektedir (Ebben 2002; Akyüz *et al.* 2016). Kompleks antrenmanda düşük hız, yüksek yük kullanılan bir egzersizin olduğu antrenmanda yüksek hız, düşük yük içeren bir egzersiz kullanılarak PAP aracılığı ile gücün ortaya çıkışı artırılmaktadır.

Post-activation potentiation (PAP) istemli ve elektriksel olarak uyarılmış kas kasılmaları sayesinde gerçekleşen kuvvet gelişim oranındaki (RFD) artış ile ilişkilendirilebilir (Hanson *et al.* 2007). Kaslar potensiyelizasyon durumu etkisinde iken görülen RFD artışına, tepe kuvvetine ulaşma süresinde azalmanın katılımı sayesinde sportif aktivitelerde performans artışının potensiyelize edilmiş kaslar tarafından sağlanacağı teorisi öne sürülmektedir. Potensiyelizasyon durumunu kısa veya uzun süreli olabilecek şekilde daha önceden uyarılmış olan sinaps sinyal yollarının sinir iletimlerini daha kuvvetli bir şekilde yapması böylece elektriksel sinir uyarımı iletim hızında ve yoğunluğunda bir artış görülmesi şeklinde açıklayabiliriz.

PAP mekanizmasındaki fizyolojik açıklama net bir şekilde belli olmasa da potensiyelizasyon durumunu dominant bir şekilde açıklayan bir teori mevcuttur. Bu teoriye göre PAP sonucunda miyozin düzenleyici hafif zincirlerdeki fosforize olma durumunda bir artış meydana gelmekte, böylece aktin-miyozin döngüsü iyonize kalsiyuma daha hassas hale gelmektedir (Hodgson 2005). PAP, aktin-miyosin etkileşimini geliştiren miyosin düzenleyici hafif zincirlerin fosforilasyonunu içerir. Bu etkileşime gerilmiş kasları hedef almak için kas antagonistinin gönüllü olarak kasılması neden olur (Alp *et al.* 2018). Maksimal ve maksimale yakın kasılmalar sonucunda artan nöral aktivite düzeyi ile birlikte daha fazla motor ünitenin devreye sokulması ve senkronize edilmesi de PAP'ın neden olduğu fiziksel performans artışı ardındaki sebeplerden biri olduğu düşünülmektedir (Baker 2001).

PAP uygulamasının hem kısa hem de uzun süreli yarar sağladığı düşünülen kompleks (fonksiyonel) antrenman yönteminde pratik olarak kullanıldığı görülebilir (Docherty & Hodgson

2007; Matthews *et al.* 2004; Stone *et al.* 2008). Kompleks antrenman, spor branşına özgü aktivitenin hayata geçirilmesinden önce benzer kas gruplarına uygulanan farklı spor branş hareketleri içerebilen ve kasa direnç yükleyen bir antrenman modeli olarak düşünülebilir. Maksimal ve maksimale yakın yapılan kas kasılmaları sonucunda kaslar yorgun ve potensiyelize edilmiş konumda kalırlar (Hodgson *et al.* 2005; Akyüz *et al.* 2017). Yorgunluk normal hale döndükten bir süre sonra daha potensiyelize edilme durumu korunabilmektedir, işte bu sırada sporcu için “fırsat penceresi” denilen bir ergojenik avantaj anı ortaya çıkmaktadır (Hodgson *et al.* 2005). PAP genel olarak anaerobik ve güce dayalı aktiviteler ile ilişkilendirilmektedir.

PAP durumu sayesinde dikey sıçrama, kısa mesafeli sprint koşusu ve yön değiştirme becerilerinde performans iyileşmesi görüldüğü yapılan çalışmalar sayesinde gözlemlenmiştir (Lima *et al.* 2011; Tillaar & Heimbürg 2017; Chatzopoulos *et al.* 2007). Bu performans becerilerinin futbolda sık ihtiyaç duyulan ve kullanılan beceriler oldukları bilinmektedir. Dolayısı ile PAP etkisinin futbol performansında ihtiyaç duyulduğu düşünülen bu parametrelere etkisinin yüksek olması beklenebilir.

Bundan dolayı, bu çalışmada 6 haftalık PAP uygulamasının genç erkek futbolcularda bazı performans parametrelerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada Antalya ilinde Devlet Şu İşleri (DSİ) futbol genç erkek takımının lisanslı oyuncularını katılımcı olarak seçilmişlerdir. 26 sporcu çalışmaya dahil edilmiştir. Sporcuların 13 klasik antrenman grubu (KAG), 13 ise PAP antrenman grubu (PAP) olarak randomize bir şekilde gruplandırılmıştır. Sporcuların fiziksel özellikleri Tablo 1 ve Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 1. Klasik Antrenman Grubundaki Futbolcuların Fiziksel Özellikleri

Klasik Antrenman Grubu (n=13)	Minimum	Maksimum	Ortalama	SS
Yaş (yıl)	16.00	17.00	16.84	0.37
Spor Yaşı (yıl)	1.00	9.00	4.84	2.26
Boy (m)	1.71	1.79	1.75	0.03
Vücut Ağırlığı (kg)	55.00	74.00	63.53	6.19
Beden Kütle İndeksi (kg/m ²)	18.59	23.10	20.64	1.61

Tablo 2. PAP Uygulama Grubundaki Futbolcuların Fiziksel Özellikleri

PAP Uygulama Grubu (n=13)	Minimum	Maksimum	Ortalama	SS
Yaş (yıl)	16.00	18.00	17.23	0.60
Spor Yaşı (yıl)	1.00	9.00	6.23	2.31
Boy (m)	1.74	1.88	1.81	0.05
Vücut Ağırlığı (kg)	59.00	81.00	72.07	6.86
Beden Kütle İndeksi (kg/m ²)	18.83	23.50	21.86	1.33

KAG ve PAP gruplarında uygulanan birim antrenman planları Şekil 1’de görülmektedir.

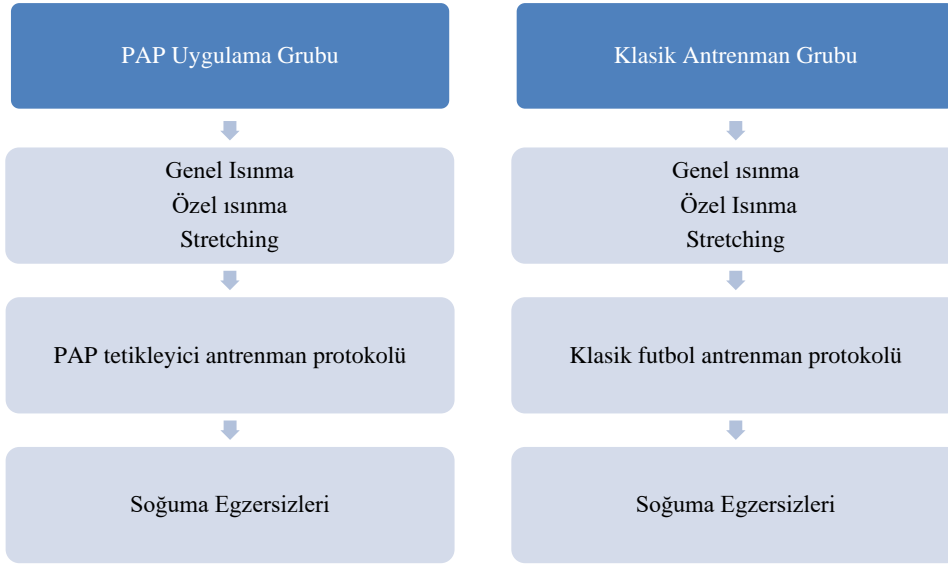


Fig. 1. Her İki Çalışma Grubu İçin de Kullanılan Birim Antrenman Planı

PAP uygulama grubu sporcuları klasik antrenman grubunun uygulamalarına ek olacak şekilde haftada 2 gün (1 salon ve 1 saha antrenmanı), seans başına ortalama 30 dakika ile 45 dakika arasında değişen süreyle PAP tetikleyici antrenman programını toplamda 6 hafta boyunca takip etmişlerdir. Bu araştırma müsabaka dönemi içerisinde yapılmıştır. Dolayısı ile klasik antrenman grubunun 6 haftalık antrenman uygulamalarında rutin koruma antrenmanları ile birlikte, teknik, taktik çalışmalar ve haftada bir gün olmak üzere müsabaka yapılmıştır. Salon ve saha antrenmanlarında uygulanan egzersizler ve set/tekrar sayıları aşağıda Tablo 3 ve Tablo 4’de görülebilir.

Tablo 3. PAP Uygulama Grubu Salon Antrenman Programları

1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta
4x Power Cleans 15 Explosive Push Ups 15 Bench Step Jumps 12 (each) Partner Sit Ups 15 Plate Wood choppers 12 (each)	4x Barbell Thrusters 15 Explosive Bench Presses 12 Burpeesto Bench Jumps Overs 15 Lat Pull Down with Pause 12 Plate Jack knives 15 + Hollow Body Hold Max. Sec.	4x Box Pistol Squat swith Plate Hold 8 (each) Hang Power Cleans 15 Alternating Explosive Push Ups on Step 8 (each) Partner Leg Raises 21 Knees toVertical Jumps 15
4. Hafta	5. Hafta	6. Hafta
4x Pause Back Squats 15 Hang Muscle Snatches12 Side to Side Bench Jumps 8 (each) Plank to Reach Outs 10 (each) Knees to Squat Stand Ups 10 (each)	4x Explosive Bench Presses 12 Plank Leg Raises to Reach Outs 15 (each) Barbell Sumo Squat Jumps 15 Deficit Explosive Push Ups 15 Burpees to Knee Tucks 30 Sec.	4x Plate Reverse Lunge with Bottom Twist to Single Leg Jumps 8 (each) Partner Plank Core Challenge 45 sec. Partner Push Ups to Claps 15 Dumbbell Single Arm Power Snatch to Overhead Squats 10 (each) Deficit Sumo Dead lifts 15

Tablo 4. PAP Uygulama Grubu Saha Antrenman Programları

1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta
Partner Resist Band Sprints 20 m. x3	Partner Resist Band Backward Runs 30 m. x3	Partner Block Backward Runs 20 m. x3
Partner Resist Band/ Step to Head Ball Jumps 20 m. x3	Partner Resist Band Lateral Slide Steps 30 m. x3	Partner Block Runs 20 m. x3
Partner Resist Band Lateral Slide Steps 20 m. x3 (each side)	Partner Resist Band Diagonal Runs 30 m. x3	Partner Block Lateral Runs 20 m. x3
Burpees to Sprints 20 m. x3	Sprint drill 30 m. x3	Prone Laying to Sprints 10 m. x5
4. Hafta	5. Hafta	6. Hafta
Single Leg Hops x3	Plyometric Box Drop Jumps x3	Box single leg squats to jumps 10 (each) x2
Partner Resist Band Step to Head Ball Jumps 30 m. x3	Plyometric Box Squat Jumps x3	Burpees 15 x2
Partner Resist Band Step to Lateral Head Ball Jumps 30 m. x3	Plyometric Knees to Squat Box Jumps x3	Box Jumps 20 x2
Lateral Cone Run Drill x3	Plyometric Burpees to Box Jumps x3	Cone Agility Drill x5
Knees to Squat Stand Ups 10 (each)	Shuttle Run Drill x5	15 m. Sprints (at each 5 m. 10 Burpees) x 3

Futbolcuların 1RM ve bazı performans özelliklerinin ölçümleri altı haftalık antrenman uygulama sürecinden 1 hafta önce ve antrenman sürecinden 1 hafta sonra olacak şekilde ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Performans ölçüm testleri aşağıdaki gibidir;

Veri Toplama Araçları ve İşlem Yolu

T Çeviklik Testi:

Çeviklik ölçümü için T testi kullanılmıştır. Üç huni aralarında 4.57 m. olacak şekilde aynı hizaya yerleştirilmiştir. Ortadaki B hunisinden 9.14 m. mesafe olacak şekilde A hunisi de yerleştirilmiştir. Uygulayıcılar önce A noktasından B noktasındaki huniye koşarak sağ eliyle huniye dokunması istenmiştir. Daha sonra B hunisinden C hunisine doğru kayma adımlarıyla ulaşarak sol eliyle huniye dokunması istenmiştir. C hunisinden D hunisine doğru yana kayma adımlarıyla giderek sağ eliyle dokunup, tekrar yana koşu adımlarıyla B hunisine sol eliyle dokunduktan sonra A noktasına doğru geri geri koşup test tamamlanmıştır. Katılımcıların testi uygulama süreleri kronometreyle ölçülmüştür. Her katılımcı testi iki kez uygulamıştır. 2 denemeden en iyi süre saniye cinsinden kaydedilmiştir (Pauole *et al.* 2000).

Plank Core Performans Ölçüm Testi:

Plank core performans ölçümünde Mackenzie (2005) tarafından geliştirilen protokolden yararlanılmıştır. Testin geçerlilik ve güvenilirlik (%95. 0.94-0.99) çalışması Tong ve ark. (2013) tarafından yapılmıştır. Bu test sporcuların core kuvvet ve stabilite gelişimini gözlemlemek amacı ile kullanılır. Core Stabilite performans testi 180 sn. süreyi kapsamaktadır.

Bacak ve Sırt Kuvveti Testi:

Bacak ve sırt kuvvetinin belirlenmesinde izometrik bacak ve sırt dinamometresi (Takei Back-Lift) kullanılmıştır. Bacak kuvvetinde, katılımcılar dizler bükülü durumda (~130⁰), dinamometre sehпасının üzerine ayaklarını yerleştirdikten sonra kollar gergin, sırt ve gövde düz ve dik

konumda elleri ile kavradığı dinamometre barını yukarı doğru en yüksek bacak kuvveti ile çekmeleri sağlanmıştır. Bu testte amaç bükülü dizleri bacak kuvveti ile ekstansiyon pozisyonuna getirmektir.

Sırt kuvvetinin değerlendirilmesinde ise, katılımcılar dinamometre sehпасının üzerine ayaklarını yerleştirdikten sonra kollar ve bacaklar düz ve gergin, gövde gergin ancak öne doğru eğilmiş durumda, eller ile kavranan dinamometre barı yukarı doğru en yüksek sırtkuvveti ile çekilmesi sağlanmıştır. Bu testte amaç sırt kuvvetini kullanarak gövdeyi ekstansiyon pozisyonuna getirmektir. Bu ölçümler ikişer defa tekrarlandı ve en iyi değerler kg cinsinden test sonucu olarak kaydedildi.

30 Saniye Şınav Testi:

Katılımcılar yere yüz üstü uzanmış pozisyonda, dizler gergin yere temas etmeyecek şekilde vücut ağırlığı ayak uçları ile kollar üzerinde iken vücutlarını kaldırıp indirerek hareket uygulanmıştır. Katılımcının 30 sn. içerisinde tekrar edebildiği şınav sayısı kaydedilmiştir (Pekel 2007).

30 Saniye Mekik Testi:

Uygulayıcı dizleri 90 derece bükülü, eller ensede ve ayak tabanları zeminde olacak şekilde sırt üstü pozisyonda başla komutu ile katılımcı gövdesini yukarıya doğru hareket ettirerek başlangıç pozisyonuna geri dönmüştür. Her bir başlangıç pozisyonuna gelişi 1 tekrar olarak değerlendirilmiştir. Test sırasında uygulayıcının ayak bilekleri bir başka katılımcı tarafından tutulmuş ve 30 sn. dolunca test sona erdirilmiş ve skor kaydedilmiştir (Acar 1995).

1RM (1 Maksimum Tekrar / 1 RepMax) Testi:

Geliştirilmiş kuvvet özelliğinin, daha yüksek dikey sıçrama koşullar sırasında yer ile temasın azalması ve yön değiştirme gibi futbol için önemli olan performans kriterlerinde önemli ve performansı etkileyen bir etken olduğu düşünülmektedir (Gabbett *et al.* 2008; Young *et al.* 2002; Arampatzis *et al.* 2001; Akyüz *et al.* 2016). Bu nedenle üç alt ekstremite ve bir üst ekstremite egzersizi olacak şekilde back squat, bench press, leg extension ve leg curl egzersizleri 1RM protokolleri test sırasında kullanılmıştır. 1RM için gereken yüksek ağırlıkların ölçüm yapılan makinelerde bulunmaması nedeniyle, 1RM ölçümlerinde Haff & Triplett'in önerdikleri yöntemle 1RM'nin çoklu tekrarlardan tahmin edilmesi denklemleri kullanılmıştır (Haff & Triplett, 2015).

Sürat ve CMJ (Counter Movement Jump) Testi:

Futbolda sıkça kuvvetli vuruşlar, sprint, top mücadelesi ve dikey sıçrama hareketleri gözlemlenmektedir. Sprint yeteneği ve sıçrama yüksekliği ile mesafesini de içeren güç üretme testlerinin değerlendirilmesinin futbol performansı ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Rønnestad *et al.* 2008; Little & Williams 2005; Jullien *et al.* 2008). Bu nedenle sporcunun hız, güç, kuvvet üretme kapasitesini değerlendirmek antrenörler için sporcunun performansını geliştirmek ve yönlendirmek adına önemlidir. 10 m. ve 20 m. sürat testlerinde Tecneque marka çift kapılı fotoselle ile ölçülmüştür. Sıçrama yüksekliği Newtest 2000 sıçrama matı üzerinde counter-movement jump kullanılarak belirlendi. Üç denemeden en iyi sıçrama kaydedildi. Sıçrama testleri sırasında eller kalçalara yerleştirildi. Denemeler arasında 2 dakikalık bir dinlenme süresi bırakıldı (McMillan *et al.* 2005).

Çift Adım Uzun Atlama testi:

Test kaygan olmayan bir zeminde gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar başlangıç çizginin gerisinde ve ayakları omuz genişliğinde açık bir pozisyonda beklemişlerdir. Her bir katılımcı hazır olduğunda ellerini geriye doğru çekerken her iki dizini bükerek en uzak mesafeye doğru

sıçrayarak hareketi gerçekleştirmişlerdir. Başlangıç çizgisi ile katılımcının bıraktığı en yakın iz ölçümü esas alınmıştır. Her uygulayıcıya 2 deneme yaptırılarak en iyi derece kaydedilmiştir (Pekel 2007; Mackenzie 2005; Coşan & Demir 2005).

Verilerin Analizi

Tüm değişkenler için aritmetik ortalama ve standart sapma gibi tanımlayıcı istatistik değerler hesaplanmıştır. KAG ve PAP gruplarında farklı ölçüm dönemlerinde (ön-test, son-test) kaydedilen değişkenlerin zaman içerisindeki değişiminin farklı olup olmadığı Eşleştirilmiş t Testi ile incelenmiştir. Ayrıca her bir ölçüm dönemine ilişkin KAG ve PAP grupları arasındaki farklılıklar Bağımsız Örneklerde t Testi ile değerlendirilmiştir. İstatistik işlemler SPSS paket programında yapılmış ve uygulanan tüm istatistiksel işlemlerde $\alpha=0.05$ hata payı kullanılmıştır.

Bulgular

Klasik antrenman grubu ön-test son-test karşılaştırması Tablo 5’de, PAP antrenman grubu ön-test son-test karşılaştırması ise Tablo 6’da yer almaktadır.

Tablo 5. Klasik Antrenman Grubu Ön-Test Son-Test Karşılaştırması

*P<0.05

		<i>Ortalama</i>	<i>T</i>	<i>P</i>
Çeviklik (sn.)	<i>Ön Test</i>	10.02	3.14	0.00*
	<i>Son Test</i>	9.41		
Plank Core Testi (dk.)	<i>Ön Test</i>	1.32	1.48	0.16
	<i>Son Test</i>	1.35		
Sırt Kuvvet (kg.)	<i>Ön Test</i>	132.50	-1.93	0.07
	<i>Son Test</i>	139.76		
Bacak Kuvvet (kg.)	<i>Ön Test</i>	123.50	-1.79	0.09
	<i>Son Test</i>	132.42		
30 Saniye Şınav (tekrar sayısı)	<i>Ön Test</i>	29	-2.83	0.01*
	<i>Son Test</i>	31		
30 Saniye Mekik (tekrar sayısı)	<i>Ön Test</i>	30	0.85	0.40
	<i>Son Test</i>	30		
Durarak Çift Adım Uzun Atlama (m.)	<i>Ön Test</i>	2.39	0.35	0.73
	<i>Son Test</i>	2.38		
Counter-Movement Jump (cm.)	<i>Ön Test</i>	43.92	-2.84	0.01*
	<i>Son Test</i>	46.07		
10 m. Sprint (sn.)	<i>Ön Test</i>	1.69	3.11	0.00*
	<i>Son Test</i>	1.61		
20 m. Sprint (sn.)	<i>Ön Test</i>	3.11	2.77	0.01*
	<i>Son Test</i>	3.01		
Bench Press 1RM (kg.)	<i>Ön Test</i>	52	-1.97	0.07
	<i>Son Test</i>	56		
Back Squat 1RM (kg.)	<i>Ön Test</i>	96	-0.37	0.71
	<i>Son Test</i>	97		
Leg Extension 1RM (kg.)	<i>Ön Test</i>	125	-0.11	0.90
	<i>Son Test</i>	125		
Leg Curl 1RM (kg.)	<i>Ön Test</i>	77	-0.14	0.88
	<i>Son Test</i>	77		

Tablo 6. PAP Antrenman Grubu Ön-Test Son-Test Karşılaştırması

		Ortalama	T	P
Çeviklik (sn.)	<i>Ön Test</i>	10.65	10.05	0.00*
	<i>Son Test</i>	9.48		
Plank Core Testi (dk.)	<i>Ön Test</i>	1.28	-2.27	0.04*
	<i>Son Test</i>	1.44		
Sırt Kuvvet (kg.)	<i>Ön Test</i>	124.88	-6.69	0.00*
	<i>Son Test</i>	141.92		
Bacak Kuvvet (kg.)	<i>Ön Test</i>	111.69	-5.3	0.00*
	<i>Son Test</i>	126.76		
30 Saniye Şınav (tekrar sayısı)	<i>Ön Test</i>	23	-5.06	0.00*
	<i>Son Test</i>	29		
30 Saniye Mekik (tekrar sayısı)	<i>Ön Test</i>	27	-7.99	0.00*
	<i>Son Test</i>	32		
Durarak Çift Adım Uzun Atlama (m.)	<i>Ön Test</i>	2.18	-6.44	0.00*
	<i>Son Test</i>	2.37		
Counter-Movement Jump (cm.)	<i>Ön Test</i>	40.53	-9.81	0.00*
	<i>Son Test</i>	46.15		
10 m. Sprint (sn.)	<i>Ön Test</i>	1.79	8.79	0.00*
	<i>Son Test</i>	1.60		
20 m. Sprint (sn.)	<i>Ön Test</i>	3.22	13.31	0.00*
	<i>Son Test</i>	2.91		
Bench Press 1RM (kg.)	<i>Ön Test</i>	52	-6.03	0.00*
	<i>Son Test</i>	60		
Back Squat 1RM (kg.)	<i>Ön Test</i>	100	-7.96	0.00*
	<i>Son Test</i>	110		
Leg Extension 1RM (kg.)	<i>Ön Test</i>	130	-5.80	0.00*
	<i>Son Test</i>	145		
Leg Curl 1RM (kg.)	<i>Ön Test</i>	75	-4.67	0.01*
	<i>Son Test</i>	84		

*P<0.05

Araştırmamızda KAG ön-test ve son-test sonuçlarının değerlendirilmesinde çeviklik, 30 sn. şınav, CMJ, 10 m. ve 20 m. testlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (p<0.05). PAP uygulama grubunda farklı ölçüm dönemlerinde kaydedilen tüm değişkenlerin zaman içerisindeki değişimlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (p<0.05).

Farklı ölçüm dönemlerinde (ön-test ve son-test) KAG ve PAP gruplarının karşılaştırılmasına ilişkin sonuçlar Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Farklı ölçüm dönemlerinde (Ön-Test Son-Test) Gruplar Arası Karşılaştırma

		Grup	Ortalama	SS	T	P
Çeviklik (sn.)	Ön Test	KAG	10.02	0.81	-2.37	0.26*
		PAP	10.65	0.48		
	Son Test	KAG	9.41	0.42	-.51	0.61
		PAP	9.48	0.27		
Plank Core Testi (dk.)	Ön Test	KAG	1.32	28.00	.30	0.76
		PAP	1.28	30.36		
	Son Test	KAG	1.35	26.13	-1.04	0.30
		PAP	1.44	10.20		
Sırt Kuvveti (kg.)	Ön Test	KAG	132	16.65	1.12	0.27*
		PAP	124	17.75		
	Son Test	KAG	139	14.95	-.31	0.75
		PAP	141	19.42		
Bacak Kuvveti (kg.)	Ön Test	KAG	123	20.25	1.86	0.07
		PAP	111	10.41		
	Son Test	KAG	132	23.84	.74	0.46
		PAP	126	13.50		
30 Saniye Şınav (tekrar sayısı)	Ön Test	KAG	29	4.09	2.54	0.01*
		PAP	23	6.32		
	Son Test	KAG	31	4.26	1.05	0.30
		PAP	29	6.60		
30 Saniye Mekik (tekrar sayısı)	Ön Test	KAG	30	2.78	2.40	0.02*
		PAP	27	3.54		
	Son Test	KAG	30	2.77	-2.11	0.04*
		PAP	32	3.32		
Durarak Çift Adım Uzun Atlama (m.)	Ön Test	KAG	2.39	0.15	3.82	0.00*
		PAP	2.18	0.11		
	Son Test	KAG	2.38	0.10	0.05	0.95
		PAP	2.37	0.11		
Counter-Movement Jump (cm.)	Ön Test	KAG	43.92	5.20	1.50	0.14
		PAP	40.53	6.23		
	Son Test	KAG	46.07	4.51	-0.03	0.97
		PAP	46.15	6.09		
10 m. Sprint (sn.)	Ön Test	KAG	1.69	0.08	-2.80	0.01*
		PAP	1.79	0.10		
	Son Test	KAG	1.61	0.05	0.32	0.75
		PAP	1.60	0.06		
20m. Sprint (sn.)	Ön Test	KAG	3.11	0.14	-2.26	0.03*
		PAP	3.22	0.08		
	Son Test	KAG	3.01	0.14	1.99	0.05
		PAP	2.91	0.11		
Bench Press 1RM (kg.)	Ön Test	KAG	52	5.00	0.22	0.82
		PAP	52	8.50		
	Son Test	KAG	56	9.57	-1.13	0.26
		PAP	60	10.81		
Back Squat 1RM (kg.)	Ön Test	KAG	96	7.31	-0.91	0.37
		PAP	100	13.31		
	Son Test	KAG	97	9.14	-3.00	0.00*
		PAP	110	13.40		
Leg Extension 1RM (kg.)	Ön Test	KAG	125	17.65	-0.71	0.48
		PAP	130	18.00		

	Son Test	KAG	125	15.92	-2.79	0.01*
		PAP	145	18.92		
Leg Curl 1RM (kg.)	Ön Test	KAG	77	12.19	0.30	0.76
		PAP	75	13.15		
	Son Test	KAG	77	8.98	-1.90	0.06
		PAP	84	10.00		

*P<0.05

Araştırmamızda her bir ölçüm dönemine ilişkin KAG ve PAP grupları arasındaki farklılıklar incelendiğinde gruplar arası ön-testlerin karşılaştırılmasında çeviklik, sırt kuvveti, 30 sn. şınav, 30 sn. mekik, durarak çift adım uzun atlama, 10 m. ve 20 m. sürat testlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (p<0.05). Gruplar arası son-testlerin karşılaştırılmasında ise 30 sn. mekik, back squat, leg extension testlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (p<0.05). Genel olarak veriler incelendiğinde ön-testlerde KAG lehine gözlenen farklar 6 haftalık uygulama süreci sonunda PAP uygulama grubu lehine pozitif olarak değişmiştir.

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmanın amacı 6 haftalık PAP uygulamalarının genç erkek futbolcularda bazı performans parametrelerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Gruplar arası bağımsız t testi sonuçlarında otuz saniye mekik testi, back squat 1RM ve leg extension 1RM son testlerinde PAP antrenman grubunun istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde ettiği gözlemlenmiştir (P<0.05). Çalışmanın bulgular kısmında başka bir dikkat edilmesi gereken nokta ise gruplar arası bağımsız t testi sonuçlarında PAP antrenman grubu ile KAG arasında ön testlerde KAG lehine anlamlı bir fark gözlemlenirken son testlerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmese bile bu farkın kapanmış olduğunu söyleyebiliriz. Ön testlerdeki değerlendirilen performans kriterlerinde daha geride olan grup PAP antrenman grubu iken son testlerde bu fark kapanmış ve hatta otuz saniye mekik testi, back squat 1RM ve leg extension 1RM gibi performans değerlendirme parametrelerinde PAP lehine istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlenmiştir (P<0.05).

PAP etkisinin 20 metre sprint performansı üzerine etkisini inceleyen bir çalışmada profesyonel hentbol oyuncularını ile direnç eklenerek koşular uygulanmış ve bu sürecin etkisine bakılmıştır (Tillaar & Heimborg 2017). Bu çalışmanın sonucunda direnç ile yapılan 20 metre sprint koşularının ardından direnç olmaksızın yapılan sprint koşularında ortalama %2'lik bir performans artışı gözlemlenmiştir. Futbolda yapılan koşuların ortalama 17 metre olup, yapılan koşuların %96'lık bir kısmının 30 metreden az olduğu yapılan çalışmalar sonucu gözlemlenmiştir (Bangsbo 1994). Bizim çalışmamızda ise PAP antrenman grubunun 10 ve 20 metre sprint koşularında grup içinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmiş olup (P<0.05), gruplar arası değerlere bakıldığında ise ön testlerde istatistiksel olarak KAG lehine olan istatistiksel olarak anlamlı farkın son testlerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmesi bile, PAP antrenman grubu tarafından yapılan antrenmanlar sonucunda kapatıldığı görülmüştür.

PAP'ın CMJ ve kısa mesafeli sprint üzerine akut etkisini inceleyen bir başka çalışmada ise drop jump egzersizinin CMJ performansına ortalama %6 ve kısa mesafeli sprint performansına ortalama %2.4 ve %2.7 oranlarında olumlu katkıda bulunduğu gözlemlenmiştir (Lima *et al.* 2011). Direnç egzersizi sonucunda tetiklenen PAP etkisinin dikey sıçramaya olan katkısını incelemeyi amaçlayan bir çalışmada yapılan direnç egzersizinin dikey sıçrama performansına %2.9 oranında olumlu etkide bulunduğu gözlemlenmiştir (Mitchell & Sale 2011). Bu akut performans artışının verdiği olumlu etki antrenman programları içerisinde kullanılarak PAP'ın kronik etkisinin gözlemlenmesi çalışmamızda amaçlanmıştır. PAP antrenman grubunun eşleştirilmiş t testi bulgularında CMJ ve 10 ve 20 metre sürat performanslarına bakacak olursak ön ve son testler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (P<0.05). Bağımsız t testi sonucunda

ön testlerde CMJ ve 10 ve 20 metre sürat performanslarında KAG lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark varken, son testlerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir ($P<0.05$). Durarak uzun atlama performans ölçüm testinde PAP antrenman grubu grup içi eşleştirilmiş t testi bulgularında ön ve son testler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($P<0.05$). Gruplar arası bağımsız t testi sonuçlarında ise ön testlerde KAG lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenirken ($P<0.05$), son testlerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bacak kuvvet testinde PAP antrenman grubu grup içi eşleştirilmiş t testi sonuçlarında ön ve son testler arasında anlamlı fark bulunmuştur ($P<0.05$). Bunu PAP antrenman grubunun 6 haftalık antrenman süreci sonundaki performans artışı ile bağdaştırılabilir.

PAP'ın üst beden gücüne olan etkisini incelemek amacı ile yapılan bir çalışmada performans testi öncesi direnç ile yapılan PAP protokolünün üst beden gücünü ortalama güç ve pik güç alanlarında olumlu etkilediği gözlemlenmiştir (Ferreria *et al.* 2012). Yine PAP protokolünün üst beden kuvvet performans etkisini incelemeyi amaçlayan başka bir çalışmada izometrik kasılmaların PAP etkisi ile birlikte uygulandığında üst beden kuvvetini olumlu yönde etkilediği gözlemlenmiştir (Esformes *et al.* 2011). Çalışmamızda, uygulanan 6 haftalık antrenman uygulamalarından sonra yapılan bench press 1RM, 30 saniye şnav testi, plank core stabilite testi ve sırt kuvvet testlerinin sonuçları önceki çalışmaları destekleyici sonuçlar ortaya koymuştur. PAP grubu bench press 1RM, 30 sn. şnav ve mekik testleri, plank core performans ölçüm testi ve sırt kuvvet testlerinde eşleştirilmiş t testleri sonucunda grup içinde ön ve son testler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmiştir ($P<0.05$). Gruplar arası bağımsız t testi istatistiksel analizinde 30 sn. şnav test verilerinde ön testte KAG lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenirken ($P<0.05$), son testlerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir. Yine bağımsız t testi istatistiksel analizinde otuz saniye mekik test verilerinde ön testlerde KAG lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenirken ($P<0.05$), son testlerde istatistiksel olarak anlamlı fark yer değiştirmiş olup PAP antrenman grubu lehine olacak şekilde gözlemlenmiştir ($P<0.05$). Gruplar arası bağımsız t testi sırt kuvvet testi bulgularına göre ön testlerde gruplar arasında KAG lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenirken ($P<0.05$), son testlerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farka rastlanmamıştır. Bağımsız t testi analizinde bench press 1RM test verilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözükme de 6 haftalık antrenman süreci sonunda yapılan son test verileri incelendiğinde PAP antrenman grubunda gözlemlenen 1RM düzeyindeki toplam artış Klasik Antrenman Grubuna göre gelişim gösterdiği görülmüştür. Bu performans artışı PAP etkisinin sağladığı akut performans artışı sırasındaki ekstra yüklenmelerin sonucunda artan kronik toplam kuvvet ve güç artışı ile bağdaştırılabilir. 10 ve 20 metre sprint koşu testleri, performans ölçümlerinde PAP antrenman grubunun yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına bakıldığında ön-testlerde performans açısından geride olmasına rağmen uygulanan PAP uygulamaları sayesinde son testlerde bu anlamlı fark ortadan kalkmıştır.

Bu araştırmanın sonucunda maç sezonu içerisinde futbolcularda PAP etkisini tetikleyici antrenman uygulamalarının 6 haftalık süreçte (haftada en az iki gün salon ve saha uygulamaları) sporcuların bazı performans parametrelerinde pozitif yönde etki oluşturacağı ortaya konulmuştur. Salon ve saha içi antrenman uygulamalarının ilgili branşın gerekliliklerini de göz önünde bulundurarak uygulanmasına dikkat edilmeli ve PAP etkisinin ortaya çıkarılması maksadıyla yüklenme-dinlenme oranlarına dikkat edilmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Acar F. (1995). Bayan Futbolcuların Motorik ve Morfolojik Özelliklerinin Performansa Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. 1995.
- Akyüz M., Uzaldi B. B., Akyüz Ö. & Doğru Y. (2016). "Comparison of Sprint Reaction and Visual Reaction Times of Athletes in Different Branches". *Journal of Education and Training Studies* 5(1) (2016) 94-100.
- Akyüz M., Agar M., Akyüz Ö. & Doğru Y. (2016). "Motivational Factors Affecting Athletes in Selecting the Sport Branches of Athletics. Ski and Tennis". *Journal of Education and Training Studies* 4(12) (2016) 160-165.
- Alp M., Çatıkkaş F. & Kurt C. (2018). "Acute Effects of Static and Dynamic Stretching Exercises on Lower Extremity Isokinetic Strength in Taekwondo Athletes". *Isokinetics and Exercise Science* 26(4) (2018) 307-311
- Baker D. (2001). "A Series of Studies on the Training of High-Intensity Muscle Power in Rugby League Football Players". *J Strength Cond Res* 15(2) (2001) 198-209.
- Bangsbo J. (1994). "The Physiology of Soccer-with Special Reference to Intense Intermittent Exercise". *Acta Physiologica Scandinavica. Supplementum* 619 (1994) 1-155.
- Behm D. G., Faigenbaum A. D., Falk B. & Klenrou P. (2008). "Canadian Society for Exercise Physiology Position Paper: Resistance Training in Children and Adolescents". *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 33(3) (2008) 547-561.
- Blimkie C. J. "Resistance Training During Pre- and Early Puberty: Efficacy, Trainability, Mechanisms and Persistence". *Can J Sport Sci* 17 (1992) 264-279.
- Coşan F. & Demir A. (2000). "Türk Çocuklarının Fiziki Uygunluk Normları". 2000.
- Docherty D. & Hodgson M. J. (2007). "The Application of Post Activation Potentiation to Elite Sport". *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2(4) (2007) 439-444.
- Ebben W. P. (2002). "Complex Training: A Brief Review". *Journal of Sports Science & Medicine* 1(2) (2002) 42.
- Esformes J., Keenan M., Moody J. & Bampouras T. M. (2011). "Effect of Different Types of Conditioning Contraction on Upper Body Post Activation Potentiation". *The Journal of Strength & Conditioning Research* 25(1) (2011) 143-148.
- Eniseler N., Çolakoğlu M., Turgay F., Altun M. & Vurgun H. (2005). "Türkiye Profesyonel Birinci Ligi Oyuncularında Futbol Hazırlık Dönemi Antrenmanlarının 4mM Laktat Eşiği ve Vücut Yağı Oranı Üzerine Etkisi". *Ege Üniversitesi Performans Dergisi* 11(4) (2005) 31-35.
- Faigenbaum A. D. (2000). "Strength Training for Children and Adolescents". *Clinics in Sports Medicine* 19(4) (2000) 593-619.
- Ferreria S., Panissa V., Miarka B. & Franchini E. (2012). "Postactivation Potentiation: Effect of Various Recovery Intervals on Bench Press Power Performance". *Journal of Strength and Conditioning Research* 26(3) (2012) 739-744.
- Akyüz M., Özmaden M., Doğru Y., Karademir E., Aydın Y. & Hayta Ü. (2017). "Effect of Static and Dynamic Stretching Exercises on Some Physical Parameters in Young Basketball Players". *Journal of Human Sciences* 14(2) (2017) 1492-1500.
- Haff G. G. & Triplett N. T. (2015). "Essentials of Strength Training and Conditioning Fourth Edition". *National Strength and Conditioning Association* 978-1-4925-0162-6.
- 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". *The Journal of Strength & Conditioning Research* 21(4) (2007) 1012-1017.
- Hodgson M., Docherty D. & Robbins D. (2005). "Post-Activation Potentiation". *Sports Medicine* 35(7) (2005) 585-595.
- Lima J. B., Marin D., Barquilha G., Da Silva L., Puggina E., Pithon-Curi T. & Hirabara S. (2011). "Acute Effects of Drop Jump Potentiation Protocol on Sprint and Counter Movement Vertical Jump Performance". *Human Movement* 12(4) (2011) 324-330.
- Mackenzie B. (2005). "Performans Değerlendirme Testleri". *Londra: Elektrik Dünyası plc*
- Mayhew J., Kerkick C., Lentz D., Ware J. & Mayhew D. (2004). "Using Repetitions to Fatigue to Predict One-Repetition Maximum Bench Press in Male High School Athletes". *Pediatric Exercise*

- Science* 16 (2004) 265-276.
- Matthews M. J., Matthews H. P. & Snook B. (2004). "The Acute Effects of a Resistance Training Warmup on Sprint Performance". *Research in Sports Medicine* 12(2) (2004) 151-159.
- McMillan K., Helgerud J., Macdonald R. & Hoff J. (2005). "Physiological Adaptations to Soccer Specific Endurance Training in Professional Youth Soccer Players". *British Journal of Sports Medicine* 39(5) (2005) 273-277.
- Mitchell C. J. & Sale D. G. (2011). "Enhancement of Jump Performance After a 5-RM Squat is Associated with Post Activation Potentiation". *European Journal of Applied Physiology* 111(8) (2011) 1957-1963.
- Pekel H. A. (2007). "Atletizmde Yetenek Aramasına Bağlı Olarak 10-12 Yaş Grubu Çocuklarda Bazı Değişkenler Üzerinde Normatif Çalışma". Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara 2007.
- Pauole K., Madole K., Garhammer J., Lacourse M. & Rozenek R. (2000). "Reliability and Validity of the T-test As a Measure of Agility, Leg Power, and Leg Speed in College-aged Men and Women". *The Journal of Strength & Conditioning Research* 14(4) (2000) 443-450.
- Stone M. H., Sands W. A., Pierce K. C., Ramsey M. W. & Haff G. G. (2008). "Power and Power Potentiation Among Strength-Power Athletes: Preliminary Study". *Int J Sports Phys Perf* 3 (2008) 55-67.
- Tufano J. J., Amonette W. E., Brown D., Brown L. E., Dupler T. L., Tran T. T. & Spiering B. A. (2011). "A Novel Equation to Estimate Peak Power in Young Athletes". *The Journal of Strength & Conditioning Research* 25 (2011) 31.
- Turna B. & Kılınç F. (2018). "Comparison of Some Biomotoric Properties and Anthropometric Measurements of Male Basketball and Football Players". *Journal of Education and Training Studies*. Vol. 6. (2018) 118-122.
- Turner A., Walker S., Stembridge M., Coneyworth P., Reed G., Birdsey L. & Moody J. (2011). "A Testing Battery For the Assessment of Fitness in Soccer Players". *Strength & Conditioning Journal* 33(5) (2011) 29-39.
- Walker S. & Turner A. (2009). "A One-Dayfield Test Battery For the Assessment of Aerobic Capacity, Anaerobic Capacity, Speed and Agility of Soccer Players". *Strength & Conditioning Journal*, 31(6) (2009) 52-60.
- Wisloeff U., Helgerud J. & Hoff J. (1998). "Strength and Endurance of Elite Soccer Players". *Medicine and Science in Sports and Exercise* 30(3) (1998) 462-467.
- Gabbett T. J., Kelly J. N. & Sheppard J. M. (2008). "Speed, Change of Direction Speed and Reactive Agility of Rugby League Players". *The Journal of Strength & Conditioning Research* 22(1) (2008) 174-181.
- Young W. B., James R. & Montgomery I. (2002). "Is Muscle Power Related to Running Speed with Changes of Direction?". *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 42(3) (2002) 282-288.
- Arampatzis A., Schade F., Walsh M. & Brüggemann G. P. (2001). "Influence of Leg Stiffness and Its Effect on Myodynamic Jumping Performance". *Journal of Electromyography and Kinesiology* 11(5) (2001) 355-364.
- Rønnestad B. R., Kvamme N. H., Sunde A. & Raastad T. (2008). "Short-term Effects of Strength and Plyometric Training on Sprint and Jump Performance in Professional Soccer Players". *The Journal of Strength & Conditioning Research* 22(3), 773-780.
- Little T. & Alun, G. W. (2005). "Specificity of Acceleration, Maximum Speed, and Agility in Professional Soccer Players". *Journal of Strength and Conditioning Research* 19(1) (2005) 76-78.
- Jullien H., Bisch C., Lergouët N., Manouvrier C., Carling C. J. & Amiard V. (2008). "Does a Short Period of Lower Limb Strength Training Improve Performance in Field-Based Tests of Running and Agility in Young Professional Soccer Players?". *The Journal of Strength & Conditioning Research* 22(2) (2008) 404-411.