



Genç Erkek Futbolcularda 8 Haftalık Kontrast ve Pliometrik Antrenman Yöntemlerinin Biyomotor Özellikler ve Nöromusküler Faktörlere Etkisi *

Mehmet Berk UZUNHASAN¹, Ali KIZILET², Elif Sibel ATIŞ TEKELİ³, Tuba KIZILET⁴

Özet

Amaç: Genç erkek futbolculara uygulanan kontrast ve pliometrik antrenman programlarının biyomotor özellikler ve nöromusküler faktörler üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. **Yöntem:** Araştırmanın örneklemini 24 genç erkek futbolcu (yaş: 16,00±0,51 yıl; boy: 177,21±5,18; kilo: 66,20±6,25) oluşturmuştur. Katılımcılar rastgele olarak kontrast antrenman grubu (KAG; n=8), pliometrik antrenman grubu (PAG; n=8) ve kontrol grubu (KG; n=8) olmak üzere 3 ayrı gruba ayrılmıştır. KAG ve PAG 8 hafta boyunca futbol antrenmanlarına ek olarak haftada iki gün kuvvet ve güç antrenmanları uygulamıştır. KG yalnızca futbol antrenmanlarını sürdürmüştür. Ön test ve son test deneysel yöntem kullanılan çalışmada deney ve kontrol grubunun antrenmanlar sonunda sürat, maksimum sprint hızı (MSH), arrowhead çeviklik, sıçrama yüksekliği, elektromekanik gecikme (EMKG), dayanıklılık testi (30-15 IFT) ve anaerobik hız rezervi (AHR) üzerine etkileri karşılaştırılmıştır.

Bulgular: Grupların ön test ve son testleri arasındaki farklar değerlendirildiğinde KAG; sürat, maksimum sprint hızı, çeviklik, sıçrama, EMKG, 30-15 IFT ve AHR değerleri anlamlı olarak artmıştır (p<0,05). PAG; sürat, çeviklik, sıçrama, 30-15 IFT değerleri anlamlı olarak artmıştır (p<0,05). KG; sürat, çeviklik, sıçrama, EMKG değerleri anlamlı olarak artmıştır (p<0,05). Gruplar arasındaki artışlar karşılaştırıldığında KAG; sürat, maksimum sprint hızı, sıçrama ve AHR değerlerinde KG'ye göre anlamlı olarak gelişmiştir (p<0,05). PAG; 0-40m, 0-50m, AHSĞ, AS değerleri KG'ye göre anlamlı olarak artış göstermiştir (p<0,05). KG hiçbir gruba göre anlamlı artış göstermemiştir. Deney grupları arasındaki farklar incelendiğinde KAG; sürat, maksimum sprint hızı ve AHR değerlerinde PAG'ye göre anlamlı bir artış göstermiştir (p<0,05).

Sonuç: Her iki antrenman yönteminin de gelişimsel olarak faydalı olabileceği söylenebilir. Sürat değerlerinin geliştirilmesi amaçlandığında kontrast antrenman yönteminin uygulanması daha faydalı olmaktadır.

Anahtar Kelimeler

Futbol,
Pliometrik Antrenman,
Kontrast Antrenman,
Anaerobik Hız Rezervi,
Biyomotor Özellik,
Nöromusküler Adaptasyon.

Yayın Bilgisi

Gönderi Tarihi: 27.06.2023

Kabul Tarihi: 05.06.2024

Online Yayın Tarihi: 15.06.2024

DOI:10.18826/useeabd.1320635

Effects of 8-Week Contrast and Plyometric Training Methods on Biomotor Characteristics and Neuromuscular Adaptations in Young Male Football Players

Abstract

Aim: This study is to examine the effect of contrast and plyometric training programs on biomotor characteristics and neuromuscular factors in young male football players.

Methods: Twenty-four young male football players (age: 16,00±0,51 years; height: 177,21±5,18 cm; body mass: 66,20±6,25 kg) were randomly assigned to one of three groups: Contrast training group (KAG; n=8), plyometric training group (PAG; n=8) and control group (KG; n=8). The study was conducted using a randomized experimental design over an eight-week period. The participants were tested pre and post to assess sprint, maximum sprint speed (MSS), arrowhead agility, jump height, electromechanical delay (EMD), intermittent fitness test (30-15 IFT) and anaerobic speed reserve (ASR).

Results: KAG and PAG increased significantly in sprint, agility and jump parameters (p<0.05). Only KAG showed a significant increase in MSS and EMD parameters (p<0.05). Between the groups, a significant increase was observed in sprint and countermovement jump values in both CAG and PAG compared to CG. Only KAG showed a significant increase in squat jump, MSS and ASR parameters compared to KG. In the agility test, only PAG showed a significant increase compared to KG. KG did not show a significant increase compared to any group. KAG showed a significant increase in 0-50m sprint, MSS and AHR values compared to PAG.

Conclusion: It is seen that both strength/strength training methods will be beneficial in improving the physical requirements encountered in football. When it is aimed to improve speed values, it is more useful to apply the contrast training method.

Keywords

Football,
Plyometric Training,
Contrast Training,
Anaerobic Speed Reserve,
Biomotor Feature,
Neuromuscular Adaptation.

Article Info

Received: 27.06.2023

Accepted: 05.06.2024

Online Published: 15.06.2024

DOI:10.18826/useeabd.1320635

¹ Sorumlu Yazar: Marmara Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, berk.uzunhasan@hotmail.com

² Gelişim Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, akizilet@gmail.com

³ Marmara Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, elif.sibel@marmara.edu.tr

⁴ Marmara Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, tubakizilet@gmail.com

*Yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

GİRİŞ

Futbol, başarı sağlamak için gerekli taktik ve teknik becerilere sahip olmanın yanın sıra bazı fiziksel ve fizyolojik yeterlilikler gerektiren, düzensiz aralıklarla yüksek şiddetli aktivitelerin gerçekleştirildiği bir takım sporudur (Turner ve Stewart, 2014). Futbolda performans genel olarak kat edilen toplam mesafe, toplam sprint mesafesi ve teknik becerilerin uygulanması (pas, şut, uzun top vb.) ile değerlendirilmektedir (Brocherie ve ark., 2015). Fiziksel performanslar incelendiğinde, oyuncular ortalama olarak 10-13 km toplam mesafe kat etmektedirler. Kat edilen toplam mesafenin %7-12'si yüksek şiddet hızlarında (>19.8 km/h) %1-4'ü ise sprint hızlarında (>25.2 km/h) gerçekleşmektedir (Stolen ve ark., 2005; Bush ve ark., 2015). Fizyolojik bir bakış açısıyla futbol maçı sırasında, kalp atışı yüksek şiddetli aktivitelerde kısa ve hızlı artışlar gösterirken, düşük şiddetli toparlanma dönemlerinde ise hızlı düşüşler göstermektedir. Maç sırasında ortalama kalp atım hızlarının %80-90 arasında olduğu bilinmektedir. Bu değer maksimum oksijen tüketimi (VO₂maks) değerinin ise %70-75'ine denk gelmektedir. Ortalama değerler ve oyunun süresi göz önüne alındığında oyunun anaerobik eşiğe yakın bir şiddette oynandığı gözlenmektedir (Stolen ve ark., 2005; Dolci ve ark., 2020).

Bir futbol maçı içerisinde toplam mesafelerin oyun üzerine etkisi olsa da genel olarak sonucu etkileyen faktörlerin yüksek şiddetli aktiviteler ile teknik ve taktik bileşenlerin başarılı bir şekilde entegrasyonu ile ilişkilendirilmektedir (Faude ve ark., 2012). Oyuncuların maç içerisinde ortaya çıkan talepleri destekleyen gelişmiş fiziksel niteliğe sahip olmaları gerekmektedir. Bir futbol maçının süresi göz önüne alındığında, aerobik enerji sistemlerinin baskın olduğu açıkça bilinmektedir, ancak anaerobik sistemler futbol maçının yüksek şiddetli anlarında önemli rol oynamaktadır. Sprint, yüksek şiddetli koşular, sıçrama, ikili mücadeleler, hızlı ve ani yön değiştirmeler gibi sonucu etkileyen eylemler anaerobik olarak gerçekleştirilmektedir (Silva ve ark., 2022; Baldi, 2017).

Yüksek şiddetli aktiviteler sırasında performansın bir başka belirleyicisi ise motor ünite katılımı, sinirsel uyarı iletim hızı, kaslar arası koordinasyon, elektromekanik gecikme süresinde azalmalar, gerilme-kısalma döngüsünün gelişmesi gibi kas-sinir(nöromusküler) sistemini ilgilendiren faktörlerdir (Sandford ve ark., 2019a; McKinlay ve ark., 2018). Yüksek şiddetli aktiviteler sonrası yeni aktiviteye hazır olabilmek için kasın yeniden oksijenlenmesi ve fosfokreatin depolarının hızlı bir şekilde yenilenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple futbolcularda gelişmiş aerobik kapasite performansın belirleyicilerindedir. (Buchheit ve Ufland, 2011). Aerobik kapasite; VO₂maks, koşu ekonomisi ve anaerobik eşiğin bir bütünü olarak açıklanmaktadır ve maksimal aerobik kapasitenin kat edilen toplam mesafe, yüksek hızlı koşular gibi futbol performansını etkileyen parametrelerle olumlu bir şekilde ilişki gösterdiği belirtilmektedir (Stolen ve ark., 2005; Turner ve Stewart, 2014). Futbolun fizyolojik ve fiziksel talepleri göz önüne alındığında fiziksel performansın hem metabolik (aerobik ve anaerobik enerji sistemleri) hem de nöromusküler faktörlerden etkilendiği görülmektedir (Buchheit ve ark., 2010).

Maksimal aerobik ve maksimal anaerobik kapasitenin belirlenmesi sporcuların maç performansları arasındaki farkların belirlenmesine ve lokomotor profillerinin analiz edilmesine yardımcı olabilmektedir. Bu sebeple bu kavramların birim zamandaki değerini ifade eden maksimal aerobik ve maksimal anaerobik güç değerlerinin incelenmesi önerilmektedir (Ortiz ve ark., 2018). Aerobik gücü belirlerken, VO₂maks'ın ortaya çıktığı en düşük hız olarak tanımlanan maksimal aerobik hız (MAH) değerleri kullanılmaktadır. Anaerobik gücün belirlenmesinde ise maksimal sprint hızı değerleri kullanılmaktadır. Futbol maçı içerisindeki yüksek şiddetli aktivitelerin büyük bir çoğunluğu MAH değerlerinin üzerinde meydana gelmektedir. Maksimum aerobik hız değerlerinin üzerindeki eforlar yaklaşık 0-300sn içerisinde gerçekleşmektedir ve metabolik ve nöromusküler faktörlerin karmaşık bir etkileşiminden kaynaklanmaktadır (Sandford ve ark., 2021).

Futbolun iki uçlu fizyolojik yapısını incelemek ve yüksek şiddetli egzersiz performansını değerlendirmek için anaerobik hız rezervi (AHR) kavramının kullanılması önerilmektedir (Selmi ve ark., 2020). Anaerobik hız rezervi, MSH ile MAH arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır. Bu kavramın anaerobik olarak sağlanan güç çıkışının bir kısmını tahmin edebileceği düşünülmektedir. Aynı zamanda AHR, futbol performansıyla doğrudan ilişkili olan tekrarlı sprintlerdeki yorgunluk indeksiyle önemli ölçüde korelasyon göstermektedir (Mendez-Villanueva ve ark., 2008). Yapılan bir çalışmada MAH'nin üzerindeki şiddetlerde tükenme zamanının MAH'a oranla AHR ve MSH değerleri ile daha yakından ilişkili olduğu ifade edilmiştir (Blondel ve ark., 2001). Bu durumda aynı aerobik kabiliyete sahip sporcularda daha yüksek AHR'nin daha iyi bir yarışma temposu sağlayabileceği düşünülmektedir (Buchheit ve Laursen., 2013). Bu durum MAH üzerinde tempoyu sürdürmek için daha büyük motor

ünite katılımı ve anaerobik hız rezervini en üst düzeye çıkarma gerekliliği için net bir mantık sunmaktadır (Sandford ve ark., 2019b). Bu sebeplerle, yüksek hızlı koşular, sprintler, yön değiştirmeler, sıçramalar ve ikili mücadeleler gibi yüksek şiddetli performans gerektiren özellikleri geliştirebilmek amacıyla ihtiyaç duyulan nöromüsküler adaptasyonların sağlanması gerekmektedir (Cormier ve ark., 2020). Futbolda kas kuvveti ve gücünü arttırmak, nöromüsküler adaptasyonu sağlamak için kullanılabilir potansiyel antrenman yöntemlerinden ikisi kontrast ve pliometrik antrenmanlardır (Hammami ve ark., 2019).

Pliometrik antrenman, kas tendon kompleksinin eksantrik kasılmasının hemen ardından konsantrik olarak kasılmasından oluşmaktadır. Bu durum gerilme-kısalma döngüsü (GKD) olarak adlandırılır. GKD, kas tendon kompleksinin mümkün olan en kısa sürede maksimum kuvvet üretme yeteneğini ifade etmektedir (Aloui ve ark., 2021; Markovic ve Mikulic, 2010). Hızlı eksantrik kas kasılması sonrası kas içerisinde depolanan elastik enerji, hareketin konsantrik fazının daha fazla kuvvet üretilmesine sebep olmaktadır (Buzdağlı, 2022). Yapılan çalışmalar incelendiğinde pliometrik antrenmanın futbol performansını etkileyen sprint, çeviklik, sıçrama, koşu ekonomisi, kas aktivasyon hızı gibi pek çok özelliğin gelişimi için faydalı olduğu görülmektedir.

Futboldaki temel hareket kalıpları GKD'nin etkin bir şekilde kullanılmasının yanı sıra kuvvetin hızlı bir şekilde geliştirilmesi ve yüksek güç çıktısı gerektirmektedir. Bu durum, kuvvet çalışmalarının sahaya doğru şekilde aktarılmasını gerektirmektedir (Garcia-Pinillos ve ark., 2014). Kontrast antrenman metodu, yüksek ağırlıklarla yapılan kuvvet çalışmaları ile yüksek hızlı pliometrik çalışmaların aynı set içerisinde peş peşe yapılması ile gerçekleştirilmektedir (Kobal ve ark., 2017). Bir kuvvet antrenmanının sprint veya pliometrik egzersizlerle birleştirilmesi, tek başına kuvvet antrenmanına kıyasla futbol performansında daha fazla adaptasyona yol açacağı düşünülmektedir. Kontrast antrenmanın altında yatan temel mekanizma, aktivasyon sonra potansiyasyon etkisi ile açıklanabilmektedir. Aktivasyon sonrası potansiyasyon (ASP), yüksek şiddetli bir ön aktivasyonun bir sonucu olarak akut kas gücündeki artış ve nöromüsküler uyarıların katılımının artması olarak ifade edilmektedir (Faude ve ark., 2013). ASP etkisinin ortaya çıkışı ile ilgili farklı teoriler olsa da temel olarak miyozin düzenleyici hafif zincirin fosforilasyonu, daha yüksek motor ünite katılımı, şiddetli uyarı sonrası kas pennat açısında meydana gelen azalmanın sonucunda kas fibrilinden tendona güç aktarımının kolaylaşması ile açıklanmaktadır (Bishop ve Tillin, 2009). Altı hafta veya daha uzun süreli kontrast antrenmanların kas kuvveti, güç ve nöromüsküler fonksiyonların adaptasyonlarında etkili gelişim görüldüğü belirtilmiştir. Bununla birlikte kontrast antrenman metodunun uygulandığı futbol performansını inceleyen çalışmalarda kontrast antrenmanın biyomotor özellikler ve nöromüsküler faktörlerinde gelişiminde etkili olduğu görülmektedir.

Literatür incelendiğinde, pliometrik ve kontrast antrenman programlarının sürat, çeviklik, sıçrama, aerobik kapasite (biyomotor özellikler) ve nöromüsküler faktörler üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmalara rastlanmıştır. Bununla birlikte, kuvvet ve güç antrenmanlarının anaerobik hız rezervi üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışma ile karşılaşılmamıştır. Aynı zamanda pliometrik ve kontrast antrenman sonucunda nöromüsküler adaptasyonu incelemek için elektromekanik gecikmenin kullanıldığı çalışmaların sayısı oldukça kısıtlıdır.

Çalışmamızda, kuvvet ve güç antrenmanlarının potansiyel nöromüsküler adaptasyonlarının incelendiği ve bu adaptasyonların futbola özgü dayanıklılık ve anaerobik hız rezervi üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Özellikle kuvvet ve güç antrenmanlarının anaerobik hız rezervine etkilerinin incelendiği herhangi bir araştırmaya rastlanmamış olması nedeniyle, çalışmamızın özgün ve değerli hale geldiği düşünülmektedir. Bu bağlamda, pliometrik ve kontrast kuvvet antrenmanların biyomotor özellikler ve nöromüsküler faktörler üzerindeki etkilerinin incelenmesi antrenman bilimi ve uygulayıcılar açısından faydalı olacağı düşünülmektedir. Çalışmamızın hipotezini genç erkek futbolcularda kontrast ve pliometrik antrenman yöntemlerinin biyomotor özellikler ve nöromüsküler faktörlerin üzerinde anlamlı bir etkisi olacağı varsayımı oluşturmuştur.

YÖNTEM

Araştırmanın modeli

Bu çalışma nicel araştırma yöntemlerinden tam deneysel araştırma modeli kullanılarak yapılmıştır. Araştırmaya başlamadan önce tüm katılımcılara yapılacak çalışmalar hakkında bilgilendirme

yapılmıştır. Katılımcıların kuvvet adaptasyonlarını sağlamak amacıyla iki hafta süreyle haftada 3 gün hazırlık oturumları tamamlandıktan sonraki hafta içerisinde ön testler gerçekleştirilmiştir. Ön testlerin gerçekleştirilmesinin ardından katılımcılar rastgele seçilerek farklı gruplara atanmıştır. İki deney grubu, futbol antrenmanlarına ek olarak sekiz hafta boyunca farklı antrenman yöntemlerini uygularken kontrol grubu ise futbol antrenmanlarına ek olarak herhangi bir müdahale almamıştır. Sekiz haftalık antrenman programlarının ardından katılımcılar son testleri gerçekleştirmişlerdir. Çalışma süreci adaptasyon oturumları, ön testler, deney süreci ve son testler dahil olmak üzere 12 hafta içerisinde tamamlanmıştır. Veriler, gruplar arasındaki farklılıkları veya benzerlikleri belirlemek için analiz edilmiştir.

Araştırmanın çalışma grubu

Araştırmanın evrenini, amatör düzeyde aktif olarak TFF U17 Liginde oynayan futbolcuların tamamı oluşturmaktadır. Araştırma evreninin tamamını ayrıntıları ile incelemek maliyet ve zaman yönüyle çok zor olduğu için belirli bir hedef doğrultusunda, örneklemin istenen niteliklere sahip kişilerden oluşmasının amaçlanması sebebiyle seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden “uygun örnekleme” yöntemi kullanılmıştır. Bu bağlamda çalışmamızın örneklemini, İstanbul Bölgesel Amatör Lig takımlarından birisinin U17 takımı oyuncuları ile oluşturmuştur. Katılımcıların 18 yaşından küçük olmaları sebebiyle çalışmamıza başlamadan önce tüm katılımcıların kendilerinden ve velilerinden imzalı onay alınmıştır. Çalışmaya aktif olarak lisanslı futbol oynayan ve en az 3 yıl futbol geçmişi olan, yaşları 15-17 aralığında değişen n:27 erkek futbolcu katılmıştır. Çalışmadan çıkarılma kriterleri göz önüne alındığında çalışma n:24 katılımcı ile tamamlanmıştır. Araştırmaya katılan gönüllü katılımcılar, belirlenen denek havuzundan seçkisiz desene göre rastgele olarak atanarak pliometrik antrenman grubu (PAG), kontrast antrenman grubu (KAG) ve kontrol grubunu (KG) oluşturmuştur.

Araştırmanın veri toplama araçları

Boy, Vücut Ağırlığı, Yağ Oranı, Kas Kütlesi ve Beden Kitle İndeksi Ölçümleri

Boy ölçümleri, sırtı düz bir yüzeye dayalı durumda, ayakta, baş dik ve gözler tam karşıya bakar durumdayken (Frankfurt düzlemi) başın tepe noktası ile ayak tabanları arası mesafe ölçülecek şekilde yere sabit ayaklı bir boy ölçer yardımı ile ölçülmüştür (Mazıcıoğlu, 2011). Vücut ağırlığı, yağ oranı, kas kütlesi ve beden kitle indeksi ölçümleri için biyoimpedans cihazı kullanılmıştır. Ölçümler için Tanita MC-780MA model vücut kompozisyon cihazı kullanılmıştır.

1 Tekrar Maksimal Değerlerinin Belirlenmesi

Antrenmanlar sırasında yüklerin doğru bir şekilde belirlenip antrenman programlarının uygulanması için gruplar belirlendikten sonra deney gruplarının squat egzersizindeki 1 tekrar sırasındaki kaldırdıkları en yüksek ağırlık değerleri belirlenmiştir. 1 tekrar maksimal (1TM) kuvvetinin belirlenmesi için 20kg olimpik bar ve olimpik plakalar kullanılmıştır. Katılımcılar 10 dakikalık bir ısınma setinin ardından, tahmini 1TM ağırlıklarının %75-90 değerlerinde ağırlıklarla squat hareketini gerçekleştirmişlerdir. Her katılımcıdan yorgunluk ortaya çıkıp tükeniş gerçekleşene kadar tekrar yapmaya devam etmeleri istenmiştir. Eğer katılımcı 10 tekrardan fazla gerçekleştirirse 5 dk dinlendirildikten sonra kullandığı ağırlığın %10'u eklenerek protokol tekrarlanmıştır. Bir 1TM'in tekrar sayısı üzerinden belirlenmesi için; $1TM (kg) = \text{Kaldırılan Ağırlık} / (1,0278 - 0,0278 \times \text{Tekrar Sayısı})$ formülü uygulanmıştır (Brzycki, 1993).

Sürat Testleri ve Maksimum Sprint Hızının Bulunması

Sürat testleri 0, 40 ve 50m'lik mesafelere yerleştirilen elektronik zaman sensörü NewTest Powertimer 300 ile kaydedilmiştir. Katılımcıların başlangıç kapısının 1 m gerisinde olacak şekilde yerleşmeleri ve kendilerini hazır hissettiklerinde maksimal bir şekilde 50 m mesafeyi geçmeleri istenmiştir. Maksimal sprint hızı (MSH) ile 40m sürat testinin sonuçları ile maçlar sırasındaki maksimum sprint hızı arasında büyük bir ilişki bulunmuştur (Djaoui ve ark., 2017). Bu sebeple MSH değerinin belirlenebilmesi için 40m ve 50m zaman kapıları arasındaki mesafenin süresi dikkate alınmıştır.

Çeviklik Testi

Katılımcıların çeviklik performansın ölçmek amacıyla “Arrowhead Çeviklik Testi” kullanılmıştır. Katılımcılardan hazır olduklarında zaman kapısından maksimal bir şekilde geçerek başlangıç noktasının 10 m ilerisinde olan A noktasına koşmaları, ardından yapılan dönüşün yönüne bağlı olarak A noktasının 5 m sağında veya solunda bulunan B noktasına daha sonra A noktasının 5 m ilerisinde bulunan C noktasından dönerek başladıkları zaman kapısından geri dönmeleri istenmiştir. Testler ilk dönüş

yönüne bağlı olarak arrowhead ilk dönüş sola (AHSL) ve arrowhead ilk dönüş sağa (AHSĞ) olarak isimlendirilmiştir. Katılımcılardan AHSL ve AHSĞ için ikişer deneme yapmaları istenmiştir.

Sıçrama Testleri

Sıçrama testleri için skuat sıçrama (SS) ve aktif sıçrama (AS) testleri kullanılmıştır. SS testi sırasında katılımcılardan 90 derecelik bir diz açısıyla, 2-3 saniyelik beklemeden ardından aşağı doğru hareket gerçekleştirilmeden kendilerini maksimal bir şekilde yukarı doğru itmeleri istenmiştir. AS testi sırasında, katılımcıların dik bir pozisyonda teste başlamaları ardından aşağı doğru hızla çöküp yukarı doğru maksimal bir şekilde sıçramaları istenmiştir. Sıçrama testlerinden elde edilen sıçrama yükseklikleri cm cinsinden değerlendirilmiştir. Sıçrama testleri Push 2.0 test cihazı ile ölçülmüştür.

Elektromekanik Gecikmenin Belirlenmesi

Elektromekanik gecikmenin (EMKG) belirlenebilmesi için MP150, BIOPAC SYSTEM yüzeyel elektromiyografi (sEMG) kullanılmıştır. EMG verileri AG-AGCI elektrotlar kullanılarak, 1000 Hz’de toplanacaktır. Verileri toplamak için Acqknowledge yazılımı kullanılmıştır. EMG aktivitesi, dominant bacakta; Rectus Femoris (RF) ve Biceps Femoris (BF) kaslarına yerleştirilen elektrotlar ile ölçülecektir. Elektrotlar yerleşiminde “Avrupa Kasların İnvazif Olmayan Değerlendirmesi İçin sEMG” (SENIAM) projesinin standartları göz önünde bulundurulmuştur (Stegeman ve Hermens, 2007). EMG elektrotları yerleştirilmeden önce, deri yüzeyindeki kıllar ve ölü deri jilet ve alkol yardımıyla temizlenmiştir ve elektrotlar merkezden merkeze 20mm olacak şekilde yerleştirilmiştir.

Elektromekanik gecikmenin belirlenebilmesi için SS testi kullanılacaktır. Katılımcılar ısınma protokolünü tamamladıktan sonra kuvvet platformunun üzerinde eller belde olacak şekilde, dizler femur ve tibia arasında 90 derece bükülene kadar çömelecekler ve bu pozisyonda 2-3 saniye bekledikten sonra maksimal bir sıçrama gerçekleştirmişlerdir (Maixnerova ve ark., 2019). EMKG, EMG aktivitesinin başlangıcı ile kuvvet üretiminin başladığı zaman arasındaki fark olarak hesaplanacaktır. Ölçümler sırasında kuvvet katkısının başlangıcını belirlemek amacıyla KISTLER marka kuvvet platformu kullanılmıştır.

30-15 Aralık Dayanıklılık Testi (30-15 IFT)

Katılımcılardan, önceden kaydedilmiş bir bip sesine uyum sağlayarak 40m iki hat arasında koşmaları istenmiştir. Bu aralıklı dayanıklılık testi, 30 saniyelik mekik koşuları ve aralardaki 15 saniyelik pasif toparlanma dönemlerinden oluşmaktadır. Test 8 km/sa ile başlamakta ve her aşamanın sonunda 0,5 km/sa yükselmektedir. Katılımcılardan, önceden kaydedilmiş bir bip sesine uyum sağlayarak her iki kenarında ve orta noktasında üç hat bulunan 40 metrelik bir alan arasında koşmaları istenmiştir. Oyunculardan tükenene kadar testi sürdürmeleri istenmektedir. Oyuncular tükendikleri veya arka arkaya 3 kez ses sinyali ile hatlara ulaşamadıklarında test sona ermektedir. Bu test, MAH değerleriyle korelasyon göstermektedir. Aynı zamanda futbolun aralıklı yapısına uygun olması sebebiyle kullanılması önerilmektedir (Buchheit ve ark., 2021). Bu sebeple katılımcıların MAH değerini bulmak için 30-15 IFT hız değerleri (vIFT) kullanılacaktır. Aralıklı dayanıklılık testi kullanarak MAH değerlerini bulmak için; $vIFT = 1,2 \times MAH$ formülü kullanılmaktadır.

Anaerobik Hız Rezervinin (AHR) Belirlenmesi

Katılımcılar AHR değerlerini belirlemek için sürat testleri aracılığıyla bulunan MSH değerleri ile 30-15 IFT aracılığıyla bulunan MAH değerleri arasındaki fark kullanılacaktır:

$$AHR (km/sa) = MSH - MAH$$

Antrenman programı

Deney gruplarındaki katılımcılar futbol antrenmanlarına ek olarak 8 hafta boyunca salı ve perşembe günleri pliometrik ve kontrast antrenman programlarını uygulamışlardır. Kontrol grubu ise 8 hafta boyunca yalnızca futbol antrenmanı gerçekleştirmiştir. Kuvvet antrenmanları ile futbol antrenmanı arasında 6 saatlik bir toparlanma süresi eklenmiştir. Deney grupları antrenman öncesinde 10 dakikalık dinamik ısınma hareketlerinin ardından 4 adet düşük şiddetten yüksek şiddete doğru ilerleyen aktif sıçrama gerçekleştirmişlerdir. Daha sonra katılımcılar kendilerine ait antrenman programlarını uygulamışlardır. Antrenmanların ardından oyuncular 10 dakikalık statik germe hareketleri gerçekleştirmişlerdir. Her iki deney grubuna ait antrenman programları Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. KAG ve PAG Antrenman Programı

Antrenman Haftaları	KAG	PAG
1-4. Hafta	10 dakika dinamik ısınma + 5 aktif sıçrama (%25, %50, %75, %100)	6x6 Öne Engel Sıçraması (30-45cm)
	4x5 Squat (%70-90 1TM)	
	+ 3 Aktif Sıçrama	
10 dakika statik germe		
5-8. Hafta	10 dakika dinamik ısınma + 5 aktif sıçrama (%25, %50, %75, %100)	8x6 Öne Engel Sıçraması
	5x5 Squat (%70-90 1TM)	
	+ 3 Aktif Sıçrama	15m Sprint
	+ 15m Sprint	
	10 Dakika Statik Germe	

Araştırmanın veri analizi

Verilerin analizi için IBM SPSS Statistics 24.0 programı kullanılmıştır. Düşük örneklem boyutuna sahip çalışmalar ($n < 30$) için ön şartları yerine getirememesinden dolayı parametrik olmayan testlerin uygulanması önerilmektedir (Conover, 1999). Bu bağlamda, çalışmamızda farkların gruplara göre gösterdikleri değişimin belirlenmesi için Kruskal-Wallis H Testi, aradaki farkların belirlenmesi için ise Tamhane's T2 post-hoc test uygulanmıştır. Grupların kendi içerisindeki ön test ve son test değerlerini karşılaştırmak için Wilcoxon testi uygulanmıştır.

BULGULAR

Tablo 2. Katılımcıların Demografik Değerlerine İlişkin Bilgiler

Değişkenler	KAG	PAG	KG
	Ortalama \pm SS	Ortalama \pm SS	Ortalama \pm SS
Yaş (yıl)	16,00 \pm 0,53	16,00 \pm 0,53	16,00 \pm 0,53
Lisans (yıl)	7,00 \pm 1,77	6,25 \pm 1,66	6,13 \pm 1,15
Boy (cm)	179,13 \pm 5,81	175,88 \pm 5,02	176,63 \pm 4,74
Kilo (kg)	64,80 \pm 5,44	69,52 \pm 7,12	64,27 \pm 5,40
Yağ Oranı (%)	13,83 \pm 2,13	14,65 \pm 1,78	14,02 \pm 1,85
Kas Kütlesi (kg)	51,98 \pm 5,23	56,28 \pm 4,44	50,13 \pm 5,85
BKİ	20,30 \pm 1,79	22,50 \pm 2,52	20,60 \pm 1,50

BKİ: *Beden Kitle İndeksi*

Kontrast antrenman grubunun yaş değerlerinin $16,00 \pm 0,53$, lisanslı olarak futbol oynadıkları yıl değerlerinin $7,00 \pm 1,77$, boylarının $179,13 \pm 5,81$, kilo değerlerinin $64,80 \pm 5,44$, yağ oranı değerlerinin $13,83 \pm 2,13$, kas kütlesi değerlerinin $51,98 \pm 5,23$, BKİ değerlerinin $20,30 \pm 1,79$ görülmüştür. Pliometrik antrenman grubunun yaş değerlerinin $16,00 \pm 0,53$, lisanslı olarak futbol oynadıkları yıl değerlerinin $6,25 \pm 1,66$, boylarının $175,88 \pm 5,02$, kilo değerlerinin $69,52 \pm 7,12$, yağ oranı değerlerinin $14,65 \pm 1,78$, kas kütlesi değerlerinin $56,28 \pm 4,44$, BKİ değerlerinin $22,50 \pm 2,52$ olduğu görülmüştür. Kontrol grubunun yaş değerlerinin $16,00 \pm 0,53$, lisanslı olarak futbol oynadıkları yıl değerlerinin $6,13 \pm 1,35$, boylarının $176,63 \pm 4,74$, kilo değerlerinin $64,27 \pm 5,40$, yağ oranı değerlerinin $14,02 \pm 1,85$, kas kütlesi değerlerinin $50,13 \pm 5,85$, BKİ değerlerinin $20,60 \pm 1,5$ olduğu görülmüştür.

Tablo 3'de KAG, PAG ve KG sürat testi ön test ve son test değerleri arasındaki farklar incelendiğinde her üç grubun ön test ve son test değerleri arasında anlamlı bir farklılık gözlemlenmiştir ($p < 0,05$). Gruplar arasındaki gelişim farklılıkları incelendiğinde 0-40 metre süresinde KAG ($p = 0,001$) ve PAG ($p = 0,014$) KG'ye göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek gelişim göstermiştir. Diğer yandan 0-50 metre süresinde ise KAG hem PAG hem de KG'ye göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde gelişim göstermiştir ($p < 0,001$). PAG ise yalnızca KG'ye göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde gelişim gösterdiği gözlemlenmiştir.

Tablo 3'de bulunan MSH ön test ve son test arasındaki değerler incelendiğinde KAG ön test ve son test değerleri arasında anlamlı bir farklılık göstermiştir ($p < 0,05$). PAG ve KG gruplarının ön test ve son test değerleri arasında anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir. Gruplar arasındaki gelişimsel farklar karşılaştırıldığında KAG hem PAG hem de KG'ye göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde gelişim göstermiştir ($p = 0,001$).

Tablo 3. Sürat ve Çeviklik Değerlerine İlişkin Sonuçların Karşılaştırılması

Grup	Değişkenler	Ön Test	Son Test	Fark (%)	Fark (%)	P
		Ortalama ± SS	Ortalama ± SS	Ortalama ± SS	%95 GA	
KAG	0-40 m (sn)	5,74 ± 0,20	5,64 ± 0,20	1,72 ± 0,37	1,46 - 1,98	0,012 ^{*a}
	0-50 m (sn)	6,98 ± 0,25	6,84 ± 0,24	2,02 ± 0,38	1,76 - 2,28	0,011 ^{*ab}
	MSH (km/sa)	29,23 ± 1,38	30,28 ± 1,44	1,56 ± 2,82	-0,44 - 3,46	0,017 ^{*ab}
	AHSL (sn)	8,56 ± 0,24	8,45 ± 0,22	1,21 ± 0,45	0,90 - 1,52	0,012 [*]
	AHSĞ (sn)	8,49 ± 0,22	8,42 ± 0,20	0,83 ± 0,70	0,34 - 1,32	0,012 [*]
PAG	0-40 m (sn)	5,73 ± 0,20	5,65 ± 0,18	1,39 ± 0,50	1,04 - 1,74	0,011 ^{*a}
	0-50 m (sn)	6,95 ± 0,25	6,87 ± 0,23	1,22 ± 0,39	0,95 - 1,49	0,012 ^{*a}
	MSH (km/sa)	29,59 ± 1,28	29,60 ± 1,25	0,01 ± 1,33	-0,91 - 0,93	0,833
	AHSL (sn)	8,53 ± 0,22	8,42 ± 0,21	1,33 ± 0,78	0,79 - 1,87	0,012 [*]
	AHSĞ (sn)	8,43 ± 0,25	8,33 ± 0,24	1,14 ± 0,73	0,63 - 1,65	0,017 ^{*a}
KG	0-40 m (sn)	5,73 ± 0,18	5,71 ± 0,19	0,44 ± 0,62	0,01 - 0,87	0,09 [*]
	0-50 m (sn)	6,97 ± 0,22	6,95 ± 0,23	0,24 ± 0,44	-0,06 - 0,54	0,12 [*]
	MSH (km/sa)	29,10 ± 1,03	28,89 ± 0,98	-1,12 ± 2,35	-2,75 - 0,51	0,26
	AHSL (sn)	8,67 ± 0,16	8,62 ± 0,15	0,65 ± 0,37	0,39 - 0,91	0,01 [*]
	AHSĞ (sn)	8,57 ± 0,19	8,56 ± 0,16	0,20 ± 0,49	-0,14 - 0,54	0,21

*: Ön Test-Son Test arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ($p \leq 0,05$)., a: KG'ye göre anlamlı düzeyde gelişim göstermiştir ($p \leq 0,05$)., AHSL: Arrowhead Sola Dönüş, AHSĞ: Arrowhead Sağa Dönüş, b: PAG'na göre anlamlı gelişim göstermiştir ($p \leq 0,05$)., MSH: Maksimum Sprint Hızı

Tablo 3'de bulunan çeviklik testlerinin ön test ve son test değerleri arasındaki farklılıklar incelendiğinde her üç grup AHSL testinde anlamlı bir farklılık göstermiştir ($p < 0,05$). Diğer yandan AHSĞ testinde ise KAG ve PAG ön test ve son test değerleri arasındaki anlamlı bir farklılık ($p < 0,05$) gösterirken, KG ön test ve son test değerlerinde anlamlı farklılık gözlemlenmemiştir. Gruplar arasındaki gelişimsel farklar karşılaştırıldığında yalnızca PAG, AHSĞ testinde KG'ye göre anlamlı düzeyde gelişim göstermiştir ($p = 0,028$).

Tablo 4. Sıçrama ve EMKG Değerlerine İlişkin Sonuçların Karşılaştırılması

Grup	Değişkenler	Ön Test	Son Test	Fark (%)	Fark (%)	P
		Ortalama ± SS	Ortalama ± SS	Ortalama ± SS	%95 GA	
KAG	SS (cm)	33,13 ± 5,16	36,80 ± 4,43	10,27 ± 3,24	8,02 - 12,52	0,012 ^{*a}
	AS (cm)	37,80 ± 4,04	41,78 ± 3,29	9,65 ± 3,22	7,42 - 11,88	0,012 ^{*a}
	EMKG RF (ms)	122,00 ± 10,18	114,83 ± 6,37	6,12 ± 3,55	3,66 - 8,58	0,027 [*]
	EMKG BF (ms)	94,00 ± 4,94	92,67 ± 5,72	1,62 ± 5,67	-2,31 - 5,55	0,344
PAG	SS (cm)	34,16 ± 3,17	37,23 ± 2,66	8,32 ± 3,77	5,71 - 10,93	0,012 [*]
	AS (cm)	38,46 ± 3,43	42,14 ± 2,71	8,85 ± 2,90	6,84 - 10,86	0,012 ^{*a}
	EMKG RF (ms)	116,67 ± 8,43	114,17 ± 10,89	2,68 ± 8,99	-3,55 - 8,91	0,528
	EMKG BF (ms)	91,83 ± 5,23	91,00 ± 10,51	1,98 ± 7,31	-3,09 - 7,05	1
KG	SS (cm)	32,18 ± 4,00	33,45 ± 4,08	3,74 ± 4,06	0,93 - 6,55	0,01 [*]
	AS (cm)	36,33 ± 3,90	37,41 ± 3,70	2,92 ± 3,60	0,43 - 5,41	0,01 [*]
	EMKG RF (ms)	121,57 ± 5,94	117,86 ± 7,36	3,30 ± 4,20	0,39 - 6,21	0,06 [*]
	EMKG BF (ms)	94,71 ± 5,28	98,29 ± 4,07	-3,45 ± 12,41	-12,05 - 5,15	0,2

*: Ön Test-Son Test arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ($p \leq 0,05$)., a: KG'ye göre anlamlı düzeyde gelişim göstermiştir ($p \leq 0,05$)., AS: Aktif Sıçrama, b: PAG'na göre anlamlı gelişim göstermiştir ($p \leq 0,05$)., EMKD RF: Elektromekanik Gecikme Rectus Femoris, EMKD BF: Elektromekanik Gecikme Biceps Femoris, SS: Skuat Sıçrama

Tablo 4'de bulunan sıçrama testlerinin KAG, PAG ve KG için ön test ve son testler arasındaki farklar incelendiğinde. Hem SS hem de AS testlerinde her üç grupta ön test ve son testler arasındaki değer anlamlı olduğu söylenebilir ($p \leq 0,05$). Gruplar arasındaki gelişimsel farklar karşılaştırıldığında, KAG, SS testinde KG'ye göre anlamlı düzeyde gelişim göstermiştir ($p = 0,006$). Aktif sıçrama testindeki gelişim farkları karşılaştırıldığında ise hem KAG ($p < 0,001$) hem de PAG ($p < 0,001$), KG'ye göre anlamlı düzeyde gelişim gösterdiği gözlemlenmiştir. Her iki denek grubunun sıçrama testleri sırasında birbirleriyle arasında anlamlı bir fark bulunmadığı gözlemlenmiştir.

Tablo 4’de bulunan elektromekanik gecikme ölçümlerinin grupların kendi içerisindeki ön test ve son testler arasındaki farklar incelendiğinde, RF kasındaki EMKG değerlerinin KAG ve KG için anlamlı düzeyde fark olduğu gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Diğer yandan BF kasındaki EMKG değerleri incelendiğinde her üç grup için ön test ve son test değerleri arasında anlamlı bir bulunmamıştır. Gruplar arasındaki gelişim farkları karşılaştırıldığında ise her üç grubunda arasında hem RF hem de BF kasındaki EMKG değerlerinde anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Tablo 5. 30-15 AFT ve AHR Değerlerine İlişkin Sonuçların Karşılaştırılması

Grup	Değişkenler	Ön Test	Son Test	Fark (%)	Fark (%)	P
		Ortalama \pm SS	Ortalama \pm SS	Ortalama \pm SS	%95 GA	
KAG	30-15 AFT (km/sa)	19,38 \pm 0,64	20,00 \pm 0,60	3,12 \pm 1,75	1,91 - 4,33	0,015*
	AHR (km/sa)	13,09 \pm 1,25	13,61 \pm 1,44	0,39 \pm 6,46	-4,09 - 4,87	0,206 ^{ab}
PAG	30-15 AFT (km/sa)	19,56 \pm 1,12	20,13 \pm 1,13	2,76 \pm 2,98	0,70 - 4,82	0,034*
	AHR (km/sa)	13,28 \pm 1,25	12,81 \pm 1,21	-0,25 \pm 3,37	-2,59 - 2,09	0,024
KG	30-15 AFT (km/sa)	19,13 \pm 1,13	19,38 \pm 0,92	1,32 \pm 2,44	-0,37 - 3,01	0,16
	AHR (km/sa)	13,18 \pm 0,57	12,75 \pm 0,84	-1,21 \pm 7,64	-6,50 - 4,08	0,08

*: Ön Test-Son Test arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ($p\leq 0,05$)., 30-15 AFT: 30-15 Aralık Fitness Testi, a: KG’ye göre anlamlı düzeyde gelişim göstermiştir ($p\leq 0,05$)., AHR: Anaerobik Hız Rezervi, b: PAG’na göre anlamlı gelişim göstermiştir ($p\leq 0,05$).

Tablo 5’de bulunan 30-15 AFT testinin grupların kendi içerisindeki ön test ve son testleri arasındaki farkları incelendiğinde, KAG ve PAG ön test ve son test değerleri arasında anlamlı bir fark bulunduğu gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Diğer yandan KG ise 30-15 AFT testinin ön test ve son test değerleri arasında anlamlı bir gelişim göstermemiştir. Gruplar arasındaki gelişimsel farklar karşılaştırıldığında ise her üç grup arasında 30-15 AFT testinde anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Tablo 5’de bulunan AHR değerleri incelendiğinde ise bütün grupların ön test ve son testleri arasında pozitif yönde anlamlı bir fark gözlemlenmemesine rağmen PAG ve KG ön test ve son testleri arasındaki farkların anlamlı olarak düşüş gösterdiği gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Gruplar arasındaki gelişimsel farklar incelendiğinde ise KAG, hem PAG hem de KG’ye göre AHR değerlerini anlamlı düzeyde geliştirmiştir ($p=0,016$).

TARTIŞMA

Çalışmamızın amacı sekiz hafta boyunca uygulanan kontrast antrenman ve pliometrik antrenman metodlarının biyomotor özellikler ve nöromusküler faktörlere etkilerinin incelenmesidir. Biyomotor özellikler ve nöromusküler faktörlerin belirlenmesi için 30-15 IFT, sürat, çeviklik, sıçrama ve elektromekanik gecikme parametreleri incelenmiştir. Aynı zamanda sekiz haftalık kuvvet ve güç antrenmanlarının futbolun iki uçlu yapısını yansıtan, oyuncuların lokomotor profillerinin ve maç performanslarının incelenmesine olanak sağlayacağı düşünülen anaerobik hız rezervine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda çalışmamızın ana bulguları incelendiğinde KAG ve PAG’nin 0-40m, 0-50m, AS değerlerinde KG’ye göre anlamlı farklar gözlemlenmiştir. Diğer yandan MSH, SS, AHR parametrelerinde yalnızca KAG, KG’ye kıyasla anlamlı farklar göstermiştir. Deney grupları arasındaki gelişim farkları incelendiğinde ise, KAG 0-50m, MSH ve AHR parametrelerinde PAG’ye kıyasla anlamlı farklar göstermiştir. Belirtilen parametrelerin aksine AHSL, EMKG RF, EMKG BF, 30-15 IFT değerlerinde deney grupları ve KG arasında anlamlı farklar bulunmamaktadır.

Araştırmadaki sürat değerleri incelendiğinde, her üç grubun 0-40m, 0-50m parametrelerinin ön test-son test sonuçları arasındaki farkların anlamlı olduğu görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılıklar incelendiğinde ise 0-40m parametresinde her iki deney grubunun kontrol grubuna göre anlamlı olduğu görülmektedir. Diğer yandan 0-50m parametresinde her iki deney grubu için KG’ye göre anlamlı bir fark gözlemlenmesine rağmen KAG, hem PAG hem KG’ye göre anlamlı olarak gelişim gösterdiği gözlemlenmiştir. Sürat sırasında ulaşılan yüksek hızlar, hızlı kasılan kas fibrillerinin artışı ve artan motor ünite katılımı gibi faktörlere bağlı olarak ortaya çıkan daha büyük kas gücü üretiminin bir sonucu olarak görülmektedir (Spinetti, 2018). Genç futbolcularla yapılan bir çalışmada, pliometrik, kontrast ve kontrol gruplarını içeren 8 hafta yürütülen bir çalışmanın sonunda, her iki deney grubunun da kontrol grubuna kıyasla 40 metre sprint değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu gözlemlenmiştir. Aynı çalışma içerisinde 0-40m sırasında kontrast antrenmanı uygulayan grubun daha yüksek gelişim yüzdelere sahip olması çalışmamızla benzerlik göstermektedir (Hammami, 2019). Başka bir

çalışmada ise 8 hafta boyunca yüksek hızlarla yapılan skuat egzersizi, dirençli koşular ve pliometrik antrenman metotları kıyaslanmış ve 50 metre sürat testinde skuat ve pliometri gruplarının anlamlı olarak geliştiği gözlemlenmiştir (De Hoyo ve ark., 2016). Literatürde yer alan çalışmaların büyük çoğunluğunda, araştırmamıza benzer şekilde pliometrik ve kontrast kuvvet antrenmanları sonucunda sürat değerlerinde yalnızca futbol antrenmanına göre anlamlı gelişimler olduğu görülmektedir. Bu gelişimlerin kas-tendon sertliğinin artması, sinir iletim hızının artması, motor ünite katılımında artış gibi nöromüsküler faktörlerin gelişimine bağlı olduğu düşünülmektedir (Aloui ve ark., 2021). Çalışmamız içerisinde 0-50m parametresinde KAG lehine anlamlı farklar bulunması ve 0-40m değerlerinde deney grupları arasında anlamlı bir fark gözlemlenmemesine rağmen KAG'nin $1,72 \pm 0,37$, PAG'nin ise $1,39 \pm 0,50$ gelişim gösterdiği gözlemlenmiştir. Sürat sırasında en yüksek hıza ulaşılan bölümlerde daha fazla dikey kuvvet üretimi ve daha hızlı zemin temas sürelerinin maksimal sürat yeteneğinde daha büyük gelişmelere sebep olabileceği açıklanmaktadır (Ramirez-Campillo ve ark., 2015). Bu sebeple maksimale yakın dikey yükler üzerine sıçrama egzersizleri kullanılan kontrast antrenman metodunun maksimal sürate daha büyük bir etkisi olduğu düşünülmektedir. Çalışmamızın bulguları içerisinde yer alan MSH değerleri incelendiğinde yazarların düşüncesine uygun olarak KAG'nin, hem PAG hem de KG'ye göre anlamlı olarak gelişim gösterdiği görülmektedir.

Çalışmamızın bulguları ve belirtilen çalışmaların aksine, yapılan bazı çalışmalarda pliometrik ve kontrast antrenmanın kronik etkilerinin sürat değerleri üzerinde anlamlı etkileri olmadığı gözlemlenmiştir (Spinetti ve ark., 2018; Faude ve ark., 2013; Markovic ve ark., 2007). Bu durumun sebebinin çalışmaların uygulandığı dönem, antrenman programları ve egzersizlerin antrenmanın özgülüğü ilkesine bağlı olarak seçilmemesi olarak düşünülmektedir.

Sporcuların güç ve sürat performansları arasındaki ilişki incelendiğinde genel olarak daha güçlü olan sporcuların sürat performanslarında daha iyi bir performans gösterdikleri söylenebilmektedir (Comfort ve ark., 2014). Bu bağlamda çalışmamızda hem sürat hem de sıçrama parametrelerinde her iki deney grubunun KG'ye kıyasla daha yüksek oranda gelişimler göstermiş olması bu düşüncüyü doğrulamaktadır. Çalışmamıza benzer şekilde kontrast antrenman ve pliometrik antrenmanın birbiri ile kıyaslandığı çalışmalar incelendiğinde, 8 hafta sürdürülen kontrast, pliometrik ve geleneksel kuvvet antrenmanlarının aktif sıçramaya etkileri incelendiği bir çalışmada her 3 grup için de dikey sıçramada anlamlı gelişmeler kaydedildiği gözlemlenmiştir (Kobal ve ark., 2017). 10 hafta boyunca sürdürülen pliometrik ve sprint çalışmalarının birleştirildiği bir çalışmada, AS testinde kontrol grubuna göre anlamlı gelişmeler gözlemlenmiştir (Villarreal, 2015). Bir başka çalışmada ise 6 hafta sürdürülen pliometrik antrenmanın sonucunda pliometrik antrenman yapan grup SS testinde ($+7,55$) kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde gelişim göstermiştir (Buzdağlı ve ark., 2022). Çalışmamız içerisindeki her iki deney grubu arasındaki farklar incelendiğinde, her iki grubun ön test ve son testleri arasındaki farkların hem SS hem de AS parametrelerinde anlamlı olmadığı görülmektedir. Gelişimlerin yüzdelik farklarına göz önüne alındığında ise SS testinde KAG: $10,27 \pm 3,24$, PAG: $8,32 \pm 3,77$ AS testinde ise KAG: $9,65 \pm 3,22$, PAG: $8,85 \pm 2,90$ gelişim gösterdiği görülmektedir. Sekiz haftalık kontrast antrenmanın sonucunda gözlemlenen bu üstün artışlar, aktivasyon sonrası potansiyasyondan kaynaklanan fosforilasyona, kas pennat açısının küçülmesinden kaynaklanan kas fibrilinden tendona güç aktarımının kolaylaşmasına ve gerilme refleksinin uyarılmasına bağlı olduğu düşünülmektedir (Pagaduan, 2018; Tillin ve Bishop, 2009). Sıçrama ve sürat değerlerindeki göz önüne alındığında ise her iki deney grubunun nöromüsküler faktörlerin adaptasyonuna olumlu yanıtlar verdiği düşünülmektedir.

Nöromüsküler faktörlerin adaptasyonu göz önüne alınırken değerlendirilmesi gereken parametrelerden bir tanesi de EMKG kavramıdır. Elektromekanik gecikme, motor ünitenin aktivitesinin başlaması sonucunda gerçekleşen kas aktivasyonu ile hareket başlangıcını belirten ilk kuvvet üretimi arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır. Literatürde EMKG'nin atletik performans üzerindeki etkilerini inceleyen araştırmaların sayısı oldukça kısıtlıdır. Yapılan bir çalışmada, daha hızlı kuvvet üretme oranına sahip ve daha sert kas-tendon yapısına sahip sporcuların daha düşük EMKG sürelerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan başka bir çalışmada ise kas-tendon sertliği ve sıçrama yüksekliği ile EMKG arasında korelasyon gözlemlenmiştir (Maixnerova ve ark., 2019). Başka bir çalışmada gerçekleştirilen sekiz haftalık pliometrik antrenmanın sonucunda EMKG değerlerinin anlamlı düzeyde azaldığı gözlemlenmiştir (Wu ve ark., 2010). Sekiz haftalık pliometrik antrenman ve direnç antrenman programlarının uygulandığı başka bir çalışmada ise EMKG değerlerinde anlamlı bir değişiklik gözlemlenmemiştir (McKinlay ve ark., 2018). Literatür taramasında kontrast antrenman metodunun EMKG değerleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışma ile karşılaşılmamıştır. Yapılan çalışmalar

incelendiğinde nöromüsküler faktörlerin adaptasyonuna bağlı olarak EMKG değerlerinde azalmalar beklenmektedir. Çalışmamızın bulgularında KAG ve KG, EMKG RF değerlerinde ön test-son test ölçümleri arasında anlamlı bir fark gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, EMKG BF değerlerinde bütün grupların ön test-son test değerlerinde anlamlı farklar gözlemlenmemiştir. Grupların yüzdesel gelişimleri göz önüne önüne alındığında değerlerin birbirine yakın olduğu ve farklı kas gruplarında farklı gelişimlerin gözlemlendiği görülmektedir. Buna rağmen rectus femoris kasında KAG adına gözlemlenen $6,12 \pm 3,55$ değerindeki gelişim maksimale yakın dikey yönde kuvvet çalışmaları içeren kontrast antrenman metodunun sıçrama özelliğinde ana kas grubu olan quadriceps kasları üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Gruplar arasındaki anlamsız artışlar gelişmelerin futbol antrenmanlarının etkisine bağlı olarak gerçekleştiğini düşünülmektedir.

Pliometrik ve kontrast antrenmanların çeviklik üzerindeki etkileri incelendiğinde, 8 haftalık kompleks, kontrast ve geleneksel antrenman metodlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada deney gruplarının çeviklik yeteneğinde anlamlı bir gözlenmemiştir (Kobal, 2017). Brito ve ark., tarafından yapılan çalışmada ise kolej seviyesindeki erkek futbolcuların dahil olduğu 9 hafta boyunca kompleks, pliometrik ve geleneksel kuvvet antrenmanları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma sonucunda deney gruplarının tamamının çeviklik yeteneğinde anlamlı bir fark bulunmamıştır (Brito ve ark., 2014). Yapılan bir meta analiz çalışmasında, kompleks ve kontrast antrenmanların yön değiştirme yeteneği üzerindeki etkilerinin çok küçük olduğu belirtilmiştir (Cormier ve ark., 2020). Bu çalışmaların aksine, başka bir çalışmada 12 haftalık bir kontrast antrenman programının sonucunda balsam çeviklik testinde kontrast antrenman grubu istatistiksel olarak anlamlı düzeyde gelişmiştir (Garcia-Pinillos ve ark., 2014). Pliometrik antrenmanın nöromüsküler ve performans adaptasyonlarının incelendiği bir meta analizde çalışmada çeviklik performansının pliometrik antrenmanların sonucunda $+1,5-10,2$ aralığında değiştiğini belirtmiştir (Markovic ve Mikulic, 2010). Çalışmamızın bulguları içerisinde deney gruplarının her iki taraftaki çeviklik testlerinin ön test-son test arasındaki farkların anlamlı olduğu görülmektedir. Ancak her iki deney grubundan yalnızca PAG, AHSĞ parametresinde KG'ye göre anlamlı bir gelişim göstermiştir. Çalışmamızdaki çeviklik yeteneğindeki tutarsız farklılıklar, literatürdeki çalışmaları desteklemektedir. Bu durumun sebebinin, çalışmamızda deney gruplarının antrenman programlarının daha çok dikey yönlerde egzersizleri ve doğrusal düzlemde sürat çalışmalarını içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Futbol, yüksek şiddetli aktiviteler ile düşük şiddetli aktivitelerin aralıklı olarak birbirini takip etmesi nedeniyle nöromüsküler faktörler ile metabolik faktörlerin karmaşık bir şekilde kullanılmasını gerektirmektedir. Bu sebeple kuvvet ve güç antrenmanlarının futbolun aralıklı yapısına nasıl etki edeceğinin belirlenmesi oldukça önemli görünmektedir. Oyuncuların aerobik kapasitelerini oluşturan maksimal oksijen tüketimini, aerobik ve anaerobik enerji sistemlerinin kullanımını ölçmek için pek çok alan testi bulunmaktadır. Yo-Yo Aralıklı Toparlanma Testi (Yo-Yo ATT) ve 30-15 IFT aralıklı sporları uygulayan sporcular için oldukça uygun görünmektedir. Yapılan bir çalışmada 7 haftalık kontrast antrenman programının sonucunda Yo-Yo ATT'de gelişmeler gözlenirse de bu gelişmeler kontrol grubuna göre anlamlı olarak farklı değildir. Bu durum çalışmalar içerisinde devam eden futbol antrenmanının etkileri olarak değerlendirilmiştir (Faude, 2013). Başka bir çalışmada ise 12 haftalık kuvvet ve güç antrenmanlarının kombinasyonundan oluşan bir programın sonucunda Yo-Yo ATT testinde anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir (Wong ve ark., 2010). Ramirez-Campillo ve ark., tarafından gerçekleştirilen çalışmada 6 hafta süren hafta 2 kez yapılan pliometrik antrenmanın sonucunda dayanıklılık performansının ölçüldüğü Yo-Yo ATT testinde anlamlı düzeyde performans artışı gözlemlenmiştir (Ramirez-Campillo ve ark., 2015). Çalışmamızın bulguları göz önüne alındığında ise, KAG ve PAG ön test-son test sonuçlarında anlamlı gelişimler göstermişlerdir ancak grupların arasındaki farklar karşılaştırıldığında deney grupları ile KG arasında anlamlı farklar bulunmamıştır. Yine de yüzdesel gelişimler göz önüne alındığında KAG ($3,12 \pm 1,75$) ve PAG ($2,76 \pm 2,98$), KG'ye ($1,32 \pm 2,44$) oranla anlamlı olmasa da daha fazla gelişim gösterdiği söylenebilmektedir. Kuvvet ve güç geliştirmeye yönelik antrenmanların sonucunda ortaya çıkan gelişmelerin koşu ekonomisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Dayanıklılık sporcularının katıldığı bir çalışmada 12 hafta boyunca kuvvet, patlayıcı ve pliometrik çalışmaları içeren antrenman programının koşu ekonomisi, maksimal oksijen tüketimi ve koşu mekaniği üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma sonunda kuvvet antrenman programını uygulayan grubun koşu ekonomisinde ve yer temas süresi, adım sıklığı, adım frekansı gibi koşu mekaniğini etkileyen parametreler üzerinde anlamlı gelişimler gösterdiği gözlemlendi (Giovanelli ve ark., 2017). Yapılan bir doktora tez çalışmasında, koşu ekonomisinin gelişiminde direnç

antrenmanları ve pliometrik antrenmanların koşu ekonomisinin gelişimi için önemli olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada yazar, koşu ekonomisinin performans için önemli bir gösterge olduğunu belirtmiştir (Kızılet, 2011). Literatürdeki çalışmamıza benzer şekilde kuvvet ve güç antrenmanlarının sonunda dayanıklılık performansında görülen düşük orandaki gelişmelerin koşu ekonomisi ve koşu mekaniğini etkileyen nöromusküler faktörlerin gelişimine bağlı olduğu düşünülmektedir.

Futbolun iki uçlu yapısını incelerken hem nöromusküler hem de metabolik faktörlerden etkilenen AHR futbol performansını belirlemek için önemli bir kavram olabilir. Anaerobik hız rezervi, tekrarlanan sprintler sırasındaki yorgunluk indeksi ile önemli ölçüde korelasyon göstermektedir. Tekrarlanan sprintlerin futbolcuların yüksek şiddetli koşular ve kat edilen mesafe gibi pek futbol performansını etkileyen faktörlerle ilişkili olduğu açıklanmıştır (Rampinini, 2007). Aynı zamanda benzer aerobik kapasitelere sahip sporcularda yüksek AHR'ye sahip olanların daha iyi bir yarışma performans göstereceği düşünülmektedir (Sandford, 2019b). Mevcut literatür incelendiğinde kuvvet ve AHR ilişkisinin incelendiğini çalışma gözlemlenmemiştir. Anaerobik hız rezervinin tekrarlı sprintler ile ilişkili olduğu göz önüne alındığında ise, Aloui ve ark., pliometri ve çeviklik çalışmalarını içeren antrenman programının sonunda tekrarlı sprint sürelerine olumlu etkiler gözlemlenmiştir (Aloui ve ark., 2021). Yapılan başka bir çalışmada ise, 10 hafta boyunca patlayıcı kuvvet antrenmanı programını uygulayan bir grubun maksimal sürat değerlerinde gelişmeler gözlemlense dahi tekrarlı sprint parametreleri üzerinde etkisi olmadığı gözlemlenmiştir (Buchheit ve ark., 2010). Başka bir çalışmada tekrarlı sprint yeteneği ile alt ekstremitte nöromusküler aktivasyonda önemli ölçüde ilişki olduğu belirtilmiştir (Brocherie ve ark., 2014). Baldi ve ark., ise sıçrama testleri kullanılarak ölçüden nöromusküler faktörlerin tekrarlı sprint yeteneğiyle önemli ölçüde ilişkili olduğunu gözlemlenmiştir (Baldi ve ark., 2017). Çalışmamızın bulguları incelendiğinde, KAG'nin hem PAG hem de KG'ye göre anlamlı düzeyde artmış olduğu görülmektedir. KAG sonucunda ortaya çıkan nöromusküler adaptasyonlar göz önüne alındığında nöromusküler faktörlerin gelişimini AHR üzerinde olumlu etkileri olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte nöromusküler faktörler üzerinde etkili olması beklenen pliometrik antrenmanların sonucunda PAG, AHR değerlerini $-0,25 \pm 3,37\%$ oranında düşürdüğü görülmektedir. Bu sebeple AHR'yi geliştirmek için önemli olan nöromusküler özelliklerin ne olduğunun incelenmesi gerekmektedir. Çalışmamızda KAG grubunun MSH'de her iki gruba göre anlamlı gelişimler gösterdiği görülmektedir. Yapılan çalışmalarda MSH ve tekrarlı sprint hızında büyük ölçüde ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Bu bağlamda, çalışmamızın bulgularında kontrast antrenman programı sonrasında anlamlı düzeyde gelişen MSH sürelerinin tekrarlı sprint, AHR gibi futbol performansını belirleyen faktörler üzerinde oldukça önemli olduğu düşünülmektedir.

SONUÇ

Çalışmamız ve mevcut çalışmalar incelendiğinde, kontrast antrenman ve pliometrik antrenman metodlarının nöromusküler faktörler üzerinde önemli etkilere sahip olduğu söylenmektedir. Her iki antrenman metodu çeşitli güç ve dayanıklılık özelliklerini geliştirmektedir. Bununla birlikte kullanılan antrenman metodunun egzersizlerinin antrenmanın özgüllük ilkesine uygun olarak tasarlanması önerilmektedir. Daha fazla dikey yönde egzersizler içeren çalışmalar dikey sıçrama ve maksimale yakın hızlarda fayda sağlayacaktır ancak çeviklik gibi özellikleri geliştirmek için yanal yönlerde egzersizlerin kullanılması gerekmektedir. Direnç ve pliometrik egzersizlerin bir arada kullanıldığı antrenman programlarının nöromusküler özelliklerde daha fazla gelişim sağlayacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte kuvvet antrenmanları sonucunda gelişen koşu ekonomisi, yer temas süresinin azalması ve koşu mekaniğindeki gelişmelerin sonucunda dayanıklılık özelliklerinin gelişebileceği söylenebilir. Sonuç olarak, biyomotor özellikler ve nöromusküler faktörlerin gelişmesi için haftada 2 gün 8 hafta boyunca uygulanan kontrast antrenman metodunun futbol performansı için önemli gelişmeler gösterdiği görülmüştür. Uygulayıcılara güç geliştirme dönemlerinde futbol antrenmanlarına ek olarak düşük hacimlerle kontrast antrenman metodunu uygulamaları önerilmektedir.

ÖNERİLER

Sonraki araştırmalarda;

- Kuvvet ve güç antrenmanları ile anaerobik hız rezervi arasındaki ilişkiler incelenebilir.
- Kuvvet ve güç antrenmanlarının sonucunda oluşacak nöromusküler gelişimin tekrarlı sprint yeteneği ve anaerobik hız rezervi üzerindeki etkileri aynı anda incelenebilir

- Çok yönlü ve tek yönlü egzersizleri içeren kontrast ve pliometrik antrenmanların çeviklik üzerindeki etkileri karşılaştırılabilir.
- Kontrast antrenman metodunun koşu mekaniği ve koşu ekonomisine etkileri incelenebilir.

Etik Onay İzin Bilgileri

Etik Kurul Komitesi: Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Protokol Numarası: 09.2021.1281

KAYNAKÇA

- Aloui, G., Hermassi, S., Hayes, L. D., Sanal Hayes, N. E., Bouhaf, E. G., Chelly, M. S. et al. (2021). Effects of plyometric and short sprint with change-of-direction training in male U17 soccer players. *Applied Sciences*, 11(11), 4767.
- Baldi, M., Da Silva, J. F., Buzzachera, C. F., Castagna, C. & Guglielmo, L. G. (2017). Repeated sprint ability in soccer players: associations with physiological and neuromuscular factors. *The Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*, 57(1-2), 26-32.
- Blondel, N., Berthoin, S., Billat, V. & Lensel, G. (2001). Relationship between run times to exhaustion at 90, 100, 120, and 140% of vV O₂max and velocity expressed relatively to critical velocity and maximal velocity. *International Journal of Sports Medicine*, 22(01), 27-33.
- Brito, J., Vasconcellos, F., Oliveira, J., Krstrup, P. & Rebelo, A. (2014). Short-term performance effects of three different low-volume strength-training programmes in college male soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 40, 121.
- Brocherie, F., Millet, G. P. & Girard, O. (2015). Neuro-mechanical and metabolic adjustments to the repeated anaerobic sprint test in professional football players. *European Journal of Applied Physiology*, 115, 891-903.
- Brzycki, M. (1993). Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of Physical Education*, 64(1), 88-90.
- Buchheit, M. & Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine*, 43(5), 313-338.
- Buchheit, M. & Ufland, P. (2011). Effect of endurance training on performance and muscle reoxygenation rate during repeated-sprint running. *European Journal of Applied Physiology*, 111, 293-301.
- Buchheit, M., Dikmen, U. & Vassallo, C. (2021). The 30-15 Intermittent Fitness Test—Two decades of learnings. *Sport Performance and Science Reports*, 1(148), 1-13.
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Delhomel, G., Brughelli, M. & Ahmaidi, S. (2010). Improving repeated sprint ability in young elite soccer players: repeated shuttle sprints vs. explosive strength training. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2715-2722.
- Bush, M., Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B. & Bradley, P. S. (2015). Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. *Human movement science*, 39, 1-11.
- Buzdağlı, Y., Eyipınar, C. D., Kalm, A., Şıktar, E. & Savaş, A. (2022). Pliometrik antrenmanın hız, çeviklik ve sıçrama performansı üzerine etkisi. *Research in Sport Education and Sciences*, 24 (4), 106-112.
- Comfort, P., Stewart, A., Bloom, L. & Clarkson, B. (2014). Relationships between strength, sprint, and jump performance in well-trained youth soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 173-177.
- Conover, W. J. (1999). *Practical nonparametric statistics* (Vol. 350). ISBN: 978-0-471-16068-7. John Wiley and Sons.
- Cormier, P., Freitas, T. T., Rubio-Arias, J. Á. & Alcaraz, P. E. (2020). Complex and contrast training: does strength and power training sequence affect performance-based adaptations in team sports? A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(5), 1461-1479.
- De Hoyos, M., Gonzalo-Skok, O., Sañudo, B., Carrascal, C., Plaza-Armas, J. R., Camacho-Candil, F. et al. (2016). Comparative effects of in-season full-back squat, resisted sprint training, and plyometric training on explosive performance in U-19 elite soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(2), 368-377.

- Djaoui, L., Chamari, K., Owen, A. L. & Dellal, A. (2017). Maximal sprinting speed of elite soccer players during training and matches. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(6), 1509-1517.
- Dolci, F., Hart, N. H., Kilding, A. E., Chivers, P., Piggott, B. & Spiteri, T. (2020). Physical and energetic demand of soccer: a brief review. *Strength and Conditioning Journal*, 42(3), 70-77.
- 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.
- Faude, O., Roth, R., Di Giovine, D., Zahner, L. & Donath, L. (2013). Combined strength and power training in high-level amateur football during the competitive season: a randomised-controlled trial. *Journal of Sports Sciences*, 31(13), 1460-1467.
- García-Pinillos, F., Martínez-Amat, A., Hita-Contreras, F., Martínez-López, E. J. & Latorre-Román, P. A. (2014). Effects of a contrast training program without external load on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility of young soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9), 2452-2460.
- Hammami, M., Gaamouri, N., Shephard, R. J. ve Chelly, M. S. (2019). Effects of contrast strength vs. plyometric training on lower-limb explosive performance, ability to change direction and neuromuscular adaptation in soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(8), 2094-2103.
- Kobal, R., Loturco, I., Barroso, R., Gil, S., Cuniyochi, R., Ugrinowitsch, C. & Tricoli, V. (2017). Effects of different combinations of strength, power, and plyometric training on the physical performance of elite young soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(6), 1468-1476.
- Maixnerová, E., Svoboda, Z., Gonosová, Z., Zaatar, A., Hůlka, K. & Lehnert, M. (2019). The reliability of electromechanical delay during squat jump. *Journal of Physical Education and Sport*, 19(1), 527-530.
- Markovic, G., Jukic, I., Milanovic, D. & Metikos, D. (2007). Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 543-549.
- Mazıcıoğlu, M. M. (2011). Büyüme gelişme izleminde kullanılan antropometrik ölçüm yöntemleri: Büyüme takibinin metodolojisi. *Türkiye Aile Hekimliği Dergisi*, 15(3), 101-108.
- McKinlay, B. J., Wallace, P., Dotan, R., Long, D., Tokuno, C., Gabriel, D. A. & Falk, B. (2018). Effects of plyometric and resistance training on muscle strength, explosiveness, and neuromuscular function in young adolescent soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(11), 3039-3050.
- Mendez-Villanueva, A., Hamer, P. & Bishop, D. (2008). Fatigue in repeated-sprint exercise is related to muscle power factors and reduced neuromuscular activity. *European Journal of Applied Physiology*, 103, 411-419.
- Ortiz, J. G., Teixeira, A. S., Mohr, P. A., Salvador, P. C. D. N., Cetolin, T., Guglielmo, L. G. A. & De Lucas, R. D. (2018). The anaerobic speed reserve of high-level soccer players: a comparison based on the running speed profile among and within playing positions. *Human Movement Special Issues*, 2018(5), 65-72.
- Pagaduan, J., Schoenfeld, B. J. & Pojskic, H. (2019). Systematic review and meta-analysis on the effect of contrast training on vertical jump performance. *Strength and Conditioning Journal*, 41(3), 63-78.
- Ramírez-Campillo, R., Gallardo, F., Henriquez-Olguín, C., Meylan, C. M., Martínez, C., Álvarez, C. & Izquierdo, M. (2015). Effect of vertical, horizontal, and combined plyometric training on explosive, balance, and endurance performance of young soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(7), 1784-1795.
- Sáez de Villarreal, E., Suarez-Arrones, L., Requena, B., Haff, G. G. & Ferrete, C. (2015). Effects of Plyometric and Sprint Training on Physical and Technical Skill Performance in Adolescent Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(7), 1894–1903.
- Sandford, G. N., Allen, S. V., Kilding, A. E., Ross, A. & Laursen, P. B. (2019a). Anaerobic speed reserve: a key component of elite male 800-m running. *International journal of Sports Physiology and Performance*, 14(4), 501-508.
- Sandford, G. N., Kilding, A. E., Ross, A. & Laursen, P. B. (2019b). Maximal sprint speed and the anaerobic speed reserve domain: the untapped tools that differentiate the world's best male 800 m runners. *Sports Medicine*, 49, 843-852.
- Sandford, G. N., Laursen, P. B. & Buchheit, M. (2021). Anaerobic speed/power reserve and sport performance: scientific basis, current applications and future directions. *Sports Medicine*, 51(10), 2017-2028.

- Selmi, M. A., Al-Haddabi, B., Yahmed, M. H. & Sassi, R. H. (2020). Does maturity status affect the relationship between anaerobic speed reserve and multiple sprint sets performance in young soccer players?. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(12), 3600-3606.
- Silva, A. F., Alvrdu, S., Akyildiz, Z. & Clemente, F. M. (2022). Relationships of final velocity at 30-15 intermittent fitness test and anaerobic speed reserve with body composition, sprinting, change-of-direction and vertical jumping performances: a cross-sectional study in youth soccer players. *Biology*, 11(2), 197.
- Spinetti, J., Figueiredo, T., Willardson, J., Bastos de Oliveira, V., Assis, M., Fernandes de Oliveira, L. & Simão, R. (2018). Comparison between traditional strength training and complex contrast training on soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(1), 42-49.
- Stegeman, D. & Hermens, H. (2007). Standards for surface electromyography: The European project Surface EMG for non-invasive assessment of muscles (SENIAM). *Enschede: Roessingh Research and Development*, 10, 8-12.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C. & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Medicine*, 35, 501-536.
- Tillin, N. A. & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Medicine*, 39, 147-166.
- Turner, A. N. & Stewart, P. F. (2014). Strength and conditioning for soccer players. *Strength and Conditioning Journal*, 36(4), 1-13
- Wu, Y. K., Lien, Y. H., Lin, K. H., Shih, T. F., Wang, T. G. & Wang, H. K. (2010). Relationships between three potentiation effects of plyometric training and performance. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(1), e80-e86.

KAYNAK GÖSTERİMİ

Uzunhasan, M.B., Kızılet, A., Atış Tekeli, E.S. & Kızılet, T. (2024). Genç Erkek Futbolcularda 8 Haftalık Kontrast ve Pliometrik Antrenman Yöntemlerinin Biyomotor Özellikler ve Nöromüsküler Faktörlere Etkisi. *Uluslararası Spor, Egzersiz ve Antrenman Bilimi Dergisi - USEABD*, 10(2), 84-97. DOI: 10.18826/useabd.1320635