



Buzdağlı, Y., Günay, M., Őıktar, E., Ozan, M., Yılmaz, U.& Savaş, A. (2022). Futbolculara uygulanan aralıklı ve sürekli egzersizin fiziksel ve bilişsel performansa etkisi, *The Online Journal of Recreation and Sports (TOJRAS)*, 11 (4), 22-35.

DOI: <https://doi.org/10.22282/ojrs.2022.106>

Makale Türü (ArticleType):

Araştırma Makalesi / Research Article

ISSN: 2146-9598 Doi Prefix:10.22282

FUTBOLCULARA UYGULANAN ARALIKLI VE SÜREKLİ EGZERSİZİN FİZİKSEL VE BİLİŞSEL PERFORMANSA ETKİSİ

Yusuf BUZDAĞLI

*Erzurum Teknik Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Erzurum, Türkiye
yusuf.buzdagli@erzurum.edu.tr ORCID: 0000-0003-1809-5194*

Mehmet GUNAY

*Gazi Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Beden Eğitimi ve Spor ğretmenliği Bölümü, Ankara, Türkiye
mgunay@gazi.edu.tr ORCID: 0000-0003-0047-2203*

Erdinç ŐIKTAR

*Atatürk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Erzurum, Türkiye
erdinc@atauni.edu.tr ORCID: 0000-0003-0387-3969*

Murat OZAN

*Atatürk Üniversitesi KKEF Beden Eğitimi ve Spor ğretmenliği Bölümü, Erzurum, Türkiye
muratozan25@hotmail.com ORCID: 0000-0003-3818-4637*

Umut YILMAZ

*Őırnak Üniversitesi Őırnak Meslek Yüksekokulu Spor Yönetimi Programı, Őırnak, Türkiye
Umutyilmz030@gmail.com ORCID: 0000-0002-6115-1510*

Ahmet SAVAŞ

*Kandilli Borsa İstanbul Anadolu Lisesi, Erzurum, Türkiye ahmet.141@hotmail.com
ORCID: 0000-0003-0013-073X*

ÖZET

Futbolda başarı için büyük önem arz eden hız, çeviklik, denge, kas gücü ve bilişsel performans yüksek Şiddetli aralıklı egzersiz ve orta yoğunluklu sürekli egzersiz sonrası ne Şekilde etkileneceği merak konusudur. Bu çalışmanın amacı ise futbolculara uygulanan aralıklı ve sürekli egzersizle oluşturulan yorgunluk sonrası hız, çeviklik, denge, kas gücü ve bilişsel performansın ne Şekilde etkileneceğini incelemektir. Bu çalışmaya, profesyonel takımın alt yapısında akademi liginde futbol oynayan 24 erkek (yaş: 18.16±1.4 yıl, vücut kütlesi: 71.43±7.69 kg, boy: 175.65±8.42 cm, VKİ: 23.2±4.3 kg/m²; spor yaşı: 7.8±1.9 yıl) sporcu çalışmaya katılmıştır. Analizler, IBM SPSS Statistics for 25.0 kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Anlamlılık düzeyi p≤0.05 olarak belirlenmiştir. Ana bulgularımız, fiziksel performansın OYSE'ye göre YYAE'den sonra daha iyi korunabileceğini ve bilişsel performansın YYAE sonrası dinlenik duruma ve OYSE'ye göre daha iyi geliştirebileceğini ortaya koymuştur. Ayrıca, OYSE'den sonra alınan ölçümlerin dinlenik duruma göre çeviklik, denge, CMJ ve SJ değerlerinde ve yine OYSE'den sonra alınan CMJ değerlerinde YYAE sonrası değerlerine göre anlamlı düzeyde farklılık bulunmuştur. Sonuç olarak, aralıklı ve sürekli egzersizle oluşturulan yorgunluğun fiziksel performansı doğrudan etkilediği görülmektedir. OYSE'den sonra periferik ve

merkezi yorgunluğu artması ile birlikte değerlendirilen fiziksel ve bilişsel performansın olumsuz yönde etkilendiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Futbol, hız, çeviklik, denge, stroop

THE EFFECT OF INTERMITTENT AND CONTINUOUS EXERCISE APPLIED TO FOOTBALL PLAYERS ON PHYSICAL AND COGNITIVE PERFORMANCE

ABSTRACT

It is a matter of curiosity how speed, agility, balance, muscle strength, and, cognitive performance, which are of great importance for success in football, will be affected after high-intensity intermittent exercise and moderate-intensity continuous exercise. The aim of this study is to examine how speed, agility, balance, muscle strength, and, cognitive performance will be affected after fatigue created by intermittent and continuous exercise applied to football players. In this study, the professional team of sub-structure in the league who played football academy in 24 males (age: 18.16 ± 1.4 years, weight: 71.43 ± 7.69 kg, height: 175.65 ± 8.42 cm, BMI: 23.2 ± 4.3 kg/m²; age sports: 7.8 ± 1.9 years) athletes participated in the study. Analyzes were performed using IBM SPSS Statistics for 25.0. The significance level was determined as $p \leq 0.05$. Our main findings revealed that physical performance could be better preserved after RPS compared to OYSE, and cognitive performance could be improved better after RSI compared to resting state and OYSE. In addition, a significant difference was found in the agility, balance, CMJ, and SJ values of the measurements taken after OYSE according to the resting state, and in the CMJ values taken after OYSE compared to the post-YYAE values. As a result, it is seen that the fatigue created by intermittent and continuous exercise directly affects physical performance. It is thought that physical and cognitive performance, which is evaluated together with the increase in peripheral and central fatigue, is negatively affected after OYSE.

Keywords: Football, speed, agility, balance, stroop

GİRİŞ

Futbolcuların çok çeşitli hücum ve savunma becerileri ile birlikte iyi gelişmiş fiziksel ve bilişsel yetenekleri gelişmiş olmalıdır. Futbolcuların özellikle gelişmiş hız, çeviklik, denge kas gücü ve maksimum aerobik kapasiteye sahip olmaları gerekmektedir (Stolen, Chamari, Castagna, & Wisløff, 2005). Ayrıca, futbolda öz-yeterlik, kendine güven, motivasyon ve zihinsel dayanıklılık gibi psikolojik faktörlerin yanı sıra uzun süredir bilişsel performansın etkisi de oldukça büyük önem arz etmektedir (Coulter, Mallett, & Gucciardi, 2010; Lowther, Lane, & Lane, 2002; Thelwell, Weston, & Greenlees, 2005). Bu nedenle, birçok araştırmacı, futbolda uzun vadeli oyuncu gelişimi ve hedefe ulaşma için fiziksel, teknik, taktik ve bilişsel hazırlık/geliştirmeye dayanan disiplinler arası bir antrenman programının hayati önem taşıdığını savunmaktadır (Munroe-Chandler, Hall, Fishburne, & Shannon, 2005; Sadeghi, Omar-Fauzee, Jamalis, Ab-Latif, & Cheric, 2010; Seif-Barghi, Kordi, Memari, Mansournia, & Jalali-Ghomi, 2012).

Bir futbol maçı sırasında fiziksel becerinin başarıda önemli bir rolü olduğu gösterilmiştir. 90 dakikalık bir maçın üzerinde, aralıklı faaliyetlerde bulunan genç futbolcularda genellikle aerobik metabolik yola önem vererek altı kilometreden daha uzun mesafeler kat edilmiştir (Buchheit, Mendez-Villanueva, Simpson, & Bourdon, 2010). Aerobik güçteki iyileştirmelerin, bir futbol maçı sırasında sprint sayısını, topla yapılan müdahaleleri ve kat edilen mesafeyi etkilediği gösterilmiştir (Helgerud, Engen, Wisloff, & Hoff, 2001). Aynı çalışma, bir futbol maçı sırasında oyuncuların kalp atış hızının, yaşa göre tahmin edilen maksimum kalp atış hızının yaklaşık %80-90'ına yaklaşan

değerlere ulaşabileceğini göstermiştir ve aerobik dayanıklılık üzerine anaerobik metabolik yola yerleştirilen talepleri daha da vurgulamıştır (Helgerud et al., 2001). Aynı zamanda, bir maç boyunca belirli oyuncu hareketlerinin gözlemleri, yüksek yoğunluklu aktivitenin profesyonel futbolda performans ve başarı için önemli bir faktör olduğunu göstermektedir (Bangsbo, Mohr, & Krusturup, 2006; Helgerud et al., 2001; Mohr, Krusturup, & Bangsbo, 2003; Reilly, Bangsbo, & Franks, 2000). Genç futbolcular üzerinde yapılan bir araştırmada, pas isabeti ve top sürme gibi futbola özgü görevlerin, kısa süreli yüksek yoğunluklu egzersizlerden sonra azaldığını göstermektedir (Rampinini et al., 2009). Başka bir çalışmada ise, hız performansı üzerindeki zararlı etkilerini de göstermiştir (Krusturup et al., 2003). Bu bulgular, aerobik sürekli egzersizin yanı sıra antrenman programlarının topla ve topsuz tekrarlanan yüksek yoğunluklu çalışma nöbetlerine vurgu yapması gerektiğini göstermektedir. Gerçekten de, çoğu takım sezon öncesi antrenmanları sırasında hem aerobik hem de anaerobik dayanıklılığa odaklanmaktadır.

Son yıllarda, zamanın sınırlı olduğu durumlarda tercih edilen bir egzersiz yöntemi olarak yüksek yoğunluklu aralıklı egzersizler (YYAE) önerilmiştir. Orta yoğunluklu sürekli egzersizin azaltılmış bir zaman taahhüdüyle (üçte biri) bir laboratuvar ortamında bir bisiklet ergometresinde tekrarlanan maksimum çabayı kullanan bir YYAE protokolünün, anaerobik gücü arttırmada ve aerobik antrenman ile benzer iskelet kası adaptasyonları sağlamada eşit derecede etkili olduğu kanıtlanmıştır (Burgomaster, Heigenhauser, & Gibala, 2006; Burgomaster et al., 2008; Milanović, Sporiš, & Weston, 2015). Son yıllarda, YYAE ve OYSE protokollerinin fiziksel performansa olan katkıları incelenmiş olsa da (Bartlett et al., 2011; De Nardi, Tolves, Lenzi, Signori, & da Silva, 2018; Olney et al., 2018; Wewege, Van Den Berg, Ward, & Keech, 2017) bu egzersizler sonrası uygulanacak fiziksel ve bilişsel performansın ne şekilde etkileneceği incelenmemiştir.

Sonuç olarak, futbolda başarı için büyük önem arz eden hız, çeviklik, denge, kas gücü ve bilişsel performans yüksek şiddetli aralıklı egzersiz ve orta yoğunluklu sürekli egzersiz sonrası ne şekilde etkileneceği merak konusudur. Bu çalışmanın amacı ise futbolculara uygulanan aralıklı ve sürekli egzersizle oluşturulan yorgunluk sonrası hız, çeviklik, denge, kas gücü ve bilişsel performansın ne şekilde etkileyeceğini incelemektir. YYAE'in OYSE'e göre fiziksel ve bilişsel performansı koruyacağını varsayıyoruz.

METOT

Araştırma Grubu

Bu çalışmaya, profesyonel takımın alt yapısında akademi liginde futbol oynayan 24 erkek (yaş: 18.16 ± 1.4 yıl, vücut kütlesi: 71.43 ± 7.69 kg, boy: 175.65 ± 8.42 cm, VKİ: 23.2 ± 4.3 kg/m²; spor yaşı: 7.8 ± 1.9 yıl) sporcu çalışmaya katılmıştır. Katılımcılar, aşağıdaki çalışmaya dâhil olma kriterlerini karşıladığını sözlü olarak doğrulamıştır: (a) sağlıklı olmak, (b) en az 5 yıllık lisanslı futbolcu olmak, (c) normal görme duyusuna sahip olmak, (d) herhangi bir ilaç ya da uyarıcı madde kullanmamak, (e) herhangi bir nedenle oluşmuş sakatlığa bağlı hareket kısıtlılığı olmamak, f) daha önce yüksek yoğunluklu egzersiz yapma deneyimine sahip olma koşullarını sağlamış ve gerekli bilgilendirilmiş onay formu alınıp çalışmaya dâhil edilmiştir. Tüm protokoller günün aynı saatinde ve aynı sıcaklıkta uygulanmıştır. Fiziksel ve bilişsel performansı etkileyebilecek dış faktörleri kontrol etmek için tüm

katılımcılardan her deney seansından en az 48 saat önce ağır ve yorucu egzersiz yapmaktan, alkol ve kafein tüketiminden kaçınmaları istenmiştir. Sporcular toplam 5 seansa katılmıştır. Deney seansları 3 gün ara ile gerçekleştirilmiştir. Bilgilendirilmiş onam formunu imzalamadan önce tüm katılımcılara prosedürler ve riskler hakkında bilgi verilmiştir. Çalışmaya Atatürk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Etik Kurulu'nun 20.09.2022 tarihli E-70400699-050.02.04-2200285982 sayılı, 2022/9 numaralı kararı ile etik kurul onayı alınmıştır.

Çalışma Dizaynı



Şekil 1. Deney akış şeması

Egzersiz Protokolü

Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Egzersiz

Katılımcılar, egzersiz şiddetinin Karvonen metoduyla (hedef nabız = dinlenik nabız + yaş (220 -dinlenik nabız - yaş) belirlenmesiyle birlikte koşu treadmill (h/p/cosmos sports) üzerinde %35 şiddetinde 5 dakika ısınma evresinden hemen sonra 2 dakika dinlenme sonrası 3 dakika %70, 2 dakika %80 ve 1 dakika %90 şiddetinde koşu gerçekleştirmiştir. Şiddetin artmasıyla birlikte sürenin azaldığı bu 3 farklı yoğunluktaki koşu seansları arasında 1 dakikalık pasif dinlenme aralıkları verilmiştir. %90 egzersiz şiddetinde 1 dakika süren koşu evresi tamamlandıktan sonra 5 dakika pasif dinlenme verilmiştir. Katılımcılar dinlenme evresinin tamamlanmasıyla birlikte 1 dakika %90, 2 dakika %80 ve 3 dakika %70 şiddetinde koşu gerçekleştirmiştir. Yüksek yoğunluklu egzersiz protokolünün uygulanmasından sonra 5 dakika %35 şiddetinde soğuma evresi uygulanmıştır (Medicine, 2012). Daha sonra ise 10 m, 30 m, çeviklik (2.seans), denge CMJ, SJ ve stroop ölçümleri (3.seans) alınmıştır.

Orta Yoğunluklu Sürekli Egzersiz

Katılımcılar koşu treadmill üzerinde, %35 şiddetinde 5 dakikalık ısınma evresinden hemen sonra 2 dakika dinlenme verilmiştir. Dinlenme aralığının tamamlanmasıyla birlikte %60 şiddetinde 20 dakika koşu gerçekleştirilmiştir. Orta yoğunluklu egzersiz protokolünün tamamlanmasıyla birlikte katılımcılar %35 şiddetinde 5 dakika soğuma evresine uygulanmıştır (Medicine, 2012). Daha sonra ise 10 m, 30 m, çeviklik (4.seans), denge CMJ, SJ ve stroop ölçümleri (5.seans) alınmıştır.

Yaş, Boy ve Vücut Ağırlığı

Araştırmaya sporcuların yaşları, kimlik bilgileri alınarak kaydedilmiştir. Katılımcıların boy ölçümleri, çıplak ayakla ve derin inspirasyon sırasında ayak tabanı tamamen yere değecek şekilde hassasiyeti ± 1 mm olan stadiometre (Seca, Almanya) ile vücut ağırlıkları ise hassasiyeti ± 0.1 kg olan elektronik banyo baskülü ile ölçülmüştür. Vücut kitle indeksi (VKİ) şu formülle hesaplanmıştır: $VKİ = \text{ağırlık} / \text{boy}^2$ (kg/m^2).

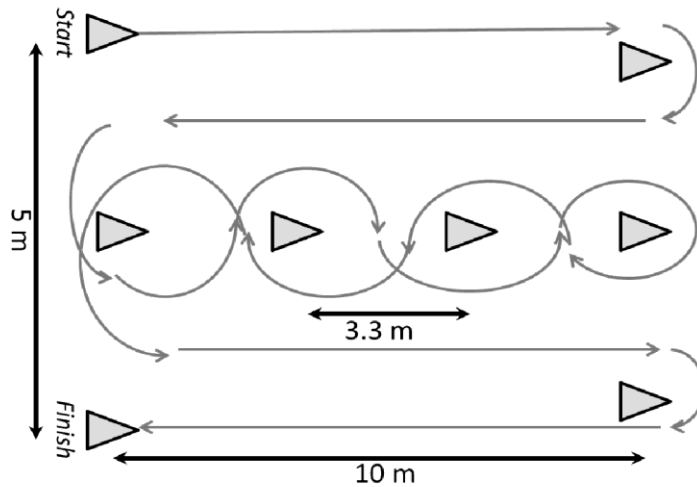
Fiziksel Performans Testleri

10 m ve 30 m Ölçümü

Teste katılımcılar, başlangıç fotoselinin bir metre gerisinde bulunan başlangıç çizgisinden istediği zaman başlamıştır. Ölçümler, 10 ve 30 m'lik koşu mesafesine yerleştirilen fotoseller (Microgate Opto Jump Next) ile yapılmıştır. 3'er dakikalık dinlenme aralıklarıyla iki kez ölçüm alınmış ve iyi olan derece değerlendirilmiştir.

Çeviklik Ölçümü

10 m uzunluğunda, 5 m genişliğinde ve 3,3 m ortasında aralıklarla düz bir hat üzerinde dizilmiş dört koniden oluşan bir test parkurudur (Roosen, 2004). Test, her 10 m'de bir 180° dönüşlerle koniler arasında 40 m düz ve 20 m slalom koşudan oluşmaktadır. Test parkuru hazırlandıktan sonra 0.01 saniyelik bir doğrulukla ölçüm yapan iki kapılı elektronik fotosel sistemi (Microgate Opto Jump Next) kurulmuştur. Katılımcılar, koşu pozisyonuna hazır olduklarında test parkurunun başlangıç fotoselinin bir metre gerisinde bulunan başlangıç çizgisinden başlamıştır. 3'er dakikalık dinlenme aralıklarıyla iki kez ölçüm alınmış ve iyi olan derece değerlendirilmiştir. Parkuru bitirme



süresi saniye olarak kaydedilmiştir.

Şekil 2. Çeviklik test parkuru

Denge Ölçümü

Katılımcıların, statik dengelerini belirlemek amacıyla flamingo denge testi kullanılmıştır. Bu teste göre katılımcılar, 50 cm uzunluğunda, 4 cm yüksekliğinde ve 3 cm genişliğinde tahta bir denge aletinin üzerine dominant ayağı ile çıkarak dengede durmaları istenmiştir. Diğer ayağını dizinden büküp, kalçasına doğru çekerek, aynı taraftaki eli ile tutar. Katılımcılar, bu şekilde tek ayakla dengede iken, süre başlar. Bir dakika boyunca bu şekilde dengede kalmaya çalışır. Denge bozulduğunda (tahtadan yere düşerse, vücudunun herhangi bir bölgesiyle yere dokunursa, ayağını tutarken bırakırsa ve benzeri) süre durdurulur. Katılımcılar, denge aletine çıkarak dengesini tekrar sağladığında, süre kaldığı yerden devam eder. Bir dakika süreyle test bu şekilde devam eder. Süre tamamlandığında, araştırma grubunun her denge sağlama girişimi (düşükten sonra) sayılır ve bu sayı test bitiminde bir dakika süre tamamlandığında katılımcıların puanı olarak kaydedilir (Kemper & Van Mechelen, 1996).



Squat Jumps (SJ) ve Countermovement Jumps (CMJ) Ölçümü

SJ için, katılımcılar elleri kalçalarında dik durma pozisyonundan başladılar, daha sonra dizlerini bükmeleri ve önceden belirlenmiş bir diz pozisyonunu (yaklaşık 90°) tutmaları talimatı verilmiştir. Araştırmacı daha sonra 3 saniye boyunca saydı. 3'e kadar sayıldığında, katılımcıya, atlama yapılmadan önce herhangi bir karşı hareket gerçekleştirilmeden mümkün olduğu kadar yükseğe zıplaması talimatı verilmiştir (Glatthorn et al., 2011). CMJ için, katılımcılar elleri kalçalarında (yani kol sallamadan) dik durma pozisyonundan başladılar, daha sonra dizlerini mümkün olduğu kadar hızlı esnetmeleri (yaklaşık 90°) ve ardından gelen eş merkezli fazda mümkün olduğunca yükseğe zıplamaları talimatı verilmiştir. CMJ için katılımcılara, sıçramanın yürütülmesi sırasında kol salınımı izin verilmiştir (yani, eller hareket etmekte serbestti). Tüm sıçramalarda, katılımcıların kalkışta dizleri ve ayak bilekleri uzatılmış olarak yerden ayrılmaları ve benzer şekilde uzatılmış bir pozisyonda inmeleri tavsiye edilmiştir (Slinde, Suber, Suber, Edwén, & Svantesson, 2008). Sıçrama tekrarları arasında 3'er dakikalık dinlenme aralıklarıyla iki kez ölçüm alınmış ve iyi olan derece değerlendirilmiştir.

Sıçrama yüksekliğini ölçmek için Optojump fotoelektrik (Microgate Opto Jump Next) platformu kullanılmıştır. Optojump platformu iki paralel çubuktan (her biri 100 x 4 x 3 cm ölçülerinde bir alıcı ve bir verici ünite) oluşan Optojump fotoelektrik hücreleri, 1 m aralıklı ve birbirine paralel olarak yerleştirilmiştir. Verici, zemin seviyesinden 0,3 cm yüksekliğe 3,125 cm aralıklarla yerleştirilmiş 32 ışık yayan diyot içermektedir. Optojump çubukları bir kişisel bilgisayara bağlanmıştır ve özel yazılım (Optojump yazılımı, sürüm 3.01.0001) sıçrama yüksekliği ölçümüne izin verilmiştir. Optojump sistemi, dikey sıçramaların uçuş süresini 1/1000 saniye (1 kHz) hassasiyetle ölçmektedir (Glatthorn et al., 2011).



Şekil 4. Optojump fotoelektrik (Microgate Opto Jump Next) sistemi

Stroop Testi

Stroop testi, beynin ön bölgesinde yer alan bilişsel faaliyetlerden sorumlu olan prefrontal bölgenin işlevini değerlendiren bir tür nöro-psikolojik testtir (Stroop, 1935). Kelimenin yazılışında kullanılan renk, kelimenin gösterildiği renk ile uyumlu değilse, rengi ifade etme süresi normal duruma göre çok daha uzun olacaktır. Bu durumun, stroop girişim etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Stroop testi, üç farklı bölüm olan nötr, uyumlu ve uyumsuz görevlerden oluşmaktadır. Stroop görevi Psychtoolbox for MATLAB 2018 programında tasarlanmıştır. Bilgisayar karşısında oturan katılımcılardan olabildiğince en hızlı yanıtı vermek için sağ işaret parmağı ve yüzük parmaklarıyla "<" veya ">" klavye yön düğmesine basmaları istenmiştir. Reaksiyon süresi ve hata oranları ölçülmüştür. Stroop görevi, 30 nötr, 30 uyumlu ve 30 uyumsuz olmak üzere 3 bloktan oluşturulmuştur. Görev başlangıç ve bitişinde 60 sn baseline alınmıştır. Uyarı, bir yanıt verilene kadar veya 2000 ms süreyle ekranda kalmıştır. Uyarılar 1000 ms aralıklarla verilmiştir. Kabul edilebilir bir yanıt için uyarının sunumundan sonraki 200 ve 2000 ms içinde verilen yanıtlar doğru olarak kabul edilmiştir. Zaman aralığı dâhilinde olmayan yanıtlar (yani, 200-2000 ms) ve katılımcı yanlış renk düğmesine bastığında verilen yanıtlar yanlış olarak kabul edilmiştir.

Verilerin Analizi

Veriler ortalama \pm standart sapma (SD) olarak sunulmuştur. Elde edilen tüm değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır. Tekrarlanan ölçümler için zaman içinde bir varyans analizi (ANOVA-RM) uygulanmıştır. Küresel olmayan dağılımlar için Greenhouse-Geiser düzeltmeleri Mauchly testi kullanılarak değerlendirilmiştir ve posthoc karşılaştırmalar için Bonferroni düzeltmeleri uygulanmıştır. Analizler, IBM SPSS Statistics for 25.0 (IBM Corp, Armonk, NY, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Anlamlılık düzeyi $p \leq 0.05$ olarak belirlenmiştir. Figürleri oluşturmak için Graphpad (GraphPad Prism 9.0.0) programları kullanılmıştır.

BULGULAR

Tablo 1. Sporcu grubuna uygulanan farklı egzersiz protokoller sonrası elde edilen fiziksel parametreler ile ilişkili bilişsel yanıtlar

	Dinlenik	YYAE	OYSE
10 m (sn)	1.60±0.16	2.09±0.15	2.51±0.32
30 m (sn)	4.24±0.14	4.80±0.27	5.03±0.50
Çeviklik (sn)	15.55±0.64	17.13±0.60	17.99±0.89 #
Denge (adet)	2.87±1.35	4.50±1.74	5.62±1.18 #
CMJ (cm)	44.75±3.84	43.12±4.79	37.75±3.57 #†
SJ (cm)	36.12±2.35	34.62±2.56	32.62±2.26 #

Not: Veriler ortalama ± standart sapma olarak sunulmuştur. CMJ: Countermovement jump, SJ: Squat jump, #: Dinlenik ölçüm değerlerine göre anlamlı derecede farklı (p<0.05), †: YYAE değerlerine göre anlamlı derecede farklı (p<0.05).

Tablo 1.'de görüldüğü gibi farklı protokollerdeki ölçümler sonucunda elde edilen fiziksel parametrelerde, tekrarlayan ölçümlerde ANOVA analizleri sonucunda, illinois, denge, CMJ ve SJ değişkenlerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Uygulanan tüm testlerde dinlenik durumda iken gerçekleştirilen ölçümlerde en iyi performans sonuçları elde edilmiştir. İllinois, denge, CMJ ve SJ OYSE'den sonra gerçekleştirilen ölçümlerde performans açısından en kötü sonuçlar elde edilmiştir (p<0.05). YYAE'dan sonra gerçekleştirilen ölçümlerde düşüşler olsa da fiziksel performansı anlamlı düzeyde kötüleştirilmediği görülmüştür.

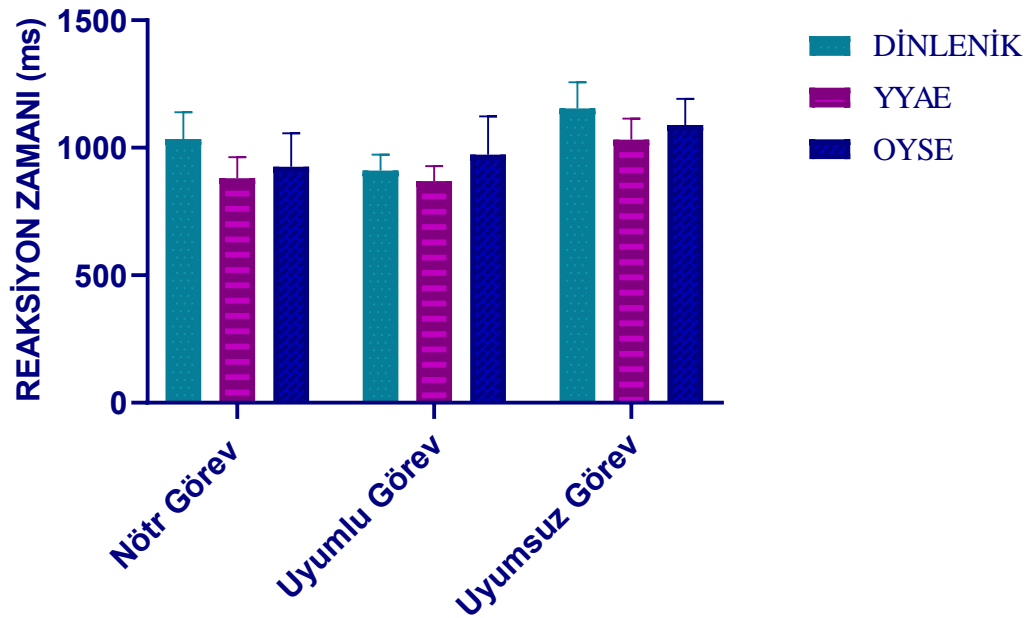
Tablo 2. Sporcu grubuna uygulanan farklı egzersiz protokoller sonrası elde edilen reaksiyon süreleri ile ilişkili bilişsel yanıtlar

	Dinlenik	YYAE	OYSE
NR (ms)	1033.75±105	880.00±82 #	925.00±132
UGR (ms)	910.00±63	868.75±75	972.50±150
USGR (ms)	1154.37±84	1031.25±83 #	1088.75±102
NH (adet)	5.37±1.18	2.25±0.99 #	4.62±1.92 †

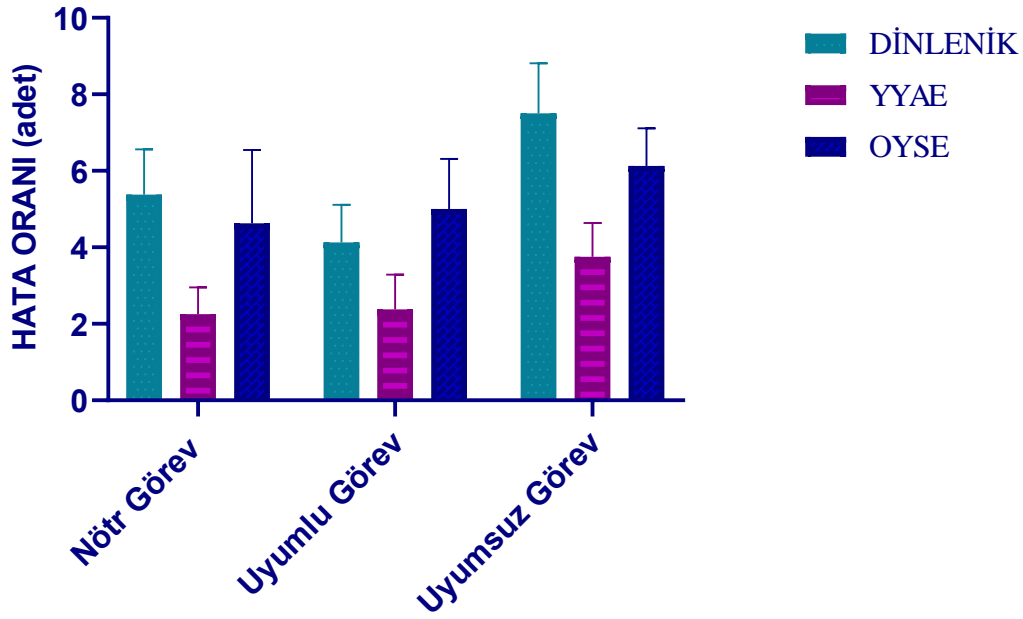
UGH (adet)	4.12±0.99	2.37±0.91	3.25±1.28
USGH (adet)	7.50±1.30	3.75±0.88 #	6.12±0.99 [†]

Not: Veriler ortalama ± standart sapma olarak sunulmuştur. NR: Nötr reaksiyon, UGR: Uyumlu görev reaksiyon, USGR: Uyumsuz görev reaksiyon, NH: Nötr hata, UGH: Uyumlu görev hata, USGH: Uyumsuz görev hata, #: Dinlenik ölçüm değerlerine göre anlamlı derecede farklı (p<0.05), [†]: YYAE değerlerine göre anlamlı derecede farklı (p<0.05).

Tablo 2.'de görüldüğü gibi farklı protokollerdeki ölçümler sonucunda elde edilen reaksiyon sürelerinin (ms), tekrarlayan ölçümlerde ANOVA analizleri sonucunda, NR ve USGR değişkenlerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). NR ve USGR'de YYAE'dan sonra gerçekleştirilen ölçümlerde en hızlı reaksiyon süresi elde edilmiştir. UGR'de OYSE'den sonra gerçekleştirilen ölçümlerde en yavaş reaksiyon süresi elde edilirken, USGR'de ise dinlenik durumda en yavaş reaksiyon süresi elde edilmiştir. Doğruluk oranlarına bakıldığında, NH ve USGH değişkenlerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). NH ve USGH'de YYAE'dan sonra gerçekleştirilen ölçümlerde en yüksek doğruluk oranı (en düşük hata sayısı) elde edilmiştir. NH, UGH ve USGH'de en yüksek hata sayısı dinlenik durumda elde edilmiştir.



Şekil 5. Futbolculara uygulanan farklı ölçüm protokollerindeki reaksiyon sürelerinin grafiksel gösterimi.



Şekil 6. Futbolculara uygulanan farklı ölçüm protokollerindeki hata oranlarının grafiksel gösterimi.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bildiğimiz üzere bu çalışma, erkek futbolculara uygulanan aralıklı ve sürekli egzersizle oluşturulan yorgunluk sonrası hız, çeviklik, denge, kas gücü ve bilişsel performansın ne şekilde etkileyeceğini inceleyen ilk çalışmalar arasındadır. Ana bulgularımız, fiziksel performansın OYSE'ye göre YYAE'den sonra daha iyi korunabileceğini ve bilişsel performansın YYAE sonrası dinlenik duruma ve OYSE'ye göre daha iyi geliştirebileceğini ortaya koymuştur. Aynı zamanda, OYSE'den sonra alınan ölçümlerin dinlenik duruma göre çeviklik, denge, CMJ ve SJ değerlerinde ve yine OYSE'den sonra alınan CMJ değerlerinde YYAE sonrası değerlerine göre anlamlı düzeyde farklılık bulunmuştur. Ayrıca, YYAE sonrası NR, USGR, NH ve USGH görevlerinde dinlenik duruma göre reaksiyon süresini ve hata oranlarını anlamlı düzeyde iyileştirmiştir. Yine, YYAE sonrası NH ve USGH görevlerinde OYSE'e göre hata oranını anlamlı düzeyde iyileştirdiği tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, YYAE sonrası değerlendirilen fiziksel performansta dinlenik duruma göre bir düşüşün olduğu görülse de anlamlı düzeyde fark olmadığını ortaya koymuştur. Bu sonuçların temel sebebi, futbolun aralıklı bir egzersiz doğasına sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yorgunluğa karşı direnç, bir oyuncunun futbolda sürekli olarak verimli ve hareketleri gerçekleştirme yeteneğinin etkinliğinde kilit bir faktördür (Stone & Oliver, 2009). Mevcut çalışmada aralıklı ve sürekli egzersizle oluşturulan yorgunluğun fiziksel performansı doğrudan etkilediği görülmektedir. Bunun sebebi şu şekilde açıklanabilir; egzersize bağlı nöromusküler yorgunluk, bir kasın kuvvet veya güç üretme kapasitesinde geçici bir azalma ile karakterize edilir. Bu bozulma, belirli bir nöral girdi için zayıflatılmış bir kasılma tepkisine (yani periferik yorgunluk) ve kas aktivasyonunda merkezi sinir sistemi aracılı bir azalmaya (yani merkezi yorgunluk) neden olan kas içi biyokimyasal değişikliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Taylor, Amann, Duchateau, Meeusen, & Rice, 2016). Yapılan çalışmalarda YYAE

göre OYSE periferik ve merkezi yorgunluğu daha fazla tetiklediği rapor edilmiştir (Allen, Lamb, & Westerblad, 2008; Fitts, 1994; Place, Yamada, Bruton, & Westerblad, 2010). Mevcut çalışmada OYSE'den sonra periferik ve merkezi yorgunluğu artması ile birlikte değerlendirilen fiziksel ve bilişsel performansın olumsuz yönde etkilendiği düşünülmektedir.

Özellikle mevcut çalışma, YYAE sonrası uygulanan bilişsel performansta daha iyi sonuç alınabileceğini göstermektedir. Bilişsel performansta ki iyileşme ise iki ana mekanizmaya bağlanmaktadır. Birincisi, egzersizin beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF) düzeylerini artırabilmesi ve bu da bilişi iyileştirebilmesidir. BDNF, nöral plastisiteyi ve sinaptik büyümeyi ve iletimi teşvik eden bir büyüme faktörüdür ve yukarı regülasyonu ve anjiyogenezdeki rolü nedeniyle bilişi geliştirdiği gösterilmiştir (Best, 2010; Cotman & Berchtold, 2002; Cotman, Berchtold, & Christie, 2007). BDNF'nin rolü, östrojen, kortikosteron ve insülin büyüme faktörü-1 dâhil olmak üzere BDNF seviyelerinde rol oynayan diğer enzim ve hormon etkileşimleriyle birlikte çok katmanlı olabilir. Gerçekleşen birçok etkileşim olmasına rağmen, egzersizin beyni etkileyen BDNF'de katalizör olduğu gösterilmiştir (Cotman & Berchtold, 2002). Gerçekten de, akut egzersizin serum BDNF salınımını teşvik ettiği kabul edilmektedir (Piepmeier & Etnier, 2015) ve bu salınımın egzersiz yoğunluğuna bağlı olduğu görülmektedir (Piepmeier et al., 2020; Schmolesky, Webb, & Hansen, 2013). Örneğin, yapılan bir araştırmada, hem YYAE, hem OYSE, hem de dinlenme müdahalelerini kullanarak akut egzersizin BDNF serum seviyeleri ve öğrenme üzerindeki etkisi incelemiştir (Winter et al., 2007). YYAE grubunda öğrenme başarısı düzeyinde artış olduğu ve bu başarının BDNF serum düzeylerinin artmasıyla ilişkili olduğunu rapor etmiştir ($r=0.38$; $p= 0.05$). YYAE, daha yüksek seviyelerde BDNF salınımı ürettiği için OYSE'e göre bilişsel performansı daha iyi geliştirebileceği savunulmaktadır (Enette, Vogel, Fanon, & Lang, 2017; Jiménez-Maldonado, Rentería, García-Suárez, Moncada-Jiménez, & Freire-Royes, 2018; Winter et al., 2007). YYAE sonrası BDNF'nin en yüksek seviyede kaldığı ve BDNF'nin yükselmesi bilişsel işlevi geliştirdiği için, OYSE'nin aksine YYAE sonrası bilişsel performansın daha iyi olabileceği düşünülmektedir. Buna karşılık yapılan bir araştırmada, 4 haftalık yüksek yoğunluklu koşudan sonra mRNA BDNF düzeylerinin düşük yoğunluklu koşuya kıyasla önemli ölçüde düşük olduğu, yoğunluğa bağlı bir ilişki göstermiştir (Lou, Liu, Chang, & Chen, 2008). Yoğunluğun BDNF üzerindeki etkisine ilişkin insanlarda sınırlı araştırma olduğundan, literatüre ve bu çalışmanın sonuçları kan parametrelerini değerlendirmede dolaylı somut bir sonuca varamıyoruz. Bunu söylerken, BDNF'nin bilişte anahtar bir rol oynadığını ve BDNF'nin kronik üretiminin uzun vadeli bir egzersiz müdahalesinin bilişsel işlevdeki gelişmelere aracılık ettiği yadsınamaz bir gerçektir.

İkinci mekanizma, serebral kan akışındaki artışlarla ilgili olduğu düşünülmektedir. Beyin işlevi ve egzersiz arasındaki etkileşimin kesin mekanizmaları net olarak anlaşılammıştır, ancak serebral kan akımı (SKA) ve arteriyel regülasyonun önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir (Ainslie et al., 2008). Kardiyovasküler hipotez, kardiyovasküler fonksiyonda (kalp çıkışı, oksijen taşınması ve metabolizma) bir iyileşmenin, gelişmiş nörotransmitter fonksiyonuna ve beyin sağlığına yol açabileceğini belirtir (Dustman et al., 1990). Kardiyovasküler hipoteze dayanarak, daha yüksek bir kalp debisi tipik olarak daha yüksek serebral kan akışıyla sonuçlanır, bu da YYAE'den daha büyük kardiyovasküler adaptasyonun bilişsel performansı da olumlu etkilemesi gerektiği anlamına gelmektedir. SKA modeli, bir şekilde, kalbin vücuda ve beyne kan pompalama yeteneğinin artırılmasının, beyne

taşınan kan miktarını artıracığından, kardiyovasküler hipoteze dayanmaktadır. SKA'daki artışların artan bilişsel performans ile ilişkili olduğu ve insanlar yaşlandıkça SKA'de bilişsel işlevdeki düşüşlerle uyumlu bir düşüş olduğu gösterilmiştir (Winter et al., 2007). 17-79 yaşındaki erkekler üzerinde yapılan bir çalışmada, sedanter erkeklere kıyasla dayanıklılık antrenmanı yapmış erkeklerde %17 daha yüksek SKA seviyesi gösterilmiştir (Ainslie et al., 2008). Yakın zamanda bir çalışmada serebral metabolizmanın yalnızca bir YYAE programını tamamlayan katılımcılarda geliştiğini bulmuştur (Robinson, Lowe, & Nair, 2018). Bu sonuçlar bilişsel performansta ki iyileştirici sonuçlarımızı açıklayabilir ancak egzersiz yoğunluğu, serebral metabolizma ve biliş arasındaki ilişki hakkında daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

KAYNAKÇA

- Ainslie, P. N., Cotter, J. D., George, K. P., Lucas, S., Murrell, C., Shave, R., . . . Atkinson, G. (2008). Elevation in cerebral blood flow velocity with aerobic fitness throughout healthy human ageing. *The Journal of physiology*, 586(16), 4005-4010.
- Allen, D. G., Lamb, G. D., & Westerblad, H. (2008). Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. *Physiological reviews*.
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match play in the elite football player. *Journal of sports sciences*, 24(07), 665-674.
- Bartlett, J. D., Close, G. L., Maclaren, D. P., Gregson, W., Drust, B., & Morton, J. P. (2011). High intensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderate-intensity continuous exercise: implications for exercise adherence. *Journal of sports sciences*, 29(6), 547-553.
- Best, J. R. (2010). Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Developmental review*, 30(4), 331-351.
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B., & Bourdon, P. (2010). Match running performance and fitness in youth soccer. *International journal of sports medicine*, 31(11), 818-825.
- Burgomaster, K. A., Heigenhauser, G. J., & Gibala, M. J. (2006). Effect of short-term sprint interval training on human skeletal muscle carbohydrate metabolism during exercise and time-trial performance. *Journal of applied physiology*, 100(6), 2041-2047.
- Burgomaster, K. A., Howarth, K. R., Phillips, S. M., Rakobowchuk, M., MacDonald, M. J., McGee, S. L., & Gibala, M. J. (2008). Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *The Journal of physiology*, 586(1), 151-160.
- Cotman, C. W., & Berchtold, N. C. (2002). Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends in neurosciences*, 25(6), 295-301.
- Cotman, C. W., Berchtold, N. C., & Christie, L.-A. (2007). Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation. *Trends in neurosciences*, 30(9), 464-472.
- Coulter, T. J., Mallett, C. J., & Gucciardi, D. F. (2010). Understanding mental toughness in Australian soccer: Perceptions of players, parents, and coaches. *Journal of sports sciences*, 28(7), 699-716.
- De Nardi, A. T., Tolves, T., Lenzi, T. L., Signori, L. U., & da Silva, A. M. V. (2018). High-intensity interval training versus continuous training on physiological and metabolic variables in prediabetes and type 2 diabetes: a meta-analysis. *Diabetes research clinical practice*, 137, 149-159.
- Dustman, R. E., Emmerson, R. Y., Ruhling, R., Shearer, D., Steinhaus, L., Johnson, S., . . . Shigeoka, J. (1990). Age and fitness effects on EEG, ERPs, visual sensitivity, and cognition. *Neurobiology of aging*, 11(3), 193-200.
- Enette, L., Vogel, T., Fanon, J. L., & Lang, P. O. (2017). Effect of interval and continuous aerobic training on basal serum and plasma brain-derived neurotrophic factor values in seniors: a systematic review of intervention studies. *Rejuvenation research*, 20(6), 473-483.

- Fitts, R. H. (1994). Cellular mechanisms of muscle fatigue. *Physiological reviews*, 74(1), 49-94.
- Glatthorn, J. F., Gouge, S., Nussbaumer, S., Stauffacher, S., Impellizzeri, F. M., & Maffiuletti, N. A. (2011). Validity and Reliability of Optojump Photoelectric Cells for Estimating Vertical Jump Height. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 556-560. doi:10.1519/JSC.0b013e3181ccb18d
- Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U., & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine science in sports exercise*, 33(11), 1925-1931.
- Jiménez-Maldonado, A., Rentería, I., García-Suárez, P. C., Moncada-Jiménez, J., & Freire-Royes, L. F. (2018). The impact of high-intensity interval training on brain derived neurotrophic factor in brain: a mini-review. *Frontiers in neuroscience*, 12, 839.
- Kemper, H. C., & Van Mechelen, W. (1996). Physical fitness testing of children: a European perspective. *Pediatric Exercise Science*, 8(3), 201-214.
- Krustrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., . . . Bangsbo, J. (2003). The yoyo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. *Medicine science in sports exercise*, 35(4), 697-705.
- Lou, S.-j., Liu, J.-y., Chang, H., & Chen, P.-j. (2008). Hippocampal neurogenesis and gene expression depend on exercise intensity in juvenile rats. *Brain research*, 1210, 48-55.
- Lowther, J., Lane, A., & Lane, H. (2002). Self-efficacy and psychological skills during the amputee soccer world cup. *Athletic Insight*, 4(2), 23-34.
- Medicine, A. C. o. S. (2012). ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription: Lippincott Williams & Wilkins.
- Milanović, Z., Sporiš, G., & Weston, M. (2015). Effectiveness of high-intensity interval training (HIT) and continuous endurance training for VO₂max improvements: a systematic review and meta analysis of controlled trials. *Sports medicine*, 45(10), 1469-1481.
- Mohr, M., Krustrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of sports sciences*, 21(7), 519-528.
- Munroe-Chandler, K. J., Hall, C. R., Fishburne, G. J., & Shannon, V. (2005). Using cognitive general imagery to improve soccer strategies. *European Journal of Sport Science*, 5(1), 41-49.
- Olney, N., Wertz, T., LaPorta, Z., Mora, A., Serbas, J., & Astorino, T. A. (2018). Comparison of acute physiological and psychological responses between moderate-intensity continuous exercise and three regimes of high-intensity interval training. *The Journal of Strength Conditioning Research*, 32(8), 2130-2138.
- Piepmeier, A. T., & Etnier, J. L. (2015). Brain-derived neurotrophic factor (BDNF) as a potential mechanism of the effects of acute exercise on cognitive performance. *Journal of Sport Health Science*, 4(1), 14-23.
- Piepmeier, A. T., Etnier, J. L., Wideman, L., Berry, N. T., Kincaid, Z., & Weaver, M. A. (2020). A preliminary investigation of acute exercise intensity on memory and BDNF isoform concentrations. *European Journal of Sport Science*, 20(6), 819-830.
- Place, N., Yamada, T., Bruton, J. D., & Westerblad, H. (2010). Muscle fatigue: from observations in humans to underlying mechanisms studied in intact single muscle fibres. *European journal of applied physiology*, 110(1), 1-15.
- Rampinini, E., Sassi, A., Morelli, A., Mazzone, S., Fanchini, M., & Coutts, A. J. (2009). Repeated sprint ability in professional and amateur soccer players. *Applied Physiology, Nutrition, Metabolism*, 34(6), 1048-1054.
- Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of sports sciences*, 18(9), 669-683.
- Robinson, M. M., Lowe, V. J., & Nair, K. S. (2018). Increased brain glucose uptake after 12 weeks of aerobic high-intensity interval training in young and older adults. *The Journal of Clinical Endocrinology Metabolism*, 103(1), 221-227.

- Roizen, M. (2004). Illinois agility test. NSCA's Performance Training Journal, 3(5), 5-6.
- Sadeghi, H., Omar-Fauzee, M.-S., Jamalis, M., Ab-Latif, R., & Cheric, M. C. (2010). The Mental Skills Training of University Soccer Players. International Education Studies, 3(2), 81-90.
- Schmolesky, M. T., Webb, D. L., & Hansen, R. A. (2013). The effects of aerobic exercise intensity and duration on levels of brain-derived neurotrophic factor in healthy men. Journal of sports science and medicine, 12(3), 502.
- Seif-Barghi, T., Kordi, R., Memari, A.-H., Mansournia, M.-A., & Jalali-Ghomi, M. (2012). The effect of an ecological imagery program on soccer performance of elite players. Asian journal of sports medicine, 3(2), 81.
- Slinde, F., Suber, C., Suber, L., Edwén, C. E., & Svantesson, U. (2008). Test-retest reliability of three different countermovement jumping tests. The Journal of Strength Conditioning Research, 22(2), 640-644.
- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer. Sports medicine, 35(6), 501-536.
- Stone, K. J., & Oliver, J. L. (2009). The effect of 45 minutes of soccer-specific exercise on the performance of soccer skills. International Journal of Sports Physiology Performance, 4(2), 163-175.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. Journal of experimental psychology, 18(6), 643.
- Taylor, J. L., Amann, M., Duchateau, J., Meeusen, R., & Rice, C. L. (2016). Neural contributions to muscle fatigue: from the brain to the muscle and back again. Medicine science in sports exercise, 48(11), 2294.
- Thelwell, R., Weston, N., & Greenlees, L. (2005). Defining and understanding mental toughness within soccer. Journal of applied sport psychology, 17(4), 326-332.
- Wewege, M., Van Den Berg, R., Ward, R., & Keech, A. (2017). The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. Obesity Reviews, 18(6), 635-646.
- Winter, B., Breitenstein, C., Mooren, F. C., Voelker, K., Fobker, M., Lechtermann, A., . . . Floel, A. (2007). High impact running improves learning. Neurobiology of learning memory, 87(4), 597-609.