






Makale Türü	Başvuru Tarihi	Kabul Tarihi	Online Yayın Tarihi
Derleme Makalesi	22.11.2021	30.05.2022	29.06.2022

## SPORCU PERFORMANSINI GELİŞTİRMEDE KULLANILAN GÜNCEL EGZERSİZ YAKLAŞIMLARI

Ayşe Zengin Alpözgen<sup>1</sup> , Gamze Çağla Sırma<sup>2</sup> , Çağdaş Işıklar<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Sağlık Bilimleri Fakültesi; <sup>2</sup>Fenerbahçe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi

### Özet

Kelime anlamı olarak eğlence anlamına gelmekte olan spor, belli kurallar ve teknikler çerçevesinde, fiziksel ve psikolojik gelişime yararlı, eğlenmenin yanı sıra yarışma amacı da bulunan beden hareketlerinin tümüdür. Geçmişten günümüze spora ve sporcuya verilen değerin giderek artmasıyla beraber sporcuların ve spor takımlarının yeni başarılar elde etmesi de önem kazanmıştır. Bu amaç doğrultusunda sporcu performansının geliştirilmesi için daha kısa egzersiz süreleriyle sağlık yararları sağlayan egzersiz müdahalelerine olan ilgi artmıştır. Bu çalışma ile, kısa sürelerde uygulanan Kan Akışı Kısıtlama Antrenmanı, Yüksek Şiddetli Aralıklı Antrenman ve Sprint İnterval Antrenmanın sporcu performansı üzerine etkisinin güncel literatüre dayanarak özetlenmesi amaçlanmıştır. PubMed, Google Scholar ve Web of Science veritabanları "blood flow restriction", "high-intensity interval training" ve "sprint interval training" anahtar kelimeleri ile taranmış; Ocak 2011 veya sonrasında yayımlanan, tam metnine ulaşılabilen, dili İngilizce veya Türkçe olan makaleler bu çalışma kapsamında incelenmiştir.


**Anahtar Kelimeler:** HIIT, SIT, Kan Akışı Kısıtlama, Antrenman

## CURRENT EXERCISE APPROACHES USED TO IMPROVE ATHLETIC PERFORMANCE

### Abstract

Sport, which means entertainment, is all of the body movements that are beneficial for physical and psychological development within the framework of certain rules and techniques, and have the purpose of competition as well as having fun. With the increasing value given to sports and athletes from past to present, it has gained importance that athletes and sports teams achieve new successes. For this purpose, a wide variety of exercise approaches have emerged to improve and maintain athlete performance. These approaches are Blood Flow Restriction Training, High-Intensity Interval Training, and Sprint Interval Training. In this review, the effects of these current exercise approaches, which are used to improve and protect athlete performance are summarized based on current studies. There has been increased interest in exercise interventions that provide health benefits with shorter exercise times to improve athlete performance. This study aims to summarize the effects of Blood Flow Restriction Training, High-Intensity Interval Training, and Sprint Interval Training applied in short periods on athlete performance based on current literature. PubMed, Google Scholar, and Web of Science databases were searched with the keywords "blood flow restriction", "high-intensity interval training", and "sprint interval training". Articles published in or after January 2011, whose full text is available, and whose language is English or Turkish, were examined within the scope of this study.

**Key Words:** HIIT, SIT, Blood Flow Restriction, Training

**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Gamze Çağla Sırma , Fenerbahçe Üniversitesi, gamze.dirgen@fbu.edu.tr

## **GİRİŞ**

Son yıllarda, spor birey için yaşamı tamamlayıcı bir duruma gelmiştir. Bireyin özelliklerine göre spor farklı anlamlar oluşturmuştur. Kimisi sağlık ve eğlence amaçlı spor yaparken, kimisi de profesyonel olarak yapmaktadır. Küreselleşmeyle birlikte ise spor bir pazarlama ve turizm aracı olarak da kullanılmaya başlanmıştır (Koçak vd., 2017). Özellikle spor kavramı modern olimpiyatların başlamasıyla daha büyük kitlelere hitap etmeye başlamıştır. Örneğin Amerika ve İskandinav ülkeleri sporla ilgili bu gelişmeler ile beraber, bu konu ile ilgili organizasyon, hizmet gereksinimleri gibi gerekli altyapıyı oluşturma çalışmalarına başlamışlardır (Coakley, 2017)

Sporun bu kadar geniş kitlelere hitap etmesiyle birlikte rekabet ve sporcularda performansı arttırmaya yönelik farklı egzersiz yaklaşımları uygulanmaya başlamıştır. Bireysel veya toplu davranış kalıplarını tanımlayan performans, önceden belirlenmiş standartları karşılayarak veya aşarak hedeflere ulaşılması anlamına gelmektedir (Portenga vd., 2016). Performans, cinsiyet, motivasyon, dayanıklılık gibi içsel faktörler ve sosyal-fiziksel çevre gibi dışsal faktörler ile ilişkilidir (Beckmann ve Elbe, 2015; Halson, 2014; Kellmann ve Beckmann, 2017). Bu nedenle performans, beklenmedik çevresel etkilere uyum sağlamak için belirli yetenek ve becerilerin geliştirilmesi ve bunların rekabetçi durumlarda sürekli ve güvenilir bir şekilde sunulması ile belirlenir (Kellmann ve Beckmann, 2017; Portenga vd., 2016).

Sporunda, performans eğitimi optimum başarı potansiyelini arttıran ilerleyici egzersizler bütünüdür. Performans eğitimlerinin önemi, sporun dev bir sektör haline gelmesi ve sporcu, kulüp başarısının ülke başarısını temsil etmesiyle daha da artmıştır. Sporcuda başarı hedefine ulaşılmasının temelinde sporcunun sağlıklı bir şekilde en yüksek performansı göstermesi yatmaktadır. Bu nedenle günümüzde performansı geliştirecek birçok egzersiz yaklaşımı kullanılmaktadır.

Son yıllarda, egzersiz yoğunluğunu değiştirerek daha kısa egzersiz süreleriyle sağlık yararları sağlayan egzersiz müdahalelerinin kullanımına artan bir ilgi vardır. Bu çalışma ile, kısa sürelerde uygulanan ve kas performansını etkileyen yöntemler olarak Kan Akışı Kısıtlama (KAK) Antrenmanı, Yüksek Şiddetli Aralıklı Antrenman (High Intensity Interval Training-HIIT), Sprint İnterval Antrenman (Sprint Interval Training - SIT) etkinliğinin kanıta dayalı olarak özetlenmesi hedeflenmiştir.

## **YÖNTEM**

Araştırma kapsamında, PubMed, Google Scholar ve Web of Science veritabanları “blood flow restriction”, “high-intensity interval training” ve “sprint interval training” anahtar kelimeleri ile

taranmıştır. Geleneksel derleme niteliğinde olan bu çalışmada 2011 yılı veya sonrasında yayımlanan, tam metnine ulaşılabilen, dili İngilizce veya Türkçe olan makaleler incelenmiştir.

## **1. Düşük Şiddetli Antrenmanlar**

### **Kan Akışı Kısıtlama Antrenmanı**

Yoshiaki Sato tarafından 1960'ların sonlarında Japonya'da geliştirilmiş olan, KAATSU eğitimi olarak da adlandırılan Kan Akışı Kısıtlama (KAK) antrenmanı, düşük yoğunluklu egzersizi kan akışı oklüzyonu ile birleştiren ve yüksek yoğunluklu antrenmana benzer sonuçlar üreten bir tekniktir. (Loenneke vd., 2012). KAK antrenmanı direnç egzersizi veya aerobik egzersiz şeklinde uygulanabilir. Uygulama sırasında alt veya üst ekstremitede hedef kas grubuna proksimal olarak pnömatik bir manşet (turnike) takılır. Manşet daha sonra kısmi arteriyel ve tam venöz oklüzyon elde etmek amacıyla belirli bir basınca şişirilir (Patterson vd., 2017). KAK egzersizinin aynı egzersizi tek başına gerçekleştirmenin ötesinde yoğunlaştırılmış bir eğitim uyarıcısı olduğu ve bunun, performans parametreleri üzerinde iyileşmeye katkıda bulunabilecek kılcak beslenme ile mitokondriyal fonksiyonda artış gibi gelişmiş fizyolojik adaptasyonları tetikleme potansiyeline sahip olduğu literatürde öne sürülmüştür (Ferguson vd., 2021).

Literatüre göre düşük yoğunluklu dirençli KAK antrenman uygulamaları; 1 maksimum tekrarın %20-40'ı gibi düşük yoğunlukta (Counts vd., 2016; Lixandrão vd., 2015), setler arasında 30 saniyelik dinlenme süreleri ile 3-5 set (Cook vd., 2013; Fahs vd., 2015; Manini vd., 2012; Nielsen vd., 2012), toplam 75 tekrar (Yasuda vd., 2011a; Yasuda, 2011b; Yasuda vd., 2012) olacak şekilde (yani 30/15/15/15) yapılıdır. Frekans için, haftada 2-3 günlük antrenmanın en büyük etkiyi ortaya çıkardığı, frekans arttıkça muhtemel olarak aşırı egzersiz nedeniyle etkinin azaldığı belirtilmiştir (Scott vd., 2015).

Yapılan bir randomize kontrollü çalışmada KAK antrenmanının futsal oyunu sırasında kas aktivasyonu ve kuvvetine etkisini incelemek amacıyla kontrol grubuna standart futsal antrenmanı yaptırılırken, deney grubundaki katılımcılara standart futsal antrenmanı KAK ile birlikte yaptırılmıştır. Sonuç olarak yazarlar, KAK antrenmanının, futsal gibi küçük sahada oynanan oyunlara eklenmesinin özellikle kas aktivasyonu ve endokrin düzeyinde daha fazla fiziksel gelişme sağlayabileceği sonucunu ortaya koymuşlardır (Amani-Shalamzari vd., 2019). KAK antrenmanının maksimal kuvvet artışı ve dayanıklılık üzerine olumlu etkileri de literatürde incelenen konulardır. Bu alanda yapılan bir çalışmada KAK antrenmanının üst ekstremitede maksimal kuvvet ve kuvvet-endurans performansı üzerine etkisi incelenmiştir. Sonuç olarak yazarlar, kısa süreli, yüksek basınçlı KAK antrenmanının, 1 maksimum tekrar

testinde maksimum gücü arttırdığını, daha fazla güç ve dayanıklılık performansı elde etmede önemli bir araç olabileceğini düşündüklerini belirtmişlerdir (Wilk vd., 2020).

Benzer konuda yapılan bir sistematik derleme de KAK antrenmanının atletizm, ragbi, amerikan futbolu, halter, futbol, netbol gibi farklı branşlardan 19.8-25.9 yaş aralığındaki sporcuların performansı üzerine etkinliği incelenmiştir. Derlemede, incelenen çalışmaların %90'ı (9/10) erkek, %10'u (1/10) kadın sporcular üzerinde, %30'u (3/10) her iki ekstremitte, %60'ı (6/10) alt ekstremitte, %10'u (1/10) ise üst ekstremitte üzerine uygulama yapmıştır. Derlemenin sonucunda ise yazarlar çalışmaların %78'inde (7/9) kas kuvvetinde, %50'sinde (4/8) kas boyutunda ve %75'inde (3/4) spora özgü ölçümlerde önemli gelişmeler olduğunu bildirmişlerdir (Wortman vd., 2021).

Literatürde KAK antrenmanının, genç yetişkin erkek sporcular üzerinde, alt ekstremitte uygulamaları ile çeşitli fizyolojik faktörleri etkileyerek kas gücü ve dayanıklılığını, böylece performansı artırdığını gösteren çalışmalar çoğunluktadır.

## **2. Yüksek Şiddetli Antrenmanlar**

### **Yüksek Şiddetli Aralıklı Antrenman (High Intensity Interval Training-HIIT)**

HIIT, kısa veya orta uzunluktaki aralıklarla, maksimum oksijen tüketiminin %80-100 olduğu yüksek yoğunluklu egzersizlerin tekrarı ile karakterize bir egzersiz türüdür. Düşük yoğunluklu egzersizlerin yapıldığı aralardaki toparlanma süreleri, 6 saniye ile 4 dakika arasında değişmektedir ve HIIT egzersizlerinin genellikle haftada 2-3 kere yapılması önerilmektedir (Buchheit ve Laursen, 2013; Ramsbottom vd., 2001).

HIIT egzersizleri, oksijenin taşınmasını ve kullanılmasını içeren süreçleri uyararak, kardiyovasküler uygunluk, pik oksijen ( $VO_{2max}$ ) seviyesi gibi farklı parametreleri artırarak etkinliğini sağlamaktadır (Laursen ve Jenkins, 2002; Milanović vd., 2015; Weston, vd., 2014). HIIT, zamanın verimli ve ekonomik kullanılmasıyla, daha uzun süreli, devamlı-orta şiddetli antrenmanlara bir alternatif oluşturmuştur. Kısa sürede ortaya çıkardığı fizyolojik cevaplar ile sedanterlerde ve farklı hastalık gruplarında dahi kullanımı yaygınlaşmış olan bu antrenman türü benzer şekilde sporcular için de popüler hale gelmiştir (Alansare vd., 2018; Campbell vd., 2018; Martínez-López vd., 2018).

Bu konuda Chéilleachair ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışma, kürekçilerde endurans antrenmanı (EA) ile HIIT etkilerini karşılaştırmıştır (Ní Chéilleachair vd., 2017). Çalışmaya 19 idmanlı kürekçi dahil edilmiş ve 8 hafta boyunca EA grubundakiler haftada 10 seans aerobik antrenman yaparken, HIIT grubundakiler haftada 8 seans aerobik antrenman, 2 seans ise HIIT yapmıştır. Sonuçlarında ise HIIT'in  $VO_{2max}$ 'da daha etkili olduğu bulunmuş ve HIIT'in, idmanlı kürekçilerde performansı ve aerobik özellikleri iyileştirmede EA'den daha etkili olduğu

belirtilmiştir. Bu sonuçlar sporcuların alternatif programlara kıyasla daha etkili sonuçlara daha kısa sürelerde ulaşabilmesi açısından önemlidir.

García-Pinillos ve arkadaşları 5 haftalık HIIT temelli koşu programının triatletlerde, atletik performans üzerine etkisini araştırmıştır (García-Pinillos vd., 2017a). Araştırmadaki çalışma grubunun programında koşu rutini HIIT temelli program ile değiştirilmiştir. Haftada 3-4 seans olacak şekilde 5 hafta boyunca uygulanan program sonucunda, çalışma grubunda (HIIT grubu), dikey sıçrama değerleri, yüzme performansı ve koşma süresi iyileşirken, kontrol grubunun değerlerinde değişiklik gözlenmemiştir. Yazarlar triatletlerin rutin antrenmanlarındaki koşu programının HIIT tabanlı koşu programı ile değiştirilmeyle kısa mesafe triatlonda atletik performansı artırdığını belirtmişlerdir.

Aynı yazarların 2017 yılında HIIT eğitiminin kısa ve uzun vadede rekreasyonel dayanıklılık koşucularının performansını nasıl etkilediğini belirlemek amacıyla yaptıkları sistematik derlemede de benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Yedi yüz seksen üç çalışmanın incelenip 23 çalışmanın dahil edildiği derlemede, HIIT uygulamalarının, HIIT tabanlı koşu programı şeklinde haftada 2-4 seans olarak, 4-10 hafta boyunca yapıldığını belirtmişler ve dayanıklılık koşucularının egzersiz programlarından maksimum verim elde etmeleri için HIIT'in antrenman programının bir parçası olması gerektiği sonucuna varmışlardır (García-Pinillos vd., 2017b).

Olimpik dövüş sporcularında HIIT'in etkinliğini araştıran bir sistematik derleme kapsamında, 9 makale, 10'u kadın olmak üzere toplam 228 sporcu (138 judo sporcusu, 40 tekvando sporcusu, 18 boksör, 17 karate sporcusu ve 15 güreşçi) incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda HIIT protokollerinin, vücut yağ yüzdesi veya vücut kütlelerinde herhangi bir değişiklik oluşturmadığı, VO<sub>2</sub>max'da, anaerobik güç ve kapasitede iyileşmeler sağladığı bildirilmiştir (Franchini vd., 2019).

Güncel literatürde, HIIT protokollerinin, koşu, futbol, dövüş sporları branşlarındaki genç yetişkin erkek sporcular üzerine etkinliğini gösteren çalışmalar çoğunluktadır. Çalışmalardaki HIIT protokollerinin spor branşından bağımsız olarak, haftada 2 - 4 gün olacak şekilde, 10 gün - 12 hafta süresince maksimum kalp atış hızının %80 - 100'ünde uygulandığı görülmüştür (Stöggl ve Sperlich, 2014; Monks vd., 2017; García-Pinillos vd., 2017b; Franchini vd., 2019; Vasconcelos vd., 2020).

Bu çalışmalar ışığında dayanıklılık, performans ve güç ile ilgili değişkenleri iyileştirmek amacıyla özellikle koşu, futbol ve dövüş sporu yapan, çoğunlukla genç yetişkin erkek sporcularda kullanılan etkili bir egzersiz yöntemi olduğu söylenebilir.

### **Sprint İnterval Antrenman (Sprint Interval Training - SIT)**

Sprint interval antrenman (SIT), tekrarlanan kısa-maksimal veya submaksimal sprintlere dayanmaktadır (Buchheit ve Laursen, 2013; Burgomaster vd., 2006). SIT'in, sağlıklı gençlerde aerobik kapasiteyi, sedanter veya rekreasyonel olarak aktif yetişkinlerde ise aerobik egzersiz performansı ve  $VO_2max$ 'ı geliştirdiğini bildiren sistematik derleme ve meta-analizler bulunmaktadır (Gist vd., 2014; Sloth vd., 2013).

SIT araştırmalarının çoęu pahalı koşu bantları veya ergometreler kullanılarak bir laboratuvarda gerçekleştirilmiştir. Koral ve ark. buna alternatif olarak arazi maksimal mekik koşularını temel alan yksek dzyeyde erişilebilir eğitim protokolü ile ilgili bir çalışma gerçekleştirmiş ve bu çalışmada arazide SIT protokolünün performans üzerine etkilerini değerlendirmiştir (Koral vd., 2018). On altı idmanlı patika koşucusuna, 2 hafta boyunca, haftada 3 kez SIT protokolü uygulanmış ve sonuç olarak arazide 3000 m koşu suresinin, maksimum aerobik hızın, pik gúcün ve ortalama gúcün önemli ölçüde iyileştiği belirtilmiştir. Yazarlar arazide sprint interval antrenmanın, eğitimli sporcularda hem dayanıklılığı hem de gúc performansını iyileştirmede zaman açısından verimli ve maliyetsiz bir yol olduğunu bildirmişlerdir.

Kelly ve arkadaşları tarafından SIT ile endurans antrenmanını (EA) kıyaslamak amacıyla yapılan bir çalışmada kulüpte oynayan on beş erkek Gal futbol oyuncusu, 2 hafta boyunca 6 seans için rastgele olarak SIT veya EA'ye atanmıştır (Kelly vd., 2018). İki haftanın sonunda her iki grupta da  $VO_2max$  seviyesinde artış olmuştur. Çalışmanın sonucunda dayanıklılık kapasitesinde SIT ve EA grubunda sırasıyla %31.0 ve %17.2 artış gözlenmiştir. Bu alışma, koşu tabanlı bir SIT protokolünün, aerobik ve dayanıklılık kapasitesiyle beraber performansı geliştirmek için iki haftalık bir süre boyunca en az altı SIT seansının yeterli olduğunu göstermektedir.

Sheykhlovand ve arkadaşlarının kürek çekme temelli SIT'in sporcularda kardiyorespiratuvar uygunluk ve anaerobik performans üzerine etkilerini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmaya 16 profesyonel kadın kano polo sporcusu dahil edilmiştir (Sheykhlovand vd., 2018). Dört hafta boyunca, haftada 3 kere kontrol grubu normal antrenmanına devam ederken, diğer gruba SIT programı uygulamıştır. Çalışma sonucunda kontrol grubunda değişiklik olmazken, SIT grubunda  $VO_2max$ ,  $O_{2puls}$ , anaerobik eřik, tepe ve ortalama gúc çıkışı artmıştır. Kürek temelli SIT'in, profesyonel kadın kano polo sporcuları için aerobik ve anaerobik performanslarında hızlı adaptasyonları teşvik etmek için güçlü bir uyarıcı ve zaman açısından verimli bir strateji olduğu belirtilmiştir.

Jones ve arkadaşlarının yirmi beş kadın hokey oyuncusu ile SIT'in 30-15 aralıklı fitness testi sırasında kas oksijenasyon kinetiği ve performansı üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla

yaptıkları randomize kontrollü bir çalışmada, katılımcılar deney grubu ve kontrol grubu olarak ikiye ayrılmıştır (Jones vd., 2015). Normal eğitimlere ek olarak 6 haftada 6 SIT seansı gerçekleştiren deney grubunda aerobik performansında önemli değişiklikler görülürken, kontrol grubunda fark olmamıştır. Buna ek olarak SIT protokolünün pozitif periferik kas oksijenlenme değişikliklerine neden olduğu bildirilmiştir.

Sonuç olarak çalışmalar, SIT'in sportif performansı geliştirdiğini destekler yöndedir. Aynı zamanda daha fazla süreye ihtiyaç duyulan endurans eğitimi ile karşılaştırma çalışmasını (Kelly vd., 2018) göz önünde bulundurarak, SIT'in sporcular için iki haftalık bir sürede dahi EA'ye benzer, hatta üstün etkiler ortaya çıkarmış olması dikkate değerdir.

### **3. HIIT, SIT ve KAK Uygulamalarından Hangisi Tercih Edilmeli?**

HIIT ve SIT protokolleri, yaygın kullanılmalarının yanı sıra verimli ve ekonomik zaman kullanımı, ortaya çıkardığı etkiler de dahil olmak üzere birçok ortak noktaya sahiptir. Bu ortak noktalar beraberinde, aralarındaki fark nedir ve hangisi tercih edilmelidir sorularını getirmiştir. 2016 yılında Inoue ve ark. tarafından dağ bisikletçilerinde HIIT ve SIT etkinliklerini kıyaslamak amacıyla yapılan randomize kontrollü bir çalışmaya (RKÇ) 16 dağ bisikletçisi dahil edilmiştir (Inoue vd., 2016). Egzersiz programları 6 hafta boyunca uygulandıktan sonra her iki grupta da yarış performansları artmış; fakat SIT'e kıyasla HIIT grubundaki artışın anlamlı derecede daha iyi olduğu, ayrıca olumsuz etki olasılığının daha az olduğu belirtilerek HIIT'in tercih edilmesi önerilmiştir.

Rosenblat ve ark tarafından 2020 yılında yapılan sistematik derleme ve metaanalizde ise HIIT ve SIT programlarının hangisinin aktif ve antrenmanlı bireylerde zamana karşı olan performansta daha büyük bir iyileşmeye yol açtığı belirlenmesi amaçlanmıştır (Rosenblat vd., 2020). Çalışma sonucunda, tüm HIIT grupları (uzun, orta, kısa süreli) ve SIT grubu arasında maksimum oksijen tüketimi ve zamana karşı performans parametrelerinde fark bulunmamıştır. Yapılan alt grup analizleri sonucunda ise, SIT'e kıyasla uzun süreli HIIT programı (4 dakika veya daha uzun olan antrenmanlar) sonrasında, zamana karşı performansta yaklaşık %2, maksimum aerobik güç/hızda ise %4 daha fazla gelişme olduğu ortaya konmuştur. Bu meta-analizin sonucu olarak yazarlar, özellikle uzun süreli HIIT'in zamana karşı performansı artırmak için en uygun aralıklı eğitim formu olabileceğini belirtmişlerdir. Fakat dışlama kriterleri arasında bulunmamasına rağmen, bu çalışma kapsamında incelenen 6 çalışmanın katılımcıları arasında kadın sporcu bulunmaması nedeniyle, çalışma sonuçlarının yalnızca erkekleri kapsayacağını unutmamak gerekmektedir.

Tangchaisuriya ve ark tarafından 2021 yılında yapılan bir çalışma ile sporcu antrenmanlarına dahil edilen HIIT ve KAK antrenmanlarının sporcu performansı üzerine etkinliğini araştırmak

amaçlanmıştır (Tanchaisuriya vd., 2021). Çalışmaya katılan 35-49 yaşları arasındaki 50 yol bisikletçisi, sürekli egzersiz eğitimine (CON; n = 16), sürekli + HIIT (HIIT; n = 17) eğitimine ve sürekli + HIIT + KAK (KAK; n = 17) eğitimine rastgele atandıktan sonra 12 hafta boyunca, haftada 2 kez bisiklet ergometresi üzerinde eğitimler gerçekleştirmiştir. Çalışmanın sonucunda 40 km zamana karşı performansı tüm gruplarda artarken, VO<sub>2</sub>max, maksimal kalp debisi, atım hacmi HIIT ve KAK gruplarında gelişmiştir. Buna ek olarak toplam yağsız kütle, kas kesit alanı ve rektus femoris ve vastus lateralisteki kalınlık ve izokinetik diz ekstansiyonunun tepe torku sadece KAK grubunda artmıştır. Bu sonuçlar HIIT'in özellikle KAK ile birlikte rutin sürekli antrenmanlara dahil edilmesi, yol bisikletçilerinde performans ve fizyolojik fonksiyonların artırılmasında daha etkili olabileceğini göstermektedir.

Taylor ve ark tarafından 2016 yılında yapılan bir çalışmada maksimum aerobik fizyoloji ve performansı geliştirmek için KAK ile birlikte SIT etkinliğini değerlendirilmiştir (Taylor vd., 2016). Araştırma kapsamında akut deneysel çalışma (8 Erkek katılımcı) ve egzersiz çalışması (20 Erkek katılımcı) olarak iki çalışma yürütülmüştür. Katılımcılar SIT ve SIT + KAK gruplarına ayrıldıktan sonra, egzersiz çalışmasındakiler 4 hafta boyunca haftada 2 gün bisiklet ergometresi ile egzersiz yaparken, akut deneysel çalışmasındakilerin egzersizden önce, egzersizden hemen sonra ve egzersizden 3 saat sonra kas biyopsileri alınmıştır. Egzersiz çalışması sonucunda, 15 km zamana karşı performansta her iki grupta da gelişme olmazken, VO<sub>2</sub>max, yalnızca SIT + KAK grubunda %4,5 artmış, akut deneysel çalışma sonucunda ise "hipoksi ile indüklenen faktör-1 alfa (HIF-1 $\alpha$ )" mRNA ekspresyonu, yalnızca SIT + KAK grubunda egzersiz sonrası 3. saatte artış göstermiştir. Yazarlar bu sonuçlar ile direkt performans üzerine etki bildirmese de, SIT egzersizlerinin KAK antrenmanı ile birleştirdiğinde etkinliğinin artmasının önemini vurgulamışlardır.

## SONUÇ

Sporcularda uygulanan egzersiz yaklaşımlarında amaç performansı arttıracak uygulamalar ile çeşitli fiziksel ve mental parametreleri olumlu etkileyerek başarılarını arttırmaktır. Güncel yaklaşımlarda son çalışmalar incelendiğinde, HIIT ve SIT yaklaşımlarının özellikle maksimum aerobik kapasite, KAK antrenmanının fizyolojik adaptasyonlar ile birlikte maksimum güç ve dayanıklılık üzerine katkıda bulunduğunu ortaya koyan çalışmalar yoğunluktadır. Benzer etkilere sahip SIT ve HIIT yaklaşımları için literatürde HIIT'in lehine kanıtlar yer almaktadır. Buna ek olarak sporcuların rutin programlarına HIIT veya SIT egzersizleri ile birlikte KAK uygulamasının eklenmesinin, antrenmanın olumlu etkilerini artırdığını gösteren kanıtlar mevcuttur.



Sporcuların antrenman programlarına eklenebilecek bu güncel egzersiz yaklaşımlarının, sporcu rekabetini ve başarısını olumlu etkileyebileceği kanıtlarla desteklenmiştir. Ancak bu egzersiz yaklaşımlarının farklı spor alanlarında, farklı yaşlardaki sporcular üzerinde etkinlikleri ve reğetelenmesi ile ilgili daha fazla ęalıřmaya ihtiyaç vardır.

**Çıkar atışması:** Yazarların herhangi bir kişi, enstitü, kurum ile çıkar atışması olmadığını beyan ederiz.

## KAYNAKLAR

- Alansare, A., Alford, K., Lee, S., Church, T., & Jung, H. C.** (2018). The Effects of High-Intensity Interval Training vs. Moderate-Intensity Continuous Training on Heart Rate Variability in Physically Inactive Adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(7). <https://doi.org/10.3390/IJERPH15071508>
- Amani-Shalamzari, S., Farhani, F., Rajabi, H., Abbasi, A., Sarikhani, A., Paton, C., ... Knechtle, B.** (2019). Blood Flow Restriction During Futsal Training Increases Muscle Activation and Strength. *Frontiers in Physiology*, 22(10), 614 <https://doi.org/10.3389/FPHYS.2019.00614>
- Beckmann, J., & Elbe, A.** (2015). *Sport psychological interventions in competitive sports*. Newcastle, UK: Cambridge Scholars Publishing.
- 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. <https://doi.org/10.1007/S40279-013-0029-X>
- Burgomaster, K. A., Heigenhauser, G. J. F., & 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 (Bethesda, Md. : 1985)*, 100(6), 2041–2047. <https://doi.org/10.1152/JAPPLPHYSIOL.01220.2005>
- Campbell, E., Coulter, E. H., & Paul, L.** (2018). High intensity interval training for people with multiple sclerosis: A systematic review. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, 24, 55–63. <https://doi.org/10.1016/J.MSARD.2018.06.005>
- Coakley, J. J.** (2017). *Sports in society : issues and controversies* (Twelfth edition.). New York NY: McGraw-Hill Education.
- Cook, S. B., Murphy, B. G., & Labarbera, K. E.** (2013). Neuromuscular function after a bout of low-load blood flow-restricted exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(1), 67–74. <https://doi.org/10.1249/MSS.0B013E31826C6FA8>
- Counts, B. R., Dankel, S. J., Barnett, B. E., Kim, D., Mouser, J. G., Allen, K. M., ... Loenneke, J. P.** (2016). Influence of relative blood flow restriction pressure on muscle activation and muscle adaptation. *Muscle & Nerve*, 53(3), 438–445. <https://doi.org/10.1002/MUS.24756>
- Fahs, C. A., Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., Rossow, L. M., Kim, D., Abe, T., ... Bemben, M. G.** (2015). Muscular adaptations to fatiguing exercise with and without blood flow restriction. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 35(3), 167–176. <https://doi.org/10.1111/CPF.12141>
- Ferguson, R. A., Mitchell, E. A., Taylor, C. W., Bishop, D. J., Christiansen, D., & Richard Ferguson, C. A.** (2021). Blood-flow-restricted exercise: Strategies for enhancing muscle adaptation and performance in the endurance-trained athlete. *Wiley Online Library*, 106(4), 837–860. <https://doi.org/10.1113/EP089280>
- Franchini E, Cormack S, Takito MY.** (2019) Effects of High-Intensity Interval Training on Olympic Combat Sports Athletes' Performance and Physiological Adaptation: A Systematic Review. *J Strength Cond Res*. 33(1),242-252. doi: 10.1519/JSC.0000000000002957. PMID: 30431531.
- García-Pinillos, F., Cámara-Pérez, J. C., Soto-Hermoso, V. M., & Latorre-Román, P. A.** (2017a). A High Intensity Interval Training (HIIT)-Based Running Plan Improves Athletic Performance by Improving Muscle Power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(1), 146–153. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001473>
- García-Pinillos, F., Soto-Hermoso, V. M., & Latorre-Román, P. A.** (2017b). How does high-intensity intermittent training affect recreational endurance runners? Acute and chronic adaptations: A systematic review. *Journal of Sport and Health Science*, 6(1), 54–67. <https://doi.org/10.1016/J.JSHS.2016.08.010>

- Gist, N. H., Fedewa, M. v., Dishman, R. K., & Cureton, K. J.** (2014). Sprint interval training effects on aerobic capacity: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 44(2), 269–279. <https://doi.org/10.1007/S40279-013-0115-0>
- Halson, S. L.** (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine*, 44, 139–147. <https://doi.org/10.1007/S40279-014-0253-Z>
- Inoue, A., Impellizzeri, F. M., Pires, F. O., Pompeu, F. A. M. S., Deslandes, A. C., & Santos, T. M.** (2016). Effects of Sprint versus High-Intensity Aerobic Interval Training on Cross-Country Mountain Biking Performance: A Randomized Controlled Trial. *PloS One*, 11(1). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0145298>
- Jones, B., Hamilton, D. K., & Cooper, C. E.** (2015). Muscle oxygen changes following Sprint Interval Cycling training in elite field hockey players. *PloS One*, 10(3). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0120338>
- Kellmann, M., & Beckmann, J.** (2017). Sport, recovery, and performance: Interdisciplinary insights. *Sport, Recovery, and Performance: Interdisciplinary Insights*, 1–269. <https://doi.org/10.4324/9781315268149>
- Kelly, D. T., Tobin, C., Egan, B., McCarren, A., O'Connor, P. L., Mccaffrey, N., & Moyna, N. M.** (2018). Comparison of Sprint Interval and Endurance Training in Team Sport Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(11), 3051–3058. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002374>
- Koçak, F., Özbek, O., Ercan, Ö., Demir, İ., Doğaner, S., & Akansel, B.** (2017). *Sporun Yönetel ve Sosyal Boyutları*. Gazi Kitabevi. Retrieved from <https://www.gazikitabevi.com.tr/urun/sporun-yonetsel-ve-sosyal-boyutlari>
- Koral, J., Oranchuk, D. J., Herrera, R., & Millet, G. Y.** (2018). Six Sessions of Sprint Interval Training Improves Running Performance in Trained Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(3), 617–623. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002286>
- Laursen, P. B., & Jenkins, D. G.** (2002). The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 32(1), 53–73. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232010-00003>
- Lixandrão, M. E., Ugrinowitsch, C., Laurentino, G., Libardi, C. A., Aihara, A. Y., Cardoso, F. N., ... Roschel, H.** (2015). Effects of exercise intensity and occlusion pressure after 12 weeks of resistance training with blood-flow restriction. *European Journal of Applied Physiology*, 115(12), 2471–2480. <https://doi.org/10.1007/S00421-015-3253-2>
- Loenneke, J. P., Wilson, J. M., Marín, P. J., Zourdos, M. C., & Bembem, M. G.** (2012). Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. *European Journal of Applied Physiology*, 112(5), 1849–1859. <https://doi.org/10.1007/S00421-011-2167-X>
- Manini, T. M., Yarrow, J. F., Buford, T. W., Clark, B. C., Conover, C. F., & Borst, S. E.** (2012). Growth hormone responses to acute resistance exercise with vascular restriction in young and old men. *Growth Hormone & IGF Research : Official Journal of the Growth Hormone Research Society and the International IGF Research Society*, 22(5), 167–172. <https://doi.org/10.1016/J.GHIR.2012.05.002>
- Martínez-López, E. J., De, M. J., Torre-Cruz, L. A., Suárez-Manzano, S., & Ruiz-Ariza, A.** (2018). 24 sessions of monitored cooperative high-intensity interval training improves attention-concentration and mathematical calculation in secondary school. *Efsupit.Ro*, 18(3), 1572–1582. <https://doi.org/10.7752/jpes.2018.03232>
- Milanović, Z., Sporiš, G., & Weston, M.** (2015). Effectiveness of High-Intensity Interval Training (HIT) and Continuous Endurance Training for VO<sub>2</sub>max Improvements: A

- Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 45(10), 1469–1481. <https://doi.org/10.1007/S40279-015-0365-0>
- Monks, L., Seo, M. W., Kim, H. B., Jung, H. C., & Song, J. K.** (2017). High-intensity interval training and athletic performance in Taekwondo athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(10), 1252–1260. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.06853-0>
- Ní Chéilleachair, N. J., Harrison, A. J., & Warrington, G. D.** (2017). HIIT enhances endurance performance and aerobic characteristics more than high-volume training in trained rowers. *Journal of Sports Sciences*, 35(11), 1052–1058. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1209539>
- Nielsen, J. L., Aagaard, P., Bech, R. D., Nygaard, T., Hvid, L. G., Wernbom, M., ... Frandsen, U.** (2012). Proliferation of myogenic stem cells in human skeletal muscle in response to low-load resistance training with blood flow restriction. *The Journal of Physiology*, 590(17), 4351–4361. <https://doi.org/10.1113/JPHYSIOL.2012.237008>
- Patterson SD, Hughes L, Head P, Warmington S, Brandner C.** (2017). Blood flow restriction training: a novel approach to augment clinical rehabilitation: how to do it. *Br J Sport Med*. 51(23),1648–9.
- Portenga, S. T., Aoyagi, M. W., & Cohen, A. B.** (2016). Helping to build a profession: A working definition of sport and performance psychology. <Http://Dx.Doi.Org/10.1080/21520704.2016.1227413>, 8(1), 47–59. <https://doi.org/10.1080/21520704.2016.1227413>
- Ramsbottom R, Nevill AM, Seager RD, Hazeldine R.** (2001). Effect of training on accumulated oxygen deficit and shuttle run performance. *J Sports Med Phys Fitness*. 41(3):281-90.
- Rosenblat, M. A., Perrotta, A. S., & Thomas, S. G.** (2020). Effect of High-Intensity Interval Training Versus Sprint Interval Training on Time-Trial Performance: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 50(6), 1145–1161. <https://doi.org/10.1007/S40279-020-01264-1>
- Scott, B. R., Loenneke, J. P., Slattery, K. M., & Dascombe, B. J.** (2015). Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 45(3), 313–325. <https://doi.org/10.1007/S40279-014-0288-1>
- Sheykhlovand, M., Khalili, E., Gharaat, M., Arazi, H., Khalafi, M., & Tarverdizadeh, B.** (2018). Practical Model of Low-Volume Paddling-Based Sprint Interval Training Improves Aerobic and Anaerobic Performances in Professional Female Canoe Polo Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(8), 2375–2382. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002152>
- Sloth, M., Sloth, D., Overgaard, K., & Dalgas, U.** (2013). Effects of sprint interval training on VO2max and aerobic exercise performance: A systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(6), 341–352. <https://doi.org/10.1111/SMS.12092>
- Stöggl, T., & Sperlich, B.** (2014). Polarized training has greater impact on key endurance variables than threshold, high intensity, or high volume training. *Frontiers in Physiology*, 5. <https://doi.org/10.3389/FPHYS.2014.00033>
- Tangchaisuriya P, Chuensiri N, Tanaka H, Suksom D.** (2021). Physiological Adaptations to High-Intensity Interval Training Combined with Blood Flow Restriction in Masters Road Cyclists. *Med Sci Sports Exerc*, Dec 29. doi: 10.1249/MSS.0000000000002857. Epub ahead of print. PMID: 34967801.

- Taylor CW, Ingham SA, Ferguson RA.** (2016). Acute and chronic effect of sprint interval training combined with postexercise blood-flow restriction in trained individuals. *Exp Physiol*, 101(1),143-54. doi: 10.1113/EP085293. Epub 2015 Oct 30. PMID: 26391312.
- Vasconcelos, B. B., Protzen, G. V., Galliano, L. M., Kirk, C., & del Vecchio, F. B.** (2020). Effects of High-Intensity Interval Training in Combat Sports: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(3), 888–900. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003255>
- Weston, M., Taylor, K. L., Batterham, A. M., & Hopkins, W. G.** (2014). Effects of low-volume high-intensity interval training (HIT) on fitness in adults: a meta-analysis of controlled and non-controlled trials. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 44(7), 1005–1017. <https://doi.org/10.1007/S40279-014-0180-Z>
- Wilk, M., Krzysztolik, M., Filip, A., Lockie, R. G., & Zajac, A.** (2020). The Acute Effects of External Compression With Blood Flow Restriction on Maximal Strength and Strength-Endurance Performance of the Upper Limbs. *Frontiers in Physiology*, 11. <https://doi.org/10.3389/FPHYS.2020.00567/FULL>
- Wortman, R. J., Brown, S. M., Savage-Elliott, I., Finley, Z. J., & Mulcahey, M. K.** (2021). Blood Flow Restriction Training for Athletes: A Systematic Review. *The American Journal of Sports Medicine*, 49(7), 1938–1944. <https://doi.org/10.1177/0363546520964454>
- Yasuda, T., Ogasawara, R., Sakamaki, M., Ozaki, H., Sato, Y., & Abe, T.** (2011a). Combined effects of low-intensity blood flow restriction training and high-intensity resistance training on muscle strength and size. *Eur J Appl Physiol*. 111(10), 2525-33. doi: 10.1007/s00421-011-1873-8. Epub 2011 Mar 1. PMID: 21360203.
- Yasuda, T., Ogasawara, R., Sakamaki, M., Bembien, MG., & Abe, T.** (2011b). Relationship between limb and trunk muscle hypertrophy following high-intensity resistance training and blood flow-restricted low-intensity resistance training. *Clin Physiol Funct Imaging*. 31(5), 347-51. doi: 10.1111/j.1475-097X.2011.01022.x
- Yasuda, Tomohiro., Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., & Abe, T.** (2012). Effects of Blood Flow Restricted Low-Intensity Concentric or Eccentric Training on Muscle Size and Strength. *PLoS ONE*, 7(12). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0052843>