



Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Antrenman Protokollerinde Uygulanan Antrenman Süresinin Optimal Düzeyinin Belirlenmesi İçin Kapsamlı Bir İnceleme

İshak GÖÇER¹, Muhammed ÖNİZ^{2*}, Recep Sürhat MÜNİROĞLU³

¹Ankara Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi. <https://orcid.org/0000-0002-2337-2240>

²Spor-Sağlık Bilimleri. <https://orcid.org/0000-0002-1516-3449>

³Ankara Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi. <https://orcid.org/0000-0003-1250-5420>

To cite this article/ Atf için:

Göçer, İ., Öniz, M., ve Müniroğlu, R. S. (2024). Yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman protokollerinde uygulanan antrenman süresinin optimal düzeyinin belirlenmesi için kapsamlı bir inceleme. *Uluslararası Bozok Spor Bilimleri Dergisi*, 5(2), 19-46.

Özet

Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Antrenman (HIIT) protokolleri, sporcuların antrenman verimliliğini artırmak için günümüzde çok popüler bir antrenman modeli haline gelmiştir. Ancak, HIIT'in optimal antrenman süresinin ne kadar olacağıyla alakalı literatürde farklı sonuçlar görülmekte, bu antrenman modeli ile ilgili net sonuçlar bulunmamaktadır. Bu bağlamda mevcut çalışmanın amacı; HIIT protokollerinin etkinliğini artırmak için optimal antrenman süresinin belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda Web of Science, PubMed, Scopus, TRDizin ve Google Akademik veri tabanlarında kapsamlı literatür taraması yapılmıştır. Literatür taramasında "HIIT'te optimal antrenman süresi", "HIIT süresi", HIIT ve periodizasyon", "Yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman süresi" ve "Antrenmanlarda optimal süre" gibi kelime kombinasyonları İngilizce karşılıklarıyla birlikte kullanılmıştır. Bu araştırma kapsamında taranan literatürün özeti sunulmuş ve HIIT protokollerinde optimal antrenman süresinin belirlenmesine yönelik mevcut bulgular tartışılmıştır. Sonuç olarak, HIIT protokollerinde antrenman süresinin atletik performans ve fizyolojik adaptasyonlar üzerinde önemli etkilerinin olduğu görülmektedir. Ancak, bu alanda kesin bir konsensüs bulunmamaktadır. Dolayısıyla HIIT protokollerinde antrenman süresinin yanısıra bireysel farklılıklarda dikkate alınmalıdır. Yapılacak araştırmalar, bireysel yanıtların ve farklı antrenman sürelerinin etkilerinin daha ayrıntılı olarak incelenmesini ve kişiselleştirilmiş antrenman programlarının geliştirilmesini içermelidir. Bu şekilde, sporcular için en uygun antrenman süresini belirlemek ve performanslarını optimize etmek mümkün olabilir.

Anahtar kelimeler: Antrenman, Optimal Antrenman Süresi, Periodizasyon, Sportif Performans, Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Antrenman

A Comprehensive Review to Determine the Optimal Level of Training Duration in High-Intensity Interval Training Protocols

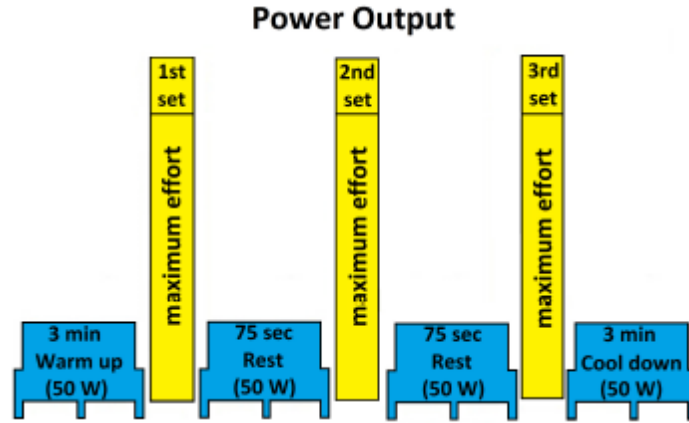
Abstract

High-Intensity Interval Training (HIIT) protocols have become very popular today to improve athletes' training efficiency. However, there are different results in the literature about the optimal training duration of HIIT and no clear results. In this context, the present study aimed to determine the optimal training duration to increase the effectiveness of HIIT protocols. For this purpose, a comprehensive literature review was conducted in Web of Science, PubMed, Scopus, TRDizin, and Google Scholar databases. In the literature review, word combinations such as “optimal training duration in HIIT”, “HIIT duration”, HIIT and periodization”, ‘High-intensity interval training duration’ and ‘Optimal duration in training’ were used with their English equivalents. A summary of the literature reviewed within the scope of this research is presented and the current findings on determining optimal training duration in HIIT protocols are discussed. In conclusion, training duration in HIIT protocols significantly affects athletic performance and physiological adaptations. However, there is no definite consensus in this field. So, individual differences should be considered in HIIT protocols and training duration. Future research should include a more detailed examination of individual responses the effects of different training durations, and the development of personalized training programs. In this way, it may be possible to determine the optimal training duration for athletes and optimize their performance.

Keywords: High-Intensity Interval Training, Optimal Training Duration, Periodization, Sports Performance, Training, Training Duration

GİRİŞ

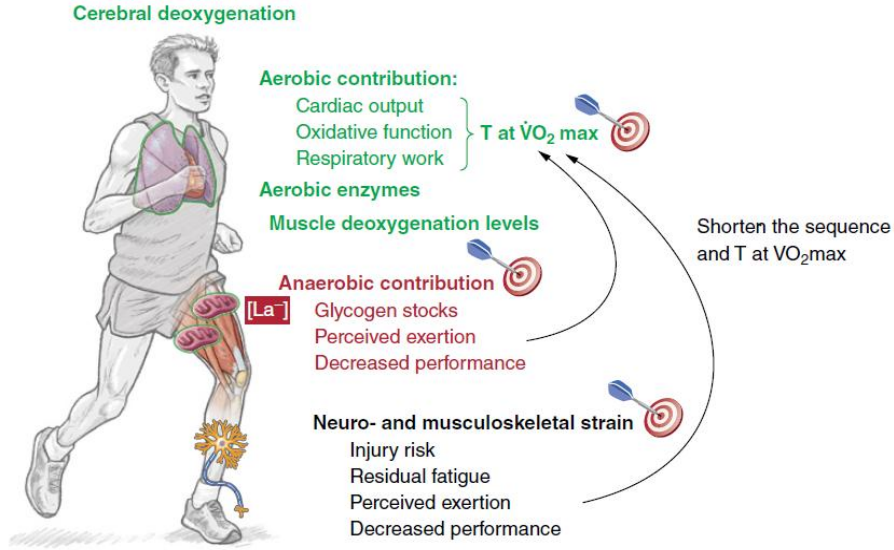
Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Antrenman (HIIT), 70'li yıllarda popülerlik kazanan ve günümüzde fitness dünyasında, spor bilimleri ve egzersiz fizyolojisi alanlarında da büyük ilgi gören ve yoğun bir şekilde kullanılan bir kuvvet antrenmanı türüdür (Bilge ve ark., 2020; Herodek ve ark., 2014; Gibala ve McGee, 2008; Laursen ve Jenkins, 2002). HIIT, kısa süreli yüksek yoğunluklu egzersizlerin, daha uzun sürelerle düşük yoğunluklu aktivitelerle aralıklı bir şekilde yapıldığı bir antrenman türüdür. HIIT'in çalışma prensibi Şekil 1'de verilmiştir. HIIT, kısa zamanda maksimum verimlilik ve metabolik sağlık için etkili bir alternatif sunmaktadır (Tao ve ark., 2024; Lock ve ark., 2024; Milanović ve ark., 2015; Bahmanbeglou ve ark., 2019; Hwang ve ark., 2011). HIIT'in popülerliği, özellikle sosyal yaşamlarının yoğunluğundan dolayı zaman kısıtlaması olan kişiler için etkili bir çözüm olmasıyla ilişkilidir (MacInnis ve Gibala, 2017; Logan ve ark., 2014; Ferguson ve ark., 2013). "Zaman eksikliğinin" fiziksel aktivitenin önündeki en yaygın engellerden biri olmaya devam ettiği göz önüne alındığında HIIT, kondisyonerler, antrenörler ve sporcular tarafından dikkate alınması gereken, zaman açısından verimli bir egzersiz stratejisi haline gelmiştir (Gillen ve Gibala, 2014; Gibala ve McGee, 2008). Diğer taraftan HIIT, sporcuların antrenmandan daha fazla keyif aldığı bir antrenman stratejisidir (Rowan ve ark., 2012). HIIT'in diğer bir avantajlı kısmı ise, pahalı spor salonu ekipmanlarına veya ticari egzersiz antrenman tesislerine gerek kalmadan uygulanabilir olmasıdır (Lock ve ark., 2024).



Şekil 1. Yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman prensibi.

HIIT protokollerinin fizyolojik etkileri ve performans artışı üzerine yapılan çalışmalar, bu antrenman türünün laktat eşiğini, aerobik kapasiteyi ve genel performansını artırdığını savunmaktadırlar (Milanović ve ark., 2015; Esfarjani ve Laursen, 2007). HIIT'in 2 hafta boyunca 6 seans gibi kısa bir sürede uygulanması, sedanter veya rekreasyonel aktif olan sağlıklı bireylerde, bazı mitokondriyal enzimlerin maksimum aktivitesini ve iskelet kası oksidatif kapasitesini güçlü bir şekilde artırmaktadır. 6 haftalık bir HIIT protokolü, egzersiz hacminde ~%90'lık bir farka ve belirgin şekilde daha düşük toplam süreye rağmen, maksimum oksijen tüketim kapasitesini (VO_{2max}) artırmakta ve kardiyovasküler ve iskelet kası yeniden yapılanmasını tetiklemektedir (Rosenblat ve ark., 2020; Gillen ve Gibala, 2014; Astorino ve ark., 2011; Milanović ve ark., 2015; Gibala ve McGee, 2008). Öyle ki, HIIT'in

kas metabolizmasını ve kardiyovasküler kondisyonu geliştirmek için uzun süreli dayanıklılık antrenmanına uygun bir alternatif antrenman türü olduğu yakın zamanda yapılan araştırmalarda gösterilmiştir (Astorino ve ark., 2011; Church, 2021; Smith-Ryan ve ark., 2015; Gibala ve McGee, 2008). HIIT, daha kısa sürede sağlığı iyileştiren bir antrenman türü olduğu için daha verimli ve çekici bir alternatif haline gelmiştir (Weston ve ark., 2014). HIIT'in önemli yapısal ve metabolik hedefleri Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Yüksek yoğunluklu aralıklı antrenmanın önemli yapısal ve metabolik hedefleri (Lauren ve Buchheit, 2019).

HIIT, mitokondri içerisinde genetik kodların asıl düzenleyicisi olan PGC-1 α (Peroxisome Proliferator-Activated Receptor Gamma Coactivator 1-Alpha) reseptörünün aktivasyonunu etkilemektedir. Bu reseptörün daha aktif hale gelmesi ise, ATP üretimini artırmaktadır. PGC-1 α 'nın seviyesinde gerçekleşen artış, mitokondrideki mRNA'nın etkisini artırmaktadır ve bu durum ise mitokondrial adaptasyon süresini hızlandırmaktadır. Reseptörün aktivasyonu egzersizin şiddeti ile doğrudan ilişkilidir ve HIIT, bu reseptörü daha fazla uyarmaktadır. HIIT'in mitokondride bu reseptörün aktivasyonunu artırması ile daha fazla enerji üretilmesini sağlamaktadır. Bu durum ise iskelet kaslarının oksidasyon kapasitesini artırarak maksimal aktivite seviyesini geliştirmektedir (Akgül ve ark., 2016; Akgül ve ark., 2017).

HIIT, fiziksel hareketsizlikle ilişkili çok sayıda kronik hastalıkla mücadeleye yardımcı olabilecek etkili bir egzersiz yaklaşımıdır (Shepherd ve ark., 2015). HIIT, kalp-solunum sistemi üzerinde geliştirici etki gösterdiğinden dolayı sporcularda dayanıklılık performansı üzerinde oldukça etkili bir antrenman stratejisidir (Bilge ve ark., 2020; Laursen ve Jenkins, 2002; Schoenmakers ve Reed, 2019). Öyle ki, HIIT'in dayanıklılık kapasitesini, zamana karşı performansı, kas oksidatif enzim aktivitesini, metabolik sağlığı ve aerobik/anaerobik kapasitenin yanı sıra insülin duyarlılığı, kan basıncı ve damarlar gibi sağlıkla ilgili spesifik parametreleri etkili bir şekilde iyileştirdiği kanıtlanmıştır (Bartram, 2015; Ferguson ve ark., 2013; Gillen ve Gibala, 2014; Viaño-Santamarinas ve ark., 2018; Yılmaz ve Murathan, 2022; Bayati ve ark., 2011). Benzer şekilde, 6 haftalık HIIT protokolünün, sedanter ve hafif obez

bireylerde kardiyorespiratuvar kondisyonunu ve aerobik bazlı egzersiz kapasitesini arttırdığı bildirilmiştir (Tong ve ark., 2011). Ayrıca HIIT'in sağlıklı, obez, tip 2 diyabetli bireylerde sürekli aerobik egzersize göre kardiyometabolik risk profilini daha fazla iyileştirdiği, ayrıca kalp hastalarında damar fonksiyonunun onarılmasında daha etkili bir yöntem olarak uygulandığı gösterilmiştir. (Logan ve ark., 2014; Batacan ve ark., 2017; Shepherd ve ark., 2015). Yapılan araştırmalar, ısınma, aralıklar arasında toparlanma ve soğuma dahil olmak üzere seans başına ≤ 30 dakikalık bir zaman taahhüdü içinde ≤ 10 dakika yoğun egzersiz içeren haftada üç seans kadar kısa bir HIIT seansının aerobik kapasiteyi ve iskelet kası oksidatif kapasitesini geliştirdiğini göstermiştir (Gillen ve Gibala, 2014; Rowan ve ark., 2012).

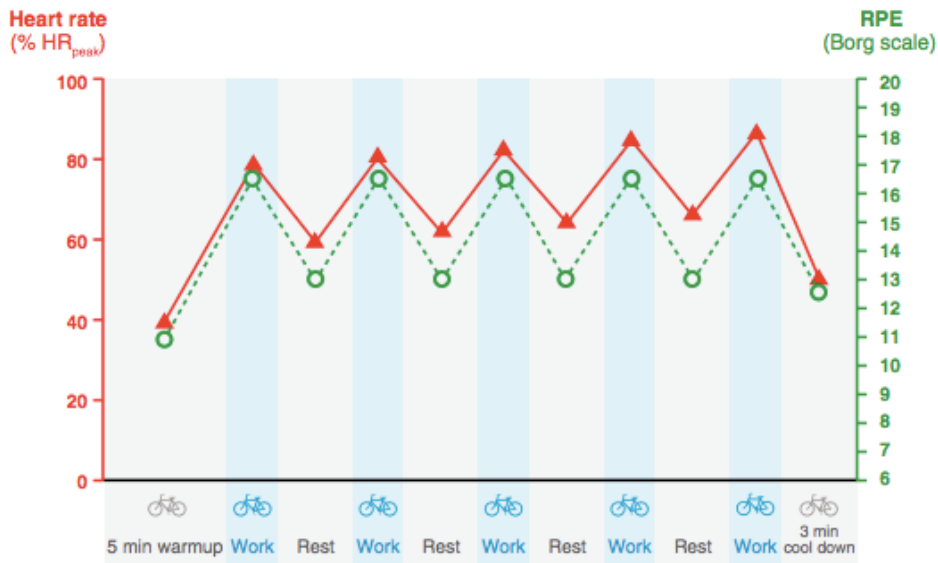
HIIT, fizyolojik parametreleri ve inflamatuvar belirteçleri iyileştirmektedir (Bahmanbeglou ve ark., 2019; Racil ve ark., 2013; Warr-di Piero ve ark., 2018). HIIT, bağışıklık sistemini aşırı zorlamadan sağlığı ve performansı geliştirebilen ideal bir egzersiz şeklidir (Fisher ve ark., 2011). Ayrıca HIIT, sedanter genç yetişkinlerde glisemik kontrolde önemli gelişmeler sağlamaktadır (Babraj ve ark., 2009). HIIT, yağ yakımı için dayanıklılık antrenmanı gibi geleneksel antrenman yöntemlerine kıyasla çok daha etkilidir (Herodek ve ark., 2014; Racil ve ark., 2013; Astorino ve ark., 2011; Milanović ve ark., 2015). Öyle ki, yapılan çalışmalarda, 12 hafta boyunca haftada üç kez uygulanan 20 dakikalık HIIT'in, toplam vücut, karın, gövde ve iç organ yağında önemli azalmalara ve aşırı kilolu genç erkeklerin yağsız vücut kütlelerinde önemli bir artışa neden olduğu savunulmaktadır (Heydari ve ark., 2012). Benzer şekilde, başka bir araştırmada, 15 hafta boyunca haftada 3 kez uygulanan 20 dakikalık HIIT'in, açlık insülini, toplam vücut yağı, deri altı bacak yağı ve karın yağında önemli azalmaları desteklediği savunulmuştur (Trapp ve ark., 2008). Diğer taraftan HIIT, depresif belirtilerin azaltılmasında ve psikolojik sağlığın iyileştirilmesinde de önemli bir rol oynamaktadır (Tao ve ark., 2024; Shepherd ve ark., 2015).

HIIT protokollerinde kullanılan en yaygın testlerden biri, özel bir bisiklet ergometresinde yüksek dirence karşı 30 saniyelik "tam güçle" pedal çevirmeyi içeren Wingate Testidir. Tipik bir Wingate seansı, yaklaşık 4 dakikalık toparlanma periyodunun serpiştirildiği 4-6 tekrardan oluşmaktadır (Gillen ve Gibala, 2014; Ferguson ve ark., 2013; Gibala, 2007; García-De Frutos ve ark., 2021). Wingate testinde artık standartlaşmış bir değer olarak vücut ağırlığının %7,5'i kadar yük uygulanmaktadır (Akgül ve ark., 2016).

HIIT öncesinde ve sonrasında ısınma ve soğuma periyotları çok önemlidir. Sporcuda nefes almada güçlük veya göğüs ağrısı oluşması durumunda, antrenmanın tamamen durdurulmadan önce mümkün olduğunca en kısa sürede soğumaya başlamak gerekir. HIIT haftada en fazla 2-3 seans yapılmalı ve asla birbirini takip eden günlerde HIIT antrenmanı yapılmamalıdır. HIIT'de intervaller 2-4 dakikadan uzun olmamalı ve HIIT seansının toplam süresi 10-20 dakikadan uzun sürmemelidir (Herodek ve ark., 2014; Gillen ve Gibala, 2014; Jacobs ve ark., 2013; Ergin ve Sönmez, 2024). HIIT'in yukarıda bahsedildiği gibi sayısız faydalı etkilerinin yanı sıra bazı zararlı ve riskli durumlarında ortaya çıkmasına öncülük edebildiği unutulmamalıdır. Çünkü HIIT'in doğasında maksimum, tam güçle yüklenme vardır. Bu yüzden, her ne kadar HIIT elit sporcular tarafından performans artışı için yaygın bir şekilde kullanılsa da, genellikle genel nüfus için önerilmemektedir (Gist ve ark., 2014; Gillen ve Gibala, 2014). Antrenman programları hazırlanırken bireysel farklılıklar mutlaka gözönüne alınmalıdır (Ökmen ve Sarıkaya, 2023). Öyle ki, HIIT acemilere, kardiyovasküler sorunları

olan kişilere ve diğer risk faktörlerine sahip olan hastalara yönelik değildir (Herodek ve ark., 2014). HIIT, kalp büyümesiyle ilişkili MicroRNA-222 ve MicroRNA-29c'nin dolaşımdaki seviyelerinin artmasına neden olabilir (Schmitz ve ark., 2018). Bu yüzden, HIIT antrenmanlarına başlamadan mutlaka bir doktor kontrolünden geçilmelidir (Williams, 2017).

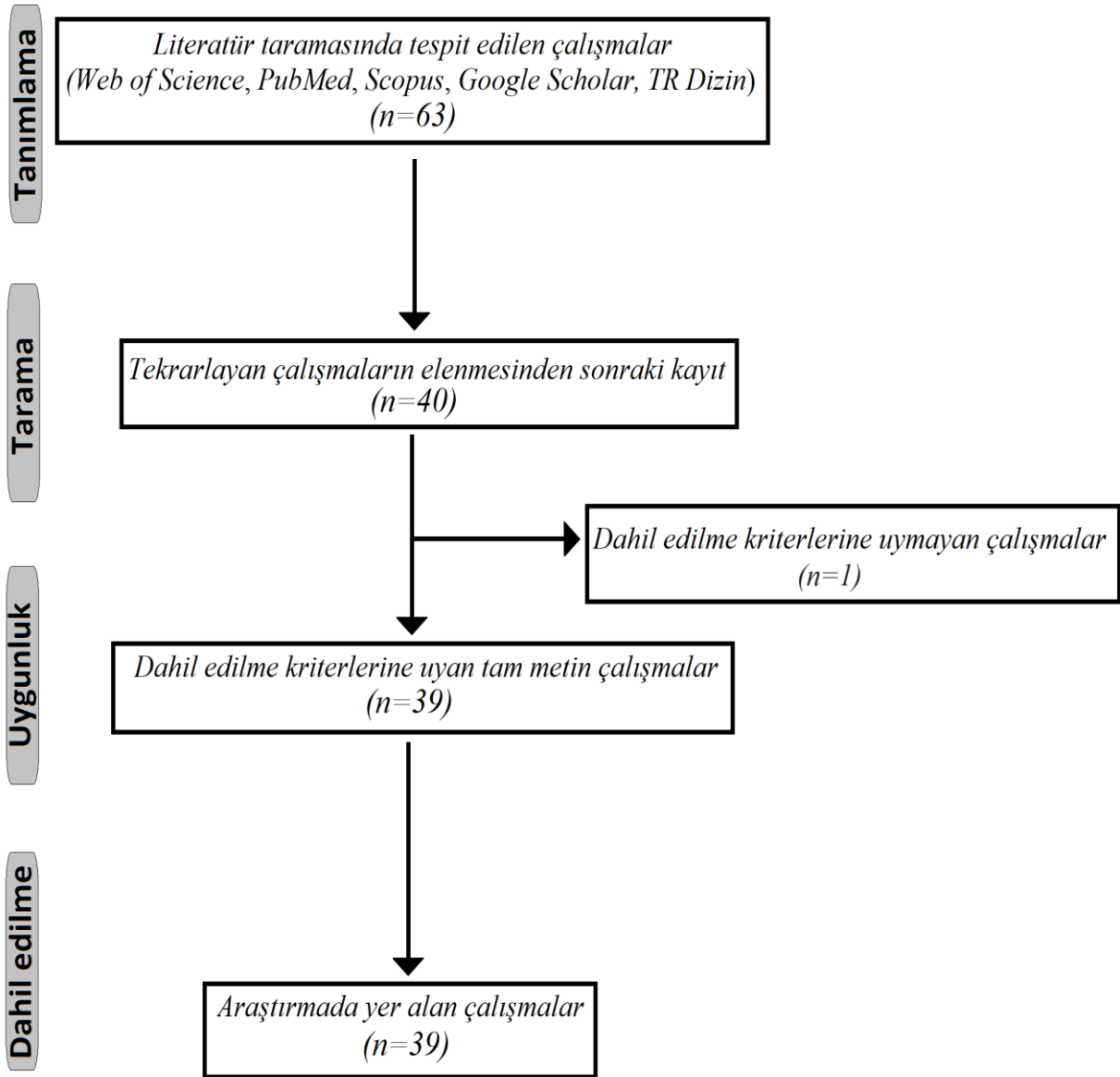
HIIT protokolü hazırlanırken antrenman yoğunluğu, antrenman süresi, toparlanma türü (aktif-pasif dinlenme), toparlanma süresi; haftalık seans sayısı, seans süresi, seanslarda set sayısı, set süresi, ısınma ve soğuma süreleri vb. gibi önemli unsurlara çok dikkat edilmesi gerekmektedir (Lauren ve Buchheit, 2019; Buchheit ve Laursen, 2013) (Şekil 3). Ancak, HIIT protokolleri arasında süre, yoğunluk, set sayısı ve toparlanma türü ve süresi açısından farklılıklar içeren önemli bir heterojenlik vardır (Herrod ve ark., 2020). Bu heterojenliğe yapılan çalışmaların sonuçları da destek vermektedir. Öyle ki, bazı çalışmalarda HIIT set süresinin 30 saniyenin üzerine uzatılması ve ardından yoğunluğun azaltılmasının HIIT antrenmanının etkinliğini tehdit ettiği ileri sürülürken, bazı çalışmalarda ise daha uzun aralıkların sağlık sonuçları açısından daha faydalı olabileceği öne sürülmektedir (Smith-Ryan ve ark., 2015). Yani, süresi kısa olsa da HIIT'in etkisi çok büyüktür (Bartram, 2015; Seiler, 2010; Gibala ve McGee, 2008). Ancak HIIT'in optimal süresi hala belirsizliğini korumaktadır. Çünkü, bazı çalışmalar 1 hafta (Ferguson ve ark., 2013), bazı çalışmalar 2 hafta (Babraj ve ark., 2009), bazı çalışmalar 8 hafta (Sandbakk ve ark., 2013) ve bazı çalışmalar ise 12 hafta (Racil ve ark., 2013) HIIT protokolü uygulamaktadırlar. Bazı çalışmalar haftada 1 seans (Bartlett ve ark., 2012), bazıları 2 seans (Aschendorf ve ark., 2019) ve bazıları 3 seans (Bahmanbeglou ve ark., 2019) HIIT uygulamaktadırlar. Bazı çalışmalarda seans süresi 10 dakika (Smith-Ryan ve ark., 2015) ve bazıları 40 dakika (García-De Frutos ve ark., 2021) uygulanmaktadır. Bazı çalışmalarda HIIT seansında set süresi 8 saniye (Heydari ve ark., 2012), bazıları 30 saniye (Aschendorf ve ark., 2019) ve bazıları 4 dakika (Weston ve ark., 2014) olarak uygulanmaktadır. Bu uygulamalarda farklı HIIT protokolleri uygulansada süre konusunda net bir konsensüs bulunmamaktadır. Bu bağlamda mevcut çalışmanın amacı; HIIT'in optimal süresinin ne olduğunun belirlenmesi için mevcut literatürün taranması ve bu alandaki boşlukların tespit edilmesidir.



Şekil 3. Yüksek yoğunluklu aralıklı antrenmanda uygulanan yüklenme, toparlanma, ısınma ve soğuma dönemleri (Ergin ve Sönmez, 2024).

YÖNTEM

Mevcut araştırmada, HIIT antrenman protokollerinde uygulanacak optimal sürenin ne olması gerektiğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, HIIT antrenman süreleriyle alakalı güncel ve derinlemesine literatür taraması yapılmıştır. Mevcut çalışmada Web of Science, PubMed, Scopus, TRDizin ve Google Akademik veri tabanlarında kapsamlı literatür taraması yapılmıştır. Literatür taramasında “HIIT’te optimal antrenman süresi”, “HIIT süresi”, HIIT ve periodizasyon”, “Yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman süresi” ve “Antrenmanlarda optimal süre” gibi kelime kombinasyonları İngilizce karşılıklarıyla birlikte kullanılmıştır. Bu araştırma kapsamında taranan literatürün özeti sunulmuş ve HIIT protokollerinde optimal antrenman süresinin belirlenmesine yönelik mevcut bulgular tartışılmıştır. Literatür taraması sonucunda 39 akademik çalışma araştırmamıza dahil edilmiştir. Araştırmaya dahil edilen çalışmaların sonuç ve bulgularına göre mevcut araştırmanın sonuç bölümü oluşturulmuştur. Mevcut araştırma kapsamında hazırlanan literatür tarama sürecinin akış diyagramı Şekil 4’de sunulmuştur.



Şekil 4. Literatür tarama süreci akış diyagramı

Araştırmaya Dahil Etme ve Hariç Tutma Kriterleri

Mevcut araştırmaya, bir çalışmanın dahil edilebilmesi için bazı dahil edilme kriterlerini sağlaması gerekmektedir. Kriterleri sağlayan çalışmalar araştırmamıza dahil edilirken, kriterleri sağlamayan ya da hariç tutma kriterlerine sahip olan çalışmalar ise elenerek araştırmadan çıkartılmıştır. Literatür taramasında yaş, cinsiyet, vücut ağırlığı, boy uzunluğu vb. gönüllü demografik bilgileri dikkate alınmamıştır. Mevcut araştırmada yayın yılı kısıtlılığı uygulanmıştır. Öyle ki, 2000-2024 yılları arasında yayımlanmış, tam metin erişimine açık, İngilizce ve Türkçe dillerinde yazılmış makaleler araştırmaya dahil edilmiş ve bu zaman çizelgesine uymayan çalışmalara dışlanmıştır. Mevcut araştırmaya dahil edilme kriterleri aşağıdaki gibidir.

- Çalışmanın yayınlanmış olması,
- Çalışmanın tam metninin erişime açık olması,
- Çalışmanın derleme, sistematik derleme, araştırma makalesi, meta-analiz, kitap, kitap bölümü ve tez türlerinde olması,
- Çalışma içerisinde, uygulanan HIIT protokolünün süresi ve etkileri ile alakalı bilgilerin verilmiş olması.

Araştırmamızda uyguladığımız hariç tutma kriterleri ise aşağıdaki gibidir.

- Hayvan denekler üzerinde yapılan araştırmalar,
- HIIT dışındaki antrenman protokollerini araştıran çalışmalar,
- Yalnızca poster veya özet olarak yayımlanmış çalışmalar.

İlgili Literatür Taraması

Mevcut araştırmanın literatür taraması Haziran 2024 tarihine kadar Web of Science, PubMed, Scopus, TRDizin ve Google Akademik elektronik veri tabanlarında yapılarak analizleri yapılmıştır. HIIT antrenman yönteminin optimal süresinin belirlenmesine yönelik hazırlanan literatür taramasının özeti Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman yönteminin optimal süresinin belirlenmesine yönelik hazırlanan literatür taramasının özeti

Referans	Çalışma Adı	Araştırma Türü	Örneklem Türü	Örneklem Büyüklüğü (N)	Yaş Grubu	Cinsiyet	Toplam Seans Sayısı	Antrenman Protokol Süresi	Haftalık Seans Sayısı	Set Süresi	Seans Süresi	Aktif Toparlanma Süresi	Sonuçlar
Akgül ve ark., (2016)	İki haftalık yüksek şiddetli interval antrenmanın kadınların aerobik göstergeleri üzerine etkisi	Araştırma Makalesi	Sporcu	10	Genç (23.37±1,5yıl)	Kadın	6	2 hafta	3	30 saniye	45-50 dakika	4 dakika	2 haftalık HIIT'nin aerobik göstergeler üzerinde olumlu etkilerinin bulunduğu savunulmuştur.
Akgül ve ark., (2017)	Yüksek şiddetli interval antrenman	Derleme	Sporcu	251 gönüllüyü içeren 18 makale	Yetişkin	Kadın-Erkek	1-36	2-12 hafta	3-5	30 saniye/2 dakika	≥ 20 dakika	30 saniye	HIIT'in, aerobik ve anaerobik performansı artırdığı ve HIIT'in mitokondride genetik kodların ana düzenleyicisi olan PGC-1α (Peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator 1-alpha) reseptör aktivasyonunu etkilediği bildirilmiştir.
Astorino ve ark., (2011)	Adaptations to high-intensity training are independent of gender	Araştırma Makalesi	Sporcu	29	Genç (>20yaş)	Erkek-Kadın	12	2-6 hafta	3-4	10-30 saniye	≥ 20 dakika	5 dakika	6 haftalık HIIT'in cinsiyet farketmeksizin VO2max, yağ oksidasyonu ve güç çıkışında benzer iyileşmeler gösterdiği savunulmuştur.
Alves ve ark., (2017)	Effects of long or short duration stimulus during high-intensity interval training on physical performance, energy intake, and body composition	Araştırma Makalesi	Sedanter	20	Genç (25±6yıl)	Kadın	18	6 hafta	3	45 saniye/1 dakika	15 dakika	10-30 saniye	6 haftalık HIIT'in, enerji alımını değiştirmeden yağ kaybına neden olduğu görülmüştür.
Aschendorf ve ark., (2019)	Effects of basketball-specific high-intensity interval training on aerobic performance and physical capacities in youth female basketball players	Araştırma Makalesi	Sporcu	24	Ergen (15,1±1,1yıl)	Kadın	10	5 hafta	2	30 saniye	25 dakika	15 saniye	5 haftalık basketbola özel HIIT'in, genç kadın basketbol sporcularının aerobik performansını ve fiziksel kapasitelerini artırdığı savunulmuştur.
Babraj ve ark., (2009)	Extremely short duration high intensity interval training substantially improves insulin action in young healthy males	Araştırma Makalesi	Sedanter ve Rekreasyonel olarak aktif	16	Genç (21±2yıl)	Erkek	6	2 hafta	3	30 saniye	17-26 dakika	4 dakika	2 haftalık HIIT'in, sedanter genç yetişkinlerde insülin etkisini önemli düzeyde geliştirdiği savunulmuştur.

Tablo 2 (Devamı). Yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman yönteminin optimal süresinin belirlenmesine yönelik hazırlanan literatür taramasının özeti

Referans	Çalışma Adı	Araştırma Türü	Örneklem Türü	Örneklem Büyüklüğü (N)	Yaş Grubu	Cinsiyet	Toplam Seans Sayısı	Antrenman Protokol Süresi	Haftalık Seans Sayısı	Set Süresi	Seans Süresi	Aktif Toparlanma Süresi	Sonuçlar
Bahmanbe glou ve ark., (2019)	Short-duration High-Intensity Interval Exercise Training is more effective than long duration for blood pressure and arterial stiffness but not for inflammatory markers and lipid profiles in patients with stage 1 hypertension	Araştırma Makalesi	Hipertansiyonlu Hastalar (1. evre)	30	Yetişkin (48,0±3, 2 yıl)	Erkek	24	8 hafta	3	30 saniye	32 dakika	30 saniye	Kısa süreli HIIT'in, 1. evre hipertansiyonlu hastalarda sistolik kan basıncını ve inflamatuvar belirteçleri geliştirdiği bildirilmiştir.
Bartlett ve ark., (2012)	Matched work high-intensity interval and continuous running induce similar increases in PGC-1 α mRNA, AMPK, p38, and p53 phosphorylation in human skeletal muscle	Araştırma Makalesi	Rekreasyonel olarak aktif	10	Genç (20±1yıl)	Erkek	7	7 hafta	1	2-4 dakika	40-60 dakika	3 dakika	Akut kısa süreli HIIT'in insan iskelet kasında AMPK ve p38MAPK fosforilasyonunun yanı sıra PGC-1 mRNA içeriğinde de karşılaştırılabilir artışlara neden olduğu savunulmuştur.
Bayati ve ark., (2011)	A practical model of low-volume high-intensity interval training induces performance and metabolic adaptations that resemble 'all-out'sprint interval training	Araştırma Makalesi	Rekreasyonel olarak aktif	24	Genç (25±0,8)	Erkek	12	4 hafta	3	30 saniye	≥ 20 dakika	2-4 dakika	4 hafta uygulanan HIIT'in, aerobik ve anaerobik adaptasyonlara diğer antrenman programları kadar etkisinin olduğu savunulmuştur.
Church, H. L. (2021)	The Effect of Interval Duration and Work-To-Rest Ratio on Acute Physiological and Perceptual Responses, and Cardiorespiratory Fitness Following a Home-Based HIIT Training Intervention	Tez	Sedanter	72	Genç (>20yaş)	Kadın-Erkek	18	6 hafta	3	30 saniye	≥ 12 dakika	120 saniye	Farklı tekrar sayılarıyla uygulanan 6 haftalık HIIT'in, sedanter bireylerde CRF ve aPWV'yi iyileştirdiği bildirilmiştir.
Dunham ve Harns, (2012)	Effects of High-Intensity Interval Training on Pulmonary Function	Araştırma Makalesi	Sedanter	15	Genç (>20yaş)	Kadın-Erkek	12	4 hafta	3	1 dakika	45 dakika	3 dakika	4 hafta uygulanan HIIT'in inspiratuvar kas gücünü geliştirdiği savunulmuştur.

Tablo 3 (Devamı). Yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman yönteminin optimal süresinin belirlenmesine yönelik hazırlanan literatür taramasının özeti

Referans	Çalışma Adı	Araştırma Türü	Örneklem Türü	Örneklem Büyüklüğü (N)	Yaş Grubu	Cinsiyet	Toplam Seans Sayısı	Antrenman Protokol Süresi	Haftalık Seans Sayısı	Set Süresi	Seans Süresi	Aktif Toparlanma Süresi	Sonuçlar
Ferguson ve ark., (2013)	Application of The Speed-Duration Relationship to Normalize the Intensity of High-Intensity Interval Training	Araştırma Makalesi	Rekreasyon el olarak aktif	11	Genç (23±4yıl)	Erkek	3	1 hafta	3	4 dakika	≥ 20 dakika	4 dakika	Kısa süreli HIIT'in, dayanıklılık kapasitesini ve zamana karşı performansı, kas oksidatif enzim aktivitesini ve aerobik kapasitenin yanı sıra insülin duyarlılığı, kan basıncı gibi sağlıkla ilgili spesifik parametreleri etkili bir şekilde geliştirildiği rapor edilmiştir.
Gist ve ark., (2014)	Sprint interval training effects on aerobic capacity: a systematic review and meta-analysis	Sistemik Derleme ve Meta-Analiz	Sporcu, Sedanter ve Rekreasyon el olarak aktif	318 gönüllüyü içeren 16 makale	Genç (23,5±4,3yıl)	Kadın-Erkek	6-40	2-10 hafta	2-5	30 saniye -4 dakika	15-60 dakika	3-5 dakika	Kısa süreli HIIT'in VO2max gelişiminde çok etkili olduğu savunulmuştur.
Herrod ve ark., 2020)	The Time Course of Physiological Adaptations to High-Intensity Interval Training in Older Adults	Araştırma Makalesi	Sedanter	40	Yetişkin (71±5yıl)	Kadın-Erkek	6-18	2-6 hafta	3	5 dakika	16,5 dakika	3,5 dakika	Kısa süreli HIIT protokolünün yaşlı yetişkinlerin egzersiz toleransını sadece 2 haftada artırdığı ve 4 haftada ise CRF'de ve istirahat sistolik kan basıncında önemli iyileşmelere neden olduğu bildirilmiştir.
Hwang ve ark., (2011)	Effect of aerobic interval training on exercise capacity and metabolic risk factors in people with cardiometabolic disorders: a meta-analysis	Meta-Analiz	Hasta ve Sağlıklı	153 gönüllüyü içeren 6 makale	Yetişkin (>40yaş)	Kadın-Erkek	~30	~10 hafta	~3	~4 dakika	≥ 20 dakika	3 dakika	Kısa süreli HIIT protokolünün egzersiz kapasitesinin geliştirilmesinde oldukça etkili olduğu savunulmuştur.

Tablo 4 (Devamı). Yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman yönteminin optimal süresinin belirlenmesine yönelik hazırlanan literatür taramasının özeti

Referans	Çalışma Adı	Araştırma Türü	Örneklem Türü	Örneklem Büyüklüğü (N)	Yaş Grubu	Cinsiyet	Toplam Seans Sayısı	Antrenman Protokol Süresi	Haftalık Seans Sayısı	Set Süresi	Seans Süresi	Aktif Toparlanma Süresi	Sonuçlar
Ramos ve ark., (2015)	The impact of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on vascular function: a systematic review and meta-analysis	SistematiK Derleme ve Meta-Analiz	Hasta	182 gönüllüyü içeren 7 makale	Yetişkin (>46yaş)	Kadın-Erkek	6-36	2-16 hafta	1-3	1-4 dakika	30-50 dakika	1-4 dakika	HIIT'in vasküler fonksiyonu iyileştirmede güçlü bir uyarıcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonucun ortaya çıkmasında HIIT süreside etkili görülmüş ve en az 12 hafta boyunca (haftada 3 kez, 4X4'lük set) uygulanan HIIT'in, bu araştırmada sunulan diğer HIIT protokollerinden daha fazla etkili olduğu ileri sürülmüştür.
Viaño-Santasmari nas ve ark., (2018)	Effects of high-intensity interval training with different interval durations on physical performance in handball players	Araştırma Makalesi	Sporcu	18	Genç (21-27 yaş arası)	Erkek	12	6 hafta	2	3 dakika	> 20 dakika	1 dakika	6 haftalık HIIT'in sporcularda kondisyon gelişiminde yeterli ve etkili olduğu bildirilmiştir.
Weston ve ark., (2014)	High-Intensity Interval Training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis	SistematiK Derleme ve Meta-Analiz	Hasta	273 gönüllüyü içeren 10 makale	Genç-Yetişkin	Kadın-Erkek	12-48	4-16 hafta	3	4 dakika	40 dakika	3 dakika	Kardiyometabolik hastalığı olan hastalarda HIIT'in iyileştirici etkisinin olduğu ve HIIT'in hastalara fizyolojik fayda sağladığı belirtilmiştir.
Warr-di Piero ve ark., (2018)	Effects of work-interval duration and sport specificity on blood lactate concentration, heart rate and perceptual responses during High Intensity Interval Training	Araştırma Makalesi	Sporcu	19	Genç-Yetişkin	Kadın-Erkek	6	4 hafta	1-2	10-50-90-130 saniye	> 20 dakika	3 dakika	Kısa HIIT protokolleri ile karşılaştırıldığında uzun protokoller sırasında kan laktat konsantrasyonunda, en yüksek kalp atış hızında ve algılanan efor derecesinde bir artış olduğu bildirilmiştir.
Tao ve ark., (2024)	Effects of High-Intensity Interval Training on depressive symptoms: A systematic review and meta-analysis	SistematiK Derleme ve Meta-Analiz	Hasta ve Sağlıklı	1607 gönüllüyü içeren 34 makale	Genç-Yetişkin	Kadın-Erkek	9-48	12 gün-16 hafta	1-6	15 saniye -4 dakika	10-50 dakika	≤ 5 dakika	HIIT, depresif belirtilerin hafifletilmesinde etkilidir. Bu etki 8 hafta ve daha az süren HIIT protokollerinde daha fazla görülmüştür.

Tablo 5 (Devamı). Yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman yönteminin optimal süresinin belirlenmesine yönelik hazırlanan literatür taramasının özeti

Referans	Çalışma Adı	Araştırma Türü	Örneklem Türü	Örneklem Büyüklüğü (N)	Yaş Grubu	Cinsiyet	Toplam Seans Sayısı	Antrenman Protokol Süresi	Haftalık Seans Sayısı	Set Süresi	Seans Süresi	Aktif Toparlanma Süresi	Sonuçlar
Smith-Ryan ve ark., (2015)	High-intensity interval training: Modulating interval duration in overweight/obese men	Araştırma Makalesi	Aşırı kilolu-Obez	35	Genç ve Yetişkin (18-50yaş arası)	Erkek	9	3 hafta	3	1-2 dakika	10 dakika	1 dakika	3 haftalık HIIT'in aşırı kilolu/obez erkeklerde kısa sürede kardiyorespiratuar uygunluk ve sağlığı iyileştirmek için etkili bir strateji olduğu bildirilmiştir.
Tong ve ark., (2011)	Effects of non-wingate-based high-intensity interval training on cardiorespiratory fitness and aerobic-based exercise capacity in sedentary subjects: a preliminary study	Araştırma Makalesi	Sedanter ve Hafif obez	16	Genç (>20yaş)	Kadın-Erkek	18	6 hafta	3	30 saniye	50 dakika	1 dakika	6 haftalık Wingate bazlı olmayan HIIT protokolünün, hareketsiz ve hafif obez bireylerde kardiyorespiratuar kondisyonu, VO2max'ı ve aerobik bazlı egzersiz kapasitesini artırdığı bulunmuştur.
Esfarjani ve Laursen, (2007)	Manipulating high-intensity interval training: effects on VO2max, the lactate threshold and 3000 m running performance in moderately trained males	Araştırma Makalesi	Sporcu	17	Genç (19±2yıl)	Erkek	20	10 hafta	2	30 saniye	60 dakika	4,5 dakika	10 haftalık HIIT protokolünün dayanıklılık performansını ve ilişkili fizyolojik değişkenleri geliştirildiği rapor edilmiştir.
Jacops ve ark., (2013)	Improvements in Exercise Performance with High-Intensity Interval Training Coincide With an Increase in Skeletal Muscle Mitochondrial Content and Function	Araştırma Makalesi	Sedanter	16	Genç (27±3yıl)	Erkek	6	2 hafta	3	60 saniye	~20 dakika	75 saniye	Araştırma sonuçları, 6 HIIT seansının ardından mitokondriyal içerikteki artışların solunum kapasitesi ve oksijen ekstraksiyonundaki gelişmeleri kolaylaştırabileceğini ve nihayetinde sedanter bireylerde maksimal tüm vücut egzersiz kapasitesi ve dayanıklılık performansındaki gelişmelerden sorumlu olduğunu göstermektedir.

Tablo 6 (Devamı). Yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman yönteminin optimal süresinin belirlenmesine yönelik hazırlanan literatür taramasının özeti

Referans	Çalışma Adı	Araştırma Türü	Örneklem Türü	Örneklem Büyüklüğü (N)	Yaş Grubu	Cinsiyet	Toplam Seans Sayısı	Antrenman Protokol Süresi	Haftalık Seans Sayısı	Set Süresi	Seans Süresi	Aktif Toparlanma Süresi	Sonuçlar
Racil ve ark., (2013)	Effects of high vs. moderate exercise intensity during interval training on lipids and adiponectin levels in obese young females	Araştırma Makalesi	Obez	34	Ergen (15,9±0,3yıl)	Kadın	36	12 hafta	3	30 saniye	20-30 dakika	30 saniye	12 haftalık HIIT'in fazla kilolu ve obez bireylerin şişmanlığını azaltmak için ekonomik ve etkili bir egzersiz protokolü olma potansiyeline sahip olduğunu ve negatif enerji dengesini desteklediği savunulmuştur.
Shing ve ark., (2013)	Circulating adiponectin concentration and body composition are altered in response to High-Intensity Interval Training	Araştırma Makalesi	Sporcu	7	Genç (19,0±1,2yıl)	Kadın-Erkek	24	8 hafta (4+4 hafta)	3	2,5-4 dakika	35-40 dakika	1 dakika	4 haftalık HIIT, maksimum egzersize yanıt olarak adiponectin konsantrasyonunda önemli bir artışa konsantrasyonunda büyük bir artışa neden olur.
Wadley ve ark., (2016)	Low volume–high intensity interval exercise elicits antioxidant and anti-inflammatory effects in humans	Araştırma Makalesi	Sedanter	10	Genç (22±3yıl)	Erkek	6	2 hafta	3	1 dakika	30 dakika	1 dakika	2 haftalık HIIT'in oksidatif stres üzerine olumlu etkilerinin olduğu bildirilmiştir.
Heydari ve ark., (2012)	The effect of high-intensity intermittent exercise on body composition of overweight young males	Araştırma Makalesi	Sedanter ve Obez / Fazla kilolu	46	Genç (>20yaş)	Erkek	36	12 hafta	3	8 saniye	20 dakika	12 saniye	12 hafta boyunca haftada üç kez uygulanan 20 dakikalık HIIT'in toplam vücut, karın, gövde ve iç organ yağında önemli azalmalara ve aşırı kilolu genç erkeklerin yağsız kütlelerinde önemli bir artışa neden olduğu bildirilmiştir.
Laursen ve Jenkins, (2002)	The scientific basis for High-Intensity Interval Training: optimising training programmers and maximising performance in highly trained endurance athletes	Derleme	Sedanter ve Rekreasyon el olarak aktif	186 gönüllüyü içeren 16 makale	Genç Yetişkin	Kadın-Erkek	1-75	1-15 hafta	1-15	5 saniye - 30 dakika	20-60 dakika	2,5-4 dakika	HIIT'in dayanıklılık performansını geliştirdiği savunulmuştur. Ancak, bu çalışmada HIIT'in optimal süresi hakkında net bir sonuç elde edilemediği de bildirilmiştir.

Tablo 7 (Devamı). Yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman yönteminin optimal süresinin belirlenmesine yönelik hazırlanan literatür taramasının özeti

Referans	Çalışma Adı	Araştırma Türü	Örneklem Türü	Örneklem Büyüklüğü (N)	Yaş Grubu	Cinsiyet	Toplam Seans Sayısı	Antrenman Protokol Süresi	Haftalık Seans Sayısı	Set Süresi	Seans Süresi	Aktif Toparlanma Süresi	Sonuçlar
García-De Frutos ve ark., (2021)	Acute effects of work rest interval duration of 3 HIIT protocols on cycling power in trained young adults	Araştırma Makalesi	Sporcu	22	Genç (21±2,0 yıl)	Erkek	3	3 hafta	1	30, 60 ve 90 saniye	40 dakika	1 dakika	3 hafta uygulanan HIIT'in zıplama performansı için gerekli olan gücün kaybolmasını geciktirdiği bildirilmiştir.
Gibala ve McGee (2008)	Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain?	Araştırma Makalesi	Rekreasyon el olarak aktif	Belirtilmemiş	Genç	Kadın-Erkek	6	2 hafta	3	4 dakika	15 dakika	2 dakika	2 hafta (6 seans) kadar kısa bir sürede uygulanan HIIT protokolünün iskelet kası oksidatif kapasitesini ve dayanıklılık performansını artırdığı bulunmuştur.
Lock ve ark., (2024)	Cardiorespiratory fitness and performance adaptations To High-Intensity Interval Training: are there differences between men and women? A systematic review with meta-analyses	Sistemantik Derleme ve Meta-Analiz	Sedanter, Rekreasyon el olarak aktif ve Hasta (obez)	965 gönüllüyü içeren 19 makale	Genç ve Yetişkin (>18yaş)	Kadın-Erkek	Belirtilmemiş	2 hafta - 9 ay	1-6	10 saniye - 4 dakika	Belirtilmemiş	90 saniye - 8 dakika	Kısa süreli HIIT'in, kalp-solunum kondisyonunu geliştirdiği bildirilmiştir.
Logan ve ark., (2014)	A review of adolescent high-intensity interval training	Derleme	Obez ve Sağlıklı	275 gönüllüyü içeren 11 makale	Ergen (≤ 18yaş)	Kadın-Erkek	1-24	1-12 hafta	1-3	10 saniye - 30 dakika	1,5-33 dakika	10 saniye-4 dakika	HIIT'in kardiyometabolik risk profilini daha fazla iyileştirdiği, ayrıca kalp hastalarında damar fonksiyonunun onarılmasında daha etkili bir yöntem olarak uygulandığı rapor edilmiştir.
MacInnis ve Gibala, (2017)	Effectiveness of high-intensity interval training (HIIT) and continuous endurance training for VO2max improvements: a systematic review and meta-analysis of controlled trials	Sistemantik Derleme ve Meta-Analiz	Sedanter ve Rekreasyon el olarak aktif	210 gönüllüyü içeren 12 makale	Yetişkin (>30yaş)	Kadın-Erkek	6-60	2-12 hafta	3-5	30 saniye - 4 dakika	> 10 dakika	10 saniye-4 dakika	HIIT'in etkili bir antrenman olduğu ancak orta yoğunlukta antrenmanlardan daha etkili görülmediği sonuçlarına ulaşılmıştır.

Tablo 8 (Devamı). Yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman yönteminin optimal süresinin belirlenmesine yönelik hazırlanan literatür taramasının özeti

Referans	Çalışma Adı	Araştırma Türü	Örneklem Türü	Örneklem Büyüklüğü (N)	Yaş Grubu	Cinsiyet	Toplam Seans Sayısı	Antrenman Protokol Süresi	Haftalık Seans Sayısı	Set Süresi	Seans Süresi	Aktif Toparlanma Süresi	Sonuçlar
Rosenblat ve ark., (2020)	Effect of high-intensity interval training versus sprint interval training on time-trial performance: a systematic review and meta-analysis	Sistemik Derleme ve Meta-Analiz	Sporcu	145 gönüllüyü içeren 6 makale	Genç ve Yetişkin (18-45 yaş arası)	Kadın-Erkek	6-30	3-10 hafta	2-3	30 saniye - 6 dakika	Belirti İmlemiş	1,5-4,8 dakika	Meta-analizin sonuçları, uzun HIIT'in zamana karşı performans değerlerini artırmak için en uygun aralıklı antrenman şekli olabileceğini göstermektedir.
Rowan ve ark., (2012)	Short duration High-Intensity Interval Training improves aerobic conditioning of female college soccer players	Araştırma Makalesi	Sporcu	16	Genç (19,4±0,87yıl)	Kadın	10	5 hafta	2	30 saniye	25 dakika	4,5 dakika	5 haftalık HIIT'in aerobik dayanıklılığı geliştirdiği bulunmuştur.
Sandbakk ve ark., (2013)	Effects of intensity and duration in aerobic High-Intensity Interval Training in highly trained junior cross-country skiers	Araştırma Makalesi	Sporcu	21	Ergen (17,5±0,4yıl)	Kadın-Erkek	Belirtilmemiş	8 hafta	Belirtilmemiş	2-4 dakika	15-20 dakika	Belirtilmemiş	Uzun süreli aerobik HIIT'in, dayanıklılık performansını ve solunum eşiğindeki oksijen alımını, daha yüksek yoğunluktaki daha kısa aralıklara göre daha fazla geliştirdiği bulunmuştur.
Schmitz ve ark., (2018)	Longer work/rest intervals during high-intensity interval training (HIIT) lead to elevated levels of miR-222 and miR-29c	Araştırma Makalesi	Sporcu	63	Genç (22,0±1,7yıl)	Kadın-Erkek	8	4 hafta	2	15-30 saniye	> 10 dakika	30 saniye	HIIT'in sağlıklı kadın ve erkeklerde MicroRNA-222 ve MicroRNA-29c seviyelerinde artışa neden olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.
Fisher ve ark., (2011)	Lymphocyte Enzymatic Antioxidant Responses to Oxidative Stress Following High-Intensity Interval Exercise	Araştırma Makalesi	Rekreasyonel olarak aktif	8	Genç-Yetişkin (22±2yıl)	Erkek	3	1 hafta	3	30 saniye	20 dakika	1-2 dakika	1 hafta uygulanan HIIT protokolünün bağışıklık sistemini aşırı zorlamadan sağlığı ve performansı iyileştirmek için ideal bir egzersiz şekli olduğu bildirilmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

HIIT protokollerinin etkili ve optimal antrenman sürelerinin belirlenmesi, spor-sağlık bilimleri, hareket ve antrenman bilimleri ve egzersiz fizyolojisi gibi alanlarda araştırılan bir araştırma konusudur ve bu alanda yapılan araştırmaların sonuçları farklı sonuçları ortaya koymaktadır. Yapılan çalışmalarda hep HIIT protokolleri farklı antrenman süreleriyle uygulanmış ancak bu sürelerin hangisinin optimal düzeyde olduğu çok az sayıda araştırmanın konusu olmuştur. Bu az sayıdaki çalışmalarında büyük çoğunluğu yabancı literatür kaynaklıdır. Bu bağlamda, mevcut araştırmadan elde edilen sonuçlar bu konudaki literatür boşluğunun doldurulmasına katkı sağladığı için önem arz etmektedir. HIIT, çok kısa süre zarfında maksimum verimlilik sağladığı ve geniş kitlelere hitap edebildiğinden dolayı popülaritesi günden güne artmaktadır. Fakat, HIIT'in etkinliğini zirveye taşımak için gerekli olan ideal süre için net bir konsensüs yoktur. Literatür taramasında, HIIT protokolünün fizyolojik adaptasyonları, sportif performanstaki etkileri ve bireysel farklılıklar göz önüne alındığında, HIIT süresinin nasıl optimize edilebileceğine dair çeşitli yaklaşımlar bulunmaktadır. Mevcut çalışmanın tartışma bölümü, HIIT antrenman protokollerinin optimal süresinin ortaya çıkartılmasına yönelik mevcut literatürün taramasını sunarak, yapılan farklı sürelerdeki araştırma sonuçlarını karşılaştıracak ve bu konudaki bilgi boşluklarını ortaya çıkartacaktır. Ayrıca, periodizasyon stratejilerinin ve bireysel farklılıkların HIIT protokolünün etkinliği üzerindeki rolü ele alınarak, yapılacak araştırmalar için önerilerde bulunulacaktır. Bu şekilde, HIIT protokollerinde optimal antrenman süresinin belirlenmesine yönelik daha kapsamlı ve kişiselleştirilmiş egzersiz yaklaşımları geliştirilebilmektedir.

Literatürde bazı çalışmalar aerobik kapasiteye etkisini değerlendirebilmek için farklı süre ve yöntemlerle HIIT protokolü uygulamışlardır. Akgül ve ark., (2016), araştırmalarına gönüllü olarak katılan 10 genç kadın sporcuya 2 haftalık (haftalık 3 seans) HIIT protokolü uygulamışlardır. Bu çalışmada 45-50 dakikalık seanslarda 6x30 saniye yüklenme 4 dakika aktif toparlanma ile wingate protokolü uygulanmıştır. Araştırmada, 2 haftalık HIIT'nin aerobik göstergeler üzerinde olumlu etkilerinin bulunduğu bildirilmiştir (Akgül ve ark., 2016). Akgül ve ark., (2017)'nin diğer bir araştırmalarında ise 251 gönüllüyü kapsayan 7 çalışmanın derlemesi yapılmıştır. Bu çalışmalarda gönüllü popülasyonu olarak hem erkekler hem de kadınlar yer almaktadır. Derlemede incelenen çalışmalarda ortalama 2-12 hafta arasında HIIT protokolleri bulunmakta ve bu protokollerde ortalama 20 dakikanın üzerinde uygulanan HIIT seanslarında 30 saniye yüklenme ve 30 saniye toparlanma uygulandığı rapor edilmiştir. Araştırma sonucu olarak ise, HIIT protokollerinin, hem aerobik hem de anaerobik performansı artırdığı ve HIIT uygulamasının mitokondride genetik kodların asıl düzenleyicisi olan PGC-1 α reseptör aktivasyonunu etkilediği savunulmuştur (Akgül ve ark., 2017). Amacı, basketbola özgü hazırlanan 5 haftalık HIIT protokolünün aerobik performans üzerine etkilerinin araştırılması olan diğer bir çalışmada ise, 24 ergen kadın gönüllü araştırmaya dahil olmuş ve bu çalışmada seans süreleri 25 dakika, setler 30 saniye ve toparlanma aralıkları ise 15'er saniye olarak belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, 5 haftalık basketbola özel hazırlanmış HIIT protokolünün genç kadın basketbol sporcularının aerobik performansını ve fiziksel kapasitelerini artırdığı bildirilmiştir (Aschendorf ve ark., 2019). 24 genç erkek gönüllü ile yapılan 4 haftalık bir HIIT uygulamasında ise seanslar 20 dakikanın üzerinde, setler 30 saniye ve setler arası aktif toparlanma ise 2-4 dakika arasında uygulanmıştır.

Araştırma sonucunda 4 hafta uygulanan HIIT protokolünün, aerobik ve anaerobik adaptasyonlar üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir (Bayati ve ark., 2011). Benzer bir çalışmada ise, rekreasyonel olarak aktif olan 11 genç erkek üzerinde 1 haftalık (haftada 3 seans) HIIT uygulanmıştır. Bu HIIT'te seanslar 20 dakikanın üzerinde tutulurken setler 4 dakika ve setler arası aktif toparlanma ise 4 dakika olarak belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, kısa süreli HIIT protokolünün, dayanıklılık kapasitesini ve zamana karşı performansı, kas oksidatif enzim aktivitesini ve aerobik kapasitenin yanı sıra insülin duyarlılığı, kan basıncı gibi sağlıkla ilgili spesifik parametreleri etkili bir şekilde geliştirildiği rapor edilmiştir (Ferguson ve ark., 2013). Tong ve ark., (2011)'nin 6 haftalık (haftada 3 seans) HIIT çalışmalarında ise sedanter ve hafif obez bireylerde kardiyorespiratuvar kondisyonu, VO₂max'ı ve aerobik bazlı egzersiz kapasitesini artırdığı bulunmuştur. Araştırmaya 20 yaş ve üzeri 16 kadın ve erkek gönüllü olarak katılmıştır. Araştırmanın toplam seans süresi 50 dakika, seanslarda setler 30 saniye ve setler arası aktif toparlanma ise 1 dakika olarak belirlenmiştir (Tong ve ark., 2011). Rowan ve ark., (2011)'nin çalışmalarında 5 haftalık (haftada 2 seans) HIIT protokolünün aerobik dayanıklılığı geliştirdiği bulunmuştur. Araştırmaya 16 genç kadın dahil olmuştur. Araştırmada toplam seans süresi 25 dakika, yüklenme 30 saniye ve setler arası toparlanma ise 4,5 dakikadır (Rowan ve ark., 20). Yapılan başka bir araştırmanın amacı ise, dayanıklılık sporcularında uzun süreli aerobik HIIT'in, yüksek yoğunluktaki kısa aralıklı antrenmanlardan daha etkili olup olmadığını test etmektir. Uzun süreli aerobik HIIT'in, solunum eşliğindeki oksijen alımını, dayanıklılık performansını ve daha yüksek yoğunluktaki daha kısa aralıklara göre daha fazla geliştirdiği tespit edilmiştir (Sandbakk ve ark., 2013).

Literatürde bazı çalışmalar HIIT'in yağ yakımı ve yağsız vücut kütle üzerine etkisini değerlendirebilmek için farklı süre ve yöntemlerle HIIT protokolü uygulamışlardır. Heydari ve ark., (2012)'nin çalışmalarında 20 yaş üzeri 46 erkek sedanter ve obez katılımcıya 12 haftalık (haftada 3 seans) HIIT uygulamışlardır. Bu protokole seans süreleri 20 dakika tutulmuş ve seanslarda setler 8 saniye yüklenme ve setler arası 12 saniye aktif toparlanma olarak icra edilmiştir. Araştırma sonucu olarak, 12 haftalık HIIT'in toplam vücut, karın, gövde ve iç organ yağında önemli azalmalara ve aşırı kilolu genç erkeklerin yağsız kütlelerinde önemli bir artışa neden olduğu bildirilmiştir (Heydari ve ark., 2012). Amacı, 2 ila 6 haftalık HIIT'in vücut kompozisyonu, açlık algısı, gıda alımı ve algılanan efor derecesi üzerindeki etkilerini karşılaştırmak olan başka bir çalışmada ise 20 dakikalık HIIT seanslarında 10-30 saniye yüklenme ve 5 dakika toparlanma şeklinde setler uygulanmıştır. Araştırmaya 20 yaş üzeri sporcu kadın ve erkekler gönüllü olarak katılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre 6 haftalık HIIT cinsiyet farketmeksizin VO₂max, yağ oksidasyonu ve güç çıkışında geliştirici etki göstermiştir (Astorino ve ark., 2011). Benzer bir çalışmada ise, 6 hafta uygulanan (haftada 3 seans) HIIT'in, enerji alımını değiştirmeden yağ kaybına neden olduğu görülmüştür. Bu araştırmada ise seanslar 15 dakika, seanslarda setler 45-60 saniye ve setler arası toparlanma ise 10-30 saniye olarak uygulanmıştır (Alves ve ark., 2017). Racil ve ark., (2013)'nin çalışmalarında 12 haftalık (haftada 3 seans) aralıklı orta veya yüksek yoğunluklu egzersiz antrenmanının kan lipitleri ve plazma adiponektin düzeyleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmaya 34 ergen obez kadın gönüllü olarak dahil olmuştur. Araştırmada seans süreleri 20-30 dakika arasında değişmektedir ve setler ise 30 saniye

yüklenme ve 30 saniye aktif toparlanma olacak şekilde uygulanmıştır. 12 haftalık HIIT'in fazla kilolu ve obez bireylerin şişmanlığını azaltmak için ekonomik ve etkili bir egzersiz protokolü olma potansiyeline sahip olduğunu ve negatif enerji dengesini desteklediği savunulmuştur (Racil ve ark., 2013).

Literatürde bazı çalışmalar HIIT'in egzersiz kapasitesi ve dayanıklılık performansı üzerine etkisini değerlendirebilmek için farklı süre ve yöntemlerle HIIT protokolü uygulamışlardır. Örneğin, 40 yaş ve üzeri 153 gönüllüyü kapsayan 6 makaleyi inceleyen bir derleme çalışmada hasta ve sağlıklı gönüllülere yaklaşık 10 hafta uygulanan HIIT antrenman protokolünün egzersiz kapasitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu derlenen çalışmalarda ortalama seans süresi 20 dakikanın üzerinde tutulmuştur. Bu seanslarda setler ortalama 4 dakika ve setler arası toparlanma süreleri ise ortalama 3 dakika olarak uygulanmıştır. Araştırmanın sonuçları, kısa süreli HIIT protokolünün egzersiz kapasitesinin geliştirilmesinde oldukça etkili olduğunu göstermektedir (Hwang ve ark., 2011). Amacı, orta düzeyde antrenman yapan erkek koşucularda iki HIIT programının maksimum oksijen alımı, laktat eşiği ve 3000 m koşu performansı üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması olan başka bir çalışmada ise 17 genç erkek sporcu üzerinde 10 haftalık HIIT antrenman programı uygulanmıştır. Bu programda, 60 dakikalık seanslarda setler 30 saniye yüklenme ve 4,5 dakika aktif toparlanma yapılarak uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, 10 haftalık HIIT protokolü dayanıklılık performansını ve ilişkili fizyolojik değişkenleri geliştirmiştir (Esfarjani ve Laursen, 2007). Jacops ve arkadaşları ise 16 sedanter genç erkekler üzerinde 2 haftalık HIIT antrenman programı uygulamışlardır. Bu uygulamada amaç, egzersiz performansındaki iyileşmeleri açıklayan mekanizmaları belirlemek için 6 seanslık (2 hafta) HIIT sonrasında ortaya çıkan fizyolojik olarak ilgili adaptasyonların kapsamlı bir değerlendirmesini yapmaktır. Bu HIIT programında seanslar yaklaşık olarak 20 dakika sürmüştür. Seanslarda setler ise, 60 saniye yüklenme ve 75 saniye aktif toparlanma şeklinde uygulanmıştır. Araştırma sonuçları, 6 HIIT seansının ardından mitokondriyal içerikteki artışların, solunum kapasitesi ve oksijen ekstraksiyonundaki gelişmeleri kolaylaştırabileceğini ve nihayetinde sedanter bireylerde maksimal tüm vücut egzersiz kapasitesini ve dayanıklılık performansını geliştirdiğini göstermektedir (Jacops ve ark., 2013). Benzer bir konuda yapılan derleme çalışmada ise kadın ve erkek 186 gönüllüyü kapsayan ve HIIT protokolü süresi 1 ile 15 hafta arasında değişen 16 makalenin incelemesi yapılmıştır. Bu çalışmada incelenen çalışmaların ortalama seans süreleri 20 ila 60 dakika arasında değişmekte ve bu seanslarda setler 5 saniye ile 30 dakika, toparlanma süreleri ise, 2,5 ila 4 dakika arasında değişmektedir. Araştırmanın sonuçlarına göre, HIIT'in dayanıklılık performansını geliştirdiği savunulmuştur. Ancak, bu çalışmada HIIT'in optimal süresi hakkında net bir sonuç elde edilemediği de belirtilmiştir (Laursen ve Jenkins, 2002). Gibala ve McGee'nin çalışmalarında kadın ve erkek genç katılımcılar üzerinde 2 haftalık HIIT uygulanmış ve bu HIIT programında seans süreleri 15 dakika tutulmuş ve bu seanslarda set süreleri: 4 dakika yüklenme ve 2 dakika toparlanma şeklinde uygulanmıştır. Araştırmanın sonuçları, 2 hafta (6 seans) kadar kısa bir sürede uygulanan HIIT protokolünün iskelet kası oksidatif kapasitesini ve dayanıklılık performansını artırdığını göstermektedir (Gibala ve McGee, 2008).

Literatürde bazı çalışmalar HIIT'in performans değerleri üzerine etkisini değerlendirebilmek için farklı süre ve yöntemlerle HIIT protokolü uygulamışlardır. Amacı, rekreasyonel olarak aktif 8 genç erkek üzerinde uygulanan 1 haftalık (haftada 3 seans) HIIT'in akut immün ve oksidatif stres üzerindeki etkisini araştırmak olan bir çalışmada seanslar 20 dakika sürerken, setler ise 30 saniye yüklenme ve 1-2 dakika toparlanma şeklinde icra edilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar 1 hafta uygulanan HIIT protokolünün bağışıklık sistemini aşırı zorlamadan sağlığı ve performansı iyileştirmek için ideal bir egzersiz şekli olduğunu göstermiştir (Fisher ve ark., 2011). Yapılan başka bir derleme araştırmada ise, genç sporcu 145 kadın ve erkek gönüllüyü içeren 6 makale analiz edilmiştir. Derlemede ortalama HIIT seansları 3-10 hafta arasında sürmüştür. Seanslarda set süreleri ise 30 saniye ile 6 dakika arasında sürmektedir. Toparlanma ise ortalama olarak 1,5-4,8 saniye arasında gerçekleştirilmiştir. Bu meta-analizin sonuçları, uzun HIIT'in zamana karşı performans değerlerini artırmak için en uygun aralıklı antrenman şekli olabileceğini göstermektedir. (Rosenblat ve ark., 2020). 22 genç erkek sporcuya uygulanan 3 haftalık (haftada 1 seans) HIIT programında seans süresi 40 dakika, seanslarda set süreleri ise: setler arası 1 dakika toparlanma olacak şekilde 30-60-90 saniye şeklinde uygulanmıştır. Araştırmanın sonuçlarında, 3 hafta uygulanan HIIT'in zıplama performansı için gerekli olan gücün kaybolmasını geciktirdiği bildirilmiştir (García-De Frutos ve ark., 2021). Wadley ve ark., (2016)'nın çalışmalarında ise sedanter 10 genç erkek gönüllüye 2 haftalık (haftada 3 seans) HIIT uygulanmış ve HIIT'in oksidatif kapasite üzerine ne tür bir etkisinin olduğunun incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada seanslar 30 dakika sürerken, setler 1 dakika yüklenme ve 1 dakika toparlanma olacak şekilde uygulanmıştır. Araştırmanın sonuçları, 2 haftalık HIIT'in oksidatif stres üzerine olumlu etkilerinin olduğunu göstermektedir (Wadley ve ark., 2016). Viaño-Santamarinas ve ark., (2018)'nin çalışmalarında 18 genç erkek sporcuya 6 hafta (haftada 2 seans) HIIT uygulamışlardır. Bu protokolda seanslar 20 dakikanın üzerinde yapılmış ve set süreleri ise: 3 dakika yüklenme ve 1 dakika toparlanma olacak şekilde uygulanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar, 6 haftalık HIIT'in sporcularda kondisyon gelişiminde yeterli ve etkili olduğunu göstermektedir (Viaño-Santamarinas ve ark., 2018).

Literatürde konuyla alakalı diğer çalışmalara bakıldığında farklı HIIT protokol, seans, set ve toparlanma süreleri ile yapılan ve HIIT'in bu sürelerde etkisini inceleyen çalışmalar mevcuttur. Örneğin, Schmitz ve ark., (2018)'nin yaptıkları çalışmada genç sporcu 63 gönüllü kadın ve erkek popülasyonuna 4 haftalık (haftada 2 seans) HIIT uygulanmıştır. Minimum 10 dakikalık seanslarda setler 15-30 saniye yüklenme ve 30 saniye toparlanma olacak şekilde uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, 4 haftalık HIIT'in sağlıklı kadın ve erkeklerde MicroRNA-222 ve MicroRNA-29c seviyelerinde artışa neden olabileceği sonucuna ulaşılmıştır (Schmitz ve ark., 2018). Amacı, HIIT'in vasküler fonksiyon üzerindeki etkisini ölçmek olan bir derleme çalışmada yetişkin 182 hasta gönüllüyü kapsayan 7 çalışma analiz edilmiştir. Bu meta-analizde HIIT protokol süreleri 2-16 hafta (haftada 1-3 seans) arasında değişmektedir. Seanslar 30-50 dakika arasında değişirken, setler 1-4 dakika yüklenme ve 1-4 dakika toparlanma olacak şekilde uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, HIIT'in vasküler fonksiyonu iyileştirmede güçlü bir uyarıcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonucun ortaya çıkmasında HIIT süreside etkili görülmüş ve en az 12 hafta boyunca (haftada 3 kez, 4X4'lük

set) uygulanan HIIT'in, bu araştırmada sunulan diğer HIIT protokollerinden daha fazla etkili olduğu ileri sürülmüştür (Ramos ve ark., 2015). Shing ve ark., (2013)'nın çalışmalarının amacı, 2 farklı antrenman programı sonrasında plazma adiponektin konsantrasyonlarının akut egzersize verdiği tepkiyi belirlemek ve HIIT'in vücut kompozisyonu üzerindeki etkisini ortaya çıkartmaktır. Bu araştırmada 7 genç sporcuya 8 haftalık (haftada 3 seans) HIIT uygulanmıştır. HIIT protokolünde seanslar 35-40 dakika arasında sürerken, setler ise 2,5-4 dakika arasında yüklenme ve 1 dakika toparlanma olacak şekilde uygulanmıştır. Sonuç olarak, 4 haftalık HIIT, maksimum egzersize yanıt olarak adiponektin konsantrasyonunda önemli bir artışa ve istirahat adiponektin konsantrasyonunda büyük bir artışa neden olduğu bulunmuştur. Ayrıca HIIT'in, VO_{2max} 'da ve maksimum 4 dakikalık güçte iyileşmelere ve vücut yağında azalmaya yol açtığı görülmektedir (Shing ve ark., 2013). Yapılan başka bir derleme çalışma, aerobik enerji metabolizması kapasitesine odaklanarak egzersiz yoğunluğunun HIIT'e yönelik fizyolojik adaptasyonlara aracılık etmedeki rolünü ele almaktadır. Çalışmada yetişkin sedanter 210 kadın ve erkeğin dahil olduğu 12 akademik makale analiz edilmiştir. Araştırmada, ortalama protokol süreleri 2-12 hafta, seans süreleri 10 dakika üzeri, set süreleri 30 saniye - 4 dakika ve toparlanma süreleri ise 10 saniye ile 4 dakika arasında değişmektedir. Araştırma sonuçları, HIIT'in etkili bir antrenman olduğu ancak orta yoğunlukta antrenmanlardan daha etkili görülmeyişini göstermektedir (MacInnis ve ark., 2017). Amacı, 4 haftalık (haftada 3 seans) HIIT'in solunum kas gücünü ve ekspiratuar akış hızlarını dayanıklılık antrenmanından daha fazla artırıp artırmayacağını belirlemek olan çalışmaya genç 15 gönüllü kadın-erkek dahil olmuştur. Araştırmada HIIT protokolü 45 dakika, seanslar ortalama 45 dakika, setler 1 dakika yüklenme ve 3 dakika toparlanma olacak şekilde uygulanmaktadır. Sonuç olarak, 4 hafta uygulanan HIIT'in inspiratuar kas gücünü geliştirdiği savunulmuştur (Dunham ve Harms, 2012). Herrod ve arkadaşlarının çalışmalarında farklı sürelerde (2 ve 6 hafta) aynı HIIT protokollerini tamamlayan 40 yetişkin kadın ve erkeğin kardiyoespiratuar uygunluk seviyelerindeki değişiklikleri karşılaştırmak amaçlanmıştır. Haftada 3 seans şeklinde uygulanan protokolde seans süresi 16,5 dakika ve setler ise 5 dakika yüklenme ve setler arası 3,5 dakika toparlanma şeklinde uygulanmıştır. Sonuç olarak, Kısa süreli HIIT protokolünün yaşlı yetişkinlerin egzersiz toleransını sadece 2 haftada artırdığı ve 4 haftada ise kardiyoespiratuar uygunlukta ve istirahat sistolik kan basıncında önemli iyileşmelere neden olduğu bildirilmiştir (Herrod ve ark., 2020). Sedanter 72 genç kadın ve erkek ile yapılan 6 haftalık (haftada 3 seans) HIIT programının amacı, çeşitli çalışma-dinlenme oranlarına (özellikle 1:1, 1:2 ve 1:4) ve aralık sürelerine (30 s veya 60 s) sahip beş ev tabanlı HIIT protokolüne verilen akut fizyolojik, algısal ve motivasyonel tepkileri araştırmaktır. Çalışmanın diğer amacı ise, sedanter bireylerde kardiyoespiratuar zindeliği ve sağlığı iyileştirmek için ideal aralık süresini belirlemek üzere birinci çalışmada incelenen HIIT protokollerinden ikisini uygulamak ve karşılaştırmaktır. Minimum 12 dakika süren seanslarda setler 30 saniye yüklenme ve 120 saniye aktif toparlanma şeklinde uygulanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar, farklı tekrar sayılarıyla uygulanan 6 haftalık HIIT'in, sedanter bireylerde kardiyoespiratuar zindeliği iyileştirdiğini göstermektedir (Church, 2021). Bartlett ve arkadaşlarının çalışmalarında rekreasyonel olarak aktif 10 genç erkek gönüllü ile 7 haftalık (haftada 1 seans) HIIT protokolü icra edilmiştir. Bu araştırmada seans süresi 40-60 dakika civarındadır ve seanslarda setler 2-4 dakika yüklenme ve 3 dakika toparlanma ile tamamlanmıştır. Araştırmada, Akut kısa süreli HIIT'in insan iskelet kasında adenosine

monophosphate-activated protein kinase (AMPK) ve p38 mitogen-activated protein kinase (p38MAPK) fosforilasyonunun yanı sıra PGC-1 mRNA içeriğinde de karşılaştırılabilir artışlara neden olduğu savunulmuştur (Bartlett ve ark., 2012). Benzer şekilde yapılan başka bir çalışmada ise, sporcu genç-yetişkin 19 gönüllü üzerinde 4 haftalık (haftada 1-2 seans) HIIT uygulanmıştır. Minimum 20 dakika süren seanslarda set süreleri 10-50-90-130 saniye sürmektedir ve setler arasında 3 dakika toparlanma bulunmaktadır. Araştırmada, kısa HIIT protokolleri ile karşılaştırıldığında uzun protokoller sırasında kan laktat konsantrasyonunda, en yüksek kalp atış hızında ve algılanan efor derecesinde bir artış olduğu bildirilmiştir (Warr-di Piero ve ark., 2018).

Sedanter ve rekreasyonel olarak aktif 16 genç erkek üzerinde 2 haftalık (haftada 3 seans) HIIT uygulanmıştır. Protokolde seans süresi 17 ile 26 dakika arasında değişmektedir ve seanslarda set süreleri 30 saniye yüklenme ve 4 dakika toparlanma olacak şekilde ayarlanmıştır. Araştırma sonuçlarında 2 haftalık HIIT'in, sedanter genç yetişkinlerde insülin etkisini önemli düzeyde geliştirdiği savunulmuştur (Babraj ve ark., 2009). Başka bir çalışmada ise, hipertansiyonlu 30 yetişkin erkek ile 8 haftalık (haftada 3 seans) HIIT programı yapılmıştır. Seanslarda setler 30 saniye ve yüklenme 30 saniye şeklinde uygulanmıştır. Araştırma sonuçları, kısa süreli HIIT'in, 1. evre hipertansiyonlu hastalarda sistolik kan basıncını ve inflamatuvar belirteçleri geliştirdiğini göstermektedir (Bahmanbeglou ve ark., 2019). Gist ve arkadaşlarının derleme çalışmalarında 318 katılımcıyı içeren 16 akademik çalışma derinlemesine analiz edilmiştir. Araştırmanın sonucunda genç kadın ve erkeklerin dahil edildiği kısa süreli HIIT'in VO₂max gelişiminde çok etkili olduğu savunulmuştur. Araştırmada 30 saniye ile 4 dakika arasında setler ve 3-5 dakika toparlanma sürmüştür (Gist ve ark., 2014). Hasta popülasyona HIIT uygulayan diğer bir derleme çalışmada ise kadın-erkek 273 genç-yetişkin gönüllüyü kapsayan 10 adet makale analiz edilmiştir. Araştırmada hasta bireylere 4-16 hafta (haftada 3 seans) arasında sürecek HIIT uygulaması yapılmıştır. Antrenmanda seans süresi 40 dakika ve setler 4 dakika yüklenme ve 3 dakika toparlanma olarak gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, kardiyometabolik hastalığı olan hastalarda HIIT'in iyileştirici etkisinin olduğu ve HIIT'in hastalara fizyolojik fayda sağladığı belirtilmiştir (Weston ve ark., 2014). Diğer taraftan Tao ve arkadaşları ise çalışmalarında hem sağlıklı hem de hasta bireyleri gönüllü olarak kabul etmişlerdir. Bu meta-analizde kadın-erkek 1607 gönüllüyü kapsayan 34 makale derinlemesine incelenmiştir. Araştırmada gönüllü popülasyonuna 12 gün veya 16 hafta sürecek HIIT programı uygulanmıştır. Araştırmada 10-50 dakika süren seanslarda, setler 15 saniye ile 4 dakika arası ve ayrıca maksimum 5 dakikalık toparlanma uygulanmıştır. Sonuç olarak, HIIT, depresif belirtilerin hafifletilmesinde etkilidir. Bu etki 8 hafta ve daha az süren HIIT protokollerinde daha fazla görülmüştür (Tao ve ark., 2024). Smith-Ryan ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmalarında obez erkek bireylere 3 haftalık (haftada 3 seans) HIIT uygulamışlardır. Protokolde seanslar 10 dakika sürmüş ve set süreleri ise 1-2 dakika tutulmuştur. Çalışmada, toparlanma süresi için de setler arasına serpiştirilmiş 1 dakikalık aktif toparlanma süreleri de bulunmaktadır. Sonuç olarak, 3 haftalık HIIT'in aşırı kilolu/obez erkeklerde kısa sürede kardiorespiratuvar uygunluk ve sağlığı iyileştirmek için etkili bir strateji olduğu bildirilmiştir (Smith-Ryan ve ark., 2015). Başka bir çalışmada ise, sedanter, rekreasyonel olarak aktif ve hasta (obez) gibi üç farklı popülasyon için HIIT uygulamasının etkinliği araştırılmıştır. Araştırmada 965 kişiyi içeren 19 makale

incelenmiştir. Çalışmaya dahil edilen çalışmalarda süre olarak ortalama 2 hafta kadar kısa ve 9 ay kadar uzun HIIT protokolleri bulunmaktadır. Sonuç olarak, Kısa süreli HIIT'in, kalp-solunum kondisyonunu geliştirmek için etkili ve yeterli olduğu bildirilmiştir (Lock ve ark., 2024). Benzer şekilde, Logan ve arkadaşları yaptıkları derleme çalışmalarında 275 ergen (kadın-erkek) gönüllüyü içeren 11 makalenin analizini yapmışlardır. Araştırmaya dahil edilen çalışmalarda ortalama HIIT süresi 1 ile 12 hafta arasında sürmektedir. Araştırmada, kısa süreli HIIT'in kardiyometabolik risk profilini daha fazla iyileştirdiği, ayrıca kalp hastalarında damar fonksiyonunun onarılmasında daha etkili bir yöntem olarak uygulandığı rapor edilmiştir. (Logan ve ark., 2014).

Yukarıda sunulan araştırmaların farklı protokol, seans, set ve toparlanma süreleriyle çalışıldığı görülmektedir. İncelenen çalışmalar, HIIT antrenman protokolünün, seansının ve setlerinin süreleri ile toparlanma sürelerinin farklılık gösterdiğini, ancak bu farklılıklara rağmen kısa süreli HIIT'in hem sağlıklı hem de hasta popülasyonlarda performans ve sağlık üzerinde olumlu etkilerinin olduğu görülmektedir. Olumlu etkiler arasında insülin duyarlılığı, oksidatif stres, kardiyorespiratuvar uygunluk, aerobik ve anaerobik performans, dayanıklılık performansı, immün sistem gelişimi ve en önemli özellik arasında zamandan tasarruf sağlanması vb. gibi birçok fayda sıralanabilmektedir. Dahil edilen araştırmaların genel olarak sonuçları, HIIT protokollerinin çok kısa vadede önemli fizyolojik adaptasyonları sağlayabileceğini, geniş çapta faydalar sağlayabileceğini, HIIT'in bu kısa zaman diliminde adaptif süreçleri hızlandırabileceğini ve farklı demografik gruplar üzerinde de etkili olabileceğini göstermektedir. Literatürde HIIT'in kısa zaman da çok fazla etkisinin olduğu savunulsa da etkili HIIT için hangi sürenin optimal olduğu konusunda net bir konsensüs bulunmadığından dolayı mevcut literatür bilgisi HIIT için süre ve toparlanma aralıklarının optimal düzeylerinin belirlenmesi gerektiğini işaret etmektedir. HIIT için optimal süre ve toparlanma sürelerinin belirlenmesi için ise bu konuda yapılacak daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu araştırmalarda optimal süre ve toparlanma aralıkları, antrenman hedefleri, bireysel farklılıklar ve fizyolojik adaptasyon süreçleri göz önüne alınarak belirlenmelidir.

Mevcut çalışmada, literatür taraması sonucu araştırmaya dahil edilen çalışmaların bulgu, sonuç ve önerileri analiz edilmiş ve bu dahil edilen çalışmaların sonuçları birleştirilerek araştırmamızda sonuç bölümü hazırlanmıştır. Araştırmanın sonuçları, HIIT protokollerinde uygulanan optimal antrenman süresinin belirlenmesinin literatürde kesin bir konsensüs olmadığından dolayı karmaşık bir konu olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, HIIT'in optimal süresi hakkında net bir sonuca ulaşılamamaktadır. HIIT süresi ile alakalı daha kapsamlı araştırma makalelerinin yapılmasına ihtiyaç vardır. Mevcut araştırmamızın sonuçlarına istinaden oluşturulmuş önerilerimiz aşağıda sunulmuştur.

Öneriler:

- HIIT programlarında antrenman süresi belirlenirken mutlaka yaş, cinsiyet, fiziksel uygunluk düzeyi ve genel sağlık durumu gibi bireysel farklılıklar dikkate alınmalıdır. Bu durum, uygulanan HIIT programının etkisini ve güvenlik düzeyini artıracaktır.
- HIIT'de optimal antrenman süresinin belirlenmesine yardımcı olabilmesi için HIIT protokolleri öncesinde sporculara çok kapsamlı bir fizyolojik ve fiziksel

değerlendirme yapılmalıdır.

- HIIT protokollerinde antrenman yoğunluğu ve süresi spor sakatlıklarının önlenmesi için kademeli olarak artırılmalıdır. Bu durum ayrıca vücudun HIIT'e adaptasyon sürecine de destek vermiş olur.
- HIIT protokollerinde oluşabilecek eksiklikler ve yanlışlıkların giderilmesi amacıyla farklı sürelerde uygulanan HIIT'in sporcular üzerinde oluşturduğu etkiler sistematik bir şekilde incelenmelidir. Bu durum, sporcu grubuna hangi sürede HIIT uygulanacağı konusuna yardımcı olacaktır.
- HIIT programlarında yüklenme ve antrenman süresi ne kadar önemliyse dinlenme ve toparlanma süreleri de bir o kadar önemlidir. Bu yüzden sadece antrenman değil dinlenme ve toparlanma süreleri de büyük bir titizlikle düzenlenmelidir.
- Kondisyonerler, antrenörler ve sporculara HIIT'in dinlenme ve antrenman süreleri hakkında bilgilendirme eğitimi, semineri ve toplantıları düzenlenmelidir.
- HIIT etkinliğinin artırılması ve HIIT'e adaptasyon sürecinin takibi amacıyla HIIT programlarında giyilebilir teknoloji ürünleri ve yapay zeka destekli mobil uygulamalar kullanılabilir. Bu durum, optimal HIIT süresinin belirlenmesi için güvenilir veriler sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Akgül, M. Ş., Gürses, V. V., Karabıyık, H., Koz, M. (2016). İki haftalık yüksek şiddetli interval antrenmanın kadınların aerobik göstergeleri üzerine etkisi. *International Journal of Sport Culture and Science*, 4(Special Issue 1), 298-305.
- Akgül, M. Ş., Koz, M., Gürses, V. V., Kürkçü, R. (2017). Yüksek şiddetli interval antrenman. *Sportmetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 15(2), 39-46.
- Alves, E. D., Salerno, G. P., Panissa, V. L. G., Franchini, E., Takito, M. Y. (2017). Effects of long or short duration stimulus during high-intensity interval training on physical performance, energy intake, and body composition. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 13(4), 393.
- Aschendorf, P. F., Zinner, C., Delextrat, A., Engelmeyer, E., Mester, J. (2019). Effects of basketball-specific high-intensity interval training on aerobic performance and physical capacities in youth female basketball players. *The Physician and Sportsmedicine*, 47(1), 65-70.
- Astorino, T. A., Allen, R. P., Roberson, D. W., Jurancich, M., Lewis, R., McCarthy, K., Trost, E. (2011). Adaptations to high-intensity training are independent of gender. *European Journal of Applied Physiology*, 111, 1279-1286.
- Babraj, J. A., Vollaard, N. B., Keast, C., Guppy, F. M., Cottrell, G., Timmons, J. A. (2009). Extremely short duration high intensity interval training substantially improves insulin action in young healthy males. *BMC Endocrine Disorders*, 9, 1-8.
- Bahmanbeglou, N. A., Ebrahim, K., Maleki, M., Nikpajouh, A., Ahmadizad, S. (2019). Short-duration high-intensity interval exercise training is more effective than long duration for blood pressure and arterial stiffness but not for inflammatory markers and lipid profiles in patients with stage 1 hypertension. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 39(1), 50-55.

- Bartlett, J. D., Hwa Joo, C., Jeong, T. S., Louhelainen, J., Cochran, A. J., Gibala, M. J., Gregson, W., Close, G. L., Drust, B., Morton, J. P. (2012). Matched work high-intensity interval and continuous running induce similar increases in PGC-1 α mRNA, AMPK, p38, and p53 phosphorylation in human skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 112(7), 1135-1143.
- Bartram, S. (2015). High-intensity interval training for women: Burn more fat in less time with HIIT workouts you can do anywhere. Publisher: Dorling Kindersley, 12-122.
- Bayati, M., Farzad, B., Gharakhanlou, R., Agha-Alinejad, H. (2011). A practical model of low-volume high-intensity interval training induces performance and metabolic adaptations that resemble 'all-out' sprint interval training. *Journal of Sports Science & Medicine*, 10(3), 571.
- Bilge, M., Yildirim, D. S., Ersöz, G. (2021). Güncel yüksek şiddetli aralıklı antrenman (High Intensity Interval Training-HIIT) uygulamalarının kardiyovasküler-metabolik ve performans yanıtları: sistematik derleme. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 13(1), 1-28.
- 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.
- Church, H. L. (2021). *The effect of interval duration and work-to-rest ratio on acute physiological and perceptual responses, and cardiorespiratory fitness following a home-based hiit training intervention* (Doctoral dissertation). Liverpool John Moores University, United Kingdom.
- Dunham, C., Harms, C. A. (2012). Effects of high-intensity interval training on pulmonary function. *European Journal of Applied Physiology*, 112, 3061-3068.
- Ergin, M., Sönmez, H. G. (2024). *Yüksek yoğunluklu interval antrenmanın (HIIT) kardiyovasküler ve kardiyometabolik hastalıklar üzerindeki etkilerinin incelenmesi*. İzmir: Duvar Yayınevi.
- Esfarjani, F., Laursen, P. B. (2007). Manipulating high-intensity interval training: effects on VO₂max, the lactate threshold and 3000 m running performance in moderately trained males. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10(1), 27-35.
- Ferguson, C., Wilson, J., Birch, K. M., Kemi, O. J. (2013). Application of the speed-duration relationship to normalize the intensity of high-intensity interval training. *PloS one*, 8(11), 1-9.
- Fisher, G., Schwartz, D. D., Quindry, J., Barberio, M. D., Foster, E. B., Jones, K. W., Pascoe, D. D. (2011). Lymphocyte enzymatic antioxidant responses to oxidative stress following high-intensity interval exercise. *Journal of Applied Physiology*, 110(3), 730-737.
- García-De Frutos, J. M., Orquín-Castrillón, F. J., Marcos-Pardo, P. J., Rubio-Arias, J. Á., Martínez-Rodríguez, A. (2021). Acute effects of work rest interval duration of 3 HIIT protocols on cycling power in trained young adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8), 4225.
- Gibala, M. J. (2007). High-intensity interval training: a time-efficient strategy for health promotion? *Current Sports Medicine Reports*, 6(4), 211-213.

- Gibala, M. J., McGee, S. L. (2008). Metabolic adaptations to short-term High-Intensity Interval Training: a little pain for a lot of gain? *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 36(2), 58-63.
- Gillen, J. B., Gibala, M. J. (2014). Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(3), 409-412.
- 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, 269-279.
- Herodek, K., Simonović, C., Pavlović, V., Stanković, R. (2014). High intensity interval training. *Activities in Physical Education & Sport*, 4(2), 205-207.
- Herrod, P. J., Blackwell, J. E., Boereboom, C. L., Atherton, P. J., Williams, J. P., Lund, J. N., Phillips, B. E. (2020). The time course of physiological adaptations to high-intensity interval training in older adults. *Aging Medicine*, 3(4), 245-251.
- Heydari, M., Freund, J., Boutcher, S. H. (2012). The effect of high-intensity intermittent exercise on body composition of overweight young males. *Hindawi Publishing Corporation Journal of Obesity*, 480-467.
- Hwang, C. L., Wu, Y. T., Chou, C. H. (2011). Effect of aerobic interval training on exercise capacity and metabolic risk factors in people with cardiometabolic disorders: a meta-analysis. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 31(6), 378-385.
- Jacobs, R. A., Flück, D., Bonne, T. C., Bürgi, S., Christensen, P. M., Toigo, M., Lundby, C. (2013). Improvements in exercise performance with high-intensity interval training coincide with an increase in skeletal muscle mitochondrial content and function. *Journal of Applied Physiology*, 115(6), 785-793.
- Karayiğit, R., Sarı, C., Önal, A., Durmuş, T., Büyükçelebi, H. (2020). Yüksek şiddetli interval antrenmanların (HIIT) aerobik dayanıklılık ve vücut yağ yakımı üzerine etkileri. *SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 18(4), 1-13.
- Laursen, P. B., Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmers and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports Medicine*, 32(1), 53-73.
- Laursen, P., Buchheit, M. (2019). Science and application of high-intensity interval training. *Human Kinetics*, 53-68.
- Lock, M., Yousef, I., McFadden, B., Mansoor, H., Townsend, N. (2024). Cardiorespiratory fitness and performance adaptations To High-Intensity Interval Training: are there differences between men and women? A systematic review with meta-analyses. *Sports Medicine*, 54(1), 127-167.
- Logan, G. R., Harris, N., Duncan, S., Schofield, G. (2014). A review of adolescent high-intensity interval training. *Sports Medicine*, 44, 1071-1085.
- MacInnis, M. J., Gibala, M. J. (2017). Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *The Journal of Physiology*, 595(9), 2915-2930.
- Milanović, Z., Sporiš, G., Weston, M. (2015). Effectiveness of high-intensity interval training (HIIT) and continuous endurance training for VO_{2max} improvements: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Sports Medicine*, 45, 1469-1481.

- Ökmen, M. Ş., Sarıkaya, M. (2023). Sporcuların yaralanma kaygı düzeylerinin incelenmesi. *International Journal of Sport Exercise and Training Sciences-IJSETS*, 9(2), 38-48.
- Racil, G., Ben Ounis, O., Hammouda, O., Kallel, A., Zouhal, H., Chamari, K., Amri, M. (2013). Effects of high vs. moderate exercise intensity during interval training on lipids and adiponectin levels in obese young females. *European Journal of Applied Physiology*, 113, 2531-2540.
- Ramos, J. S., Dalleck, L. C., Tjonna, A. E., Beetham, K. S., Coombes, J. S. (2015). The impact of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on vascular function: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 45, 679-692.
- 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*, 50, 1145-1161.
- Rowan, A. E., Kueffner, T. E., Stavrianeas, S. (2012). Short duration high-intensity interval training improves aerobic conditioning of female college soccer players. *International Journal of Exercise Science*, 5(3), 6.
- Sandbakk, Ø., Sandbakk, S. B., Ettema, G., Welde, B. (2013). Effects of intensity and duration in aerobic High-Intensity Interval Training in highly trained junior cross-country skiers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(7), 1974-1980.
- Schmitz, B., Rolfes, F., Schelleckes, K., Mewes, M., Thorwesten, L., Krüger, M., Klose, A., Brand, S. M. (2018). Longer work/rest intervals during high-intensity interval training (HIIT) lead to elevated levels of miR-222 and miR-29c. *Frontiers in Physiology*, 9, 395.
- Schoenmakers, P. P., Reed, K. E. (2019). The effects of recovery duration on physiological and perceptual responses of trained runners during four self-paced HIIT sessions. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(4), 462-466.
- Seiler, S. (2010). What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(3), 276-291.
- Shepherd, S. O., Wilson, O. J., Taylor, A. S., Thøgersen-Ntoumani, C., Adlan, A. M., Wagenmakers, A. J., Shaw, C. S. (2015). Low-volume high-intensity interval training in a gym setting improves cardio-metabolic and psychological health. *PloS One*, 10(9), 1-16.
- Shing, C. M., Webb, J. J., Driller, M. W., Williams, A. D., Fell, J. W. (2013). Circulating adiponectin concentration and body composition are altered in response to high-intensity interval training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(8), 2213-2218.
- Smith-Ryan, A. E., Melvin, M. N., Wingfield, H. L. (2015). High-intensity interval training: Modulating interval duration in overweight/obese men. *The Physician and Sportsmedicine*, 43(2), 107-113.
- Tao, Y., Lu, J., Lv, J., Zhang, L. (2024). Effects of high-intensity interval training on depressive symptoms: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Psychosomatic Research*, 180, 1-19.

- Tong, T. K., Chung, P. K., Leung, R. W., Nie, J., Lin, H., Zheng, J. (2011). Effects of non-wingate-based high-intensity interval training on cardiorespiratory fitness and aerobic-based exercise capacity in sedentary subjects: a preliminary study. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 9(2), 75-81.
- Viaño-Santamarinas, J., Rey, E., Carballeira, S., Padrón-Cabo, A. (2018). Effects of high-intensity interval training with different interval durations on physical performance in handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(12), 3389-3397.
- Wadley, A. J., Chen, Y. W., Lip, G. Y., Fisher, J. P., Aldred, S. (2016). Low volume–high intensity interval exercise elicits antioxidant and anti-inflammatory effects in humans. *Journal of Sports Sciences*, 34(1), 1-9.
- Warr-di Piero, D., Valverde-Esteve, T., Redondo-Castán, J. C., Pablos-Abella, C., Sanchez-Alarcos Diaz-Pintado, J. V. (2018). Effects of work-interval duration and sport specificity on blood lactate concentration, heart rate and perceptual responses during high intensity interval training. *PloS One*, 13(7), 1-12.
- Weston, K. S., Wisløff, U., Coombes, J. S. (2014). High-Intensity Interval Training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 48(16), 1227-1234.
- Williams, J. (2017). *Introduction to HIIT (High Intensity Interval Training): The risks and benefits of HITT you should first consider*, 1-42.
- Yılmaz, M., Murathan, G. (2022). *Yüksek şiddetli interval antrenman (HIIT). Sporda Araştırma ve Değerlendirmeler*. Ankara: Gece Kitaplığı.