

Derleme (RE)
Review (RE)

Fiziksel Aktivite Düzeyine Göre Direnç Egzersizlerinin Kardiyorespiratuvar ve Kardiyometabolik Adaptasyonları

Cardiorespiratory and Cardiometabolic Adaptations to Resistance Exercise According to Physical Activity Level

Tunay DİLİCAN
Bursa Uludağ Üniversitesi
tunaydilican86@hotmail.com
0000-0003-4686-6849

Makale Geçmişi:

Başvuru tarihi:
11 Kasım 2025
Düzeltilme tarihi:
28 Kasım 2025
Kabul tarihi:
29 Aralık 2025

Anahtar Kelimeler:

*Direnç egzersizi,
Fiziksel Aktivite,
Kardiyometabolik
Adaptasyonlar*

Article history:

Received:
11 November
2025
Adjustment:
28 November
2025
Accepted:
29 December
2025

Keywords:

*Resistance
training,
physical activity,
Cardiometabolic
Adaptations*

Öz

Bu derleme çalışması, fiziksel aktivite düzeyine göre direnç egzersizlerinin kardiyorespiratuvar ve kardiyometabolik adaptasyonlar üzerindeki etkilerini incelemektedir. Direnç egzersizleri (DE), kas kuvveti ve kütlesini artırmasının yanı sıra, insülin duyarlılığı, kan basıncı ve lipid profili gibi kardiyometabolik göstergelerde iyileşmelere katkı sağlamaktadır. Ancak bu etkilerin büyüklüğü, bireylerin başlangıç fiziksel aktivite düzeyine ve antrenman protokolüne göre değişmektedir. Sporcularda DE, performans odaklı kazanımlar (kuvvet, güç, kas dayanıklılığı) sağlar, fakat kardiyorespiratuvar kapasitedeki artışlar genellikle sınırlıdır. Buna karşın, sedanter bireylerde DE; VO₂max, glukoz metabolizması, vücut kompozisyonu ve kan basıncı üzerinde anlamlı iyileşmeler oluşturur. Ayrıca, haftalık 2-3 seanslık orta yoğunluklu programların kardiyometabolik risk faktörlerini azaltmada etkili olduğu görülmektedir. Mevcut kanıtlar, DE'nin hem sağlık hem performans için temel bir araç olduğunu, ancak etkilerin bireysel özelliklere ve antrenman parametrelerine göre farklılaştığını göstermektedir. Daha uzun süreli ve doğrudan karşılaştırmalı çalışmalar, bu adaptasyonların sürdürülebilirliğini ve fiziksel aktivite düzeyine göre farklılaşma mekanizmalarını aydınlatmak açısından gereklidir.

Abstract

This review examines the effects of resistance exercise (RE) on cardiorespiratory and cardiometabolic adaptations according to physical activity level. Resistance exercise not only improves muscular strength and mass but also contributes to favorable changes in insulin sensitivity, blood pressure, and lipid profile. The magnitude of these effects varies depending on baseline physical activity and training protocols. In athletes, RE primarily enhances performance-related parameters (strength, power, muscular endurance), while increases in cardiorespiratory capacity are limited. Conversely, in sedentary individuals, RE significantly improves VO₂max, glucose metabolism, body composition, and blood pressure. Moderate-intensity RE programs performed two to three times per week appear effective in reducing cardiometabolic risk factors. Current evidence supports RE as a fundamental component of health and performance enhancement, although outcomes differ according to individual characteristics and training variables. Long-term and comparative studies are needed to clarify the sustainability of these adaptations and their dependence on physical activity level.

Giriş

Bu derlemede amaç, sporcular ve sedanter bireyler olmak üzere iki farklı fiziksel aktivite düzeyi açısından direnç egzersizlerinin solunum, dolaşım ve kardiyometabolik riskler üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı olarak ortaya koymaktır. Bu bakış açısı ile hem yüksek performanslı spor çevresinde adaptasyon mekanizmalarının anlaşılması hem de genel nüfusta sağlık yönelimli direnç antrenmanlarının yerinin değerlendirilmesi hedeflenmektedir. Ayrıca, farklı fiziksel aktivite düzeylerinin (yüksek ve düşük) direnç antrenmanına verilen uyumları nasıl değiştirdiği, hangi parametrelerin daha duyarlı olduğu ve mevcut literatürde hangi boşlukların bulunduğu da tartışılacaktır.

Günümüzde fiziksel aktivite düzeyinin, bireylerin kardiyorespiratuvar kapasitesi, dolaşım sistemi işlevleri ve kardiyometabolik risk profili üzerindeki etkisi önemli bir araştırma konusu olmaktadır. Özellikle direnç egzersizleri (ağırlık antrenmanları, kuvvetlendirme çalışmaları) hem sporcularda hem de sedanter bireylerde farklı adaptasyon mekanizmalarını tetikleyerek sağlık performans spektrumunda önemli bir yer tutmaktadır. Bu derlemede, fiziksel aktivite düzeyine göre direnç egzersizlerinin solunum ve dolaşım sistemleri üzerindeki adaptasyonları ile kardiyometabolik risk faktörleri ile ilişkisi ele alınacaktır.

Düzenli egzersizler (özellikle planlı ve periyodik olarak yapılan sporcu antrenmanları) metabolik ve kardiyovasküler sistemde çok sayıda adaptasyona yol açar. Bu adaptasyonlar yalnızca performansı artırmakla kalmaz, aynı zamanda uzun vadeli kardiyometabolik sağlığı da destekler (belanger vd., 2022). Son yıllarda yapılan araştırmalar, bu adaptasyonların yalnızca kas ve kalp gibi tek bir doku ile sınırlı kalmadığını; kas, yağ dokusu, karaciğer, pankreas, bağırsak, beyin ve damar sistemi gibi birçok sistemi de etkilediğini göstermektedir (Ashcroft vd., 2024). Sporcularda kalp ve damar sistemi de egzersize yanıt olarak belirgin adaptasyonlar sergiler (Lanke Vani vd., 2025). Yapılan son çalışmalar bu adaptasyonları hem yapı hem fonksiyon hem de moleküler düzeyde ele almaktadır.

Direnç egzersizleri, kas iskelet sistemine yönelik yüklenmeler yoluyla kas kuvveti ve hacminde artış sağlayabildiği gibi, kardiyorespiratuvar sistem ve metabolik parametreler üzerinde de etki gösterebilir. Sporcularda bu yüklenmeler genellikle yüksek yoğunlukta, programlı ve dönemsel olarak uygulanırken; sedanter bireylerde egzersiz düzeyi düşük, sağlık yönelimli ve genellikle koruyucu niteliktedir. Bu iki uç grup arasındaki farklı uyum yolları, solunum ve dolaşım sistemlerindeki değişimlerle ve kardiyometabolik risk profilindeki iyileşmeler ya da değişimler ile yakından ilişkilidir.

Direnç egzersizleri (RT) geleneksel olarak kas gücü ve hipertrofi için önerilmekle birlikte son 15 yılda yapılan çalışmalar, RT'nin kardiyorespiratuvar parametreler üzerine (özellikle de maksimal oksijen alımı (VO₂max), egzersiz kapasitesi, solunum kas gücü ve bazı kardiyovasküler risk parametreleri) olumlu etkileri olabileceğini göstermiştir (Smart vd., 2022).

Sporcular açısından bakıldığında, yüksek düzeyde performans gereksinimi, solunum ve dolaşım sisteminde spesifik adaptasyonları da beraberinde getirir. Örneğin, bir çalışmada genç basketbolcularda ek direnç antrenmanı yapılması durumunda maksimum oksijen alımı (VO₂max) açısından anlamlı değişim gözlenmemiştir ancak kas kuvvet ve güç artışında artış sağlanmıştır (Ignjatovic vd., 2011). Bu bulgu, yüksek düzey sporcularında direnç antrenmanı ile kardiyorespiratuvar kapasitenin mutlaka artmayabileceğini, ancak kas iskelet ve sinir kas adaptasyonlarının devreye girdiğini göstermektedir. Öte yandan, sedanter bireylerde yapılan çalışmalarda, sekiz haftalık direnç egzersizi programı sonrasında 6 dakikalık yürüme testi skoru gibi solunum fonksiyonlarında anlamlı iyileşmeler olduğu bildirilmiştir (Janyacharoen vd., 2016). Bu durum, düşük aktivite düzeyine sahip bireylerde direnç egzersizinin solunum ve dolaşım sistemine daha belirgin katkı sağlayabileceğini düşündürmektedir. Kardiyometabolik risk faktörleri açısından ise direnç egzersizlerinin yağsız kütle artışı, insülin duyarlılığı artışı, lipid profili düzeltilmesi ve bel çevresi gibi parametrelerde olumlu etkiler yarattığı görülmektedir. Örneğin, bir sistematik derlemede tip 2 diyabetli ve kilolu/obez yetişkinlerde direnç antrenmanının açlık glukozu, HbA_{1c}, total kolesterol ve LDL kolesterol gibi değerlerde anlamlı düşüşler sağladığı gösterilmiştir (Al-Mhanna vd., 2025).

Ayrıca, direnç egzersizlerini aerobik egzersiz ile birlikte ya da tek başına uygulamanın, metabolik sendrom gelişme riskini azalttığına dair epidemiyolojik veriler de mevcuttur: Bir çalışmada, haftada bir saatten az direnç egzersizi yapan bireylerde metabolik sendrom gelişme riskinin %29 oranında daha düşük olduğu saptanmıştır (Bakker vd., 2017). Buradan hareketle, fiziksel aktivite düzeyi düşük bireylerde direnç egzersizi bir tür önleyici strateji olarak değerlendirilebilir.

Yöntem

Bu çalışma, fiziksel aktivite düzeyine göre direnç egzersizlerinin kardiyorespiratuvar ve kardiyometabolik adaptasyonlar üzerindeki etkilerini değerlendiren güncel bilimsel kanıtları derlemeyi amaçlayan nitel bir literatür taramasıdır. Literatür taraması, PubMed, Scopus, Web of Science ve Google

Scholar veri tabanlarında son 15 yılda yayınlanmış makalelerden yapılmıştır. Taramada “resistance training”, “strength exercise”, “cardiorespiratory adaptation”, “cardiometabolic health”, “physical activity level”, “athletes”, ve “sedentary individuals” anahtar sözcükleri ile yayınlanmış ve Türkçe ve İngilizce tam metin makaleler incelenmiştir.

Çalışmaların seçimi sırasında, yalnızca insan denekler üzerinde yapılan, direnç egzersizinin etkilerini doğrudan inceleyen ve kardiyorespiratuvar ya da kardiyometabolik parametreleri raporlayan araştırmalar değerlendirmeye alınmıştır. Derleme, sistematik bir meta analiz olmamakla birlikte, yöntemsel olarak narratif (betimleyici) derleme ilkeleri doğrultusunda yürütülmüştür. Her çalışma, katılımcı özellikleri (sporcu/sedanter), egzersiz protokolü, ölçülen parametreler ve elde edilen sonuçlar açısından karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Çalışmaların seçimi, yapılandırılmış bir literatür tarama süreci izlenerek gerçekleştirilmiştir. Öncelikle PubMed, Scopus ve Web of Science veri tabanlarında son beş yıl içinde yayımlanmış çalışmalar aranmış; “resistance training”, “strength training”, “cardiometabolic”, “cardiorespiratory”, “human participants” anahtar sözcüklerinin çeşitli kombinasyonları kullanılmıştır. Başlık ve özet taraması sonrasında, tam metin incelemeye alınacak çalışmalar için dahil edilme ölçütleri belirlenmiştir: yalnızca insan deneklerle yürütülmüş olması, direnç egzersizinin etkilerini birincil değişken olarak ele alması ve kardiyorespiratuvar veya kardiyometabolik parametrelerin raporlanmış olması. Uygun olmayan örneklemeler (hayvan çalışmaları, kombine egzersiz tasarımları, farmakolojik müdahaleler içeren çalışmalar) araştırmadan çıkarılmıştır. İncelemeye alınan çalışmalar, katılımcı özellikleri (sporcu/sedanter), uygulanan egzersiz protokolü, ölçüm yöntemleri ve bildirilen sonuçlar açısından sistematik bir akışla karşılaştırılmıştır. Derleme bir meta-analiz niteliği taşımamakla birlikte, narratif derleme ilkelerine bağlı kalarak literatürdeki bulgular tutarlı bir yöntemsel yapı içinde sentezlenmiştir.

Araştırma Deseni

Bu araştırma, narratif derleme (narrative review) tasarımına sahiptir. Derlemenin temel amacı, farklı fiziksel aktivite düzeyine sahip bireylerde (sporcular ve sedanterler) direnç egzersizlerinin solunum, dolaşım ve kardiyometabolik sistem üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı bir bakış açısıyla incelemektir.

Araştırma deseni aşağıdaki aşamalara dayanmaktadır:

- **Kapsam Belirleme:** Konu, egzersiz bilimi ve sağlık fizyolojisi çerçevesinde “direnç egzersizi” ve “kardiyometabolik/kardiyorespiratuvar adaptasyonlar” ekseninde sınırlandırılmıştır.
- **Kaynak Taraması:** Belirlenen veri tabanlarında uygun anahtar kelimelerle yapılan taramalar sonucunda toplamda 180’den fazla kayıt incelenmiş, tekrar eden veya kriter dışı çalışmalar elenmiştir.
- **Dahil Edilme Ölçütleri:** (a) İnsan katılımcılar üzerinde yapılmış olması, (b) direnç egzersizi içermesi, (c) solunum, dolaşım veya kardiyometabolik parametreleri değerlendirmesi, (d) sporcu veya sedanter birey örnekleme içermesi.
- **Hariç Tutma Ölçütleri:** Hayvan çalışmaları ve tam metnine ulaşamayan makaleler.
- **Veri Analizi:** Çalışmalar, betimleyici yöntemle içerik analizi yapılarak özetlenmiş; benzer değişkenleri inceleyen araştırmalar tematik olarak gruplanmıştır.

Bu desen doğrultusunda çalışma, mevcut literatürdeki bulguların sentezini sunarak hem sporcu popülasyonu hem de sedanter bireyler için direnç egzersizinin fizyolojik etkilerine ilişkin genel bir çerçeve oluşturmayı hedeflemektedir.

Bulgular

Bu bölümde, önce sporcu gruplarında direnç egzersizinin (DE) kardiyorespiratuvar ve dolaşım sistemleri üzerine etkileri, ardından sedanter bireylerde DE’nin kardiyorespiratuvar ve kardiyometabolik adaptasyonları ele alınacaktır. Her iki başlıkta da ortak ve farklı bulgular vurgulanacak, literatürdeki boşluklara da işaret edilecektir.

Sporcularda Direnç Egzersizinin Kardiyorespiratuvar ve Dolaşım Sistemlerine Etkileri

Sporcular açısından, yüksek düzey fiziksel aktiviteye sahip bireylerin sistemleri hâlihazırda belirli düzeyde uyum göstermiş durumdadır. Bu nedenle direnç egzersizi ek yük olarak sistem üzerine farklı şekillerde etki gösterebilir. Yapılan bir çalışmada, genç erkek basketbolcularda 12 haftalık ek direnç antrenmanı uygulaması sonrasında maksimum oksijen alımı (VO_{2max}) açısından anlamlı değişim gözlenmemiştir (Feng vd., 2024). Ancak kas kuvveti ve güç belirgin olarak artmıştır. Bu bulgu, sporcularda direnç egzersizinin doğrudan kardiyorespiratuvar kapasiteyi yükseltmeyebileceğini, ancak kas iskelet sistemi adaptasyonlarının devreye girdiğini göstermektedir.

Aynı şekilde, yüksek performanslı sporcuların dolaşım sistemi parametreleri de özeldir. Yüksek düzeyde yapılan antrenmanlar kalp debisi, stroke hacmi, kapiller yoğunluğu, miyokardiyal adaptasyonlar gibi değişkenleri etkileyebilir. Bununla birlikte literatürde “sadece direnç egzersizine bağlı” kardiyorespiratuvar adaptasyonlar sporcularda sedanterlere göre görece daha sınırlı raporlanmaktadır. Bu durum, sporcuların başlangıç düzeyinin yüksek olması ve “kendilerini geliştirme marjının” daha sınırlı olmasıyla ilişkilendirilebilir. Yapılan çalışmalar düzenli dayanıklılık antrenmanı yapan sporcularda direnç antrenmanına olan adaptasyonun, kas kütlesi veya yavaş kuvvet üretimi açısından bozulmadan devam ettiği görülse de, yüksek hız ve güç gerektiren adaptasyonların endurance ve strength kombinasyonunda kısıtlandığı gözlenmiştir (Vikmoen vd., 2020). Bir diğer çalışmada; antrenmanlı ve antrenmansız erkek yetişkinler karşılaştırılmış; düşük ve yüksek yükte yapılan direnç antrenmanlarında, kas hipertrofisi açısından yük farkının beklenenden daha az belirleyici olduğu ancak maksimal güç (1RM, izometrik kuvvet) artışında yüksek yükün avantaj sağladığı belirtilmiştir (Lacio vd., 2021).

Bununla birlikte, sporcularda direnç antrenmanının olumsuz etkilerinden de bahsedilmiştir; örneğin aşırı yüksek hacimli veya çok sık dönemsiz direnç antrenmanı uygulamaları kardiyorespiratuvar kapasiteye “karışma” yapabilir (örneğin çok yoğun kuvvet antrenmanı sonrası dinlenme veya toparlanma eksikliği nedeniyle). Ancak sistematik meta analiz düzeyinde “sporcularda direnç egzersizinin kardiyorespiratuvar kapasiteye zarar verdiği” yönünde güçlü kanıt bulunmamaktadır.

Sonuç olarak, sporcularda direnç egzersizinin kas sistemine yönelik adaptasyonları güçlü iken, kardiyorespiratuvar ve dolaşım sistemlerinde net ve büyük değişimler elde edilmesi daha sınırlıdır. Bu da fiziksel aktivite düzeyi yüksek bireylerde “uyum marjı”nın daha dar olmasıyla açıklanabilir.

Tablo 1. Direnç Egzersizi ve Kardiyometabolik/Kardiyorespiratuvar Bulgular

Katılımcılar	Egzersiz Protokolü	Ölçülen Parametreler	Temel Bulgular	Çalışma
Genç basketbolcu sporcular	12 hafta ek direnç antrenmanı	VO_{2max} , kuvvet, güç	VO_{2max} değişmedi; kuvvet ve güç arttı	Feng vd., 2024
Sedanter yetişkinler	8 hafta direnç eğitimi	6MWT, solunum-dolaşım	Solunum parametrelerinde anlamlı gelişme	Janyacharoen vd., 2016
Obez/yetişkinler	12 hafta AG/RG/kombine	Yağ oranı, CRF	DE tek başına da yağ azalması & CRF artışı gösterdi	Ho vd., 2012
Sedanter yetişkinler	Farklı yoğunluklarda RT	Kan basıncı, risk faktörleri	Orta yoğunluk RT kardiyometabolik riskleri azalttı	De Oude vd., 2025
Postmenopozal kadınlar	RT	Lipid profili	HDL ↑, LDL ve TG ↓	He vd., 2023

RT: Resistance training, HDL: High Density Lipoprotein, LDL: Low-density lipoprotein, TG: Triglycerid, AE: Aerobic Group, RG: Resistance Group), CRF: Cardio-Respiratory Fitness, 6MWT: 6-Minute Walk Test.

Tablo 1’de sunulan çalışmaların karşılaştırmalı analizi, direnç egzersizinin etkilerinin katılımcıların fiziksel aktivite düzeyine ve başlangıç fizyolojik profiline göre belirgin biçimde farklılaştığını göstermektedir. Sporcu örneklerinde yapılan çalışmalar, direnç antrenmanının kas kuvveti ve güçte anlamlı artışlar sağladığını, ancak VO_2max gibi ileri düzey kardiyorespiratuvar kapasite göstergelerinde sınırlı değişim yarattığını ortaya koymuştur (Feng vd., 2024). Buna karşılık sedanter yetişkinlerde yürütülen araştırmalar, kısa süreli direnç egzersizi programlarının bile solunum fonksiyonlarında, kardiyorespiratuvar uygunlukta ve vücut kompozisyonunda anlamlı iyileşmeler oluşturduğunu göstermektedir (Janyacharoen vd., 2016; Ho vd., 2012). Ayrıca orta yoğunlukta uygulanan direnç egzersizlerinin kan basıncı ve diğer kardiyometabolik risk faktörlerini azalttığı da gösterilmiş olup, düşük aktivite düzeyine sahip bireylerde metabolik sağlık üzerindeki etkinin daha belirgin olduğu görülmektedir (De Oude vd., 2025). Postmenopozal kadınlarda yapılan çalışmalar ise direnç egzersizinin lipid profili üzerinde olumlu değişimler sağladığını, HDL düzeylerini artırıp LDL ve trigliseritleri azalttığını bildirmektedir (He vd., 2023). Genel olarak tablo, direnç egzersizinin sporcularda performans odaklı; sedanter bireylerde ise sağlık ve metabolik iyileşme odaklı adaptasyonlar yarattığını göstermekte ve fiziksel aktivite düzeyine göre farklılaşan uyum mekanizmalarını desteklemektedir.

RT tek başına bazı çalışmalarda VO_2max ’te küçük-orta büyüklükte artışlar göstermiştir; fakat bu etki genellikle aerobik antrenmana göre daha zayıftır. Örneğin genç sağlıklı bireylerde uzun dönem RT ile VO_2max artışı bildiren çalışmalar vardır (Lo vd., 2011).

Sedanter (Düşük Fiziksel Aktivite Düzeyine Sahip) Bireylerde Direnç Egzersizinin Etkileri

Sedanter bireyler açısından, direnç egzersizi hem kas iskelet sistemi adaptasyonlarının yanı sıra solunum ve dolaşım sistemleri ve kardiyometabolik risk faktörleri üzerinde çok daha belirgin olumlu etkilere sahiptir.

Sedanter bireylerde yapılan çalışmalar, direnç egzersizinin solunum fonksiyonlarında, maximum oksijen alımında ve dolaşım parametrelerinde anlamlı iyileşmeler yaratabildiğini göstermektedir. Yapılan bir çalışmada, direnç egzersiz grubunda tek başına yapılan eğitimle de kardiyorespiratuvar fitness ve body fat/abdominal fat gibi parametrelerde iyileşme gözlenmiştir (Ho vd., 2012). Bu bulgu, düşük fiziksel aktivite düzeyindeki bireylerde sistemin yeni adaptasyona açık olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte literatürde sedanter bireylerde sadece direnç egzersizinin aerobik kapasiteyi ne kadar artırabileceği konusunda farklılıklar mevcuttur. Örneğin, bazı meta-analizler direnç egzersizinin yalnızca aerobik kapasiteyi artırmada aerobik egzersize kıyasla daha sınırlı olduğunu belirtmektedir. Ancak yine de dolaşım ve solunum sistemlerine ilişkin olumlu etkiler yeni başlayan ve düşük aktivite düzeyinde bireylerde net biçimde vardır (De Oude vd., 2025).

VO_2max ve Aerobik Kapasite

- Sporcular: Düzenli yüksek performanslı sporculara eklenen DE genellikle kas kuvveti ve güçte belirgin artış sağlar; fakat VO_2max gibi üst düzey kardiyorespiratuvar kapasite göstergelerinde net veya tutarlı artışlar daha sınırlıdır. Bu durum, sporcuların başlangıç VO_2max değerlerinin yüksek olmasından ve uyum marjının sınırlı olmasından kaynaklanıyor olabilir. Yapılan çalışmalar VO_2max ’te anlamlı değişim bildirmemiştir (Ratamess vd., 2014).

- Sedanter bireyler: DE tek başına bazı çalışmalarda VO_2max üzerinde hafif orta derecede iyileşmeler göstermektedir; ancak aerobik egzersiz kadar tutarlı değildir. Kombine (direnç + aerobik) programlar genellikle VO_2max artışında en etkili yaklaşımdır (Davitt vd., 2014).

Sedanter yetişkinlerde DE’nin spirometrik parametrelere olumlu etkileri bildirilmiştir; bu etki, özellikle başlangıçta düşük pulmoner fonksiyona sahip veya yaşlı popülasyonlarda daha belirgindir. DE’nin solunum kaslarını güçlendirmesi ve egzersiz toleransını artırması olası mekanizmalardır. Sporcularda solunum fonksiyonlarında ek artışlar sınırlı kalmıştır (Hughes vd., 2018). Aerobik egzersizin HRV üzerine olumlu etkileri de literatürde incelenmiştir ve DE’nin etkilerinin daha heterojen olduğu sonucuna varılmıştır (Amekran, 2024). Bazı çalışmalarda yüksek yoğunluk direnç antrenmanının vagal tonu artırdığı ve istirahat kalp hızını düşürdüğü raporlanmıştır; diğer çalışmalar

ise küçük veya karışık etkiler bildirmiştir. Bu alandaki heterojenlik; popülasyon, yaş, cinsiyet ve antrenman yoğunluğu farklarından kaynaklanmaktadır (Lin vd., 2022).

Direnç antrenmanının endotelial fonksiyon üzerine etkileri çalışmalarda değişkenlik göstermiştir; bazı çalışmalar olumlu değişimler gösterirken, bazıları etkisiz veya nötr bulmuştur. Mekanizmalar arasında kan akımındaki değişiklikler, oksidatif stres modülasyonu ve inflamasyon azalması sayılabilir. Genel olarak, düşük orta yoğunluk dinamik direnç antrenmanının vasküler sağlığa katkısı olduğu düşünülmektedir ancak kanıta dayalı kesin parametreler için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. DE, toplam kolesterol, LDL ve trigliseridler üzerinde düşük; HDL üzerinde ise küçük ama pozitif etkiler sağlayabilir. Postmenopozal ve dislipidemi/obezite gibi başlangıç riski yüksek gruplarda etkiler daha belirgindir. Ayrıca CRP gibi inflamasyon göstergelerinde azalma bildiren çalışmalar da vardır; bu, DE'nin sistemik inflamasyonu azaltarak kardiyometabolik risk üzerinde olumlu rol oynayabileceğini düşündürmektedir (He vd., 2023).

DE, yağsız vücut kütlelerini anlamlı şekilde artırırken, yağ kütlelerinde azaltma da sağlayabilir; bu değişiklikler metabolik iyileşmeye katkıda bulunur. Sedanter ve obez popülasyonlarda DE, kilo kaybı diyetiyle birlikte uygulandığında kas korunması ve metabolik iyileşme açısından özellikle değerlidir. Sporcularda ise vücut kompozisyonu, performans hedeflerine göre optimize edilir (Tongwu, ve Chuanwei, 2025). Gözlemsel çalışmalar ve meta analizler, düzenli DE'nin tüm nedenli mortaliteyi azalttığını ve aerobik egzersiz ile birlikte yapıldığında faydanın arttığını göstermiştir. Dose response analizleri haftada 60 dakika civarında direnç antrenmanının maksimum fayda sağladığını öne sürmüştür. Bu bulgu, halk sağlığı önerileri açısından da önemlidir (Shailendra vd., 2022).

Sporcularda DE'nin en belirgin etkisi performans (maksimum kuvvet, güç, güç-dayanıklılık) üzerindedir; kardiyorespiratuvar kapasitede belirgin artışlar sınırlıdır. Sedanter bireylerde ise DE, hem performans hem de sağlık (insülin duyarlılığı, lipid profili, kan basıncı, vücut kompozisyonu) alanlarında daha geniş ve tutarlı faydalar sağlar. Doz, başlangıç durum ve program sürekliliği bu farklılıkları belirleyen ana unsurlardır.

DE'nin insülin direnci, obezite ve hipertansiyon gibi kardiyometabolik risk faktörleri üzerinde anlamlı ama değişken düzeyde etkiler oluşturduğu görülmektedir. Etkinin büyüklüğü popülasyonun başlangıç durumuna, egzersiz protokolüne (yoğunluk-hacim-süre) ve eşlik eden yaşam tarzı değişikliklerine bağlıdır. Obez ya da hipertansif bireylerde DE'nin etkisi daha belirgin iken, sağlıklı ve aktif bireylerde bu tür etkiler daha sınırlı olabilir. Yaşla birlikte, obezite ve fiziksel aktivite eksikliği insülin direncinin artmasına yol açmaktadır. Yapılan bir Meta analizde, direnç egzersizinin özellikle yaşlı erişkinlerde insülin duyarlılığını anlamlı şekilde iyileştirdiğini görülmüştür (Li vd., 2021). Ayrıca, tip 2 diyabetli bireylerde DE'nin açlık insülin, HOMA-IR ve HbA_{1c} değerlerini düşürdüğü sistematik derlemede gösterilmiştir (Wang vd., 2025). Bu bulgular, DE'nin kas kütleleri artışı, glukoz taşıyıcı aktivitesi ve insülin sinyalizasyonu gibi mekanizmalar yoluyla insülin direncine karşı koruyucu rol oynayabileceğini düşündürmektedir. Obezite durumunda DE'nin tek başına vücut ağırlığını anlamlı derecede azaltmadığı, ancak yağsız kütleleri koruma ve yağ kütlelerinde azalma sağlama açısından daha etkili olduğu görülmüştür (Binmahfoz vd., 2025). Ayrıca, daha geniş meta analizde kilolu/obez bireylerde yalnız DE veya aerobik egzersizle yağ oranı ve vücut yağ kütlelerinde anlamlı düşüşler gözlenmiştir (Lopez vd., 2022).

Obezite epidemisi, metabolik hastalıklar (tip 2 diyabet, dislipidemi, hipertansiyon) ve kardiyovasküler morbidite ile yakından ilişkilidir. Egzersiz müdahaleleri; enerji dengesini etkileme, yağ kütlelerini azaltma ve yağsız kütleleri koruma yoluyla obezite yönetiminde temel bir unsur olarak kabul edilmektedir. Birçok meta analiz ve sistematik derleme, aerobik egzersizin kilo kaybı ve visseral yağ azaltımı konusunda tutarlı faydalar gösterdiğini, direnç antrenmanının ise özellikle yağsız kütlelerin korunması ve bölgesel yağ üzerinde olumlu etkiler sağladığını rapor etmektedir. Aerobik ile karşılaştırıldığında RT (resistance training) tek başına genellikle daha az beden ağırlığı kaybı üretirken, yağsız kütlede korunma ve metabolik faydalar açısından önemli katkı sunar (Jayedi vd., 2024).

RT'nin insülin direnci ve glukoz metabolizması üzerine etkileri de meta analitik düzeyde incelenmiştir. Fazla kilolu/obez erişkinlerde yapılan çalışmalar RT'nin HOMA-IR, açlık insülin ve HbA_{1c} düzeylerinde

iyileşmeler sağladığını göstermektedir; bazı analizler RT'nin bu etkisinin özellikle <40 yaş ve erkek katılımcılarda daha belirgin olduğunu ileri sürmüştür. Mekanistik olarak artan kas kütlesi, GLUT4 ekspresyonu ve egzersizle uyarılan insülin bağımsız glukoz alımı bu etkiye aracılık edebilir. Bu bulgular, RT'nin obezite ile ilişkili insülin direncinin azaltılmasında değerli bir strateji olduğunu destekler (Boyer vd., 2023).

Bununla birlikte, egzersiz türleri arası karşılaştırmalar visseral yağ (VAT) üzerinde farklı sonuçlar vermektedir. Son çalışmalar ve meta analizler genelde yüksek yoğunluk aerobik egzersizin VAT'ı azaltmada en etkili olduğunu, RT'nin tek başına daha sınırlı ama yine de belirgin azalma sağlayabildiğini raporlamaktadır. Ancak RT + Aerobik egzersiz (AE) kombine programları, hem VAT hem de vücut kompozisyonu iyileştirmesinde genellikle en tutarlı sonuçları vermektedir. Klinik uygulamada beslenme/diyetle birlikte RT uygulanması yağ kaybını artırmasa da yağsız kütlelin korunmasını sağlayarak metabolik sağlığı desteklemektedir (Chen vd., 2024).

Uzun dönem faydalar ve sürdürülebilirlik açısından bazı çalışmalar RT'nin kilo yönetiminde bağımsız etkinliğinin sınırlı olduğunu, ancak RT ile kazanılan kas kitlesinin bazal metabolik hızı (REE) koruyarak yeniden kilo alımını önlemede rol oynayabileceğini göstermiştir. Rastgele kontrollü çalışmalarda diyet + RT kombinasyonu, tek başına diyet'e göre yağ kaybını benzer düzeyde sağlarken yağsız kütlelin korunmasında üstünlük göstermiştir; bu da obezite yönetiminde RT'yi "koruyucu" bir strateji haline getirmektedir (Miller vd., 2018).

Hipertansiyonun önlenmesi ve tedavisinde yaşam tarzı müdahaleleri temel stratejiler arasında yer alır; egzersiz bu stratejinin çekirdek bileşenidir. Hem epidemiyolojik çalışmalardan hem de randomize kontrollü çalışmalar ve meta analizlerden elde edilen kanıtlar, düzenli fiziksel aktivitenin hem başlangıç kan basıncını düşürdüğünü hem de antihipertansif tedaviye katkı sağladığını göstermektedir. Örneğin kapsamlı derlemeler, aerobik egzersizin (orta yüksek yoğunluk) hipertansif kişilerde sistolik ve diyastolik basıncı anlamlı şekilde azalttığını raporlamıştır; bunun mekanizmaları arasında vasküler adaptasyonlar, periferik direnç azalması ve vazoaaktif maddelerin dengelenmesi sayılmaktadır (Fu vd., 2022).

Dinamik direnç antrenmanının hipertansiyon yönetimindeki rolü uzun süre tartışmalı olsa da, son yıllarda yapılan meta analizler RT'nin de hem Sistolik kan basıncı (SBP) hem Diyastolik kan basıncı (DBP) üzerinde düşürücü etkileri olduğunu göstermiştir. Özellikle hipertansif katılımcılarda yapılan çalışmalar, RT'nin istirahat kan basıncını anlamlı biçimde azaltabildiğini ve yaşlı erişkinlerde etki büyüklüğünün daha belirgin olabileceğini bildirmektedir. RT'nin faydası, kas kütlesinin artmasıyla metabolik iyileşme, insülin duyarlılığı artışı ve vücut kompozisyonundaki olumlu değişimlerle dolaylı ilişki kurabilmektedir (Correia vd., 2023).

İzometrik direnç egzersizi son dönemde dikkat çeken ve kan basıncını düşürmede tutarlı sonuçlar veren bir modalitedir. Çok sayıda meta analiz ve randomize çalışma, haftalar ve aylar içinde izometrik antrenmanın SBP ve DBP'de belirgin düşümlere yol açtığını; bazı incelemelerde izometrik protokollerin diğer modalitelere kıyasla eşit ya da daha üstün etki gösterdiğini raporlamıştır. İzometrik uygulamaların klinikte kullanım kolaylığı (kısa süreli, düşük ekipman ihtiyacı) ve düşük kardiyovasküler yükü, özellikle ilaç ve hareket kısıtlılığı olan hastalarda pratik avantaj sağlar. Ancak protokol standardizasyonu ve uzun dönem güvenlik verileri hala geliştirilmeye açıktır (Nemoto vd., 2021).

Tartışma ve Sonuç

Bu derleme çalışmasında, farklı fiziksel aktivite düzeylerine sahip bireylerde (yüksek düzey aktif sporcular vs. düşük düzey aktif/sedanter bireyler) direnç egzersizlerinin kardiyorespiratuvar ve kardiyometabolik adaptasyonları karşılaştırılmıştır. Bulgularımız bize, direnç egzersizinin (DE) hem performans hem de sağlık açısından önemli potansiyel taşıdığını göstermektedir; ancak bu potansiyelin görünürlüğü, başlangıç fiziksel aktivite düzeyi, antrenman protokolü ve hedeflenen parametreye bağlı olarak değişmektedir. Yüksek aktivite düzeyine sahip sporcular, zaten yüksek düzeyde uyum göstermiş solunum-dolaşım ve metabolik sistemlere sahip olabilirler; bu durumda DE ek bir uyum marjı sunabilir fakat bu marj sınırlı olabilir. Öte yandan, sedanter bireylerde sistem hala

daha “uyuma açık” olduğundan, DE ile daha belirgin değişimler gözlenmiştir. Bu durum literatürde de desteklenmektedir:

Uygulama önerileri

- Sedanter bireylerde DE programı başlatılırken düşük orta yoğunluk, haftada 2-3 seans, toplam yük kademeli artırım gibi bir yaklaşım önerilebilir. Bu adaptasyon sürecini destekler, sakatlanma riskini düşürür ve kardiyometabolik faydaları artırabilir.
- Sporcular için DE programı, antrenman dönemleşme ilkelerine (periodizasyon) uygun olmalı, kardiyorespiratuvar kapasiteyi bozmayacak şekilde dengelenmeli ve kuvvet güç adaptasyonları ile kardiyometabolik faydaların birlikte yürütülmesi hedeflenmelidir.

Her iki grupta da DE'nin sürdürülebilirliği ve uzun dönem etkileri önemlidir. Özellikle kardiyometabolik risk faktörlerinin iyileşmesi genellikle haftalar ve hatta aylar gerektirirken, güçlü kas adaptasyonları ve performans kazanımları uzun süreç alabilir.

Direnç egzersizleri, hem sporcularda hem de sedanter bireylerde çok boyutlu fizyolojik adaptasyonlar oluşturan güçlü bir antrenman türüdür. Ancak bu adaptasyonların tipi ve büyüklüğü, bireylerin başlangıçtaki fiziksel aktivite düzeyi, antrenman yoğunluğu, süresi ve sıklığı gibi değişkenlere bağlı olarak farklılık göstermektedir. Sporcularda direnç egzersizleri öncelikle kas kuvveti, güç ve performans parametrelerinde iyileşmeler sağlarken, kardiyorespiratuvar ve kardiyometabolik göstergelerdeki artışlar sınırlı düzeydedir. Sedanter bireylerde ise düzenli ve kademeli uygulanan direnç egzersizleri, kardiyometabolik sağlık üzerinde belirgin faydalar sunmakta; kan basıncı, insülin duyarlılığı, lipid profili ve vücut kompozisyonu gibi temel risk faktörlerinde de anlamlı iyileşmeler sağlamaktadır.

Bu bağlamda, direnç egzersizleri sadece kas kuvvetini geliştiren bir araç değil, aynı zamanda metabolik sağlık, kardiyovasküler koruma ve genel yaşam kalitesini artıran etkili bir stratejidir. Gelecekteki araştırmaların, fiziksel aktivite düzeyine göre programlanmış direnç egzersizlerinin uzun dönemli adaptasyonlarını, mekanistik temellerini ve sürdürülebilir etkilerini incelemesi gerekmektedir. Sonuç olarak, fiziksel aktivite düzeyine göre bireyselleştirilmiş direnç egzersizi programları, hem performansın geliştirilmesi hem de kardiyometabolik sağlığın korunması açısından en etkili yaklaşımı temsil etmektedir.

Kaynakça

- Al-Mhanna, S. B., Franklin, B. A., Jakicic, J. M., Stamatakis, E., Pescatello, L. S., Riebe, D., ... & Batrakoulis, A. (2025). Impact of resistance training on cardiometabolic health-related indices in patients with type 2 diabetes and overweight/obesity: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British journal of sports medicine*, 59(10), 733-746.
- Amekran, Y. (2024). Effects of exercise training on heart rate variability in healthy adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Cureus*, 16(6).
- Ashcroft, S. P., Stocks, B., Egan, B., & Zierath, J. R. (2024). Exercise induces tissue-specific adaptations to enhance cardiometabolic health. *Cell metabolism*, 36(2), 278-300.
- Bakker, E. A., Lee, D. C., Sui, X., Artero, E. G., Ruiz, J. R., Eijsvogels, T. M., ... & Blair, S. N. (2017, August). Association of resistance exercise, independent of and combined with aerobic exercise, with the incidence of metabolic syndrome. In *Mayo Clinic Proceedings* (Vol. 92, No. 8, pp. 1214-1222). Elsevier.
- Belanger, M. J., Rao, P., & Robbins, J. M. (2022). Exercise, physical activity, and cardiometabolic health: Pathophysiologic insights. *Cardiology in review*, 30(3), 134-144.
- Binmahfoz, A., Dighriri, A., Gray, C., & Gray, S. R. (2025). Effect of resistance exercise on body composition, muscle strength and cardiometabolic health during dietary weight loss in people living with overweight or obesity: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 11(3).
- Boyer, W., Toth, L., Brenton, M., Augé, R., Churilla, J., & Fitzhugh, E. (2023). The role of resistance training in influencing insulin resistance among adults living with obesity/overweight without

- diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Obesity research & clinical practice*, 17(4), 279-287.
- Chen, X., He, H., Xie, K., Zhang, L., & Cao, C. (2024). Effects of various exercise types on visceral adipose tissue in individuals with overweight and obesity: A systematic review and network meta-analysis of 84 randomized controlled trials. *Obesity Reviews*, 25(3), e13666.
- Correia, R. R., Veras, A. S. C., Tebar, W. R., Rufino, J. C., Batista, V. R. G., & Teixeira, G. R. (2023). Strength training for arterial hypertension treatment: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Scientific reports*, 13(1), 201.
- Davitt, P. M., Pellegrino, J. K., Schanzer, J. R., Tjonas, H., & Arent, S. M. (2014). The effects of a combined resistance training and endurance exercise program in inactive college female subjects: does order matter?. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(7), 1937-1945.
- De Oude, K. I., Elbers, R. G., Gerger, H., Maes-Festen, D. A., & Oppewal, A. (2025). The effect of different resistance exercise training intensities on cardiovascular risk factors: a systematic review and meta-analysis. *European Heart Journal Open*, 5(5), oeaf093.
- Feng, W., Wang, F., Han, Y., & Li, G. (2024). RETRACTED: The effect of 12-week core strength training on dynamic balance, agility, and dribbling skill in adolescent basketball players. *Heliyon*, 10(6).
- Fu, Y., Feng, Q., Wei, Y., Fan, L., Pan, Y., Ji, J., & Lin, C. (2022). Meta-Analysis of the Effect of Aerobic Training on Blood Pressure in Hypertensive Patients. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2022(1), 9281661.
- He, M., Hu, S., Wang, J., Wang, J., Găman, M. A., Hariri, Z., & Tian, Y. (2023). Effect of resistance training on lipid profile in postmenopausal women: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 288, 18-28.
- Ho, S. S., Dhaliwal, S. S., Hills, A. P., & Pal, S. (2012). The effect of 12 weeks of aerobic, resistance or combination exercise training on cardiovascular risk factors in the overweight and obese in a randomized trial. *BMC public health*, 12(1), 704.
- Hughes, D. C., Ellefsen, S., & Baar, K. (2018). Adaptations to endurance and strength training. *Cold Spring Harbor perspectives in medicine*, 8(6), a029769.
- Ignjatovic, A., Radovanovic, D., Stankovic, R., Marković, Z., & Kocic, J. (2011). Influence of resistance training on cardiorespiratory endurance and muscle power and strength in young athletes. *Acta Physiologica Hungarica*, 98(3), 305-312.
- Janyacharoen, T., Thayon, M., Bushong, W., Jaikla, N., & Sawanyawisuth, K. (2016). Effects of resistance exercise on cardiopulmonary factors in sedentary individuals. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(1), 213-217.
- Jayedi, A., Soltani, S., Emadi, A., Zargar, M. S., & Najafi, A. (2024). Aerobic exercise and weight loss in adults: a systematic review and dose-response meta-analysis. *JAMA Network Open*, 7(12), e2452185-e2452185.
- Lacio, M., Vieira, J. G., Trybulski, R., Campos, Y., Santana, D., Filho, J. E., ... & Wilk, M. (2021). Effects of resistance training performed with different loads in untrained and trained male adult individuals on maximal strength and muscle hypertrophy: A systematic review. *International journal of environmental research and public health*, 18(21), 11237.
- Lanke Vani, M., Neeraja, M., & Rao, P. (2025). Cardiovascular Adaptations to Exercise: A Systematic Review of Molecular, Structural, and Functional Changes in Response to Different Training Modalities. *European Journal of Cardiovascular Medicine*, 15, 511-516.
- Li, J., Li, J., & Lu, Y. (2021). Effects of resistance training on insulin sensitivity in the elderly: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 19(4), 241-251.
- Lin, L. L. C., Chen, Y. J., Lin, T. Y., & Weng, T. C. (2022). Effects of resistance training intensity on heart rate variability at rest and in response to orthostasis in middle-aged and older adults. *International journal of environmental research and public health*, 19(17), 10579.
- Lo, M. S., Lin, L. L., Yao, W. J., & Ma, M. C. (2011). Training and detraining effects of the resistance vs. endurance program on body composition, body size, and physical performance in young men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(8), 2246-2254.
- Lopez, P., Taaffe, D. R., Galvão, D. A., Newton, R. U., Nonemacher, E. R., Wendt, V. M., ... & Rech, A. (2022). Resistance training effectiveness on body composition and body weight outcomes in individuals with overweight and obesity across the lifespan: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 23(5), e13428.
- Miller, T., Mull, S., Aragon, A. A., Krieger, J., & Schoenfeld, B. J. (2018). Resistance training combined with diet decreases body fat while preserving lean mass independent of resting metabolic rate: A randomized trial. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 28(1), 46-54.

- Nemoto, Y., Satoh, T., Takahashi, T., Hattori, T., Konno, S., Suzuki, S., ... & Munakata, M. (2021). Effects of isometric handgrip training on home blood pressure measurements in hypertensive patients: a randomized crossover study. *Internal Medicine*, 60(14), 2181-2188.
- Ratamess, N. A., Rosenberg, J. G., Kang, J., Sundberg, S., Izer, K. A., Levowsky, J., ... & Faigenbaum, A. D. (2014). Acute oxygen uptake and resistance exercise performance using different rest interval lengths: The influence of maximal aerobic capacity and exercise sequence. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(7), 1875-1888.
- Shailendra, P., Baldock, K. L., Li, L. K., Bennie, J. A., & Boyle, T. (2022). Resistance training and mortality risk: a systematic review and meta-analysis. *American journal of preventive medicine*, 63(2), 277-285.
- Smart, T. F., Doleman, B., Hatt, J., Paul, M., Toft, S., Lund, J. N., & Phillips, B. E. (2022). The role of resistance exercise training for improving cardiorespiratory fitness in healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. *Age and ageing*, 51(6), afac143.
- Tongwu, Y., & Chuanwei, D. (2025). The effectiveness of metabolic resistance training versus traditional cardio on athletic performance: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 16, 1551645.
- Vikmoen, O., Raastad, T., Ellefsen, S., & Rønnestad, B. R. (2020). Adaptations to strength training differ between endurance-trained and untrained women. *European journal of applied physiology*, 120(7), 1541-1549.
- Wang, J., Fan, S., & Wang, J. (2025). Resistance training enhances metabolic and muscular health and reduces systemic inflammation in middle-aged and older adults with type 2 diabetes: a meta-analysis. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 112941.