

Obezite Modellerinde Farklı Egzersiz Müdahalelerinin Glukoz Metabolizması Belirteçleri Üzerindeki Etkileri: Son 5 Yılın Sistematik Derlemesi

The Effects of Different Exercise Interventions on Glucose Metabolism Markers in Obese Models: A Systematic Review of the Past 5 Years

Yunus GENÇ¹, Halil İbrahim GENÇ², Sezgin HEPSERT^{3*}

*Correspondence:

Sezgin Hepsert

sezginnepsert@gmail.com

¹ Bingöl Üniversitesi, Bingöl
Sosyal Bilimler Meslek
Yüksekokulu,
ygenc@bingol.edu.tr,
Orcid: 0000-0003-3213-2828

² Sakarya Uygulamalı Bilimler
Üniversitesi,
halilgenc@subu.edu.tr,
Orcid: 0000-0003-2303-0758

³ Serbest Araştırmacı,
sezginnepsert@gmail.com,
Orcid: 0000-0002-4299-8548



<https://doi.org/10.5281/zenodo.21250544>

Received / Gönderim: 29.04.2026

Accepted / Kabul: 17.06.2026

Published / Yayın: 23.06.2026

Volume 3, Issue 2, June, 2026

Cilt 3, Sayı 2, Haziran, 2026

How to Cite This Article

APA 7

Genç, Y., Genç H.I., & Hepsert, H. (2026). Spor Bilimleri Fakültelerinde Öğrenim Gören Üniversite Obezite Modellerinde Farklı Egzersiz Müdahalelerinin Glukoz Metabolizması Belirteçleri Üzerindeki Etkileri: Son 5 Yılın Sistematik Derlemesi. *International Journal of Health, Exercise, and Sport Sciences (IJOSS)*, 3(2), 707–716. <https://www.ijoss.org/Archive/v3-i2/ijoss-Volume3-issue2-21.pdf>

Vancouver

Genç Y., Genç H.I., Hepsert H. Obezite Modellerinde Farklı Egzersiz Müdahalelerinin Glukoz Metabolizması Belirteçleri Üzerindeki Etkileri: Son 5 Yılın Sistematik Derlemesi. *Int J Health Exerc Sport Sci (IJOSS)*. 2026;3(2):707–716. Available from: <https://www.ijoss.org/Archive/v3-i2/ijoss-Volume3-issue2-21.pdf>

Abstract

Obezite, insülin sinyal mekanizmalarındaki bozulmalar neticesinde glukoz homeostazının kaybına ve sistemik metabolik disfonksiyona yol açan küresel bir sağlık sorunudur. Bu sistematik derlemenin amacı, obezite modellerinde uygulanan farklı kronik egzersiz müdahalelerinin; temel glukoz metabolizması belirteçleri üzerindeki etkilerini son 5 yılın verileri ışığında sentezlemek ve bu müdahalelerin göreceli etkinliğini değerlendirmektir. Çalışma, PRISMA 2020 kılavuzlarına uygun olarak yürütülmüştür. Ocak 2020 ile Aralık 2024 tarihleri arasında PubMed, Scopus ve Web of Science veritabanlarında kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Dahil etme kriterlerini karşılayan; obezite modellerinde en az 4 hafta süren kronik egzersiz protokollerini içeren ve spesifik glukoz metabolizması belirteçlerini nicel olarak raporlayan 11 çalışma analiz kapsamına alınmıştır. Seçilen çalışmaların metodolojik kalitesi SYRCLC ölçeği ile değerlendirilmiş ve bulgular nitel sentez yöntemiyle karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. İncelenen kanıtlar, tüm egzersiz modalitelerinin obeziteye bağlı glisemik bozulmaları iyileştirmede istatistiksel olarak anlamlı etkiler gösterdiğini doğrulamıştır. Yüksek Yoğunluklu İnterval Antrenmanların, özellikle insülin direnci indeksi ve dinamik glukoz toleransı üzerinde orta şiddetli sürekli egzersizlere oranla daha kısa sürede belirgin bir üstünlük sağladığı saptanmıştır. Kronik aerobik egzersizlerin açlık kan glukozunun uzun dönemli stabilizasyonunda; direnç egzersizlerinin ise kas kütlesi aracılığıyla glukoz depolama kapasitesini artırarak postprandiyal glisemi yönetiminde efektif olduğu belirlenmiştir. Kronik egzersiz müdahaleleri, obezite modellerinde glukoz metabolizması belirteçlerini normalize eden etkili non-farmakolojik stratejilerdir. Maksimal glisemik kontrol için HIIT'in metabolik uyarıcı gücü ile aerobik ve direnç egzersizlerinin sistemik adaptasyon etkilerini birleştiren multidisipliner protokollerin en yüksek tedavi edici potansiyele sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Obezite, Glukoz Metabolizması Belirteçleri, İnsülin Direnci, HOMA-IR, Kronik Egzersiz, Sistematik Derleme.

ABSTRACT

Obesity is a global health problem that leads to impaired glucose homeostasis and systemic metabolic dysfunction as a result of disruptions in insulin signaling mechanisms. The aim of this systematic review is to synthesize the effects of various chronic exercise interventions applied in obesity models on key glucose metabolism markers based on data from the past 5 years and to evaluate the relative efficacy of these interventions. The study was conducted in accordance with the PRISMA 2020 guidelines. A comprehensive literature search was conducted in the PubMed, Scopus, and Web of Science databases between January 2020 and December 2024. Eleven studies that met the inclusion criteria—including chronic exercise protocols lasting at least 4 weeks in obesity models and quantitatively reporting specific glucose metabolism markers—were included in the analysis. The methodological quality of the selected studies was assessed using the SYRCLC scale, and the findings were analyzed comparatively using a qualitative synthesis method. The reviewed evidence confirmed that all exercise methods demonstrated statistically significant effects in improving obesity-related glycemic disorders. It was found that High-Intensity Interval Training (HIIT) provides a distinct advantage over moderate-intensity continuous exercise in a shorter timeframe, particularly regarding the insulin resistance index and dynamic glucose tolerance. It was determined that chronic aerobic exercise is effective in the long-term stabilization of fasting blood glucose, while resistance exercise is effective in managing postprandial glycemia by increasing glucose storage capacity through muscle mass. Chronic exercise interventions are the most effective non-pharmacological strategies for normalizing glucose metabolism markers in obesity models. It has been concluded that multidisciplinary protocols combining the metabolic stimulatory power of HIIT with the systemic adaptive effects of aerobic and resistance exercises possess the highest therapeutic potential for achieving optimal glycemic control.

Keywords: Obesity, Glucose Metabolism Markers, Insulin Resistance, HOMA-IR, Chronic Exercise, Systematic Review.

<https://www.ijoss.org/Archive/v3-i2/ijoss-Volume3-issue2-21.pdf>

GİRİŞ

Obezite ve metabolik sendrom, yalnızca metabolik hastalıkların gelişiminde değil, aynı zamanda bireylerin yaşam kalitesi, beslenme davranışları ve fiziksel aktivite düzeyleri üzerinde de belirleyici rol oynayan önemli halk sağlığı sorunları arasında yer almaktadır (Sezer ve ark., 2024; Hepsert, vd., 2024; Yel vd. 2024; Çakır & Coşkuntürk, 2022). Bu doğrultuda obezite, son yıllarda dünya genelinde görülme sıklığının giderek artması nedeniyle dikkat çeken ve çok yönlü etkileri nedeniyle önemle ele alınması gereken bir halk sağlığı problemi olarak değerlendirilmektedir (Coşkuntürk vd., 2023). Tip 2 diyabet gibi diğer hastalıkların gelişiminde de temel risk faktörleri arasında sayılmaktadır. Artmış yağ dokusu; inflamasyon, oksidatif stres ve adipokin dengesizliği gibi mekanizmalar yoluyla insülin sinyal iletimini bozmakta ve insülin direnci oluşumuna yol açmaktadır. Bu durum ise beraberinde periferik dokularda glukoz alımının azalması ve hepatik glukoz üretiminin artması ile karakterize metabolik bozuklukları tetiklemektedir (Choo, Ravi ve Subramaniyan, 2026). Glukoz metabolizmasının değerlendirilmesi aşamasında açlık kan glukozu ve insülin seviyesi temel biyokimyasal göstergeler arasında sayılmaktadır. Ayrıca, insülin direncinin nicel olarak değerlendirilmesinde Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance (HOMA-IR) ve oral glukoz tolerans testi (OGTT) önemli birer indeks olarak dikkat çekmektedir. Bu parametrelerin birlikte kullanımı, glukoz homeostazının hem statik hem de dinamik bileşenlerinin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesini kolaylaştırmaktadır (Kazeminasab vd., 2023).

Egzersiz, obeziteye bağlı metabolik bozuklukların önlenmesi ve tedavisinde aşamasında en etkili non-farmakolojik müdahalelerden biri olarak kabul görmektedir. Özellikle kronik egzersiz müdahale protokollerinin, akut egzersize kıyasla daha kalıcı metabolik adaptasyonlar oluşturduğu ve insülin duyarlılığını artırarak glukoz metabolizmasında normale dönüşü hızlandırdığı bildirilmektedir (Kılıç vd., 2025). Randomize kontrollü çalışmaların sistematik analizleri, düzenli egzersizin insülin aracılı glukoz kullanımını anlamlı seviyede yükselttiğini ve genel insülin duyarlılığını geliştirdiğini raporlamaktadır (Rebello vd., 2023; Hepsert vd., 2026). Ayrıca egzersizin, iskelet kasında GLUT4 ekspresyonunu artırması, AMP-aktive protein kinaz (AMPK) yollarını aktive etmesi ve mitokondriyal fonksiyonları iyileştirmesi gibi mekanizmalar vasıtasıyla glukoz metabolizması üzerinde olumlu yansımalar oluşturduğu savunulmaktadır (Lin vd., 2024). Farklı egzersiz türlerinin (aerobik, direnç ve yüksek yoğunluklu aralıklı egzersiz [HIIT]) glukoz metabolizması üzerindeki etkilerinin homojen olmadığı ve bu egzersiz modellerinin farklı fizyolojik ve moleküler adaptasyonların oluşmasında etkili olduğu açıklanmaktadır. Kronik egzersizlerin oksidatif kapasiteyi artırarak glukoz kullanımında iyileşme sağladığı, direnç egzersizlerinin kas kütlesini artırarak glukoz depolanmasını kolaylaştırdığı ve HIIT protokollerinin kısa sürede insülin duyarlılığında belirgin iyileşmeler sağladığı açıklanmaktadır (Clayton ve Murray, 2024; Öner ve Yasul, 2022).

Literatürde farklı egzersiz metotlarının insan ve hayvan örneklemeleri üzerinde obezite belirteçleri üzerindeki etki mekanizmalarının sınındığı araştırmalar mevcuttur. Nitekim, bu egzersiz türlerinin özellikle obezite bağlamında glukoz metabolizması

üzerindeki karşılaştırmalı etkilerini sistematik olarak değerlendiren çalışmaların sınırlı olduğu dikkat çekmektedir. Bu doğrultuda, mevcut sistematik derlemenin amacı, obezite modellerinde uygulanan kronik egzersiz müdahalelerinin hedef parametreler üzerindeki etkilerini incelemek ve farklı egzersiz türlerinin bu metabolik belirteçler üzerindeki göreceli etkinliğini karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir. Bu çalışmanın, egzersiz reçetelendirilmesine yönelik kanıta dayalı yaklaşımların geliştirilmesine katkı sağlaması ve obeziteye bağlı metabolik bozuklukların yönetiminde en etkili egzersiz stratejilerinin belirlenmesine ışık tutması öngörülmektedir.

YÖNTEM

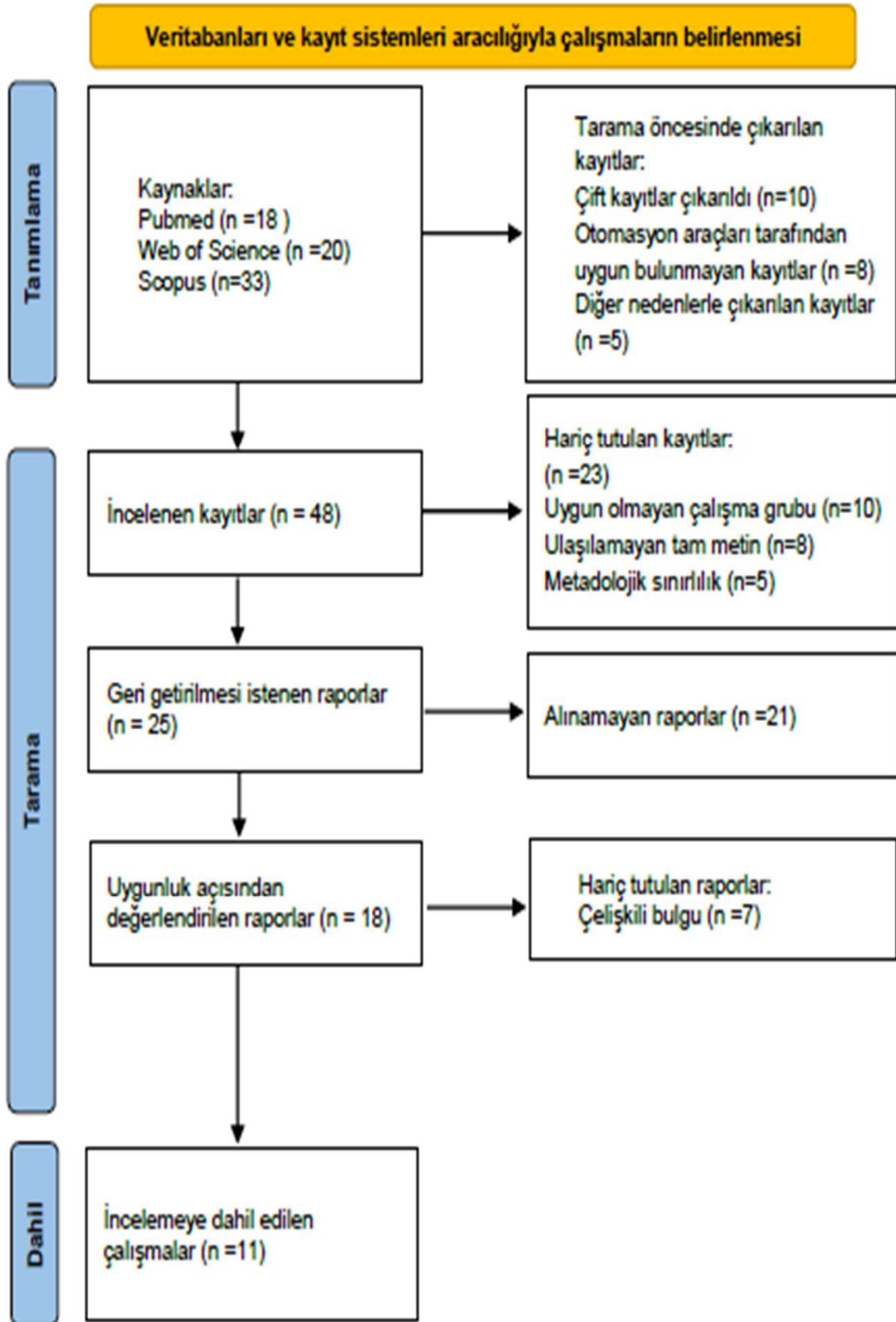
Veri Kaynakları ve Arama Stratejisi

Bu sistematik inceleme ve meta-analiz, PRISMA 2020 kılavuzlarında belirtilen metodolojik standartlara uygun olarak yürütülmüştür (Page vd., 2021). Sistematik literatür taramaları, 10 Ocak 2026 ile 10 Nisan 2026 tarihleri arasında PubMed, Scopus ve Web of Science veritabanlarında gerçekleştirilmiştir. Arama stratejisi; obezite modellerini (obesity, obese, overweight, high fat diet), egzersiz müdahalelerini (exercise, physical activity, aerobic training, resistance training, HIIT, interval training, chronic exercise) ve metabolik sonuç parametrelerini (glucose metabolism, insulin resistance, HOMA-IR, OGTT, fasting blood glucose, insulin sensitivity) içeren anahtar kelimelerin Boolean operatörleri (AND/OR) ile birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Aramalar, 1 Ocak 2021 ile 01 Ocak 2026 tarihleri arasında yayınlanmış, hakemli ve tam metni ulaşılabilir makalelerle sınırlandırılmıştır.

Çalışma Seçim Süreci

Elde edilen çalışmaların seçim süreci, PRISMA 2020 standartları doğrultusunda aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Tanımlama aşamasında; Pubmed (n=18), Web of Science (n=20) ve Scopus (n=33) veritabanları aracılığıyla toplam 71 kayıt belirlenmiştir. Tarama öncesinde; mükerrer olan 10 kayıt, otomasyon araçları tarafından uygun bulunmayan 8 kayıt ve diğer nedenlerle dışlanan 5 kayıt olmak üzere toplam 23 çalışma elenmiştir. Geriye kalan 48 kayıt, başlık ve özet düzeyinde taranmış; bu süreçte uygun olmayan çalışma grubu (n=10), ulaşılabilen tam metin (n=8) ve metodolojik sınırlılık (n=5) gerekçeleriyle 23 kayıt daha hariç tutulmuştur.

Sürecin devamında, geri getirilmesi istenen 25 raporun tam metnine ulaşmaya çalışılmış ancak 21 rapora ulaşamadığı kaydedilmiştir. Uygunluk açısından detaylıca incelenen 18 rapor üzerinde yapılan analizler sonucunda, çelişkili bulgular içeren 7 çalışma daha dışlanmıştır. Tüm bu elemeler neticesinde, metodolojik kriterleri karşılayan ve sistematik inceleme kapsamına alınan toplam 11 çalışma nihai sentez aşamasına dahil edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. PRISMA 2020 akış diyagramı.

Veri Ekstraksiyonu

Dahil edilen çalışmalardan veri çıkarımı süreci, araştırmanın amacına uygun olarak önceden yapılandırılmış standart bir veri ekstraksiyon formu aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Her bir çalışmadan; birinci yazarın soyadı, yayın yılı, kullanılan hayvan modeli, obezite indüksiyon yöntemi, uygulanan egzersiz müdahalesinin spesifik özellikleri ile ilgili temel bilgiler sistematik olarak kaydedilmiştir. Analiz aşamasında ise glukoz metabolizması ve insülin duyarlılığını temsil eden ana çıktı parametreleri olan açlık kan glukozu, serum insülin düzeyleri, HOMA-IR indeksi ve oral OGTT sonuçları nicel veriler olarak formlara işlenmiştir. Veri toplama sürecinde oluşabilecek hataları en aza indirmek amacıyla, çıkarılan veriler bağımsız olarak kontrol edilmiş ve tutarsızlıklar orijinal metinlere tekrar başvurularak giderilmiştir (Page vd., 2021).

Çalışmaların Kalite Değerlendirmesi

İncelemeye dahil edilen araştırmaların metodolojik kalitesi ve yanlılık riski, hayvan deneyleri için özel olarak geliştirilmiş olan SYRCLE (Systematic Review Centre for Laboratory Animal Experimentation) ölçeği kullanılarak titizlikle değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme kapsamında; grupların oluşturulmasındaki rastgelelik, hayvanların barındırılma ve bakım koşulları çıktıların ölçüm yöntemleri, veri kayıpları ve seçici raporlama gibi kritik alanlar analiz edilmiştir. Her bir kriter, ilgili çalışma için "düşük risk", "yüksek risk" veya "belirsiz risk" şeklinde kategorize edilerek raporlanmıştır. Bu süreç, sentezlenen kanıtların bilimsel güvenilirliğini saptamak ve çalışmaların metodolojik zayıflıklarının sonuçlar üzerindeki olası etkilerini tartışmak amacıyla yürütülmüştür (Hooijmans vd., 2014).

Verilerin Sentezi

Bu çalışmada, dahil edilen araştırmaların metodolojik çeşitliliği ve müdahale protokollerindeki farklılıklar nedeniyle verilerin sentezlenmesinde nitel bir yaklaşım benimsenmiştir. Elde edilen bulgular, meta-analiz yerine sistematik bir karşılaştırma yöntemiyle analiz edilmiş; her bir çalışmanın glukoz metabolizması ve insülin direnci üzerindeki temel sonuçları birbirleriyle ilişkilendirilerek sunulmuştur. Sentez sürecinde, özellikle farklı egzersiz modalitelerinin açlık kan glukozu, serum insülini ve HOMA-IR parametreleri üzerindeki göreceli etkilerine odaklanılmıştır. Bir araştırmadan elde edilen veriler, diğer çalışmaların bulgularıyla benzerlikleri ve farklılıkları açısından kıyaslanmış; obezite modellerinde en etkili tedavi edici potansiyel gösteren egzersiz stratejileri bu karşılaştırmalı analiz yoluyla sentezlenmiştir (Campbell vd., 2020).

BULGULAR

Tablo 1. Dahil edilen çalışmaların karakteristikleri ve glukoz metabolizması belirteçleri üzerindeki etkileri

Yazar (Yıl)	Örneklem / Model	Egzersiz Müdahalesi	İncelenen Belirteçler	Temel Bulgular (Glukoz Metabolizması)
Hepsert ve ark. (2026)	Obez Sıçanlar (HFD)	Kronik Yüzme (Aerobik)	İnsülin Direnci, Gen Eksp.	İnsülin duyarlılığında artış ve glisemik kontrolde iyileşme.
Liu ve ark. (2025)	Kilolu/Obez Bireyler	Klinik Gözlem / Müdahale	OGTT, IRT, Pankreas Fonk.	OGTT yanıtlarında ve postprandiyal glukoz yönetiminde iyileşme.
Lin ve ark. (2024)	Obez Sıçanlar	Genel Egzersiz Protokolü	İnsülin Direnci, AMPK	AMPK aktivasyonu ile insülin direncinde anlamlı düşüş.
Ha ve ark. (2024)	Obez Çocuklar	16 Haftalık Egzersiz	İnsülin, HOMA-IR, Glukoz	HOMA-IR ve açlık insülin seviyelerinde istatistiksel düşüş.
Tambuwal ve ark. (2024)	Pre-diyabetik Bireyler	Egzersiz vs. Metformin	İnsülin Direnci (RCT)	Egzersizin glisemik kontrolü metformin kadar etkin iyileştirmesi.
Jiao ve ark. (2024)	Kilolu/Obez Bireyler	Hipoksik/İskemik Ant.	Lipid Met., SIRT1, Glukoz	SIRT1 yoluyla glukoz homeostazının yeniden tesisi.
Şengün ve ark. (2024)	Kilolu Kadınlar	Egzersiz ve Diyet	Kardiyovasküler Belirteçler	Kısa süreli müdahale ile açlık glukoz düzeylerinde azalma.
Lietzen ve ark. (2024)	İkizler (Farklı BMI)	PET Destekli Egzersiz	Hepatik/Pankreatik Glukoz	Karaciğerde glukoz alımının artması ve yağlanmanın azalması.
Pendergrast ve ark. (2024)	Obez Ratlar	Diüurnal (Zamanlı) Egz.	Metabolik Plastisite	Egzersiz zamanlamasına bağlı glukoz toleransı değişimi.
Damasceno ve ark. (2023)	Obez Ratlar	Direnç Egzersizi + TRF	Hepatik Lipid ve İnsülin	Karaciğerde insülin hassasiyetinin artması.
Hu ve ark. (2022)	Kadınlar	HIIT	Arteriyel Sertlik, Glukoz	HIIT sonrası glukoz metabolizmasında akut ve kronik iyileşme.

TARTIŞMA

ASistemik derlemeye dahil edilen araştırmaların nitel sentezi; kronik egzersiz müdahalelerinin, obezite etiyolojisine bağlı glisemik disfonksiyonu geri çevirmede güçlü bir terapötik potansiyel sergilediğini doğrulamaktadır. Ancak, glukoz metabolizması belirteçleri üzerindeki bu iyileştirici etkiler, uygulanan egzersiz modalitesinin biyomekanik ve metabolik karakteristiğine göre belirgin varyasyonlar göstermektedir.

HIIT protokollerinin, metabolik esneklik ve insülin duyarlılığı üzerindeki etkisinin, geleneksel orta şiddetli sürekli antrenmanlara oranla daha üstün olduğu gözlemlenmiştir (Hu vd., 2022; Jiao vd., 2024). Bu üstünlük, HIIT'in tip II kas liflerinin recruitment kapasitesini maksimize etmesi ve hücresel düzeyde AMPK aktivasyonu aracılığıyla insülinden bağımsız glukoz alım mekanizmalarından olan GLUT4 translokasyonunu daha agresif bir şekilde arttırmasıyla açıklanabilir (Lin vd., 2024).

Bu bağlamda kronik aerobik egzersizler müdahalelerinin (yüzme ve koşu bandı protokolleri), hepatik glukoz üretiminin regülasyonu ve hepatosteatozun hafifletilmesi noktasında daha sürdürülebilir bir sistemik kontrol sağladığı tespit edilmiştir (Hepser vd., 2026; Zhao vd., 2021). Aerobik müdahalelerin, özellikle açlık kan glukozu (FBG) seviyelerinde sağladığı kararlı düşüş, karaciğerdeki glukoneojenik enzimlerin mRNA ekspresyonundaki aşağı yönlü modülasyonla doğrudan ilişkilendirilmektedir. Direnç egzersizleri ise iskelet kası hipertrofisini teşvik ederek glikojen depolama hacmini genişletmekte ve bu yolla özellikle postprandiyal glisemi yönetiminde periferik bir tampon görevi görmektedir (Damasceno vd., 2023).

Literatürde dikkat çeken bulgulardan biri, optimize edilmiş egzersiz müdahalelerinin glukoz belirteçleri üzerindeki etkinliğinin, birinci basamak farmakolojik ajan olan metformin ile karşılaştırılabilir düzeyde klinik anlamlılık taşımasıdır (Tambuwal vd., 2024). Sonuç olarak obeziteye bağlı insülin direncinin eliminasyonunda, HIIT'in akut metabolik uyaran kapasitesi ile aerobik egzersizin kronik sistemik adaptasyon etkisinin entegre edildiği kombine yaklaşımların, en kapsamlı glisemik kontrolü sağladığı öngörülmektedir. Ancak, pediatrik popülasyonlar (Ha vd., 2024) ve genetik predispozisyonu olan bireylerde (Lietzen vd., 2024) müdahale seçiminin doku-spesifik metabolik yanıtlar doğrultusunda bireyselleştirilmesi, kanıta dayalı egzersiz reçetelendirilmesi açısından önem taşımaktadır.

SONUÇ

Bu sistematik inceleme kapsamında analiz edilen kanıtlar, obezite etiyolojisine bağlı glisemik disfonksiyonun yönetiminde kronik egzersiz müdahalelerinin, metabolik belirteçler üzerinde derin ve çok boyutlu iyileşme potansiyeli taşıdığını ortaya koymaktadır. Elde edilen nitel sentez bulgularına göre glukoz homeostazının yeniden tesisi ve insülin duyarlılığının artırılmasında egzersizin, farmakolojik müdahalelerle rekabet edebilir düzeyde klinik bir etkinlik sergilediği anlaşılmaktadır.

Modalite spesifik analizler sonucunda, HIIT insülin direnci indeksleri (HOMA-IR) ve dinamik glukoz toleransı (OGTT) üzerinde en hızlı ve belirgin modülasyonu sağladığı sonucuna varılmıştır. Bu etkinin temelinde, iskelet kasındaki moleküler adaptasyonların ve AMPK/GLUT4 sinyal yollarındaki akut stimülasyonun yattığı öngörülmektedir.

Öte yandan, kronik aerobik egzersizlerin açlık kan glukozu üzerindeki kararlı regülatör rolü ve direnç egzersizlerinin postprandiyal glisemi kontrolündeki periferik katkısı, obezite tedavisinde modaliteler arası sinerjinin önemini vurgulamaktadır.

Klinik perspektifte bu çalışma; obeziteye bağlı metabolik bozuklukların eliminasyonunda "tek tip" egzersiz yaklaşımı yerine, HIIT'in metabolik uyaran gücü ile aerobik antrenmanların sistemik stabilizasyon etkisini birleştiren kişiselleştirilmiş ve kombine protokollerin en yüksek terapötik indekse sahip olduğunu savunmaktadır. Gelecekteki araştırmaların, bu egzersiz modellerinin doku-spesifik (hepatik, adipoz ve kas dokusu) transkriptomik yanıtlarını daha geniş örneklem gruplarında ve boylamsal tasarımlarla incelemesi, kanıta dayalı egzersiz reçetelendirilmesi süreçlerine kritik katkılar sağlayacaktır.

Beyanlar / Declarations

Etik Onay ve Katılım Onayı / Ethics approval and consent to participate

Bu çalışmanın hazırlanma ve yazım sürecinde "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" kapsamında bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş olup; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir.

During the preparation and writing of this study, all scientific, ethical, and citation principles outlined in the "Higher Education Institutions Scientific Research and Publication Ethics Directive" were strictly followed. No manipulation or falsification was carried out on the collected data, and this study has not been submitted to any other academic publication medium for evaluation. The author bears full responsibility for any potential violations that may arise in connection with this article.

Veri Ve Materyal Erişilebilirliği / Availability of data and material

Bu çalışmanın bulgularını destekleyen veriler, makul talepler üzerine sorumlu yazardan temin edilebilir. Veri seti yalnızca akademik amaçlar için erişilebilir olacak ve verilerin herhangi bir kullanımı, orijinal çalışmayı referans gösterecek ve katılımcıların gizliliğini koruyacaktır.

The data that support the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request. The dataset will be accessible only for academic purposes, and any use of the data will recognize the original study and maintain the confidentiality of the participants.

Çıkar Çatışması / Competing interests

None.

Yazar Katkıları / Authors' Contribution Statement

Yazarlar çalışmaya eşit düzeyde katkıda bulunmuş, makalenin son hâlini okuyup onaylamış ve yayımlanmasından doğabilecek her türlü sorumluluğu ortaklaşa üstlenmiştir.

The authors contributed equally to the study, read and approved the final version of the manuscript, and share responsibility for all aspects of the published work

Fon Desteği / Funding

Bu çalışma, kamu, özel veya kar amacı gütmeyen sektörlerdeki fon sağlayıcı kurumlardan herhangi bir özel destek almamıştır.

This research received no external funding.

Teşekkür / Acknowledgements

None.

References / Kaynaklar

Campbell, M., McKenzie, J. E., Sowden, A., Katikireddi, S. V., Brennan, S. E., Ellis, S., ... & Thomson, H. (2020). Synthesis without meta-analysis (SWiM) in systematic reviews: reporting guideline. *bmj*, 368.

Coşkuntürk, O. S., Kurcan, K., Yel, K., & Güzel, S. (2023). Teknolojik gelişmelerin hareketsiz yaşama ve çocuklarda psiko-motor gelişime etkileri. *Dede Korkut Spor Bilimleri Dergisi*, 1(1), 48-59.

- Choo, Y. N., Ravi, R. N., & Subramaniyan, V. (2026). Insulin resistance induced by obesity: Mechanisms, metabolic implications and therapeutic approaches. *Molecular Biology Reports*, 53(1), 357.
- Clayton, Z. S., & Murray, K. O. (2024). Aerobic exercise and obesity-related insulin resistance: using molecular patterns to inform individualized prescription. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 109(9), e1800-e1801.
- Çakır, Z., & Coşkuntürk, O. S. (2022). Beden eğitimi ve spor yüksekokulunda öğrenim gören öğrencilerin sporcu beslenme bilgi düzeylerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Ulusal Spor Bilimleri Dergisi*, 6(2), 105-118.
- Damasceno de Lima, R., Fudoli Lins Vieira, R., Rosetto Muñoz, V., Chaix, A., Azevedo Macedo, A. P., Calheiros Antunes, G., ... & Pauli, J. R. (2023). Time-restricted feeding combined with resistance exercise prevents obesity and improves lipid metabolism in the liver of mice fed a high-fat diet. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 325(5), E513-E528.
- Ha, M. S., Yook, J. S., & Lee, M. (2024). Effects of 16-Week Exercise on Insulin, HOMA-IR, and Glucose Levels in Obese Childhood. *Exercise Science*, 33(3), 310-316.
- Hepsert, S., Dalkılıç, L. K., Özdemir, E., Aydın, İ., Ugurlu, F. M., Dalkılıç, S., ... & Kılıç, Y. (2026). Effects of chronic swimming exercise and cannabidiol on metabolic and inflammatory gene expression in obese rats. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*.
- Hepsert, S., Sezer, B. S., Gökçen, M. G., & Kılıç, Y. (2024). Sedanter ve Antrene Bireylerde Hedonik Açlığın Dispne, Yaşam Kalitesi ve Uyku Kalitesine Etkisi. *International Journal of Sport Exercise and Training Sciences-IJSETS*, 10(4), 195-205.
- Hooijmans, C. R., Rovers, M. M., De Vries, R. B., Leenaars, M., Ritskes-Hoitinga, M., & Langendam, M. W. (2014). SYRCL's risk of bias tool for animal studies. *BMC medical research methodology*, 14(1), 43.
- Hu, J., Liu, M., Yang, R., Wang, L., Liang, L., Yang, Y., ... & Cai, M. (2022). Effects of high-intensity interval training on improving arterial stiffness in Chinese female university students with normal weight obese: a pilot randomized controlled trial. *Journal of translational medicine*, 20(1), 60.
- Jiao, X., Liu, M., Li, R., Li, J., Wang, L., Niu, G., ... & Guo, X. (2024). Helpful to live healthier? Intermittent Hypoxic/Ischemic training benefits vascular homeostasis and lipid metabolism with activating SIRT1 pathways in Overweight/Obese individuals. *Obesity Facts*, 17(2), 131-144.
- Kazeminasab, F., Sharafifard, F., Miraghajani, M., Behzadnejad, N., & Rosenkranz, S. K. (2023). The effects of exercise training on insulin resistance in children and adolescents with overweight or obesity: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in endocrinology*, 14, 1178376.
- Kılıç, Y., Dalkılıç, S., Kadioğlu Dalkılıç, L., Özdemir, E., Uğurlu, F. M., Pala, R., ... & Ayılğan, E. (2025). Effects of aerobic and anaerobic exercise on glucose, lipid, and inflammation-related gene expression in the brain tissue of streptozotocin-induced diabetic rat model. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, 17(1), 324.
- Lietzen, M. S., Mari, A., Ojala, R., Hentilä, J., Koskensalo, K., Lautamäki, R., ... & Hannukainen, J. C. (2024). Effects of obesity and exercise on hepatic and pancreatic lipid content and glucose metabolism: PET studies in twins discordant for BMI. *Biomolecules*, 14(9), 1070.
- Lin, J., Zhang, X., Sun, Y., Xu, H., Li, N., Wang, Y., ... & Zhao, R. (2024). Exercise ameliorates muscular excessive mitochondrial fission, insulin resistance and inflammation in diabetic rats via irisin/AMPK activation. *Scientific Reports*, 14(1), 10658.
- Lin, J., Zhang, X., Sun, Y., Xu, H., Li, N., Wang, Y., Tian, X., Zhao, C., Wang, B., & Zhao, R. (2024). Exercise ameliorates insulin resistance and inflammation via AMPK activation in obese rats. *Scientific Reports*, 14, 10658.
- Liu, X., Zhou, H., Liu, Y., Li, J., Luo, H., He, Q., ... & Dong, Z. (2025). Exploring insulin resistance and pancreatic function in individuals with overweight and obesity: Insights from OGTTs and IRTs. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 219, 111972.
- Öner, S., & Yasul, Y. (2022). Egzersiz, İrisin ve Obezite. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 7(2), 137-152.

- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *bmj*, 372.
- Pendergrast, L. A., Ashcroft, S. P., Ehrlich, A. M., Treebak, J. T., Krook, A., Dollet, L., & Zierath, J. R. (2024). Metabolic plasticity and obesity-associated changes in diurnal postexercise metabolism in mice. *Metabolism*, 155, 155834.
- Rebello, C. J., Zhang, D., Kirwan, J. P., Lowe, A. C., Emerson, C. J., Kracht, C. L., ... & Brown, J. C. (2023). Effect of exercise training on insulin-stimulated glucose disposal: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *International journal of obesity*, 47(5), 348-357.
- Sezer, B. S., Hepsert, S., Akel, D., & Kılıç, Y. (2024). Sedanter ve Antrene Üniversite Öğrencilerinde Obezite ve Metabolik Sendrom Farkındalık Düzeylerinin İncelenmesi. *Türk Spor Bilimleri Dergisi*, 7(2), 21-29.
- Şengün, N., Pala, R., Çınar, V., Akbulut, T., Larion, A., Padulo, J., ... & Migliaccio, G. M. (2024). Alterations in biomarkers associated with cardiovascular health and obesity with short-term lifestyle changes in overweight women: The Role of Exercise and Diet. *Medicina*, 60(12), 2019.
- Tambuwal, U. M., Ahmad, S. A., Hayatu, U., Sadiq, M. A., Kolawale, J. A., Bello, S. K., & Umar, A. F. (2024). Exploring the effect of exercise versus metformin on insulin resistance amongst Nigerians with pre-diabetes: a randomised controlled trial. *Nigerian Postgraduate Medical Journal*, 31(3), 274-279.
- Yel, K., Şencan, D., Güzel, S., & Erkiş, A. O. (2024). Physical activity, nutrition, and healthy living. *International Journal of Health, Exercise, and Sport Sciences (IJOSS)*, 1(3), 15-28. <https://www.ijoss.org/Archive/ijoss-Volume1-issue3-02.pdf>

Disclaimer / Publisher's Note

The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and do not necessarily reflect the views of **IJOSS** and/or the editor(s). **IJOSS** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content. **IJOSS** remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.