

Obez Adölesanlarda Egzersiz Sonrası Enerji Alımı ve İştah: Sistemik Derleme

Post-Exercise Energy Intake and Appetite in Obese Adolescents: Systematic Review

Özlem Deniz Taşbaş¹, Meral Küçük Yetgin²

Geliş tarihi/Received: 07.09.2021 • Kabul tarihi/Accepted: 27.03.2022

ÖZET

Son yıllarda fiziksel hareketsizliğin artmasına bağlı olarak adölesan dönem obezitesi önemli bir sağlık problemi haline gelmiştir. Özellikle Covid-19 küresel salgını sebebiyle obezite prevalansının daha da artacağı öngörülmektedir. Yaşam tarzı değişikliği stratejisi olarak temelde hem enerji alımının azaltılması hem de enerji harcamasının artırılması önerilmektedir. Obez adölesanlarda genellikle orta şiddette (%40-75 VO₂max) aerobik egzersizler önerilmektedir. Bununla birlikte egzersiz şiddetinden bağımsız olarak farklı egzersiz modellerinin obezite tedavisindeki etkisi araştırılmaya devam edilmektedir. Ancak obezite tedavisinde egzersizin iştah üzerindeki değişimleri de dikkate alınmalıdır. Obez adölesanlarda egzersiz sonrası enerji alımı ve iştah değişimlerini derleyen araştırmamızın sonuçlarına göre akut egzersiz müdahalesinin, sonraki subjektif iştah duygularını değiştirmeden enerji alımını azalttığı görülmektedir. Bununla birlikte egzersiz ile öğün arasındaki zamanlamanın enerji alımı üzerine etkisi olmaksızın; açlık, doyumluk, yemek yeme arzusu gibi duyguların ve besinlere yönelim üzerine etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Türü, şiddeti, sıklığı ve süresi programlanmış egzersiz modellerinin obezite tanılı adölesanlarda enerji alımı ve iştah üzerine etkilerini inceleyen daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Anahtar kelimeler: Obezite, egzersiz, enerji alımı, iştah, adölesan

ABSTRACT

Adolescent obesity has become an important health problem due to the increase in physical inactivity in recent years. It is predicted that the prevalence of obesity will increase even more, especially due to the Covid-19 global epidemic. As a lifestyle change strategy, both reducing energy intake and increasing energy expenditure are recommended. Moderate intensity (40-75% VO₂max) aerobic exercises are generally recommended for adolescents who are obese. However, the effect of different exercise models on the treatment of obesity, regardless of the intensity of exercise, continues to be investigated. Nevertheless, the effect of exercise on appetite should be considered in the treatment of obesity. According to the results of our research, which compiled post-exercise energy intake and appetite changes in obese adolescents obesity, acute exercise intervention appears to reduce energy intake without altering subsequent subjective appetite sensations. However, exercise-meal timing has no effect on energy intake; it has been concluded that sensations such as hunger, satiety, desire to eat, and influence on orientation to food. More studies are needed to examine the effects of programmed exercise models of type, intensity, frequency and duration on energy intake and appetite in obese adolescents.

Keywords: Obesity, exercise, energy intake, appetite, adolescents

1. **İletişim/Correspondence:** Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye
E-posta: dytozlemtasbas@gmail.com • <https://orcid.org/0000-0001-5345-8208>

2. Marmara Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü Spor Sağlık Bilimleri Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye
• <https://orcid.org/0000-0002-4916-5661>

GİRİŞ

Vücut yağ kütlesinin sağlığı olumsuz yönde etkileyecek şekilde artması olarak tanımlanan obezite; ateroskleroz, hipertansiyon, diyabet gibi birçok kardiyometabolik sorunlara sebep olan önemli bir halk sağlığı sorunudur (1,2). Dünya Sağlık Örgütü'nün 2016'da yayımlanan raporuna göre Avrupa'da her beş çocuktan birinin obez olduğu bildirilmiştir. Türkiye, %29.5 oranla Avrupa'da obezite prevalansının en fazla görüldüğü ülke durumundadır (3,4). Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırmaları (TBSA) 2010 yılı verilerine göre 15-18 yaş arasındaki adölesanların %13.3'ü fazla kilolu, %8.3'nün ise şişman sınıfında yer aldığı belirtilmiştir (5). TBSA 2017 verilerine göre; erkeklerin; %34.3'ü normal, %39.9'u fazla kilolu, %23.3'ü obez, %1.3'si ise morbid obezdir; kızların ise; %27.6'sı fazla kilolu %32.7'si obez, %6.4'ü ise morbid obezdir (6). Küresel Beslenme Raporu (The Global Nutrition Report) 2019'un sonuçlarına göre ise dünya çapında yaklaşık 40.1 milyon çocuk fazla kiloludur (7). Özellikle Covid-19 küresel salgını sebebiyle obezite prevalansının daha da artacağı öngörülmektedir (8).

Obezitenin temel tedavi yaklaşımları; yaşam tarzı değişiklikleri, farmakolojik tedavi ve cerrahi müdahaleleri içerir (9). Çocuklarda obezitenin tedavisinde yaşam tarzı değişikliği stratejisi olarak hem enerji alımının azaltılması hem de enerji harcamasının artırılması önerilmektedir (10). Amerikan Pediatri Akademisi, egzersizin farmakolojik olmayan etkili bir tedavi yöntemi olarak obeziteden ve ilişkili komorbiditelerinden korunmada etkili bir strateji olduğunu belirtmektedir (11). Obezite tedavisinin birinci basamağını, düzenli egzersiz ve sağlıklı beslenme gibi değiştirilebilir yaşam tarzı müdahaleleri oluşturmaktadır (3). Bu nedenle, multidisipliner yaklaşımların etkinliğini incelemek adına özellikle egzersiz ve tıbbi beslenme tedavisi stratejilerinin kombine olduğu yöntemlere odaklanılmıştır (12).

Adölesanlarda, beslenme örüntüsünün düzenlenmesinde besinlerin miktar ve içerik olarak değiştirilmesi önemlidir. Tıbbi beslenme tedavisinde

diyetin makro besin ögesi dağılımının düzenlenmesi ve toplam enerjisinin azaltılması amaçlanmaktadır. Ancak uzun vadeli yapılan bir çalışmada, diyetin makro besin ögesi dağılımından bağımsız olarak sadece diyetin enerji miktarının azaltılmasının dahi vücut yağ kütlesinde anlamlı bir azalma sağladığını göstermektedir. Diyet ile birlikte egzersiz yapmanın vücut ağırlık kaybı üzerine etkilerini inceleyen bir meta-analizde sadece diyet yapmaya göre vücut ağırlık kaybında anlamlı bir değişiklik sağlanmasa da egzersiz ile obez adölesanların metabolik profillerinin iyileştiği bulunmuştur (13). Obezite tedavisine eklenmiş egzersizin, fiziksel sağlığın yanında zihinsel sağlığı da destekleyerek, yaşam kalitesini artırdığı belirlenmiştir (14). Tedavi amaçlı uygulanan egzersiz müdahalelerinin genellikle düşük-orta şiddette aerobik egzersizler olduğu görülmektedir. Bu nedenle hangi egzersiz şiddetinin adölesanlarda obezite tedavisinde daha etkili olduğunun belirlenebilmesi için farklı şiddetlerde egzersiz müdahaleleri içeren çalışmaların artırılmasına ihtiyaç vardır (15).

Endokrin fonksiyonlardaki bozuklukların tedavisi ve çeşitli biyokimyasal parametrelerin iştah mekanizması üzerindeki etkilerinin incelenmesi de önemlidir. Enerji harcamasının iştah kontrolünü etkilediği uzun zamandır bilinse de enerji harcamasının, enerji alımını da etkilediğini öne süren çalışmalar bulunmaktadır (16,17). Nemet et al. (18), egzersiz sonrası enerji alımının düzenlenmesinde bireyin vücut ağırlığının önemli olduğunu raporlamıştır. Yapılan bir meta-analizde, orta ve yüksek şiddetli egzersizin iştahı geçici bir süre azalttığı belirtilmektedir (19). Bununla birlikte 2021 yılında yayınlanan, obez yetişkinlerde egzersizin besin alımı ve iştah üzerine etkilerini inceleyen bir meta-analizin sonuçlarına göre egzersiz, besin tüketimi ve iştahı çok düşük düzeyde azaltmaktadır (20). Egzersiz sonrasındaki enerji alımı obez adölesanlarda tıbbi beslenme tedavisinin önemli bir belirleyicisi olabilir. Bu derleme ile egzersiz türünün, şiddetinin, egzersiz ile öğün arasındaki zamanlamanın iştahı ve enerji alımını nasıl etkilediğini incelenmek amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Literatür Taraması

Literatür taraması İngilizce olarak PubMed, Science Direct ve ULAKBİM veri tabanları kullanılarak 2011'den Haziran 2021'e kadar olan tarih aralığı belirtilerek yapılmıştır. Sistematik Derlemeler ve Meta-Analizler için Tercih Edilen Raporlama Öğeleri (PRISMA) yönergelerine uygun olarak sistematik bir inceleme gerçekleştirilmiştir. Anahtar kelimeler olarak; *((exercise) AND (obesity) AND ((energy intake) OR (appetite)) AND ((adolescents) OR (pediatric obesity) OR (childhood obesity))* belirlenmiştir.

Literatür taraması ile toplam 9711 makaleye ulaşılmış, seçilme kriterlerine göre 5734 makale taranmıştır ve içlerinden 5468 makale değerlendirmeye uygun görülmüştür. Şekil 1'de belirtilen nedenlerle 5460

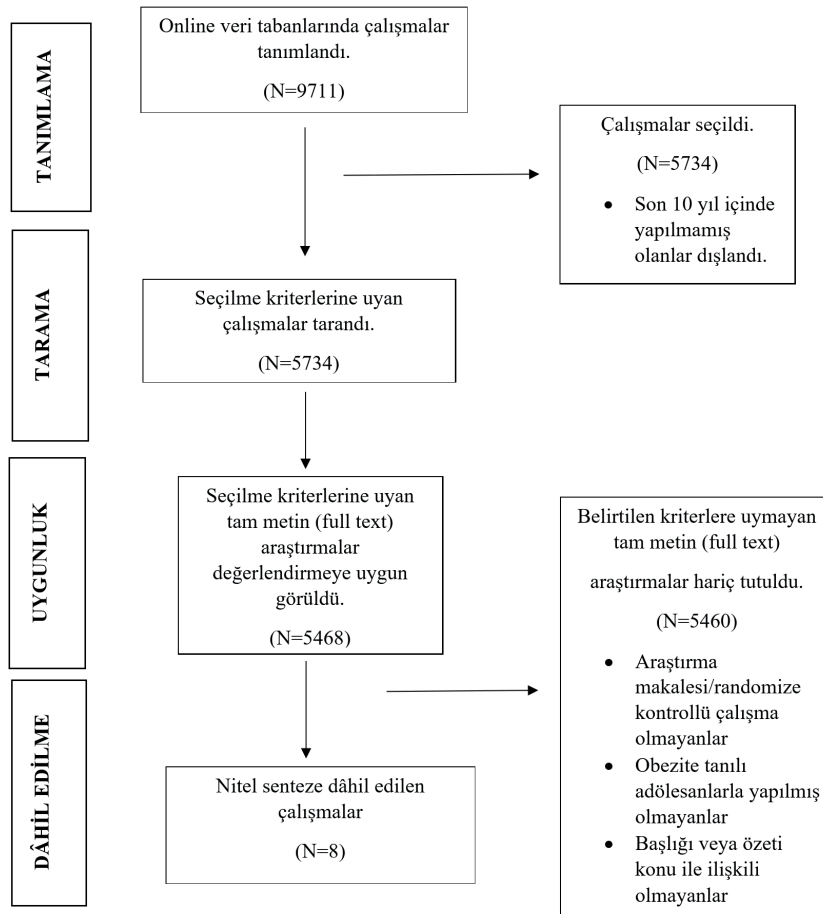
makale hariç tutularak konu ile ilişkili 8 makale derlemeye alınmıştır. Derlemeye temel oluşturan makaleler 2012-2021 yıllarında yayınlanmıştır.

Dâhil Edilme Kriterleri

Derlemeye dâhil edilme kriterleri; çalışmaların katılımcıların obezite tanılı Beden Kütle İndeksi (BKİ>90-97.persentil) adölesanlardan (12-18 yaş) oluşması, obezite tedavisi amacıyla herhangi bir egzersiz modelinin uygulanmış olması, çalışmanın randomize kontrollü bir şekilde yapılmış olması ve İngilizce olarak yayımlanmış olmasıdır.

Dışlanma Kriterleri

Son 10 yıl içinde yapılmamış olan ve başlığı ve özeti konu ile ilişkili olmayan çalışmalar hariç tutulmuştur.



Şekil 1. PRISMA Akış Şeması

BULGULAR

Katılımcıların Özellikleri

Derlemeye dâhil edilen makalelerden uluslararası BKİ persentil kesme noktalarına göre (21) her iki cinsiyetten obezite tanılı toplam 165 (6 çalışmada BKİ>97.persentil, bir çalışmada BKİ>95.persentil, bir çalışmada ise BKİ>90.persentil) adölesan katılımcı hakkında veri sağlanmıştır. Her bir çalışmadaki ortalama katılımcı sayısı 20.6'dır. Çalışmalardaki katılımcılar genel olarak 12-18 yaş aralığındadır.

Dâhil Edilen Çalışmaların Karakteristiği

Derlemeye dâhil edilen araştırmaların tümü randomize kontrollü çalışmadır. Beş çalışmada besin isteği durumlarının değerlendirilmesi "Leeds Besin Tercihi Anketi (LPFQ)" kullanılarak yapılmıştır. Yedi çalışmada görsel analog bir skala kullanılarak subjektif iştah duyuları sorgulanmıştır.

Çalışmaların metodolojik niteliğinin değerlendirilmesi amacıyla PEDro skalası kullanılmıştır. PEDro skalası puanına göre çalışmaların metodolojik niteliği; 4'ten az olanlar düşük, 4-5 olanlar orta, 6-8 arasında olanlar yüksek, 9-10 olanlar ise en yüksek düzeyde olacak şekilde sınıflandırılmaktadır (22). Bu derlemeye dahil edilen çalışmaların ikisinin PEDro puanı 4-6 aralığındadır. Bu derlemedeki diğer 6 makalenin PEDro puanına ise ulaşamamıştır. Ancak bu çalışmaların derleme konusuyla birebir örtüşmesi sebebiyle derlemeye dahil edilmesi uygun bulunmuştur.

Egzersiz Programları

Derlemeye dâhil edilen çalışmalardan bir tanesi 12 hafta, bir tanesi 24 hafta sürmüştür. Diğer tüm çalışmalar 2-3 deney seansı şeklinde planlanmış ve katılımcılar bu seansları tamamlamışlardır.

Çalışmalardaki yüklenmelerin süresi eğer iki farklı egzersiz şiddeti karşılaştırılıyorsa enerji harcamaları izoenerjik olacak şekilde ayarlanmıştır. Süre belirten çalışmalarda egzersiz süresinin 15-30 dk arasında

olduğu belirlenmiştir. Bunlardan beş çalışma 30 dk, bir çalışma 15 dk, iki çalışma izoenerjik enerji harcaması elde edilene kadar sürdürülmüştür.

Egzersiz müdahaleleri bisiklet ergometresi (7 çalışma) ve koşu bandı (1 çalışma) kullanılarak yapılmıştır. Çalışmalarda egzersiz şiddetinin maksimum oksijen kullanma kapasitesi (VO₂max) ve maksimum kalp atım hızı (KAHmax) üzerinden belirlendiği görülmüştür. Üç çalışmada %65 VO₂max, bir çalışmada %75 VO₂max, bir çalışmada %60-90 KAHmax, bir çalışmada %40-70 VO₂max, iki çalışmada ise %50-70 VO₂max aralığında egzersiz şiddeti belirlenmiştir.

Çalışmalardaki egzersiz sıklığı iki çalışmada haftada 3 kez olmakla birlikte diğer çalışmalarda tek deneysel egzersiz seansı şeklindedir. Deneysel oturumlar yapılan çalışmalarda egzersiz seansı öncesi tüketilen kahvaltı izole enerji dengesi yakalanması amacıyla standardize edilmiştir. Çalışmaların tümünde uygulanan egzersiz programı uzman eşliğinde denetimli olarak uygulanmıştır. Sadece iki çalışmada, egzersiz, psikoterapi ve diyetisyenin yer aldığı multidisipliner tedavi modeli yürütülmüştür.

Çalışmaların detaylı olarak içeriklerinin özeti Tablo 1'de yer almaktadır.

TARTIŞMA

Derlemenin ana bulgusu, obez adölesanlarda subjektif iştah düzeyinin değişmeden akut egzersiz müdahalesi sonrasında besinlerden alınan enerji miktarının azalmasıdır. Bununla birlikte egzersiz ile öğün arasındaki zamanlamanın enerji alımı üzerine etkisinin olmadığı ancak açlık, doyunluk, yemek yeme arzusu gibi duylara ve besinlere yönelim üzerine etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Böylece yapılan egzersizle enerji harcamasını artırıp, ek olarak tüketilen besinlerden alınan enerji azaltılarak multidisipliner vücut ağırlık yönetimi yaklaşımı desteklenmektedir (13).

Tablo 1. Dâhil edilen çalışmaların özellikleri

Çalışma	Katılımcılar	Egzersizin türü	Egzersiz seansları	Egzersiz sıklığı ve ne kadar süreceği bilgisi	Besin alımı ve iştah	Sonuçlar
Thivel et al., 2012 (12)	N: 15 BKİ: 30.7 ± 4.1 kg/m ² Yaş: 12-15 yıl	Bisiklet ergometresi	SED LIE-(%40 VO ₂ max) HIE-(%75 VO ₂ max)	Her katılımcı akut 3 deney aşamasını tamamlamıştır. Egzersizin süresi tek seansta her bir katılımcı 1400 kJ enerji harcamasına ulaşılana kadar devam etmiştir.	Egzersiz öncesi tüketilen standardize enerji alımı Besin tüketim kaydı VAS	HIE takiben toplam ve öğleden sonra enerji alımı LIE ve SED'E göre daha düşüktür. Ancak HIE koşulunda; enerji dengesi azalmış olsa da büyük ölçüde pozitif kaldığı görülmektedir. 24 saatlik enerji harcaması üç koşul arasında farklı değildir. Subjektif iştah düzeyleri farklı değildir.
Thivel et al., 2013 (23)	N: 10 BKİ: 33.28 ± 3.65 kg/m ² Yaş: 12-15 yıl	Bisiklet ergometresi	CON BR EX-(%75 VO ₂ max)	Her katılımcı akut 3 deney aşamasını tamamlamıştır	Egzersiz öncesi tüketilen standardize enerji alımı Besin tüketim kaydı VAS	Akşam yemeği enerji alımı hem BR'de hem CON'da EX'e kıyasla daha yüksektir. Toplam enerji alımı EX'de diğer gruplara kıyasla anlamlı derecede düşüktür. Öğle yemeği zamanı CHO alımı, EX'de diğer gruplara kıyasla daha düşüktür. Subjektif iştah düzeyleri farklı değildir.
Prado et al., 2015 (24)	N: 36 BKİ Bazal LIT: 34.6 ± 3.8 kg/m ² Bazal HIT: 34.3 ± 4.1 kg/m ² 12.Hafta LIT: 33.8 ± 3.9 kg/m ² 12.Hafta HIT: 33.4 ± 4.0 kg/m ² Yaş: 13-18 yıl	Koşu bandı	HIT- (%70 VO ₂ max) LIT- (%50 VO ₂ max)	12 Hafta Haftada 3 kere antrenman yaptırılmıştır. Egzersiz süreleri isoenerjetik bir koşul sağlanması adına aşağıdaki denklem ile belirlenmiştir. Egzersiz zamanı= 350 / (VO ₂ x 496)	Besin tüketim kaydı Grup beslenme eğitimi	PYY seviyeleri anlamlı olan HIT grubunda artmıştır. Bu artış muhtemelen egzersiz şiddetinin bir sonucudur. Ancak leptin ve ghrelin düzeylerindeki değişimler hem LIT hem HIT'te benzerdir.
Miguet et al., 2018 (29)	N: 33 BKİ: 35.0 ± 4.3 kg/m ² Yaş: 12-15 yıl	Bisiklet ergometresi	CON HIII- Şiddet %70-75-80-85-90 şeklinde artırıldı.	Her katılımcı 2 deney aşamasını tamamlamıştır.	Egzersiz öncesi tüketilen standardize enerji alımı Besin tüketim kaydı VAS LPFQ	HIII sonrası enerji alımı ve LPFQ değerlendirmesine göre çeşitli besin istekleri azalmıştır Subjektif iştah düzeyleri farklı değildir.

Tablo 1. Devamı

Çalışma	Katılımcılar	Egzersiziz türü	Egzersiz seansları	Egzersiziz sıklığı ve ne kadar süreceği bilgisi	Besin alımı ve iştah	Sonuçlar
Thivel et al., 2020 (25)	N:14 BKİ: 34.8 ± 5.7 kg/m ² Yaş: 12-15 yıl	Bisiklet ergometresi	CON EX-(%65 VO ₂ max) EX+R-(%65 VO ₂ max+ara öğün)	Her katılımcı 3 deney aşamasını tamamlamıştır.	Egzersiz öncesi tüketilen standardize enerji alımı Besin tüketim kaydı VAS LPFQ	Enerji alımı ve subjektif iştah düzeyleri farklı değildir. Öğün öncesi yağ içeriği yüksek besin tüketim isteginin sadece egzersiz yapan grupta daha az olduğu sonucuna varılmıştır.
Fillon et al., 2020 (28)	N: 18 BKİ: 33.4 ± 5.7 kg/m ² Yaş: 12-16 yıl	Bisiklet ergometresi	CON EX-MEAL-(%65 VO ₂ max) MEAL-EX-(%65 VO ₂ max)	Her katılımcı 3 deney aşamasını tamamlamıştır.	Besin tüketim kaydı VAS LPFQ.	Öğünün ne zaman olduğundan bağımsız olarak egzersiz yapan her iki grupta da kontrol grubuna kıyasla öğle yemeğinde bağlı enerji alımını düşük bulmuşlardır. Ancak toplam enerji alımlarında gruplar arasında az farklılıklar görülmüştür.
Fillon et al., 2020-TIMEX Study (27)	N: 15 BKİ: 34.7 ± 6.0 kg/m ² Yaş: 12-15 yıl	Bisiklet ergometresi	CON EX-180-(%65 VO ₂ max) EX-60-(%65 VO ₂ max)	Her katılımcı 3 deney aşamasını tamamlamıştır.	Besin tüketim kaydı VAS LPFQ.	Mutlak enerji alımı gruplar arasında farklı değildir. Öğle yemeğindeki enerji alımı EX-60 grubunda diğer gruplara kıyasla daha azdır. EX-60 grubunda EX-180 e kıyasla gizli yüksek yağlı yeme isteği daha azdır.
Thivel et al., 2020-TEXT00 Study (26)	N: 24 BKİ T0 ECC: 34.8 ± 5.5 T0 CON: 31.8 ± 3.8 T1 ECC: 30.8 ± 4.9 T1 CON: 29.4 ± 3.6 T2 ECC: 29.0 ± 4.5 T2 CON: 27.6 ± 4.0 Yaş: 12-16 yıl	Bisiklet ergometresi	T0- Başlangıç ölçüm --12 hafta alışma (%50 VO ₂ max) T1- 1. Ölçüm --12 hafta asıl müdahale ECC ve kontrol (%50-70 VO ₂ max) T2- 2. Ölçüm	24 hafta (T0-T1-T2)	Egzersiz öncesi tüketilen standardize enerji alımı Besin tüketim kaydı VAS LPFQ.	CON grubunda enerji alımı istatistiksel olarak artmıştır. Yeme isteği ve iştah CON grubunda ECC ye kıyasla yüksektir. ECC grubunda tatlı isteği azalmıştır.

BR: Yatak istirahati günü; CON: Kontrol günü; ECC: Eksantrik bisiklet egzersizi; EX: Egzersiz günü; EX+R: Egzersiz sonrası ara öğün; EX-60: Öğle yemeğinden 60 dk önce ayarlanmış egzersiz; EX-180: Öğle yemeğinden 180 dk önce ayarlanmış egzersiz; EX-MEAL: Önce egzersiz sonra yemek; HIE: Yüksek şiddetli egzersiz; HIEE: Yüksek şiddetli egzersiz; HIT: Yüksek şiddetli antrenman; LFPQ: Leeds Gıda Tercih Anketi; LIE: Düşük şiddetli egzersiz; LIT: Düşük şiddetli antrenman; MEAL-EX: Önce yemek sonra egzersiz; SED: Sedanter gün; VAS: Görsel Analog Skala; VO₂max: Maksimum oksijen tüketimi

Derlemeye dâhil edilen çalışmaların birkaçında (12,23,24) egzersiz sonrası istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalan, bazı çalışmalarda ise değişmeyen enerji alımına rağmen yağlı ve şekerli besin tüketim isteğinde azalma olduğu saptanmıştır (25,26,28). Derlemeye dâhil edilen iki çalışma benzer şekilde egzersizle birlikte hem enerji alımının hem de besin tüketim isteklerinin azaldığı belirtilmiştir (27,29).

Obez adölesanlarda egzersizin; enerji dengesinin düzenlenmesi ve iştah üzerindeki kontrolü üzerine yapılan araştırmalar egzersiz şiddetinin (12,24,30,31), egzersiz ile öğün arasındaki zamanlamanın (30,31) ve uygulanacak egzersiz modelinin (26,34) vücut ağırlığı yönetimi ve iştah mekanizmasında önemli rol oynadığını göstermektedir.

Thivel et al. (12), obez adölesanlarda; akut olarak sedanter, izokalorik enerji harcaması sağlayan düşük şiddetli (%40 VO₂max) ve yüksek şiddetli (%75 VO₂max) egzersiz günü olmak üzere 3 farklı deney ortamında egzersiz şiddetinin enerji alımı üzerine etkisini araştırmışlardır. Her iki egzersiz koşulunda da egzersiz sonrası subjektif iştah durumlarında bir değişiklik olmadan enerji alımlarının azaldığı, özellikle yüksek şiddetli egzersiz grubunda, diğer iki gruba kıyasla enerji alımında anlamlı bir azalma olduğunu bulmuşlardır (12).

Bu çalışmayı destekler nitelikte Prado et al. (24) izokalorik enerji harcaması sağlayan düşük (%50 VO₂max) ve yüksek (%70 VO₂max) şiddetli iki aerobik egzersiz modelini 12 hafta uygulamış ve enerji alımları ile iştahtan sorumlu hormonların seviyelerindeki değişimleri incelemişlerdir. Her iki egzersiz grubu benzer şekilde vücut ağırlık kaybetse de yüksek şiddetli aerobik egzersiz yapan grupta başlangıca göre enerji alımı daha düşük bulunmuştur (24). Bu çalışmaların aksine Riou et al. (35), obez kadınlarda düşük (%40 VO₂max) ve orta şiddetli (%60 VO₂max) egzersiz müdahalelerinin enerji alımında anlamlı bir fark oluşturmadığını bildirmişlerdir. Bu sonuç obez yetişkinlerden farklı olarak adölesanlarda, egzersiz müdahalelerinin enerji alımına etkisi olduğunu düşündürmektedir.

Bununla birlikte bir çalışmada, iştahın regülasyonunda önemli bir rolü olduğu bilinen PYY₃₋₃₆ hormon seviyelerinin egzersiz ile anlamlı olarak arttığı ortaya konmuştur (24). Bu sonucu açıklayan olası mekanizmalardan biri, iştahın düzenlenmesi ile ilgili çok sayıda merkezi ve periferik nöropeptitin plazma konsantrasyonlarındaki değişiklikleridir. Anoreksijenik hormonlardan GLP-1 ve PYY₃₋₃₆'nın artmasının enerji ve besin alımını azalttığı bilinmektedir (19, 40). Ancak, PYY₃₋₃₆'nin plazma konsantrasyonu egzersizin hemen ardından anlamlı olarak artmaz. Ayrıca Thivel et al. (12) obez adölesanlarda sedanter aktivite, düşük ve yüksek şiddetli egzersiz koşullarında makro besin ögesi alımı açısından anlamlı bir fark olmadığını bildirmiştir. Bu sonuçlar Donnelly et al. (37)'in artan egzersiz veya fiziksel aktivite ile makro besin ögesi dağılımının değişmediğini bildiren meta-analizin sonuçları ile uyumludur (37).

Thivel et al. (23) tarafından sedanter aktivite, yatak istirahati ve VO₂max'ın %75 inde 3x10 dk. bisiklet egzersizi olmak üzere 3 farklı deney ortamında, obez adölesanların besin alımları ve iştah durumlarını değerlendirilmiştir. Egzersiz sonrası enerji alımı, subjektif iştah durumlarında bir fark olmadan, sedanter ve yatak istirahati yapılan diğer 2 deney koşulu ile kıyaslandığında anlamlı olarak daha az bulunmuştur (23). Thivel et al.'nın (2012) çalışmasının sonuçları (12) bu çalışma ile örtüşmektedir. Bunların aksine, Nemet et al. (18), 6-11 yaş obez çocuklarda akut 1 saat yapılan orta şiddetli egzersiz sonrasında enerji alımında artış bulunmuştur (18). Thivel et al. (12)'nin yaptığı iki çalışmayı destekler nitelikte Miguet et al.'nın (29) çalışmasında yüksek şiddetli aralıklı egzersiz (HIIE/%70-90 HR_{max}) yapan grupta kontrol grubuna kıyasla subjektif iştah durumlarında bir değişim olmadan enerji alımı azalmıştır. Bunun yanı sıra LPFQ değerlendirmesine göre tatlı ve yağlı besin isteğinin de azaldığı belirlenmiştir (29). Aynı grubun başka bir çalışmasında ise HIIT müdahalesinin ardından enerji alımında artış bulunmuştur (38). Obez adölesanlarda HIIT modelinin uygulandığı çalışma sonuçlarının çelişkili olmasından dolayı daha fazla ve uzun süreli çalışmaya ihtiyaç vardır.

Bu derleme makaleye dâhil edilen 2020 yılında yapılan üç çalışmadan ikisinde egzersiz ile öğün arasındaki zamana, birinde egzersiz sonrası tüketilen ara öğün enerji alımı ve iştah üzerine etkisine odaklanılmıştır (25,27,28). Thivel et al. (25) tarafından egzersiz sonrası tüketilen ara öğün, daha sonraki enerji alımı ve iştah üzerine etkisine bakmak amacıyla katılımcıları kontrol, sadece egzersiz (%65 VO₂max/bisiklet ergometresi) ve bu egzersizin sonrasında tüketilen ara öğün günü olmak üzere 3 deney ortamında test edilmiştir. Öğle, akşam ve toplam enerji alımının gruplar arasında benzer olduğu ve subjektif iştah durumlarında koşullar arasında anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur. Bununla birlikte öğün öncesi yağlı besin isteğinin ara öğün tüketmeyen grupta diğer gruplara kıyasla daha az olduğu sonucuna varılmıştır (25).

Fillon et al.'ın (28), egzersiz (%65 VO₂max şiddetinde) öncesi ve sonrası öğün tüketmenin etkilerini inceledikleri çalışmasında; öğünün ne zaman olduğundan bağımsız olarak egzersiz yapılan her iki grupta da kontrol grubuna kıyasla öğle yemeğinde bağıl enerji alımı düşük bulunmuştur. Ancak toplam enerji alımlarında gruplar arasında önemli bir fark görülmemiştir (28). Egzersizden 60 dk veya 180 dk önce öğün tüketmenin etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada, mutlak enerji alımı gruplar arasında farklı olmamasına rağmen; öğle yemeğindeki enerji alımı egzersizden 60 dk önce öğün yapan grupta daha az bulunmuştur. Egzersiz ile öğün tüketimi arasındaki zamanlamanın yeme istekleri üzerindeki etkilerine bakıldığında ise egzersizden 60 dk önce öğün tüketen grupta gizli yüksek yağlı besin alımı isteği daha az olmuştur (27). Bu çalışmalar doğrultusunda yapılan egzersiz ile öğün tüketimi arasındaki zamanlamanın egzersiz şiddeti değişmedikçe enerji alımı üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı ancak besin isteği durumunun egzersiz-öğün zamanlamasına bağlı olarak değişebileceği düşünülmektedir. Bu derlemeye dâhil edilen beş çalışmada, iştah kontrolü ve besin tercihleri de enerji alımını etkileyen faktörler arasında olduğu için çalışmalarda açlığın, tokluğun

ve yeme arzusunun LPFQ ve görsel analog skalasının kullanılarak besin alımı üzerine etkisinin daha kapsamlı incelenmesinin önemli olduğu gösterilmiştir (25-29).

Thivel et al.'ın (26) 24 haftalık, haftada üç kere, %50-70 VO₂ max şiddetinde eksantrik ve konsantrik bisiklet sürme egzersizlerinin farklarını araştırdığı çalışmada, açlık duygusu ve yeme isteği, eksantrik bisiklet egzersizi yapan gruba kıyasla kontrol grubunda daha yüksek bulunmuştur. Buna ek olarak eksantrik bisiklet egzersizi yapan gruptaki katılımcıların tatlı yeme isteğinin azaldığı saptanmıştır. Farklı egzersiz modellerinin enerji alımı ve iştah üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda; Shaw et al. (39), normal vücut ağırlığına sahip bireylerde dayanıklılık ve kombine antrenmanın, Bales et al. (40), obez bireylerde dayanıklılık, direnç ve her ikisinin lineer kombinasyonunun etkilerini karşılaştırmışlardır. Bu çalışmalarla, Thivel et al.'ın (26) yaptığı çalışmada olduğu gibi, farklı egzersiz modellerinin besin alımını azalttığı gösterilmiştir.

Sonuç olarak derlemeye dâhil edilen çalışma sonuçlarına göre akut egzersiz müdahalesi, iştahı değiştirmeden enerji alımını azaltmaktadır. Egzersiz ile öğün arasındaki zamanlamanın toplam enerji alımı üzerine etkisi yoktur ancak açlık, doyumluk, yemek yeme arzusu ve besinlere yönelim üzerine etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Alternatif egzersiz modellerinin obez adölesanlarda enerji alımı ve iştah üzerine etkilerini inceleyen daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Yazarlık katkısı • Author contributions: Çalışmanın tasarımı: ÖDT, MKY; İlgili literatürün taranması: ÖDT; Makale taslağının oluşturulması: ÖDT; İçerik için eleştirel gözden geçirme: MKY; Yayınlanacak versiyonun son onayı: ÖDT, MKY. • **Study design:** ÖDT, MKY; **Literature review:** ÖDT; **Draft preparation:** ÖDT; **Critical review for content:** MKY; **Final approval of the version to be published:** ÖDT, MKY.

Çıkar çatışması • Conflict of interest: Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler. • *The authors declare that they have no conflict of interest.*

KAYNAKLAR

1. Headid Iii RJ, Park SY. The impacts of exercise on pediatric obesity. *Clin Exp Pediatr*. 2021;64(5):196-13.
2. Roth CL, Jain V. Rising obesity in children: A serious public health concern. Springer; Berlin/Heidelberg, Germany: 2018.
3. Pandita A, Sharma D, Pandita D, Pawar S, Tariq M, Kaul A. Childhood obesity: Prevention is better than cure. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2016;9:83-9.
4. TEMD Obezite, Lipid Metabolizması, Hipertansiyon Çalışma Grubu. Obezitenin önemi, epidemiyolojik veriler ve patogenezi. Erişim:https://temd.org.tr/admin/uploads/tbl_kilavuz/201905061639042019tbl_kilavuz5ccdcb9e5d.pdf, Erişim Tarihi:13 Ağustos 2021.
5. Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması (TBSA) 2010. T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 931, Ankara, 2014.
6. Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması (TBSA) 2017. T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 1132, Ankara, 2019.
7. The Global Nutrition Report. 2019; Available at:<https://globalnutritionreport.org/> Accessed:August 13,2021
8. Garipoğlu G, Bozar N. Covid-19 salgınında sosyal izolasyonda olan bireylerin beslenme alışkanlıklarındaki değişiklikler. *Pearson Journal of Social Sciences-Humanities*. 2020;6(6):100-13.
9. Luttikhuis HO, Baur L, Jansen H, A Shrewsbury V, O'Malley C, Stolck RP, et al. WITHDRAWN: Interventions for treating obesity in children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019;3:CD001872.
10. Gutin B. Diet vs exercise for the prevention of pediatric obesity: The role of exercise. *Int J Obes*. 2011;35(1):29-3.
11. Council on Sports Medicine and Fitness; Council on School Health. Active healthy living: prevention of childhood obesity through increased physical activity. *Pediatrics*. 2006;117(5):1834-8.
12. Thivel D, Isacco L, Montaurier C, Boirie Y, Duche P, Morio B. The 24-h energy intake of obese adolescents is spontaneously reduced after intensive exercise: A randomized controlled trial in calorimetric chambers. *PLoS one*. 2012;7(1):e29840.
13. Cardel MI, Atkinson MA, Taveras EM, Holm JC, Kelly AS. Obesity treatment among adolescents. *JAMA Pediatr*. 2020;174(6):609-10.
14. Ouerghi N, Fradj MKB, Bezrati I, Khammassi M, Feki M, Kaabachi N, et al. Effects of high-intensity interval training on body composition, aerobic and anaerobic performance and plasma lipids in overweight/obese and normal-weight young men. *Biol Sport*. 2017;34(4):385-7.
15. Stoner L, Beets MW, Brazendale K, Moore JB, Weaver RG. Exercise dose and weight loss in adolescents with overweight-obesity: A meta-regression. *Sports Med*. 2019;49(1):83-11.
16. Blundell JE, Caudwell P, Gibbons C, Hopkins M, Naslund E, King N, et al. Role of resting metabolic rate and energy expenditure in hunger and appetite control: A new formulation. *Dis Model Mech*. 2012;5(5):608-13.
17. Weise CM, Hohenadel MG, Krakoff J, Votruba SB. Body composition and energy expenditure predict ad-libitum food and macronutrient intake in humans. *Int J Obes*. 2014;38(2):243-8.
18. Nemet D, Arieli R, Meckel Y, Eliakim A. Immediate post-exercise energy intake and macronutrient preferences in normal weight and overweight pre-pubertal children. *Int J Pediatr Obes*. 2010;5(3):221-9.
19. Schubert MM, Desbrow B, Sabapathy S, Leveritt M. Acute exercise and subsequent energy intake. A meta-analysis. *Appetite*. 2013;63:92-10.
20. Beaulieu K, Blundell JE, van Baak MA, Battista F, Busetto L, Carraça EV, et al. Effect of exercise training interventions on energy intake and appetite control in adults with overweight or obesity: A systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2021:e13251.
21. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*, 2020;320:1240-1243.
22. Karaslan TC, Leblebici G, Ucgul MS, Yilmaz M, Kalayci MG, Aslan GK. Exercise program in patients after bariatric surgery: A systematic review. *Bariatric Surgical Practice and Patient Care*. 2020;15(1):3-10.
23. Thivel D, Metz L, Aucouturier J, Brakoniec K, Duche P, Morio B. The effects of imposed sedentary behavior and exercise on energy intake in adolescents with obesity. *J Dev Behav Pediatr*. 2013;34(8):616-6.
24. Prado WL, Lofrano-Prado MC, Oyama LM, Cardel M, Gomes, PP, Andrade MLS, et al. Effect of a 12-week low vs. high intensity aerobic exercise training on appetite-regulating hormones in obese adolescents: A randomized exercise intervention study. *Pediatr Exerc Sci*. 2015;27(4):510-8.
25. Thivel D, Roche J, Miguet M, Fillon A, Khammassi M, Beaulieu K, et al. Post-moderate-intensity exercise energy replacement does not reduce subsequent appetite and energy intake in adolescents with obesity. *Br J Nutr*. 2020;123(5):592-6.

26. Thivel D, Julian V, Miguet M, Pereira B, Beaulieu K, Finlayson G, et al. Introducing eccentric cycling during a multidisciplinary weight loss intervention might prevent adolescents with obesity from increasing their food intake: The TEXTOO study. *Physiology & Behavior*. 2020;214:112744.
27. Fillon A, Mathieu ME, Masurier J, Roche J, Miguet M, Khammassi M, et al. Effect of exercise-meal timing on energy intake, appetite and food reward in adolescents with obesity: The TIMEX study. *Appetite*. 2020;146:104506.
28. Fillon A, Beaulieu K, Miguet M, Bailly M, Finlayson G, Julian V, et al. Does exercising before or after a meal affect energy balance in adolescents with obesity? *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2020;30(7):1196-7.
29. Miguet M, Fillon A, Khammassi M, Masurier J, Julian V, Pereira B, et al. Appetite, energy intake and food reward responses to an acute high intensity interval exercise in adolescents with obesity. *Physiol Behav*. 2018;195:90-8.
30. Thivel D, Isacco L, Rousset S, Boirie Y, Morio B, Duché P. Intensive exercise: A remedy for childhood obesity?. *Physiol Behav*. 2011;102(2):132-5.
31. Thivel D, Chaput JP. Are post-exercise appetite sensations and energy intake coupled in children and adolescents? *Sports Med*. 2014;44(6):735-7.
32. Masurier J, Mathieu ME, Fearnbach SN, Cardenoux C, Julian V, Lambert C, et al. Effect of exercise duration on subsequent appetite and energy intake in obese adolescent girls. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2018;28(6):593-9.
33. Hintze LJ, Goldfield G, Seguin R, Damphousse A, Riopel A, Doucet É. The rate of weight loss does not affect resting energy expenditure and appetite sensations differently in women living with overweight and obesity. *Physiol Behav*. 2019;199:314-8.
34. Julian V, Thivel D, Miguet M, Pereira B, Costes F, Coudeyre E, et al. Eccentric cycling is more efficient in reducing fat mass than concentric cycling in adolescents with obesity. *Scand J Med Sci Sports*. 2019;29(1):4-12.
35. Riou MÈ, Jomphe-Tremblay S, Lamothe G, Finlayson GS, Blundell, JE, Décarie-Spain L, et al. Energy compensation following a supervised exercise intervention in women living with overweight/obesity is accompanied by an early and sustained decrease in non-structured physical activity. *Front Physiol*. 2019;10:1048.
36. Deighton K, Barry R, Connon CE, Stensel DJ. Appetite, gut hormone and energy intake responses to low volume sprint interval and traditional endurance exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2013;113:1147-9.
37. Donnelly JE, Herrmann SD, Lambourne K, Szabo AN, Honas JJ, Washburn RA. Does increased exercise or physical activity alter ad-libitum daily energy intake or macronutrient composition in healthy adults? A systematic review. *PLoS ONE*. 2014;9:e83498.
38. Miguet M, Fearnbach NS, Metz L, Khammassi M, Julian V, Cardenoux C, et al. Effect of HIIT versus MICT on body composition and energy intake in dietary restrained and unrestrained adolescents with obesity. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2020;45(4):437-8.
39. Shaw BS, Shaw I, Mamen A. Contrasting effects in anthropometric measures of total fatness and abdominal fat mass following endurance and concurrent endurance and resistance training. *J Sports Med Phys Fit*. 2010;50:207-7.
40. Bales CW, Hawk VH, Granville EO, Rose SB, Shields T, Bateman L, et al. Aerobic and resistance training effects on energy intake: The STRRIDE-AT/RT study. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;44:2033-7.