

Bölüm 18

YAĞ YAKIMINI ARTIRICI EGZERSİZLERE FARKLI YAKLAŞIMLAR

Elvin ONARICI GÜNGÖR¹

GİRİŞ

Egzersiz yapmaya başlayacak kilolu insanların temel kaygısının vücutlarındaki yağ miktarını azaltmak olduğu bilinen bir durumdur. Dolayısıyla önerilecek egzersiz programlarının hedef noktası yağ yakımı olduğundan yağ yakım aralığında egzersizler ön plana çıkmaktadır (Keating ve ark., 2014; Carey., 2009). Yağ yakım aralığında yapılan egzersizlere karşın yüksek yoğunluklu aralıklı egzersizin daha etkili olduğunu belirten araştırmalar da literatürde yer almaktadır (Boutcher., 2011). Bununla beraber yeni yaklaşımlarda hipoksik koşulda yapılan egzersizlerin de obez insanlara önerildiği görülmektedir. Bu bölümde bu konular kapsamında kilolu bireylere önerilebilecek egzersiz yaklaşımları ele alınacaktır.

EGZERSİZDE SUBSTRAT KULLANIMI

Egzersiz fiziolojisi konusunda Johannes Lindhard (1870-1947) ve 1920 yılı Nobel Ödülü sahibi August Krogh (1874-1949) akciğerlerde gaz alışverişi, egzersizde yağ ve karbonhidratların oksidasyonu konularında ilk araştırmaları ortaya koyan bilim insanlarıdır (Ünal., 2019).

Egzersiz fiziolojisinde önemli konulardan biri olan substrat kullanımını olarak değerlendirilebilmektedir. Yağ ve karbonhidratlar aerobik egzersiz için önemli yakıtlardır. Yağ ve karbonhidratların okside olma oranlarında karşılıklı vardiya geçişi söz konusu olmaktadır (Spriet, 2014). Karbonhidrat ve yağ asidi oksidasyonlarının ilişkisi hücre içi ve dışı metabolik çevreye bağlıdır. Bu metabolik çevreyi etkileyen faktörler; kas içi ve dışındaki substratların kullanılabilirliği, egzersizin yoğunluğu ve süresi olarak belirtilmektedir (Spriet, 2014).

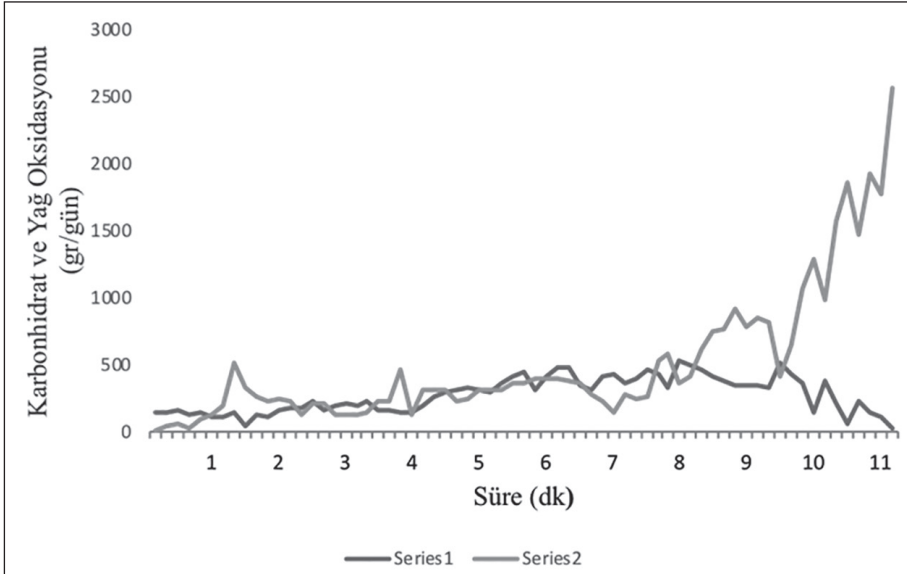
¹ Dr. Öğr. Üyesi, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Antrenörlük Eğitimi AD, eonarici@eskisehir.edu.tr

Çapraz geçiş kavramı, uzun süreli egzersiz sırasında karbonhidrat ve yağ metabolizması arasındaki oransal dengeyi tanımlamak için ilk kez Brooks ve Mercier tarafından tarif edilmiştir. Dinlenik durumda, düşük ve orta şiddetteki egzersiz sırasında lipitler, ATP üretmek için ana substrat olarak görev yapmaktadırlar (Kenney ve ark.,2021).

Tablo 1. Farklı Şiddetlerdeki Egzersizlerin İş Yükleri (Kenney ve ark.,2021)

Düşük ve Orta Şiddette Egzersizler	Maksimum oksijen alımının %60 altında
Yüksek Şiddetli Egzersizler	Maksimum oksijen alımının %75 üzerinde

Yüksek şiddetli egzersiz sırasında ise kasta glikojenolizisin artması ve daha fazla tip II kas lifinin kullanılması, ATP oluşturmak için karbonhidratın baskın substrat olmasına neden olmaktadır (Kenney ve ark.,2021). Farklı egzersiz şiddetlerinin iş yükleri Tablo 1’de verilmiştir.



Grafik 1. Artırmalı Maksimal Koşu Egzersizine Karbonhidrat ve Yağ Oksidasyonu Yanıtı

Geçiş noktası şiddeti, yağ ve karbonhidrat kullanımının kesişerek yağdan gelen enerjinin azaldığı karbondihdrattan gelen enerjinin arttığı yerdir (Kenney ve ark.,2021).

Grafik 1'de artırmalı bir egzersizde 21 yaşında aktif bir sporcunun karbonhidrat ve yağ oksidasyon grafiği verilmiştir. Grafikte yatay eksenle dakika olarak süre ve dikey eksenle gr.gün⁻¹ karbonhidrat ve yağ oksidasyon değerleri verilmiştir. Kırmızı çizgiyle verilen artırmalı egzersizde karbonhidrat oksidasyonunu, mavi çizgiyle verilen yağ oksidasyonunu göstermektedir. Yapılan ölçüm sonucu filtre uygulanmamış ham veri olmasına rağmen geçiş noktası dokuz ve onuncu dakika arasında görülmektedir. Ancak yağ ve karbonhidrat oksidasyonunun analiz edildiği egzersizin artırmalı maksimal bir egzersiz olduğu unutulmamalıdır. Egzersizin yoğunluğuna bağlı olarak substrat oksidasyon grafikleri de farklı paternler gösterecektir.

Yapılan egzersizde substrat olarak yağları kullanabiliyorsak yağ yakımının gerçekleşmesi bir beklenen bir durumdur.

Düzenli yapılan egzersiz sonucu iskelet kaslarının orta şiddetteki egzersizlerde yağları daha fazla kullandığının gösterilmiş olması, metabolizmada ortaya çıkan uyum yanıtlarının en önemli bulgularından olarak değerlendirilmektedir (Ünal, 2019).

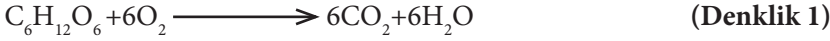
Egzersizde substrat kullanımının egzersiz süresi, beslenme, egzersizin relatif yoğunluğu gibi faktörlere bağlı olduğu belirtilmektedir. Karbonhidrat (CHO) ve serbest yağ asitlerinin toplam enerjiye katkı oranları solunum değişim oranı ile belirlenmektedir (Armstrong ve McManus, 2011).

Solunum değişim oranı (RER) dinlenme sırasında vücut metabolizmasının CHO ve yağları beraber kullandığı 0.7-0.95 arası olarak belirtilmiştir. Dinlenme RER oranı kişilerin beslenme durumlarına göre değişiklik gösterebilmektedir. Testten 4 saat öncesine kadar beslenmemiş olan normal deneklerin dinlenme RER oranının 0.85 olduğu belirtilmiştir. Uzun süreli açlık RER oranının azalmasına neden olurken karbonhidratla beslenme 1.0 değerinin üzerine çıkmasına neden olabilmektedir.

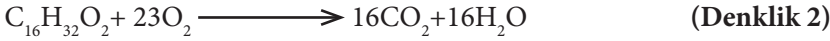
Metabolik yakıt karbonhidrat ise RER oranı 1.0, yağlar ise RER oranı 0.7 olarak belirtilmektedir (Bronas., 2007). Denklik 1'de belirtildiği gibi egzersizde ya da dinlenme durumunda karbonhidratlar kullanıldığında CO₂ ve O₂ oranı 6-6 olduğundan RER 1 olmaktadır.

Yağ metabolizması kullanıldığında ise Denklik 2'de görüldüğü gibi CO₂ ve O₂ oranı 16-23 olduğundan RER 0.70 olmaktadır (Carey., 2009; Wasserman ve ark., 2005).

Karbonhidrat



Yağ



Tablo 2. Substrat Kullanımını Belirleme Yöntemi (Yasuda ve ark., 2006)

Substrat Kullanımı Belirleme Protokolü	Egzersiz Türü	Metabolik Ölçümler
3 dk dinlenim verisi 3 dk 20 W (kol bisikleti) ısınma 3 dk 49 W (bacak bisikleti) ısınma 5 dk %70-%85-%100-%115 Solunum eşiği yükünde testler	Kol bisikleti Bacak bisikleti	Kalp atım hızı, VO ₂ , VCO ₂ , VE ve RER Her sub-maksimal egzersizin son iki dakikasının ortalaması CHO ve yağ oksidasyonunu belirlemede kullanılmıştır.

Substrat oksidasyonu bireysel özelliklere ve egzersiz yoğunluğuna göre değişiklik gösterdiği için farklı gruplara uygulanan farklı protokol uygulamalarını içeren bir araştırmada artırmalı kol ve bacak egzersizinde solunum eşiğine karşı kadın ve erkeklerdeki substrat oksidasyonu belirlenmiştir (Yasuda ve ark., 2006).

Substrat kullanımını belirleme yöntemi olarak kol bisikleti ve bacak bisikletinde 20 W ve 49 W iş yüklerinde ısınmanın ardından 5 dk farklı egzersiz yüklerinde uygulanan testler ayrıntılı olarak Tablo 2’de verilmiştir. Karbonhidrat ve yağ oksidasyonunun belirlenmesinde egzersizlerinin son iki dakikasının ortalamaları hesaplanarak verilmiştir. Substrat oksidasyonunu yağsız vücut kitlesine oranlayarak (kj.kg.FFM⁻¹.dk⁻¹) hesapladıklarında kadınlarda yağ oksidasyonu daha yüksek oranda iken erkeklerde daha düşük oranda olduğu bulunmuştur.

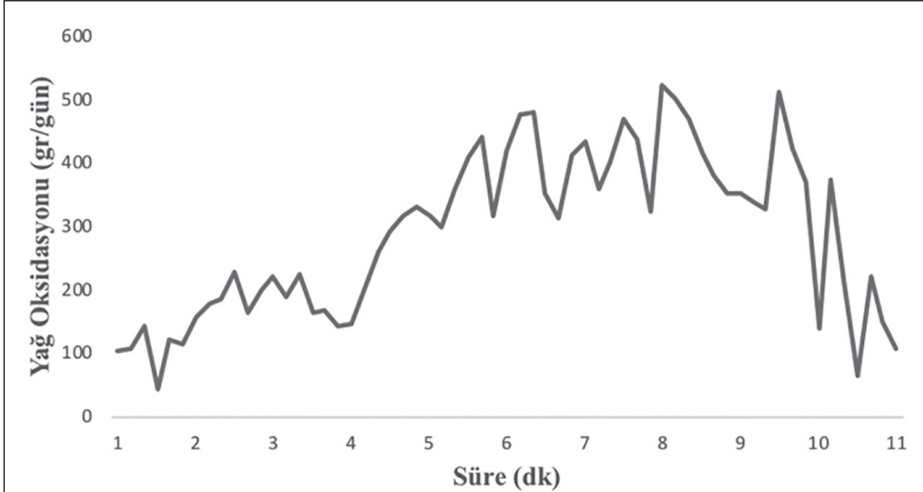
YAĞ YAKIM ARALIĞINDA VE AEROBİK EGZERSİZLER

Egzersiz sırasında enerji olarak yağ ve karbonhidratların oransal katkıları egzersizin yoğunluğuna göre değişmektedir. Düşük yoğunluklu aktivitelerin lipolizi uyardığı ve enerji olarak düşük seviyede karbonhidrat kullanımına neden olduğu belirtilmektedir (Hawley, 1998).

Tablo 3. Aerobik antrenman ve yağ yakım aralığı antrenman yükleri belirleme yöntemi (Carey, 2009)

Aerobik Antrenman		
	Aerobik Egzersiz Alt Limiti	Aerobik Egzersiz Üst Limiti
Egzersiz alanı	HRR %50	AE
%KAH_{maks}	58.9	76.2
%VO_{2maks}		
Yağ Oksidasyon Antrenmanı		
	Yağ Yakım Aralığı Alt Limiti	Yağ Yakım Aralığı Üst Limiti
Egzersiz alanı		
%KAH_{maks}	67.6	87.1
%VO_{2maks}	54.2	

Yağ yakım aralığını belirlemek amaçlı artırmalı maksimal egzersiz testlerinde oksijen tüketimi ölçümleri uygulanmaktadır. Uygulanan bu test sonucunda maksimal yağ oksidasyonunun (yağ kalorileri grafiğinin en yüksek olduğu yer) olduğu alan belirlenmektedir. Tablo 3’de görüldüğü gibi aerobik egzersiz alanının alt limiti olarak kalp atım hızı rezervinin (HRR) %50’si, üst limiti olarak da anaerobik eşik noktası verilmektedir (Carey, 2009)



Grafik 2. Artırmalı Maksimal Test Sonucu Yağ Oksidasyon Grafiği

Artırmalı maksimal koşu bandı test sonucu genç bir sporcunun yağ oksidasyon grafiği Grafik 2'de vermiştir. Grafikte yatay eksenle dakika olarak süre ve dikey eksenle gr.gün⁻¹olarak yağ oksidasyon değerleri verilmiştir. Yağ yakım aralığı olarak Carey, 2009 çalışmasındaki gibi maksimal kalp atım hızı ya da maksimal oksijen tüketiminin oranlarına göre bir aralık belirlemek de mümkün olmakla birlikte yapılan direk ölçüm sonucu grafikte görülen en yüksek değerlerin olduğu aralık (8-10 dakika) egzersiz yoğunluğu olarak verilebilmektedir. Belirlenen maksimal yağ yakım aralığına denk gelen koşu hızı ya da kalp atım hızında yapılacak antrenmanlarla yağ oksidasyonunu artırmak hedeflenebilmektedir.

YÜKSEK ŞİDDETLİ İNTERVAL ANTRENMANLAR

1960'larda ve 1970'lerde İskandinav ülkelerinde tanıtılan istasyonlu interval antrenmanı, interval ve istasyon antrenmanını tek bir antrenman içeriğinde birleştirmektedir.

Sayısı giderek artan araştırmalar yüksek şiddetli interval antrenmanların (HIIT) geleneksel dayanıklılık antrenmanına bağlı olarak ortaya çıkan birçok uyum özelliğini benzer bir şekilde geliştirdiğini ortaya koymaktadır (Kenney ve ark., 2021).

Vücut kompozisyonu üzerine düzenli aerobik egzersizin etkisinin egzersizin diğer formundan daha az olduğunu belirtilmektedir. Yüksek yoğunluklu aralıklı egzersizin (YYAE) deri altı ve abdominal vücut yağının azaltılmasında diğer egzersiz türlerine göre daha etkili olduğu belirtilmektedir. Düzenli YYAE'in hem aerobik hem de anaerobik performansı artırdığı belirlenmiştir. İnsülin direncinde azalma, iskelet kas adaptasyonlarının artmasıyla iskelet kas yağ oksidasyonunun artması ve glukoz toleransının gelişmesi YYAE sonrası görülmektedir (Boutcher, 2011).

Zaman ekonomisi açısından YYAE 'lerin daha etkili olduğu ve geleneksel devamlı yapılan egzersize karşı fiziksel kazanımları olsa da devamlı antrenmanın vücut yağ seviyeleri üzerine etkisinin daha fazla olduğunu gösteren çalışma da bulunmaktadır (Keating ve ark., 2014).

YAĞ YAKIMI VE HİPOKSİ ANTRENMANI

Deniz seviyesinden yukarılara çıkıldıkça yaşadığımız atmosfer havasının fiziki koşullarında irtifaya bağlı değişiklikler gözlenmektedir. Bu değişiklikler içinde en belirgin şekilde ortaya çıkan hava basıncı değişimleridir. Deniz seviyesinde

760 mm Hg olan atmosfer basıncı 3000 m irtifada 523 mmHg'ya 8000 m'de ise 267 mm Hg'ye kadar düşmektedir (Ünal., 2019).

Organik sistemlerde oksijen değişikliğinin vücut kompozisyonunda değişikliğe neden olabileceği öncü araştırmalarda raporlanmıştır.

Beslenme ve egzersiz ilave olarak aralıklı hipoksik uyaran verilmesinin kilo kaybını sağlamak için farklı bir yaklaşım olabilmektedir. Bunun nedeni bazal nöradrenalin seviyesinin artması ve mekanizmaları henüz tam olarak açıklanmamış olan bazı metabolik değişiklikler sonucu olarak belirtilmektedir. Hipoksik antrenman sonucu

- Arteriyollerin çapı artmaktadır.
- Periferik vazodilatasyon oluşmaktadır.
- Arteriyel kan basıncı azalmaktadır.
- Glikolitik enzimlerin aktivitesi artmaktadır.
- Mitokondri sayısı artmaktadır.
- Glukoz taşıyıcı GLUT-4 seviyesi artmaktadır.
- İnsülin hassasiyeti artmaktadır.
- Kan serotonin artmaktadır.
- Leptin seviyesi azalmaktadır.

Sonuç olarak aralıklı hipoksinin kilo kaybına neden olurken kardiyovasküler sağlığı da iyileştirdiği belirtilmiştir (Urdampilleta ve ark., 2012).

Karidoyvasküler ve metabolik risk faktörleri üzerine egzersiz ve hipoksinin etkisi olduğu bilinmektedir (Wiesner ve ark., 2009).

Obez deneklerle yapılan bir çalışmada hipoksi antrenmanının fiziksel uygunluk, metabolik risk değişkenleri ve vücut kompozisyonu üzerine daha düşük iş yüklerinde benzer bazen de daha iyi yanıtlar sağladığı bulunmuştur (Wiesner ve ark., 2009).

Aralıklı Hipoksi Antrenmanı

Sub-maksimal egzersizde hipoksiye karşı solunum yanıtı artmakta iken hipoksik ortama hazırlık sürecini uyararak arteriyel oksijen saturasyonu azalmaktadır (Hetzler ve ark., 2009). Fizyolojik yanıt, oksijen parsiyel basıncı (SpO_2) ölçer ve kalp atım hızı ölçer ile belirlenebilmektedir (Urdampilleta ve ark., 2012).

Aralıklı Hipoksi Antrenman Uygulamaları

Kuvvet ve direnç antrenmanları (20 dk) önerilmektedir.

Yüksek yoğunluklu aerobik egzersizler (30-40 dk) önerilmektedir.

Hipoksik ortam %16.7'den %11.2 ye azaltılmamaktadır.

Oksijenin parsiyel basıncı (SpO₂) %89'dan %75'e düşürülmektedir.

Haftada 3-4 antrenmanla (her antrenman 40-60 dk olmak üzere) toplam 3-6 haftalık süre önerilmektedir (Urdampilleta ve ark., 2012).

FİZİKSEL AKTİVİTE PROGRAM ÖRNEKLERİ

Fiziksel aktivite programı tasarlarken hedefleri belirlemek, kısa ve uzun vadeli hedeflere ulaşmak için plan yapmak önemlidir. Her egzersiz seansı ısınma, ana evre ve soğuma evrelerinden oluşacak şekilde planlanmalıdır.

Her çalışma 5-10 dakikalık düşük tempolu ısınma hareketleri ile başlamalı ve esneklik hareketleri ile devam etmelidir. Ana evrede ise egzersizin sıklık, şiddet, süre ve egzersiz türü planlanmalıdır. Sıklık açısından genel kural 3 gün üst üstedan daha fazla çalışmamak ve 3 günden daha fazla ara vermemek üzerine kurgulanmalıdır. Sonuç olarak haftada 2-3 egzersizle başlanıp ilerleyen sürede artırılabilir. Optimum egzersiz şiddeti olarak VO_{2maks}'ın %50-85'i arası önerilmektedir. Maksimum oksijen tüketimi ölçümü imkanı her yerde olmadığı için maksimum kalp atım hızı seçeneği kullanılmaktadır (Powers ve Dodd., 2018).

Maksimum Kalp Atım Hızının Belirlenmesi

Maksimum kalp atım hızı istemli yorgunluk noktasına gelindiğindeki en yüksek kalp atım hızıdır. Kalp Atım Hızı_{maks} genellikle yaşa göre tahmin edilir ve aşağıda verilen ve yakın sonuçlar veren formülasyonlar kullanılmaktadır.

$$\text{Kalp Atım Hızı}_{\text{maks}} = 220 - \text{yaş}$$

$$\text{Kalp Atım Hızı}_{\text{maks}} = 220 - (0.7 * \text{yaş}) \text{ (Kenney ve ark., 2022)}$$

Dinlenik Kalp Atım Hızı

Çoğu bireyde dinlenme kalp atım hızı 60-80 atım.dk⁻¹ arasındadır. Egzersize başlamadan hemen önce dinlenme kalp atım hızı beklentisel tepki nedeniyle normalin üzerinde çıkabilmektedir (Kenney ve ark., 2022). Bu nedenle sabah kalkar kalkmaz 30-60 sn boyunca kalp atım hızı olarak dinlenik kalp atım hızı ölçülebilir (Kenney ve ark., 2022).

Kalp Hızı Rezervinin Hesaplanması

Kalp hızı rezervi (HRR) maksimum kalp atım hızı ile dinlenme kalp atım hızı arasındaki farktır.

$$HRR_{maks} = KAH_{maks} - KAH_{din}$$

Bu doğrultuda bireysel olarak hesaplanan kalp atım hızı rezervinin %50 ve %80'i optimal egzersiz şiddeti olarak belirlenebilmektedir (Powers ve Dodd., 2018).

Sağlıklı ortalama bireyler için kalp atım hızı rezervinin %50-80'i gibi şiddetlerde egzersizler önerilirken kilolu ya da obez insanlar için farklı uygulamalar bulunmaktadır. Farklı gruplara uygulanan egzersiz programı örnekleri ve uygulanan programların fizyolojik yanıtları Tablo 4 ve Tablo 5'de verilerek açıklanmıştır

Kilolu ve Obez Bireylere Uygulanan Egzersiz Örnekleri

Tablo 4.. Kilolu insanlara önerilebilecek YYAE ve devamlı egzersiz programı içeriği (Keating ve ark., 2014)

Hafta	Sıklık	Yoğunluk	Süre	HTES Isınma ve soğuma dahil (dk)
YYAE				
1	3	%120 VO _{2maks} :30 W	30:180 s X 4	60
2	3	%120 VO _{2maks} :30 W	30:120 s X 5	55.5
3	3	%120 VO _{2maks} :30 W	45:120 s X 6	59.25
4	3	%120 VO _{2maks} :30 W	45:120 s X 6	67.5
5-12	3	%120 VO _{2maks} :30 W	60:120 s X 6	72
DE				
1	3	%50 VO _{2maks}	30 dk	108
2	3	%60 VO _{2maks}	40 dk	138
3	3	%65 VO _{2maks}	45 dk	144
4	3	%65 VO _{2maks}	45 dk	144
5-12	3	%65 VO _{2maks}	45 dk	144

HTES: Haftalık toplam egzersiz süresi, YYAE: yüksek yoğunluklu aralıklı egzersiz; DE: Devamlı Egzersiz, W: watts; VO2maks: maksimal aerobik performans.

Tablo 4'de kilolu insanlara önerilen yüksek yoğunluklu aralıklı egzersiz ve devamlı egzersiz içeriği verilmiştir. Ayrıntılı içeriği verilen 12 haftalık iki eg-

zersiz programının etkisinin değerlendirildiği araştırmada zaman ekonomisi ve fiziksel kazanım açısından YYAE 'ler daha etkili olsa da devamlı antrenmanın vücut yağ seviyeleri üzerine etkisinin daha fazla olduğunu bulmuşlardır (Keating ve ark., 2014).

Tablo 5. Orta Yaşlı Obez Kadınlara Uygulanan Maksimal Yağ Yakım Aralığı ve Düşük Yoğunluklu Direnç Antrenmanı Örneği (Pico-Sirvent ve ark., 2022)

EGZERSİZ TÜRÜ		AY		
		1	2	3
MYY devamlı egzersiz	Haftalık sıklık (1/hafta)	2	2	2
	Süre(dk)	40	50	60
	Yoğunluk (W)	MYY	MYY	MYY
Direnç Antrenmanı	Haftalık sıklık (1/hafta)	2	1	2
	Yoğunluk (seri*egzersiz*tekrar)	2*5*20	3*8*20	4*8*20
	Süre(dk)	20	50	60
	Yoğunluk (% 1TM)	20	25	30
Esneklik Antrenmanı	Haftalık sıklık (1/hafta)	2	3	4
	Yoğunluk (seri*egzersiz*tekrar)	1*5	1*5	1*5
	Süre(dk)	1	1	1
MYY Maksimal yağ yakım aralığı, 1TM 1 tekrar maksimum				

Orta yaşlı obez kadınlara uygulanan maksimal yağ yakım aralığı ve düşük yoğunluklu direnç antrenmanı örneği Tablo 5'de verilmiştir. Beden kitle indeksi 45 kg.m^{-2} üzerinde olan kadınlara uygulanan bu antrenmanların sonucunda % 5-10 vücut ağırlığında azalma ve maksimal yağ oksidasyonunda artış değerlendirmişlerdir (Pico-Sirvent ve ark., 2022).

Sonuç olarak yağ yakımını hedefleyerek yapılacak egzersiz programlarında tek bir doğrunun olmadığı açık olarak görünmektedir. Bu sebeple egzersiz programını uygulayacak kişi ya da grubun özelliği doğrultusunda literatürdeki son çalışmaları da değerlendirerek bir program hazırlanması hedefe ulaşma açısından doğru bir yol olacaktır.

KAYNAKLAR

- Armstrong N. McManus A.M.J. Borms M. Physiology of elite young male athletes, the elite young athlete. *Medical and Scientific Publishers*, 2011; 8-15.
- Boutcher S.H., High-Intensity Intermittent Exercise and Fat Loss, *Journal of Obesity*, 2011; 1-10.
- Bronas. U.G. Comparison of the Effect of Upper Body Ergometer Aerobic Training vs. Treadmill Training on Walking Distance in Patients with Claudication. Influence of Central Cardio-respiratory Improvement. A Randomized Controlled Study, Doktora Tezi, The Faculty of the Graduate School of the University of Minnesota, Minnesota, United States of America, 2007; 51-52.
- Carey D.G. Quantifying differences in the 'fat burning' zone and the aerobic zone: implications for training, *J. Strength Cond Res*, 2009;23(7) 2090-2095.
- Hawley J.A. Fat burning during exercise: Can ergogenics change the balance?, *The physician and medicine*, 1998; 26(9), 1-7.
- Hetzler R.K. Stickley C.D. Kimura I.F. The Effect of Dynamic Intermittent Hypoxic Conditioning on Arterial Oxygen Saturation, *Wilderness and Environmental Medicine*, 2009;20, 26-32.
- Keating S.E. Machan E.A. O'Connor H.T. Continuous Exercise but Not High Intensity Interval Training Improves Fat Distribution in Overweight Adults, *Journal of Obesity*, 2014.
- Kenney W.L. Wilmore J.H. Costil D.L. (2021) Spor ve Egzersiz Fizyolojisi, Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi.
- Picó-Sirvent I. Manresa-Rocamora A. Aracil-Marco A. A Combination of Aerobic Exercise at Fatmax and Low Resistance Training Increases Fat Oxidation and Maintains Muscle Mass, in Women Waiting for Bariatric Surgery. *Obesity Surgery*, 2022;1-11.
- Spriet L.L., New Insights into the Interaction of Carbohydrate and Fat Metabolism During Exercise, *Sports Med* 2014; 44 (Suppl 1): S87-S96.
- Wasserman K. Hansen J.E. Sue D.Y., (2005) Principles of exercise testing and interpretation including pathophysiology clinical applications, USA:Lippincott Williams &Wilkins.
- Wiesner S. Haufe S. Engeli S. Usefulness of combining intermittent hypoxia and physical exercise in the treatment of obesity, *J Physiol Biochem* 2012; 68:289-304.
- Yasuda N. Ruby B.C. Gaskill S.E. Substrate oxidation during incremental arm and leg exercise in men and women matched for ventilatory threshold, *Journal of Sports Sciences*, 2006; 24(12): 1281 - 1289.

