



SAĞLIKLI GENÇ YETİŞKİNLERDE DAYANIKLILIK ANTRENMANLARININ İRİSİN HORMON DÜZEYİNE ETKİSİ*

Gizem AKIN ¹, Şükran ARIKAN ^{2**}

¹ Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, KONYA

² Selçuk Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, KONYA

Öz: Bu çalışmanın amacı sağlıklı genç yetişkinlerin dayanıklılık antrenmanları sonucunda enerji metabolizması ve egzersiz ile ilişkili olduğu öne sürülen irisin hormon düzeyine etkisinin incelenmesidir. Araştırmaya 20-27 yaş aralığında, orta düzeyde aktif, sağlıklı 16 gönüllü erkek üniversite öğrenci katılmıştır. Öğrencilere 8 hafta boyunca, haftada 3 gün 40-60 dakika maksimal kalp atım sayısının %60-80 şiddetinde bisiklet egzersizleri uygulanmıştır. Deneklerin 8 haftalık antrenman öncesi ve sonrasında vücut ağırlığı, vücut kütle indeksi (VKİ), vücut yağ yüzdesi (VYY) ve maksimal aerobik kapasiteleri (MaksVO₂) belirlenmiştir. Katılımcıların çalışma başlangıcında ve sonunda bir gece açlık sonrası dinlenik kan örnekleri alınarak plazma irisin hormon analizleri Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay (ELİSA) yöntemiyle tespit edilmiştir. Ayrıca alınan kan numunelerinden glikoz, trigliserid, total kolesterol, yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) ve düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) düzeyleride spektrofotometrik analizörü ile belirlenmiştir. Araştırma kapsamında elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS 16.0 istatistik paket programı kullanılmıştır. Çalışmada ölçümü yapılan değişkenlerden elde edilen tüm verilerin aritmetik ortalaması ve standart sapması hesaplandıktan sonra verilerin normal dağılımı Kolmogorov Smirnov testiyle, antrenman programı öncesi ve sonrası değişimler ise bağımlı gruplarda t testiyle analiz edilmiştir. Araştırmada istatistiksel önem düzeyi 0,05 olarak kabul edilmiştir. Araştırma bulgularına göre 8 hafta boyunca uygulanan bisiklet egzersizlerinin öğrencilerin vücut ağırlığı, VKİ ve MaksVO₂ ortalamalarına etkisi görülmezken (p>0,05) VYY ortalamalarını önemli derecede azalttığı tespit edilmiştir (p<0,05). Ayrıca uygulanan dayanıklılık egzersizlerinin plazma irisin düzeyleri üzerine anlamlı bir etkisi görülmezken (p>0,05), glikoz, trigliserid, toplam kolesterol, HDL ve LDL ortalamalarını önemli derecede azalttığı tespit edilmiştir (p<0,05). Sonuç olarak genç erkek öğrencilere uygulanan dayanıklılık antrenmanlarının irisin düzeylerini etkilemediği fakat bakılan bazı biyokimyasal parametreleri ve vücut yağ yüzdesini etkilediği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: İrisin, dayanıklılık antrenmanı, vücut kompozisyonu

THE EFFECT OF ENDURANCE TRAINING ON IRISIN HORMONE LEVELS IN HEALTHY YOUNG ADULTS

Abstract: The aim of this study was to investigate the effect of irisin on hormone level which is suggested to be related with energy metabolism and exercise as a result of endurance training of health young adults. Sixteen volunteer male students, between the ages of 20-27, who were active in the intermediate level of participated in the study. Cycling exercises were applied to the students for 40-60 minutes, 3 days a week for 8 weeks. The body weight, body mass index (BMI), body fat percentage (BFP) and maximal aerobic capacity (MaxVO₂) of the subjects were calculated before and after 8 weeks of training. At the beginning and at the end of the study, resting blood samples were taken after fasting overnight and plasma irisin hormone analyzes were determined by Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay (ELISA) method. In addition, glucose, triglyceride, total cholesterol, high density lipoprotein (HDL) and low-density lipoprotein (LDL) levels were determined by spectropometric analyzer. SPSS 16.0 statistical package program was used in the evaluation of the data obtained within the scope of the research. After calculating the arithmetic mean and standard deviation of all the data obtained from the variables measured in the study, normal distribution of the data was analyzed by Kolmogorov Smirnov test and changes before and after the training program were analyzed by t test in dependent groups. In the research, statistical significance level was accepted as 0.05. According to the findings of the study, the effects of cycling exercises on the body weight, body mass index and maximum oxygen consumption averages of 8 weeks were not seen (p> 0.05), but it was found that body fat percentage averages decreased significantly (p<0.05). In addition, while endurance exercises did not have a significant effect on plasma irisin levels (p> 0.05), it was found that glucose, triglyceride, total cholesterol, HDL and LDL significantly decreased (p<0.05). As a result, it can be said that endurance training applied to young male students does not affect irisin levels but it affects some biochemical parameters and body fat percentage.

Key Words: Irisin, endurance training, body composition

*Gizem Akın'ın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

GİRİŞ

Egzersiz bireylerde vücut esnekliği, kemik mineral yoğunluğu, kas kuvveti ve dayanıklılığını artırırken kilo kontrolü ve uyku kalitesini de düzenlemektedir (Kell ve ark., 2001, Lee ve ark., 2012). Egzersiz bu olumlu etkilerini endokrin sistem aracılığıyla gerçekleştirmektedir. Uygulanan egzersizin şiddetine, süresine ve tipine göre vücut kompozisyonu ve biyokimyasal parametrelerde değişiklikler meydana gelmektedir (Arslan ve ark. 1997., Ball ve ark., 2001).

Vücudun en büyük organı olan iskelet kası daha çok hareket sırasındaki mekanik rolleri ve postür ile ayırt edilmektedir. Besin alımı yokluğunda iskelet kası temel aminoasit depo işlevi görür ve protein sentezinin diğer dokularda sürdürülmesi işlevine katkı sağlar (Ripperger ve ark., 1995). Fakat yapılan araştırmalarda iskelet kasının sadece hareket sırasındaki mekanik rolleri üstlenmediği egzersiz sonrasında salgıladığı miyokinlerle dolaşıma etki ederek, hormonlar vasıtasıyla endokrin organ olarak işlev gördüğü keşfedilmiştir (Pedersen ve Febbraio, 2012, Polyzos ve ark., 2014, Avcı 2015). Egzersize bağlı olarak salınan miyokinler enerji metabolizması ve kas yenileme kapasitesi ile ilgili olup enerji metabolizmasında doğrudan etkiye sahiptirler. Ayrıca miyogenez, osteogenez, endotel fonksiyonu, yağ oksidasyonu ve yağ dokusu kahverengileşmesi gibi farklı fizyolojik olaylarda da yer almaktadırlar (Esfahani ve ark., 2015).

İrisin, Bostrom ve arkadaşları tarafından 2012 yılında keşfedilmiş adipoz dokudan salınan 112 aminoasitten oluşan 12kDa ağırlığında ve glikoprotein yapısında egzersizle birlikte kas dokusu tarafından salınan termojenik etkiye sahip myokin sınıfında yer alan yeni bir hormondur (Boström ve ark., 2012, Vamvini ve ark., 2013). Birçok hücrede mitokondriyal biyogenez ve enerji metabolizması ile ilgili transkripsiyonel koaktivatör olan Peroksizom Proliferatör Koaktivatör-1 Alfa (PGC-1 α) egzersizle bağlantılı kaslardan indüklemektedir. Kaslarda indüklenen PGC-1 α egzersiz sonucu kas hücresinde artarak Fibronectintype III domain-containing 5 (FDNC5) geninin aktive eder. Kasların kasılmasıyla birlikte beyaz yağ dokuları daha fazla mitokondriye sahip olan kahverengi yağ dokularına dönüşerek FDCN5 proteinin kas hücrelerinde bulunan bir hormon olan irisinin aktive olmasını sağlar (Boström ve ark., 2012, Wu ve ark., 2012, Bauwens ve ark., 2014, Polyzos ve ark., 2018). Kahverengi yağ dokusu beyaz yağ dokusuna göre daha hızlı enerjiye dönüştürülebildiğinden sportif performansın muhafaza edilmesi ve geliştirilmesi açısından son derece önemlidir (Ouchi ve ark., 2008, Boström ve ark., 2012, Pedersen ve ark., 2012, Polyzos ve ark., 2014). Aynı zamanda irisin kilo kaybı, kan glukoz seviyesi ve kan yağlarına olan etkisinden dolayı özellikle obezite ve diyabet tedavisinde gelecek vadeden bir sinyal molekülüdür (Elsen ve ark., 2014, Şahin, 2016).

İrisin ilk kez iskelet kasında belirlenmiş fakat daha sonraki çalışmalarla vücudun farklı bölgelerindeki birçok dokuda da sentezlendiği bildirilmiştir (Boström ve ark., 2012, Castillo-Quan, 2012, Huh ve ark., 2012, Hofmann ve ark., 2014, Piya ve ark., 2014). İrisin salınımı her ne kadar egzersizden sonra artış gösterse de lipit profili, obezite varlığı, ilaç kullanımı, böbrek yetmezliği ve hormonal durumlar gibi patolojik sebeplerden dolayı irisin plazma düzeyinin değişiklik gösterdiği bildirilmektedir (Baysal Bakır, 2018).

Bu çalışma genç yetişkinlere uygulanan dayanıklılık antrenmanlarının enerji metabolizması ve egzersiz ile ilişkili olduğu öne sürülen irisin hormon düzeylerinin etkilerinin incelenmesi amacıyla yürütülmüştür.

YÖNTEM

Araştırma Grubu

Araştırmaya Selçuk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'nde öğrenim gören yaşları 20-27 arasında değişen sigara içmeyen, sağlıklı, orta düzeyde aktif 16 gönüllü erkek öğrenci katılmıştır. Araştırma öncesinde tüm katılımcılara çalışmanın amacı ve uygulanacak testler ayrıntılı bir biçimde sözlü olarak ifade edilmiş ve ardından araştırmayla ilgili gönüllü katılım formu doldurmaları istenmiştir. Bu çalışma için Selçuk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul onayı alınmıştır.

Veri Toplama Araçları

Vücut Kompozisyonlarının Belirlenmesi: Çalışma grubunu oluşturan bireylerin boy uzunluğu (m) Seca marka boy ölçerli mekanik tartı kullanılarak, vücut ağırlığı (kg) ise 100 gram (gr) hassasiyetinde boy ölçerli hassas tartı ile belirlenmiştir. Vücut kütle indeksi (VKİ), vücut ağırlığının (kg), boy uzunluğunun (m) karesine bölünmesiyle hesaplanmıştır (ACSM, 2000). Vücut yağ yüzdesi'nin (VYY) belirlenmesi için her açıda 10 g/sq mm basınç uygulayan Holtain marka skinfold kaliper kullanılarak katılımcılar anatomik pozisyonda iken biceps, triceps, subscapularis, suprailiac deri kıvrım kalınlıkları alınmış ve vücut yoğunlukları hesaplanarak VYY belirlenmiştir.

Erkek = $1,1631 - 0,0632 * \text{Log} (\text{biceps} + \text{triceps} + \text{subscapularis} + \text{suprailiac})$
 % Yağ = $(4,95 / \text{Vücut Yoğunluğu} - 4,50) * 100$ (Durnin ve Womersley, 1974).

Maksimal Aerobik Kapasitenin Belirlenmesi: Çalışmaya katılan bireylerin maksimal aerobik kapasitelerini (MaksVO₂) belirlemek için 20 m mekik koşu testi Leger ve ark (1982) hazırladıkları protokole bağlı olarak uygulanmış ve 20 m mekik koşusu sonucuna göre maksimal oksijen tüketim değerlendirme tablosuna göre ml/kg/dk olarak belirlenmiştir.

Kan Örneklerinin Toplanması ve Biyokimyasal Analizler: Çalışmaya katılan katılımcıların çalışma başlangıcı ve 8 haftalık dayanıklılık antrenmanı sonrasında bir gece açlık sonrası sabah saat 8:00 de sağlık personeli tarafından kan örnekleri alınmıştır. Heparinli vacatonier tüplere alınan kan örnekleri 3000 rpm'de +4 °C'de 20 dk santrifüj edilerek plazmaları kazanılmış ve 2 ayı aliguat halinde eppendorf tüplere alınarak -20°C'lik derin dondurucuda analizlere kadar saklanmıştır. Plazma irisini analizi insan irisini Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay (ELİSA) test kiti (Elabscience marka) kullanılarak yapılmıştır. Plakların absorbanları 450 nm'lik (microwell plate Biotek ELx800 marka) dalga boyunda ölçülerek bilgisayar programında semi-logaritmik kurve üzerinden ng/ml cinsinden değerlendirilmiştir. Glikoz ve kan yağları (trigliserid, total kolestrol, HDL ve LDL) ise spektrofometrik analizör (Abort marka) ile tespit edilmiştir.

Antrenman Programı: Çalışmaya katılan bireylere aşağıda 8 hafta süresince haftada 3 günde 40-60 dk, maksimal kalp atım sayısının %60-80 şiddetinde bisiklet egzersizleri uygulanmıştır (Şekil 1). Katılımcıların maksimal kalp atım sayıları 220-yaş formülüne göre hesaplanmıştır. Antrenman süresince öğrencilerin kalp atım hızlarının kontrolü için RS800 marka polar saat kullanılmıştır. Katılımcılara çalışma süresince bu antrenman programının dışında herhangi bir zorlu egzersiz yapmamaları ve günlük beslenme alışkanlıklarını ve uyku düzenlerini değiştirmemeleri istenmiştir.

Hafta	Süre	Şiddet	Sıklık (gün/hafta)
1	40 dk	%60-65	3
2	45 dk	%60-65	3
3	45 dk	%65-70	3
4	50 dk	%65-70	3
5	50 dk	%70-75	3
6	55 dk	%70-75	3
7	55 dk	%75-80	3
8	60 dk	%75-80	3

Şekil 1. Öğrencilere uygulanan 8 haftalık antrenman programı

Verilerin Analizi

Verilerin değerlendirilmesinde SPSS 16.0 istatistik programı kullanılmıştır. Çalışmada ölçümü yapılan değişkenlerden elde edilen tüm verilerin aritmetik ortalaması ve standart sapması hesaplandıktan sonra verilerin normal dağılımı Kolmogorov Smirnov testiyle ile antrenman programı öncesi ve sonrası değişimler ise bağımlı gruplarda t testiyle analiz edilmişti ve anlamlılık düzeyi 0,05 olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Tablo 1. Katılımcıların antrenman programı öncesi yaş ve boy uzunluklarının ortalama ve standart sapma değerleri.

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	SD
Yaş (yıl)	16	20,0	27,0	21,8	2,2
Boy uzunluğu (m)	16	1,70	1,90	1,80	0,1

SD: Standart Sapma

Araştırmaya katılan bireylerin çalışma başlangıcında yaş ortalaması 21,8 yıl boy uzunluğu 1,80 m olarak tespit edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 2. Katılımcıların antrenman program öncesi ve sonrası fiziksel özelliklerindeki değişimler.

Değişkenler	Ölçüm	n	Ortalama	± SD	t	p
Vücut Ağırlığı	İlk	16	69,0	± 9,0	2,00	0,06
	Son	16	68,3	± 8,3		
VKİ (kg/m ²)	İlk	16	21,9	± 2,7	2,03	0,06
	Son	16	21,6	± 2,5		
VYY (%)	İlk	16	11,4	± 3,4	3,67	0,00
	Son	16	10,1	± 2,5		
MaksVO ₂ (ml/kg/dk)	İlk	16	43,9	± 5,4	-1,24	0,23
	Son	16	45,3	± 6,0		

p< 0,05, n; Kişi Sayısı, SD: Standart Sapma, VKİ: Vucüt Kütle İndeksi, VYY:Vucüt Yağ Yüzdesi, MaksVO₂: Maksimum Aerobik Kapasite

Antrenman programı öncesi ve sonrası ölçülen vücut ağırlığı, VKİ, VYY ve MaksVO₂ değerlerindeki değişimler tablo 2. de verilmiştir. Antrenman programı sonrasında katılımcıların vücut ağırlığı (t=2,00; p=0,06), VKİ (t=2,03; p=0,06) ve MaksVO₂ (t=1,24; p=0,23) ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı değişim olmamıştır. VYY ortalaması ise antrenman programı sonrasında önemli düzeyde azalmıştır (t=3,67; p=0,00).

Tablo 3. Katılımcıların antrenman program öncesi ve sonrası biyokimyasal parametrelerindeki değişimler.

	Ölçüm	n	Ortalama	± SD	t	p
HDL (mg/dL)	İlk	16	28,3	± 10,5	6,42	0,00
	Son	16	15,1	± 4,3		
LDL (mg/dL)	İlk	16	42,6	± 13,9	8,58	0,00
	Son	16	20,8	± 9,5		
Kolestrol (mg/dL)	İlk	16	79,3	± 25,1	8,79	0,00
	Son	16	37,5	± 16,2		
Trigliserid (mg/dL)	İlk	16	68,9	± 57,9	2,99	0,01
	Son	16	31,8	± 19,0		
Glikoz (mg/dL)	İlk	16	65,3	± 18,6	10,22	0,00
	Son	16	36,1	± 11,8		
İrisin (ng/ml)	İlk	16	29,2	± 3,5	0,71	0,49
	Son	16	28,4	± 3,4		

p<0,05, n; Kişi Sayısı, SD: Standart Sapma, HDL: Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein, LDL: Düşük Yoğunluklu Lipoprotein

Tablo 3. incelendiğinde 8 hafta uygulanan antrenman programı öncesi ve sonrası dinlenme durumunda alınan kan örneklerinden analiz edilen HDL (t=6,42; p=0,00), LDL (t=8,58; p=0,00), toplam kolesterol (t=8,79; p=0,00), trigliserid (t=2,99; p=0,01) ve glukoz (t=10,22; p=0,00) ortalamalarında önemli düzeyde azalma meydana gelmiştir (p<0.05). Buna karşın irisin düzeyleri ortalamasında önemli değişim olmamıştır (t=0,71; p=0,49).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Orta düzeyde aktif genç yetişkinlerine uygulanan dayanıklılık antrenmanlarının vücut kompozisyonu ve egzersiz ile ilişkili olduğu öne sürülen irisin hormon düzeyine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmanın en önemli bulgusu kronik egzersizlerin irisin düzeyleri üzerine etkisinin önemli olmadığını saptanmasıdır.

Sunulan bu çalışmada 20-27 yaş aralığındaki üniversite öğrencilerine uygulanan 8 haftalık bisiklet egzersizlerinin vücut ağırlığı ve VKİ değerlerine anlamlı bir etkisinin olmadığı fakat VYY ortalamalarında antrenman programı sonrasında önemli düzeyde azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarıyla uyumlu olarak yapılan çalışmalarda da 8-10 hafta boyunca uygulanan dayanıklılık antrenmanlarının VKİ değerlerini etkilemediği bildirilmiştir (Uğraş ve ark., 2002, Gücenmez, 2017, Arıkan ve ark., 2018). Fakat bu çalışmaların aksine düzenli yapılan antrenmanların VKİ değerlerinde anlamlı düzeyde değişiklik olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur (Soğat, 2007, Aksen Cengizhan ve ark., 2013, Yüksel ve ark., 2017, Akbulut, 2019). VKİ değerlerindeki bu değişimin vücut ağırlığındaki azalma sonucunda uzun süren aerobik egzersizlerin insan vücudundaki yağları enerji olarak kullanmasından ve fazla miktarda sıvı kaybından kaynaklandığı düşünülmektedir (Çetinkaya, 2014).

Çalışmamızın bir diğer bulgusu olan VYY ortalamalarında aerobik bisiklet egzersizleri sonrası antrenmanlar öncesine göre önemli düzeyde anlamlı bir azalma belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçların literatürdeki benzer çalışmalarla uyumlu olduğu görülmektedir (Sezen, 1995, Demir, 1996, Suzuki ve ark., 1998, Gökdemir ve ark., 2007, Revan ve ark., 2008, Stasiulis ve ark., 2010, Hassannejad ve ark., 2017). VYY'indeki bu azalmanın yapılan antrenmanlar sonucunda vücut yağlarının oksidasyona uğrayarak enerji kaynağı olarak kullanılmasından kaynaklandığı vurgulanmaktadır (Sönmez, 2000). Yukarıdaki çalışmaların aksine uzun süreli uygulanan kronik egzersizlerin VYY değerlerini

değiştirmediğini bildiren çalışmalar da mevcuttur (Gökhan ve ark.,2011, Arıkan ve Serpek 2016., Kaya ve ark., 2015). Çalışmanın sonuçlarında ki bu farklılıkların uygulanan antrenman yöntemlerinin çeşitliliği ve bireylerin antrenmanlara farklı tepki vermesinden ya da deneklere serbest beslenme programları uygulanmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Sporda verimi belirleyen motorsal özelliklerden biri olan dayanıklılık, spor bilimleri alanında çalışan pek çok araştırmacının ilgisini çekmiştir. Aerobik kapasite bireyin bedensel çalışmalar sırasında 1 dakikada kullanabildiği oksijen miktarıdır. Bu kapasite egzersizlerle birlikte yükselmeye başlar ancak maksimal kapasiteye ulaşmasından sonra yatay bir seyir izler (Akgün 1994, Yılmaz, 2000). Dayanıklılık performansının belirlenmesinde maksVO₂ tüketim kapasitesi önemli bir göstergedir (Demir, 1996, Köklü ve ark., 2009, Temoçin, 2014). Bugüne kadar yapılan çalışmalarda dayanıklılık antrenmanlarının maksVO₂ tüketim kapasitesini etkilediği fakat bu sonuçların çelişkili olduğu belirlenmiştir. Literatürdeki bazı çalışmalarda maksimal kalp atım sayısının %50-85 şiddetinde farklı sürelerde ve sıklıkta yapılan antrenmanların yeterli olabileceği belirtilirken (Ruby ve ark., 1996, Uğraş ve ark., 2002, Hiruntrakul ve ark., 2010, Revan ve ark., 2011, Kızılay, 2012, Arıkan ve Serpek, 2016) bazı çalışmalarda ise değiştirmedeği (Okan 2009, Ural 2014) bildirilmektedir. Sunulan bu çalışmada yukarıda verilen sonuçların aksine çalışmaya katılan bireylerin 8 haftalık bisiklet egzersizlerinin maksVO₂ değerlerini yükselttiği fakat bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

Egzersizle birlikte bireylerin hormon düzeylerinde ve biyokimyasal parametrelerde değişiklikler meydana gelmektedir. Çalışma sonucunda antrenman programı öncesi ve sonrası dinlenme durumunda alınan kan örneklerinden analiz edilen HDL, toplam kolesterol, LDL, trigliserid ve glukoz ortalamalarında önemli düzeyde azalma meydana gelmiştir. Buna karşın irisin düzeyleri ortalamasında önemli değişim olmamıştır. Literatür çalışmaları incelendiğinde uygulanan egzersizlerin farklı yaş grubundaki sporcu ya da sedanter bireylerde glikoz ve kan yağları düzeylerini değiştirdiği fakat sonuçların çelişkili olduğu görülmektedir (Koç ve ark., 2008, Güreş ve ark., 2009, Touati ve ark., 2011, Kürkçü, 2011, Arıkan ve ark., 2018). Bu farklı sonuçların nedeni olarak egzersizin şiddeti, tipi, süresi, bireylerin fiziksel özelliklerindeki farklılıklar ve egzersize verdikleri cevaplardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Boström ve ark., (2012), insanlarda 10 haftalık dayanıklılık egzersizlerinin hücrede PGC-1 α mRNA genini artırdığını çekirdekdeki fibrik asit deriveleri alfa reseptörleri üzerinden FNDC5 proteinin üretimini desteklediğini bildirmelerinden sonra irisin egzersiz ilişkisi araştırmacıların ilgisini çekmiş ve birçok çalışma yapılmıştır İnsanlar ve kemirgenler üzerinde yapılan çalışmalarda egzersiz sonrası dolaşımdaki irisin seviyesi hakkında farklı sonuçlar elde edilmiştir Timmons ve ark. (2012), yaptığı çalışmada 24 genç erişkin erkekte 6 haftalık bisiklet ve direnç egzersizlerinin sonucunda kas biyopsisinde bakılan FNDC5 mRNA düzeyinin değişmediğini bildirmişlerdir. Yapılan bir diğer çalışmada ise genç erişkin erkek gönüllülerde 8 hafta süren kronik egzersizler sonucunda dolaşımdaki irisin seviyesinin değişmediği fakat egzersizin bitmesinden hemen sonra irisin seviyesinde artışın olduğu ve bu nedenle akut egzersiz etkisinin olabileceğini vurgulamışlardır (Huh ve ark., 2012). Uzun süre yapılan aerobik dayanıklılık ve kuvvet antrenmanlarının sedanter ve antrenmanlı bireylerde irisin düzeylerinde herhangi bir değişim olmadığını bildiren birçok çalışma mevcuttur (Hecksteden ve ark., 2013, Kurdiova ve ark., 2014, Ellefsen ve ark., 2014, Benedini ve ark., 2017, Arıkan ve ark., 2018). Benzer sonuçlara kemirgenler üzerinde yapılmış çalışmalarda da ulaşılmış, artan yük ile 6 haftalık dayanıklılık eğitimi (Czarkowska-Paczek ve ark., 2012) ve 8 hafta boyunca diyet ile birlikte koşu bandında dayanıklılık eğitimi (Rocha-Rodrigues ve ark.,

2016) uygulanan sıçanların çalışma öncesi ve sonrası alınan kan örneklerinde serum irisin'in değişmediği tespit edilmiştir. Sunulan bu çalışmada da yukarıda verilen literatür verilerine uygun olarak iskelet kasından ve diğer dokulardan salınan FDNC5'in irisin seviyesinde 8 hafta uygulanan bisiklet egzersizleri öncesi ve sonrası dinlenme durumunda alınan kan örneklerinden sırasıyla $29,2 \pm 3,5$ ng/ml ve $28,4 \pm 3,4$ ng/ml olarak tespit edilmiş ve irisin düzeylerinin ortalamasında önemli değişim olmadığı tespit edilmiştir. Bu çalışmanın denek grubunu oluşturan gençler düzenli olarak egzersiz yapmasalar da okudukları bölüm itibarıyla orta düzeyde aktif bireylerdir. Bunun yanı sıra çalışma boyunca katılımcılara herhangi bir diyet programı uygulanmamış serbest beslenme alışkanlıklarına devam etmişlerdir. Bu nedenlerden dolayı uygulanan dayanıklılık antrenmanlarının irisin düzeylerin etkilemediği düşünülmektedir.

Besse ve ark. (2014), sağlıklı erkek yetişkinlere uygulanan 10 haftalık dayanıklılık egzersizleri sonucunda alınan kan ve kas biyopsisinde irisin hormon seviyelerinin egzersiz öncesine göre 2 kat artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Diğer bir çalışmada ise 8 hafta boyunca haftada 3 gün süreyle düzenli olarak uygulanan farklı egzersiz programlarına (direnc egzersizleri, yüksek yoğunluklu interval ve aerobik egzersiz) katılan bireylerin kontrol gruplarına göre irisin seviyesinin uygulanan egzersizlere bağlı olarak yükseldiği belirlenmiştir (Akbulut, 2019). Bu çalışmaların aksine Scalzo ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada 19 genç erişkin erkekte 3 haftalık sprint antrenmanından önce ve sonra alınan kan örneklerinden plazma irisin seviyesinin azaldığını tespit etmişlerdir. Tsuchiya ve ark. (2016) 4 hafta boyunca 20 sağlıklı genç erkek bireyleri haftada 5 gün günde bir kez sprint antrenmanı ve haftada 2-3 gün ardışık iki antrenman seansı uygulamak üzere iki gruba ayırmıştır. Çalışma sonucunda serum irisin seviyesinin her iki grupta da yapılan antrenmanlarla önemli ölçüde azaldığını belirtmişlerdir. Jozkow ve ark. (2019) deneyimli 28 erkek maraton koşucusuyla yaptığı çalışmada ise maraton koşusundan önce, sonra ve 7 gün sonra plazmadaki irisin seviyesini incelemişlerdir. Maraton koşusundan hemen sonra 639 ± 427 ng/ml olan irisin seviyesinin 461 ± 255 ng/ml'ye 7 gün sonra ise 432 ± 146 ng/ml'ye düştüğünü bu azalmanın anlamlı olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda erkeklerdeki irisin salınımının uzun mesafeli bir koşudan olumsuz olarak etkilendiği sonucuna varılmıştır. Kronik egzersizden sonra irisin seviyesinin arttığı ya da azaltıldığını bildiren yukarıdaki çalışmaların mevcut çalışma sonuçlarıyla uyumlu görülmemektedir. Bu durum göz önüne alındığında irisin egzersiz ilişkisini konu alan çalışmalarının sonuçlarının farklı olmasının sebebi muhtemelen hormon düzeylerinin çalışmaya katılan bireylerin cinsiyet, yaş, vücut kompozisyonu, fiziksel uygunluk düzeyleri, bireylerin egzersize verdikleri cevaplar, egzersizin tipi, süresi, şiddeti, stres, uyku, diyet, kan alma süreleri ve ölçüm protokolleri gibi çok sayıda farklılıklardan etkilenebilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu araştırma bazı sınırlılıklara sahiptir; Yukarıda referans olarak belirtilen çalışmalarda denekler daha çok sedanter bireylerden oluşmakta ve irisin testi için kan numunelerinin günün hangi saatleri arasında alındığı tam olarak belirtilmemiştir. Oysaki bu çalışmada denekler sağlıklı orta düzeyde aktif bireylerden oluşmaktadır. Ayrıca araştırmaya katılan bireylere çalışma boyunca beslenme alışkanlıklarını değiştirmemeleri söylenmiş fakat kontrol edilmemiştir. Bu durum yapılan çalışmanın bulgularını etkilemiş olabilir.

Sonuç olarak genç erkek öğrencilere uygulanan dayanıklılık antrenmanlarının irisin hormon düzeylerini etkilemediği fakat bakılan bazı biyokimyasal parametreleri ve vücut yağ yüzdesini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu konuda çalışmak isteyen araştırmacılara farklı fiziksel özelliklere sahip (sedanter, sporcu, obez) değişik yaş gruplarındaki bireylerde farklı antrenman programlarının irisin hormon düzeyine etkilerini araştırmaları önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Akbulut, T. (2019). *Farklı egzersiz uygulamalarının irisin, ısı şok protein 70 ve bazı biyokimyasal parametrelere etkisinin incelenmesi*. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Akgün, N. (1994). *Egzersiz Fizyolojisi*. 5.Baskı, İzmir, Ege Üniversitesi Basımevi,1, 99- 109.
- Aksen Cengizhan, P. (2013). *Çabuk kuvvet ve kuvvette devamlılık antrenman metotlarının erkek basketbolculardaki bazı teknik, motorik özelliklere ve kas hasarına etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Ankara.
- American Collage of Sports Medicine (ACSM). (2000). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*, Sixth Edition, USA, Lippincott Williams&Wilkins.
- Arıkan, Ş, Serpek, B. (2016). The effects of endurance training on the relationships body composition plasma ghrelin and leptin levels. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 18 (1),119-126.
- Arıkan, Ş., Revan, S., Balcı, Ş.S., Şahin, M., Serpek, B. (2018). Effect of training and gender on plasma irisin, leptin, and insulin levels. *International Journal of Applied Exercise Physiology*, 2, 1-8.
- Arslan, C., Bingölbali, A., Kutlu, M., Baltacı, A.K. (1997). Voleybol ve atletizm sporunun kız çocukların hematolojik ve biyokimyasal parametrelerine etkisi. *Beden Eğitimi Spor Bilimleri Dergisi*, 2, 28-34.
- Avcı, B. (2015). *Sağlıklı genç erişkin bireylerde sistemik dolaşım irisin düzeyleri*. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Ball, K., Owen, N., Salmon, J., Bauman, A., Gore, C.J. (2001). Association of physical activity with body weight and fat in men and women. *International Journal of Obesity*, 25, 914- 919.
- Bauwens, M., Wierds, R., Royen, B., Bucerius, J., Backes, W., Mottaghy, F., Brans, B. (2014). Molecular imaging of Brown adipose tissue in health and disease. *Eur J Nucl Med Mollmaging*, 41, 776-91.
- Baysal Bakır, D. (2018). *Obezite ve metabolik sendrom tanılı çocuklarda irisin düzeylerinin, non-alkolik yağlı karaciğer hastalığı, glukoz ve lipid metabolizması ile ilişkisi*. Tıpta Uzmanlık Tezi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İzmir.
- Benedini, S., Dozio, E., Invernizzi, P.L., Vianello, E., Banfi, G., Terruzzi, I., Luzi, L., Romanelli, M.M.C. (2017). Irisin: A potential link between physical exercise and metabolism-an observational study in differently trained subjects, from elite athlete to non-athlete people. *Hindawi Journal of Diabetes Research*, 7.
- Besse-Patin, A., Montastier, E., Vinel, C., Castan-Laurell, I., Louche, K., Dray, C., Daviaud, D., Mirl, L., Marques, M.A., Thalamas, C., Valet, P., Langin, D., Moro, C., Viguerie, N. (2014). Effect of endurance training on skeletal muscle myokine expression in obese men: identification of apelin as a novel myokine. *International J Obes*, 38, 707-13.
- Boström, P., Wu, J., Jedrychowski, M.P., Korde, A., Ye, L., Lo, C.J., Rasbach, K.A., Boström, E.A., Choi, J.H., Long, J.Z., Kajimura, S., Zingaretti, M.C., Vind, B.F., Tu, H., Cinti, S., Hojlund, K., Gygi, S.P., Spiegelman, B.M. (2012). A PGC1-alpha-dependent myokine that drives brown-fat-like development of White fat and thermogenesis. *Nature*, 481, 463- 68.
- Castillo-Quan, J.I. (2012). From white to Brown fat through the PGC-1alpha-dependent myokine irisin: implications for diabetes and obesity. *Disease Models&Mechanisms*, 3, 293-95.
- Czarkowska-Paczek, B., Zendzian-Piotrowska, M., Gala, K., Sobol, M., Paczek, L. (2012). One session of exercise or endurance training does not influence serum levels of irisin in rats. *J Physiol Pharmacol*. 65, 449-54.
- Çetinkaya, E. (2014). *17 yaş altı futbolcularda sezon başı hazırlık dönemi antrenmanın bazı biyomotorik, fizyolojik, biyokimyasal parametreler ile kas hasarı üzerine etkisinin incelenmesi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Demir, M. (1996). Dayanıklılık antrenmanının aerobik güce etkisi. *Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 1, 27-34.
- Durnin, J.V., Womersley, J. (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr*, 3277- 97.
- Ellefsen, S., Vikmoen, O., Slettalokken, G., Whist, J.E., Nygaard, N., Hollan, I., Rauk, I., Vegge, G., Strand, T.A., Raastad, T., Ronnestad, B.R. (2014). Irisin and FNDC5: effects of 12-week strength training, and relations to muscle phenotype and body mass composition in untrained women. *European journal of applied physiology*, 114, 1875-888.
- Elsen, M., Raschke, S., Eckel, J. (2014). Browning of whitefat: does irisin play a role in humans? *Journal of Endocrinology*, 222, 25-38.
- Esfahani, M., Baranchi, M., Goodarzi, M.T. (2015). Irisin and Metabolic Disorders. *Avicenna J Med Biochem*, 4, 33-230.
- Gökdemir, K., Koç, H., Yüksel, O. (2007). Aerobik antrenman programının üniversite öğrencilerinin bazı solunum ve dolasım parametreleri ile vücut yağ oranı üzerine etkisi. *Egzersiz*, 1,145-149.
- Gökhan, İ., Kürkçü, R., Devecioğlu, S. (2011). Yüzme egzersizinin solunum fonksiyonları, kan basıncı ve vücut kompozisyonu üzerine etkisi. *Journal of Clinical and Experimental Investigations*, 2, 35-41.
- Gücenmez, E. (2017). *Futbolcularda aerobik egzersizin oksijen tüketim kapasitesi ve vücut kompozisyonu üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Gaziantep.
- Güreş, A., Karul, A., Kozacı, D., Gürel, G., Güreş, Ş. (2009). Mesafe koşucularında submaksimal egzersizin kan biyokimyasına etkisi. *Spor Hekimliği Dergisi*, 44, 99-95
- Hassannejad, A., Khalaj, A., Mansournia, M.A., Rajabian Tabesh, M., Alizadeh, Z. (2017). The effect of aerobic or aerobic-strength exercise on body composition and functional capacity in patients with BMI \geq 35 after bariatric surgery: a randomized control trial. *Obesity Surgery*, 27, 2792-801.
- Hecksteden, A., Wegmann, M., Steffen, A., Kraushaar, J., Morsch, A., Ruppenthal, S., Kaestner, L., Meyer, T. (2013). Irisin and exercise training in humans-results from a randomized controlled training trial. *Bmc Medicine*, 11, 235.
- Hiruntrakul, A., Nanagara, R., Emasithi, A., Borer, K.T. (2010). Effect of once a week endurance exercise on fitness status in sedentary subjects. *Journal of The Medical Association of Tailand*, 9,93.
- Hofmann, T., Elbelt, U., Stengel, A. (2014). Irisin as a muscle-derived hormone stimulating thermogenesis-a critical update. *Peptides*, 54, 89-100.
- Huh, J.Y., Panagiotou, G., Mougios, V., Brinkoetter, M., Vamvini, M.T., Schneider, B.E., Mantzoros, C.S. (2012). FNDC5 and irisin in humans: I. Predictors of circulating concentrations in serum and plasma and II. mRNA expression and circulating concentrations in response to weight loss and exercise. *Metabolism*, 61, 1725-38.
- Józków, P., Koźlenia, D., Zawadzka, K., Konefał, M., Chmura, P., Młynarska, K., Kosowski, M., Mędraś, M., Chmura, J., Ponikowski, P. (2019). Effects of running a marathon on irisin concentration in men aged over 50. *The Journal of Physiological Sciences*, 69 (1), 79-84.
- Kaya, M., Demirtürk, F. (2015). Effects of folk dance training on some physical fitness parameters in sedentary women. *Beden eğitimi ve spor bilimleri dergisi*, 17(3).
- Kell, RT., Bell, G., Quinney, A. (2001). Musculoskeletal fitness, health outcomes and quality of life. *Sports Medicine*, 12, 863-73.

Kızılay, F. (2012). *Aerobik egzersizin sedanter bayanlarda vücut kompozisyonu, bazal metabolizma hızı, total oksidan ve antioksidan kapasite üzerine etkisinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim, Malatya.

Koç, H., Tamer, K., (2008). Aerobik, Anaerobik antrenman programlarının lipoprotein düzeyleri üzerine etkisi. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 17,137-143.

Köklü, Y., Özkan, A., Ersöz, G. (2009). Futbolda Dayanıklılık performansının değerlendirilmesi ve geliştirilmesi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 4, 142-50.

Kurdiova, T., Balaz, M., Vician, M., Maderova, D., Vlcek, M., Valkovic, L. (2014). Are skeletal muscle, adipose tissue Fndc5 gene expression and irisin release affected by obesity, diabetes and exercise? In vivo, in vitro studies. *J Physiol*, 592, 1091-107.

Kürkcü, R. (2011). Adölesan Futbolcularda Düzenli Egzersiz Programının Lipid Profili Üzerindeki Etkileri. *Sport Sciences*, 6, 25-30.

Lee, M.I., Shiroma, E.J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S.N., Katzmarzyk, P.T. (2012). Impact of physical inactivity on the world's major non-communicable diseases. *National Institutes Of Health*, 380, 219-229.

Leger, L.A., Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict $\dot{V}O_2$ max. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 49, 1-12.

Okan, İ. (2009). Futbolda teknik, dayanıklılık ve sürat çalışmalarının genç futbolcuların bazı fizyolojik parametrelerine etkileri. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9, 673-69.

Ouchi, N., Oshima, Y., Ohashi, K., Higuchi, A., Ikegami, C., Izumiya, Y., Walsh, K. (2008). Follistatin-like 1, a secreted muscle protein, promotes endothelial cell function and revascularization in ischemic tissue through a nitric-oxide. *J Biol Chem*, 47, 21-283.

Pedersen, B.K., Febbraio MA. (2012). Muscles, exerciseandobesity: skeletal muscle as a secretory organ. *Nature Reviews Endocrinology*, 8, 457-65.

Piya, M.K., Harte, A.L., Sivakumar, K., Tripathi, G., Voyias, P.D., James, S., Sabico, S., Al-Daghri, N.M., Saravanan, P., Barber, T.M., Kumar, S., Vatish, M., McTernan, P.G. (2014). The identification of irisin in human cerebrospinal fluid: influence of adiposity, metabolic markers, and gestational diabetes. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 306, 512-518.

Polyzos, S.A., Kountouras, J., Anastasilakis, A.D., Geladari, E.V., Mantzoros, C.S. (2014). Irisin in patients with nonalcoholic fatty liver disease. *Metabolism*, 63, 207-17.

Polyzos, S.A., Anastasilakis, A.D., Efstathiadou, Z.A., Makras, P., Perakakis, N., Kountouras, J., Mantzoros, C.S. (2018). Irisin in metabolic diseases. *Endocrine*, 2, 260-74.

Revan, S., Balcı, Ş.S., Hamdi, P., Aydoğmuş, M. (2008). Sürekli ve interval koşu antrenmanlarının vücut kompozisyonu ve aerobik kapasite üzerine etkileri. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 6, 193-197.

Revan, S., Balcı, Ş.S., Pepe, H., Kurtoglu, F., Akkuş, H. (2011). Aerobik Egzersizlerin, Düşük HDL-Kolesterol Seviyesine Sahip Erkeklerde Lipid Profili Üzerine Etkileri. *Türkiye Klinikleri J Cardiovasc Sci*. 23 (1), 16- 22.

Ripperger, J.A., Fritz, S., Richter, K., Hocke, G.M., Lottspeich, F., Fey, G.H. (1995). Transcription factors stat3 and stat5b are present in rat liver nuclei late in an acute phase response and bind interleukin-6 response elements. *The Journal of Biological Chemistry*, 15, 29998-30006.

Rocha-Rodrigues, S., Rodríguez, A., Gouveia, A.M., Gonçalves, I.O., Becerril, S., Ramírez, B., Beleza, J., Frühbeck, G., Ascensão, A., Magalhães, J. (2016). Effects of physical exercise on myokines expression and brown adipose-like phenotype modulation in rats fed a high-fat diet. *Life Sci*, 165, 100-8.

Ruby, B., Robergs, R., Leadbetter, G., Mermier, C., Chick, T., Stark, D. (1996). Cross- training between cycling and running in untrained females. *J Sports Med and Physical Fitness*, 36, 246- 254.

Scalzo, R.L., Peltonen, G.L., Giordano, G.R., Binns, S.E., Klochak, A.L., Paris, H.L., Schweder, M.M., Szallar, S.E., Wood, L.M., Larson, D.G., Luckasen, G.J., Hickey, M.S., Bell, C. (2014). Regulators of human white adipose browning: evidence for sympathetic control and sexual dimorphic responses to sprint interval training. *PLoS One*, 6, 9.

Sezen, M. (1995). *Farklı Aerobik Nitelikli Dayanıklılık Antrenmanlarının Aerobik Güç, Vücut Kompozisyonu ve Kan Basınçlarına Etkisi*. Ankara Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim.

Soğat, A. (2007). *Spor yapan ve yapmayan 11-12 yaş grubu çocuklarda bazı fiziksel özelliklerin araştırması*. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kütahya.

Sönmez, G.T. (2000). *Egzersiz ve Spor Fizyolojisi*. Bolu, Ata Ofset Matbaacılık.

Stasiulis, A., Mockiene, A., Vizbaraite, D., Mockus, P. (2010). Aerobic exercise-induced changes in body composition and blood lipids in young women. *Medicina (Kaunas)*, 46,2.

Suzuki, S., Urata, G., Ishida, Y., Kanahisa, H., Yamamura, M. (1998). Influences of Low Intensity Exercise on Body Composition, Food Intake and Aerobic Power of Sedentary Young Females. *Appl Human Sci*, 17 (6), 259-266.

Şahin, E. (2016). *Yeni tanı almış tip 2 diyabetli hastalarda serum irisin seviyesinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Temoçin, S., Ek, R.O., Tekin, T.A. (2014). Futbolcularda sürat ve dayanıklılığın solunumsal kapasite üzerine etkisi. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 1, 31-5.

Timmons, J.A., Baar, K., Davidsen, P.K., Atherton, P.J. (2012). Is irisin a human exercisegene? *Nature*, 488, 10. Touati, S., Meziri, F., Devaux, S., Berthelot, A., Touyz, R.M., Laurant, P. (2011). Exercise reverses metabolic syndrome in high-fat diet-induced obese rats. *Medicine And Science In Sports And Exercise*, 43, 398-407.

Tsuchiya, Y., Ijichi, T., Goto, K. (2016). Effect of sprint training on resting serum irisin concentration- Sprint training once daily vs. twice every other day. *Metabolism*, 65, 492-5.

Uğraş, A., Özkan, H., Savaş, S. (2002). Bilkent üniversitesi futbol takımının 10 haftalık ön hazırlık sonrasındaki fiziksel ve fizyolojik karakteristikleri. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 241-25.

Ural, M. (2014). *16-19 Yaş futbolcuların yoğun aralıklı, yaygın aralıklı ve devamlı yüklenme türü dayanıklılık antrenmanlarında maksimum oksijen kapasitesi (MaxVO₂) ile deri altı yağ ölçümlerinin karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Vamvini, M.T., Aronis, K.N., Panagiotou, G., Huh, J.Y., Chamberland, J.P., Brinkoetter, M.T. (2013). Irisin mRNA and circulating levels in relation to other myokines in healthy and morbidly obese humans. *Eur J Endocrinol*, 169, 829-34.

Wu, J., Bostrom, P., Sparks, L.M., Ye, L., Choi, J.H., Giang, A.H., Khandekar, M., Virtanen, K.A., Nuutila, P., Schaart, G., Huang, K., Tu, H, van Marken Lichtenbelt, W.D., Hoeks, J., Enerbäck, S., Schrauwen, P., Spiegelman, B.M. (2012). Beige adipocytes are a distinct type of thermogenic fat cell in mouse and human. *Cell*, 150, 366–376.

Yılmaz, B. (2000). *Hormonlar ve Üreme Fizyolojisi*. 1. Basım. Ankara, Feryal matbaacılık, 40- 53, 247- 371.

Yüksel, O., Kaya, F. (2017). Farklı Kuvvet Antrenmanlarının Kadın Sporcularda Beden Kompozisyonuna Etkileri. *Türkiye Klinikleri J Sports Sci*, 9, 101-7.