

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SAĞLIKLI GENÇ YETİŞKİNLERDE DAYANIKLILIK
ANTRENMANLARININ İRİSİN HORMON DÜZEYİNE ETKİSİ**

Gizem AKIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Şükran ARIKAN

KONYA – 2019


Tez Projesi / Tezi Kontrol Edilmiştir
Prof. Dr. Süleyman PATLAR

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca ve ‘‘Sağlıklı Genç Yetişkinlerde Dayanıklılık Antrenmanlarının İrisin Hormon Düzeyine Etkisi’’ konulu tez çalışmamın hazırlanmasında her zaman desteğini hissettiğim, bilgi ve birikimi ile beni daima en iyiye yönlendiren, benim için bir hocadan öte olan saygıdeğer tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Şükran ARIKAN’ a sonsuz teşekkürü borç bilirim. Araştırma süresince desteklerini aldığım Selçuk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Öğretim üyeleri Prof. Dr. Serkan REVAN ve Prof. Dr. Şükrü Serdar BALCI’ya, çalışmanın materyalini oluşturan Selçuk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi öğrencilerine gönüllü katılımları için teşekkür ederim.

Hayatım boyunca benden sevgisini, desteğini ve ilgisini esirgemeyen, sevgili annem Sevim ÖZDEMİR’e, babam Necmettin ÖZDEMİR’e, biricik kız kardeşim Sinem ÖZDEMİR’e ve hayatımda en büyük şansım olarak gördüğüm sevgili eşim Tarkan AKIN’a ayrıca teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SİMGELER VE KISALTMALAR.....	iv
ÇİZELGELER LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
ÖZET	vii
SUMMARY	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Egzersiz ve Enerji Sistemleri	2
1.2. Endokrin Sistem	3
1.3. İrisin'in Yapısı	5
1.4. İrisin Hormonunun Sentezi, Salgılanması ve Atılımı	6
1.5. İrisin'in Etki Mekanizması.....	8
1.6. İrisin ve Obezite İlişkisi	9
1.7. İrisin'in Glikoz ile İlişkisi	11
1.8. İrisin'in Kan Yağları ile İlişkisi	12
1.9. İrisin ve Egzersiz.....	14
2. GEREÇ VE YÖNTEM	16
2.1. Araştırma Grubu.....	16
2.2. Araştırmada Uygulanacak Ölçüm ve Testler	16
2.2.1. Vücut Kompozisyonlarının Belirlenmesi	16
2.2.2. Maksimal Aerobik Kapasitenin Belirlenmesi.....	17
2.2.3. Kan Örneklerinin Toplanması ve Biyokimyasal Analizleri.....	18
2.3. Antrenman Programı	19
2.4. İstatistiksel Analiz	20
3. BULGULAR	21
4. TARTIŞMA.....	23
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	33
6. KAYNAKLAR	34
7. EKLER	42
8. ÖZGEÇMİŞ	44

SİMGELER VE KISALTMALAR

ATP	: Adenozin Trifosfat
cAMP	: Siklik Adenozinmonofosfat
dk	: Dakika
FDNC5	: Fibronectintype III domain-containing 5
HDL	: Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein
HSL	: Perilipin Hormonu Duyarlı Lipaz
kg	: Kilogram
LDL	: Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
m	: Metre
maksVO ₂	: Maksimum Oksijen Tüketimi
mg/dL	: Miligram/Desiliter
ml	: Mililitre
mRNA	: Mesajcı Ribo Nükleik Asit
MSS	: Merkezi Sinir Sistemi
ng/ml	: Nanogram/Mililitre
PGC-1 α	: Peroksizom Proliferatör Koaktivatör-1 Alfa
UCP1	: Uncoupling Protein-1
VKİ	: Vücut Kütle İndeksi
VYY	: Vücut Yağ Yüzdesi

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 2.3.1. Öğrencilere uygulanan 8 haftalık antrenman programı.....	19
Çizelge 3.1. Katılımcıların antrenman programı öncesi fiziksel özelliklerinin ortalama ve standart sapma değerleri.....	21
Çizelge 3.2. Katılımcıların antrenman program öncesi ve sonrası fiziksel özelliklerindeki değişimler.....	21
Çizelge 3.3. Katılımcıların antrenman program öncesi ve sonrası biyokimyasal parametrelerindeki değişimler.....	22



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. İrisin'in sentezlendiği başlıca dokular.....	7
Şekil 1.2. Yağ hücrelerindeki sinyalleşme yolları.....	9
Şekil 1.3. Egzersizin irisin hormonunu uyarması.....	15
Şekil 2.1. 20 m mekik koşu testi.....	18
Şekil 2.2. Kan örneklerinin alınması	19
Şekil 2.3. Bisiklet egzersizi uygulaması.....	20



ÖZET

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Sağlıklı Genç Yetişkinlerde Dayanıklılık Antrenmanlarının İrisin Hormon Düzeyine Etkisi

Gizem AKIN

Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı

YÜKSEK LİSANS TEZİ / KONYA – 2019

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 öğrencisi 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 (ELISA) yöntemiyle tespit edilmiştir. Ayrıca alınan kan numunelerinden glikoz, trigliserid, total kolesterol, yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) ve düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) düzeyleride spektrofometrik 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 değişimleri 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 etkidiği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: İrisin, Dayanıklılık Antrenmanı, Vücut Kompozisyonu

SUMMARY

REPUBLIC of TURKEY
SELCUK UNIVERSITY
INSTITUTE of HEALTH SCIENCES

The Effect of Endurance Training on Irisin Hormone Levels in Healthy Young Adults

Gizem AKIN

**Department of Tranier Education
MASTER'S THESIS / KONYA – 2019**

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.

Keywords: Irisin, Endurance Training, Body Composition

1. GİRİŞ

Egzersiz bireylerde vücut esnekliği, kemik mineral yoğunluğunu, kas kuvveti ve dayanıklılığını artırırken kilo kontrolü ve uyku kalitesinde 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, Gökhan ve ark 2011).

Belirli doku hücrelerindeki biyokimyasal reaksiyonları düzenleyen ve kimyasalları sentezleyerek kan dolaşımına veren organ veya dokuların tümüne endokrin sistem denir (Günay ve ark 2006). Endokrin sistem egzersizle birlikte salgıladığı hormonlar aracılığıyla hemen hemen tüm sistemler üzerinde çeşitli değişikliklere sebep olmaktadır. Bu değişiklikler hormonların düzeyinde artışa veya düşüşe yol açmaktadır (Fox ve ark 2012, Hall 2015).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda salınım gösterdikleri yerler farklı olsa da kas dokusunun bir sekresyon organı olarak işlev gördüğü tespit edilmiştir. Egzersize bağlı olarak salınan maddelere miyokin adı verilmektedir. Miyokinler miyogenez, osteogenezis, endotel fonksiyonu, yağ oksidasyonu ve yağ dokusu kahverengileşmesi gibi farklı fizyolojik olaylarda yer almaktadır. Araştırmalar sonucunda keşfedilen irisin hormonunun miyokin sınıfında yer aldığı ve egzersizle birlikte kas dokusu tarafından salındığı tespit edilmiştir (Boström ve ark 2012). İrisin'in özellikle beyaz yağ dokusunu kahverengi yağ dokusuna çevirmesi özelliği ile metabolik süreçlerde etkili olduğu gözlemlenmiştir. 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). Aynı zamanda irisin kilo kaybı ve kan glukoz seviyesine etkisinden dolayı diyabet ve obezite tedavisinde gelecek vadeden bir sinyal molekülüdür (Şahin 2016).

Bu çalışmada düzenli antrenman yapmayan genç yetişkinlerin dayanıklılık antrenmanları sonucunda enerji metabolizması ve egzersiz ile ilişkili olduğu öne sürülen irisin hormon düzeyine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

1.1. Egzersiz ve Enerji Sistemleri

Egzersiz, bireylerin fiziksel uygunluğunu geliştirerek hastalıklardan korunmada etkin rol oynadığı bilinmektedir. Egzersizin sürekli olarak yapılabilmesi veya sürdürülebilmesi mümkün değildir. Egzersizde devamlılığın sağlanması enerjinin tekrar üretilmesi ve kazanımı ile ilişkilidir (Fox ve ark 2012). Hücre içinde enerji üretimi aerobik ve anaerobik olmak üzere iki yolla sağlanmaktadır. Anaerobik ve aerobik kapasite birbiriyle yakından ilgilidir ve ikisi de antrenman yoluyla geliştirilebilmektedir (Günay ve ark 2006).

Anaerobik sistem, kısa süreli, yüksek yoğunluklu egzersizlerde vücudun ihtiyaç duyduğu enerji ihtiyacını oksijenden bağımsız olarak depo halinde kaslarda bulunan kreatin trifosfat grubundan veya glikojen depolarından sağlamasıdır. Yüksek enerji gerektiren durumlarda kreatin fosfat, kasın kasılması sırasında Adenozin Trifosfat (ATP) sentezi için gerekli olan enerjinin 1 dakikalık (dk) kaynağını karşılar ve maksimal kas aktivitesi için enerji sağlamış olur fakat bu işlemde depo kısıtlıdır. Kas hücrelerinin glikojen depolama esnasında glikojenden ATP elde etme olayına glikolitik enerji sistemi denir. Fosforilaz enzimi sayesinde glikojen glukoz 1-fosfat'a dönüştürülür ve glukoz 1-fosfat sitoplazmada pirüvik asite kadar glikoze olur. Pirüvik asit ortamda oksijen az ise laktik asite dönüşerek 1 molekül glukozdan net olarak 2 molekül ATP meydana gelir. Anaerobik kapasite birim zamandaki değerine anaerobik güç denir (Zorba 2004, Günay ve ark 2006).

Ortamda oksijen mevcutsa glikolitik metabolizmanın pirüvik basamağında ATP üretimi oksidatif sistemle gerçekleşir ve reaksiyon ile glikolitik metabolizmada oluşan pirüvik asitin, mitokondriden kolaylaştırılarak taşınması sonucunda oksijenle bir araya gelerek mitokondriyal oksidatif enzimleri ile birlikte karbondioksit (CO_2) kadar yıkılması ile gerçekleşir. Bu yol sayesinde 1 molekül glukozdan 38 molekül ATP sentezlenir. Egzersiz esnasında enerji oksidatif sistem tarafından karşılanıyorsa bu aerobik egzersiz olarak tanımlanmıştır (Zorba 2000, Gelir ve ark 2013).

Kullanılan enerji kaynağını egzersizin süresini ve şiddetini belirler. Egzersizin süresinin uzun olması durumunda enerji kaynağı olarak karbonhidrat ve yağlar kullanılır. Uzun süreli olup şiddeti düşük olan aerobik egzersiz, vücutta oksijen borçlanmasına girilmeden ortamda elde edilen enerjinin kullanılmasıyla 1-3

dk'dan daha uzun süren hareketlere uyum sağlama ve geniş kas gruplarının katıldığı ritmik, dinamik fakat daha az kuvvet harcayarak gerçekleştirilen aktivite olarak tanımlanmıştır. Aerobik egzersizlerin maksimal kalp atım hızının %60-90'ı ile gerçekleştiği bildirilmiştir. Bununla birlikte ağır ve uzun süre devam eden egzersizlerde tüketilen oksijen miktarı belirli seviyeden sonra artmaktadır (Gürsel 2000).

Egzersiz testleri ile birlikte artış sağlayan ve en yüksek oksijen tüketimini ifade eden değere maksimal aerobik kapasite veya maksimal oksijen tüketimi (maksVO_2) denilmektedir. Uzun süreli aerobik egzersizin solunum parametrelerini geliştirdiği, kardiyovasküler sistem iyileştirdiğini, kaslardaki oksijen ve anjiyogenez yoluyla kan damarı sayısında, myoglobin sayısında ve aynı zamanda ATP depolama kapasitesinde de artışa neden olduğu belirtilmiştir. Bireylerde aerobik güç kilogram (kg) başına dk tükettiği oksijen miktarı (ml/kg/dk) olarak ifade edilmektedir (Zorba 2000, Özer 2006).

1.2. Endokrin Sistem

Metabolik olaylara karşı vücut hücreleri fonksiyonlarına göre ayarlama yapması gerekir ve bu ayarlama hücrelerin içeriğine, sıcaklığına ve hidrojen iyonu konsantrasyonuna bağlıdır. Vücudumuzda organizmanın koordinasyon ve düzeni homeostatik sistem tarafından kontrol edilmektedir. Bunlar merkezi sinir sistemi (MSS) ve endokrin (hormonal) sistemdir ve birbirinden ayrı iki mekanizma olarak görülmemelidir. MSS bilgi aksiyon potansiyelleri şeklinde aktarıldığı için, cevaplar daha hızlı bir şekilde iletilirken, endokrin sistemde ise cevaplar daha uzun zaman almaktadır. Çünkü kimyasal maddeler endokrin sistemin bilgi iletilicileri olarak önce endokrin bez dediğimiz iç salgı bezleri tarafından kana salınması ve daha sonra etki edecekleri organa kan ile taşınmalarından kaynaklanmaktadır. Endokrin organların bazıları sinirsel uyarılara cevap verirler ve sinir sisteminin gelişmesini sağlarlar (Gelir ve ark 2013). Vücudumuzda egzersizle birlikte iç ortamda bazı değişiklikler meydana gelmektedir ve bu meydana gelen değişikliklerin tekrar düzelebilmesi için MSS ve endokrin sistemin koordineli olarak bir arada çalışması gerekmektedir (Hall 2015).

Vücutun belli bölgelerinde sentezlenip organizmanın belli fonksiyonlarını başlatan ya da düzenleyen maddelere hormon denir. Hormonlar vücut sıvılarına endokrin sistem tarafından salınan hedef hücrelerde ve dokularda etkilerini gösteren farklı özelliklere sahip kimyasal maddelerdir. Hormonların yapısı gereği etkilerini hedef hücrelerin hücre membranı yüzeyindeki sitoplazma veya çekirdeğin içindeki reseptörler aracılığıyla yaparlar ve bazı hormonların etkisini göstermesi saniyeler sürerken bazılarınınki ise saatler hatta haftalar sürebilmektedir. Canlılarda hücrede gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonlar faaliyetlerini yürütebilmek için endokrin hormonlara ihtiyaç duyarlar. Endokrin hormonlar yoğunlukla sentezlendikleri yerlerden, dolaşım sistemi ile (kan veya lenf) etki bölgelerine taşınır ve reseptörlere bağlanarak buradaki hedef hücreleri etkilerler. Dolaşım sistemi sayesinde endokrin hormonlar vücuttaki bütün hücrelere taşınırlar ve reseptörlerine bağlanarak çeşitli hücresel reaksiyonları başlatırlar (Wolfgang 1985, Günay 1998, Dündar 2015). Hormonlar vücudumuza yalnızca kan dolaşımı ile değil farklı iletim yolları ile de gerçekleşir. Bunlar;

- Epikrin İletimi: Hormonların estrasellüler sıvıya girmeden önce hücre boşluklarına geçmesidir.
- Nörokrin İletimi: Hormonların nörotransmitter yani sinir hücrelerinden komşu hücrelere bağlanarak onların işlevini etkilemesidir.
- Parakrin İletimi: Kana geçmeden önce hormonlar hücreler arası salınarak hormonu salgılayan hücre etrafındaki çok küçük bir hücre reseptörüne bağlanmasıdır.
- Nöroendokrin İletimi: Salgılanan etki madde sinir ucundan sentezlenerek kana karışır ve endokrin iletimden farkı olarak sentez sinir hücresi tarafından gerçekleştirilmesidir.
- Otokrin İletim: Endokrin sistemden salınan hormonun salındığı hücreyi etkilemesidir.
- Endokrin İletimi: Hormonlar ya da bezler gibi belli reseptörlerle özelleşmiş hücreler tarafından kana salınır ve buradan kan aracılığı ile vücuttaki başka bölgedeki hücrelerin fonksiyonlarını etkilerler (Berne ve ark 2008).

Egzersiz ve hormonların salınımı arasında bir ilişki olduğu bildirilmiştir. Hormonal tepkiler egzersizle birlikte dinlenik durumdaki seviyeye göre kanda azalmaya veya artışa sebep olduğu ve hormon miktarındaki endokrin salgı bezlerinden kaynaklandığı belirlenmiştir. Hormonların egzersizle birlikte artması veya azalması kadar önemli olan diğer bir konuda hormonların kandaki etki süresidir (Ergen ve ark 2007). Bunun yanında egzersize bağlı olarak adaptasyonun dışında farklı çevre koşullarının da hormonlara etki ettiği bildirilmiştir (Kraemer ve ark 2011).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda metabolizmanın hormonal sistemin düzenlenmesi sırasında değişikliğe uğradığı keşfedilmiş ve bu değişikliğin metabolizmanın en büyük ve aktif olarak görev gören iskelet kasları ve yağ dokusundan kaynaklı olabileceği bildirilmiştir. Araştırmalar sonucunda egzersizin aktif durumdaki kas dokusu üzerinde etkileri incelenmiş ve kas dokusunun da metabolizmayı düzenleyen endokrin sistemlere etkisi olan moleküller salgılayabileceği tespit edilmiştir (Cook ve ark 1987).

1.3. İrisin Hormonunun Yapısı

Vücudun en büyük organı olan iskelet kası daha çok hareket sırasındaki mekanik rolleri ve postür ile ayırt edilmektedir. 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. İskelet kasının metabolizma ve organ sistemlerini etkileyen, hormonal faktörler içeren birtakım maddeleri salgılayan endokrin bir organ olduğu araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir (Pedersen ve Febbraio 2012, Polyzos ve ark 2014).

Endokrin etkisi olan sitokin ve peptitlerler miyokin olarak adlandırılmıştır. Şu ana kadar keşfedilen hormonlar arasında miyokin sınıfının en büyük hormonu irisindir (Vamvini ve ark 2013). Endokrin organ olarak iskelet kası insan homeostazisinde rol oynayan ve bunun yanında çeşitli organ ve dokuların koordinasyonunda miyokinler olarak bilinen sitokinler salgılar. Miyokinler enerji metabolizması ve kas yenileme kapasitesi ile ilgili olup enerji metabolizmasında doğrudan etkiye sahiptirler. Miyokinler akut ya da düzenli egzersizlerle aktif olan

kaslara destek sağlayıp düzenli fiziksel aktivite ile bireylerin metabolik hastalıklardan korunmasına yardımcı olurlar (Esfahani ve ark 2015).

İrisin, Boström ve arkadaşları tarafından 2012 yılında keşfedilmiş yeni bir hormondur. Kas dokularından diğer dokulara mesaj ilettiğinden irisin ismini Yunan mitolojisinde tanrılar arası mesaj taşımakla görevli tanrıça İris'ten almaktadır. İrisin adipoz dokudan salınan 112 aminoasitten oluşan 12kDa ağırlığında ve glikoprotein yapısında bir hormon olmasının yansısı termojenik etkiye de sahiptir (Boström ve ark 2012). 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 Fibronectintype III domain-containing 5 (FNDC5) gen ekspresyonunu stimüle eder (Polyzos ve ark 2018). PGC-1 α ekspresyonu egzersiz sonucu kas hücresinde artarak FNDC5 geninin aktive eder. Kasların kasılmasıyla birlikte beyaz yağ dokuları daha fazla mitokondriye sahip olan kahverengi yağ dokularına dönüşerek, FNDC5 proteinin kas hücrelerinde bulunan bir hormon olan irisinin aktive olmasını sağlar (Boström ve ark 2012).

İrisin aktive olduktan sonra kahverengi benzeri (bej) adipoz dokuya sinyal göndererek oluşumu destekler FNDC5 irisin iskelet kaslarından salınarak Uncoupling Protein-1 (UCP1) genin mesajcı Ribo Nükleik Asit (mRNA) ekspresyonunu artırır. İçerinde UCP1 bulunan çok sayıda mitokondri ile bütünleşmiş olan kahverengi adipoz doku termogenezin enerji depolayan beyaz adipoz doku ile düzenlenmesine yardım eder ve vücut ısısının sabit kalmasına katkı sağlar. Zarlar arası alanda kalan protonları mitokondri matriksi içine kahverengi adipoz dokusundaki UCP1'ler taşır ve hücre içinde mitokondriyal proton gradiyentini düşer. Bunun sonucunda oksidatif fosforilasyon aracılığı ile ATP sentezini bloke edilir. Protonlar UCP1'ler üzerinden matrikse geçerken depolanan enerji ısı olarak açığa çıkar (Boström ve ark 2014, Elsen ve ark 2014, Xiong ve ark 2015).

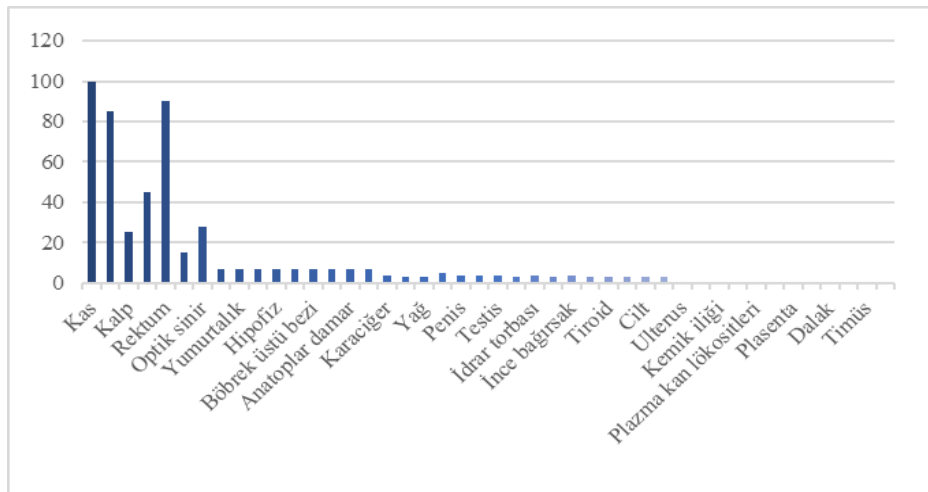
1.4. İrisin'in Sentezi, Salgılanması ve Atılımı

Boström ve ark (2012) yaptıkları çalışmalarda irisin'in sentezinin büyük bir çoğunluğunun iskelet kas dokusunda gerçekleştiğini bildirmişler ve immünohistokimyasal çalışmalar ile irisin'in kalp kasının bağ dokusundan ve

miyokardından da bol miktarda sentezlendiğini tespit etmişlerdir. Kemirgenlerin iskelet kas dokusundaki irisin oranı miligram doku başına kalp kası dokusuna göre daha düşük seviyede olduğu ayrıca farelerin mide, karaciğer, dalak ve pankreas gibi farklı bölgelerinde de çok az miktarda irisin değerlerine rastlandığı bildirilmiştir (Aydin 2014).

İskelet kası toplam insan vücut kütlelerinin %45’lik oranla en büyük dokusudur. Besin alımı yokluğunda iskelet kası temel aminoasit depo işlevi görür ve protein sentezinin diğer dokularda sürdürülmesi işlevine katkı sağlar. İskelet kasının fiziksel aktivite ardından endokrin organ gibi hareket ettiği ve enerji düzenlemesiyle ilgili bazı hormonları ürettiği tespit edilmiştir (Ripperger ve ark 1995). İrisin ilk kez iskelet kasında belirlenmiş fakat daha sonraki çalışmalarla vücudun farklı bölgelerindeki birçok dokuda da sentezlendiği bildirilmiştir. Böbrek, dil, rektum, adipoz doku, akciğer, tükürük, beyin, mide, serum, pankreas, kalp kası, optik sinir, karaciğer ve iskelet kası gibi farklı bölgelerden irisin kana salgılanmaktadır. Ayrıca irisin anne sütünde, tükürükte ve insan serebrospinal sıvısında da tespit edilmiştir (Boström ve ark 2012, Castillo-Quan 2012, Huh ve ark 2012, Hofmann ve ark 2014, Piya ve ark 2014)

Dolaşımdaki irisin seviyesi 0.01 nanogram/mililitre (ng/ml) ile 2.000 ng/ml arasındadır (Elbelt ve ark 2013, Polyzos ve Mantzoros 2015). 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).



Şekil 2.1. İrisin’in sentezlendiği başlıca dokular (Huh ve ark 2012).

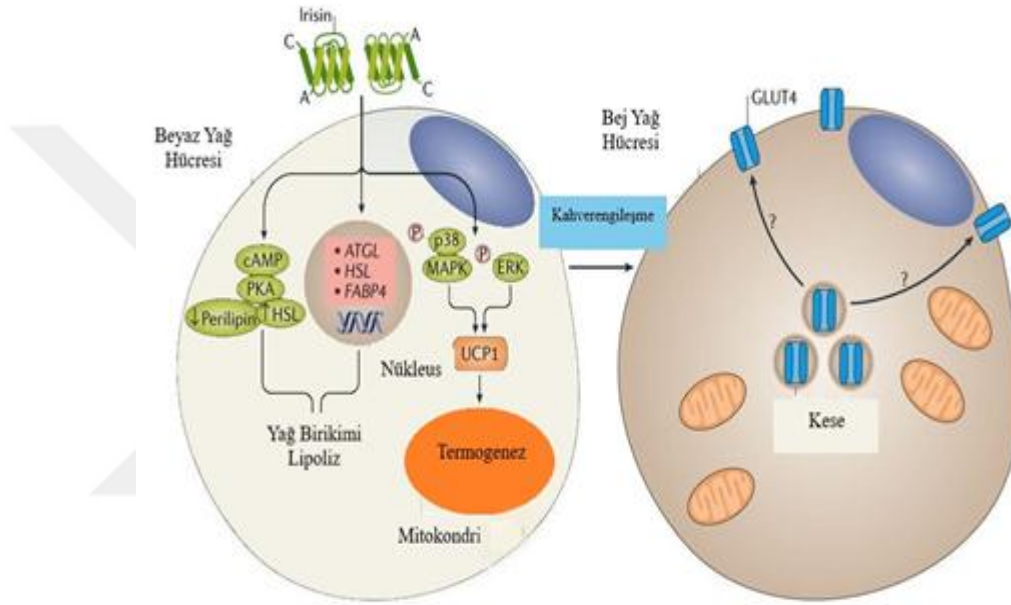
İrisin'in atılımı bilgisayarlı tomografide tek foton emisyon ile değerlendirildiğin de en yüksek radyoaktif atılımının safra kesesinde olduğu tespit edilmiş fakat 60. dk'dan sonra karaciğer ve böbreklerde de radyoaktivitenin hızla azaldığı, 120. dk'dan sonra ise daha yavaş bir şekilde azalmaya devam ettiği gözlemlenmiştir. Bu durumun irisin'in atılımına safra kesesinin yanı sıra böbrek ve karaciğerin de katıldığı anlamına gelmektedir (Lv ve ark 2015). Ebert ark (2014) kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda irisin düzeylerini hemodiyalizden önce ve sonra değerlendirmişler ve hemodiyaliz ile birlikte irisin'in vücuttan %23 oranında uzaklaştırıldığı tespit etmişlerdir.

1.5. İrisin'in Etki Mekanizması

Vücudumuzdaki yağ hücreleri beyaz, bej ve kahverengi olmak üzere fenotiplerine göre üçe ayrılırlar. İrisin egzersizle birlikte beyaz adipoz dokuda termojenik kapasiteyi artırır ve artan termojenik kapasite sayesinde beyaz adipoz dokunun fenotipi bej adipoz dokuya çeviren haberci olarak işlev görür. Beyaz yağ hücreleri termogenezi ve oksijen tüketimini aktive eder. Fiziksel aktivite sonrasında kaslardan salınan FNDC5 sinyalleri yağ dokusunu kahverengi yağ dokusuna dönüşmesi yönünde uyarır. Termogenez kahverengi adipositlerin geçici işlevidir ve kahverengi yağ dokusu hücrelerinde irisin anahtar görevi görmektedir. Vücut soğuğa maruz kaldığı zaman kahverengi yağ dokusu hücrelerinde mitokondri sayısı artış göstererek vücut ısısı düzenlemesi sağlanır (Boström ve ark 2012, Wu ve ark 2012, Bauwens ve ark 2014).

Enerji harcanmasını ve ısı çıkışını arttırmak için irisin öncülü olan FDCN5'in hücre içinde iki yol takip ettiği gözlemlenmiştir. Bu yollardan birincisi; irisin beyaz yağ dokusu hücre reseptörüne bağlandığında, hücre membranındaki adenilat siklaz enziminin aktive edilmesini sağlar ve hücrede lipolizi aktive eden siklik adenozinmonofosfat (cAMP) artışına neden olur. Artan cAMP ile birlikte protein kinaz aktive olur ve perilipin hormonu duyarlı lipaz (HSL) yolağı yoluyla aktive olmasını sağlar. Aktive olan HSL etkisi ile birlikte enerji harcaması ve lipoliz artar. İkinci yol ise beyaz yağ dokusu hücre yüzeyine bağlanan FDCN5 irisin nükleusu bilinmeyen bir mekanizma ile beyaz yağ dokusu hücre çekirdeğini uyarır ve UCP1 proteininin p38 mitojenle aktive olan protein kinaz ve hücre dışı sinyal düzenlenmiş

kinaz yolu ile ekspresyonunu indükleyerek beyaz adipoz dokunun esmerleşmesini uyarır. UCP1 mRNA ekspresyonunu ortalama olarak 7-1500 kat artırır. UCP1'in artışı ile beyaz yağ dokusu kahverengi yağ dokusuna dönüşür. Kahverengi yağ dokusuna dönüşen hücre mitokondri iç zarındaki UCP1, oksidatif fosforilasyon sonucu mitokondri iç zarında oluşan proton gradientini bozarak mitokondri matriksine doğru proton kaçışına neden olur. Bu durum sonucunda UCP1 ekspresyonunu artırarak elektron transport sisteminde ATP üretimi bloke olur ve ayırıcı olarak etki ederek ısı üretimini artırır (Xiong ve ark 2015).



Şekil 1.2. Yağ hücrelerindeki sinyalleşme yolları (Perakakis ve ark 2017).

1.6. İrisin ve Obezite İlişkisi

Obezite, literatürümüze Latince 'obesus' olan iyi beslenmiş anlamına gelen sözcükten geçmiştir. Obeziteyi Dünya Sağlık Örgütü obeziteyi vücutta sağlığı bozacak ölçüde aşırı yağ birikmesi olarak tanımlanmıştır (Baş 2013). Obezitenin tüm insanlar için giderek artan bir sağlık sorunu olduğu bilinmektedir. Sadece gelişmiş ülkelerin sorunu olarak kabul edilen obezite günümüzde gelişmekte olan ülkelerinde ciddi bir sorunu haline gelmiştir. Bireylerin teknolojiye merak salması, kırsal kesimlerden kentlere göçlerin başlaması, hareketsiz bir yaşam tarzı, yüksek kalorili gıdaların tüketiminin artması, enerji alımı ve harcanması arasındaki dengenin bozulması gibi nedenlerden dolayı obezite bireyin yaşamını olumsuz yönde etkilemektedir. Bireylerde fazla besin alımından dolayı vücutta biriken yağ birçok

nedenlerden dolayı vücuttan dışarı atılamayarak belli bölgelerde depolanmaktadır. Bu durum sonucunda vücudun metabolizması bozular ve hormonlarının işleyişlerinde de farklı değişiklikler meydana gelmektedir (Blonde ve ark 2015).

Obezite alınan enerjinin harcanan enerjiden daha fazla olma durumudur. Yani bireylerdeki vücut yağ miktarının normal miktardan fazla olmasının sonucunda ortaya çıkan kronik bir hastalıktır. Obezite vücut kütle indeksi (VKİ) göre sınıflandırmaktadır ve bu yöntem bireylerin kg cinsinden ağırlıklarının metre (m) cinsinden boylarının karesine bölünmesiyle hesaplanır. Yetişkin bir erkekte vücut ağırlığının ortalama %15-18'i kadınlarda ise %20-25'ini yağ dokusu oluşturmaktadır. Erkeklerde vücut ağırlığının %25'i kadınlarda ise %35'ini aşan yağ dokusu bireyin fazla kilolu ve obez olduğu anlamına gelmektedir (World Health Organization 1997).

İrisin ilk keşfedildiği dönemde egzersizle birlikte kas dokusundan salınan ve beyaz yağ dokusunu kahverengi yağ dokusuna çevirerek termogenezi uyarması ve özellikle obezite, tip 2 diyabet ve kilo kaybına sebep olan etkilerinden dolayı metabolik hastalıklarla mücadelelerde gelecek vadeden bir sinyal molekül olarak tespit edilmiştir (Elsen ve ark 2014, Şahin 2016).

İrisin'in obezite ilişkisi belirlemek amacıyla birçok çalışma yapılmıştır (Blüher ve ark 2014, Çatlı ve ark 2016, Palacios Gonzalez ve ark 2015, Rahman ve ark 2016, Özkaya 2016, Binay ve ark 2017). Blüher ve ark (2014) 17-18 yaş aralığındaki obez gençlere diyetle birlikte egzersiz programı uygulanmışlar ve irisin düzeylerinde %12'lik artış olduğunu tespit etmişlerdir. Çatlı ve ark (2016) ise obez (n=36) ve sağlıklı çocuklar (n=30) üzerinde metabolik ve antropometrik parametreler arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere yaptıkları araştırmada obez olan çocukların irisin düzeylerinin sağlıklı çocuklardan anlamlı derecede yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmaların sonuçlarıyla uyumlu olarak yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlara ulaşılmış ve obez çocukların sağlıklı kontrol grubundaki çocuklara göre irisin seviyelerinin yüksek olduğu gözlenmiştir (Palacios Gonzalez ve ark 2015, Binay ve ark 2017). Obez erkeklerde yapılan bir başka çalışmada ise submaksimal egzersizin serum irisin düzeyi üzerine etkisi araştırılmış ve egzersiz yapan grubun irisin düzeylerinin, kontrol grubuna göre yüksek olduğu tespit edilmiştir (Rahman ve ark 2016). Özkaya (2016) yaptığı çalışmada ise 30-49 yaşları arasında 25'i fazla kilolu veya obez, 25'i düzenli aerobik egzersiz yapan ve sedanter kontrol grubundan

oluşan toplamda 75 erkek bireyin katıldığı araştırmasının sonucunda obez gruptaki bireylerin serum irisin düzeyi kontrol ve sporcu gruplarından önemli derecede yüksek olduğu belirlenmiştir.

Yukarıda insanlar üzerinde yapılan çalışmaların dışında kemirgenler üzerinde de irisin obezite ilişkisini belirlemek amacıyla çalışmalar yapılmış benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Lu ve ark (2016)'da serum irisin seviyesi ve diğer obezite parametreleri ile ilişkisi değerlendirmek amacıyla sıçanlara yüzme egzersizi uygulatmışlar ve bunun sonucunda yüksek yağlı diyet ile beslenen sıçanlarda vücut yağ yüzdesinin (VYY) azaldığı sonucuna ulaşmışlardır. Bu sonucun da yüzme egzersizinden sonra artan irisin seviyesinden kaynaklanıyor olabileceğini vurgulamışlardır. Benzer şekilde diğer bir çalışmada ise 8 hafta boyunca yüksek yağlı diyetle beslenen sıçanlara egzersiz yaptırılmış ve egzersizin sonucunda obezitenin ilerlemesinin hafiflediği gözlemlenmiştir (Yang ve ark 2016).

1.7. İrisin'in Glikoz ile İlişkisi

Aerobik sistemde, mitokondriler enerji üretmek için besin maddelerinin oksidasyona uğraması gerekir. Besinlerin içinde bulunan yağ asitleri, glikoz ve amino asitler, kimyasal reaksiyon sonucu oksijenle birleşirler ve büyük miktarda enerji açığa çıkar. Karaciğer insülin hassasiyeti ve artan kas kitlesi ile aerobik antrenman yakından ilişkilidir ve insüline bağlı glikoz alımını artırdığı tespit edilmiştir (Koivisto ve ark 1986, De Fronzo ve ark 1987).

Glikozun hücre stoplazmasında meydana gelen bir reaksiyon ile pürivik asite kadar yıkılması esnasında 4 mol ATP oluşur ve bunun 2 mol'ü yıkım için kullanılmaktadır. Pürivik asit 2 şekilde asite dönüşür bunlar Asetil Koenzim A veya laktik asittir. Asetil Koenzim A'ya dönüştüğünde glikoz yıkımı mitokondride devam eder ve bunun sonucunda 34 mol daha ATP oluşur (Gelir ve ark 2013).

Yapılan çalışmalarda irisin'in glikoz arasındaki ilişki incelendiğinde glikoz homeostazında stokin olan irisin'in önemli bir rolü olduğu bilinmektedir ancak irisin seviyesi ile glikoz, insülin ve insülin direnci arasındaki ilişki üzerine çelişkili sonuçlar elde edilmiştir (Choi ve ark 2013, Norheim ve ark 2014, Garcia-Fontana ve ark 2016, Zhang ve ark 2016).

1.8. İrisin'in Kan Yağları İlişkisi

Egzersizle birlikte bireylerde kan yağları (kolesterol, yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL), düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL), trigliserid) seviyeleri değişiklikler göstermektedir. Kolesterol insanların kan dolaşımında yer alan bazı hormon ve hücre zarlarının oluşumunda görev alarak büyüme ve gelişmede önemli rollere sahip olan bir moleküldür. İnsan vücudu kolesterol'ün büyük bir bölümünü kendisi üretmesine rağmen küçük bir kısmını da dışardan besinler aracılığı ile temin etmektedir. Kolesterol hayvansal gıdalarda yer almakta bitkisel yağ ve besinlerde bulunmamaktadır (Zorba 2004).

Son yıllarda yapılan çalışmalar da dolaşımdaki irisin seviyesi ile total kolesterol arasında çelişkili sonuçlara ulaşılmış bazı çalışmalarda irisin ve total kolesterol arasında pozitif bir korelasyon olduğunu belirtilirken (Wu ve ark 2012, Moreno-Navarrete ve ark 2013) bazı çalışmalarda ise herhangi bir ilişki olmadığını tespit edilmiştir (Ulualan 2018, Sezgin 2019). Birinci ve ikinci dereceden obez olan ve obez olmayan bireyler üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada tüm gruplara 8 hafta boyunca diyet ve egzersiz tedavisi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda tüm gruplarda irisin ve total kolesterol arasında ilişki saptanamamıştır (Sezgin 2019). Bu çalışma ile benzer diğer bir çalışmada da aynı sonuçlara ulaşılmış ve serum irisin düzeyi ile total kolesterol arasında anlamlı bir ilişki belirlenememiştir (Ulualan 2018).

Kötü huylu kolesterol olarak adlandırılan LDL, taşımış oldukları kolesterolü yağ depolarının etrafındaki atardamar bölgelerindeki hücreler ve diğer hücrelere dağıtan lipoproteinlerdir. Kolesterolün bir parçası olan LDL kanda kolesterolü taşıyan esas maddedir ve LDL seviyesinin yüksek olması tehlikelidir. Damarların iç yüzeyine yapışarak plak yapılar oluşturan LDL damarların daralmasına ve tıkanıklıklara neden olur. Bundan dolayı günümüzde kolesterol tedavisinde asıl amaç LDL kolesterolün düşürülmesidir. Bireylerde LDL'nin 100 desiliter başına miligramdan (mg/dL) veya 2.59 mmol/L'den düşük olması bireyin sağlıklı seviyede olduğunun göstergesidir (Karpuz 2004, Zorba 2004). Huh ve ark (2012) irisin LDL ilişkisini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında serum irisin düzeyi ile LDL kolesterol arasında anlamlı bir ilişki belirleyememişlerdir. Benzer sonuçlara Yıldız Kopuz (2018)'da ulaşmış ve 19-64 yaş grubunda diyabet tanısı konulmuş bireyleri sedanterleriyle karşılaştırdığında serum irisin seviyesi ile LDL kolesterol arasında

ilişki tespit etmemiştir. Bu çalışmaların aksine serum irisin seviyesinin LDL kolesterol ile negatif bir ilişkisi olduğunu bildiren çalışmalarda mevcuttur (Park ve ark 2013, Panagiotou ve ark 2014).

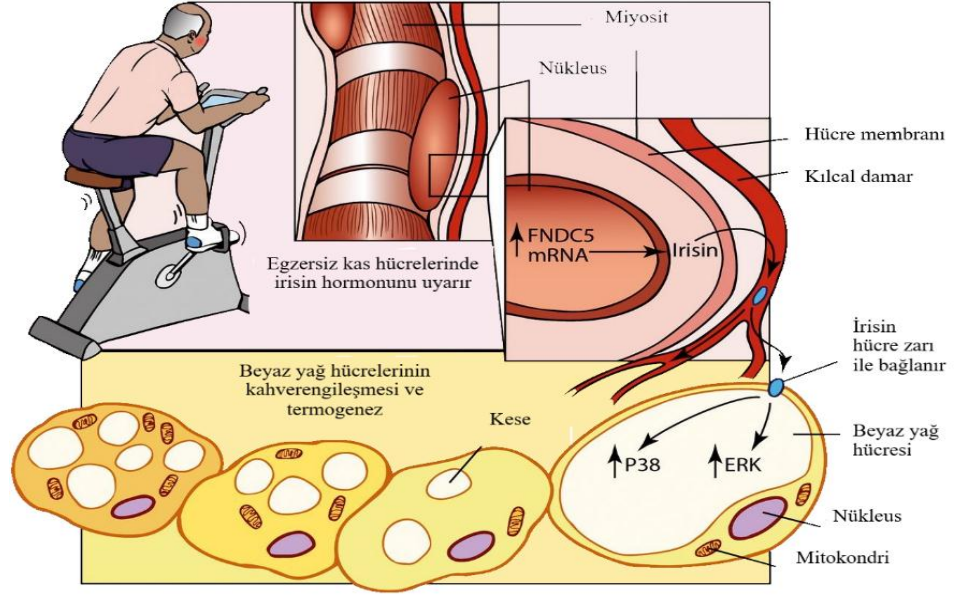
Yüksek yoğunluklu lipoproteinlerin %50'si lipitten geriye kalan bölümü ise proteinden oluşmakta ve lipit'in iç çekirdeğinde kolesterol esterleri bulunmaktadır. Total kolesterolünün %20-35'ini HDL taşımakta ve vücuttaki normal değerleri erkeklerde 40 mg/dL- 60 mg/dL, kadınlarda ise 50 mg/dL- 60 mg/dL arasındadır (Onat ve ark 2001, Karpuz 2004). Çolakoğlu ve ark (2003) 8 hafta boyunca 15 gönüllü kadına aerobik (koş-yürü) egzersiz programı uygulanmış ve HDL değerlerinde anlamlı bir artış olduğunu bildirmişlerdir. Touati ve ark (2011)'da ratları yüksek yağlı diyet ile beslemişler ve kontrol grubuna göre egzersiz grubunda HDL düzeylerinin arttığını tespit etmişlerdir. Shim ve ark (2017) yaptıkları çalışmada metabolik sendromlu hastalara antrenman programı uygulamışlar ve irisin ile HDL düzeyleri arasında pozitif bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir. Obez kız ve erkek çocuklarda yapılan bir diğer çalışmada da benzer sonuçlara ulaşılmış serum irisin düzeyi ile HDL arasında pozitif ilişki olduğu saptanmıştır (Ulualan 2018). Bu çalışmaların aksine Huh ve ark (2012) yaptıkları çalışmada irisin ile HDL arasında negatif bir ilişki belirlemişler ve bu sonuçlara uyumlu olarak Reinehr ve ark (2015)'da obez ve sağlıklı 60 bireyi 1 yıllık izleme sonucunda irisin seviyesi ile HDL arasında negatif yönde bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir.

Üç yağ asidi ve 1 gliserol molekülünün bir araya gelmesiyle yağ asitlerinin depolama şekli olan trigliseritler meydana gelmektedir. Trigliseritler adipoz dokuda büyük lipit damlacıkları içinde yer alırlar ve belli bazı lipoproteine bağlı şekilde taşınmaktadırlar. Genellikle kan dolaşımında yer alırlar ve gastrointestinal sistem ve karaciğer kaynaklıdır. Trigliseridler bitkisel ve hayvansal yağların ana birleşenidir ve vücuttaki en yaygın yağ türüdürler. Vücuttaki yağ hücrelerinde depo edilirler enerji ihtiyacı esnasında serbest bırakılır ve fazla kalorilerin trigliseridlere dönüştürüldüğü bildirilmiştir. Sağlıklı bireylerde trigliseridin <150 mg/dL olması gerekmektedir (Karpuz 2004, Çetinkalp 2011). Son zamanlarda yapılan çalışmalarda endokrin sistemin işlevini yapmasında irisin ile birlikte trigliseritlerin de bağlantısının olabileceği bildirilmiştir. Tip 2 diyabet tanısı konulmuş ve sağlıklı sedanter bireylerden oluşan gruplar üzerinde gerçekleştirilen araştırmalarda serum

irisin düzeyleri ile trigliserit arasında pozitif bir ilişki olduğu saptanmıştır (Garcia-Fontana ve ark 2016, Yıldız Kopuz 2018). Yapılan bir diğer çalışmada ise spor yapmayan, aynı yaş grubunda yer alan 120 erkek üniversite öğrencisine 8 hafta boyunca direnç egzersiz grubu, yüksek yoğunluklu interval ve aerobik egzersiz grupları kontrolleri ile karşılaştırıldığında kontrol grubu hariç diğer gruplarda irisin düzeyleri ile birlikte trigliserit değerlerinde de anlamlı bir artış tespit edilmiştir (Akbulut 2019). Bu çalışmaların aksine Huh ve ark (2012) yaptıkları çalışmada 117 sağlıklı orta yaşlı kadın bireyde irisin düzeylerinin trigliserit seviyesi ile negatif ilişkide olduğunu saptamışlardır. Obez yetişkinlerde yapılan diğer bir çalışmada ise trigliserit içeriği ile irisin düzeyleri arasında negatif bir ilişki olduğu bildirilmiştir (Zhang 2013). Sezgin (2019) yaptığı çalışmada ise 8 hafta boyunca 37 obez bireyde egzersiz ile birlikte diyet uygulanmış ve trigliserit düzeyinde anlamlı azalma görülmüştür.

1.9. İrisin ve Egzersiz

İrisin egzersizin etkisiyle metabolizmanın olumlu etkilerine aracılık eden miyokinlerden salınan bir hormon olarak tanımlanmıştır (Boström ve ark 2012, Schumacher ve ark 2013, Palacios Gonzalez ve ark 2015). Egzersiz yapan bireylerde vücuttaki irisin salınımının uyarıldığı tespit edilmiştir (Palacios Gonzalez ve ark 2015). İrisin'in keşfedilmesinden sonra Boström ve ark (2012) insanlarda 10 haftalık dayanıklılık egzersizlerinin hücrede PGC-1 α mRNA genini artırdığını çekirdekteki fibrik asit deriveleri alfa reseptörleri üzerinden FNDC5 proteinin üretimini desteklediğini gözlemlemişlerdir. Yapılan araştırmalarda FNDC5'in membranda bilinmeyen proteazla irisin'e bölündüğünün ve daha sonra beyaz yağ dokusundaki mitokondriyal bir protein olan UCP1'in artışını tetiklediğini bunun sonucunda da beyaz adiposit dokunun kahverengileşmesine sebep olduğunu ve total enerji tüketimini artırdığını bildirmişlerdir. İrisinin keşfinden sonra yapılan çalışmalarda iskelet kasında FNDC5 mRNA'nın arttığı rapor edilmiş olsa da olayın moleküler mekanizması aydınlatılamamıştır (Aydin 2014). Egzersiz yoluyla irisin hormonunun uyarılması Şekil 1.3.'de verilmiştir.



Şekil 1.3. Egzersizin irisin hormonunu uyarması (Kaur ve ark 2016).

İnsanlar ve kemirgenler üzerinde yapılan çalışmalarda egzersiz sonrası dolaşımdaki irisin seviyesi hakkında çelişkili sonuçlar elde edilmiştir. Kronik ve akut egzersizlerin irisin hormon düzeyinde artışa sebep olduğunu tespit eden çalışmaların (Timmons ve ark 2012, Aydın ve ark 2014, Besse ve ark 2014, Brenmoehl ve ark 2014, Huh ve ark 2015, Nygaard ve ark 2015, Tsuchiya ve ark 2015, Khalafi ve ark 2016, Lu ve ark 2016, Zhao ve ark 2017, Küçük 2018, Pang ve ark 2018) aksine egzersizin irisin hormon düzeyinde bir etkisinin olmadığı (Hecksteden ve ark 2013, Pekkala ve ark 2013, Kurdiova ve ark 2014, Ellefsen ve ark 2014, Benedini ve ark 2017, Akcan 2018, Arıkan ve ark 2018, Arıkan 2018, Kabasakalis ve ark 2019) ya da irisin hormon düzeyinde azaltıcı bir etkisinin olduğunu savunan çalışmalar da mevcuttur (Tsuchiya ve ark 2015, Qiu ve ark 2015, Palacios Gonzalez ve ark 2015, Jozkow ve ark 2019, Tavassoli ve ark 2019).

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Araştırma Grubu

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

2.2. Araştırmada Uygulanacak Ölçüm ve Testler

Araştırmaya katılan öğrencilerin fiziksel ve fizyolojik özelliklerinin ölçümleri, Selçuk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi laboratuvarında ve spor salonunda, katılımcılardan alınan kan numunelerinin analizleri ise Sistem laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

2.2.1. Vücut Kompozisyonlarının Belirlenmesi

Gönüllülerin yaş hesaplamasında doğum tarihleri yıl olarak baz alınmıştır. Çalışma öncesi ve sonrası ölçümlerin tümü uluslararası standartlara uygun olarak aynı kişi tarafından ölçülmüştür. Çalışma grubunu oluşturan bireylerin boy uzunluğu (m) Seca marka boy ölçerli mekanik tartı kullanılarak çıplak ayak, topuklar bitişik ve ayaklar yere düz basmış biçimde baş karşıya bakar vaziyetteyken derin bir inspirasyonu takiben başın üst kısmı ile ayak arasındaki mesafenin ölçümü ile gerçekleştirilmiş ve 1mm hassasiyetinde ölçülmüştür. Vücut ağırlığı (kg) boy ölçerli hassas tartı kullanılarak denekler sadece şort ile ayakkabısız şekilde 100 gram (gr) hassasiyetinde belirlenmiştir. Vücut kütle indeksi (VKİ), vücut ağırlığının (kg), boy uzunluğunun (m) karesine bölünmesiyle hesaplanmıştır (ACSM 2000). Gönüllülerin vücut yağ yüzdelerini belirlemek için her açıda 10 g/sq mm basınç uygulayan Holtain marka skinfold kaliper kullanılmıştır. Deri kalınlığının ölçümünde çalışmaya katılan bireyler ayakta dik dururken sağ taraftan baş parmak ile işaret parmağı arasındaki deri altı yağ tabakası ve kalınlığı kas dokusundan ayrılacak kadar hafifçe yukarı çekilmiş ve kaliper parmaklardan yaklaşık 1cm uzağa yerleştirilerek, tutulan

deri katlaması kalınlığı kaliper üzerindeki göstergeden 2-3 saniye içerisinde okunarak kaydedilmiştir. Deri altı yağ dokusu ölçümleri katılımcılar anatomik pozisyonda iken 4 standart bölgeden aşağıda belirtildiği şekilde ölçülerek hesaplanmıştır (Tamer 2000).

Biceps: Omuzla dirseğin orta noktasında kolun ön yüzünde yer alan biceps brachi kası üzerinden akromion ve olekrenonun prosesi arasındaki mesafenin orta noktasından deri dikey olarak katlanmış ve ölçülmüştür.

Triceps: Triceps kasının üstünde kolun dış orta hattında akromion ve olekranon çıkıntıları arasındaki mesafenin orta noktasından deri katlaması dikey tutularak ölçülmüştür.

Subscapularis: Skapulanın inferior açısının 1-2 cm altında medial kenarın uzantısı olacak şekilde 45 derecelik açıyla diyagonal olarak deri kıvrımı ölçülmüştür.

Suprailiac: Vücudun yan orta hattında iliak krestin üstünden, anterior aksillar hattın kesişim yerinden hafif diyagonal olarak katlanan deri ölçülmüştür (Durnin ve Womersley 1974, Yosmaoğlu 2010).

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).

2.2.2. Maksimal Aerobik Kapasitenin Belirlenmesi

Çalışmaya katılan bireylerin maksVO₂ belirlemek için 20 m mekik koşu testi Leger ve ark (1982) hazırladıkları protokole bağlı olarak uygulanmıştır. Katılımcılar 20 m'lik mesafeyi gidiş-dönüş olarak koşmuşlar ve koşu hızı belli aralıklarla sinyal sesi veren bir cd çalarla denetlenmiştir. Test başlangıç seviyesi 8.5 km/s hızındadır ve her bir dk'lık süre sonunda 0.5 km/s artarak uygulanmıştır. Gönüllülerden ilk sinyal sesinde koşmaya başlamaları ve ikinci sinyal sesine kadar diğer çizgiye ulaşmaları istenmiştir. İkinci sinyal sesini duyduklarında ise tekrar geri dönerek başlangıç çizgisine dönmüşlerdir. Denek sinyali duyduğunda ikinci sinyalde pistin diğer ucunda olacak şekilde temposunu kendi ayarlamıştır. Başta yavaş olan hız her 10 sn'de bir giderek artırılmış ve katılımcı bir sinyal sesini kaçırıp ikincisine yetişir ise teste devam etmiş fakat üst üste iki sinyali kaçırırsa test sonlandırılmıştır.

Katılımcıların testi bıraktığı seviye belirlenmiş ve 20 m mekik koşusu sonucuna göre maksimal oksijen tüketim değerlendirme tablosuna göre ml/kg/dk olarak belirlenmiştir.



Şekil 2.1. 20 Metre Mekik Koşu Testi.

2.2.3. Kan Örneklerinin Toplanması ve Biyokimyasal Analizler

Çalışmaya katılan katılımcıların kan örnekleri 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 ayrı aliguat halinde eppendorf tüplere alınarak -20°C’lik derin dondurucuda analizlere kadar saklanmıştır. Plazmada irisin analizi insan irisin Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay (ELİSA) test kiti (Elabscience marka) kullanılarak yapılmıştır. Plakların absorbansları 450 nm’lik (microwell plate Biotek ELx800 marka) dalga boyunda ölçülerek bilgisayar programında semi-logaritmik kurve üzerinden ng/ml cinsinden değerlendirilmiştir. Glikoz, Trigliserid, Total Kolesterol, HDL ve LDL ise spektrofometrik analizör (Abot marka) ile tespit edilmiştir.



Şekil 2.2. Kan Örneklerinin Alınması.

2.3. Antrenman Programı

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

Çizelge 2.3.1. Öğrencilere uygulanan 8 haftalık antrenman programı.

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 2.3. Bisiklet Egzersizi Uygulaması.

2.4. İstatistiksel Analiz

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 analiz edilmiştir. Antrenman programı öncesi ve sonrası değişimler bağımlı gruplarda t testiyle analiz edildi ve anlamlılık düzeyi 0,05 olarak kabul edilmiştir.

3. BULGULAR

Çalışmamızda elde edilen sonuçlar ve bu sonuçların istatistiksel analizleri aşağıda çizelgeler halinde sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Katılımcıların antrenman programı öncesi fiziksel özelliklerinin 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
VKİ (kg/m ²)	16	17,5	26,9	21,9	2,7
VYY (%)	16	6,6	17,6	11,4	3,4

SD: Standart Sapma, VKİ: Vücut Kütle İndeksi, VYY: Vücut Yağ Yüzdesi

Araştırmaya katılan bireylerin çalışma başlangıcında yaş ortalaması 21,8 yıl boy uzunluğu 1,8 m, vücut kütle indeksi 21,9 kg/m², vücut yağ yüzdesi 11,4 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.2. 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: Vücut Kütle İndeksi, VYY: Vücut Yağ Yüzdesi, maksVO₂: Maksimum Aerobik Kapasite

Antrenman programı öncesi ve sonrası ölçülen vücut ağırlığı, VKİ, VYY ve maksVO₂ değerlerindeki değişimler Çizelge 3.2. 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).

Çizelge 3.3. Katılımcıların antrenman program öncesi ve sonrası biyokimyasal parametrelerindeki değişimler.

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

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

Yukarıdaki çizelge 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).

4. TARTIŞMA

Egzersizlerin, vücut fonksiyonlarında ve hormon düzeyleri üzerinde meydana getirdiği değişikliklerin incelenmesi son zamanlarda araştırmacıların dikkatini çekmiş ve birçok araştırma yapılmıştır. Uygulanan egzersizin şiddetine, süresine ve tipine göre vücut kompozisyonu ve biyokimyasal parametrelerde değişiklikler meydana gelmektedir (Ball ve ark 2001). Bu bağlamda araştırmamızın amacı orta düzeyde aktif genç yetişkinlere uygulanan dayanıklılık antrenmanlarının vücut kompozisyonunda meydana gelen değişimleri ve egzersiz ile ilişkili olduğu öne sürülen irisin hormon düzeyine etkisinin araştırılmasıdır.

Sunulan bu çalışmada 20-27 yaş aralığındaki üniversite öğrencilerine uygulanan 8 haftalık bisiklet egzersizlerinin vücut ağırlığı ve VKİ değerlerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$) (Çizelge 3.2).

Bu çalışmanın sonuçlarıyla uyumlu olarak, Uğraş ve ark (2002) 18-24 yaş aralığında 18 aktif erkek futbolcuya 10 hafta boyunca uygulanan antrenmanların ön test ve son test karşılaştırılmasında VKİ değerlerinde anlamlı bir farkın olmadığını belirlemişlerdir. Benzer bir diğer çalışmada da futbolcuların VKİ değerleri ön test $22,55 \pm 2,37 \text{ kg/m}^2$, 8 haftalık kor antrenman programı sonrası $22,71 \pm 2,07 \text{ kg/m}^2$ olarak tespit edilmiş ve bu sonuçların istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığı sonucuna ulaşmıştır (Dilber ve ark 2016). Gücenmez (2017) 18-25 yaş arasında 24 sağlıklı erkek futbolcuyu iki gruba ayırmış ve bir gruba sadece futbol antrenmanı uygularken diğer gruba 8 hafta boyunca futbol antrenmanına ek olarak aerobik antrenman uygulamıştır. Çalışma sonucunda iki grup arasında VKİ değerlerinde anlamlı bir farkın oluşmadığını belirlemiştir. Arıkan ve ark (2018) antrenmanların ve cinsiyetin genç yetişkin elit sporcular ve sedanterlerin vücut ağırlığı ve VKİ ortalamalarını karşılaştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada, çalışmaya katılan tüm erkeklerin vücut ağırlığının kadınlardan yüksek olduğu, VKİ değerlerinde ise gruplar arasında önemli bir farklılık olmadığını saptamışlardır. Aynı araştırmacı bir başka çalışmasında da benzer sonuçlara ulaşmış ve 16-20 yaş aralığında kadın ve erkek elit taekwondocunun akut egzersiz öncesi ve sonrası VKİ ortalamaları arasında hem cinsiyet hem de akut egzersizin etkisinin olmadığını tespit etmiştir (Arıkan 2018).

Yukarıdaki çalışmaların aksine düzenli yapılan antrenmanlar sonucunda VKİ

değerlerinde değişiklik olduğunu bildiren çalışmalarda mevcuttur. Soğat (2007) yaptığı çalışmada 11-12 yaş grubu çocuklara 8 hafta boyunca özel denge antrenmanı yaptırmış ve deneklerin VKİ değerlerinde azalma gözlemlemiştir. Bir başka çalışmada çabuk kuvvet ve kuvvette devamlılık antrenmanı öncesi ve sonrası basketbolcularda VKİ değerlerinde anlamlı bir azalma olduğu belirlenmiştir (Aksen Cengizhan ve ark 2013). Balcıoğlu (2018) 6 hafta boyunca haftada 3 gün süreyle 12-14 yaş grubundaki çocuklara düzenli futsal antrenmanın yanında futsal maçı yaptırmış ve kontrol grubuna göre VKİ değerlerinde istatistiksel anlamda azalmalar olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmalara benzer diğer bir çalışmada ise 12 hafta boyunca haftada 3 gün süreyle 30-60 dk aerobik egzersiz programı uygulanan yetişkinlerin kontrol grubuna göre VKİ değerleri de anlamlı derecede azalma tespit edilmiştir. Yüksel ve ark (2017) 18-24 yaş aralığında 33 gönüllü üniversite öğrencisi kadına 6 hafta boyunca farklı kuvvet antrenmanları uygulatmışlar ve VKİ değerlerinde anlamlı düzeyde değişiklik belirlemişlerdir. Akbulut (2019) yaptığı çalışmada ise düzenli olarak spor yapmayan 120 gönüllü erkek üniversite öğrencilerini kontrol, direnç egzersiz grubu, yüksek yoğunluklu interval ve aerobik egzersiz grubu olmak üzere 4 gruba ayırmıştır. Çalışma sonucunda VKİ değerlerinde en belirgin azalmanın yüksek yoğunluklu interval grubunda olduğunu saptamıştır. Antrenmanlar sonrası VKİ değerlerindeki azalmanın vücut ağırlığındaki azalma sonucunda uzun süren aerobik egzersizlerin insan vücudundaki yağları enerji olarak kullanmasından ve fazla miktarda sıvı kaybından kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır (Çetinkaya 2014). Bu bağlamda sunulan bu çalışmada uygulanan 8 haftalık bisiklet egzersizleri sonrası herhangi bir değişim göstermeyen vücut ağırlığında ve VKİ değerlerinin yukarıda bahsi geçen çalışmaların sonuçları ile karşılaştırıldığında benzerlik göstermemektedir.

Çalışmamızın bir diğer bulgusu olan VYY ortalamalarında 8 hafta boyunca uygulanan bisiklet egzersizleri sonrası antrenmanlar öncesine göre önemli düzeyde anlamlı bir azalma belirlenmiştir ($t=3,67$; $p=0,00$). Bu çalışmada elde edilen sonuçların literatürdeki çalışmalarla uyumlu olduğu görülmektedir. Şenel (1991) 14-16 yaş grubu erkek lise öğrencilerine 8 hafta boyunca dayanıklılık antrenmanı yaptırmış ve VYY değerlerinde azalma olduğunu tespit etmiştir. Birçok araştırmacıda benzer sonuçlara ulaşmış ve farklı fakültelerde öğrenim gören erkek üniversite öğrencilerine uygulanan 8 haftalık dayanıklılık antrenmanlarının VYY'ni

olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir (Sezen 1995, Demir 1996, Suzuki ve ark 1998, Gökdemir ve ark 2007). Yapılan çalışmalardaki VYY'sindeki azalmanın yapılan antrenmanlar sonucunda vücut yağlarının oksidasyona uğrayarak enerji kaynağı olarak kullanılmasından kaynaklandığı belirtilmektedir (Sönmez 2002). Revan ve ark (2008) 8 hafta süreyle haftada 3 gün, olacak şekilde uyguladıkları sürekli koşu ve interval koşu antrenmanlarının VYY değerlerinde azalmaya neden olduğunu saptamışlardır. Stasiulis ve ark (2010)'da benzer sonuçlara ulaşmış ve uygulanan dayanıklılık antrenmanlarıyla VYY'nin önemli derecede düştüğünü saptamışlardır. Diğer bir çalışmada ise yaşları 25-55 arasında değişen 24 yetişkine 12 hafta boyunca haftada 3 gün 30-60 dk süren aerobik egzersiz programının VYY'ni azalan yönde etkilendiği belirtilmiştir (Karatan 2016). Hassannejad ve ark (2017) bariatrik cerrahi sonrasında aşırı kilolu bireylere 12 hafta boyunca aerobik kuvvet egzersizi yaptırmışlar ve çalışma sonucunda egzersiz yapan grubun VYY değerleri kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde azaldığını tespit etmişlerdir.

Yukarıdaki çalışmaların ve mevcut çalışmanın aksine Benedict ve ark (1985) ise 8 hafta boyunca ip atlama programı uygulanan deneme grubunun VYY'de gözle görülür bir değişim olmadığını bildirmişlerdir. Gökhan ve ark (2011)'da genç yetişkin erkeklerde 8 haftalık yüzme egzersizlerinin vücut ağırlığı ve VYY'ni olumlu yönde etkilemesine karşın bu etkinin istatistiksel açıdan önemli olmadığını vurgulamışlardır. Benzer bir diğer çalışmada da Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu öğrencilerine 8 hafta boyunca haftada 4 gün süreyle günde 60 dk ve hedef kalp atımı sayısının %50-70 şiddetinde bisiklet egzersizi yaptırılmıştır. Deneme başlangıcı ve sonunda tüm gruplarda yer alan kadın ve erkek öğrencilerin VYY'de sadece cinsiyet etkisinin önemli olduğu fakat uygulanan egzersizlerin VYY değerlerini etkilemediği bildirilmiştir (Arıkan ve Serpek 2016). Kaya ve ark (2015) genç yetişkin 15 gönüllü sedanter kadına 3 ay süre ile düzenli olarak uygulanan halk oyunları antrenmanları sonucunda katılımcıların VYY'de herhangi bir değişim olmadığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen sonuçların yukarıdaki literatür verileriyle uyuşmadığı görülmektedir. Çalışmanın sonuçlarında çıkan bu farklılıkların bireylere farklı antrenman yöntemlerinin uygulanması 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 dk'da 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 dayanıklılık antrenmanlarının maksVO₂ değerini artırdığı belirlenirken (Ruby ve ark 1996, Uğraş ve ark 2002, Kesler ve ark 2013, Hiruntrakul ve ark 2010, Revan ve ark 2011, Kızılay 2012, Arıkan ve Serpek 2016) bazı çalışmalarda ise değiştirmedeği (Okan 2009, Ural 2014) bildirilmektedir.

Uğraş ve ark (2002) genç yetişkin erkek futbolculara 10 haftalık hazırlık dönemi futbol antrenmanları öncesi ve sonrası 20 m mekik koşu testi uygulayarak aerobik kapasitelerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda ön test ve son test maksVO₂ değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu belirlemişlerdir. Kesler ve ark (2013) yaptığı çalışmada ise benzer sonuçlara ulaşmış ve 6 hafta boyunca değişken tempolu dayanıklılık koşusu ve sürekli koşuların futbolcuların maksVO₂ tüketim kapasitesi üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Hiruntrakul ve ark (2010) 18-25 yaş aralığındaki erkek bireylere 12 hafta ve haftada sadece 1 kez orta şiddette uygulanan egzersiz programları sonucunda katılımcıların aerobik kapasitelerinin geliştiğini bildirmişlerdir. Bir diğer çalışmada erkek öğrencilere 8 hafta haftada 3 gün 45-60 dk aerobik koşu egzersizinin maksVO₂ düzeylerinde yükselmeye yol açtığını saptamışlardır (Revan ve ark 2011). Kızılay (2012) yetişkin 20 sedanter bayana 8 hafta süresince, haftada 3 gün, günde 1 saat aerobik-koş-yürü egzersizleri yaptırmıştır ve sonuç olarak maksVO₂ değerinde anlamlı bir artış tespit etmiştir. Yukarıdaki çalışmalarda da görüldüğü üzere maksVO₂ 'nin %50-85 şiddetinde farklı sürelerde ve sıklıkta yapılan antrenmanların yeterli olabileceği vurgulanmaktadır (Özer 2006).

Sunulan bu çalışmada yukarıda verilen literatür verilerinin aksine çalışmaya katılan bireylerin 8 haftalık bisiklet egzersizleri öncesi ve sonrası 20 m koşu testi ile belirlenen maksVO₂ değerlerinin 43,9± 5,4 ml/kg/dk 'dan 45,3±6,0 ml/kg/dk'ya yükseldiği fakat bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir (t=-1,24; p=0,23). Mevcut çalışma ile uyumlu olarak Okan (2009) futbola özgü teknik, dayanıklılık ve sürat çalışmalarının, genç futbolcularda bazı fizyolojik etkilerini araştırmak amacıyla yaptığı çalışmasında antrenman grubuna 8 hafta süreyle haftada 5 gün, günde ortalama, 1,5-2 saat süreli teknik, dayanıklılık ve sürat antrenman programı uygularken kontrol grubu sadece futbol antrenmanlarına devam etmiştir. Antrenman ve kontrol grubunun maksVO₂ düzeylerini 20 m mekik testi ile belirlemiş ve çalışma sonucunda gruplar arasında maksVO₂ tüketim kapasitesi değerinde anlamlı bir sonuç gözlemlememiştir. Benzer sonuçlara Ural (2014) ulaşmış ve 16-19 yaş aralığındaki 48 futbolcuya 8 hafta boyunca haftada 3 gün uygulanan devamlı, yaygın aralı ve yoğun aralı antrenmanlar sonucunda sadece yaygın aralı antrenmanın maksVO₂ değerlerinde anlamlı bir artış gözlemlerken uygulanan diğer antrenman metotlarında istatistiksel anlamda artış olmamıştır.

Egzersizle birlikte bireylerde biyokimyasal parametrelerde, glikoz ve kan yağları (kolesterol, trigliserid, HDL ve LDL) seviyelerinde değişiklikler meydana gelmektedir. Sunulan bu çalışmada orta düzeyde aktif olan üniversite öğrencilerinin çalışma başlangıcında ve 8 hafta haftada 3 gün %60-80 şiddetinde 40-60 dk düzenli olarak uygulanan bisiklet egzersizlerinin glikoz, kan yağları ve irisin hormon düzeyleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda antrenman programı öncesi ve sonrası dinlenme durumunda alınan kan örneklerinden analiz edilen HDL (t=6,42; p=0,00), toplam kolesterol (t=8,79; p=0,00), LDL (t=8,58; 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).

Touati ve ark (2011) 12 hafta boyunca yüksek yağlı diyetle beslenen ratlara motorlu koşu bandı egzersizi yaptırmışlar ve ratların HDL düzeylerinin arttığını, LDL düzeylerinin azaldığını ve trigliserid düzeylerinde ise değişikliğin olmadığını tespit etmişlerdir. Kürkçü (2011) düzenli olarak futbol antrenmanlarına katılan 13-16 yaş grubundaki sporcuları aynı yaş aralığındaki sedanter bireylerle karşılaştırmış ve

futbolcuların kontrol grubuna göre trigliserid ve LDL düzeylerinin düşük, toplam kolesterol ve HDL düzeylerinde ise anlamlı bir farkın olmadığını tespit etmiştir. Diğer bir araştırmada ise 23 gönüllü sporcu ısınmanın ardından 50 dk teknik, taktik kick boks antrenmanı ve 2 dk'lık 3 devreden oluşan müsabaka şartlarına yakın antrenman maçı yaptırılmıştır. Akut egzersiz sonrası trigliserit seviyelerinde bir farklılık olmadığı ancak kolesterol, HDL ve LDL düzeylerinde artış olduğu bildirilmiştir (Kaynar 2016). Koç ve ark (2008) yaptığı çalışmada ise 8 hafta boyunca haftada 3 gün 54 sağlıklı erkeğe aerobik ve anaerobik antrenman programları uygulanmıştır ve antrenman sonucunda HDL düzeylerinin arttığı bununla birlikte LDL'nin ise düştüğü bildirilmiştir. Güreş ve ark (2009) yaş ortalaması $19.0 \pm 3,0$ yıl olan 15 erkek atlette 3000 m aerobik koşu antrenmanı sonrasında serum glikoz seviyesinin anlamlı olarak, 112,0 mg/dL'den, 147,7 mg/dL seviyesine yükseldiğini tespit etmişlerdir. Antrenmanlar ve cinsiyetin elit sporcular ve sedanterlerin bazı biyokimyasal parametreler üzerindeki farkı belirlemek üzere yapılan bir diğer çalışmada, cinsiyetin ve antrenmanların LDL, total kolesterol ve glikoz düzeyleri üzerine önemli bir etkisi olmadığı, HDL düzeylerinin ise hem antrenmanlı hem de sedanter kadın gruplarının her ikisinde de erkeklerden önemli derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Plazma trigliserid düzeylerinde ise kadınlarda erkeklere göre düşük bulunmasına karşın, farklılık istatistik açıdan anlamlı bulunmamış, ancak hem kadın hem de erkek sporcuların düzeyleri sedanterlerden anlamlı derecede düşük bulunmuştur (Arıkan ve ark 2018).

Yukarıdaki çalışmaların sonuçlarına bakıldığında uygulanan egzersizler sonrasında bakılan biyokimyasal parametrelerin sonuçlarının çelişkili olduğu görülmektedir. Bunun sebebi olarak da egzersizin şiddeti, tipi ve süresi gibi farklılıklardan kaynaklanabileceği gibi, bireylerin fiziksel özelliklerindeki farklılıklar, egzersize verdikleri cevaplardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmanın ana bulgusu olan irisin, egzersizin etkisiyle enerji metabolizmasına olumlu etkilerine aracılık eden miyokinlerden salınan bir hormon olarak tanımlanmıştır (Boström ve ark 2012). İrisin'in keşfi araştırmacıların ilgisini uyandırmış ve irisin egzersiz ilişkisi konu alan birçok araştırma yapılmıştır. Timmons ve ark (2012) yaptığı çalışmada 24 genç erişkin erkekte 6 haftalık bisiklet egzersizi sonucunda kas biyopsisinde bakılan FNDC5 mRNA düzeyinin

değişmediğini bildirmişlerdir. Bu çalışmanın devamında ise erişkinlere uygulanan direnç egzersizlerinin irisin seviyesine herhangi bir etkisinin olmadığı sonucuna varmışlardır. Huh ve ark (2012) 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 olabileceği vurgulamışlardır. Aynı araştırmacıların bir başka çalışmasında da akut tüm vücut vibrasyon egzersizlerinin sağlıklı genç kadınların irisin seviyesini artırdığını fakat 6 haftalık bir antrenman programının plazma irisin seviyesinde istatistiksel anlamda bir fark oluşturmadığını tespit etmişlerdir (Huh ve ark 2014). Uzun süre yapılan aerobik dayanıklılık ve kuvvet antrenmanlarının sedanter ve antrenmanlı bireylerde irisin düzeylerinde herhangi bir değişim olmadığını bildiren çalışmalarda mevcuttur (Hecksteden ve ark 2013, Kurdiyova ve ark 2014). Kuvvet antrenmanlarının kas ve dolaşımdaki FNDC5 ekspresyonunu araştırmak amacıyla yapılan bir diğer çalışmada da 12 hafta boyunca 18 sedanter kadına kronik egzersizler uygulanmış ve egzersizin iskelet kası fenotipi üzerine önemli etkileri olmasına rağmen serum irisin seviyesine bir etkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır (Ellefsen ve ark 2014). Düzenli olarak antrenman yapan atlet sporcuların irisin düzeyleri incelendiğinde yapılan antrenmanların irisin seviyeleri üzerine etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır (Benedini ve ark 2017). Benzer şekilde Arıkan ve ark (2018) 16-20 yaş aralığında düzenli olarak antrenman yapan kadın ve erkek elit tekvandocuları orta düzeyde aktif üniversite öğrenciler ile karşılaştırmış ve antrenman ve cinsiyetin, irisin hormon düzeyleri üzerine ayrı ayrı ya da birlikte etkisi görülmemiştir. Benzer sonuçlara kemirgenler üzerinde yapılan 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 FNDC5'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 ($p < 0,05$). Bu çalışmanın denek grubunu oluşturan gençler düzenli olarak egzersiz yapmasalar

da okudukları bölüm itibariyle derslerinin birçoğu bedensel aktivitelerden oluşmaktadır. 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. Kronik egzersizlerin irisin düzeyleri üzerine etkisinin olmadığını rapor eden yukarıdaki çalışmalar ile bu çalışmanın sonuçları paralellik göstermektedir.

Literatürde egzersiz irisin ilişkisini konu alan çalışmalar incelendiğinde çelişkili sonuçlara ulaşılmıştır. Yukarıdaki çalışmanın aksine irisinin düzeylerinin kronik egzersizle birlikte arttığı (Timmons ve ark 2012, Besse ve ark 2014, Miyamoto-Mikami ve ark 2015, Kim ve ark 2015, Löffler ve ark 2015, Khalafi ve ark 2016, Zhao ve ark 2017, Küçük 2018, Akbulut 2019) ya da azaldığını (Scalzo ve ark 2014, Qiu ve ark 2015, Palacios Gonzalez ve ark 2015, Tsuchiya ve ark 2016, Jozkow ve ark 2019) belirten çalışmalarda mevcuttur.

Sağlıklı yaşlı bireylere 6 hafta boyunca uygulanan dayanıklılık antrenmanları sonucunda katılımcıların kas biyopsilerinde dayanıklılık antrenmanı öncesine göre irisin hormonunda %30 luk bir artış tespit edilmiştir. (Timmons ve ark 2012). Sağlıklı erkek yetişkinlerle yapılan bir diğer çalışmada ise 10 haftalık dayanıklılık egzersizleri öncesi ve sonrası alınan kan ve kas biyopsisinde irisin hormon seviyelerinin egzersiz öncesine göre 2 kat artış gösterdiği bildirilmiştir (Besse ve ark 2014). Miyamoto-Mikami ve ark (2015) sağlıklı genç, orta yaşlı ve yaşlı kadın ve erkek bireylere 8 hafta boyunca haftada 3 gün 45 dk %60-70 şiddetinde dayanıklılık antrenmanı yaptırmışlardır. Çalışma sonucunda orta yaşlı ve yaşlı grupta serum irisin seviyesinin arttığını fakat genç grupta değişmediği belirlemişlerdir. Değişik yaş gruplarındaki bireylere süre ve yoğunluğa göre değişen dört egzersiz rejiminin irisin düzeyine etkisini araştırmak amacıyla yapılan bir diğer çalışmada ise katılımcılar 4 farklı gruba ayrılmıştır. İlk grup 29 gönüllü çocuklardan oluşmuş ve 15 dk bir maksimum bisiklet spiroergometrik testi uygulanmıştır. İkinci grubu oluşturan sağlıklı genç erişkinlere 30 dk yoğun bir fiziksel program, üçüncü grup gönüllü 58 obez çocuğa 6 hafta boyunca evde müdahale ile fiziksel aktiviteden oluşan program ve son olarak 88 sağlıklı çocuğa okulda düzenli spor yaptırılmıştır. Tüm katılımcılardan çalışma öncesi ve sonrası alınan kan örnekleri analiz edildiğinde

sadece bisiklet spiroergometrik testi ve 30 dk yoğun egzersizden sonra serum irisin seviyesinde artış tespit edilmiştir (Löffler ve ark 2015). Diğer bir çalışmada ise 8 hafta boyunca haftada 3 gün süreyle düzenli olarak uygulanan farklı egzersiz programlarına (direnç egzersizleri, yüksek yoğunluklu interval ve aerobik egzersiz) katılan bireylerin kontrol gruplarına göre irisin seviyesinin uygulanan egzersizlere bağlı olarak yükseldiği belirlenmiştir (Akbulut 2019). Reisi ve ark (2016) kemirgenler üzerinde yaptıkları bir çalışmada 16 erkek sıçanı kontrol ve eğitim grubu olarak 2 gruba ayırmışlardır. Eğitim grubuna vücut ağırlıklarının %50'sine denk gelen ek yükler eklenerek 8 hafta haftada 3 gün boyunca direnç egzersizi yaptırılmıştır. Çalışma sonucunda antrenmana katılan sıçanların kontrol grubuna göre irisin seviyelerinde anlamlı artış olduğu tespit edilmiştir.

Kronik egzersizden sonra irisin seviyesinin arttığı ya da değişmediğini tespit eden yukarıdaki çalışmaların yanı sıra egzersizlerin irisin hormon seviyelerini azaltıcı etkisinin olduğunu savunan çalışmalarda bulunmaktadır. Scalzo ve ark (2014) yaptıkları çalışmada 19 genç erişkin erkek bireye uyguladıkları 3 haftalık sprint antrenmanından önce ve sonra kan örnekleri almışlar ve irisin seviyesinin azaldığını tespit etmişlerdir. Qiu ve ark (2015) randomize kontrollü ve randomize olmayan çalışmaları meta analiz ederek kronik egzersizlerin yetişkinlerdeki irisin seviyesine etkisini değerlendirmişlerdir. Randomize kontrollü çalışmalarda kronik egzersizlerin dolaşımdaki irisin seviyesini önemli şekilde azaltıcı etkisinin olduğunu fakat randomize olmayan çalışmalarda ise kanıtların yetersiz olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Obez, fazla ve normal kilolu çocuklar üzerinde yapılan bir çalışmada 8 hafta boyunca uygulanan antrenmanların irisin'in değerlerini azaltıcı etkisi olduğu ve bu sonucun istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş olduğu bildirilmiştir (Palacios-Gonzalez ve ark 2015). 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 tespit etmişlerdir. Jozkow ve ark (2019) deneyimli 28 erkek maraton koşucusuyla yaptığı çalışmada 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. Amri ve ark (2019) sıçanlara 10 haftalık yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman ve dayanıklılık antrenmanları sonucunda irisinin egzersizle birlikte azaldığını tespit etmişlerdir. Uygulanan egzersizlerin irisin hormon düzeylerini arttırdığını veya azalttığını belirten yukarıdaki bahsi geçen çalışmaların sonuçları bu çalışmanın bulgularıyla benzerlik göstermemektedir. Bu çalışmada genç yetişkinlere uygulanan 8 haftalık dayanıklılık antrenmanlarının irisin düzeylerini değiştirmedeği sonucuna ulaşılmıştır.

Yukarıda bahsedilen çalışmalar göz önüne alındığında irisin egzersiz ilişkisini konu alan çalışmalarının sonuçlarının çelişkili olduğu görülmektedir. Literatürdeki bazı çalışmaların sonuçların ile mevcut çalışmanın sonuçları paralellik gösterirken bazıları ile uyumlu değildir. Hormon düzeyleri çalışmaya katılan bireylerin cinsiyet, yaş, vücut kompozisyonu, fiziksel uygunluk düzeyleri, bireylerin egzersize verdikleri cevaplar, egzersizin tipi, süresi, şiddeti, stres, uyku, diyet, kan alma sürelerinin ve ölçüm protokolleri gibi çok sayıdaki farklılıklardan etkilenmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Selçuk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi öğrencilerinde yürütülen bu çalışmada haftada 3 gün günde 40-60 dk ve hedef kalp atım sayısının %60-80 şiddetinde 8 hafta boyunca uygulanan bisiklet egzersizlerinin vücut kompozisyonu üzerindeki değişimler incelendiğinde, vücut ağırlığı, VKİ ve maksVO₂ düzeylerine önemli bir etkisinin olmadığı fakat VYY düzeylerinin antrenman programı sonrasında önemli düzeyde azaldığı belirlenmiştir ($p<0,05$).

Katılımcıların dayanıklılık antrenman program öncesi ve sonrası dinlenme durumunda alınan kan örneklerinden biyokimyasal parametrelerindeki değişimler incelendiğinde ise toplam kolesterol, HDL, LDL, trigliserid ve glukoz ortalamalarında önemli düzeyde azalma meydana geldiği ($p<0,05$) buna karşın uygulanan dayanıklılık egzersizlerinin irisin düzeyleri ortalamasında önemli bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Bu çalışmada kronik dayanıklılık egzersizinin son yıllarda keşfedilmiş enerji metabolizması ve egzersizle ilişkisi olduğu düşünülen irisin hormonunun üzerine etkileri araştırılmış ve ilerleyen zamanlarda bu konu ile ilgili çalışma yapmak isteyen araştırmacılara yardımcı olması için şu önerilerde bulunulmuştur.

- ✓ Daha fazla denek sayısı ile değişik yaş gruplarında ve cinsiyetler arası farka bakılabilir.
- ✓ Dayanıklılık egzersizinin kronik etkilerinin yanında akut etkileri de değerlendirilebilir.
- ✓ Farklı fiziksel özelliklere sahip bireylerde (sedanter, sporcu, obez) farklı sürelerde uygulanan egzersizlerin akut ve kronik etkileri incelenebilir.
- ✓ İrisin düzeylerini etkileyen diğer hormonlar ile etkileşime bakılabilir.

6. 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.
- Akcan F, 2018. Farklı şiddetlerde uygulanan aerobik ve anaerobik egzersizlerin sporcu ve sedanterlerde serum irisin seviyesine akut etkisinin incelenmesi. Doktora Tezi, Gaziantep Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.
- Akgün N, 1994. Egzersiz Fizyolojisi, İzmir, Ege Üniversitesi Basımevi, s. 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.
- Amri J, Parastesh M, Sadegh M, Latifi SA, Alaei M, 2019. High-intensity interval training improved fasting blood glucose and lipid profiles in type 2 diabetic rats more than endurance training; possible involvement of irisin and betatrophin. *Physiology International*, 106, 213-24.
- Arıkan Ş, 2018. The effect of acute exercise and gender on the levels of irisin in elite athletes. *Physical Education of Students*, 22, 304-07.
- Arıkan Ş, Revan S, Balcı ŞS, 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.
- 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, 119-26.
- Arslan C, Bingölbalı A, Kutlu M, Baltacı AK, 1997. Voleybol ve atletizm sporunun kız çocukların hematolojik ve biyokimyasal parametrelerine etkisi, *Beden Eğitimi Spor Bilimleri Dergisi*, 2, 28-34.
- Aydin S, Kuloglu T, Aydin S, Eren MN, Celik A, Yilmaz M, Kalayci M, Sahin İ, Gungor O, Gurel A, Ogeturk M, Dabak O, 2014. Cardiac, skeletal muscle and serum irisin responses to with or without water exercise in young and old male rats: cardiac muscle produces more irisin than skeletal muscle. *Peptides*, 52, 68-73.
- Balcıoğlu A, 2018. Futsal antrenmanlarının 12-14 yaş erkek çocuklarda sürat, çeviklik ve anaerobik güce etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Hatay.
- Ball K, Owen N, Salmon J, Bauman A, Gore CJ, 2001. Association of physical activity with body weight and fat in men and women. *International Journal of Obesity*, 25, 914-19.
- Baş M, Sağlam D, 2013. Yetişkinlerde ağırlık yönetimi ve hastalıklarda beslenme tedavisi. Ankara, Hatipoğlu Yayınları, s.137-275.
- Bauwens M, Wierts R, Royen B, Bucerius J, Backes W, Mottaghy F, Brans B, 2014. Molecular imaging of Brown adipose tissue in health and disease. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*, 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.
- Benedict G, Vaccaro P, Hatfield BD, 1985. Physiological Effects of An Eight Week Precision Jump Rope Program In Children. *American Corrective Therapy Journal*, 39, 108-11.
- Benedini S, Dozio E, Invernizzi PL, Vianello E, Banfi G, Terruzzi I, Luzi L, Romanelli MMC, 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, 1-7.

- Berne RM, Leyy MN, Koeppen BM, Staton BA, 2008. Fizyoloji, 5.baskı, Çeviri Türk Fizyolojik Bilimler Derneği, Ankara, Öncü Basımevi, s. 20-30.
- Besse-Patin A, Montastier E, Vinel C, Castan-Laurell I, Louche K, Dray C, Daviaud D, Mir L, Marques MA, 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 Journal Obesity*, 38, 707-13.
- Binay Ç, Paketçi C, Güzel S, Samancı N, 2017. Serum irisin and oxytocin levels as predictors of metabolic parameters in obese children. *Journal of Clinical Research in Pediatric Endocrinology*, 9, 124-31.
- Blonde L, Pencek R, Macconell L, 2015. Association among weight change, glycemic control, and markers of cardiovascular risk with exenatide once weekly: a pooled analysis of patients with type 2 diabetes. *Cardiovascular Diabetology*, 14, 12.
- Blüher, S, Panagiotou, G, Petroff, D, Markert, J, Wagner A., Klemm, T, Filippaios A, Keller A, Mantzoros CS, 2014. Effects of a 1-year exercise and lifestyle intervention on irisin, adipokines, and inflammatory markers in obese children. *Obesity*, 22, 1701-8.
- Boström P, Wu J, Jedrychowski MP, Korde A, Yel Lo CJ, Rasbach KA, Boström EA, Choi JH, Long JZ, Kajimura S, Zingaretti MC, Vind BF, Tu H, Cinti S, Hojlund K, Gygi SP, Spiegelman BM, 2012. A PGC1- α -dependent myokine that drives brown-fat-like development of White fat and thermogenesis. *Nature*, 481, 463- 68.
- Boström PA, Fernandez-Real JM, Mantzoros C, 2014. Irisin in humans: recent advances and questions for future research. *Metabolism*, 2, 178-80.
- Brenmoehl J, Albrecht E, Komolka K, Schering L, Langhammer M, Hoeflich A, Maak S, 2014. Irisin is elevated in skeletal muscle and serum of mice immediately after acute exercise. *International Journal of Biological Sciences*, 10, 338-49.
- Castillo-Quan JI 2012. From white to Brown fat through the PGC-1 α -dependent myokine irisin: implications for diabetes and obesity. *Disease Models & Mechanisms*, 3, 293-95.
- Choi YK, Kim MK, Bae KH, Seo HA, Jeong JY, Lee WK, Kim JG, Lee IK, Park KG, 2013. Serum irisin levels in new-onset type 2 diabetes. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 100, 96-101.
- Cook KS, Min HY, Johnson D, Chaplinsky RJ, Flier JS, Hunt CR, Spiegelman BM, 1987. Adipsin: a circulating serine protease homolog secreted by adipose tissue and sciatic nerve. *Science*, 237, 402-5.
- 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. *Journal Physiol Pharmacol*, 65, 449-54.
- Çatlı G, Kume T, Tuhan HÜ, Anık A, Calan OG, Bober E, Gürsoy Çalan Ö, Abacı A, 2016. Relation of serum irisin level with metabolic and antropometric parameters in obese children. *Journal Diabetes Complications*, 30, 1560-65.
- Çetinkalp Ş, 2011. Triglicerit nedir? Normal fizyolojideki yeri nedir? *Türk Kardiyoloji Derneği Araştırması*, 45, 1-63.
- 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.
- Çolakoğlu F, Şenel Ö, 2003. Sekiz haftalık aerobik egzersiz programının sedanter orta yaşlı bayanların vücut kompozisyonu ve kan lipitleri üzerindeki etkileri. *Ankara Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 1, 56-61.
- De Fronzo RA, Sherwin RS, Kraemer N, 1987. Effect of physical training on insulin action in synthase-dependent mechanism. *Journal of Biological Chemistry*, 283, 32802-11.
- Demir M. 1996. Dayanıklılık antrenmanının aerobik güce etkisi. *Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 1, 27-34.

- Dilber AO, Lağap B, Akyüz Ö, Çoban C, Akyüz M, Taş M, Akyüz F, Özkan A, 2016. Celal Bayar Üniversitesi Beden Eğitimi Spor Bilimleri Dergisi, 11, 77-8.
- Durnin JV, 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. *British Journal of Nutrition*, 32, 77- 97.
- Dündar U, 2015. Antrenman Teorisi, 9. baskı, Ankara, Nobel Kitapevi, s. 238-5.
- Ebert T, Focke D, Petroff D, Wurst U, Richter J, Bachann A, Lössener U, Kralisch S, Krtzsch J, Beige J, Bast İ, Anders M, Blüher M, Stumvoll M, Fasshauer M, 2014. Serum levels of the myokine irisin in relation to metabolic and renal function. *European Journal Endocrinol*, 170, 501-06.
- Elbelt U, Hofmann T, Stengel A, 2013. Irisin: what promise does it hold? *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 16, 541-7.
- Ellefsen S, Vikmoen O, Slettalokken G, Whist JE, Nygaard N, Hollan I, Rauk I, Vegge G, Strand TA, Raastad T, Ronnestad BR, 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.
- Ergen E, Demirel H, Güner R, Turnagöl H, Başoğlu S, Zergeroğlu AM, Ülkar B, Hazır T, 2007. *Egzersiz Fizyolojisi*. 2.baskı, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım, s. 69-75.
- Esfahani M, Baranchi M, Goodarzi MT, 2015. Irisin and Metabolic Disorders. *Avicenna Journal Medicine Biochem*, 4, 33-230.
- Fox EL, Bowers RW, Foss ML, 2012. *Beden Eğitimi ve Sporun Temelleri*. Cerit M (Çeviren), Ankara, Spor Yayınevi ve Kitabevi.
- Garcia-Fontana B, Reyes-Garcia R, Morales-Santana S, Avila-Rubio V, Munoz-Garach A, Rozas-Moreno P, Munoz-Torres M, 2016. Relationship between myostatin and irisin in type 2 diabetes mellitus: a compensatory mechanism to an unfavourable metabolic state? *Endocrine*, 52, 54-62.
- Gelir E, Koz M, Ersöz G, 2013. *Fizyoloji ders kitabı*. Ankara, Nobel yayın, s. 185, 89.
- Gökdemir K, Koç H, Yüksel O, 2007. Aerobik antrenman programının üniversite öğrencilerinin bazı solunum ve dolaşım parametreleri ile vücut yağ oranı üzerine etkisi. *Egzersiz*, 1, 145-49.
- Gökhan İ, Kürkcü R, Devocioğlu 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.
- Günay M, 1998. *Egzersiz Fizyolojisi*. 2. baskı, Ankara, Bağırhan Yayınevi s. 29-115.
- Günay M, Kara E, Cicioğlu İ, 2006. *Egzersiz ve antrenmana endokrinolojik uyumlar*. Ankara, Gazi Kitabevi, s. 2-126.
- Güreş A, Karul A, Kozacı D, Gürel G, Güreş Ş, 2009. Mesafe koşucularında submaksimal egzersizin kan biyokimyasına etkisi. *Spor Hekimliği Dergisi*, 44, 89-95.
- Gürsel Y, 2000. Terapotik egzersizler. In *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*, Ankara, Güneş Kitabevi.
- Hall JE, 2015. *Guyton and Hall textbook of medical physiology e-Book*: Elsevier Health Sciences.
- Hassannejad A, Khalaj A, Mansournia MA, 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 KT, 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 JY, Panagiotou G, Mougios V, Brinkoetter M, Vamvini MT, Schneider BE, Mantzoros CS 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.
- Huh JY, Dincer F, Mesfum E, Mantzoros C, 2014. Irisin stimulates muscle growth-related genes and regulates adipocyte differentiation and metabolism in humans. *International Journal of Obesity*, 38, 12.
- Huh JY, Siopi A, Mougios V, Park KH, Mantzoros CS, 2015. Irisin in response to exercise in humans with and without metabolic syndrome. *Journal Clin Endocrinol Metabolism*, 100, 453-7.
- Jozkow P, Kozlenia D, Zawadzka K, Konefał M, Chmura P, Młynarska K, Kosowski M, Mędras 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, 79-84.
- Kabasakalis A, Nikolaidis S, Tsalis G, Christoulas K, Mougios, V, 2019. Effects of sprint interval exercise dose and sex on circulating irisin and redox status markers in adolescent swimmers. *Journal of Sports Sciences*, 37, 827-32.
- Karatan OV, 2016. Yetişkin Bireylerde Aerobik Egzersiz Programının Kan Lipitleri ve Vücut Kompozisyonu Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Muğla.
- Karpuz H, 2004. Hiperlipidemiye güncel yaklaşım. İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri, s. 69-74.
- Kaur KK, Allahbadia G, Singh M, 2016. An update on a etiopathogenesis and management of obesity. *Obes Control Ther*, 3, 1-17.
- 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.
- Kaynar Ö, Öztürk N, Kiyici F, Baygutalp NK, Bakan E 2016. Kick boks sporcularında kısa süreli yoğun egzersiz karaciğer enzimleri ve serum lipit düzeyleri üzerine etkileri. *Dicle Tıp Dergisi*, 43, 130-34.
- Kell RT, Bell G, Quinney A, 2001. Musculoskeletal fitness, health outcomes and quality of life. *Sports Medicine*, 12, 863-73.
- Kesler A, Kaya B, Ateş O, Şahin M, 2013. Farklı dayanıklılık antrenmanlarının profesyonel futbolcuların maksimal oksijen kapasitesi üzerine etkisi. İstanbul Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi, 3, 80-3.
- Khalafi M, Shabkhız F, Alamdari KA, Bakhtiyari A, 2016. Irisin response to two types of exercise training in type 2 diabetic male rats. *Arak Medical University Journal*, 19, 37-45.
- 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.
- Kim HJ, So B, Choi M, Kang D, Song W, 2015. Resistance exercise training increases the expression of irisin concomitant with improvement of muscle function in aging mice and humans. *Experimental Gerontology*, 70, 11-7.
- Koç H, Tamer K, 2008. Aerobik, Anaerobik antrenman programlarının lipoprotein düzeyleri üzerine etkisi. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 17, 137-43.
- Koivisto VA, Yki-Jarvinen H, De Fronzo RA, 1986. Physical training and insulin sensitivity. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, 1, 445-81.

- Köklü Y, Özkan A, Ersöz G, 2009. Futbolda Dayanıklılık performansının değerlendirilmesi ve geliştirilmesi, *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 4, 142-50.
- Kraemer, William J, Steven J, Fleck, Michael R, Deschenes M, 2011. *Exercise physiology: Integrating Theory and Application*. London, Lippincott Williams & Wilkins.
- 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. *Journal Physiol*. 592, 1091–107.
- Küçük H, 2018. Aerobik ve anaerobik kapasitenin serum irisin, leptin, ghrelin seviyelerine etkisi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Kürkçü R, 2011. Adölesan Futbolcularda Düzenli Egzersiz Programının Lipid Profili Üzerindeki Etkileri. *Sport Sciences*, 6, 25-30.
- Lee MI, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT, 2012. Impact of physical inactivity on the world's major non-communicable diseases. *National Institutes of Health*, 380, 219–29.
- Leger L.A, Lambert J, 1982. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict\ dot VO2 max. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 49, 1-12.
- Löffler D, Müller U, Scheuermann K, Friebe D, Gesing J, Bielitz J, Erbs S, Landgraf K, Wagner IV, Kiess W, Körner A, 2015. Serum irisin levels are regulated by acute strenuous exercise. *Journal Clin Endocrinol Metabolism* 100, 1289-99.
- Lu Y, Li H, Shen SW, Shen ZH, Xu M, Yang CJ, Feng YB, Yun JT, Wang L, Qi HJ, 2016. Swimming exercise increases serum irisin level and reduces body fat mass in high-fat-diet fed Wistar rats. *Lipids Health Diseases*, 15, 93.
- Lv J, Pan Y, Li X, Cheng D, Ju H, Tian J, Zhang Y, 2015. Study on the distribution and elimination of the new hormone irisin in vivo: new discoveries regarding irisin. *Hormone and Metabolic Research*, 47, 591-95.
- Miyamoto-Mikami E, Sato K, Kurihara T, Hasegawa N, Fujie S, Fujita S, Sanada K, Hamaoka T, Tabata I, Iemitsu M, 2015. Endurance training-induced increase in circulating irisin levels is associated with reduction of abdominal visceral fat in middle-aged and older adults. *PLoS One*, 10,3.
- Moreno-Navarrete JM, Ortega F, Serrano M, Guerra E, Pardo G, Tinahones F, Ricart W, Fernandez-Real JM, 2013. Irisin is expressed and produced by human muscle and adipose tissue in association with obesity and insulin resistance. *Journal Clin Endocrinology Metabolism*, 98, 769-78.
- Norheim F, Langleite TM, Hjorth M, Holen T, Kielland A, Stadheim HK, Gulseth HL, Birkeland KI, Jensen J, Drevon CA, 2014. The effects of acute and chronic exercise on PGC-1alpha, irisin and browning of subcutaneous adipose tissue in humans. *The FEBS Journal*, 281, 739-49.
- Nygaard H, Slettaløkken G, Vegge G, Hollan I, Whist JE, Strand T, Rønnestad BR, Ellefsen S, 2015. Irisin in blood increases transiently after single sessions of intense endurance exercise and heavy strength training. *PLoS One*, 10, 3.
- Okan İ, 2009. Futbolda teknik, dayanıklılık ve sürat çalışmalarının genç futbolcuların bazı fizyolojik parametrelerine etkileri. *Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9, 673-69.
- Onat A, Yıldırım B, Erer B, Başar Ö, Çetinkaya A, Köksal C, Uysal Ö, Keleş İ, Sansoy V, 2001. Total kolesterol /hdl-kolesterol oranı koroner hastalığın en iyi lipid ön gördürücüsü: trigliserid ortalama düzeyimiz yılda 1 mg yükselme gösteriyor. *Türk Kardiyoloji Derneği, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi ve Kardiyoloji Enstitüsü, S. Ersek Kalp-Damar Cerrahisi*.
- 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. *Journal Biol Chem*, 283, 21-283.
- Özer K, 2006. *Fiziksel uygunluk*. 2.baskı, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım, s. 22-129.

- Özkaya B, 2016. Obez ve sporcularda serum irisin, adropin ve preptin değerlerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.
- Palacios Gonzalez B, Vadillo Ortega F, Polo Oteyza E, Sanchez T, AnciraMoreno M, RomeroHidalgo S, Meraz N, Antuna-Puente B, 2015. Irisin levels before and after physical activity among school-age children with different BMI: A direct relation with leptin. *Obesity*, 23, 729-32.
- Panagiotou G, Mu L, Na B, Mukamal KJ, Mantzoros CS, 2014. Circulating irisin, omentin-1, and lipoprotein subparticles in adults at higher cardiovascular risk. *Metabolism*, 63, 1265–71.
- Pang M, Yang J, Rao J, Wang H, Zhang J, Wang S, Chen X, Dong X, 2018. Time-dependent changes in increased levels of plasma irisin and muscle pgc-1 α and fndc5 after exercise in mice. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 244, 93-103.
- Park KH, Zaichenko L, Brinkoetter M, Thakkar B, Sahin-Efe A, Joung KE, Tsoukas MA, Geladari EV, Huh JY, Dincer F, Davis CR, Crowell JA, Mantzoros CS, 2013. Circulating irisin in relation to insulin resistance and the metabolic syndrome. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 98, 4899–907.
- Pedersen BK, Febbraio MA, 2012. Muscles, exerciseandobesity: skeletal muscle as a secretory organ. *Nature Reviews Endocrinology*, 8, 457–65.
- Pekkala S, Wiklund PK, Hulmi JJ, Ahtiainen JJ, Horttanainen M, Pöllänen E, Makela KA, Kainulainen H, Hakkinen K, Nyman K, Alen M, Herzig KH, Cheng S, 2013. Are skeletal muscle FNDC5 gene expression and irisin release regulated by exercise and related to health? *Journal Physiol.* 591, 5393–400.
- Perakakis N, Triantafyllou GA, Fernández-Real JS, Huh JY, Park KH, Seufert J, Mantzoros CS, 2017. Physiology and role of irisin in glucose homeostasis. *Nature Reviews Endocrinology*, 13, 324–37.
- Piya MK, Harte AL, Sivakumar K, Tripathi G, Voyias PD, James S, Sabico S, Al-Daghri NM, Saravanan P, Barber TM, Kumar S, Vatish M, McTernan PG, 2014. The identification of irisin in human cerebrospinal fluid: influence of adiposity, metabolic markers, and gestational diabetes. *Am Journal Physiol Endocrinol Metab*, 306, 512–18.
- Polyzos SA, Anastasilakis AD, Efstathiadou ZA, Makras P, Perakakis N, Kountouras J, Mantzoros CS, 2018. Irisin in metabolic diseases. *Endocrine*, 2, 260-74.
- Polyzos SA, Kountouras J, Anastasilakis AD, Geladari EV, Mantzoros CS, 2014. Irisin in patients with nonalcoholic fatty liver disease. *Metabolism*, 63, 207-17.
- Polyzos SA, Mantzoros CS, 2015. An update on the validity of irisin assays and the link between irisin and hepatic metabolism. *Metabolism-Clinical and Experimental*, 64, 937-42.
- Qiu S, Cai X, Sun Z, Schumann U, Zügel M, Steinackern JM. 2015. Chronic exercise training and circulating irisin in adults: A meta-analysis. *Sports Medicine*, 45, 1577-88.
- Rahman S, Reza AM, Mahboobe K, Sadegh A, 2016. The effect of submaximal aerobic training on serum irisin level in obese men; with emphasis on the role of irisin in insulin-resistance change. *Scientific Information Database*, 4, 20-30.
- Reinehr T, Elfers C, Lass N, Roth CL, 2015. Irisin and its relation to insulin resistance and puberty in obese children: a longitudinal analysis. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 100, 2123–30.
- Reisi J, Ghaedi K, Rajabi H, Marandi SM, 2016. Can Resistance Exercise Alter Irisin Levels and Expression Profiles of FNDC5 and UCP1 in Rats?. *Asian Journal Sports Medicine*, 16,7.
- Revan S, Balcı ŞS, Hamdi P, Aydoğmuş M, 2008. Sürekli ve interval koşu antrenmanlarının vücut kompozisyonu ve aerobik kapasite üzerine etkileri. *Sportmetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 6, 193-97.
- Revan S, Balcı ŞS, Pepe H, Kurtoglu F, Akkuş H, 2011. Aerobik Egzersizlerin, Düşük HDL-Kolesterol Seviyesine Sahip Erkeklerde Lipid Profili Üzerine Etkileri. *Türkiye Klinikleri Journal Cardiovasc Sciences*, 23, 16-22.

- Ripperger JA, Fritz S, Richter K, Hocke GM, Lottspeich F, Fey GH, 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 AM, Gonçalves IO, Becerril S, Ramírez B, Beleza J, Frühbeck G, Ascensão A, Magalhaes J, 2016. Effects of physical exercise on myokines expression and brown adipose-like phenotype modulation in rats fed a high-fat diet. *Life Sciences*, 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. *Journal Sports Medicine and Physical Fitness*, 36, 246-54.
- Scalzo RL, Peltonen GL, Giordano GR, Binns SE, Klochak AL, Paris HL, Schweder MM, Szallar SE, Wood LM, Larson DG, Luckasen GJ, Hickey MS, 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.
- Schumacher MA, Chinnam N, Ohashi T, Shah RS, Erickson HP, 2013. The structure of irisin reveals a novel intersubunit beta-sheet fibronectin type III (FNIII) dimer: implications for receptor activation. *Journal of Biological Chemistry*, 288, 33738-44.
- Sezen M. 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, 1995.
- Sezgin G, 2019. Obez bireylerde diyet ve egzersiz tedavisinin irisin ve semaforin-3e düzeyine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Shim YS, Kang MJ, Yang S, Hwang IT, 2017. Irisin is a biomarker for metabolic syndrome in prepubertal children. *Endocrin Journal*, 65, 23-31.
- 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 GT, 2002. Egzersiz ve Spor Fizyolojisi. 2.baskı, Bolu, Ata Ofset Matbaacılık, s. 163-170.
- Stasiulis A, Mockiene A, Vizbaraitė 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 Sciences*, 17, 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.
- Şenel Ö, 1991. Effects of Continuous and interval running programs on aerobic and anaerobic capacities of highschools boys aged 14-16 years. Master Thesis, Middle East Technical University, Ankara.
- Tamer K, 2000. Sporda Fiziksel-Fizyolojik Performansın Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi. Ankara, Bağırhan Yayınevi, s. 139-145.
- Tavassoli H, Heidarianpour A, Hedayati M, 2019. The effects of resistance exercise training followed by de-training on irisin and some metabolic parameters in type 2 diabetic rat model. *Arch Physiol Biochem*, 7, 1-8.
- Temoçin S, Ek RO, Tekin TA, 2014. Futbolcularda sürat ve dayanıklılığın solunumsal kapasite üzerine etkisi. *Spor metre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 1, 31-5.
- Timmons JA, Baar K, Davidsen PK, Atherton PJ, 2012. Is irisin a human exercise gene?. *Nature*, 488, 10.

- Touati S, Meziri F, Devaux S, Berthelot A, Touyz RM, 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, Ando D, Takamatsu K, Goto K, 2015. Resistance exercise induces a greater irisin response than endurance exercise. *Metabolism*, 64, 1042-50.
- 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, 2002. Bilkent üniversitesi futbol takımının 10 haftalık ön hazırlık sonrasındaki fiziksel ve fizyolojik karakteristikleri. *Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 241-52.
- Ulualan G, 2018. Obez çocuklarda irisin düzeylerinin, Non-alkolik yağlı karaciğer hastalığı, fiziksel aktivite düzeyi, glukoz ve lipid metabolizması parametreleri ile ilişkisi. *Tıpta Uzmanlık Tezi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Eskişehir*.
- Ural M, 2014. 16 – 19 Yaş futbolcuların yoğun aralıklı, yaygın aralıklı ve devamlı yüklenme türü dayanıklılık antrenmanlarında maksimum oksijen kapasitesi (maksVO2) ile deri altı yağ ölçümlerinin karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*.
- Vamvini MT, Aronis KN, Panagiotou G, Huh JY, Chamberland JP, Brinkoetter MT, 2013. Irisin mRNA and circulating levels in relation to other myokines in healthy and morbidly obese humans. *European Journal Endocrinol*, 169, 829-34.
- Wolfgang H, 1985. *Sports Medicine*. Çeviri: Arman Mİ. Spor Hekimliği, İstanbul, Arkadaş Tıp Kitapları Yayınevi.
- World Health Organization (WHO). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation presented at the World Health Organization, June 3–5, 1997, Geneva, Switzerland. Geneva, Switzerland.
- Wu J, Boström P, Sparks LM, Ye L, Choi JH, Giang AH, Khandekar M, Virtanen KA, Nuutila P, Schaart G, Huang K, Tu H, Van Marken Lichtenbelt WD, Hoeks J, Enerbäck S, Schrauwen P, Spiegelman BM, 2012. Beige adipocytes are a distinct type of thermogenic fat cell in mouse and human, *Cell*, 150, 366–76.
- Xiong XQ, Chen D, Sun HJ, Ding L, Wang JJ, Chen Q, Li YH, Zhou YB, Han Y, Zhang F, Gao XY, Kang YM, Zhu GQ, 2015. FNDC5 overexpression and irisin ameliorate glucose/lipid metabolic derangements and enhance lipolysis in obesity. *Biochim Biophys Acta*, 9, 1867-75.
- Yang XQ, Yuan H, Li J, Fan JJ, Jia SH, Kou XJ, Chen N, 2016. Swimming intervention mitigates HFD-induced obesity of rats through PGC-1alpha-irisin pathway. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 20, 2123-30.
- Yıldız Kopuz TN, 2018. Tip 2 diyabetli hastalarda serum irisin düzeyleri ve diyet kalitelerinin değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara*.
- Yılmaz B, 2000. *Hormonlar ve Üreme Fizyolojisi*. 1. Basım, Ankara, Feryal matbacılık, s. 40-53, 247-371.
- Yosmaoğlu HB, Baltacı G, Derman O, 2010. Obez adolesanlarda vücut yağı ölçüm yöntemlerinin etkinliği. *Fizyoterapi Rehabilitasyon*, 21, 125-31.
- Yüksel O, Kaya F, 2017. Farklı Kuvvet Antrenmanlarının Kadın Sporcularda Beden Kompozisyonuna Etkileri. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 9, 101-7.
- Zhang C, Ding Z, Lv G, Li J, Zhou P, Zhang J, 2016. Lower irisin level in patients with type 2 diabetes mellitus: A case-control study and meta-analysis. *Journal of Diabetes*, 8, 56-62.
- Zhao, J, Su Z, Qu C, Dong Y, 2017. Effects of 12 weeks resistance training on serum irisin in older male adults *front. Physiol*, 8, 171.
- Zorba E, 2004. *Fiziksel uygunluk*, İstanbul, Marmara, s. 35-8.

7. EKLER

EK-2: Aydınlatılmış Gönüllü Onam Formu

Selçuk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Dr. Öğr.Üyesi Şükran ARIKAN'ın yürütücüsü olduğu "Sağlıklı Genç Yetişkinlerde Dayanıklılık Antrenmanlarının İrisin Hormon Düzeyine Etkisi" adlı bu araştırmayla ilgili bana araştırmacılar tarafından ayrıntılı bilgi aktarıldı. Bu bilgilerden sonra araştırmaya katılımcı olarak davet edildim.

Araştırmacı ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında büyük özen ve saygıyla yaklaşılabileceğine inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi. Projenin yürütülmesi sırasında araştırmadan çekilme hakkımın olduğunu biliyorum. Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağının bilincindeyim. Ayrıca, araştırmacılar tarafından da araştırma dışı tutulabilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum ve bana da bir ödeme yapılmayacaktır. Araştırma sırasında bir sağlık sorunuyla karşılaşsam herhangi bir saatte, hangi araştırmacıyı, hangi telefon ve adresten arayabileceğimi biliyorum. Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde katılımcı olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti gönüllü olarak kabul ediyorum.

Bu metnin imzalı bir kopyası bana verilecektir.

KATILIMCI

Adı, Soyadı:

İmza:

Tel:

KATILIMCI İLE GÖRÜŞEN ARAŞTIRMACI

Adı, Soyadı:

İmza:

Tel:

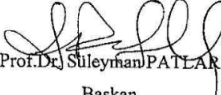
EK-B. Etik Kurul Kararı

T.C
Selçuk Üniversitesi
Spor Bilimleri Fakültesi
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Kararı

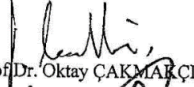
Karar Sayısı : 30

Sayın : Şükran ARIKAN
Selçuk Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi
Yürütücü : Şükran ARIKAN
Yrd. Araştırmacı : Gizem AKIN

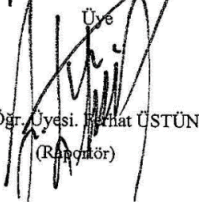
“Sağlıklı Genç Yetişkinlerde Dayanıklılık Antrenmanlarının İrisin Hormon Düzeyine Etkisi” isimli Yüksek Lisans Tez projesi öneriniz incelenmiş ve Fakültemiz Girişimsel Olmayan Etik Kurul yönergesine uygunluğuna oy birliği/ oy çokluğu ile karar verilmiştir. 04/03/2019


Prof. Dr. Süleyman PATLAR
Başkan


Prof. Dr. İ. Bulent HİSEKÇİOĞLU
Üye


Prof. Dr. Oktay ÇAKMARCI
Üye


Doç. Dr. Ekrem BOYALI
Üye


Dr. Öğr. Üyesi. Bernat ÜSTÜN
(Raporör)

1. Etik Kurul Kararları Spor Bilimleri Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Yönergesine göre verilmektedir.
2. Etik Kurul Kararları danışma niteliğindedir. Üyeler projeler hakkında verdikleri kararlardan dolayı idari ve cezai sorumluluk taşımaz.
3. Projenin yürütülmesi sırasında oluşacak olumsuzluklarda proje yürütücülere sorumludur.
4. Etik Kurul Raporu verilen projelerde daha sonra proje ile ilgili bir değişiklik (araştırmacı, yöntem vb.) olması durumunda Etik Kuruldan yeniden onay alınması gerekmektedir. Aksi takdirde önceden alınmış olan rapor geçerliliğini yitirecektir.

S.Ü. SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ TEL: (0.332) 241 00 41 FAX: (0.332) 241 16 08 KAMPÜS / KONYA

8. ÖZGEÇMİŞ

1993 yılında Bursa’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini aynı ilde tamamladı. Yüksek Öğrenimini 2013-2017 yılları arasında Selçuk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Antrenörlük Eğitimi Bölümünde tamamladı. 2017 yılında Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Eğitimine başladı.

