



**SAZAN (*Cyprinus carpio*) VE GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI
(*Oncorhynchus mykiss*)’NDA İRİSİN PEPTİTİNİN ELISA
YÖNTEMİYLE ARAŞTIRILMASI**

Hatice YILDIRIM

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Sibel KÖPRÜCÜ

OCAK-2018

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SAZAN (*Cyprinus carpio*) VE GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI
(*Oncorhynchus mykiss*)’NDA İRİSİN PEPTİTİNİN ELISA
YÖNTEMİYLE ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hatice YILDIRIM
(141128101)

Anabilim Dalı : Su Ürünleri Yetiştiriciliği
Programı : Balık Hastalıkları
Danışman : Prof. Dr. Sibel KÖPRÜCÜ

OCAK

2018

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SAZAN (*Cyprinus carpio*) VE GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*)'NDA İRİSİN PEPTİTİNİN ELISA YÖNTEMİYLE
ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hatice YILDIRIM
(141128101)

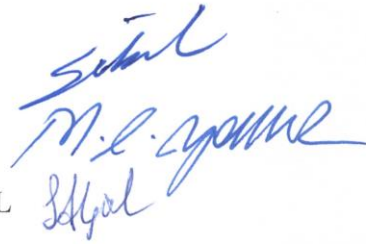
Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 11 OCAK 2018

Tezin Savunulduğu Tarih : 25 OCAK 2018

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Sibel KÖPRÜCÜ

Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. M. Enis YONAR

Yrd. Doç. Dr. Sermin ALGÜL



OCAK-2018

ÖNSÖZ

Çalışma süresince yüksek lisans tezimin hazırlanmasında benden yardımlarını ve zamanını esirgemeyen, çalışmanın yürütülmesinde her türlü yardım ve desteğini sağlayan değerli danışmanım sayın Prof. Dr. Sibel KÖPRÜCÜ'ye; araştırmanın yapılabilmesi için gerekli alt yapıyı sunan F.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Dekanlığı'na ve çalışmayı maddi yönden destekleyen Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (FÜBAP) Yönetim Birimine teşekkürlerimi sunarım.

Benden her türlü maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hatice YILDIRIM

Elazığ - 2018

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER	III
ÖZET	IV
SUMMARY	V
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VI
TABLolar LİSTESİ.....	VIII
1. GİRİŞ	1
1.1. İrisin Hormonu	4
1.2. Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA) Sistemler	10
2. MATERYAL VE METOT	12
2.1. Materyal	12
2.1.1. Balık Materyali Temini	12
2.2. Metot	13
2.2.1. Balıkların Metrik Ölçümleri.....	13
2.2.2. Balıklardan Kan Alınması.....	13
2.2.3. Alınan Kan Örneklerinden Kan Serumı Elde Edilmesi	15
2.2.4. ELISA Yönteminin Uygulanması	16
2.2.4.1. İrisin Peptit Analizi	16
2.2.5. İstatistiksel Analizler	21
3. BULGULAR	22
3.1. Balıklardan Elde Edilen İrisin Peptit Düzeyleri	22
4. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	37
KAYNAKLAR	40
ÖZGEÇMİŞ	49

ÖZET

SAZAN (*Cyprinus carpio*) VE GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*)’NDA İRİSİN PEPTİTİNİN ELISA YÖNTEMİYLE ARAŞTIRILMASI

Bu çalışmada sazan (*Cyprinus carpio*) ve gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’nda irisin peptitinin ELISA yöntemi ile araştırılması amaçlanmıştır. Araştırmada canlı olarak 40 adet *C. carpio* (20 adet yavru+20 adet pazar büyüklüğü), 40 adet *O. mykiss* (20 adet yavru +20 adet pazar büyüklüğü) olmak üzere toplam 80 adet balık kullanılmıştır.

Fenoksietanol ile anestezi edilen balıkların boy ve ağırlık ölçümleri yapıldıktan sonra kuyruk kesilerek kavdal venadan alınan kanlar santrifüj edildikten sonra serumları -20 °C ‘de muhafaza edildi. Kan serumundaki irisin peptit düzeyleri MyBioSource Fish Irisin (IS) marka MBS108944 kodlu ELISA kiti kullanılarak belirlenmiştir. Aynı türün farklı cinsiyetleri arasında ve iki farklı tür arasında istatistiksel farklılığın olup olmadığı ise Independent-Samples t-testi uygulanarak belirlenmiştir. Balıklardaki irisin düzeylerinin cinsiyet, ağırlık ve total boy ölçümleri arasındaki korelasyon analizi ise Pearson korelasyon analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. $P < 0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Yavru *C. carpio* ile pazar büyüklüğü *C. carpio*’nun irisin düzeyleri, pazar büyüklüğü *O. mykiss*’in erkek ve dişileri arasındaki irisin seviyeleri, ayrıca hem pazar büyüklüğü *C. carpio* ve *O. mykiss*’in arasında hem de bunların erkek balıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu ($P < 0,05$) görülmüştür.

Pazar büyüklüğündeki *O. mykiss*’lerin hem total boyla ($p=0,033$ $r=0,477$), hem de erkek *O. mykiss*’lerin total boyla ($p=0,041$ $r=0,596$) korelasyonları belirlenmiştir.

Sonuç olarak, irisin hem *C. carpio* hem de *O. mykiss*’de bulunmakla birlikte cinsiyet, total boya göre farklılıklar görülmüş, ağırlıkla ilgili istatistiksel anlamda bir değişiklik belirlenmemiştir. Bu değerler tür ve büyüklüğe göre farklılık göstermekle birlikte bu konuda genelleme yapılması için irisin ve balıklarla ilgili daha birçok çalışmanın yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İrisin, *C. carpio*, *O. mykiss*, ELISA, Kan serumu

SUMMARY

Investigation of Irisin Peptide in Carp (*Cyprinus carpio*) and Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) by ELISA method

In this study, it was aimed to investigate the irisin peptide in carp (*Cyprinus carpio*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by ELISA method. 80 fish in total, which are 40 *C. carpio* (20 seed fish+20 market sizes) and 40 *O. mykiss* (20 seed fish+20 market sizes), were used in this research.

After anaesthetized fish using phenoxyethanol were subjected to length and weight measurement, the fishtails were cut off, the blood taken from caudal vein were centrifuged and the supernatants were stored at -20°C. The irisin peptide level measurement in blood serum of fish were carried out using an ELISA kit coded as MBS108944, produced by MyBioSource Fish Irisin (IS). The irisin peptide level difference between different genders of same species and between different species were determined by Independent-Samples t-test. The correlation analysis of gender, weight and total length in terms of irisin level in fish were investigated using Pearson Correlation Analysis. The value of $P < 0,05$ was considered statistically significant.

The irisin peptide level difference between seed fish *C. carpio*-market size *C. Carpio*, male market size *O. mykiss*-female market size *O. mykiss* and male market size *O. mykiss*-male market size *C. carpio* were statistically significant ($P < 0,05$).

The correlations of market size *O. mykiss* ($p=0,033$ $r=0,477$) and male *O. mykiss* ($p=0,041$ $r=0,596$) were determined regarding with total length.

Consequently, irisin peptide was found in both *C. carpio* and *O. mykiss*; however, the differences were determined in terms of gender and total length. On the other hand, weight of the fish did not have a significant effect on irisin level statistically. The irisin level can differ by species and fish size; therefore, many studies must be carried out to generalize this scope of thought.

Key Words: Irisin, *C. carpio*, *O. mykiss*, ELISA, Blood serum

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1.	<i>Cyprinus carpio</i> 'nun genel görünüşü	2
Şekil 1.2.	<i>Oncorhynchus mykiss</i> 'in genel görünümü.....	3
Şekil 1.3.	Egzersiz sonucu beyaz yağ dokunun kahverengileşmesi.	5
Şekil 2.1.	Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesine canlı olarak getirilen balıklar	12
Şekil 2.2.	Balıkların metrik ölçümlerinin yapılması.....	13
Şekil 2.3.	Kavdal yüzgecin gövdeyle birleştiği yerden kesilmesi	14
Şekil 2.4.	Kavdal venadan balıkların kanlarının alınması	14
Şekil 2.5.	Cam biyokimya tüplerine alınan kan örnekleri.....	15
Şekil 2.6.	Balıklardan alınan kan örneklerinin santrifüj edilmesi	15
Şekil 2.7.	Kanın serum kısmının mikropipet yardımıyla ependorf tüplere aktarılması.....	16
Şekil 2.8.	Kullanılan standartlar	17
Şekil 2.9.	Yükleme yapılan eliza kiti.....	18
Şekil 2.10.	HRP-Konjuge Reaktif eklenmesi.....	18
Şekil 2.11.	ELİSA yıkama cihazı	19
Şekil 2.12.	Stop solisyonu eklenmeden önce kuyulardaki renk	20
Şekil 2.13.	Stop solisyonu eklendikten sonra kuyulardaki renk değişimi	20
Şekil 3.1.	Pazar büyüklüğü <i>C. carpio</i> balıklarda irisin düzeyi ve total boy ilişkisi.	23
Şekil 3.2.	Pazar büyüklüğü <i>C. carpio</i> balıklarda irisin düzeyi ve balık ağırlığı ilişkisi.	23
Şekil 3.3.	Pazar büyüklüğü dişi-erkek <i>C. carpio</i> balıklarda irisin miktarı ilişkisi ..	24
Şekil 3.4.	Pazar büyüklüğü erkek <i>C. carpio</i> balıklarda irisin düzeyi ve total boy ilişkisi	24
Şekil 3.5.	Pazar büyüklüğü dişi <i>C. carpio</i> balıklarda irisin düzeyi ve total boy ilişkisi	25
Şekil 3.6.	Pazar büyüklüğü erkek <i>C. carpio</i> balıklarda irisin düzeyi ve balık ağırlığı ilişkisi	25
Şekil 3.7.	Pazar büyüklüğü dişi <i>C. carpio</i> balıklarda irisin düzeyi ve balık ağırlığı ilişkisi	26

Şekil 3.8.	<i>C. carpio</i> yavru balıklarda irisin düzeyi ve total boy ilişkisi.....	27
Şekil 3.9.	<i>C. carpio</i> yavru balıklarda irisin düzeyi ve balık ağırlığı ilişkisi	27
Şekil 3.10.	<i>C. carpio</i> pazar büyüklüğü ve <i>C. carpio</i> yavru balıklarda irisin miktarı ilişkisi	28
Şekil 3.11.	Pazar büyüklüğü <i>O. mykiss</i> balıklarda irisin düzeyi ve total boy ilişkisi.	29
Şekil 3.12.	Pazar büyüklüğü <i>O. mykiss</i> balıklarda irisin düzeyi ve balık ağırlığı ilişkisi	29
Şekil 3.13.	Pazar büyüklüğü dişi-erkek <i>O. mykiss</i> balıklarda irisin miktarı ilişkisi ..	30
Şekil 3.14.	Pazar büyüklüğü <i>O. mykiss</i> erkek balıklarda irisin düzeyi ve total boy ilişkisi	30
Şekil 3.15.	Pazar büyüklüğü dişi <i>O. mykiss</i> balıklarda irisin düzeyi ve total boy ilişkisi	31
Şekil 3.16.	Pazar büyüklüğü erkek <i>O. mykiss</i> balıklarda irisin düzeyi ve balık ağırlığı ilişkisi	31
Şekil 3.17.	Pazar büyüklüğü dişi <i>O. mykiss</i> balıklarda irisin düzeyi ve balık ağırlığı ilişkisi	32
Şekil 3.18.	<i>O. mykiss</i> yavru balıklarda irisin düzeyi ve total boy ilişkisi	33
Şekil 3.19.	<i>O. mykiss</i> yavru balıklarda irisin düzeyi ve balık ağırlığı ilişkisi	33
Şekil 3.20.	<i>O. mykiss</i> pazar büyüklüğü ve <i>O. mykiss</i> yavru balıklarda irisin miktarı ilişkisi	34
Şekil 3.21.	<i>C. carpio</i> erkek ve <i>O. mykiss</i> erkek balıklarda irisin miktarı ilişkisi.	34
Şekil 3.22.	<i>C. carpio</i> dişi ve <i>O. mykiss</i> dişi balıklarda irisin miktarı ilişkisi.	35
Şekil 3.23.	Yavru <i>C. carpio</i> ve yavru <i>O. mykiss</i> balıklarda irisin miktarı ilişkisi.....	35
Şekil 3.24.	Pazar büyüklüğü <i>C. carpio</i> ve pazar büyüklüğü <i>O. mykiss</i> balıklarda irisin miktarı ilişkisi	36

TABLÖLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1. <i>Cyprinus carpio</i> 'nın sistematikteki yeri	1
Tablo 1.2. <i>Oncorhynchus mykiss</i> 'in sistematikteki yeri	3
Tablo 2.1. ELİSA kiti içerisindeki malzemeler	16
Tablo 2.2. Standartların S-VI'den S-I'ya konsantrasyon gradyanı	17
Tablo 2.3. Sonuçların Hesaplanması	21
Tablo 3.1. Araştırma sonucunda <i>C. carpio</i> pazar büyüklüğü balıklardan elde edilen irisin düzeyleri	22
Tablo 3.2. Araştırma sonucunda <i>C. carpio</i> yavru balıklardan elde edilen irisin düzeyleri	26
Tablo 3.3. Araştırma sonucunda <i>O. mykiss</i> pazar büyüklüğü balıklardan elde edilen irisin düzeyleri	28
Tablo 3.4. Araştırma sonucunda <i>O. mykiss</i> yavru balıklardan elde edilen irisin düzeyleri	32

1. GİRİŞ

Anadolu ve Uzakdoğu kökenli bir balık olan sazan (*Cyprinus carpio*), Cyprinidae familyasının en karakteristik türü olup, (Tablo 1.1) iç su balık yetiştiriciliği içerisinde alabalıktan sonra, dünyada ikinci derece de önemli olan bir balık türüdür (Çelikkale, 2002; Yılmaz ve Gül, 2002; Dil, 2015).

Tablo 1.1. *Cyprinus carpio*'nun sistematikteki yeri (Linnaeus, 1758).

Alem	Animalia
Alt alem	Metazoa
Şube	Chordata
Alt şube	Vertabrata
Üst sınıf	Pisces
Sınıf	Teleostei
Alt sınıf	Actinopterygii
Süper takım	Ostariophysi
Takım	Cypriniformes
Familya	Cyprinidae
Cins	Cyprinus
Tür	<i>C. carpio</i>
Binominal adı	<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)

Cyprinus carpio (*C. carpio*)'da vücut az çok büyük olan cycloid tipteki pullarla örtülü, baş kısmı çıplak olup (Şekil 1.1.) maxsiller diş ağızda bulunmamaktadır. Bazı türlerde ağız prokraktil karakterde olup, tıpkı bir körüklü hortum şeklinde ileriye doğru uzayıp kısalabilir. Yağ yüzgeci bulunmaz. Bu familyanın en karakteristik özelliği olarak farinks dişlerinin varlığı gösterilebilir. Bu dişler genellikle operkulumun altında ve 4. solungaç yaylarının gerisindeki faringien kemikler üzerinde olup, türlere göre sıra, sayı ve şekilleri büyük farklılıklar gösterir. Bu nedenle, cinslerin ve türlerin ayrımında önemli diagnostik özellikler olarak dikkate alınırlar (Geldiay ve Balık, 1999).

C. carpio omnivor bir balık olup, su pireleri, kurtlar, diptera larvaları, küçük molluskalar, bitkisel taneler, algler vs gibi besinleri tüketirler. Boyları 1 m'den fazla olabilen, ağırlıkları 15-20 kg'a kadar ulaşabilen, *C. carpio* 25-40 yıl kadar yaşayabilmektedir (Soylu, 1998).

C. carpio yem değerlendirmesi yüksek, kültür koşullarına kolay uyum sağlayabilen, sıcaklık değişimlerine karşı oldukça dirençli, büyümeleri hızlı, yaşama oranları yüksek, hastalıklara karşı dirençli ve protein kaynağı olarak da yaygın bir şekilde tüketildiklerinden dolayı, iç sularda yaygın bir şekilde çeşitli yöntemlerle yetiştiriciliği yapılan ve avlanan bir balık türüdür (Çelikkale, 1994; Aydın vd., 2005).



Şekil 1.1. *Cyprinus carpio*'nun genel görünüşü (Orjinal)

Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) dünyada uzun yıllardan beri kültür koşullarına uygun niteliklerinden dolayı kültürü ve yetiştiriciliği yaygın olarak yapılan ve hızla artış gösteren bir balık türüdür. Göllerde, nehirlerde ve derelerde yaşayan bu balıklar çok geniş sıcaklık derecelerini tolere edip, su kalitesi bakımından yüksek derecede oksijenli suya ihtiyaç duyarlar (Sökmenler, 1988).

Sistematikteki yeri Tablo 1.2' de gösterilen *Oncorhynchus mykiss* (*O. mykiss*)' in vücudu tıknaz olup, lateral olarak yassılaşmıştır. Ağız terminal konumludur ve at nalı görünümündedir. Çenelerde, damakta ve dil üzerinde ince sivri dikenler şeklinde kuvvetli dişler mevcuttur. Vücudu örten sikloit pullar küçüktür ve deriye iyice gömülmüş olup morfolojik olarak yağ yüzgeci ile karakterizedirler (Uğurlu ve Polat, 2007).

Tablo 1.2. *Oncorhynchus mykiss* 'in sistematikteki yeri (Walbaum, 1792).

Alem	Animalia
Alt alem	Metazoa
Şube	Chordata
Altşube	Vertabrata
Süpersınıf	Pisces
Sınıf	Osteichthyes
Altsınıf	Actinopterygii
Takım	Salmoniformes
Familya	Salmonidae
Cins	Oncorhynchus
Tür	<i>O. mykiss</i>
Binominal adı	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)

Baş, solungaç kapağı, vücudun dorsal ve lateral bölgesinde, özellikle sırt ve kuyruk yüzgeçlerinde çok sayıda küçük, yuvarlak kahverengi-siyah ve yeşilimsi benekler bulunur. Karın bölgesi parlak gümüş renginde, yanıl çizgi boyunca parlak ve gökkuşaağı renginde bantları mevcuttur (Şekil 1.2.). Üreme döneminde bu bant erkeklerde daha göz alıcı olur ve balık adını bu özelliğinden almıştır (Uğurlu ve Polat, 2007).



Şekil 1.2. *Oncorhynchus mykiss* 'in genel görünümü (Orjinal)

Balıklarda besin alımını ve enerji harcamasını düzenleyen, iştah mekanizmasını kontrol eden GRP (gastrin releasing peptid), glukagon, NPY (nöropeptit Y), ghrelin, galanin, POMC (pro-opiomelanocortin) oreksinler, bombesin, AgRP (agouti-relatedpeptide), GH

(growt hormon), MCH (melanin concentrating hormone), MSH (melanocyte-stimulating hormone), CCK (cholecystokinin), CART (cocaine and amphetamine regulated transcript), CRF (corticotropin releasing factor), tacikinin, leptin (Volkoff vd., 2005; Köprücü ve Algül, 2015) ve apelin (Volkoff ve Wyatt, 2009; Köprücü ve Algül, 2015) gibi pekçok peptit mevcuttur.

Balıklarda besin alımı ve büyüme, hipotalamus ve nöropeptidler arasındaki bağlantı ile besin alımı ve büyüme düzenlenmektedir (Park ve Bloom, 2005; Volkoff, 2006; Strader ve Woods, 2005). Ancak enerji dengesi, besin alımı ve metabolizmanın endokrin düzenlenmesi hakkındaki bilgiler oldukça sınırlıdır (Volkoff, 2006; Volkoff ve Wyatt, 2009).

Nöropeptidlerin işlevlerinin belirlenmesi balıklarda beslenme mekanizmasının ve yem değerlendirilmesinin anlaşılması açısından önemlidir. Balıklarda beslenme çalışmalarının büyük bölümünün, besin kompozisyonunun etkilerinin araştırılması (Yamamoto vd., 2002) veya çevresel faktörler üzerine olduğu görülmektedir (Petit vd., 2003). Son yıllarda yapılan çalışmalarda, balıklarda tanımlanan bazı nöropeptidlerin memelilerin beslenmeyle ilgili peptidlerine homolog olduğunu göstermektedir (Volkoff vd., 2005).

İrisin peptidinin metabolizmanın endokrin sistem üzerinde yararlı etkileri olduğu düşünülmektedir.

1.1. İrisin Hormonu

İrisin, ilk kez Boström vd., tarafından 2012 yılında kas dokusunda izole edilen, 112 aminoasitten oluşan ve 12 kDa ağırlığında glikoprotein yapısında bir hormondur. İris, Yunan mitolojisinde Tahmus ve Electra'nın kızı ve Tanrı'dan insanlara güzel haberler getiren gökkuşağı ile sembolize edilmiştir (Boström vd., 2012).

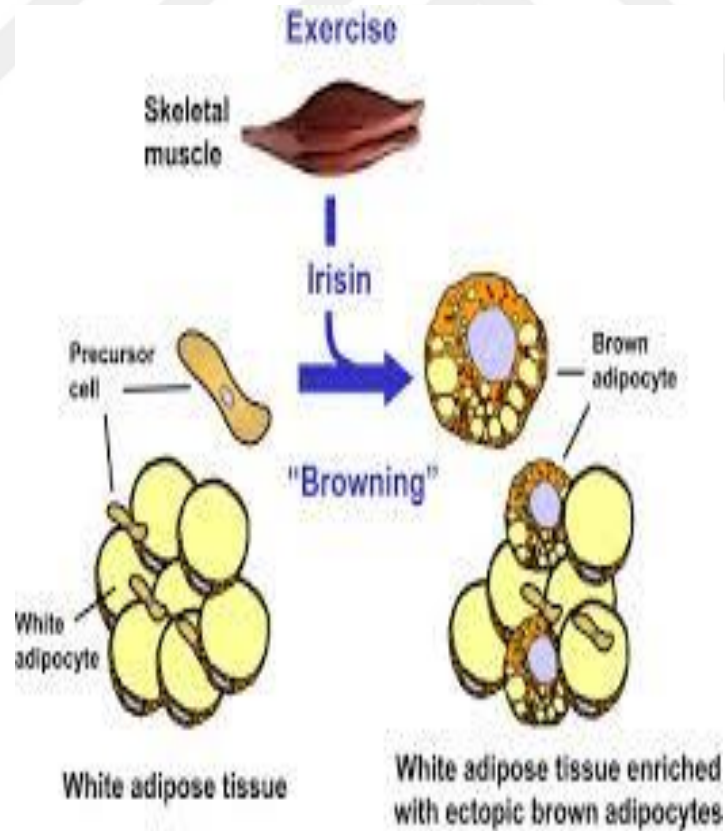
İnsan ve farelerde irisin, fibronektin tip III domain 5 (FNDC5) molekülünün proteolitik bir ürünü olup (Aydın, 2014; İnci ve Aypak, 2016), ilk kez 2002 yılında iki farklı grup tarafından tanımlanmıştır (Ferrer-Martinez vd., 2002; Teufel vd., 2002).

İrisin farelerde, 94 aminoasit bulunan tekli FNIII fibronektin zinciri, 24 aminoasit, içeren bir sinyal peptid ve bir C terminalinden ibarettir. Hücresel FNDC5 molekülü, ağırlığı 32 kDa olan transmembran FNDC5'den küçüktür. Bu da FNDC5' in salgılanmadan evvel C terminal bölümünden ayrıldığı hipotezini desteklemektedir. Bu nedenle, FNDC5 proteolizi

sonucu salgılanan irisin memelilerde iyi bir şekilde korunmuştur (Boström vd., 2012; Polyzos vd., 2013; Raschke vd., 2013; Erickson, 2013). Mesela, irisin, insan ve farelerde %100 benzerlik gösterirken, glukagon %90, insülin ve leptin ise %83 benzerlik oranına sahiptir (Boström vd., 2012; Raschke vd., 2013).

Adipoz dokunun vücutta enerji dengesi ve homeostazının düzenlenmesinde önemli rolü vardır. Beyaz ve kahverengi olmak üzere 2 tip adipoz doku tipi bulunmaktadır. Beyaz adipoz doku, enerjinin depolandığı yerdir, kahverengi adipoz doku ise bol damar ve mitokondri içeren yüksek metabolik aktiviteye sahiptir. Ayrıca kahverengi adipoz dokunun yenidoğanlarda vücut ısısının düşmesine karşı koruyucu olduğuda bildirilmektedir (Cannon ve Nedergaard, 2004; Van Marken vd., 2009; Mahajan ve Patra, 2013).

İrisin, beyaz adipoz dokuyu, kahverengi adipoz dokuya dönüştürerek (Şekil 1.3.) enerji harcanmasına sebep olan termojenik bir proteindir (Boström vd., 2012; Polyzos vd., 2013; Roca -Rivada vd., 2013; Elsen vd., 2014; Pardo vd., 2014; Aslan ve Yardımcı, 2017; Özçelik vd., 2017, Sammons and Price, 2014).



Şekil 1.3. Egzersiz sonucu beyaz yağ dokunun kahverengileşmesi (URL-1, 2014).

Düzenli egzersiz yapıldığında bireyleri metabolik hastalıklardan koruyan irisin, iskelet kasında salgılanan bir miyokin olarak tanımlandığı gibi (Aydın, 2014) miyokin sınıfındaki en büyük hormon olduğu bildirilmektedir (Vamvini vd., 2013; Dun vd., 2013).

Miyokinlerin tanımlanmasına kadar kas dokusunun sadece gevşeme, hareketlerin desteklenmesi ve organizmaya şekil verdiği bilinirdi (Lutz ve Lieber, 1999). Ancak son yıllarda yapılan çalışmalarda irisin, miyonektin, beyin türevli nötrofik faktör, fibroblast gelişme faktörü miyostatin gibi birçok molekülün kas dokusunda sentezlendiği bulunmuştur. Bu da dokusunun çeşitli fizyolojik olayların düzenlenmesinde ve bir birçok metabolik olayda önemli bir endokrin organ görevi yaptığını göstermektedir (Pedersen, 2013).

Dun vd., (2013) tarafından yapılan immunohistokimyasal çalışmalarda iskelet kaslarında irisinin lokalizasyonu gösterilmiştir ancak makaledeki fotoğraflar siyah ve beyaz olduğu için kaynağın yerinin tanımlanması zor yapılmıştır. Yani iskelet kas hücrelerinde irisinin lokalizasyonu makalenin resimlerinde görülememiştir.

Son yıllarda yapılan çalışmalarda fare femoral kasların sarkolemmasında FNDC5 immunoreaktivitesi belirlenmiştir. Bağ doku ve sitoplazmada belirlenirken, kas fibrillerinin arasındaki intosellular yüzeyde bulunamamıştır (Brenmoehl vd., 2014).

Yine yaşlı ve genç farelerin yüzme egzersizi sonunda karaciğer, böbrek ve kalp kaslarını içeren birçok dokuda yaygın irisin immunoreaktivitesi belirlenmiştir. İrisin IR perimisium, epimisium ve rat iskelet kaslarının hücre çekirdeklerinin etrafında görülmüştür (Aydın vd., 2014a). Bunun yanında bazı çalışmalarda (Boström vd., 2012; Moreno-Navarrete vd., 2013; Roca -Rivada vd., 2013), irisin sentezi adipoz dokuda' da (Moreno-Navarrete vd., 2013), deri bağ dokusunda (Aydın vd., 2013), kardiyak kas, karaciğer, böbrek, pankreas, mide , testis ,dalak ve periferik sinir miyelin kılıflarında (Dun vd., 2013; Aydın vd., 2014a), tiroid (Ruchala vd., 2014) kaydedilmiştir. Adipoz dokuda bulunması nedeniyle araştırmacılar (Aydın, 2014) irisini miyokin grubuna ek olarak adipokin grubuna da dahil etmişlerdir.

İrisin immunoreaktivitesi aynı zamanda tükürük bezleri, parotid, submandibular ve sublingual bezlerde de bulunmuştur (Aydın vd., 2013; Aydın vd., 2014b).

İrisin sentezi pankreasta ve periferik dokular arasındaki yağ bezlerinde olmaktadır. İrisin sentezinin büyük kısmının iskelet yağ dokusunda olduğu sanılmakla birlikte (Boström

vd., 2012) farelerde Aydın vd., 2014a tarafından yapılan bir çalışmada irisinin doku başına düşen miktarı, kalp kasında iskelet kasına göre daha fazla sentezlendiği ortaya konulmuştur.

İrisin prekürsörü olan FNDC5 mRNA, yüksek konsantrasyondan düşük konsantrasyona doğru olmak üzere sırasıyla kas, rektum, perikardium, intrakranial arter, kalp, dil, göz siniri, beyin, ovaryum, ovaryum kanalı, pitvitory, seminol veziküller, adrenol bezler, özefagus, vena kava, böbrekler, penis, retina, testis, üretra, üriner kese, spinol kord, karaciğer, ince bağırsak, tonsil, tiroid ve vajina' da yer almaktadır (Huh vd., 2012).

İrisin mRNA çeşitli dokularda belirlenmesine rağmen rat ve insanların dalak, karaciğer, epididimis, testis, pankreas, mide, kalp ve beyindeki irisin protein lokalizasyonu hakkında bilgiler sınırlıdır (Aydın vd., 2014)

İrisin prekürsörü FNDC5' in aşırı salınımı, O₂ kullanımını, CO₂ ve ısı üretimini artırır. İrisin enerji harcanmasını ve ısı çıkışını yükseltmek için hücre içinde 2 yol izlemektedir. Birinci yol; hücre membranında ilk olarak adenilat siklaz enzimi aktive olarak hücre içinde siklik adenozin monofosfat (cAMP) artışı gerçekleşir. cAMP seviyesinin artışı protein kinazı etkileyerek hormon sensitiv lipazın aktivitesini sağlar. Bu da yağ yıkımını ve enerji harcamasını arttırmaktadır. İkinci yol ise; irisin FNDC5, henüz bilinmeyen bir yolla çekirdeği uyarır ve uncoupling protein 1 (UCP1) ekspresyonunu arttırarak elektron transport sisteminde ATP üretimini bloke edip ısı üretimini arttırmaktadır. UCP1 ekspresyonunun artmasıyla meydana gelen ısı üretimi, insülin direnci olan kişilerde ve obezlerde, glukoz/yağ metabolizması açısından enerji harcanmasını arttırmaktadır (Pedersen ve Febbraio, 2012; Pardo vd., 2012; Polyzos vd., 2013; Pardo vd., 2014; Czarkowska-Paczek vd., 2014; Xiong vd., 2015).

Son yıllarda dünyada küresel bir halk sağlığı problemi haline gelmiş olan obezitenin (De Onis vd., 2010) kardiyovasküler hastalık, diyabet, dislipidemi, insülin direnci, hipertansiyon hastalıkları ve fiziksel inaktivitenin insidansını arttıracığı düşünülmektedir (Panagiotou vd., 2014; Ruchala vd., 2014; Palacios-Gonzales vd., 2015).

Yapılan bir araştırmada (Moreno-Navarrete vd., 2013; Stengel vd., 2013; Polyzos vd., 2013) morbid obez bireylerde dolaşımdaki irisin düzeylerinin anoreksik ve normal ağırlıktaki bireylerden daha yüksek olduğunu, yine başka bir çalışmada (Huh vd., 2014) ağırlık kaybı sonrasında dolaşımdaki irisin seviyelerinin azaldığını ve bununda kas kütleindeki azalmadan kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Bu sonuçlar beden kitle indeksi (BKİ) ile irisin arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Bunun aksine Liu vd.,

(2013) ise, BKİ, bel- boy oranı ve erkeklerde yağ kütlesinin irisin düzeylerinde negatif bir ilişki belirlenmiş ve obez, diyabeti olmayan erkeklerde dolaşımdaki irisin seviyesinin daha düşük olduğunu saptamışlardır.

İnsülin direnci ve metabolik sendromu olan çocuklarda dolaşımdaki irisin düzeyi daha yüksek (Stengel vd., 2013; Hee Park vd., 2013; Lopez-Legarrea vd., 2014) obez ve bozulmuş glikoz toleransına sahip çocukların normal ağırlıktaki çocuklara göre plazma irisin düzeyleri daha yüksek bulunmuştur (Reinehr vd., 2015).

Viitasalo vd., (2015) 6-9 yaşlarında hafif, şişman/obez çocuklarda plazma irisin düzeyleriyle plazma yağ asitleri arasındaki ilişkiyi incelemiş ve hafif şişman/obez çocuklarda yaşa ve cinsiyete göre uyarlama yaptıktan sonra kısa zincirli yağ asitleri ve tekli doymamış yağ asitlerinin daha yüksek plazma irisin seviyesinde olduğunu bunu da hafif şişman/obez çocuklarda vücut yağının fazla olmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

Boström vd., (2012) tarafından obese ve non diabetik 52 yaşındaki erkek bireyler üzerinde yaptıkları çalışmada 10 haftalık egzersiz programından sonra dolaşımdaki plazma irisin seviyesinin iki kat arttığını, kaslardaki FNDC5 mRNA ekspresyonunun da artış gösterdiğini belirtmişlerdir.

Normal ve obez olan erkek arasında yapılan çalışmalarda (Pekkala vd., 2013; Hoffman vd., 2014) serumdaki irisin ve kaslardaki FNDC5 mRNA'da bir değişiklik olmadığı görülmüştür.

Yaşları 7-18 arasında olan 65 obez çocukta yapılan çalışmada; bir yıllık diyet ve egzersiz sonrasında plazma irisin düzeylerinde %12' lik bir artış gözlenmiştir (Blüher vd., 2014), sekiz haftalık egzersizden sonraki serum irisin seviyelerinin normal, hafif şişman ve obez gruptarda ise azaldığı saptanmıştır (Palacios- Gonzolez vd., 2015).

Cinsiyet ve plazma düzeyleri arasındaki ilişkiyi inceleyen bazı çalışmalarda cinsiyetle irisin düzeyleri arasında bir ilişki olmadığını bildirirken (Lopez -Legarrea vd., 2014; Anastasilakis vd., 2014; Blüher vd., 2014; Viitasalo vd., 2015), bazı çalışmalarda (Al-Daghri vd., 2014; Lopez -Legarrea vd., 2014) kızlarda serum irisin düzeylerinin erkeklerden daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Bununda ergenlik çağındaki erkeklerde kahverengi adipoz dokunun kızlara göre daha yüksek oluşuna (Al-Daghri vd., 2014) ve kızların

erkeklerden önce ergenliğe girmesinden (Lopez- Legarrea vd., 2014) kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Yapılan bazı araştırmalarda (Kraemer vd., 2013; Aydın vd., 2013) koşu ve egzersizden sonra sağlıklı erkek ve kadınların serum irisin seviyelerinde bir değişikliğin olmadığı saptanmıştır.

Timmons vd., (2012)' de erkek ve bayan, yaşlılar ve gençler üzerinde 26 hafta boyunca aralıksız olmadan haftada iki kere koşu egzersizinden sonra yapmış oldukları kas biyopsisi sonucunda yaşlı bireylerde kaslardaki FNDC5 mRNA ekspresyonunun %30 daha arttığını gözlemlemişlerdir.

Obezitede egzersizin standart tedavi olduğunu; enerji harcamasını arttırmasından dolayı diyetle göre daha etkili bulunduğunu Boström vd. (2012) tarafından bildirilmiştir. Düzenli fiziksel aktivite ve egzersizin, plazma irisin seviyeleri üzerine etkisiyle ilgili araştırmalarda hem çocuklar hem yetişkinlerde hala çelişkili sonuçlar olmakla birlikte, belli bir süre egzersiz yapan kişilerde irisin salınımının uyarıldığı (Palacios-Gonzales vd., 2015), egzersizden sonra fare ve insanların iskelet kasında mRNA FNDC5'in arttığı gözlenmiştir (Boström vd., 2012).

Besse vd., (2014) non-diyabetik erkeklere 10 hafta boyunca aerobik egzersiz uygulamış ve egzersiz sonrasında bireylerin kas ve kan biyopsilerini incelemişler ve egzersiz sonrasında kanda irisin konsantrasyonunun iki katına çıktığını belirtirken, Hecksteden vd., (2013) 26 hafta boyunca, haftada 3 kez yapılan egzersiz sonrasında dolaşımdaki irisin miktarında bir değişiklik olmadığını tespit etmişlerdir.

Sabah ve gece yapılan aerobik egzersizin antrenmanlı deneklerde serum irisin düzeyine etkilerinin belirlendiği araştırmada (Özçelik vd., 2017) sabah ve gece antrenmanının irisin düzeyinde farklı etkilere sahip olmadığını, bu deneysel düzenek egzersizin enerji düzenlemesinde bir role sahip olan serum irisin seviyesini arttırdığını saptamışlardır.

Bazı araştırmacılar (Timmons vd., 2012) egzersiz sonrası irisin düzeylerinde artış olup olmadığıyla ilgili genelleme yapmanın henüz doğru bulmadıklarını bildirmişlerdir.

İrisin ile ilgili balıklarda yapılmış çalışma çok sınırlı olup, Butt vd., (2017) tarafından *Carasius auratus* üzerine yapılan bir araştırmada, FNDC5 ekspresyonunda açlık, lipoprotein lipoz, uncoupling protein (UCP2) iştah regülatörlerinin ekspresyonu ve beslenme davranışları üzerine irisin enjeksiyonunun etkisini incelemişlerdir. Balıklarda metabolizma ve

beslenme üzerine irisinin rolünü belirlemek için, beslenme davranışları, glukoz seviyeleri, açlık düzenleyicilerinin (kokoin, amphetamine regulated transcript CART, agouti related protein AgRP, orexin) mRNA ekspresyonu, UCP2, lipoprotein lipaz (LPL), ve beyin faktörleri (beyin derived nötrofik faktör, BDNF ve tyrosine hydroxylase TH) beyin, beyaz kas ve bağırsaklarda değerlendirilmiştir. İrisin enjeksiyonundan (100 ng/g) sonra besin alımı azalmış, beyinde orexin, CART1, CART2, UCP2, BDNF, kaslarda UCP2, bağırsaklarda LPL mRNA ekspresyonunda artış belirlenirken, kan glukoz seviyesi, beyin AgRP, TH, UCP1, UCP3 ve LPL ekspresyonunda bir değişiklik belirlenmiştir. Bir kısım *Carassius auratus*'larda FNDC5 cDNA izole etmişler. FNDC5 ekspresyonu, UCPs, LPL ve BDNF aç ve tok balıklar arasında karşılaştırmışlardır. Aç balıklarda kaslar hariç beyin ve bağırsakta FNDC5 mRNA ekspresyonu arttığını belirlenmiştir. Aç balıklarda aynı zamanda beyinde BDNF ve LPL ekspresyonunda, kaslarda UCP1, UCP2, UCP3 ve LPL ekspresyonunda artış gözlemişlerdir. Bu sonuçlara göre irisin balıklarda anoreksigenik bir faktör olup, aynı zamanda CART, orexin, UCP2 ve BDNF gibi iştah düzenleyici faktörler arasında da yer alabileceği ileri sürülmüştür.

Caf vd., (2017)'nin *Alburnus tarichi*'nin kan serumunda irisin, peptin ve adropin seviyeleri araştırılmıştır. İrisinin balık uzunluğu, ağırlığı ve cinsiyet farklılığıyla olan korelasyonları istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Cyprinus carpio ve *Oncorhynchus mykiss* üzerinde yapılacak bu araştırmada; irisinin bu balık türlerinin kan serumunda var olup olmadığı, varsa hangi ölçüde bulunduğu ELİSA yöntemi kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.2. Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA) Sistemler

Antijen antikor reaksiyonunu gerçekleştirmek için birçok yöntem olmasına rağmen son yıllarda en çok kullanılan yöntem ELISA testidir. Bu yöntemde, antijen ya da antikor bir enzimle işaretlenmekte ve immünolojik reaksiyon, enzimatik bir aktivite sonucu ölçülmektedir. Günümüzde kullanılan birçok ELISA kiti yüksek standarda sahiptir ve otomatik olarak çalıştıkları için hız ve verimi arttırmakta ve insan hatalarını azaltmaktadırlar (Aras, 2011).

Oncorhynchus mykiss ve *Cyprinus carpio*'nun kan serumunda irisin peptit düzeylerinin belirlenmesinde pek çok yöntem kullanılmakla birlikte, ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay) yönteminin kullanılmasının birçok sebebi bulunmaktadır.

Diğer testlere göre daha kısa süre içerisinde sonuç alınması, yüksek duyarlılıkta olması, fazla sayıda örneğin aynı süre içerisinde test edilebilmesi ve sonuçların tekrarlanabilirliğinin yüksek olması gibi avantajlarının yanısıra hem maliyet ve iş gücü açısından, hem de zaman açısından kazançlı yönleri bulunmaktadır.

Beslenme şekilleri bakımından farklılık gösteren *Cyprinus carpio* ve *Oncorhynchus mykiss*'in kan serumunda; irisin peptit varlığının ELISA yöntemiyle incelenmesi sonucu elde edilen bulguların, oluşabilecek immunohistokimyasal değerlendirmelere ve fizyolojik karşılaştırmalara yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Bu tez çalışması; Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi (FÜBAP) tarafından SÜF.16.10. nolu proje olarak desteklenmiş olup, Fırat Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu 2016/78 protokol nolu çalışma olarak yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

2.1.1. Balık Materyali Temini

Çalışmanın materyalini oluşturan Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) ve Sazan balığı (*Cyprinus carpio* L. 1758) Elazığ il sınırları içerisinde; il merkezine 45 km uzaklıkta Keban ilçesinde bulunan alabalık ve sazan yetiştiriciliği yapan tesislerden canlı olarak temin edildi. Araştırmada 40 adet *C. carpio* (20 adet yavru, 20 adet pazar büyüklüğü), 40 adet *O. mykiss* (20 adet yavru, 20 adet pazar büyüklüğü) olmak üzere toplam 80 adet balık kullanıldı.

Balık nakil tankıyla canlı olarak taşınan balıklar, çalışmanın yapılacağı Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Balık Hastalıkları Laboratuvarına getirilerek su giriş ve çıkışı bulunan fiberglas tanklara aktarılıarak bulundukları ortama adaptasyonları sağlandı (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1. Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesine canlı olarak getirilen balıklar

Yapılan bu tez çalışmasında ortalama ağırlığı $350,00 \pm 129,52$ g ortalama total boyu $28,51 \pm 3,77$ cm olan toplam 20 adet pazar büyüklüğü *C. carpio*, ortalama ağırlığı $36,65 \pm 6,10$ g ortalama total boyu $13,56 \pm 0,76$ cm olan toplam 20 adet yavru *C. carpio* ile ortalama ağırlığı $42,85 \pm 5,81$ g ortalama total boyu $15,88 \pm 1,05$ cm olan 20 adet yavru *O. mykiss* ve

ortalama ağırlığı $1989,80 \pm 721,57$ g ortalama total boyu $53,08 \pm 5,94$ cm olan toplam 20 adet pazar büyüklüğü *O. mykiss* kullanıldı.

2.2. Metot

2.2.1. Balıkların Metrik Ölçümleri

Adaptasyonları sağlanan balıklara genel anestezi (fenoksietanol 5 ml/L) (Matson ve Rippe, 1989) uygulandıktan sonra boy ölçüm tahtasında total boyları (cm) (Şekil 2.2), 0,5 g hassasiyetinde olan Denver marka terazi ile de ağırlıkları ölçülükten sonra cinsiyet ayırımları yapıldı.



Şekil 2.2. Balıkların metrik ölçümlerinin yapılması

2.2.2. Balıklardan Kan Alınması

Genel anestezi altındaki balıkların kavdal yüzgecinin gövdeyle birleştiği yerden kesildikten sonra (Şekil 2.3.) kavdal venadan kanları (Şekil 2.4.) kapaklı cam biyokimya tüplerine alındı (Şekil 2.5.).



Şekil 2.3. Kaval yüzgecin gövdeyle birleştiği yerden kesilmesi



Şekil 2.4. Kaval venadan balıkların kanlarının alınması



Şekil 2.5. Cam biyokimya tüplerine alınan kan örnekleri

2.2.3. Alınan Kan Örneklerinden Kan Serumı Elde Edilmesi

Kan örnekleri cam kapaklı jelli biyokimya tüplerine alınarak dakikada 4000 devirde olacak şekilde 15 dakika santrifüj (Şekil 2.6.) edildi. Alınan kan örneklerinin santrifüj edilmesi sonucu ayrılan serum kısmı mikropipet ardımıyla ependorf tüplere aktarıldı (Şekil 2.7.). Ependorf tüplere aktarılan kan serumları ELISA işlemi yapılana kadar Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Balık Hastalıkları Laboratuvarında bulunan (-20°C) deepfreezde muhafaza edildi.



Şekil 2.6. Balıklardan alınan kan örneklerinin santrifüj edilmesi



Şekil 2.7. Kanın serum kısmının mikropipet yardımıyla ependorf tüplere aktarılması

2.2.4. ELISA Yönteminin Uygulanması

Balıkların kan serumundaki irisin hormonunun belirlenmesinde kullanılan ELISA kitin uygulama prosedürü:

2.2.4.1. İrisin Peptit Analizi

Balıklardan elde edilen kan serumlarında irisin seviyelerinin tespiti için; ticari kit MyBioSource Fish Irisin (IS) ELISA kit katalog numarası: MBS108944 kullanıldı. Derin dondurucuda (-20°C) muhafaza edilen balık kan serumları ve buzdolabında $+4^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilen kitin içerisinden çıkan tüm reaktifler (Tablo 2.1) oda sıcaklığına getirildi. Elisa yöntemi kitteki prosedüre uygun şekilde aşağıda belirtildiği şekilde yapıldı.

Tablo 2.1. ELISA kiti içerisindeki malzemeler

Sıra No	Malzemeler	96 Test
1	Mikroelisa Şerit Plakası	12 × 8 Şerit
2	Standartlar × 6 tüp	0.5ml×6 şişe
3	Numune Seyreltici	6.0ml
4	HRP-Konjuge Reaktif	10.0ml
5	20×Yıkama Solisyonu	25ml
6	Stop Solisyonu	6.0ml
7	Kromojen Çözelti A	6.0ml
8	Kromojen Çözelti B	6.0ml
9	Plaka kapatıcı mebran	2
10	Kapalı Torbalar	1
11	Talimat	1

1. Tüm numuneleri ve reaktifleri analize başlanmadan önce 30 dakika boyunca oda sıcaklığına (18°C – 25°C) getirildi.
2. Wash Solution (1×) Hazırlanması: 25 ml yıkama solisyonunu 475 ml saf su ekleyerek 500 ml tamamlandı.
3. Standart kuyuları, numune kuyularını ve kör / kontrol kuyucuklar ayarlandı.
4. İrisin analizi için standart hazırlığı yapıldı. Kullanılan standartlar Şekil 2.8 gösterilmiştir. Standartların S-VI'den S-I'ya konsantrasyon gradyanı (Tablo 2.2) gösterilmiştir. Her bir standart kuyuya 50µl standart eklendi.



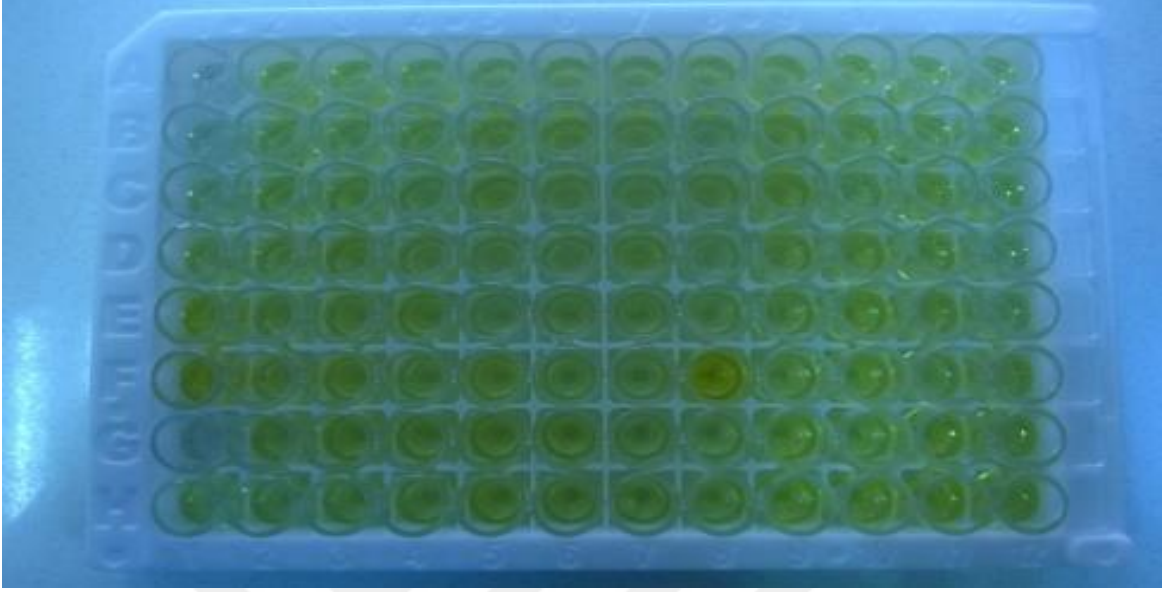
Şekil 2.8. Kullanılan standartlar

Tablo 2.2. Standartların S-VI'den S-I'ya konsantrasyon gradyanı

Tüpler	S-VI	S-V	S-IV	S-III	S-II	S-I	S-0
ng / ml	100	50	25	12.5	6.25	3.12	0

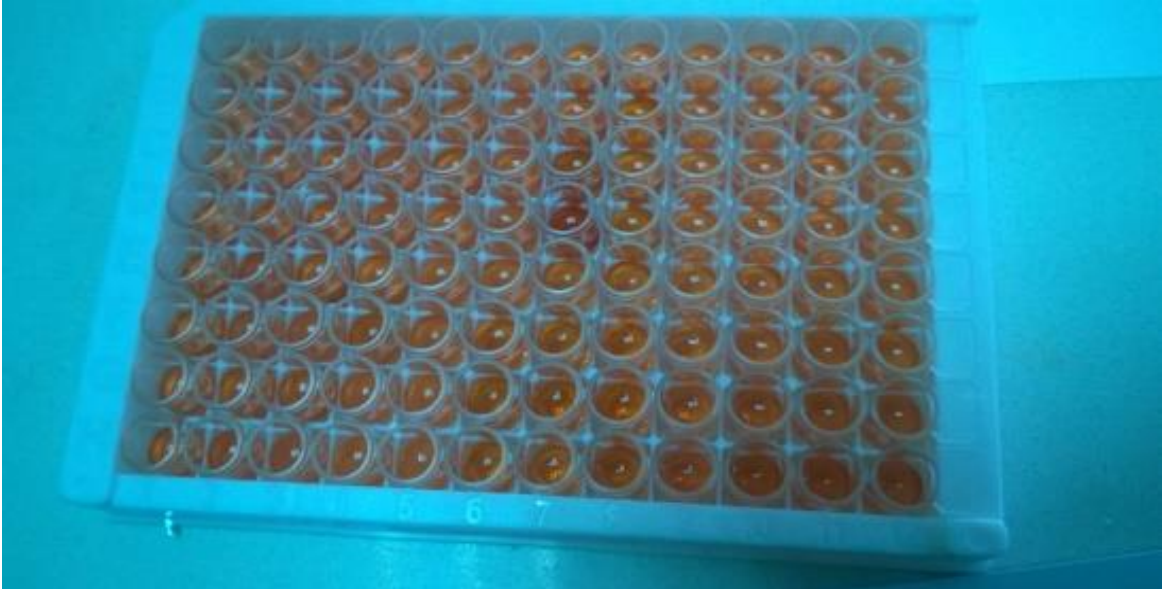
5. Her numune kuyusuna 50µl numune eklendi (Şekil 2.9).
6. Gerekliği zaman standartları flakonların altına konsantre etmek için bir veya iki saniye boyunca düşük hızda bir santrifüj uygulandı.

7. Numune seyreltici (6.0 ml): Boş kontrol kuyucuğuna 50 µl numune seyreltici ilave edildi.



Şekil 2.9. Yükleme yapılan eliza kiti

8. HRP-Konjuge Reaktif (10.0 ml): Her kuyucuğa 100 µl HRP-konjuge reaktif (Şekil 2.10.) eklendi.



Şekil 2.10. HRP-Konjuge Reaktif eklenmesi

9. Plate kapatma işlemi için plate kapatıcı membran kullanıldı ve 37 ° C'de 60 dakika inkübe edildi.

- 10.** ELISA yıkama cihazı (Şekil 2.11) olarak Bio Tek ELX50 ABD kullanıldı. Yıkama cihazı mümkün olduğunca çok sıvı emmek için dolum hacmi 350µl / kuyu / yıkama ile ayarlandı.



Şekil 2.11. ELISA yıkama cihazı

- 11.** Otomatik yıkama yapıldı. Tüm plate kuyucukları aspire edildi, daha sonra yıkama tamponu (1x) kullanarak plaka dört kez yıkandı.
- 12.** Kromojen Çözeltisi A (6.0 ml) ve Kromojen Çözeltisi B (6.0 ml): Ardışık olarak her kuyuya 50µl Kromojen Çözeltisi A ve 50µl Kromojen Çözelti B eklendi. Daha sonra, 37 ° C'de 15 dakika inkübe edildi.
- 13.** Stop solisyonu (6.0 ml): Her kuyuya 50µl stop solisyonu eklendi. Bu işlem sırasında kuyulardaki renk maviden (Şekil 2.12) sarıya (Şekil 2.13.) döndü.



Şekil 2.12. Stop solisyonu eklenmeden önce kuyulardaki renk



Şekil 2.13. Stop solisyonu eklendikten sonra kuyulardaki renk değişimi

14. Stop solisyonu eklendikten sonra 15 dakika içinde 450 nm'de absorbansı ölçebilen ELISA Okuma Cihazı: SPECTRA max PLUS 384 Microplate Reader, ABD kullanarak okuma işlemi yapıldı. Yaklaşık 5 dakika Optik yoğunluğu (O.D.) okumak için en iyi okuma zamanı olduğundan 5 dakika beklendi. Elde edilen sonuçlar (Tablo 2.3) hesaplandı.

Tablo 2.3. Sonuçların Hesaplanması

Standartlar (konsantrasyon)	0	S-I	S-II	S-III	S-IV	S-V	S-VI
Ortalama O.D (450nm):	VB/C	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Düzeltilmiş	0	V1- VB/C	V2- VB/C	V3- VB/C	V4- VB/C	V5- VB/C	V6- VB/C

15. Bu kitin hassasiyeti 1,0 ng /ml'dir.

16. Bu kitin çalışma aralığı 3.12 ng /ml - 100 ng /ml'dir.

2.2.5. İstatistiksel Analizler

Bu çalışma sonucunda elde edilen veriler ortalama±standart hata olarak ifade edilmiştir. Çalışma sonucu elde edilen veriler normallik analizine tabi tutulmuş ve elde edilen verilerin Kolmogorov-Smirnov Z testi ile normal bir dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Aynı türün farklı cinsiyetleri arasında ve iki farklı tür arasında istatistiksel farklılığın olup olmadığı ise Independent-Samples T testi uygulanarak belirlenmiştir. Balıklardaki irisin düzeyleri'nin cinsiyet, ağırlık ve boy ölçümleri arasındaki korelasyon analizi ise Pearson korelasyon analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. $P < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

3. BULGULAR

ELISA yöntemi kullanılarak yapılan araştırma sonucunda *O. mykiss* ve *C. carpio* türündeki balıkların kan serumunda irisin peptit değerleri elde edildi. Yapılan çalışmada pazar büyüklüğündeki *C. carpio*'nun kan serumundaki irisin peptit düzeyleri Tablo 3.1'de verilmiştir.

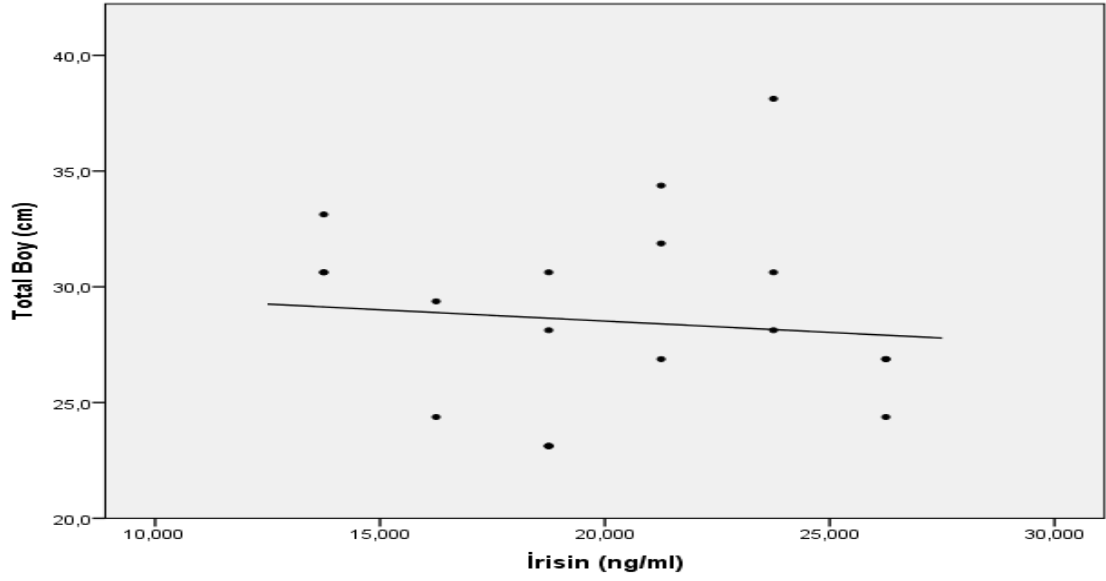
3.1. Balıklardan Elde Edilen İrisin Peptit Düzeyleri

C. carpio ' dan elde edilen veriler kullanılarak yapılan normallik testine göre irisin (ng/ml) düzeylerinde dağılımın normal olduğu tespit edildi.

Tablo 3.1. Araştırma sonucunda *C. carpio* pazar büyüklüğü balıklardan elde edilen irisin düzeyleri

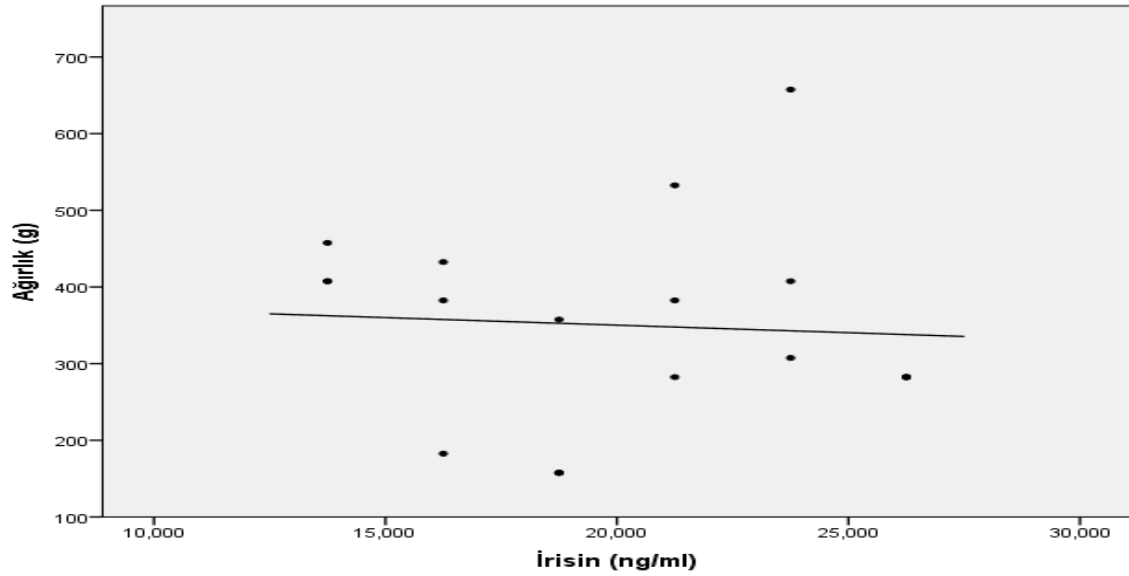
Örnek No	Ağırlık (g)	Total Boy (cm)	Cinsiyet	İrisin (ng/ml)
1	180	23,5	Erkek	19,599
2	300	26,0	Dişi	25,834
3	300	27,0	Erkek	26,333
4	670	37,2	Erkek	22,81
5	550	34,2	Dişi	20,97
6	200	24,5	Erkek	16,518
7	300	27,5	Erkek	21,149
8	350	27,5	Dişi	19,162
9	180	23,2	Erkek	19,069
10	170	23,0	Erkek	18,314
11	260	25,0	Dişi	26,004
12	330	27,5	Dişi	24,651
13	480	31,9	Erkek	14,561
14	390	31,2	Erkek	21,334
15	400	30,5	Erkek	13,667
16	420	30,3	Dişi	16,6
17	400	30,4	Erkek	14,258
18	380	30,1	Erkek	17,708
19	390	31,2	Erkek	23,565
20	350	28,6	Erkek	20,10

C. carpio pazar büyüklüğü balıklarda irisin düzeyi ile total boy arasında herhangi bir korelasyon bulunmadığı Şekil 3.1'de gösterilmiştir ($p= 0,679$ $r=-0,102$).



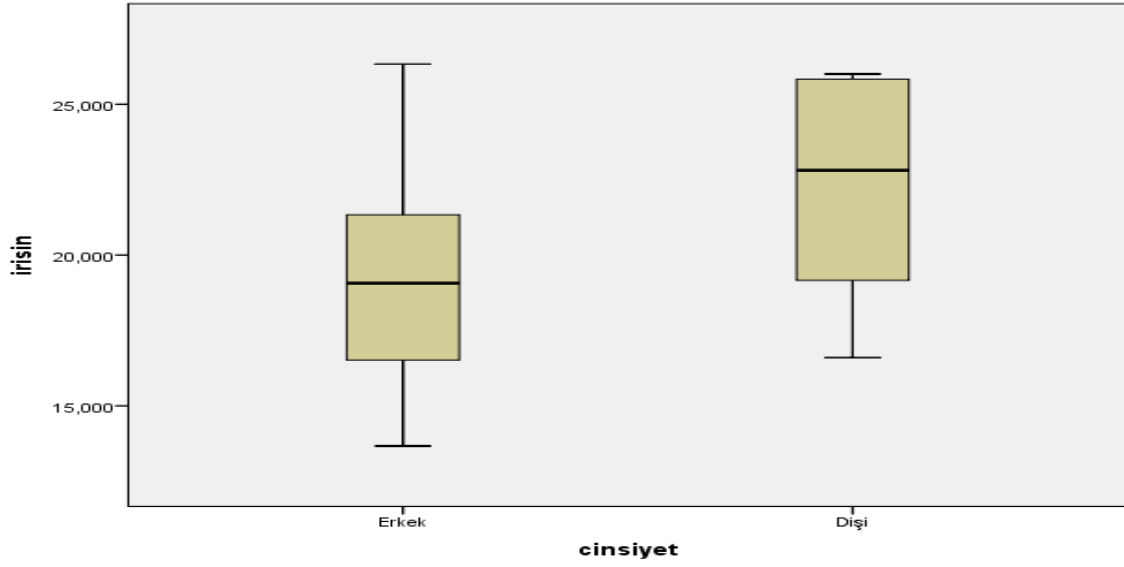
Şekil 3.1. Pazar büyüklüğü *C. carpio* balıklarda irisin düzeyi ve total boy ilişkisi

C. carpio pazar büyüklüğü balıklarda irisin düzeyi ile balık ağırlıkları arasında herhangi bir korelasyon bulunmadığı Şekil 3.2’de gösterilmiştir ($p=0,402$ $r=-0,061$).



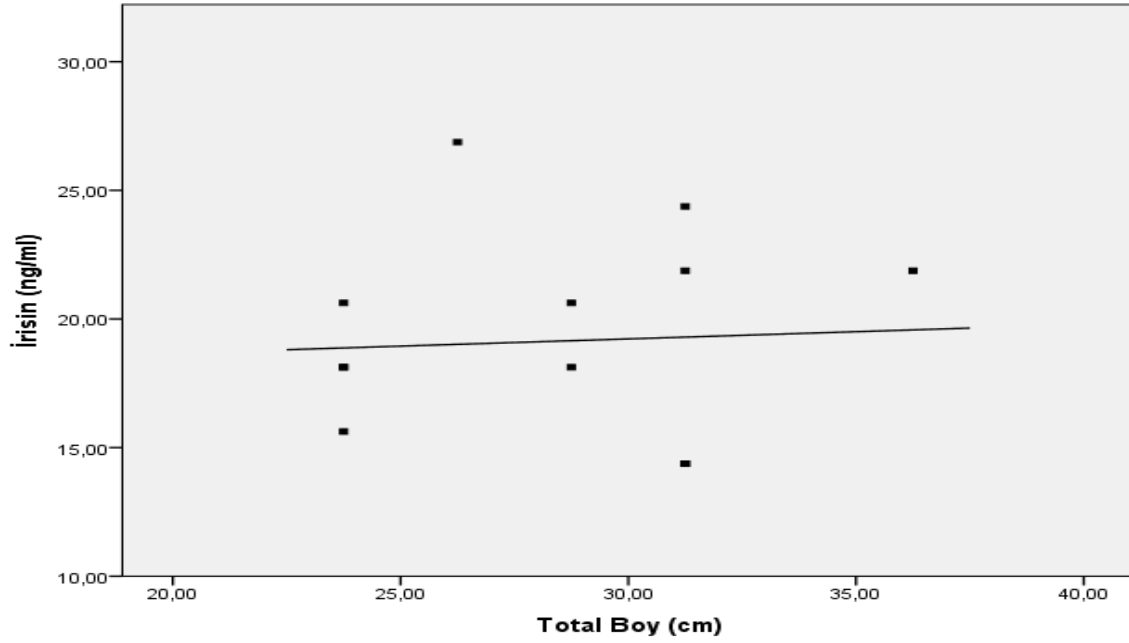
Şekil 3.2. Pazar büyüklüğü *C. carpio* balıklarda irisin düzeyi ve balık ağırlığı ilişkisi

C. carpio pazar büyüklüğü balıklarda irisin düzeyleri erkeklerde $19,145 \pm 1,068$ (ng/ml), dişilerde $22,203 \pm 1,589$ (ng/ml) olarak bulunup $p=0,127$ olup $p>0,05$ olduğundan aradaki farkın anlamsız olduğu Şekil 3.3’de gösterilmiştir.



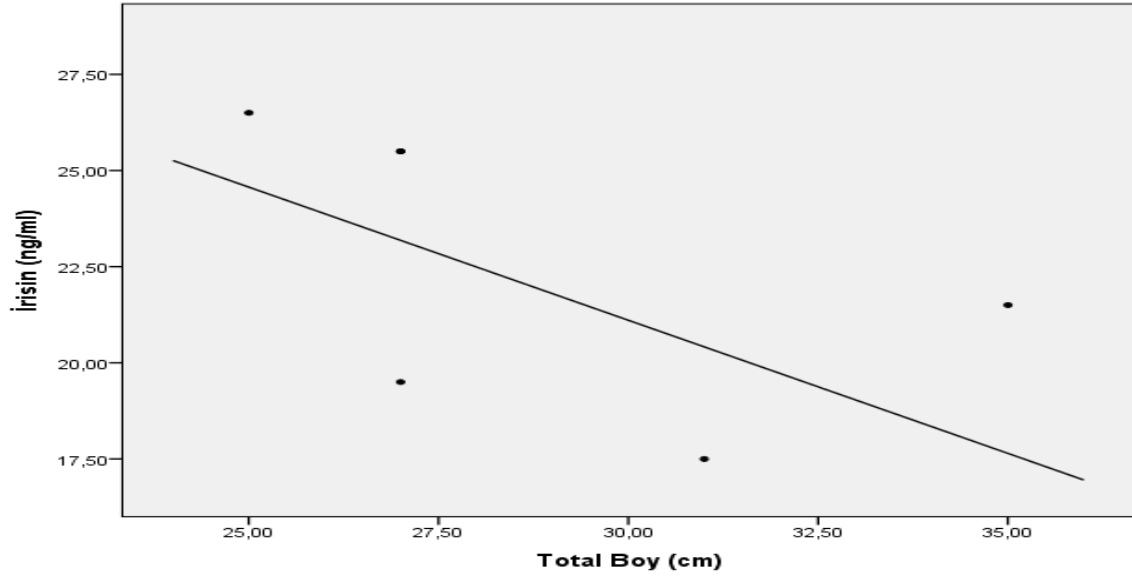
Şekil 3.3. Pazar büyüklüğü dişi-erkek *C. carpio* balıklarda irisin miktarı ilişkisi

C. carpio pazar büyüklüğü erkek balıklarda irisin düzeyi ile total boy arasında herhangi bir korelasyon bulunmadığı Şekil 3.4. 'de gösterilmiştir ($p=0,842$ $r=0,062$).



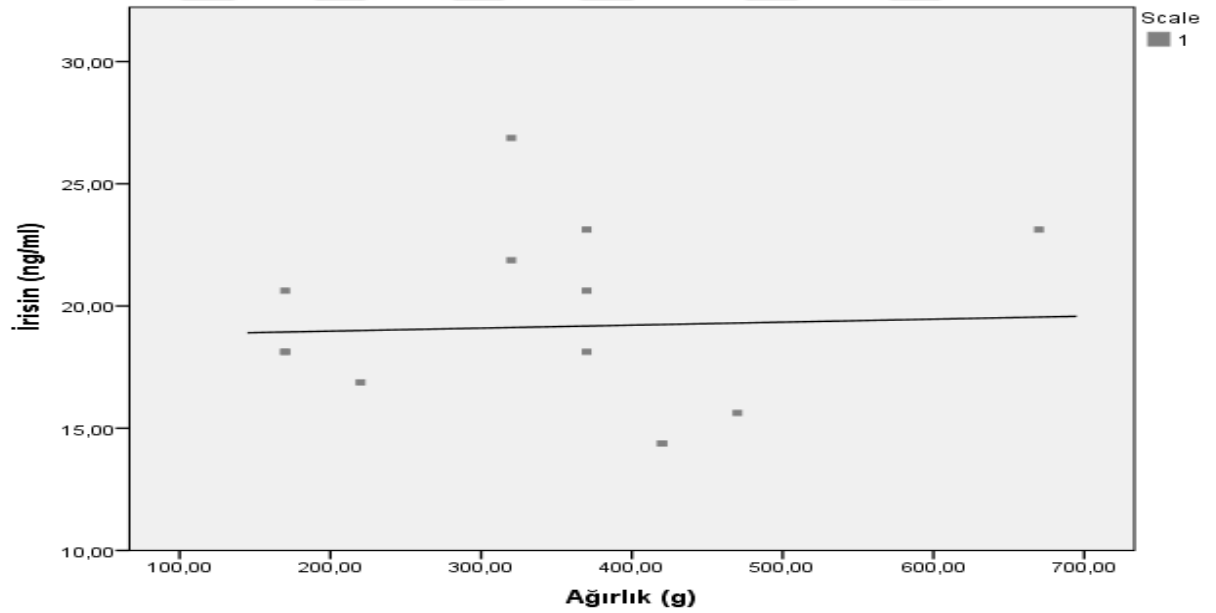
Şekil 3.4. Pazar büyüklüğü erkek *C. carpio* balıklarda irisin düzeyi ve total boy ilişkisi

C. carpio pazar büyüklüğü dişi balıklarda irisin düzeyi ve total boyları arasında herhangi bir korelasyon bulunmadığı Şekil 3.5'de gösterilmiştir ($p=0,212$ $r=-0,596$).



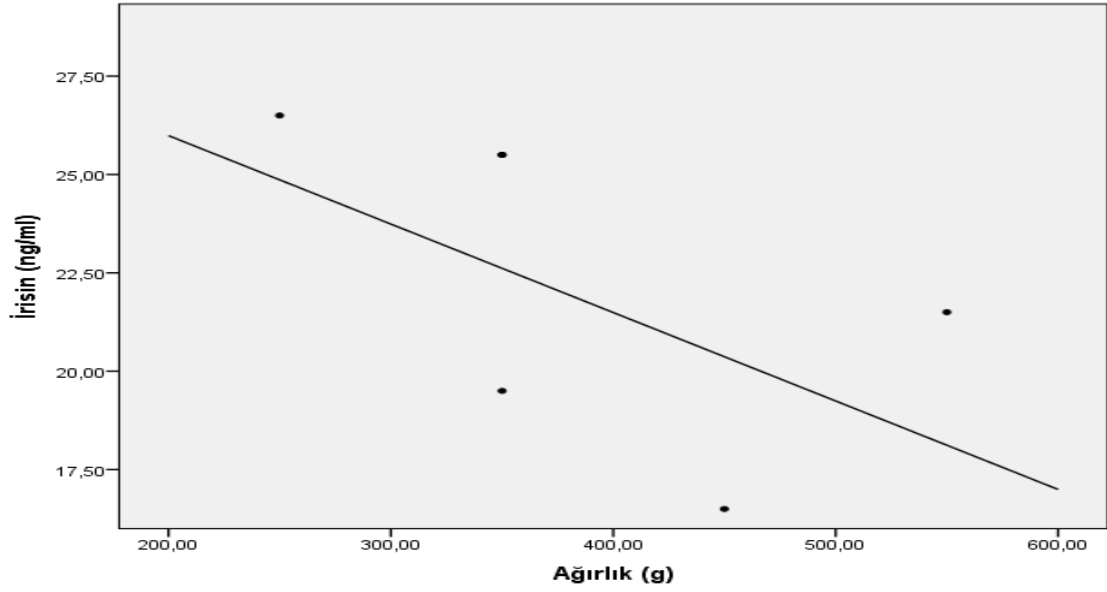
Şekil 3.5. Pazar büyüklüğü dışı *C. carpio* balıklarda irisin düzeyi ve total boy ilişkisi

C. carpio pazar büyüklüğü erkek balıklarda irisin düzeyi ve balık ağırlıkları arasında herhangi bir korelasyon bulunmadığı Şekil 3.6’da gösterilmiştir ($p=0,883$ $r=0,045$).



Şekil 3.6. Pazar büyüklüğü erkek *C. carpio* balıklarda irisin düzeyi ve balık ağırlığı ilişkisi

C. carpio pazar büyüklüğü dışı balıklarda irisin düzeyi ve balık ağırlığı arasında herhangi bir korelasyon bulunmadığı Şekil 3.7’de gösterilmiştir ($p=0,208$ $r=-0,599$).



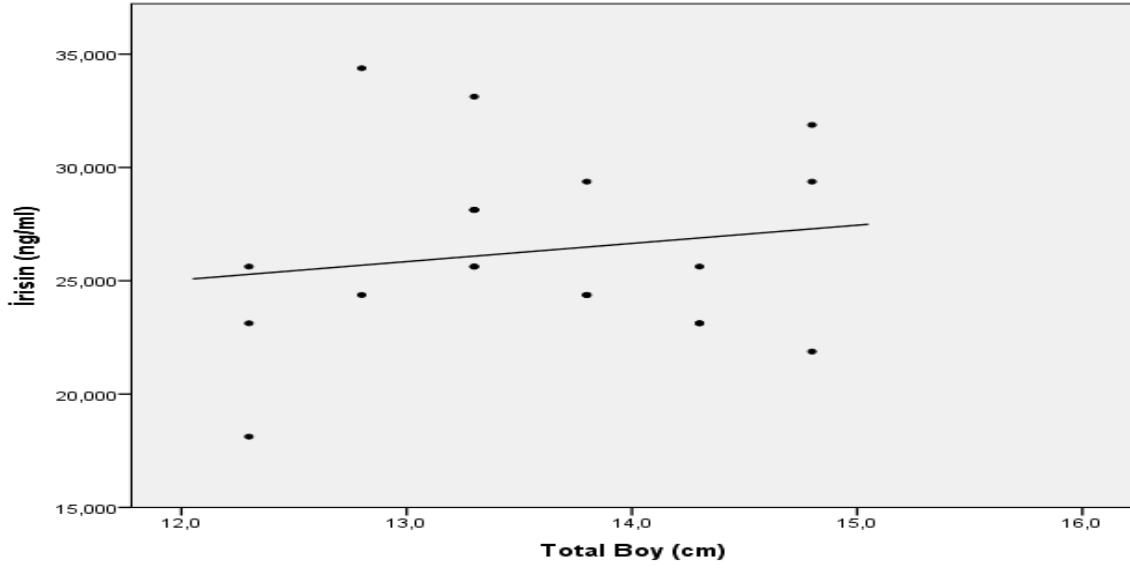
Şekil 3.7. Pazar büyüklüğü dışı *C. carpio* balıklarda irisin düzeyi ve balık ağırlığı ilişkisi

C. carpio yavru balıkların kan serumundan elde edilen irisin düzeyleri (Tablo 3.2) gösterildi. *C. carpio* yavru balıkların irisin düzeyleri ortalama değerler baz alınarak $26,29 \pm 0,85$ (ng/ml) olarak bulundu.

Tablo 3.2. Araştırma sonucunda *C. carpio* yavru balıklardan elde edilen irisin düzeyleri

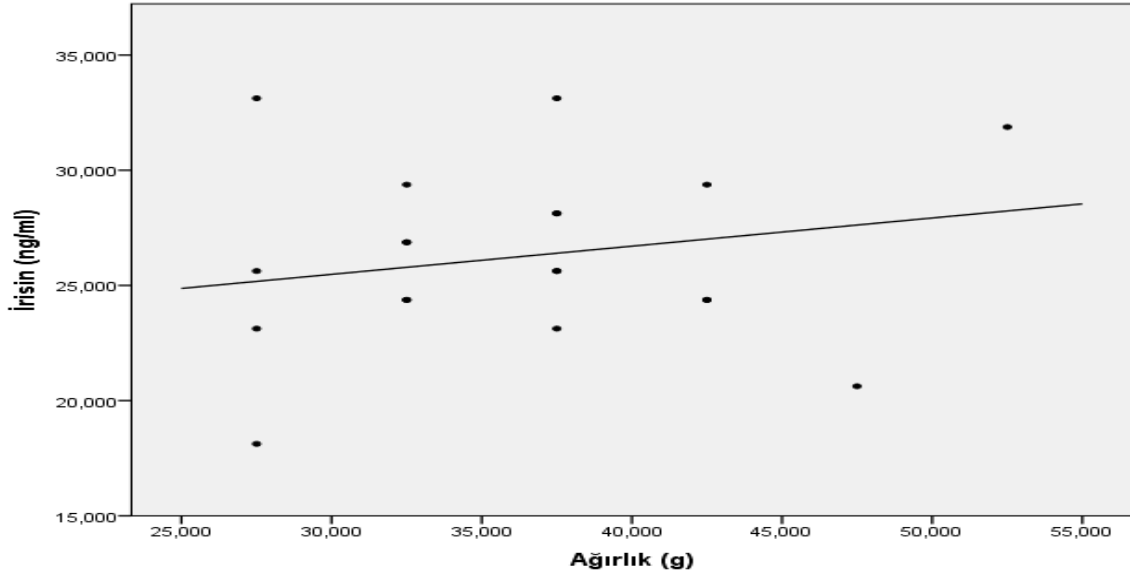
Örnek No	Ağırlık (g)	Total Boy (cm)	İrisin (ng/ml)
1	40,690	14,0	25,402
2	34,391	13,1	25,565
3	35,142	13,5	28,308
4	41,975	14,3	23,603
5	47,126	14,9	21,577
6	37,986	14,5	24,045
7	50,900	14,6	31,737
8	39,308	13,5	32,263
9	37,652	13,6	27,995
10	31,512	13,0	24,001
11	28,638	12,4	17,482
12	39,029	13,9	25,473
13	34,146	13,6	29,049
14	43,137	14,7	28,863
15	35,585	13,5	24,374
16	29,130	13,0	33,807
17	27,930	12,3	24,993
18	29,980	12,5	23,415
19	34,395	13,1	27,923
20	34,410	13,2	26,058

C. carpio yavru balıklarda irisin düzeyi ve total boyları arasında herhangi bir korelasyon bulunmadığı Şekil 3.8’de gösterilmiştir ($p=0,498$ $r=0,161$).



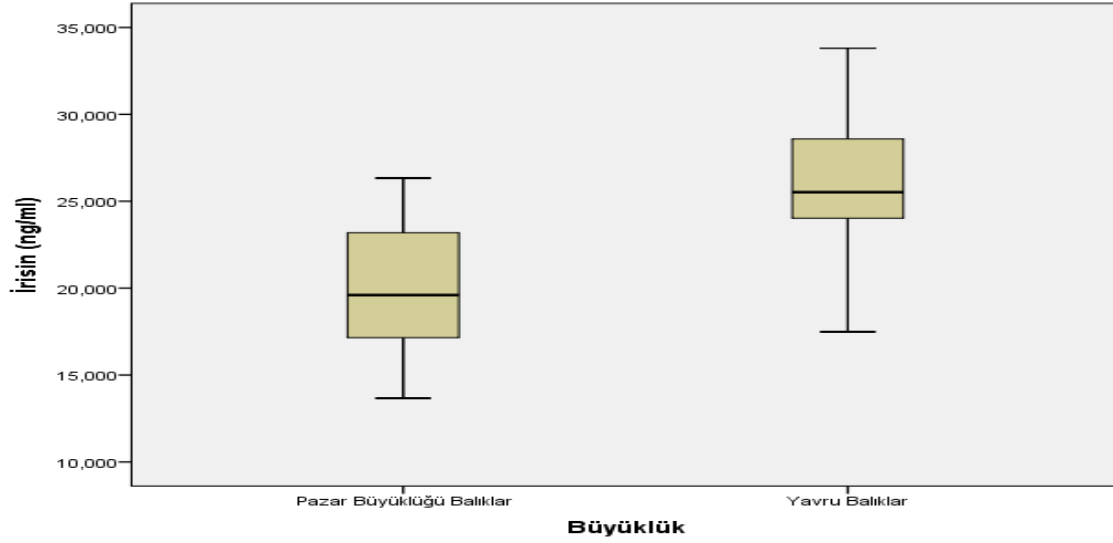
Şekil 3.8. *C. carpio* yavru balıklarda irisin düzeyi ve total boy ilişkisi

C. carpio yavru balıklarda irisin düzeyi ve balık ağırlığı arasında herhangi bir korelasyon bulunmadığı Şekil 3.9. ' da gösterilmiştir ($p=0,410$ $r=0,195$).



Şekil 3.9. *C. carpio* yavru balıklarda irisin düzeyi ve balık ağırlığı ilişkisi

C. carpio yavru ve *C. carpio* pazar büyüklüğü balıklarda irisin düzeyleri ortalama değerler baz alınarak, yavru balıklarda $26,29 \pm 0,85$ (ng/ml), pazar büyüklüğündeki balıklarda $20,11 \pm 0,92$ (ng/ml) olarak bulundu. İstatistiksel olarak karşılaştırma yapıldığında $p=0,0001$ değeri $p<0,05$ olduğundan arada anlamlı bir fark olduğu Şekil 3.10' da gösterilmiştir.



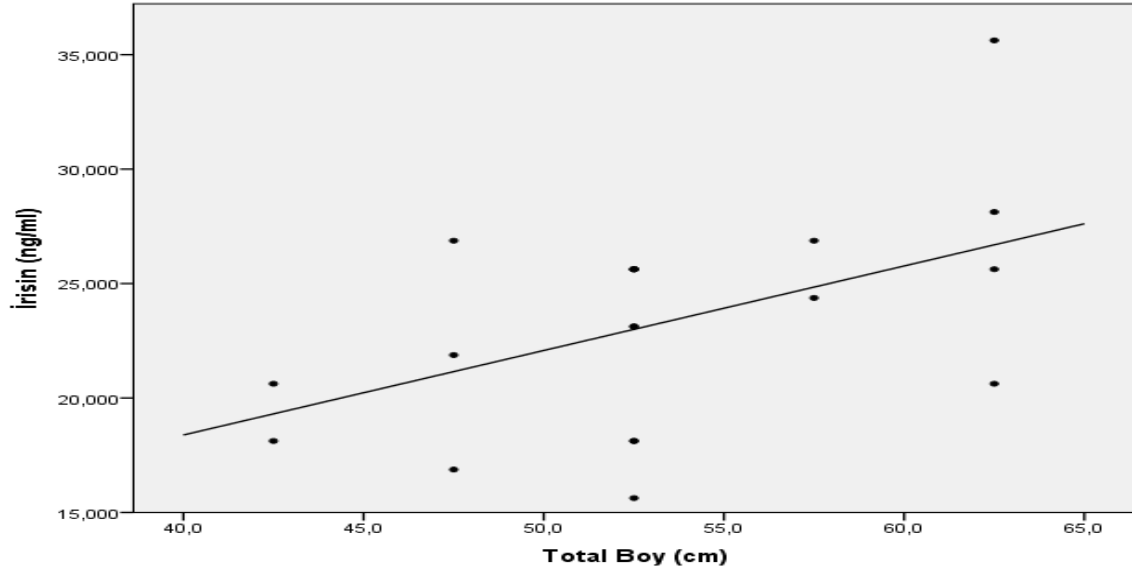
Şekil 3.10. *C. carpio* pazar büyüklüğü ve *C. carpio* yavru balıklarda irisin miktarı ilişkisi

O. mykiss pazar büyüklüğü balıkların kan serumundan elde edilen irisin düzeylerinde (Tablo 3.3) normallik testi yapıp dağılımın normal olduğu gösterildi. *O. mykiss* pazar büyüklüğü balıklarda irisin düzeyleri $23,21 \pm 1,03$ (ng/ml) olarak bulundu.

Tablo 3.3. Araştırma sonucunda *O. mykiss* pazar büyüklüğü balıklardan elde edilen irisin düzeyleri

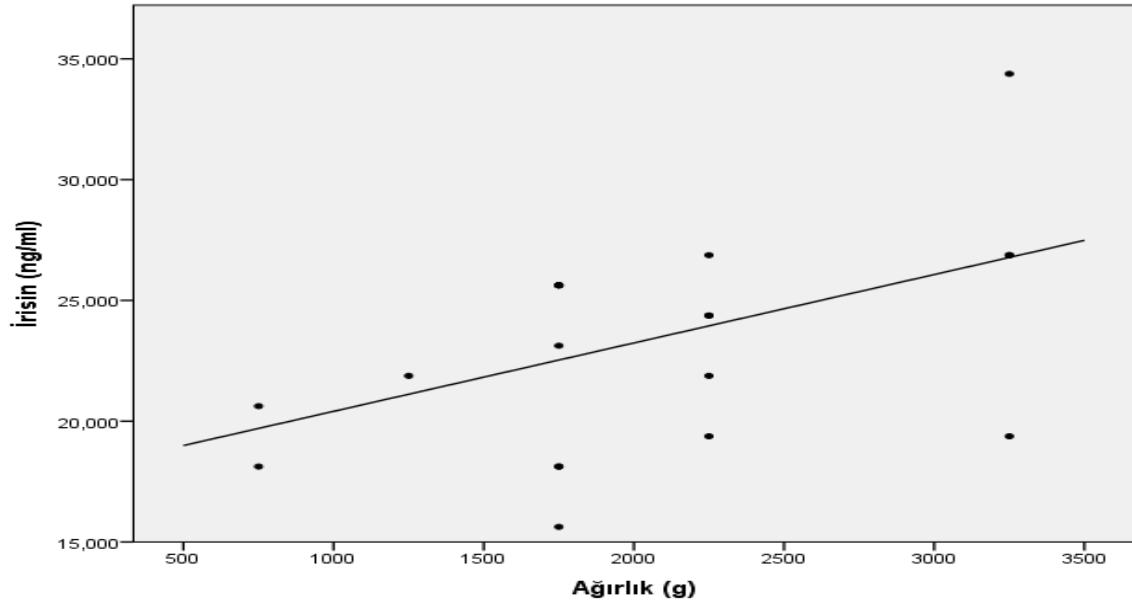
Örnek No	Ağırlık (g)	Total Boy(cm)	Cinsiyet	İrisin (ng/ml)
1	1429	49,4	Dişi	20,749
2	1601	52,1	Dişi	26,741
3	1720	53,2	Dişi	16,951
4	1663	49,3	Dişi	23,324
5	3275	62,2	Erkek	19,771
6	2144	53,3	Erkek	25,56
7	830	41,2	Erkek	18,872
8	2191	52,1	Erkek	22,022
9	1477	49,2	Erkek	25,845
10	2052	53,3	Dişi	19,318
11	896	43,5	Erkek	20,131
12	3315	61,0	Erkek	27,739
13	2155	57,4	Erkek	24,428
14	3242	61,5	Erkek	25,943
15	2026	55,3	Erkek	26,984
16	1949	51,4	Erkek	26,57
17	1751	53,1	Dişi	15,763
18	1582	49,1	Dişi	17,401
19	2960	64,2	Erkek	34,673
20	1538	49,8	Dişi	25,456

O. mykiss pazar büyüklüğü balıklarda irisin düzeyi ile total boy arasında pozitif yönde zayıf ve anlamlı bir ilişki bulunduğu Şekil 3.11. ' de gösterilmiştir ($p=0,033$ $r=0,477$).



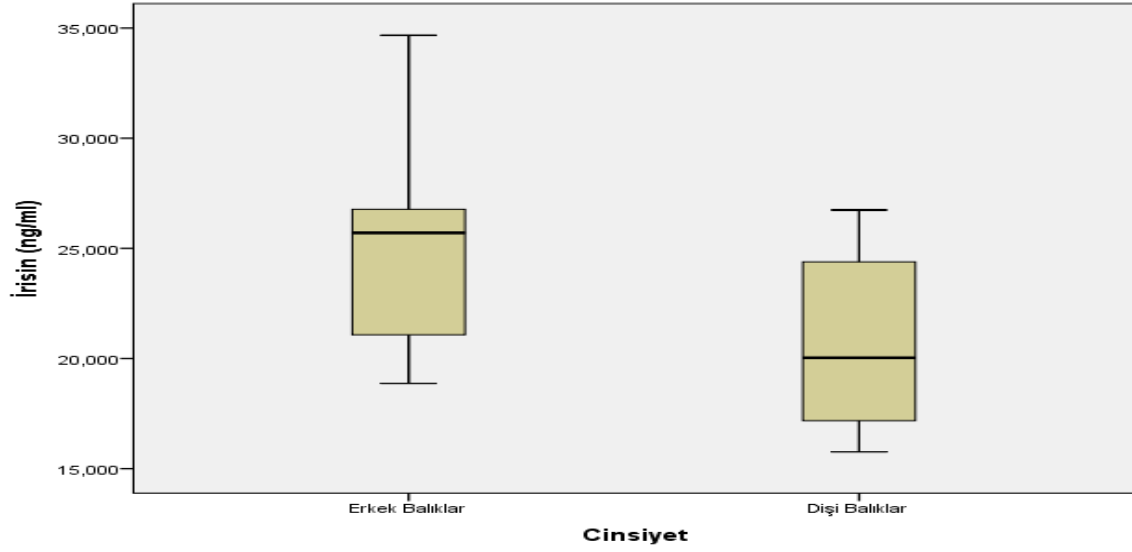
Şekil 3.11. Pazar büyüklüğü *O. mykiss* balıklarda irisin düzeyi ve total boy ilişkisi

O. mykiss pazar büyüklüğü balıklarda irisin düzeyi ile balık ağırlığı arasında herhangi bir korelasyon bulunmadığı Şekil 3.12’ de gösterilmiştir ($p= 0,051$ $r=0,442$).



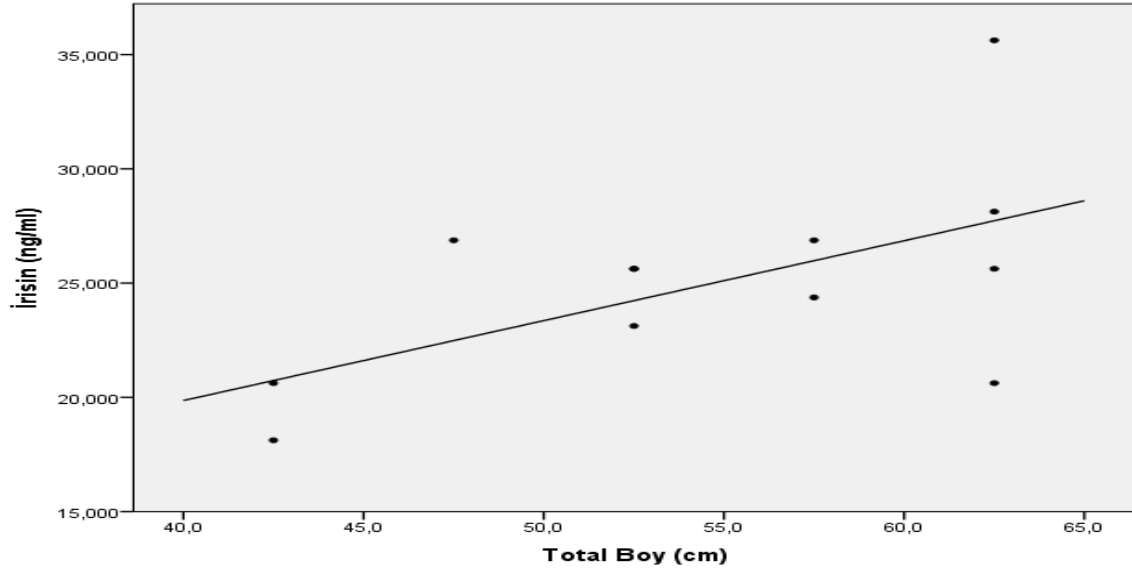
Şekil 3.12. Pazar büyüklüğü *O. mykiss* balıklarda irisin düzeyi ve balık ağırlığı ilişkisi

O. mykiss pazar büyüklüğü balıkların irisin düzeyleri ortalama değerler baz alınarak erkeklerde $24,87 \pm 1,25$ (ng/ml), dişilerde $20,71 \pm 1,44$ (ng/ml) olarak bulundu. İstatistiksel olarak karşılaştırma yapıldığında $p=0,045$ değeri $p<0,05$ olduğundan dişi balık ve erkek balık arasındaki farkın anlamlı olduğu Şekil 3.13’de gösterilmiştir.



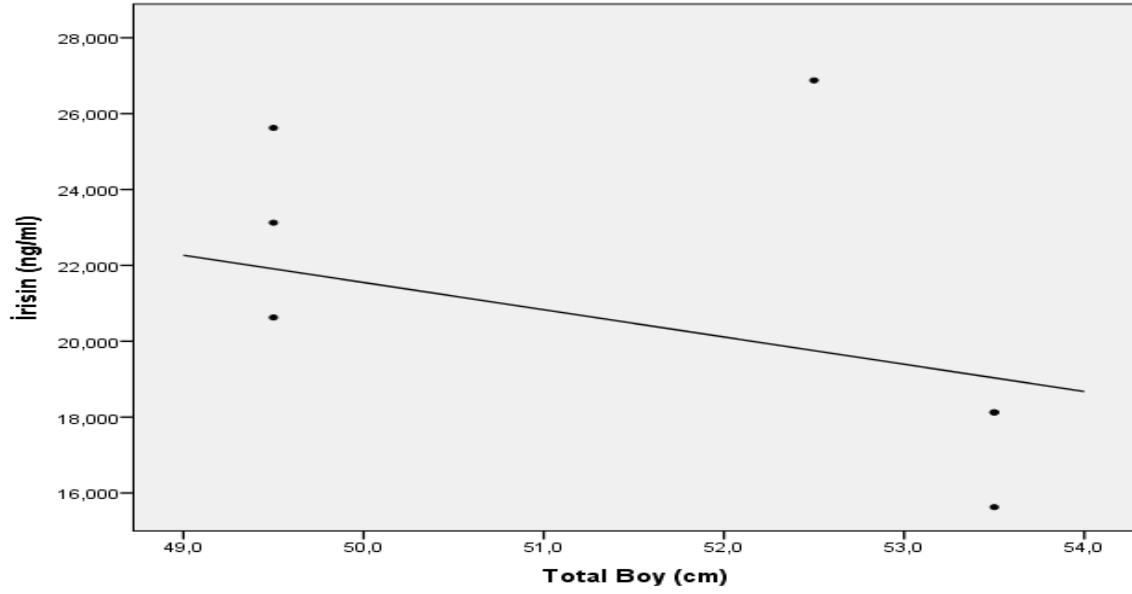
Şekil 3.13. Pazar büyüklüğü dişi-erkek *O. mykiss* balıklarda irisin miktarı ilişkisi

O. mykiss pazar büyüklüğü erkek balıklarda irisin düzeyi ve total boy arasında pozitif yönde orta ve anlamlı bir ilişki bulunduğu Şekil 3.14’de gösterilmiştir ($p=0,041$ $r=0,596$).



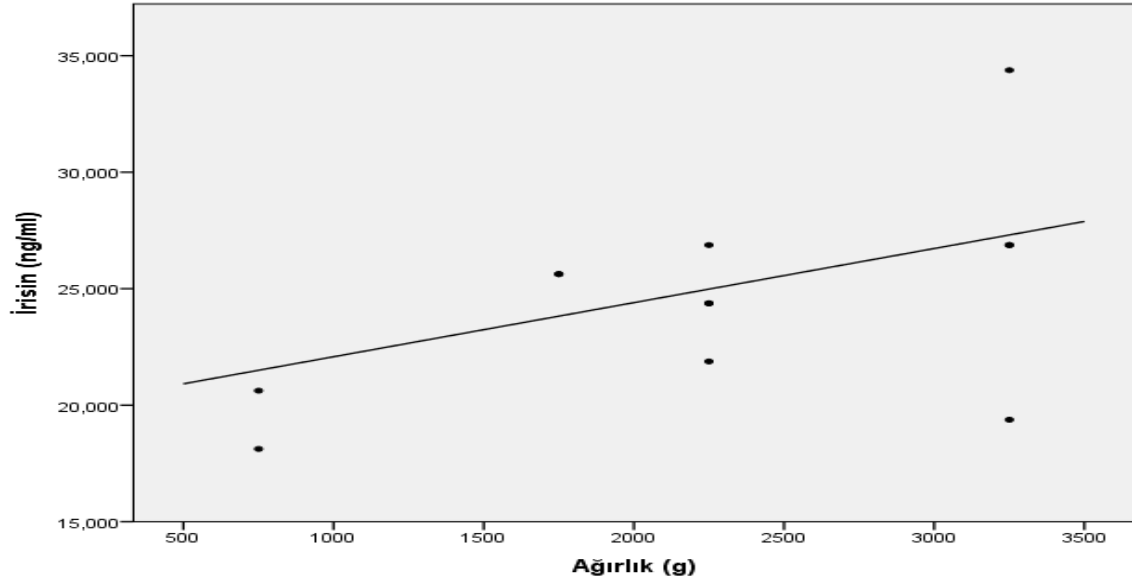
Şekil 3.14. Pazar büyüklüğü *O. mykiss* erkek balıklarda irisin düzeyi ve total boy ilişkisi

O. mykiss pazar büyüklüğü dişi balıklarda irisin düzeyi ve total boy arasında herhangi bir korelasyon bulunmadığı Şekil 3.15’de gösterilmiştir ($p=0,367$ $r= -0,370$).



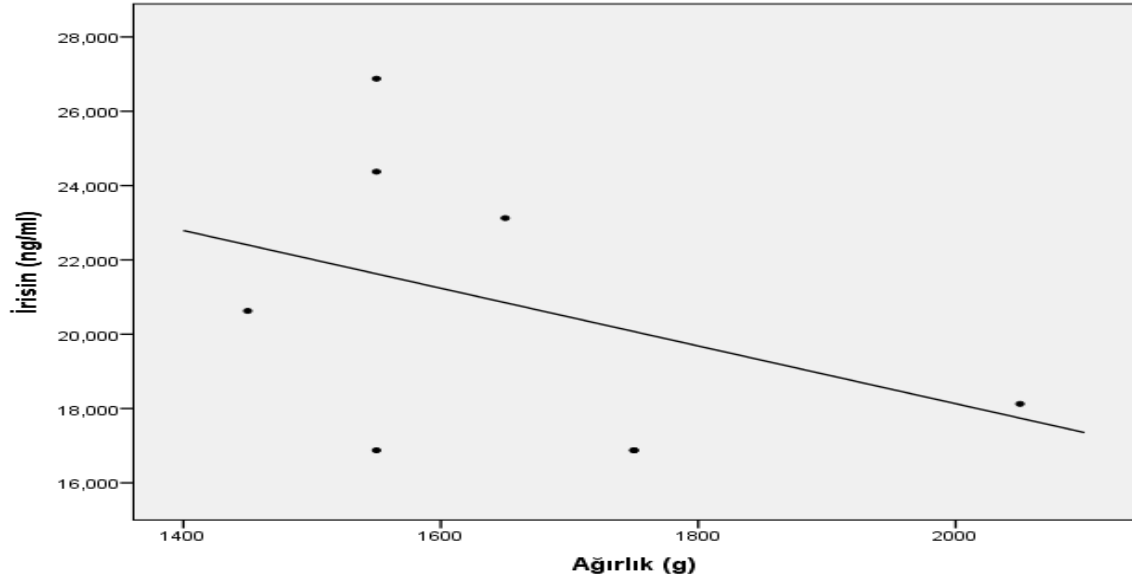
Şekil 3.15. Pazar büyüklüğü dişi *O. mykiss* balıklarda irisin düzeyi ve total boy ilişkisi

O. mykiss pazar büyüklüğü erkek balıklarda irisin düzeyi ve balık ağırlığı arasında herhangi bir korelasyon bulunmadığı Şekil 3.16’da gösterilmiştir ($p=0,128$ $r=0,465$).



Şekil 3.16. Pazar büyüklüğü erkek *O. mykiss* balıklarda irisin düzeyi ve balık ağırlığı ilişkisi

O. mykiss pazar büyüklüğü dişi balıklarda irisin düzeyi ve balık ağırlığı arasında herhangi bir korelasyon bulunmadığı Şekil 3.17’de gösterilmiştir ($p=0,388$ $r=-0,355$).



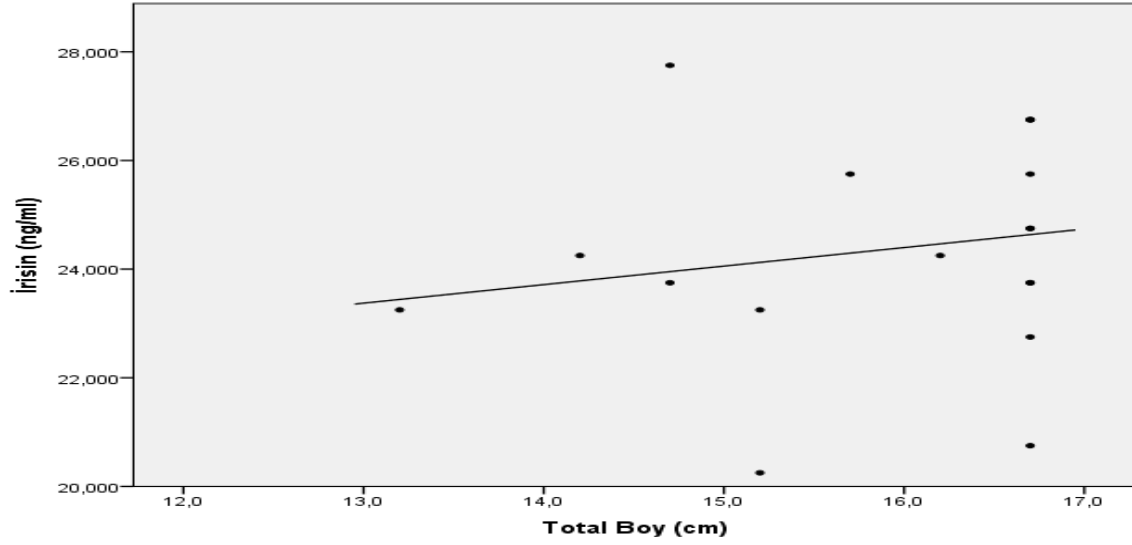
Şekil 3.17. Pazar büyüklüğü dışı *O. mykiss* balıklarda irisin düzeyi ve balık ağırlığı ilişkisi

O. mykiss yavru balıklardan elde edilen irisin düzeyleri (Tablo 3.4) gösterildi. *O. mykiss* yavru balıklardan elde edilen irisin düzeyleri ortalama değerler baz alınarak $24,35 \pm 0,50$ (ng/ml) bulundu.

Tablo 3.4. Araştırma sonucunda *O. mykiss* yavru balıklardan elde edilen irisin düzeyleri

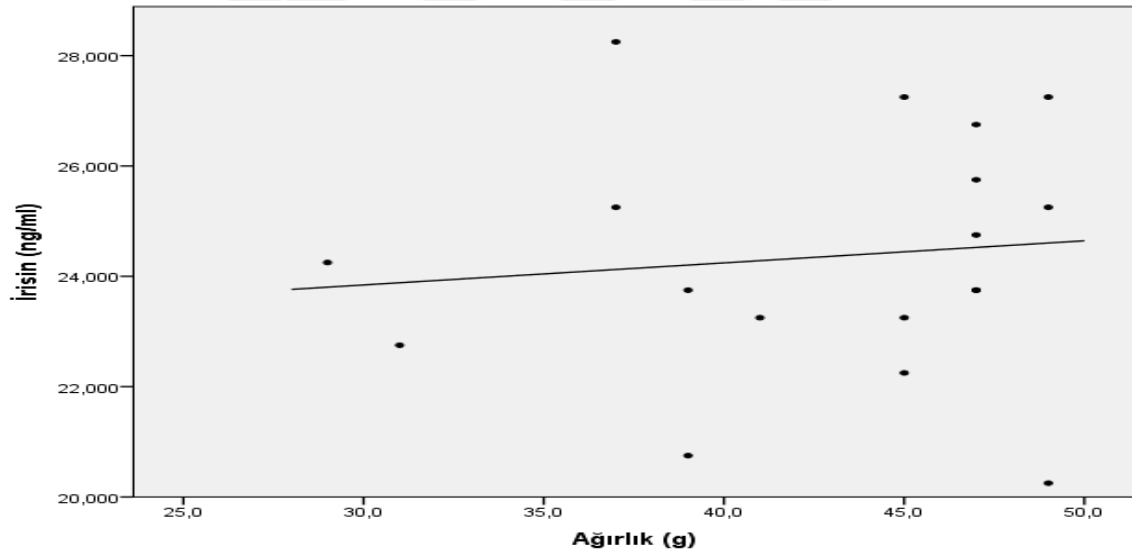
Örnek No	Ağırlık (g)	Total Boy (cm)	İrisin (ng/ml)
1	45	16,5	22,682
2	46	16,7	27,089
3	31	13,2	23,136
4	49	16,9	24,955
5	45	16,5	23,544
6	48	16,8	20,471
7	42	14,8	23,302
8	37	15,5	25,522
9	29	14,0	23,975
10	47	16,8	27,145
11	39	15,3	20,424
12	47	16,6	23,436
13	39	15,2	23,587
14	47	16,1	23,824
15	49	16,8	27,211
16	37	14,9	27,984
17	46	16,5	25,609
18	48	16,8	24,542
19	42	15,3	23,876
20	44	16,4	24,834

O. mykiss yavru balıklarda irisin düzeyi ve total boy arasında herhangi bir korelasyon bulunmadığı Şekil 3.18’de gösterilmiştir ($p=0,488$ $r=0,175$).



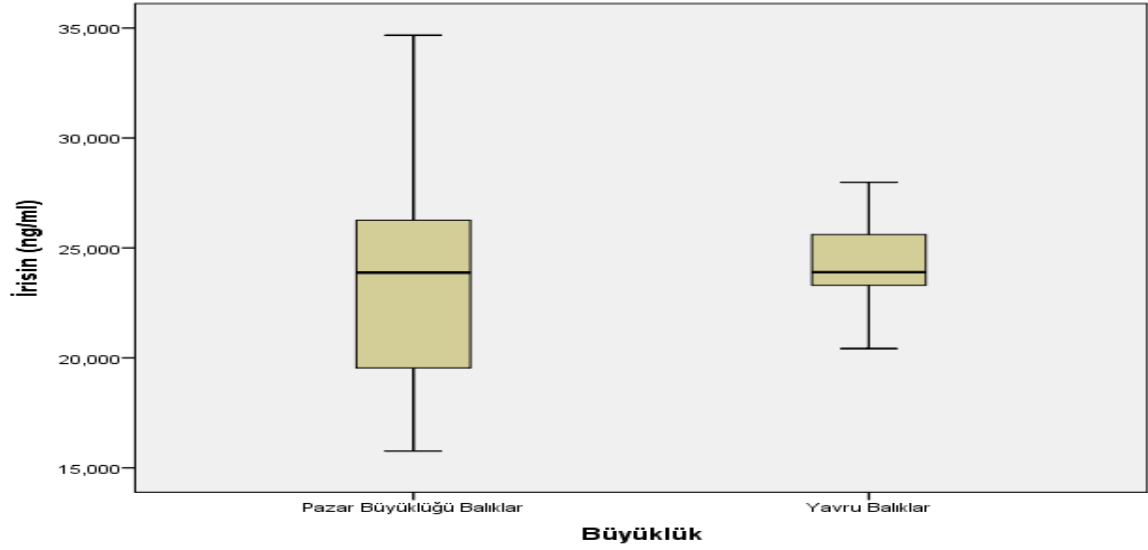
Şekil 3.18. *O. mykiss* yavru balıklarda irisin düzeyi ve total boy ilişkisi

O. mykiss yavru balıklarda irisin düzeyi ve balık ağırlığı arasında herhangi bir korelasyon bulunmadığı Şekil 3.19'da gösterilmiştir ($p=0,651$ $r=0,114$).



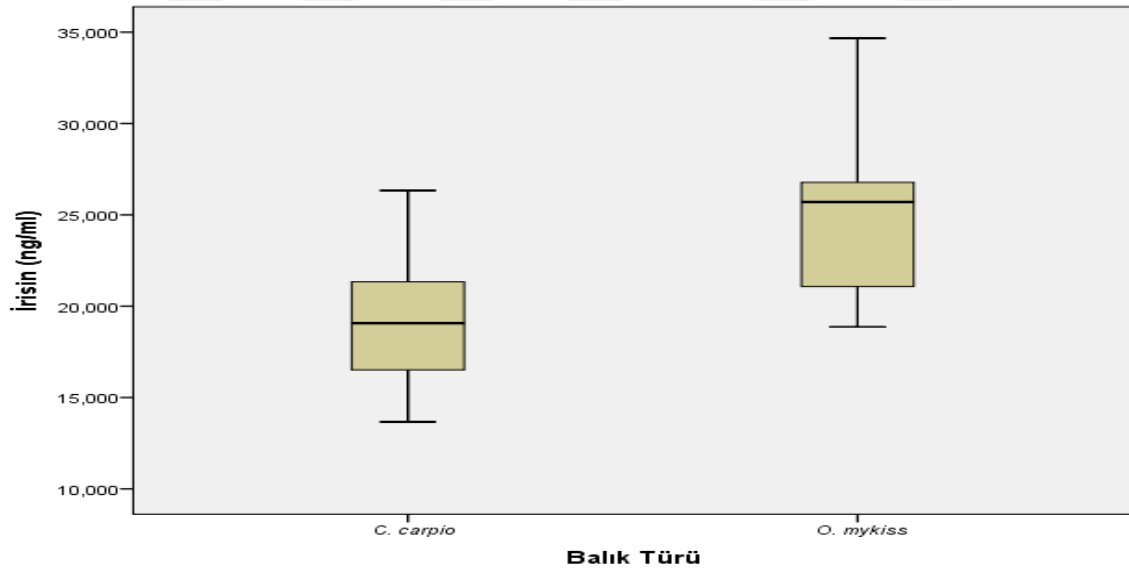
Şekil 3.19. *O. mykiss* yavru balıklarda irisin düzeyi ve balık ağırlığı ilişkisi

O. mykiss yavru balık ve *O. mykiss* pazar büyüklüğü balıklarda irisin düzeyleri ortalama değerler baz alınarak yavrularda $24,35 \pm 0,50$ (ng/ml), pazar büyüklüğündeki balıklarda $23,21 \pm 1,03$ (ng/ml) olarak bulundu. İstatistiksel olarak karşılaştırma yapıldığında $p=0,329$ değeri $p>0,05$ olduğu için aradaki farkın anlamsız olduğu Şekil 3.20'de gösterilmiştir.



Şekil 3.20. *O. mykiss* pazar büyüklüğü ve *O. mykiss* yavru balıklarda irisin miktarı ilişkisi

C. carpio erkek ve *O. mykiss* erkek balıklardan elde edilen irisin düzeyleri ortalama değerler baz alınarak, *C. carpio* erkek balıklarda $19,14 \pm 1,06$ (ng/ml), *O. mykiss* erkek balıklarda $24,87 \pm 1,25$ (ng/ml) olarak bulunup ve $p=0,002$ değeri $p<0,05$ olduğundan aradaki farkın anlamlı olduğu Şekil 3.21’de gösterilmiştir.



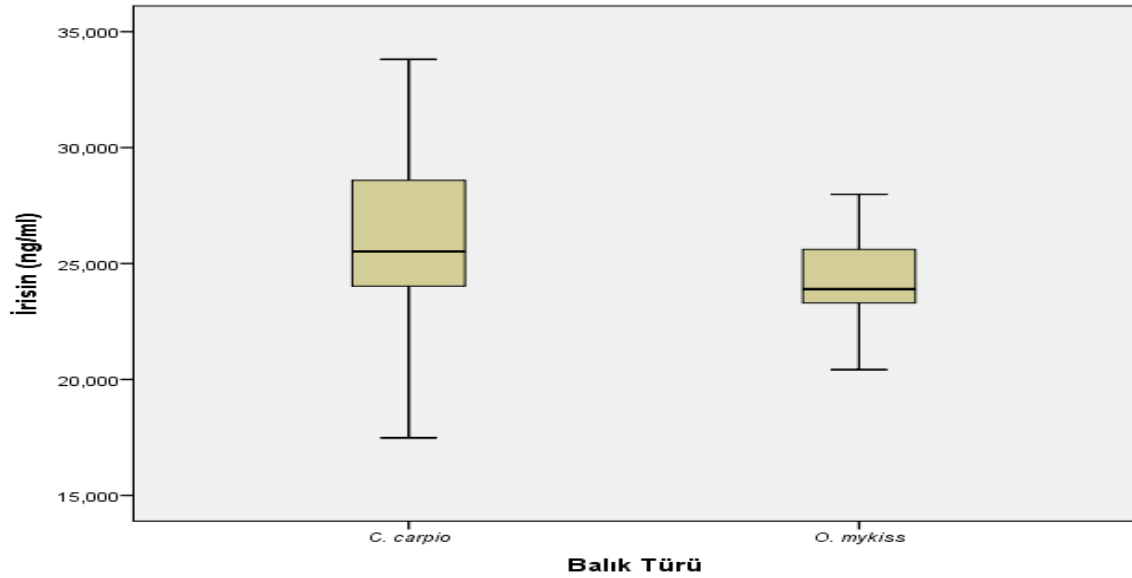
Şekil 3.21. *C. carpio* erkek ve *O. mykiss* erkek balıklarda irisin miktarı ilişkisi

C. carpio dişi ve *O. mykiss* dişi balıklardan elde edilen irisin (ng/ml) düzeyleri ortalama değerler baz alınarak, *C. carpio* dişi balıklarda $22,20 \pm 1,58$ (ng/ml), *O. mykiss* dişi balıklarda $20,71 \pm 1,44$ (ng/ml) olarak bulunup $p=0,504$ değeri $p>0,05$ olduğundan aradaki farkın anlamsız olduğu Şekil 3.22’de gösterilmiştir.



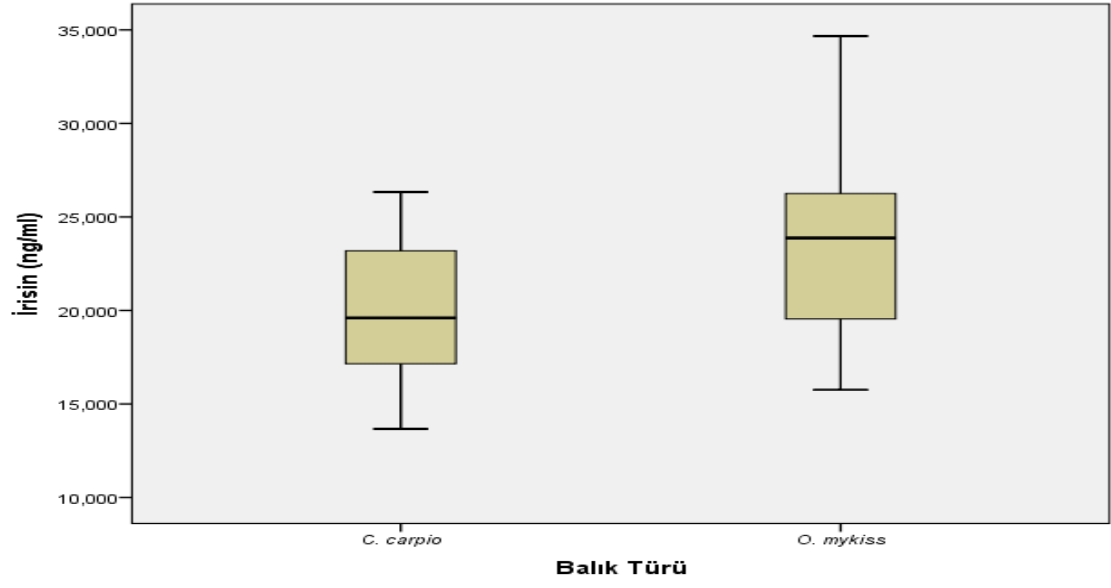
Şekil 3.22. *C. carpio* dişi ve *O. mykiss* dişi balıklarda irisin miktarı ilişkisi

C. carpio yavru balık ve *O. mykiss* yavru balıklardan elde edilen irisin (ng/ml) düzeyleri ortalama değerler baz alınarak, *C. carpio* yavru balıklarda $26,29 \pm 0,85$ (ng/ml), *O. mykiss* yavru balıklarda $24,35 \pm 0,50$ (ng/ml) olarak bulunup ve $p = 0,061$ değeri $p > 0,05$ olduğundan aradaki farkın anlamsız olduğu Şekil 3.23’de gösterilmiştir.



Şekil 3.23. Yavru *C. carpio* ve yavru *O. mykiss* balıklarda irisin miktarı ilişkisi

C. carpio pazar büyüklüğü balıklarda irisin düzeyleri $20,11 \pm 0,92$ (ng/ml) *O. mykiss* pazar büyüklüğü balıklarda irisin düzeyleri $23,21 \pm 1,03$ (ng/ml) olarak bulundu. İstatistiksel olarak karşılaştırma yapıldığında $p = 0,032$ olduğundan ve $p < 0,05$ olduğundan aradaki farkın anlamlı olduğu Şekil 3.24’de gösterilmiştir.



Şekil 3.24. Pazar büyüklüğü *C. carpio* ve pazar büyüklüğü *O. mykiss* balıklarda irisin miktarı ilişkisi

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

İlk kez Boström vd., tarafından (2012) yılında kas dokuda izole edilen irisin, daha sonraları Dun vd., (2013) tarafından immunohistokimyasal çalışmalarla iskelet kaslarında lokalizasyonu belirlenmiştir. Yine yaşlı ve genç farelerin yüzme egzersizi sonunda karaciğer, böbrek ve kalp kaslarını içeren birçok dokuda yaygın olarak belirlenen irisin IR. özellikle perimisium, epimisium ve rat iskelet kaslarının hücre çekirdeklerinin etrafında gözlenmiştir (Aydın vd., 2014a). Bazı çalışmalarda irisin adipoz dokuda (Boström vd., 2012; Moreno-Navarrete vd., 2013; Roca-Rivada vd., 2013) kardiyak kas, karaciğer, böbrek ve periferik sinir miyelin kılıflarında (Aydın vd., 2014a; Dun vd., 2013), deri bağ dokularında (Aydın vd., 2013) tükrük bezleri, parotid, submandibular ve sublingual bezlerde (Aydın vd., 2013; Aydın vd., 2014b) kaydedilmiştir. Ancak kas fibrillerinin arasındaki intrasellüler yüzeyde bulunamamıştır (Brenmoehl vd., 2014).

Balık türleri arasında yapılan çalışmalar çok sınırlı olmakla birlikte *Carassius auratus*' ta irisin beyin, kas ve bağırsaklarda belirlenmiştir (Butt vd., 2017).

Oncorhynchus mykiss ve *Cyprinus carpio* üzerine yapılan bu araştırmada, Caf vd., (2017)'nin *Alburnus tarichi*' de yaptıkları çalışmaya benzer olarak kan serumunda irisin seviyeleri belirlenmiştir.

Bir irisin prekürsörü olan FNDC5 mRNA, kas, rektum, perikardium, intrakranial arter, kalp, dil, göz sinir, beyin, ovaryum, ovaryum kanalı, pitüitary, seminal veziküller, adrenol bezler, özefagus, vena kava, böbrekler, retina, testis, tonsil, tiroid gibi organlarda yer almaktadır (Huh vd., 2012). *Carassius auratus* üzerine yapılan çalışmada da (Butt vd., 2017), FNDC5 ekspresyonunda açlık, lipoprotein lipoz, uncoupling protein, iştah regülörlerinin ekspresyonu ve beslenme davranışları üzerine irisin enjeksiyonunun etkisi incelenmiş ve irisin enjeksiyonundan sonra balıklarda besin alımının azaldığı, beyinde oreksin, CART1, CART2, UCP2, BDNF, kaslarda UCP2, bağırsaklarda LPL mRNA ekspresyonunda artış olduğu belirlenirken, beyin AgRP, TH, UCP1, UCP3 ve LPL ekspresyonunda değişiklik görülmemiştir. Yine aynı çalışmada aç ve tok balıklar arasında FNDC5 ekspresyonu, UCP5, LPL ve BDNF karşılaştırılmış ve aç balıklarda kas hariç beyin ve bağırsakta FNDC5 mRNA ekspresyonunun arttığı belirlenmiştir. Buna ilaveten aç balıklarda beyinde BDNF ve LPL ekspresyonunda, kaslarda UCP1, UCP2, UCP3 ve LPL ekspresyonunda artış gözlemlenmiştir. Bu da irisinin balıklarda anoreksigenik bir faktör

olduğunu gösterdiği gibi aynı zamanda CART, oreksin, UCP2 ve BDNF gibi iştah düzenleyici faktörde olabileceğini akla getirmektedir.

Rat ve insanlarda dalak, karaciğer, epididimis, testis, pankreas, mide, kalp ve beyinde irisin protein lokalizasyonu hakkında bilgiler sınırlı olmakla beraber irisin mRNA çeşitli dokularda belirlenmiştir (Aydın vd., 2014).

Huh vd., (2012) irisin hormonunun sağlıklı yetişkinlerde kas dokuda FNDC5 ekspresyonu ile bu kişilerin vücut kitle indeksi arasındaki korelasyonunu araştırmışlardır. Sonuçta kilo veren obezlerde FNDC5 ekspresyonunun ve irisin hormon düzeylerinin arttığını belirlemişlerdir. Yine bazı çalışmalarda beden kütle indeksi ile irisin arasında pozitif bir ilişkinin olduğu bildirilirken (Stengel vd., 2013; Polyzos vd., 2013), bazı çalışmalarda (Liu vd., 2013) ise beden kütle indeksi, bel - boy oranı ve erkeklerde yağ kütlesinin irisin düzeyleri arasında negatif bir ilişkinin belirlendiğini saptamışlardır. *C. carpio* ve *O. mykiss* türlerinin hem pazar büyüklüğü grubunda hem de yavru balıklar arasında yapılan ağırlıkla irisin hormonları düzeyleri arasında korelasyon bulunmazken, yavru *C. carpio* ve pazar büyüklüğü *C. carpio* arasındaki irisin düzeylerinde anlamlı bir fark olduğu ($p = 0,0001$ $p < 0,05$) bulunmuştur. Ayrıca pazar büyüklüğündeki *O. mykiss* ile total boy arasında pozitif yönde zayıf ve anlamlı bir ilişki ($p = 0,033$ $r = 0,477$) belirlenmiştir. *Alburnus tarichi* (Caf vd., 2017)' de balık uzunluğu ve ağırlığının irisin hormonu seviyesiyle korelasyonları istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Bu da balık türleri ve yaşları arasında irisin düzeylerinin farklılık gösterebileceğini belirtmektedir.

Hofmann vd., (2014) egzersiz ve irisin arasında korelasyon olmadığını, Timmons vd., (2012) 6 haftalık egzersiz programından sonra iskelet kasında FNDC5 'in mRNA miktarının değişmediğini ancak aynı çalışmada yaşlı ve genç bireylerde zorlayıcı bir egzersizde yaşlı bireylerde FNDC5 mRNA 'da %30 'luk bir artış görüldüğü, Castillo -Quan (2012) farelerde egzersiz sonrası irisin düzeylerinin %65 oranında arttığı, Hecksteden vd., (2013) 26 hafta boyunca haftada 3 kez yapılan egzersizin irisin ve sirkülasyonunda bir değişiklik yapmadığını, Raschke vd., (2013) egzersiz öncesinde ve sonrasında FNDC5 mRNA 'sında herhangi bir değişiklik olmadığını belirtirken, Blüher vd., (2014) 7-18 yaşında 65 obez çocukla 1 yıllık diyet ve egzersiz sonrasında plazma irisin seviyesinde %12 'lik bir artış gözlemiştir.

C. carpio 'nun yavru ve pazar büyüklüğü arasındaki irisin düzeyleri arasındaki farkın anlamlı çıkmasında küçük balıkların daha hızlı hareket etmesine bağlanmış olup, Timmons

vd., (2012) ‘da belirttiği gibi egzersizle irisin düzeyleri arasında artış olup olmadığına genelleme yapmanın doğru olmadığı görülmüştür.

Cinsiyet ve plazmada irisin düzeyleri arasındaki bir ilişki olmadığını belirten bazı çalışmalar (Lopez -Legarrea vd., 2014; Viitasalo vd., 2015; Anastasilakis vd., 2014; Blüher vd., 2014) mevcutken, kızlarda serum irisin düzeylerinin erkeklerden daha yüksek olduğunu bildiren çalışmalarda (Al-Daghri vd., 2014) bulunmaktadır. Pazar büyüklüğündeki *O. mykiss* ‘nde dişi ve erkek balıklarında anlamlı bir fark bulunurken ($p=0,045$ $p<0,05$) aynı türün yavru balıklarında ve *C. carpio* türünde bir farklılık belirlenmemiştir. Bunun yanısıra pazar büyüklüğündeki erkek *C. carpio* ile pazar büyüklüğündeki erkek *O. mykiss* ‘in irisin düzeyleri arasında ise anlamlı bir fark ($p=0,002$ $p<0,05$) varken , *Alburnus tarichi* ‘de (Caf vd., 2017) ‘de cinsiyet ayrımında herhangi bir korelasyon tanımlanmamıştır. Buda balık türleri ve büyüklükleri arasında da farklı sonuçların çıkabileceğini göstermektedir. Bunun için balıklar üzerinde başka çalışmaların yapılmasına gerek duyulmaktadır.

C. carpio ve *O. mykiss* türlerinde kan serumunda irisin düzeylerinin belirlenmesinde diğer çalışmalarda olduğu gibi (Zhang vd., 2013; Polyzos vd., 2013; Panagiotou vd., 2014; Tanisawa vd., 2014; Pardo vd., 2014; Czarkowska-Paczek vd., 2014; Rana vd., 2014; Ruchala vd., 2014 ; Hofmann vd., 2014 ; Caf vd., 2017; Özçelik vd., 2017) Enzyme linked immunosorbent assay (ELISA) yöntemi kullanıldı. Bunun yanında irisin düzeylerinin belirlenmesinde Western Blot (Seo vd., 2014; Gouni-Berthold, 2013), immuhistokimya (Aydın vd., 2014; Dun vd., 2013), FNDC5 mRNA belirlenmesinde de Polymeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) (Schumacher vd., 2013; Czarkowska-Paczek vd., 2014; Rana vd., 2014) gibi çeşitli metotlar kullanılmıştır.

Sonuç olarak; irisin hormon düzeyi pazar büyüklüğündeki *C. carpio* ve yavru *C. carpio* arasında anlamlı, pazar büyüklüğündeki *O. mykiss* ‘in erkek ve dişileri arasında anlamlı, *O. mykiss* ‘in sadece pazar büyüklüğündeki erkekleri ile total boy arasında korelasyon olması, pazar büyüklüğündeki *C. carpio* ile pazar büyüklüğündeki *O. mykiss* arasında anlamlı bir farkın çıkması balıklarda henüz cinsiyet , total boy, ağırlık ve türler arasında bir ilişkiden sözedilmesi ve genelleme yapılması açısından yeterli bilgi bulunmamaktadır. Bu ilişkiler arasında genelleme yapmak için balıklarla ilgili irisin hormonu hakkında daha birçok çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışma bu sonuçları ile daha sonra yapılacak araştırmalara bir temel oluşturacaktır.

KAYNAKLAR

- Al-Daghri, N.M., Alkharfy, K.M., Rahman, S., Amer, O.E., Vinodson, B.,** 2014. Irisin as a predictor of glucose metabolism in children: sexually dimorphic effects. *Eur J Clin Invest*, 44: 119-24.
- Anastasilakis, A.D., Polyzos, S.A., Saridakis, Z.G., Kynigopoulos, G., Skouvaklidou, E.C., Molyvas, D., Vasiloglou, M.F., Apostolou, A., Karagiozoglou-Lampoudi, T., Siopi, A., Mougios, V., Chatzistavridis, P., Panagiotou, G., Filippaios, A., Delaroudis, S., Mantzoros, C.S.** 2014. Circulating irisin in healthy, young individuals: day-night rhythm, effects of food intake and exercise, and associations with gender, physical activity, diet, and body composition. *J Clin Endocrinol Metab*; 99:3247—55.
- Aras, Z.** 2011. Mikrobiyolojide Kullanılan Hızlı Tanı Yöntemleri. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 68: 97 - 104.
- Aslan, N. N. ve Yardımcı, H.,** 2017. Obezite Üzerine Etkili Yeni Bir Hormon: İrisin. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*. 6(3): 176-183
- Aydın, F., Köksal, G., Demir, N., Bekcan, S., Kırkagaç, M., Gözğözoğlu, E., Erbas, S., Deniz, H., Matlas, Ö ve Arpa, H.** 2005. Su Ürünleri Yetistiriciliği ve Politikaları. *Türkiye Ziraat Mühendisliği 6. Teknik Kongresi*, 3 - 7 Ocak, 791 - 803, Ankara.
- Aydın, S.** 2014. Three new players in energy regulation: preptin, adropin and irisin. *Peptides*; 56: 94-110.
- Aydın, S., Aydın, S., Kobat, M. A., Kalaycı, M., Eren, M. N., Yılmaz, M., Kuloglu, T., Gul, E., Secen, O., Alatas, O. D., Baydas, A.,** 2014b. Decreased saliva/serum irisin concentrations in the acute myocardial infarction promising for being a new candidate biomarker for diagnosis of this pathology. *Peptides*; 56:141-145.
- Aydın, S., Kuloglu, T., Aydın, S., Kalaycı, M., Yılmaz, M., Çakmak, T., Albayrak, S., Gungor, S., Colakoglu, N., Ozercan, İ.H.** 2014. A comprehensive immunohistochemical examination of the distribution of the fat-burning protein irisin in biological tissues. *Peptides* 61: 130–136.

- Aydın, S., Aydın, S., Kuloğlu, T., Yılmaz, M., Kalaycı, M., Sahin, I., Cicek., D.** 2013. Alterations of irisin concentrations in saliva and serum of obese and normal –weight subjects, before and after 45 min of a Turkish bath of running. *Peptides*; 50:13-18.
- Aydın, S., Kuloglu, T., Aydın, S., Eren, M.N., Celik, A., Yilmaz, M et al.** 2014a. 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.
- Besse-Patin, A., Montastier, E., Vinel, C., Castan-Laurell, I., Louche, K., Dray, C.,** 2014. Effect of endurance training on skeletal muscle myokine expression in obese men: identification of apelin as a novel myokine. *International J Obes*, 38: 707-13.
- Blüher, S., Panagiotou. G., Petroff. D., Markert, J., Wagner, A., Klemm, T.,** 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, M. P., Korde A, Ye L, Lo JC, Rasbach KA, Boström EA, Choi JH, Long JZ, Kajimura S, Zingaretti MC, Vind BF, Tu H, Cinti S, Höjlund 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- 8.
- Brenmoehl J, Albrecht E, Komolka K, Schering L, Langhammer M, Hoefflich A.,** 2014. Irisin is elevated in skeletal muscle and serum of mice immediately after acute exercise. *Int J Biol Sci*; 10:338–49.
- Butt, Z. D., Hackett, J. D., Volkoff, H.,** 2017. Irisin in goldfish (*Carassius auratus*): Effects of irisin injections on feeding behavior and expression of appetite regulators, uncoupling proteins and lipoprotein lipase, and fasting-induced changes in FNDC5 expression. *Peptides*. 90:27-36.
- Caf, F., Köprücü, S., Algül, S., Koyun, M., Atici, A. A.,** 2017. The Correlation between the Differences in NUCB2/Nesfatin(NES) Peptide Levels and Body Weight, Length and Gender in *Alburnus tarichi*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 17: 127-130.

- Cannon, B. ve Nedergaard, J.A.N.** 2004. Brown adipose tissue: function and physiological significance. *Physiol Rev*, 84, 277-359.
- Castillo-Quan, J. I.**, 2012. From white to brown fat through the PGC-1 α dependent myokine irisin: implications for diabetes and obesity. *Dis Model Mech*; 5, 293-295.
- Czarkowska-Paczek, B., Zendzian-Piotrowska, M., Gala, K., Sobol, M., Paczek., L.** 2014. One Session Of Exercise Or Endurance Training Does Not Influence Serum Levels Of Irisin In Rats. *Journal Of Physiology And Pharmacology*, 65, 3, 449-454
- Çelikkale, M. S.** 1994. İçsu Balıkları ve Yetiştiriciliği, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Cilt 2, Trabzon.
- Çelikkale, M. S.**, 2002. İç Su Balıkları ve Yetiştiriciliği. Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası, Trabzon.
- De Onis, M., Blössner, M., Borghi, E.**, 2010. Global prevalence and trends of overweight and obesity among preschool children. *Am J Clin Nutr*, 92: 1257-64.
- Dil, M.** 2015. Sazan Balıkları Üzerinde Morfometrik Araştırmalar Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Dun, SL., Lyu, R. M., Chen, Y. H., Chang, J. K., Luo, J. J., Dun, N. J.**, 2013. Irisin-immunoreactivity in neural and non-neural cells of the rodent. *Neuroscience*, 240:155-62.
- Elsen, M., Raschke, S., Eckel, J.**, 2014. Browning of white fat: does irisin play a role in humans? *Journal of Endocrinology*. 222: R25-R38.
- Erickson, H.P.**, 2013. Irisin and FNDC5 in retrospect: an exercise hormone or a transmembrane receptor?. *Adipocyte*, 2: 289-93.
- Ferrer-Martínez, A., Ruiz-Lozano, P., Chien, K.R.**, 2002. Mouse PeP: a novel peroxisomal protein linked to myoblast differentiation and development. *Developmental Dynamics*, 224(2): 154-67.
- Geldiay, R. ve Balık, S.** 1999. Türkiye Tatlı Su Balıkları. Ege Üniversitesi Basım Evi. Bornova -İzmir. 231-245.

- Gouni-Berthold I, Berthold HK, Huh JY, Berman R, Spenrath N, Krone W, Mantzoros CS,** 2013. Effects of Lipid-Lowering Drugs on Irisin in Human Subjects In Vivo and in Human Skeletal Muscle Cells Ex Vivo. *Plos One*, 8: e72858.
- Hecksteden A, Wegmann M, Steffen A, Kraushaar J, Morsch A, Ruppenthal S.,** 2013. Irisin and exercise training in humans—results from a randomized controlled training trial. *BMC Medicine*, 11: 235.
- Hee Park K, Zaichenko L, Brinkoetter M, Thakkar B, Sahin-Efe A, Joung KE et al.** 2013. Circulating irisin in relation to insulin resistance and the metabolic syndrome. *Journal Clin Endocrinol Metab*, 98(12): 4899-907.
- Hofmann T, Elbelt U, Ahnis A, Kobelt P, Rose M, Stengel A.** 2014. Irisin levels are not affected by physical activity in patients with anorexia nervosa. *Front Endocrinol (Lausanne)*; 4:202.
- Huh, J. Y., Panagiotou, G., Mougios, V., Brinkoetter, M., Vamvini, M. T., Schneider, B. E., Mantzoros C. S.,** 2012. FNDC5 and irisin in humans. I. Predictors of circulating concentrations in serum and plasma and II. mRNA expression and circulating concentrations in response to weight loss and exercise. *Metabolism*; 61:1725-38.
- Huh, J.Y., Dincer, F., Mesfum, E., Mantzoros, C.S.,** 2014. Irisin stimulates muscle growth-related genes and regulates adipocyte differentiation and metabolism in humans. *Int J Obes*, 38: 1538-44.
- İnci, A ve Aypak, S. Ü.** 2016. İrisin ve Metabolik Etkileri. *Türkiye J Klinikleri Endocrin*, 11:15-21.
- Köprücü, S. ve Algül S.,** 2015. Comparatively examining of the apelin-13 levels in the *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) and *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758). *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 99:210-4.
- Kraemer, R. R., Shockett, P., Webb N. D., Shah, U., Castracane V. D.,** 2014. A transient elevated irisin blood concentration in response to prolonged, moderate aerobic exercise in young men and women. *Horm Metab Res*, 46: 150-4.

- Liu, J.J., Wong, M.D., Toy, W.C., Tan, C.S., Liu, S., Ng, X.W.,** 2013. Lower circulating irisin is associated with type 2 diabetes mellitus. *J Diabetes Complications*, 27(4): 365-9.
- Lopez-Legarrea P, De La Iglesia R, Crujeiras AB, Pardo M, Casanueva FF, Zulet MA.,** 2014. Higher baseline irisin concentrations are associated with greater reductions in glycemia and insulinemia after weight loss in obese subjects. *Nutrition & Diabetes*, 4(2): e110.
- Lutz, G.J. ve Lieber, R.L,** 1999. Skeletal Muscle Myosin II Structure and Function. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 27: 63-78.
- Mahajan, R. D. and Patra, S. K.,** 2013. Irisin, a Novel Myokine Responsible for Exercise Induced Browning of White Adipose Tissue *Indian J ClinBiochem*. 28: 102–103.
- Matson ve Riple, 1989,** Metomidate a better anaesthetic for cod (*Gadus morhua*) in comparison with benzocain, MS-222, chloro butanol and phenoxethanol. *Aquaculture*, 83, 89-94.
- Moreno-Navarrete, J. M., Ortega, F., Serrano, M., et al.** Irisin is expressed and produced by human muscle and adipose tissue in association with obesity and insulin resistance, *J Clin Endocrinol Metab* 2013., 98:E769-78.
- Özçelik, O., Algül, S., Deniz, M., Baydaş, F., Tan, F.** 2017. Sabah ve Gece Yapılan Aerobik Egzersizin Antrenmanlı Deneklerde Serum İrisin Düzeyine Etkilerinin Belirlenmesi. *Genel Tıp Dergisi*. 27(1):1-5.
- Palacios-González B, Vadillo-Ortega F, Polo-Oteyza, E, Sánchez T, Ancira-Moreno M, Romero-Hidalgo S et al.** 2015. Irisin levels before and after physical activity among school-age children with different BMI: A direct relation with leptin. *Obesity*, 23(4): 729-32.
- Panagiotou, G. Mu, L. Na, B. Mukamal , K. J. Mantzoros, C. S.,** 2014. Circulating irisin, omentin-1, and lipoprotein subparticles in adults at higher cardiovascular risk. *Metabolism Clinical And Experimental* 63: 1265 – 1271.

- Pardo, M. Crujeiras, A. B. Amil, M. Aguera, Z. Jiménez-Murcia, S. Baños, R. Botella, C. Torre, R. Estivill, X. Fagundo, A.B. Fernández-Real, J.M. Fernández-García, J.C. Frühbeck, G. Gómez-Ambrosi, J. Rodríguez, R. . Tinahones, F. J. Fernández-Aranda, F. Casanueva, F. F.** 2014. Association of Irisin with Fat Mass, Resting Energy Expenditure, and Daily Activity in Conditions of Extreme Body Mass Index. Hindawi Publishing Corporation International Journal of Endocrinology. ID 857270, 9.
- Pardo, M., Roca-Rivada, A., Seoane, L.M.,** 2012. Casanueva, “Obesidomics: contribution of adipose tissue secretome analysis to obesity research,” *Endocrine*. 41: 374–383.
- Park, A. J. ve Bloom, S. R.,** 2005. Neuro endocrine control of food in take. *Curr. Opin. Gastroenterol*. 21: 228–233.
- Pedersen, B. K.** 2013. Muscle as a secretory organ. *Comp Physiol*, 3(3): 1337–62.
- Pedersen, B.K., and Febbraio, M.A.,** 2012. Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. *Nature Reviews Endocrinology*. 8, 457–465.
- Pekkala S, Wiklund PK, Hulmi JJ, Ahtiainen JP, Horttanainen M, Pollanen E, et al.** 2013. Are skeletal muscle FNDC5 gene expression and irisin release regulated by exercise and related to health? *J Physiol*. 591(21):5393—400.
- Petit, G., Beauchaud, M., Attia, J. ve Buisson, B.,** 2003. Food in take and growth of large mouth bass (*Micropterus salmoides*) held under alternated light/dark cycle (12L/12D) or exposed to continuous light. *Aquaculture*. 228: 397– 401.
- Polyzos, S.A. Kountouras, J. Anastasilakis, A.D. Geladari, E.V. Mantzoros, C.S.,** 2013. Irisin In Patients With Nonalcoholic Fatty Liver Disease. *Metabolism*, 63:207-17.
- Rana KS, Arif M. Hill EJ, Aldred S, Nagel DA, Nevil A, Randeva HS, Bailey CJ, Bellary S, Brown JE,** 2014. Plasma irisin levels predict telomere length in healthy adults. *AGE*. 36:995–1001.
- Raschke S, Elsen M, Gassenhuber H, Sommerfeld M, Schwahn U, Brockmann B, et al.** 2013. Evidence against a beneficial effect of irisin in humans. *Plos One*, 8:e73680.

- Reinehr, T., Elfers, C., Lass, N., Roth, C.L.,** 2015. Irisin and its relation to insulin resistance and puberty in obese children: a longitudinal analysis. *J Clin Endocrinol Metabolism*, 100: 2123-30.
- Roca-Rivada A., Castelao, C., Senin, L. L., Landrove, M. O., Baltar, J., Belen, C., et al.** FNDC5/irisin is not a myokine but also an adipokine. *PLoS ONE* 2013;8:e60563.
- Ruchala, M., Zybek, A., Szczepanek-Parulska, E.,** 2014. Serum irisin levels and thyroid function--newly discovered association. *Peptides* 60: 51–55.
- Sammons, M. F. and Price, D.A.,** 2014. Modulation of adipose tissue thermogenesis as a method for increasing energy expenditure. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters* 24: 425–429
- Schumacher, M.A., Chinnam, N., Ohashi, T., Shah, R.S., Erickson, H.,** 2013. The structure of irisin reveals a novel intersubunit β -sheet fibronectin type III (FNIII) dimer; implications for receptor activation. *J Biol Chem*. 288:33738-44.
- Seo, D.Y., Kwak, H.B., Lee, S.R., Cho, Y.S., Song, I.S., Kim, N., Bang, H.S., Rhee, B.D., Ko, K.S., Park, B.J., Han, J.,** 2014. Effects of aged garlic extract and endurance exercise on skeletal muscle FNDC-5 and circulating irisin in high-fat-diet rat models. *Nutrition Research and Practice*, 8:177-182.
- Soylu, M.,** 1998. Sazan Üretimi. Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi Matbaa Birimi. s. 61. İstanbul.
- Sökmenler, S.,** 1988. Türkiye’de Kültür Balıkçılığı. Su Ürünleri Semineri, İstanbul Ticaret Odası, 21, 95-107.
- Stengel, A., Hofmann, T., Goebel-Stengel, M., Elbelt, U., Kobelt, P., Klapp, BF.** 2013. Circulating levels of irisin in patients with anorexia nervosa and different stages of obesity--correlation with body mass index. *Peptides* 39:125-30.
- Strader, A.D. and Woods, S.C.,** 2005. Gastrointestinal hormones and food intake. *Gastroenterology*. 128, 175-191.

- Tanisawa, K., Taniguchi, H., Sun, X., Ito, T., Cao, Z.B., Sakamoto, S., Higuchi, M.,** 2014. Common single nucleotide polymorphisms in the FNDC5 gene are associated with glucose metabolism but do not affect serum irisin levels in Japanese men with low fitness levels. *Metabolism*. 63:574–583.
- Teufel, A., Malik, N., Mukhopadhyay, M., Westphal, H.,** 2002. Frbp1 and Frbp2, two novel fibronectin type III repeat containing genes. *Gene*, 297: 79-83.
- Timmons, J.A., Baar, K., Davidsen, P.K., Atherton, P.J.,** 2012. Is irisin a human exercise gene? *Nature*; 488:E9–10, discussion E10-1.
- Uğurlu, S. ve Polat, N.** 2007. Samsun İli Tatlı Su Kaynaklarında Yaşayan Egzotik Balık Türleri. *Journal of Fisheries Sciences*. com. 1 (3): 139-151.
- URL-1,** 2014. <http://caltagmedsystems.blogspot.com.tr/2014/03/irisin-exercise-induced-hormone.html>. Irisin: An Exercise-induced hormone secreted by skeletal muscles. 6 Mart 2014.
- 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. *Eur J Endocrinol*, 169(6): 829-34.
- Van Marken Lichtenbelt, W. D., Vanhommerig, J. W., Smulders NM, Drossaerts JM, Kemerink GJ, Bouvy ND et al.** 2009. Cold-activated brown adipose tissue in healthy men. *N Engl J Med*, 360: 1500-8.
- Viitasalo A, Ågren J, Venäläinen T, Pihlajamäki J, Jääskeläinen J, Korkmaz A et al.** 2015. Association of plasma fatty acid composition with plasma irisin levels in normal weight and overweight/obese children. *Pediatr Obes*, 11(4): 299-305.
- Volkoff, H. ve Wyatt, J.L.,** 2009. Apelin in goldfish (*Carassius auratus*): Cloning, distribution and role in appetite regulation. *Peptides*. 30(8):1434-1440.
- Volkoff, H.,** 2006. The role of neuropeptide Y, orexins, cocaine and amphetamine-related transcript, cholecystokinin, amylin and leptin in there gulation of feding in fish. *Comp. Biochem. Physiol. A*. 144: 325–331.

- Volkoff, H., Canosa, L.F., Unniappan, S., Cerda-Reverter, J.M., Bernier, N.J., Kelly, S.P., Peter, R.E.,** 2005. Neuropeptides and the control of food intake in fish. *Gen. Comp. Endocrinol.* 142: 3–19.
- Xiong, X.Q., Chen, D., Sun, H.J., Ding, L., Wang, J.J., Chen, Q.,** 2015. FND5 overexpression and irisin ameliorate glucose/lipid metabolic derangements and enhance lipolysis in obesity. *Biochim Biophys Acta*, 1852(9): 1867-75.
- Yamamoto, T., Shima, T., Furuita, H., Suzuki, N.,** 2002. Influence of feeding diets with and without fish meal by hand and by self-feeders on feed intake, growth and nutrient utilization of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. 214: 289–305.
- Yılmaz, M. ve Gül, A.,** 2002. Hirfanlı Baraj Gölü (Kırşehir)’nde Yaşayan *Cyprinus carpio* L., 1758’nun Üreme Özellikleri. *G. Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi* Cilt 22: Sayı 1, 25-3.
- Zhang, H.J., Zhang, X.F., Ma, Z.M., Pan, L.L., Chen, Z., Han, H.W., Han, C.K., Zhuang, X.J., Lu, Y., Li, X.J., Yang, S.Y., Li, X.Y.,** 2012. Irisin is inversely associated with intrahepatic triglyceride contents in obese adults. *Journal Of Hepatology*. 59:557-62.

ÖZGEÇMİŞ

Elazığ ilinde 1989 yılında doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Elazığ’ da tamamladım. 2010-2014 yılları arasında Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi’ni birincilikle tamamladım. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı’nın Balık Hastalıkları Dalı’nda, 2014 yılı Eylül döneminde yüksek lisans eğitimime başladım. Yabancı dilim İngilizcedir.

HATİCE YILDIRIM

