

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**HEXAMİTİASİZ'İN, GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) LARVALARININ METABOLİZMASINA, BÜYÜMESİNE VE İNFEKSİYÖZ PANKREATİK NEKROSİZ VİRÜSÜ (İPNV) 'NE DİRENCİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bal. Tek. Müh. Recep PARLAK**

**HAZİRAN 2011  
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**HEXAMİTİASİZ'İN, GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) LARVALARININ METABOLİZMASINA, BÜYÜMESİNE VE İNFEKSİYÖZ PANKREATİK NEKROSİZ VİRÜSÜ (IPNV) 'NE DİRENCİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Bal. Tek. Müh. Recep PARLAK**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
"BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ YÜKSEK MÜHENDİSİ"  
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20.05.2011  
Tezin Savunma Tarihi : 16.06.2011**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hamdi ÖĞÜT**

**Trabzon 2011**

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalında  
Recep PARLAK tarafından hazırlanan

**HEXAMİTİASİZ'İN, GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) LARVALARININ METABOLİZMASINA, BÜYÜMESİNE VE İNFEKSİYÖZ PANKREATİK NEKROSİZ VİRÜSÜ (IPNV) 'NE DİRENCİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 24/ 05 / 2011 gün ve 1406 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 16 / 06 / 2011 tarihinde yapılan sınavda

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

olarak kabul edilmiştir.

**Jüri Üyeleri**

**Başkan : Prof. Dr. Hamdi ÖĞÜT** .....

**Üye : Prof. Dr. Hikmet KARAÇAM** .....

**Üye : Doç. Dr. Bilal KUTRUP** .....

**Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ**

**Enstitü Müdürü**

## ÖNSÖZ

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmış ve K.T.Ü. Bilimsel Araştırma Fonu tarafından 2007.117.001.1 numaralı proje ile desteklenmiştir. Çalışmanın deneysel aşamaları Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Prof. Dr. İbrahim OKUMUŞ Araştırma ve Uygulama Ünitesinde bulunan Balık Hastalıkları Islak laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın yürütülebilmesi için gerekli malzemelerin temininde sağladığı desteklerden dolayı KTÜ Bilimsel Araştırma Fonu'na; yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek, gerek konu seçimi ve çalışma materyallerinin temininde, gerekse çalışmaların yönlendirilmesi ve değerlendirilmesinde ilgi ve yardımını esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Hamdi ÖĞÜT'e; çalışmalarım esnasında desteklerini esirgemeyen Cemil ALTUNTAŞ, Serkan KORAL, Levent KOBAN, Hakan KALMIŞ, Tunç ÖZDEMİR, Nihat GÜNDÜZ ve diğer tüm arkadaşlarıma ve ayrıca tüm hayatım boyunca maddi ve manevi her konuda bana destek olan aileme, teşekkürü borç bilirim.

Recep PARLAK

Trabzon 2011

## TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Hexamitiasiz’in, gökkuşuğı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792)’ nın Metabolizmasına, Büyümesine ve İnfeksiyöz Pankreatik Nekrosiz Virüsü (İPNV) ‘ne Direncine Etkilerinin Belirlenmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Hamdi ÖĞÜT‘ün sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 16/06/2011

Recep PARLAK

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ .....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET .....	VII
SUMMARY .....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş .....	1
1.2. <i>Hexamita salmonis</i> .....	4
1.3. IPN (İnfeksiyöz Pankreatik Necrosiz) Virüsü .....	6
1.4. Metabolizma ve Metabolik Aktivite Ölçümü .....	7
1.5. Gökkuşığı Alabalığı ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ).....	9
1.6. Çalışmanın Amacı.....	11
2. MATERYAL VE METOT.....	12
2.1. Birinci Aşama .....	12
2.1.1. Balık Temini .....	12
2.1.2. Tedavi Deneyi.....	13
2.1.3. Bulaştırma Deneyi .....	15
2.2. İkinci Aşama .....	16
2.2.1. Ağırlık Ölçümleri .....	16
2.2.2. Metabolizma Ölçümleri.....	17
2.3. Üçüncü Aşama.....	18
3. BULGULAR .....	20
3.1. Hexamitiasiz'in Büyüme Üzerindeki Etkisi .....	20
3.1.1. Tedavi Deneyi Büyüme Verileri.....	20
3.1.2. Bulaştırma Deneyi Büyüme Verileri .....	22
3.2. Metabolizma Ölçümleri .....	23
3.2.1. Tedavi Deneyi Metabolizma Verileri .....	23
3.2.2. Bulaştırma Deneyi Metabolizma Verileri.....	24
3.3. Virüs ve Parazit Yoğunlukları .....	25

3.3.1.	Tedavi Deneyi Virüs ve Parazit Verileri .....	25
3.3.2.	Bulaştırma Deneyi Virüs ve Parazit Verileri .....	26
4.	TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	28
4.1.	<i>H. salmonis</i> ve Ağırlık Artışı.....	28
4.2.	<i>H. salmonis</i> ve Metabolizma Hızı.....	29
4.3.	<i>H. salmonis</i> ve İPNV Replikasyonu .....	30
5.	KAYNAKLAR.....	31
ÖZGEÇMİŞ		

ÖZET

HEXAMİTİASİZ'İN, GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) LARVALARININ METABOLİZMASINA, BÜYÜMESİNE VE İNFEKSİYÖZ PANKREATİK NEKROSİZ VİRÜSÜ (IPNV) 'NE DİRENCİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Recep PARLAK

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Hamdi ÖĞÜT  
2011, 36 Sayfa

Hexamitiasiz'in gökkuşığı alabalığı larvaları üzerindeki etkilerinin ve IPN virüsü ile ilişkisinin belirlenmesi amacıyla, *Hexamita salmonis* ile enfeste ve *H. salmonis*'ten arınık iki grup gökkuşığı alabalığı larvaları üzerinde deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar: 'Bulaştırma deneyi' (sağlıklı grup balıklara 10'ar günlük periyotlarla parazit bulaştırılması) ve 'Tedavi deneyi' (parazitli grup balıkların 1'er haftalık periyotlarla tedavi edilmesi) olmak üzere iki farklı yoldan gerçekleştirildi.

Elde edilen sonuçlar, tedavi deneyinde *H. salmonis* parazitine daha uzun süre maruz kalan gökkuşığı alabalığı larvalarının ağırlık ortalamalarının daha düşük; metabolizma hızlarının da daha yavaş olduğunu göstermiştir. Bulaştırma deneyinde ise parazite maruz kalan balıkların ağırlık ortalamaları kontrol grubundan düşük çıkmıştır. Daha uzun süre parazite maruz kalmış bulaştırma gruplarının metabolizma hızlarının da düşük olduğu belirlendi. Gerek tedavi deneyi gerek de bulaştırma deneyi ağırlık ve metabolizma değerlerinde görülen farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı görüldü.

*H. salmonis*'in, gökkuşığı alabalığı larvalarını İPN virüsüne karşı hassaslaştırıp hassaslaştırmadığının belirlenmesi için yapılan deneysel İPNV bulaştırmasından elde edilen sonuçlara göre *H. salmonis* ile enfeste olan ya da olmayan; daha uzun ya da daha kısa süre bu parazite maruz kalan balıkların, taşıdıkları İPN virüsü miktarı bakımından bir farklılık sergilemediği belirlendi.

**Anahtar Kelimeler:** *Hexamita salmonis*, Gökkuşığı alabalığı, *Oncorhynchus mykiss*, İPNV, Metabolizma, Oksijen tüketimi



Master Thesis

## SUMMARY

Effect Of Hexamitiasiz On The Metabolic Rate And Growth of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) Larvae, And relationship between *H.salmonis* and Infestious Pancreatic Necrosiz Virus (IPNV)

Recep PARLAK

Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Fisheries Technology Engineering Graduate Program  
Supervisor: Prof. Hamdi ÖĞÜT  
2011, 36 Pages

This study was aimed to determine the effect of Hexamitiasiz on rainbow trout and relationship between *Hexamita salmonis* and IPNV (Infectious Pancreatic Necrosis Virus). The experimental studies were performed on two different groups: “Infested with *H. salmonis*” and “uninfested with *H. salmonis*”. There was two test: one is the “Transmission experiment ”, the other is “Treatment experiment”. Transmission period was consecutive 10 days for each group and treatment period was 7 days.

Result of the “Treatment experiment” showed that rainbow trout larvae exposed to *H. salmonis* longer , remained smaller and their metabolic rate was slower. At the transmission experiment, infested groups had lower weight avarages than control group. Also metabolic rates of earlier infested groups was slower than control and later infested groups. There is no significant difference between both treatment and transmission experiment results in terms of weight and metabolic rate.

Groups of both experiment, challenged with IPNV to determine whether *H. salmonis* makes rinbow trout susceptible to IPNV. And collected data showed that there is no significant difference between larvae exposed *H. salmonis* longer or shorter periods.

**Key Words:** *Hexamita salmonis*, Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, IPNV, Oxygen consumption, Metabolism

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 1. Türkiye’de yetiştiricilik ve avcılık yoluyla elde edilen balık üretim miktarları.....	2
Şekil 2. Gökkuşığı alabalığı genel görünümü.....	9
Şekil 3. Türkiye, toplam yetiştiricilik üretimi ve alabalık üretimi miktarları.....	10
Şekil 4. Tedavi deneyi iş akış şeması .....	14
Şekil 5. Bulaştırma deneyi iş akış şeması.....	16
Şekil 6. Metabolik aktivite ( oksijen tüketimi ) ölçüm sistemi.....	17
Şekil 7. Tedavi grupları ağırlık (g) değişimleri .....	21
Şekil 8. Tedavi grupları, deney sonu ağırlık ortalamaları .....	22
Şekil 9. Bulaştırma grupları ağırlık değişimleri .....	23
Şekil 10. Tedavi grupları ortalama ağırlıklarına göre ortalama oksijen tüketimleri .....	24
Şekil 11. Bulaştırma grupları ortalama ağırlıklarına göre ortalama oksijen tüketimleri .....	25
Şekil 12. Tedavi grupları Sitopatik etki ( SPE ) takibi .....	26
Şekil 13. Bulaştırma deneyi gruplarındaki virüs çoğalma oranları .....	26
Şekil 14. Bulaştırma deneyi gruplarındaki ortalama parazit yoğunlukları .....	27

## TABLÖLAR DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Tablo 1. <i>Hexamita salmonis</i> ' in taksonomisi .....	4
Tablo 2. Tedavi grupları ve grup tanımları .....	14
Tablo 3. Bulaştırma grupları ve grup tanımları .....	15
Tablo 4. Tedavi grup ağırlık (g) değişimleri .....	20
Tablo 5. Bulaştırma grupları ağırlık (g) değişimleri.....	22

## 1. GENEL BİLGİLER

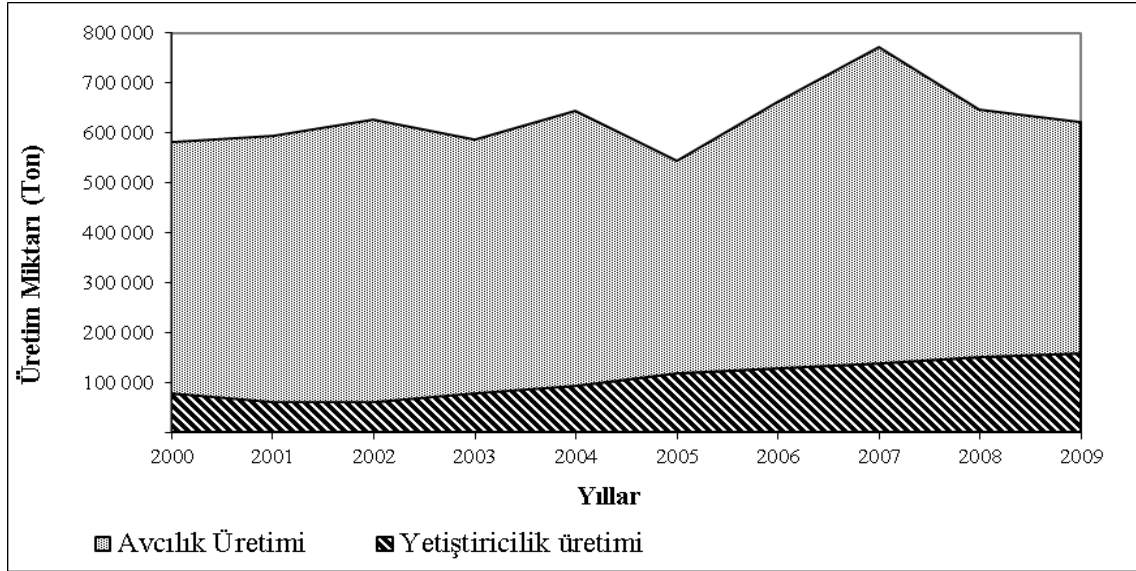
### 1.1. Giriş

Değerli bir protein kaynağı olan balık eti ve diğer su ürünleri, tüm esansiyel aminoasitleri içermesi ve yüksek biyolojik değere sahip olmaları bakımından insan beslenmesinde son derece önemlidir (Huss, 1995).

Su ürünlerinin genel olarak avcılık yoluyla elde edilmesi ve sucul ortamların kirletilmesi gibi nedenlerden dolayı sucul kaynaklar giderek durağanlaşarak ihtiyacı karşılamayacak hale gelmiştir. Son yıllarda sucul kaynakların sürekliliğinin sağlanması amacıyla, yeni avcılık politikaları geliştirilmiş ve su ürünleri yetiştiriciliği ön plana çıkarılmıştır (Çelikkale vd., 1999; Sidhu, 2003; Yıldız, 2008). Dünya besin gereksiniminin önemli bir kısmını karşılayan ve temel bir endüstri niteliğine sahip olan su ürünleri yetiştiriciliği, 1970'li yıllardan itibaren tüm dünyada hızlı bir gelişim göstererek, Gıda ve Tarım Örgütü (FAO: Food and Agriculture Organization) tarafından dünyada en hızlı büyüyen gıda sektörü olarak belirlenmiştir (FAO, 2006).

Su ürünleri yetiştiriciliği, dünya balıkçılık üretiminin yaklaşık % 36'sını karşılamakta ve yılda % 10'dan daha fazla artarak büyümektedir (Davenport vd., 2003). Ülkemizde, 2009 yılında, yaklaşık 464 bin tonu avcılıkla, 159 bin tonu yetiştiricilikle olmak üzere toplam 623 bin ton su ürünleri üretilmiştir (Şekil 1). Bu üretimin yaklaşık % 61,12'i deniz balıklarından, % 7,13'ü diğer deniz ürünlerinden, % 6,29'u içsu ürünlerinden ve % 25,47'si yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir (TÜİK, 2010).

Üreticiler, üretim maliyetini düşürmek için birim hacim suda maksimum miktarda balık yetiştirmenin yollarını aramaktadır. Bu durum doğada daha geniş yaşam alanlarına sahip olan balıklarda stres nedeni olmakta ve ayrıca çoğu protozoanlar ve diğer ektoparazitler olan bir çok parazit için uygun şartları bünyelerinde barındırmaktadır. Bu da, doğal ortamda yaşayan balıklarda rastlanmayan kayıpların, yoğun şekilde yetiştiricilik ortamındaki balıklarda meydana gelmesine yol açmaktadır (Tokşen, 1999; Pylkkö vd., 2006). Dolayısı ile yetiştiricilikte, üretimi kısıtlayan etkenlerin başında çeşitli hastalıklar gelmektedir.



Şekil 1. Türkiye’de yetiştiricilik ve avcılık yoluyla elde edilen balık üretim miktarları (TUİK, 2010)

Hastalıklar, balık ölümlerine neden olmaları yanında ürün kalitesini düşürerek üretim maliyetini arttırmaları bakımından da önemlidirler. Hem mevcut kayıpları en aza indirmede hem de üretimin giderek yoğunlaşmasından kaynaklanabilecek yeni kayıpları engellemde hastalıklarla mücadele büyük önem arz etmektedir. Yetiştiricilik yolu ile balık üretiminin artmasında en önemli sınırlayıcı faktör olan hastalıkların neden olduğu kayıpların minimuma indirilmesi için hastalıklarla mücadele edilmektedir (Craig vd., 1997).

Balık dış ve iç parazitleri ekonomik bağlamda önemli miktarda kayıplardan sorumludurlar (Kreier ve Baker, 1987; Durborow, 1998; Scholz, T. 1999; Al-Rasheid, 2000; Öğüt, 2005). Benzer olarak ülkemizde de alabalık kültür havuzlarında larvaların neredeyse %50’si paraziter enfeksiyonlar nedeni ile kaybedilmektedir (Dörücü ve Mutlu, 2008). Paraziter enfeksiyonların; balık ölümlerine, tek başlarına mı yoksa balığı ikincil bir enfeksiyona karşı daha hassas hale getirmek suretiyle mi neden oldukları araştırmalara konu olmaktadır.

Bazı mikroorganizmalar tek başlarına önemli bir hastalığa sebep olamazken diğer bir patojen ile birlikte ciddi problemlere sebep olabilirler (Smith, 1982). Bu nedenden dolayı birçok çalışmada, parazitlerin balıkları bakteri gibi ikincil bir enfeksiyona karşı daha hassas hale getirmedeki muhtemel rolü üzerinde durulmaktadır (Cusack ve Cone, 1986; Busch vd. 2003; Pylkkö vd. 2006; Sitja-Bobadilla vd. 2006; Bandilla vd. 2006; Evans vd. 2007 ve Seppala vd. 2009).

İkincil enfeksiyona duyarlılığı arttırma direkt ve indirekt olabilir. Direkt rolde parazit, deride bakteriye giriş yolu olabilecek yaralanmalara sebep olabilir ya da bakteri için bir taşıyıcı vazifesi görebilir. Endirekt rolde ise parazit, canlının bağışıklık sistemini zayıflatarak, onu bakteriyel enfeksiyonlara karşı daha hassas hale getirmiş olur (Bandilla vd., 2006).

Bandilla vd., (2006) yaptığı çalışmada bir dış parazit olan *Argulus coregoni* ile *Flavobacterium columnare* bakterisinin etkileşimini araştırmıştır ve *A. coregoni* ile enfeste gökkuşağı alabalıklarının *F. columnare* bakterisine karşı daha hassas hale geldiğini tespit etmiştir. Busch vd., 2003 ise gyrodactylidler gibi alabalık çiftliklerinde yaygın olan dış parazitlerin alabalıkları *Flavobacterium psychrophilum* bakterisine karşı daha hassas hale getirdiğini ifade etmiştir.

Pylkkö vd., (2006), balıklarda katarakta sebep olan *Diplostomum spathaceum* parazitinin enfekte ettiği balıkları bakteriyel enfeksiyonlara karşı hassas hale getirdiğini bildirmişlerdir. Cattadori vd., (2007), Myxoma virüsünün tavşanları *Trichostrongylus retortaeformis* nematoduna karşı hassas hale getirdiğini bildirmiştir.

Xu vd. (2007), *Gyrodactylus niloticus* ile enfekte olan ve olmayan Nil tilapialarını *Streptococcus iniae* ile deneysel enfeksiyona tabi tutmuş ve ikili enfeksiyona tabi kalmış grubun ölüm oranının (%42,2), yalnız *S. iniae* ile enfekte grubun ölüm oranından (%6,7) fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Xu vd. (2009) ise Nil tilapialarında, *Ichthyophthirius multifiliis* enfeksiyonunu izleyen *S. iniae* enfeksiyonunun neden olduğu ölüm oranının (%88'e kadar) yalnız *S. iniae* ya da yalnız *I. multifiliis* enfeksiyonlarından kaynaklanan ölüm oranlarından (<%20) yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Busch vd., (2003)'e göre gökkuşağı alabalıklarını, laboratuvar ortamında *F. psychrophilum* ile enfekte etmede daldırma yöntemi etkin değildir ve bulaştırma ancak aşılama ile gerçekleştirilebilmektedir. Bu sebepten dolayı doğal ortamdaki enfeksiyonlarda balığı *F. psychrophilum*'e karşı hassas hale getiren bir etken olarak *Gyrodactylus derjavini* düşünülmüştür. Fakat yapılan denemeler sonunda *G. derjavini*'nin *F. psychrophilum* enfeksiyonunun etkisini arttırdığına dair bir bulguya rastlanmamıştır.

Yapılan bir çalışmada (Johansen ve Sommer, 2001) İPNV ile enfekte olan ve İPNV'den arınık Somon balıkları (*Salmo salar*), *Vibrio salmonicida* ile deneysel enfeksiyona tabi tutulmuş ve ikili enfeksiyona (İPNV ve *V. salmonicida*) maruz kalan balıklarda hem ölümler daha erken başlamış hem de ölüm oranı daha yüksek gerçekleşmiştir. Aynı çalışmada ikincil enfeksiyon olarak *V. salmonicida* yerine İSAV

(İnfeksiyöz Salmon Anemisi Virüsü) kullanıldığında ise ikili enfeksiyona tabi tutulan grubun (İPNV ve İSAV) ölüm oranının yalnız İSAV ile enfekte edilen gruba göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Devam eden İPNV enfeksiyonu, İnfeksiyöz salmon anemisi gelişimine karşı koruma sağlamıştır.

## 1.2. *Hexamita salmonis*

*Hexamita salmonis* (Moore,1922), 5–20 µ boylarında (kamçıları hariç) (Noga, 2010) diplomonidae ailesine mensup kamçılı bir bağırsak ve safra kesesi parazitidir. Diplomonadlar çoğunlukla oksijensiz ya da düşük oksijenli ortamlarda bulunan tek hücreli kamçılı grubudur (Keeling ve Brugerolle, 2006). *H. salmonis*, Diplomonadida takımının Hexamitidae ailesindedir (Tablo 1)

Tablo 1. *Hexamita salmonis*' in taksonomisi (Jones ve diğ., 1997)

Alem	PROTİSTA
Alt alem	PROTOZOA
Şube	Sarcomastigophora
Alt şube	Mastigophorids (Kamçılılar)
Sınıf	Zoomastigophorea
Takım	Diplomonadida
Aile	Hexamitidae
Cins	<i>Hexamita</i>
Tür	<i>Hexamita salmonis</i>

Diplomonad kamçılılar, deniz kabuklularını, balıkları, amfibileri, sürüngenleri, kuşları ve memelileri enfekte ederler. Salmonidler, çiklitler ve gadidae familyası üyeleri başta olmak üzere birçok deniz ve tatlı su balıklarında hem yetiştiricilik ortamında hem de doğal ortamda görülürler. Ayrıca Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika'da, soğuk, ılık ve hatta sıcak su ortamlarında rapor edilmişlerdir(Woo ve Poynton 1995). Ülkemizde ise her ne kadar bir yayında 2009 yılında ilk kez rapor edildiği (Kayis vd., 2009) iddia edilse de bu parazit ile ilgili Türkiye'deki ilk çalışma, Öğüt ve Akyol'un 2005 yılında yapmış olduğu, Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki 4 farklı işletmede *H. salmonis*'in yayılım ve kontrolünü

rapor eden çalışmadır (Öğüt ve Akyol, 2005). Kamçılı bir barsak paraziti olan *H. salmonis*, sıksa kalmış ya da stresli balıklardan izole edilmiştir (Noga, 2010).

*H. salmonis* parazitinin bulaşması, su ortamında bulunan *H. salmonis* kistlerinin balık tarafından yutulması şeklinde gerçekleşir (Olsen, 1986). Bölünerek çoğalırlar ve kist oluştururlar. Ağır enfeksiyon durumlarında parazitin, konakçı ile bağırsakta bulunan besin için rekabet ettiği ve böylece balığın normal büyümesini engellediği düşünülmektedir (Yasutake vd., 1961). Alabalık çiftliklerindeki yavru alabalık ölümleriyle ilişkilendirilirler (Ferguson 1979; Öğüt ve Akyol, 2005; Allison, 1963; Bregnballe, 1963). Daha önceleri herhangi bir patolojik bulgu ortaya konulamaması yavru ölümleri ile ilişkilendirmeyi tartışmalı hale getirirse de Timur vd. (2009) gökkuşağı alabalıklarında hexamitiasiz kaynaklı patolojik bulgular rapor etmişlerdir.

Becker, (1977) ve Vickerman, (1989), uygun olmayan besleme, besin değişikliği, sudaki oksijen içeriğinin düşük olması ve farklı boylardaki balıkların bir arada tutulmasının parazit miktarını artırıcı faktörler olduğunu rapor etmişlerdir. Diğer yandan Öğüt ve Akyol, (2005) sudaki nitrat miktarı ve yüksek oksijen seviyelerinin *H. salmonis* yoğunluğunu artırıcı etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. *H. salmonis*'in maksimum çoğalma gösterdiği sıcaklık 5–7 °C aralığıdır. Doğu Karadeniz bölgesinde Aralık ayından Ağustos ayının sonlarına kadar görülmektedir. Yapılan bir çalışmada su sıcaklığının 6–13 °C olduğu Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında görülen yüksek ölümlerin ana sebebi Hexamitiasiz olarak belirlenmiştir (Öğüt ve Akyol, 2005). Yine Öğüt ve Akyol (2005)'un tespitlerine göre parazit düşük sıcaklıklarda enfekte ettiği konakçıda sayısını artırmakta, sıcaklığın artması ile başka konakçılara yayılmakta ve nihayetinde 12 °C su sıcaklığında yoğun balık ölümleri gerçekleşmektedir.

*H. salmonis*'in teşhisi, taze alınmış bağırsak içeriğinin mikroskopta incelenmesiyle ve ya histopatolojik incelemeyle yapılır. Parazitler spiraller çizerek hareket ederler ve ağır enfeksiyonlarda gözden kaçmayacak kadar fazla sayıdadırlar. Histopatolojik incelemede ise bağırsak epitelyum dokusunun histolojik kesitlerinde parazitin karakteristik olan anterior kısmındaki çift çekirdekleri kolaylıkla fark edilir (Timur vd., 2009). Hasta balıklar oldukça zayıftır (Naich ve Nilgees, 1992), kararmıştır ve karın şişmiş olabilir. Bağırsakta mukus benzeri sarı madde bulunur (Klinger ve Floyd, 2002). *H. salmonis*'in, balığın barsak mukozal epitelyumunda şiddetli doku ölümleri ve iltihaplanmalara sebep olduğu ve bunun sonucu olarak bağırsak duvarında işlev bozukluğu meydana geldiği tespit edilmiştir (Timur vd., 2009).



Tojo ve Santamarina (1998) gökkuşağı alabalıklarında hexamitiasiz tedavisi için metronidazolu 5g metronidazol/kg yem olarak önermiş ve bu dozdaki ilacın 2 günde hexamitiasizi tedavi ettiğini rapor etmiştir. Ancak ilacın yüksek maliyetli olduğu da belirtilmiştir. Akvaryum balıklarında da (çiklitlerde) hexamitiasiz tedavisi için metronidazol önerilmiştir. Buna göre üç gün üst üste 5mg/L konsantrasyondaki çözeltide banyo şeklinde ya da 1 kg canlı ağırlığa 50 mg olacak şekilde hazırlanmış ilaçlı yemle beş gün üst üste tedavinin daha etkili olduğu rapor edilmiştir (Klinger ve Floyd, 2002).

### 1.3. İPN (İnfeksiyöz Pankreatik Necrosiz) Virüsü

Birnaviridae familyasının *akuabirnavirüs* genusuna ait olan İnfeksiyöz Pankreatik Nekrozis Virüsü (İPNV), son derece bulaşıcıdır. Genç salmonid balıklarda yüksek mortalite ile seyrederek ve önemli ekonomik kayıplara neden olur (Özkan-Özyer ve Çağırğan, 2008). Dünya çapında bir yayılıma sahiptir ve hemen hemen tüm Avrupa ülkelerinde izole edilmiştir (Reno, 1999). Bazı Avrupa ülkelerinde Salmonid yetiştiriciliği yapılan tesislerin tamamı İPNV ile enfektedir (Melby vd., 1991). İPNV, Türkiye'nin Doğu Karadeniz bölgesinde ve -bölgeler arası kontrolsüz balık transferi yapıyor olması nedeniyle- büyük olasılıkla diğer bölgelerinde de endemiktir (Öğüt, H; Yayınlanmamış veriler). İPN virüsünün 10 serotipi tanımlanmış olmasına rağmen hastalıklarla en çok ilişkili olanları 3 tanedir: Sp, Ab (klasik Avrupa serotipleri) ve VR-229 (klasik Amerikan serotipi) (Barja, 2004).

İPN hastalığı daha çok larva ve yavru hastalığı olarak değerlendirilir ve nadiren bir ve üstü yaşlardaki salmonidlerde görülür (Jarp vd., 1995; Smail vd., 1992; Wolf vd., 1960). Dünya çapındaki İPNV izolatları genel olarak İPN belirtisi göstermeyen bireylerden izole edilmiştir. İPNV ile enfekte balıkların imha edilmesi çoğunlukla tartışmalıdır ve müdahaleye bile gerek olmadığı düşünülmektedir (Reno, 1999).

İnfeksiyöz pankreatik nekrozis virüsünün identifikasyonu hücre kültüründe izolasyonu takiben immunolojik testler ile yapılmaktadır. Standart olarak kullanılan immünolojik testler: nötralizasyon testi, indirekt flüoresan antikor testi (IFAT) ve ELİSA'dır (Özkan-Özyer ve Çağırğan, 2008).

Genç salmonidlerdeki İPN enfeksiyonunun belirtileri; yem almada isteksizlik, dengesizleşme, spiraller çizerek yüzme, uyuşukluk ve ara ara şiddetli kasılmalarıdır. İPN ile enfekte balıklardan, daha hızlı büyümüş olan bireyler ilk ölenler olurlar. Renkte kararırma,

ağırlık kaybı ve anemi de hastalığın işaretlerindedir. (Candan, 2002). Ölümünün görülmediği durumlarda başka potansiyel etkiler olabilir. Asemptomatik olarak İPNV ile enfekte balıklarda; büyümede yavaşlama, üreme ve smoltifikasyonda bozulma ya da diğer balık hastalıklarına karşı daha savunmasız hale gelme görülür (Johansen and Sommer, 2001).

Türkiye’de ilk olarak 2002 yılında rapor edilen İPNV (Candan, 2002), endemiktir ve bu duruma neden olan faktörler henüz tam olarak çalışılmamıştır. Salmonidlerdeki İPNV hastalığının şiddeti; balığın türü, soyu ve yaşına (Reno, 1999; Silim vd., 1982) ve ayrıca iki kontrol edici faktöre (stres ve sıcaklık) bağlıdır (Dorson and Torchy, 1981; Hill, 1982). Dorson vd.,1978, yüksek su sıcaklıklarının İPNV replikasyonunu bastırıldığını bildirmiştir. Mümkün olduğu durumlarda sıcaklık İPN enfeksiyonunun kontrolünde önemli bir araç olarak kullanılabilir.

#### **1.4. Metabolizma ve Metabolik Aktivite Ölçümü**

Metabolizma, bağırsaktan emilen besin maddelerinin kullanılması sonucu normal yaşamsal faaliyetlerin sürdürülmesi, dokuların kendini yenilemesi, organizmanın gelişmesi ve tüm bu olaylarda enerjinin kullanılmasını sağlayan biyolojik işlemler şeklinde tarif edilmektedir. (Yanık, 2005). Balıklarda metabolizma hızı ya da oksijen tüketimi; su sıcaklığı, balık büyüklüğü, balıkların aktivitesi, beslenme ve suyun oksijen içeriği başta olmak üzere sudaki amonyak, nitrit gibi maddelerin konsantrasyonu, besin eksiklikleri, hormon uygulamaları gibi faktörler tarafından etkilenmektedir(Lovell, 1998). Yapılan bir çalışmada, genç kedi balıklarının (5g.) (*Scyliorhinus canicula*) metabolizma hızlarının, yetişkin kedi balıklarının metabolizma hızlarının (500g.) yaklaşık olarak iki katı olduğu tespit edilmiştir (Sims, 1995).

Balıkların farklı durumlardaki metabolik hızlarını bilmek; farklı şartlarda (farklı su sıcaklıkları, sağlık durumları gibi) ve ya farklı üretim amaçları doğrultusunda balığa verilebilecek yemin enerji içeriğini, miktarlarını belirlemede önemlidir. Ayrıca balıkların oksijen tüketim miktarları; farklı yetiştiricilik ortamlarındaki taşıma kapasitesi, havalandırma ya da debi gereksiniminin tespiti gibi konularda kullanılır.

Balıkların; solunum, kan dolaşımı, boşaltım, ozmoregülasyon, sindirim ve hareket gibi normal faaliyetleri devam ettirebilmek için gerek duydukları enerji, “yaşam payı ihtiyacı ya da metabolizması” ( $Q_M$ ) olarak adlandırılır. Bu faaliyetlerden yaşamak için en

önemlileri olan solunum ve kan dolaşımı gibi olaylar için gerekli enerji ise “bazal metabolizma” ( $Q_B$ ) olarak adlandırılır (Yanık, 2005).

Balıkların ölçüm için tutuldukları hazne içerisinde hareket etmelerine müsaade edilmesiyle ölçülen metabolizmaya “rutin metabolizma” ( $Q_R$ ) adı verilmektedir (Hepher, 1988). Laboratuvar şartlarında ölçülen bu rutin metabolizma değeri doğal ortamda bulunan balığın metabolizmasını tam olarak ifade etmez. Çünkü laboratuvar şartlarındaki ölçümler hem ölçüm sisteminden kaynaklanabilecek stresin balığa getirdiği ek metabolik yükü hem de balığın doğal ortamındaki yem arama, avcıdan kaçma gibi yaşamsal aktiviteler için harcadığı enerjiyi kapsamamaktadır.

Canlılarda metabolik oran genellikle ısı üretimi olarak ( $\text{kcal. kg canlı ağırlığı}^{-1} \cdot \text{saat}^{-1}$ ) ifade edilir ve direkt ve indirekt kalorimetre metodu olmak üzere iki yöntemle belirlenebilir. Direkt yöntemde bir kalorimetreyle canlının ürettiği ısı miktarı ölçülür. Endirekt yöntemde ise canlının oksijen tüketimi ölçülerek elde edilen değer üzerinden ısı üretimi hesaplanır ( $4,6-5,0 \text{ kcal.L}^{-1}$  oksijen). Balıklarda metabolik oran ölçümü için genellikle indirekt kalorimetre yöntemi tercih edilir (Lovell, 1998). Endirekt kalorimetre metodunda balıklarda metabolizma ölçümü için metabolik odalar-respirometreler kullanılmaktadır. Bu maksatla yalıtılmış ve akışlı respirometreler olmak iki tip respirometre üretilmiştir.

Yalıtılmış respirometrelerde, ölçüm yapılacak balıklar, tamamen su ile dolu bir hazneye konulduktan sonra hazne tamamen yalıtılır ve belli bir zamanda sudaki oksijen miktarında meydana gelen değişimden metabolizma miktarı tahmin edilir. Sudaki oksijenin çok düşük seviyelere inmesi ya da karbondioksit miktarının yükselmesi metabolizma ölçümünü olumsuz etkiler. Su miktarının gerekenden fazla olması ve ya oksijen içeriğinin yüksek olması da balığın tükettiği oksijenin ölçülememesine neden olur. Bu dezavantajlardan dolayı akışlı respirometreler yalıtılmış respirometrelere tercih edilmektedir.

Akışlı respirometrede, balık silindirik yapıdaki hazne içerisine konulur ve hazneye giren ve çıkan sudaki oksijen ve ya karbondioksit miktarları ölçülerek oksijen tüketimi belirlenir ve bu tüketim miktarı üzerinden balığın metabolik oranı tahmin edilir.

Balık hastalıkları-metabolizma hızı arasındaki ilişki bilimsel çalışmalara konu olmaktadır. Voutilainen (2009), *Diplostomum* spp. parazitinin Alp alabalıkları üzerindeki etkilerini çalışmış ve  $15^\circ\text{C}$ 'de yapılan ölçümlerde, bu parazit ile enfeste balıkların enfeste olmayanlara göre daha yüksek oranda oksijen tükettiklerini;  $4^\circ\text{C}$ 'de yapılan ölçümlerde ise

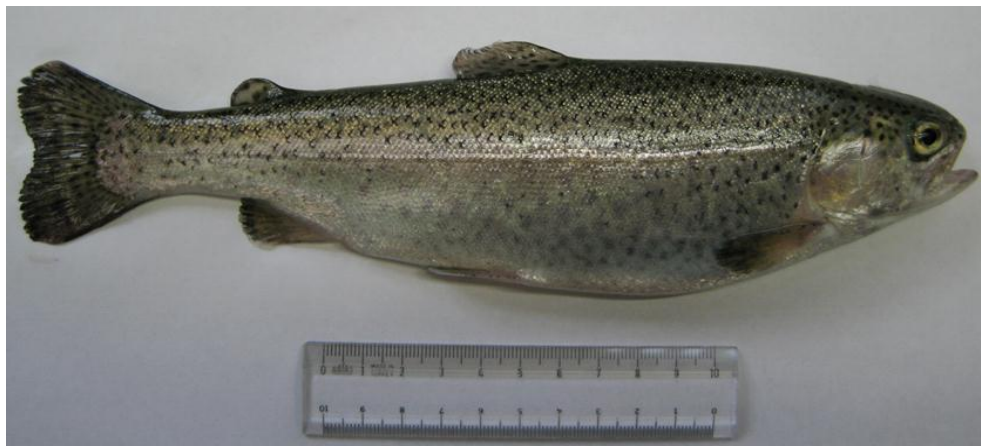
enfeste durumdaki balıkların sağlıklı balıklardan daha düşük oranda oksijen tükettiklerini belirlemiştir. Yine *Diplostomum* spp. paraziti ile ilgili bir çalışmada, bu parazitin Atlantik salmonunun (*Salmo salar*) standart metabolik hızını etkilediği sonucuna varılmıştır (Seppanen vd., 2007)

Nilsson vd. (2005), *A. aogonae* ile enfekte kardinal balıklarının (*Cheilodipterus quinquelineatus*) oksijen tüketimlerinin, enfekte olmayanlara göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Tierney ve Farrel (2004), doğal ortamdaki sağlık bakımından iyi durumda olan ve olmayan Sockeye salmonlarının (*Oncorhynchus nerka*) rutin metabolik aktivite durumundaki oksijen tüketimleri arasında fark olmadığını bildirmiştir.

### 1.5. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)

Alabalıklar, Salmonidae familyasına ait balıklardır. Salmonid balıklar doğal olarak kuzey yarım küreye dağılmış olsalar da günümüzde güney yarım küreye de adapte edilmişlerdir. Kuzey Amerika kökenli bir balık olup, gözlenmiş yumurta naklinin kolaylığı sayesinde dünyanın birçok bölgesine yayılan gökkuşığı alabalığı (Şekil 2), 1970'li yıllardan beri ülkemizde de yetiştirilmektedir. Farklı çevre koşullarına kolay uyum sağlaması, aktif yem alması sayesinde kolay yemlenmesi ve çabuk büyümesi, yetiştiricilik müdahalelerine dayanıklı olması ve kuluçka süresinin nispeten kısa olması; gökkuşığı alabalığının yetiştiricilikte tercih edilmesinin sebeplerindendir. (Çelikkale, 1994, Emre, 2004).

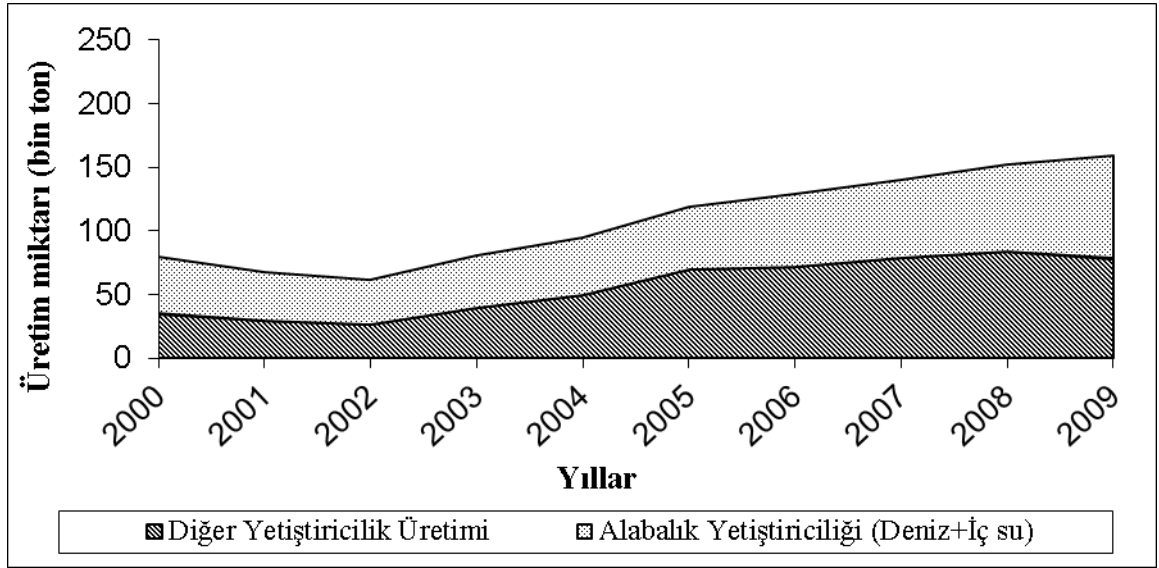


Şekil 2. Gökkuşığı alabalığı genel görünümü

Gökkuşığı alabalığı, en fazla 70 cm boy uzunluğuna ve 7 kg vücut ağırlığına ulaşır. Gökkuşığı alabalığında cinsi olgunluk genelde 1–2 yaşında olur. Üreme bölgelere göre farklılık gösterse de genelde Aralık-Mayıs ayında gerçekleşir (Muus ve Dahlstrom 1971, Çelikkale 1994, Landau 1995).

Alabalığın hayatta kalması için en ideal sıcaklıklar 5–20°C'dir. Yapılan çalışmalar gökkuşığı alabalığının 27,5°C'den sonra hayatta kalamadığını göstermiştir (Molony, 2001). Gökkuşığı alabalığında yumurtlama ve yumurta kuluçkalanması için 10–12°C, yavru dönemi için 12–14°C, besi için 15–17°C sıcaklık değerleri en iyi verim sağlamak için uygun değerler olarak verilmektedir. Alabalıklar için suyun oksijen düzeyinin 6–7 mg/L den aşağıya düşmesi iyi sayılmaz (Alpbaz, 2005).

Ülkemizde 1970'li yıllardan beri yapılagelen balık yetiştiriciliği üretimi sürekli bir gelişim göstermiş ve günümüzde 160 bin ton seviyelerine kadar ulaşmıştır. Bu miktarın yaklaşık % 50'lik kısmını (80886 ton) gökkuşığı alabalığı üretimi oluşturmaktadır (Şekil 3) (TUİK, 2010).



Şekil 3. Türkiye, toplam yetiştiricilik üretimi ve alabalık üretimi miktarları (TUİK, 2010)

## 1.6. Çalışmanın Amacı

İki ya da daha fazla patojenin bir arada değerlendirilmesi hastalıklarla mücadelede kolaylıklar sağlayabilir. Örneğin, herhangi bir bakteriyel ya da viral hastalıkla mücadele etmek yerine, varsa, balıkları bu patojenlere karşı hassas hale getiren parazitlerle mücadele etmek hem daha kolay hem de daha ekonomik olacaktır. *H. salmonis*, bölgemizde endemik bir paraziter hastalıktır. *H. salmonis* ile enfekte olan balıklarda genellikle IPN virüsü de tespit edilmektedir. Bu çalışma, *H. salmonis* parazitine maruz kalmış balıklarda, IPN virüsüne karşı hassasiyet, büyüme hızı ve metabolik hız bakımından meydana gelen farklılıkların araştırılması amacıyla yapılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, *H. salmonis* ile enfeste olan ve enfeste olmayan iki grup gökkuşığı alabalığı kullanıldı ve çalışma üç aşamada gerçekleştirildi.

- Birinci aşamada ticari işletmelerden *H. salmonis* ile enfeste olan ve enfeste olmayan iki farklı grup gökkuşığı alabalığı temin edildi. Enfeste olan grup tedavi edilerek, enfeste olmayan grup ise *H. salmonis* paraziti ile enfeste edilerek ayrı çalışmalarda kullanıldı.
- İkinci aşamada, bulaştırma ve tedavi süreci tamamlandıktan sonra oluşturulan grupların ağırlıkları ve metabolizma hızları arasındaki farklılıklar da oksijen tüketimi ölçümü yöntemiyle belirlendi.
- Üçüncü aşamada ise tüm gruplar IPN virüsü ile deneysel enfeksiyona tabi tutularak hexamitiasiz hastalığını geçirmiş olan ve geçirmekte olan larvaların bu virüse karşı duyarlılıkları belirlendi.

### 2.1. Birinci Aşama

#### 2.1.1. Balık Temini

*H. salmonis* ile enfeste ve bu parazitten arınık olan iki grup balık temini için, Trabzon ilinde Maçka deresi üzerindeki birkaç farklı alabalık işletmesine gidilerek, buralardan alınan balık numunelerinde *H. salmonis* paraziti taraması yapıldı. İşletmelerde her bir tanktan 20'şer adet gökkuşığı alabalığı larvası alındı ve her bir balığın dışkısı lam üzerine alınarak mikroskop altında 40 kat büyütmede parazit varlığı gözlemlendi. Dışkısında *H. salmonis* parazite rastlanan balık stoku tedavi deneyinde kullanıldı. Bulaştırma deneyinde kullanılacak balıkların ise *H. salmonis* paraziti taşımamasına ve daha önce hexamitiasiz hastalığı geçirmemiş olmasına özellikle dikkat edildi ve bu balıklar hiçbir tankında *H. salmonis* paraziti bulunmayan bir işletmeden temin edildi.

İşletmelerden temin edilen balıklar Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Prof. Dr. İbrahim OKUMUŞ Araştırma ve Uygulama Ünitesinde bulunan Balık Hastalıkları Islak laboratuvarında kaynak suyu ile beslenen ( $12\pm 1^{\circ}\text{C}$ ), sürekli havalandırması bulunan 60 litre su hacmine sahip tanklarda ayrı ayrı stoklandı.

Stok tanklarına yerleştirilen balıkların, herhangi bir dış parazit ya da bakteri bulundurması ihtimaline karşı, dış dezenfeksiyonları yapıldı. Bunun için balıklara, Formalin(180 ppm) ve Cloramin T (12 ppm) karışımı üç gün üst üste 30'ar dakika süreyle uygulandı. Herhangi bir bakteriyel enfeksiyon riskine karşı tüm balıklar çalışma süresince antibiyotikli (florfenikol ve gentamisin içeren) ticari yemle beslendi.

Balıkların IPN virüsü bulundurup bulundurmadıklarının kontrolü amacıyla her iki stok tankından da 7 balık/grup olacak şekilde alınan 3'er grup balık viral incelemeye tabi tutuldu. Viral inceleme; balıklardan elde edilen numunelerin CHSE-214 (Chinook salmon embryo cells) hücre hattına ekilmesi ve ardından sitopatik etki gözlemlenmesi şeklinde yapıldı.

### 2.1.2. Tedavi Deneyi

*H. salmonis* ile enfeste durumdaki balıklar, metronidazol içeren (5 kg canlı ağırlığa 500 mg) ve antibiyotiklerle desteklenmiş ticari yemle (tedavi yemi), günlük olarak canlı ağırlığın %2 si kadar yemle günde iki öğün beslenerek tedavi edildi. Tedavisi tamamlanan gruptan rasgele seçilen 5 adet balığın dışkı örnekleri mikroskop altında incelendi ve balıklarda *H. salmonis* paraziti olup olmadığı kontrol edildi. Tedavi gruplarında *H. salmonis* parazitine rastlanmazken, kontrol grubu balıkların yoğun miktarda *H. salmonis* paraziti taşıdığı tekrar onaylandı.

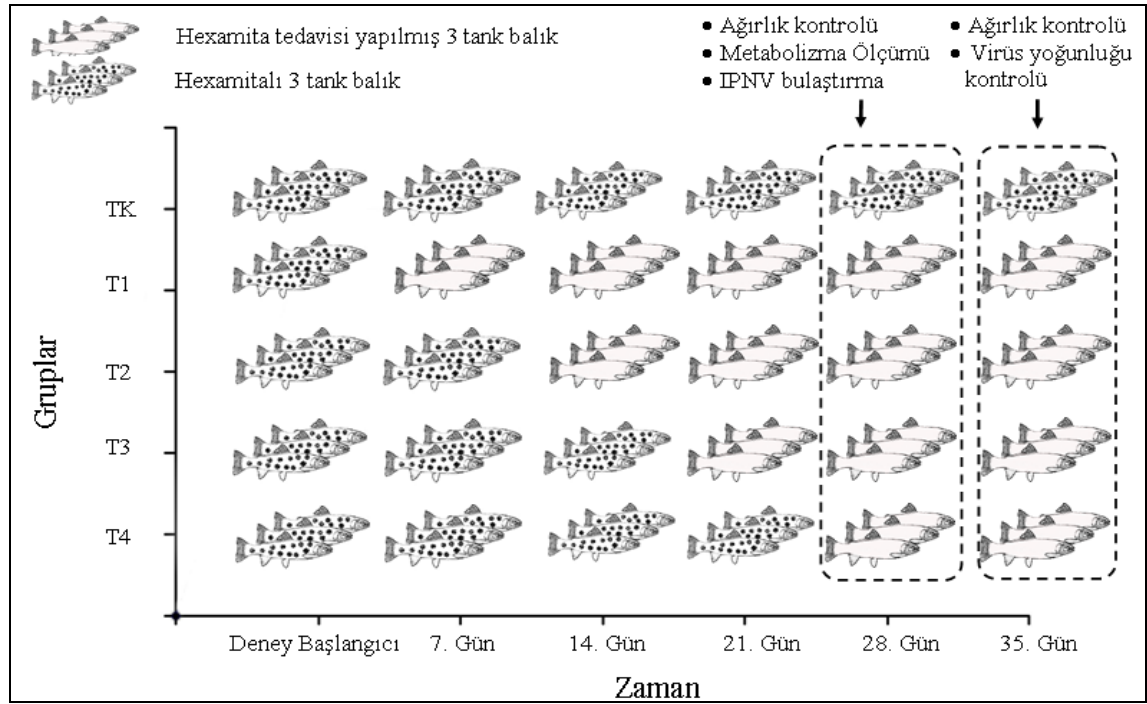
Tedavi deneyini gerçekleştirmek amacıyla, kaynak suyuyla beslenen, sürekli havalandırmaya sahip, 300 ml/dk su değişimi olan ve 3,25 litre hacmindeki 15 adet tanktan oluşan bir deney düzeneği oluşturuldu. Stok tankından 55'er adet balık alınarak bu tanklara aktarıldı. Her 3 tank bir grup olacak şekilde gruplar 5'er günlük sürelerle arka arkaya tedavi edilerek 5 farklı muamele grubu (Tablo 2) oluşturuldu (Şekil 4). Her grup yalnızca kendi tedavisi sürecinde tedavi yemiyle, diğer günlerde ise sadece antibiyotiklerle desteklenmiş yemle beslendi. Kontrol grubu balıklar ise tüm deney süresince sadece antibiyotiklerle desteklenmiş yemle beslendi.



Tablo 2. Tedavi grupları ve grup tanımları

Grup Adı	Açıklama
Grup T1	Deneyin başladığı ilk günden itibaren 5 gün süre ile hexamitiasiz tedavisi uygulanmış 3 tank balık
Grup T2	Deney başlangıcından 5 gün sonra başlamak üzere 5 gün süre ile hexamitiasiz tedavisi uygulanmış 3 tank balık
Grup T3	Deney başlangıcından 10 gün sonra başlamak üzere 5 gün süre ile hexamitiasiz tedavisi uygulanmış 3 tank balık
Grup T4	Deney başlangıcından 15 gün sonra başlamak üzere 5 gün süre ile hexamitiasiz tedavisi uygulanmış 3 tank balık
Grup KT	Deney süresince hiçbir muameleye tabi tutulmamış 3 tank, <i>H. salmonis</i> ile enfeste balık

T: Tedavi



Şekil 4. Tedavi deneyi iş akış şeması

### 2.1.3. Bulaştırma Deneyi

Bulaştırma deneyini gerçekleştirmek amacıyla, kaynak suyuyla beslenen, sürekli havalandırmaya sahip, 700 ml/dk su değişimi olan ve 10 litre hacmindeki 5 adet tanktan oluşan bir deney düzeneği hazırlandı. *H. salmonis*'in ilk bulaştırılacağı grup ve kontrol grubu 200'er adet balık stok takından 10'ar litrelik tanklara aktarıldı. Bundan sonra da sırayla (10'ar gün arayla) bulaştırma işlemine maruz bırakılarak bulaştırma deney grupları (Tablo 3) oluşturuldu (Şekil 5). Bulaştırma işlemi balıkların içinde bulunduğu 10 litrelik tanka *H. salmonis* ile enfeste durumdaki balıkların stoklandığı tankının çıkış suyu deşarj edilerek gerçekleştirildi.

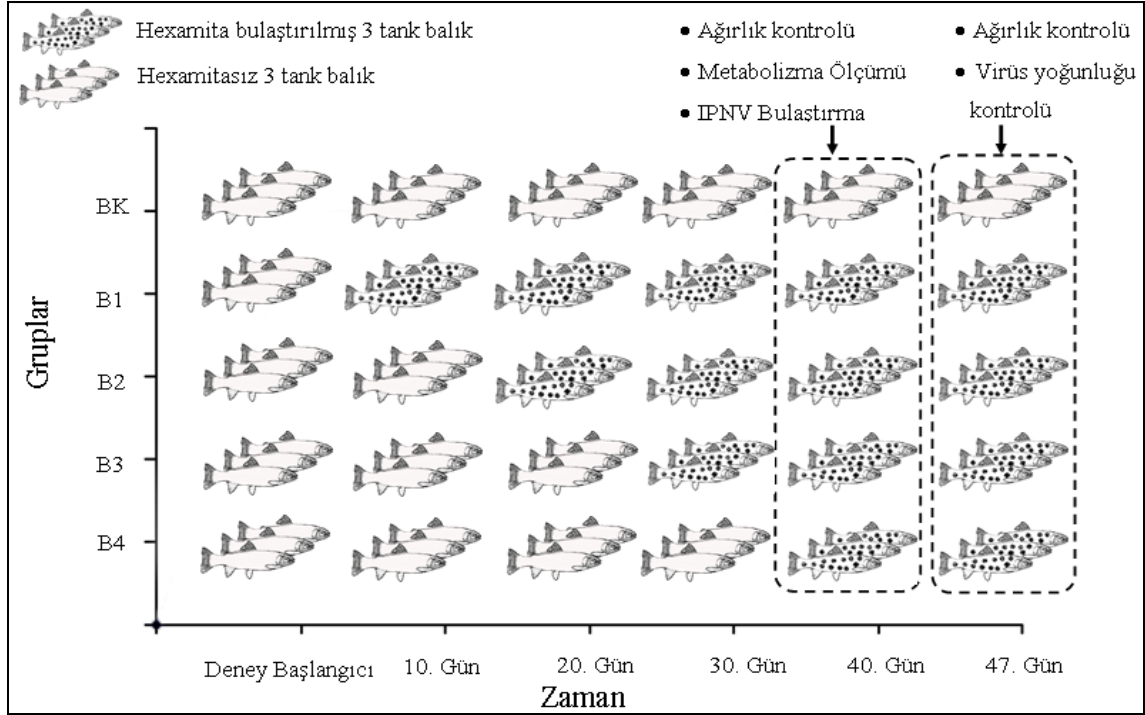
*H. salmonis* bulaştırılması tamamlanan gruplardan rasgele seçilen 5'er balığın dışkı örnekleri mikroskop altında incelendi ve balıklarda yoğun miktarda *H. salmonis* paraziti bulunduğu tespit edildi. Kontrol grubunun mikroskopik incelenmesinde ise *H. salmonis* parazitine rastlanmadı.

Bulaştırma deneyi süresince tüm gruplar sürekli antibiyotikle desteklenen ticari yemle, günlük olarak canlı ağırlığın %2 si oranında ve iki öğünde beslendi.

Tablo 3. Bulaştırma grupları ve grup tanımları

Grup Adı	Açıklama
<b>Grup B1</b>	Deneyin başladığı ilk günden itibaren 10 gün süre ile <i>H. salmonis</i> transmisyonu uygulanmış 200 adet balık
<b>Grup B2</b>	Deney başlangıcından 10 gün sonra başlamak üzere 10 gün süre ile <i>H. salmonis</i> transmisyonu uygulanmış 200 adet balık
<b>Grup B3</b>	Deney başlangıcından 20 gün sonra başlamak üzere 10 gün süre ile <i>H. salmonis</i> transmisyonu uygulanmış 200 adet balık
<b>Grup B4</b>	Deney başlangıcından 30 gün sonra başlamak üzere 10 gün süre ile <i>H. salmonis</i> transmisyonu uygulanmış 200 adet balık
<b>Grup KB</b>	Deney süresince hiçbir muameleye tabi tutulmamış 200 adet sağlıklı balık

**B:** Bulaştırma



Şekil 5. Bulaştırma deneyi iş akış şeması

## 2.2. İkinci Aşama

Bulaştırma ve tedavi süreci tamamlandıktan sonra, oluşturulan grupların ağırlıkları ve metabolizma hızları arasındaki farklılıklar belirlendi.

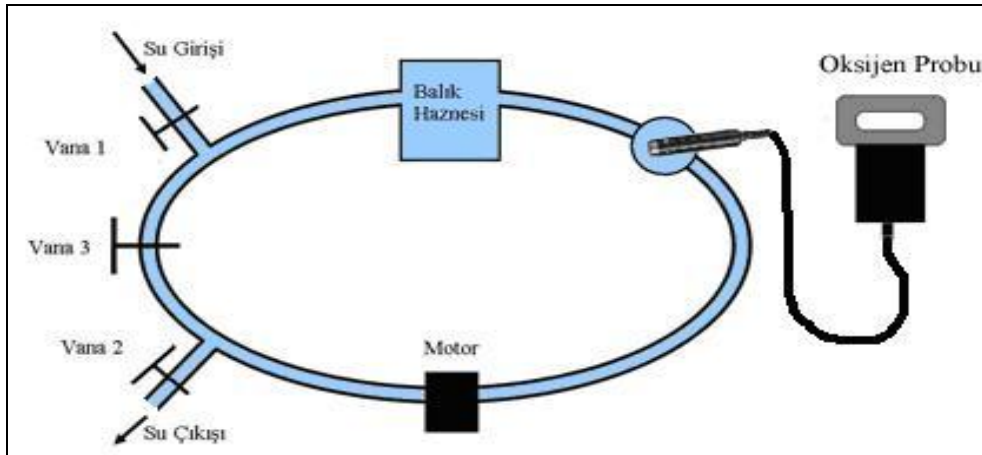
### 2.2.1. Ağırlık Ölçümleri

Gruplar arasındaki ağırlık farklılıklarını belirlemek amacıyla, belirli periyotlarla, her bir gruptan 20 adet balık alınarak 0,01 hassasiyette tartımlar yapıldı ve ortalama ağırlık değerleri belirlendi. Tartım esnasında balıkların mümkün olduğu kadar az zarar görmesini sağlamak amacıyla tartımlar toplu olarak yapılmıştır. Toplu tartım, yaklaşık 20 adet balığın tek seferde toplam ağırlığının ölçülmesi ve elde edilen ağırlık değerinin balık sayısına bölünmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Bu yüzden elde edilen ağırlık verilerinin standart sapmaları hesaplanamamıştır.

### 2.2.2. Metabolizma Ölçümleri

Gruplar arasındaki metabolik hız farklılıkları oksijen tüketimleri karşılaştırılarak belirlendi. Bu amaçla, sabit su hacimli (3,8 litre), hava izolasyonu yapılmış, balıkların konulduğu bir haznesi olan, üzerinde sudaki oksijen miktarını (değişimini) ölçebilen YSI 556 MPS takılı olan ve iki konumlu (açık devre konumu ve kapalı devre konumu) bir deney düzeneği dizayn edildi (Şekil 6).

Sistemin, su girişindeki ve su çıkışındaki vanalar (vana 1 ve 2) kapatılıp orta vana (vana 3) açılarak sistem, “kapalı devre” haline getirildi ve ölçümler bu halde gerçekleştirildi. Sistemdeki tüm suyun hem oksijen probunun bulunduğu kısımdan hem de balık haznesinden geçmesi için bir motor yardımıyla sistemdeki su döngüsü sağlandı. Ölçümler tamamlandıktan sonra su girişindeki (vana 1) ve su çıkışındaki (vana 2) vanalar açılıp, orta vana (vana 3) ise kapatılarak sistem, “açık devre” haline dönüştürüldü. Balıklar ölçüm öncesi adaptasyon ve ölçümler arası bekleme süreçleri boyunca açık devrede tutuldu.



Şekil 6. Metabolik aktivite ( oksijen tüketimi ) ölçüm sistemi

Oksijen tüketimi belirlenecek olan balıklar 24 saat süreyle aç bırakıldı. Sisteme konulan balıkların ortama adaptasyonu için 1 saat süreyle, sistem açık devre konumundayken, beklendi. Bu süre zarfında her hangi bir ölçüm yapılmadı. 1 saatlik adaptasyon sürecinden sonra sistem açık devre konumundan kapalı devre konumuna getirildi ve 15'er dakika aralıklarla, her biri 10 dakika süren 3 ölçüm yapılarak her bir grubun ortalama oksijen tüketimleri belirlendi. Balıklar sistemden uzaklaştırıldıktan sonra

10 dakikalık bir ölçüm daha yapılarak sistemden kaynaklanan bir kayıp olup olmadığı belirlendi ve kayıp tespit edilmesi durumunda bu değer balıkların tükettiği oksijen miktarı değerinden çıkarılarak net oksijen tüketimi hesaplandı. Metabolizma ölçümleri sırasında su sıcaklığı  $12\pm 1^\circ\text{C}$  idi.

### 2.3. Üçüncü Aşama

Gökkuşığı alabalığı larvalarında, hexamitiasis hastalığının IPN virüsü enfeksiyonuna etkisinin belirlenmesi amacıyla hem tedavi hem de bulaştırma deneylerinin grupları üzerinde deneysel virüs enfeksiyonu yapıldı. Balıklara IPN virüsü ile muamele edilmeden önce bu balıkların IPN virüsünü taşıyıp taşımadığını belirlemek amacıyla her tanktan 5'er adet balık alınarak viral incelemeye tabi tutuldu ve CHSE-214 hücre hattında sitopatik etkisi gözlemlendi.

Deneysel virüs enfeksiyonunda Ögüt ve Altuntaş (2010) tarafından ticari bir işletmedeki gökkuşığı alabalıklarından izole edilen ve  $-80^\circ\text{C}$  de muhafaza edilen IPNV suşu kullanıldı. IPNV suşu  $75\text{ cm}^2$ 'lik flasklarda bulunan CHSE-214 hücre hattında çoğaltıldı ve alınan bir numune üzerinden deney gruplarına verilecek stok virüs miktarı belirlendi.

IPNV virüsü ile muamele edilecek olan balıklar, kaynak suyuyla beslenen, 3,25 litre su hacmine sahip, 300 ml/dk su değişimi olan ve sürekli havalandırma ile desteklenmiş tanklara 50'şer adet stoklandı. Balıklar IPN virüsü ile muamele edilirken tanklardaki su hacmi 1 litreye düşürüldü. Daha önceden hazırlanan ve her biri 11 ml ( $10^{7,75}$  TCID<sub>50</sub>/ml) virüs örneği içeren tüpler direk olarak tanklara döküldü. Böylece balıklar  $11 \times 10^{4,75}$  TCID<sub>50</sub>/ml miktarında virüse maruz bırakılmış oldular. Virüsün balıklara bulaşması için tanklardaki havalandırma açık ve su girişi kapalı halde iken 6 saat (Taksdal vd, 1997; Rønneseth vd., 2007) beklendikten sonra su girişi açıldı.

Deneysel virüs enfeksiyonunun 10. gününün sonunda tanklarda kalan balıklardan 10'ar adet alınarak deney sonlandırıldı. Her bir örnek, içerisinde 2 mL MEM (Minimum Essential Medium) bulunan 3x5cm ebatlarındaki plastik poşetlere teker teker konuldu. Poşetlerde MEM içerisinde bulunan balıklar homojenize edildikten sonra 1,5 ml'lik santrifüj tüplerine aktarılarak soğutmalı santrifüjde  $4^\circ\text{C}$ 'de 20 dakika 2500 dev/dk hızda santrifüj edildi ve 24 kuyucuklu hücre kültür kaplarında hazırlanmış CHSE-214 hücre hattına ekilerek  $15^\circ\text{C}$ 'de inkübasyona bırakıldı.

Tedavi deneyi ekimleri 12'şer saat aralıklarla ters ışık mikroskobu altında izlenerek sitopatik etki oluşumu takip edildi ve virüsün hücre hattında sergilediği sitopatik etki oranları kaydedildi. Bulaştırma gruplarında yapılan ekimlerin sitopatik etki gözlemi 7. günde yapılarak virüs çoğalma oranları kaydedildi.

Bulaştırma gruplarının virüs enfeksiyon deneyi sonunda tanklarda kalan balıklardan 15'er tanesinin bağırsak içerikleri alınarak mikroskopik incelemeye tabi tutuldu ve taşıdıkları *H. salmonis* paraziti miktarları belirlendi.

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Hexamitiasiz'in Büyüme Üzerindeki Etkisi

Hexamitiasiz hastalığının gökkuşağı alabalığı larvalarının büyümesine etkisinin belirlenmesi için, *H. salmonis* ile enfeste olan (0,171 g) ve enfeste olmayan (0,361 g) balıkların kullanıldığı iki deney sisteminde farklı sürelerle hastalığa maruz bırakılan grupların ağırlık değişimleri izlendi.

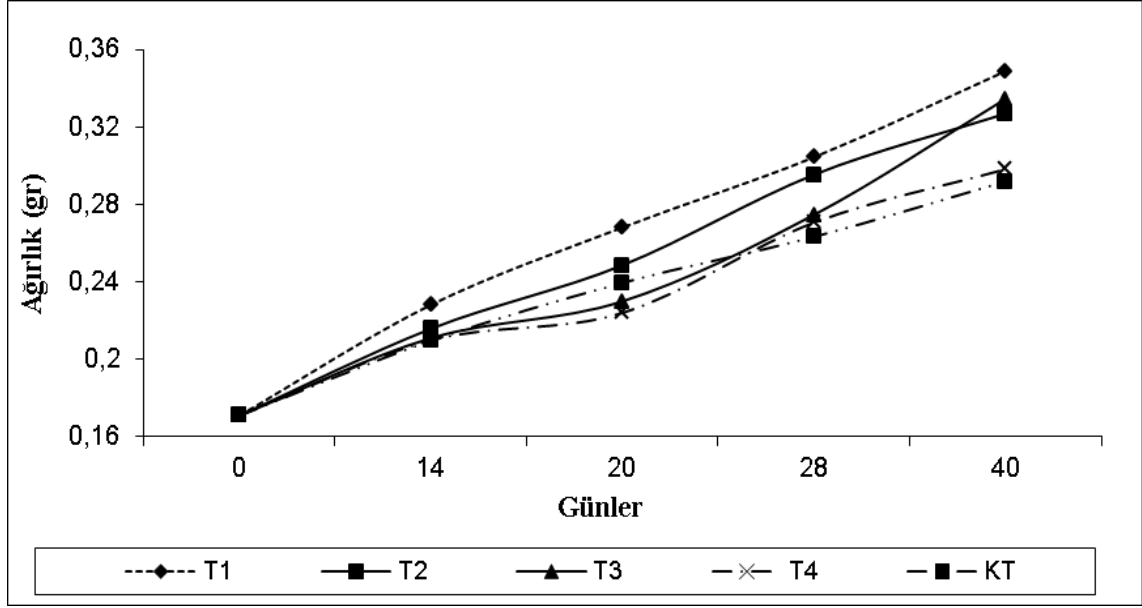
##### 3.1.1. Tedavi Deneyi Büyüme Verileri

Tedavi deneyi süresince önce tedavi edilen balıkların ağırlık ortalamalarının daha sonra tedavi edilenlere göre yüksek seyrettiği görüldü (Tablo 4).

Tablo 4. Tedavi grup ağırlık (g) değişimleri

Ölçüm Günü	Deney Başlangıcı	14. Gün	20. Gün	28. Gün	40. Gün
<b>Grup T1</b>	0,171	0,228	0,268	0,305	0,349
<b>Grup T2</b>	0,171	0,216	0,249	0,296	0,327
<b>Grup T3</b>	0,171	0,211	0,230	0,275	0,335
<b>Grup T4</b>	0,171	0,210	0,224	0,271	0,298
<b>Kontrol T</b>	0,171	0,210	0,240	0,263	0,292

■ : *H. salmonis* ile enfeste grup      □ : Tedavi edilmiş grup

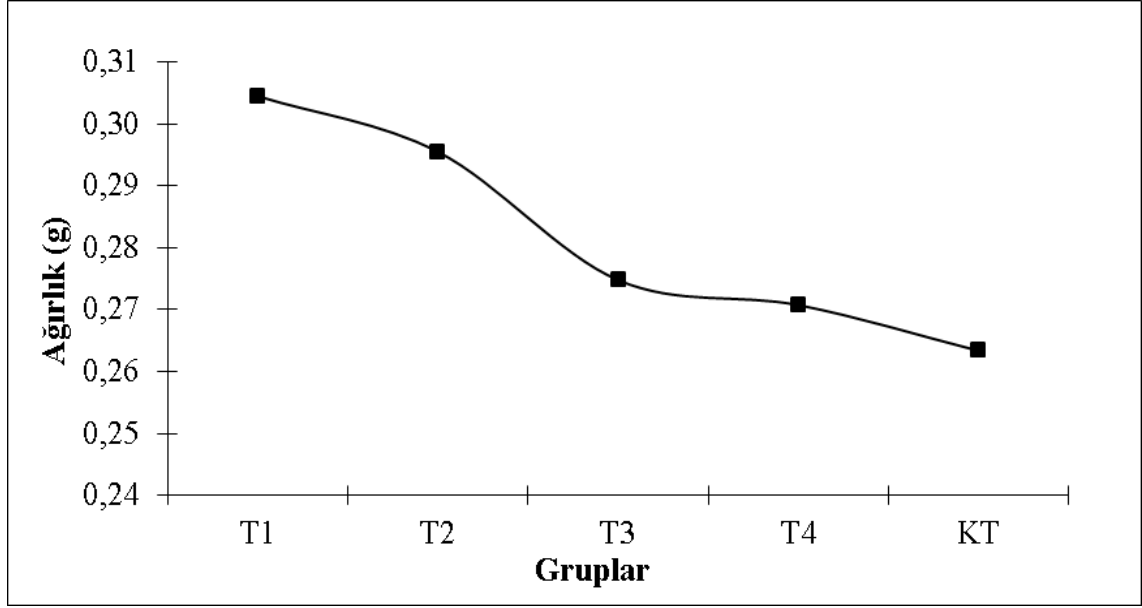


Şekil 7. Tedavi grupları ağırlık (g) değişimleri

(T1: birinci tedavi grubu, T2: ikinci tedavi grubu, T3: üçüncü tedavi grubu, T4: dördüncü tedavi grubu, KT: Tedavi deneyi kontrol grubu)

Deney başlangıcında 0,171 g ortalama ağırlığa sahip balıklardan deney grupları oluşturma işleminin tamamlandığı 28. gündeki en yüksek ortalama ağırlığa, ilk tedavi edilen T1 grubundaki balıklar ulaşırken (0,305 g) bunu sırasıyla T2 (0,296 g), T3 (0,275 g) ve T4 (0,271 g) takip etmektedir. Kontrol grubunun ise ağırlık bakımından en az artış gösteren (0,263 g) grup olduğu görüldü. T1 grubundaki ağırlık artışı tedavi bittikten hemen sonraki günlerde bariz bir şekilde görüldü (Şekil 7). Tedavi gruplarının ulaştıkları bu son ağırlık ortalamaları istatistiki değerlendirmeye tabi tutulduklarında aralarındaki farkların önemli olmadığı görüldü (Chi-Square = ,0044539 df = 4 p < ,999998).





Şekil 8. Tedavi grupları, deney sonu ağırlık ortalamaları

(T1: birinci tedavi grubu, T2: ikinci tedavi grubu, T3: üçüncü tedavi grubu, T4: dördüncü tedavi grubu, KT: Tedavi deneyi kontrol grubu)

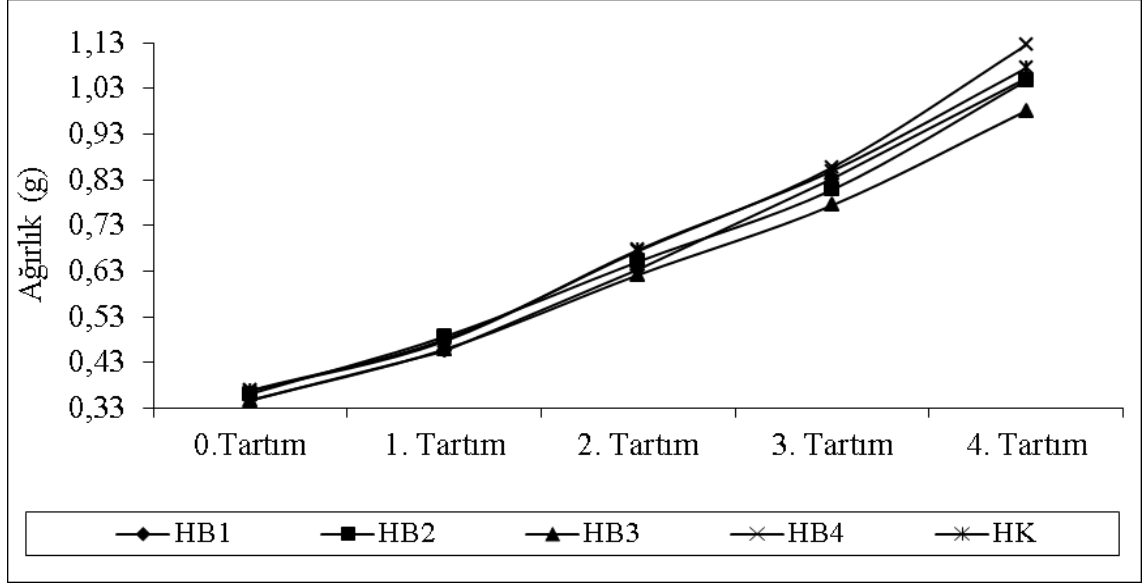
### 3.1.2. Bulaştırma Deneyi Büyüme Verileri

Bulaştırma deneyinde, daha önce parazit bulaştırılan grupların ağırlık ortalamalarının daha sonra parazit bulaştırılanlara göre daha düşük seyrettiği görüldü (Tablo5).

Tablo 5. Bulaştırma grupları ağırlık (g) değişimleri

Ölçüm Günü	Deney Başlangıcı	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
<b>Grup B1</b>	0,349	0,455	0,634	0,833	1,053
<b>Grup B2</b>	0,362	0,487	0,651	0,809	1,047
<b>Grup B3</b>	0,348	0,459	0,622	0,775	0,982
<b>Grup B4</b>	0,370	0,481	0,675	0,858	1,125
<b>Kontrol B</b>	0,368	0,477	0,677	0,850	1,075

■ : *H. salmonis* ile enfeste edilmiş grup □ : *H. salmonis* bulunmayan grup



Şekil 9. Bulaştırma grupları ağırlık değişimleri

(B1: birinci bulaştırma grubu, B2: ikinci bulaştırma grubu, B3: üçüncü bulaştırma grubu, B4: dördüncü bulaştırma grubu, KB: Bulaştırma deneyi kontrol grubu)

Bulaştırma deneyinde daha önce parazit bulaştırılan grupların sonra bulaştırılanlara göre daha düşük ağırlık ortalamalarında seyretmesi beklenmekteydi. Beklen bu sonuç kısmen elde edildi (Tablo 5, Şekil 9). İstatistiki değerlendirmede grupların son ağırlık ortalamaları arasındaki farkların önemli olmadığı görüldü (Chi-Square = ,0102216 df = 4 p < ,999987).

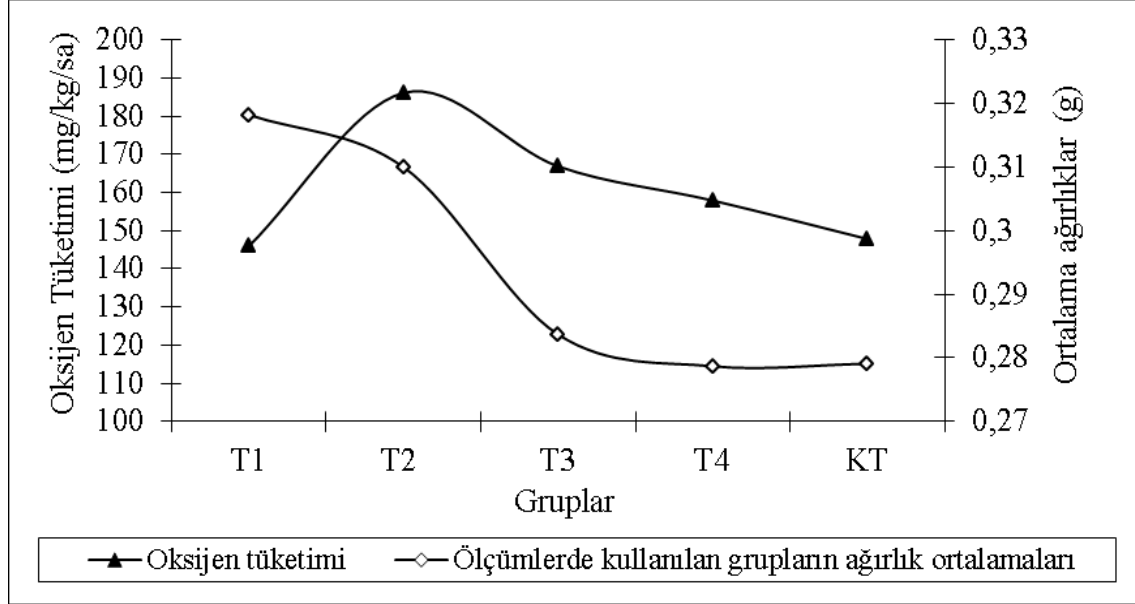
## 3.2. Metabolizma Ölçümleri

### 3.2.1. Tedavi Deneyi Metabolizma Verileri

Tedavi işlemleri tamamlandıktan sonra tüm grupların metabolizma hızlarının belirlenmesi amacıyla oksijen tüketimleri ölçüldü. Bu ölçümler yapıldığı sırada su sıcaklığı  $12 \pm 1^\circ\text{C}$  olarak kaydedildi.

İlk tedavi edilen T1'in oksijen tüketimi  $145,9 \text{ mg O}_2/\text{kg}/\text{sa}$ , ikinci tedavi edilen T2'in oksijen tüketimi  $186,1 \text{ mg O}_2/\text{kg}/\text{sa}$ , üçüncü tedavi edilen T3'in oksijen tüketimi  $166,9 \text{ mg O}_2/\text{kg}/\text{sa}$ , dördüncü tedavi edilen T4'in oksijen tüketimi  $157,9 \text{ mg O}_2/\text{kg}/\text{sa}$  ve Kontrol T grubunun oksijen tüketimi  $147,8 \text{ mg O}_2/\text{kg}/\text{sa}$  olarak ölçülmüştür (Şekil 10). ). Tedavi deneyi gruplarının oksijen tüketim değerleri üzerinde yapılan istatistiki değerlendirmede

ölçüm değerleri arasındaki farkların önemli olmadığı görüldü (Chi-Square = 6,686161 df = 4 p < ,153435).

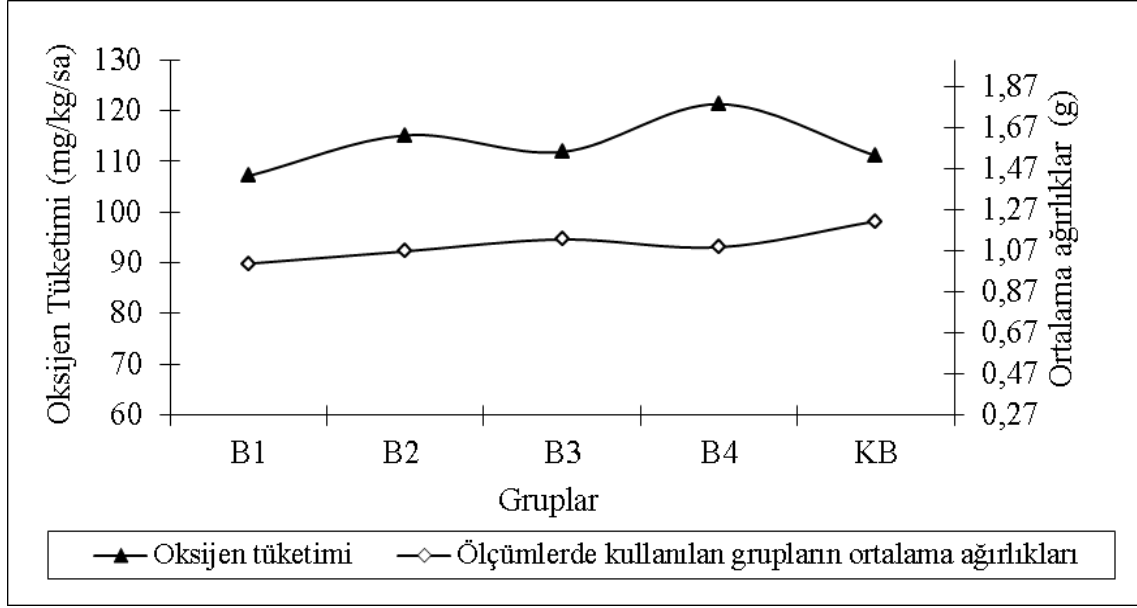


Şekil 10. Tedavi grupları ortalama ağırlıklarına göre ortalama oksijen tüketimleri (T1: birinci tedavi grubu, T2: ikinci tedavi grubu, T3: üçüncü tedavi grubu, T4: dördüncü tedavi grubu, KT: Tedavi deneyi kontrol grubu)

### 3.2.2. Bulaştırma Deneyi Metabolizma Verileri

Bulaştırma grupları da tedavi deneyi grupları gibi metabolik aktivite (oksijen tüketimi) ölçümüne tabi tutuldu. Bulaştırma gruplarının metabolik aktivite ölçümleri esnasında su sıcaklığı  $12 \pm 1^\circ\text{C}$  olarak kaydedildi.

*H. salmonis* parazitinin ilk bulaştırıldığı grup olan B1'in oksijen tüketimi 107 mg  $\text{O}_2/\text{kg}/\text{sa}$ , ikinci bulaştırılan grup B2'nin 115 mg  $\text{O}_2/\text{kg}/\text{sa}$ , B3'ün 112 mg  $\text{O}_2/\text{kg}/\text{sa}$ , son bulaştırılan grup B4'ün 121 mg  $\text{O}_2/\text{kg}/\text{sa}$  ve parazit bulaştırılmayan kontrol grubu KB'nin oksijen tüketimi ise 111 mg  $\text{O}_2/\text{kg}/\text{sa}$  olarak ölçülmüştür (Şekil 11). Bulaştırma deneyi gruplarının oksijen tüketim değerleri üzerinde yapılan istatistiki değerlendirmede ölçüm değerleri arasındaki farkların önemli olmadığı görüldü (Chi-Square = 7,211063 df = 6 p < ,301772).



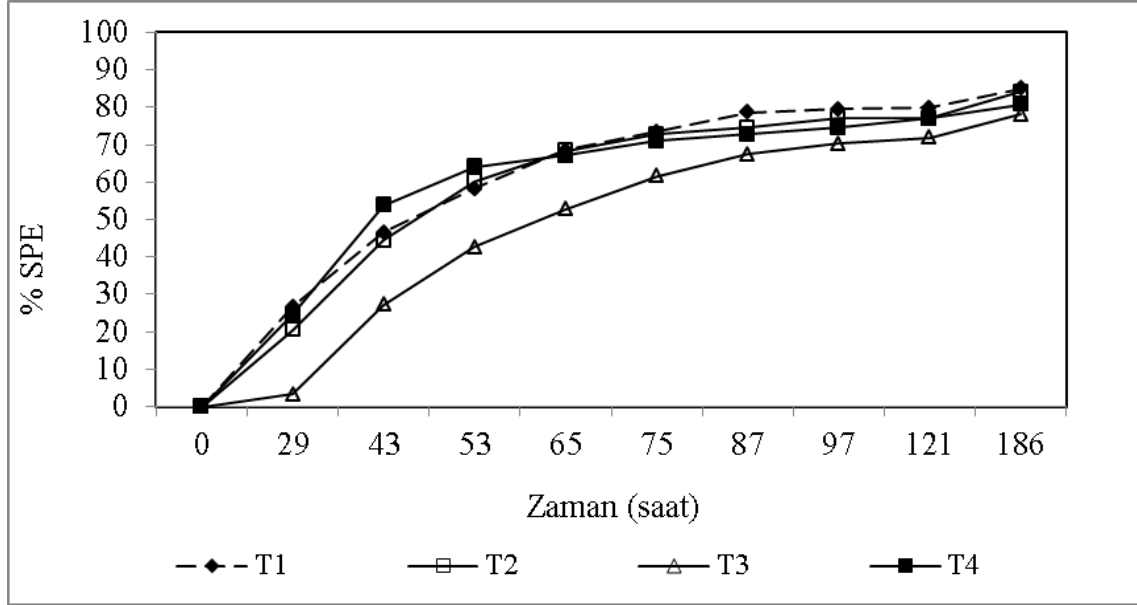
Şekil 11. Bulaştırma grupları ortalama ağırlıklarına göre ortalama oksijen tüketimleri

### 3.3. Virüs ve Parazit Yoğunlukları

#### 3.3.1. Tedavi Deneyi Virüs ve Parazit Verileri

Tedavi deneyi gruplarında yapılan kontrollerde tedavi edilen tüm grupların *H. salmonis* parazitinden arınık olduğu; kontrol grubunun ise parazitlerle enfeste durumda olduğu tespit edildi.

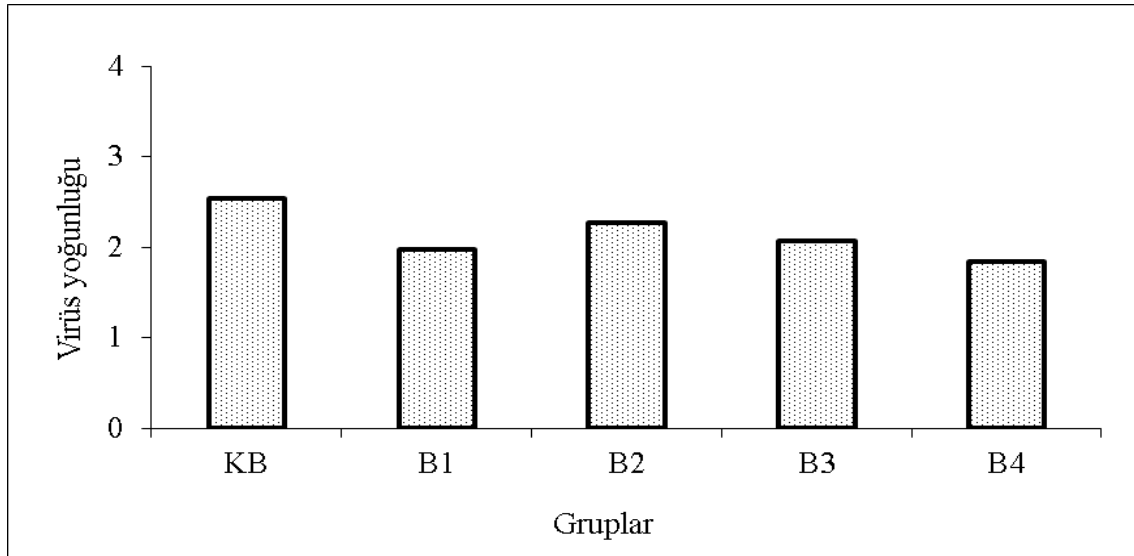
Deneysel virüs enfeksiyonunun sonunda tedavi gruplarından yapılan viral ekimlerin belirli saat aralıklarında yapılan sitopatik etki takibi sonuçları Şekil 12’te verilmiştir.



Şekil 12. Tedavi grupları Sitopatik etki ( SPE ) takibi  
(T1: birinci tedavi grubu, T2: ikinci tedavi grubu, T3: üçüncü tedavi grubu, T4: dördüncü tedavi grubu)

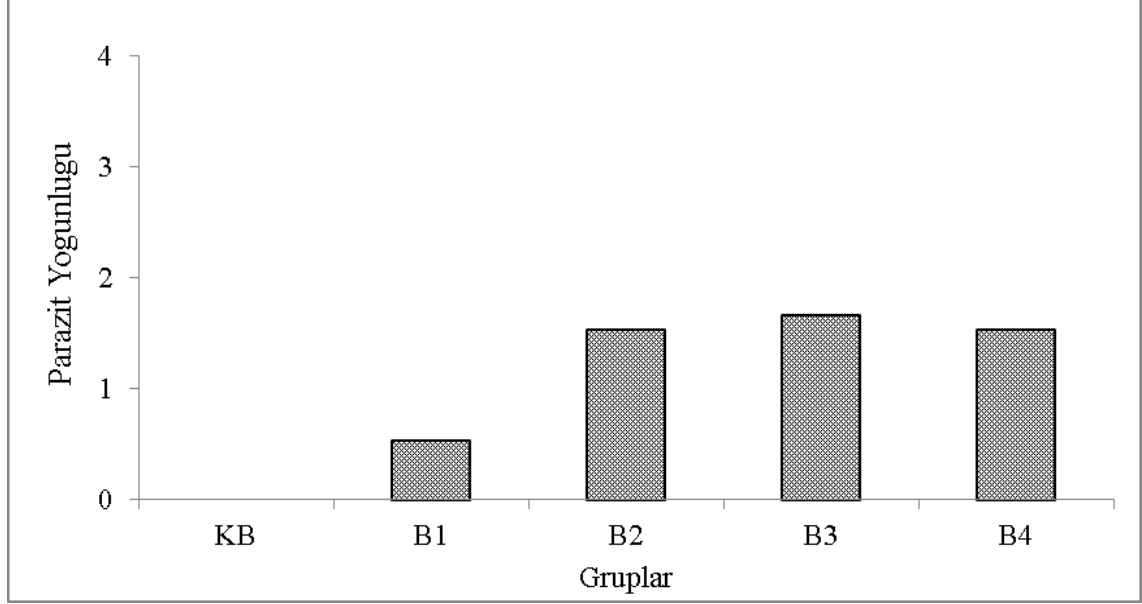
### 3.3.2. Bulaştırma Deneyi Virüs ve Parazit Verileri

Bulaştırma deneyi gruplarından elde edilen virüs yoğunluk verileri (Şekil 13) arasındaki farkın istatistik olarak önemli olmadığı görülmüştür (Chi-Square = 8,390255 df = 6  $p < ,210887$ )



Şekil 13. Bulaştırma deneyi gruplarındaki virüs çoğalma oranları  
(B1: birinci bulaştırma grubu, B2: ikinci bulaştırma grubu, B3: üçüncü bulaştırma grubu, B4: dördüncü bulaştırma grubu, KB: Bulaştırma deneyi kontrol grubu)

Bulaştırma deneyi sonunda bulaştırma grupları üzerinde yapılan incelemede elde edilen parazit yoğunlukları (şekil 14) arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Chi-Square = ,6288215 df = 3 p < ,889804)



şekil 14. Bulaştırma deneyi gruplarındaki ortalama parazit yoğunlukları

- (B1: birinci bulaştırma grubu, B2: ikinci bulaştırma grubu, B3: üçüncü bulaştırma grubu, B4: dördüncü bulaştırma grubu, KB: Bulaştırma deneyi kontrol grubu)
- (1: % 0-25 SPE, 2: %25-50 SPE, 3: %50-75 SPE, 4: % 75-100 SPE)

## 4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

### 4.1. *H. salmonis* ve Ağırlık Artışı

Balık bağırsağında bulunan *H. salmonis* parazitinin hem balığın bağırsak çeperine zarar vererek (Timur vd., 2009) hem de bağırsaktaki besin için balıkla rekabet ederek (Yasutake vd., 1961) bağırsaktaki besin emilimini-beslenmeyi olumsuz etkilemesi sebebiyle *H. salmonis* ile enfeste durumdaki balıkların büyüme oranlarının, enfeste olmayanlara göre daha düşük olması beklenir. Dolayısıyla tedavi deneyinde, parazitten arındırılan grupların, henüz arındırılmamışlara göre daha iyi bir emilim-beslenme gerçekleştirebilmeleri sayesinde daha yüksek büyüme oranına sahip olmaları; bulaştırma deneyinde ise parazit bulaştırılan grupların henüz bulaştırma uygulanmamışlara göre emilim- beslenme bakımından kötü duruma gelmeleri ve bunun sonucu olarak da büyüme oranında bir düşüş olması beklenir.

Tedavi deneyimizde, *H. salmonis*'ten arındırılan grupların ağırlık bakımından diğerlerinden daha iyi duruma geldiği görüldü. İlk tedavi edilen 'T1' grubu tüm deney süresince en yüksek ağırlığa sahipti; ardından sırasıyla 'T2' ve 'T3' grupları gelmekteydi. Son tedavi edilen grup olan 'T4' ise tüm deney süresince tedavi grupları arasında en düşük ağırlık artışını gerçekleştirmiştir. Deney süresince hiçbir tedavi işlemine tabi tutulmayan *H. salmonis* ile enfeste kontrol grubu 'Kontrol T' ise deney sonundaki en düşük ortalama ağırlık değerini göstermiştir (Tablo 4; Şekil 7). Elde edilen veriler Timur vd. (2009)'nin tespitlerini desteklemektedir. *H. salmonis* paraziti taşıyan balıklar, parazitin balık bağırsağına zarar vermesi ve bağırsak içerisindeki besin için konakçısıyla rekabet etmesi sonucu, parazitten kurtulanlara göre daha düşük ağırlıklarda kalmışlardır. Ancak yapılan istatistiki değerlendirme sonucunda grup ağırlıkları arasındaki farkın, Saghari vd. (2007)'nin bulgularıyla benzer şekilde, önemli olmadığı bulunmuştur.

Bulaştırma deneyinde daha önce parazit bulaştırılan grupların sonra bulaştırılanlara göre daha düşük ağırlık ortalamasına sahip olması beklenmekteydi. Yani 'Kontrol B' grubu en yüksek ağırlığa sahip olmalı ve bunu sırasıyla 'B4', 'B3', 'B2' ve 'B1' izlemeliydi. 10'ar günlük ölçümlerin genelinde böyle bir eğilim görülse de yapılan istatistiki değerlendirmede grupların ağırlık ortalamaları arasındaki farkın önemli olmadığı görülmüştür (Tablo 5, Şekil 9).

*H. salmonis*'in balıklardaki ağırlık artışına etkisi ile ilgili çalışmalarda mümkünse kapalı devre su sistemi kullanılmalıdır. Çünkü kapalı devre olmayan sistemlerde gerek su kalitesindeki değişimlerden gerek de su vasıtasıyla sisteminize ulaşabilecek patojenler çalışmanızı sıkıntıya sokabilir. Sisteminize bulaşan ya da bulaşabilecek olan bakteriyel tehditlere karşı kullanacağınız antibiyotikler de, *H. salmonis* gibi bir bağırsak paraziti olan çalışma materyaliniz olumsuz etkileyebilir.

#### 4.2. *H. salmonis* ve Metabolizma Hızı

Hem bağırsak duvarına zarar veren hem de bağırsaktaki besin için konakçısıyla rekabet eden *H. salmonis*'in besin emilimini olumsuz etkilemesinin konakçının metabolizması üzerindeki etkisi araştırılmıştır. *H. salmonis* ile enfeste balıkların büyümelerinin sağlıklı balıklara göre daha yavaş gerçekleşmesinin temelinde de metabolizma hızının yavaş olması yatmaktadır. Çünkü canlılardaki enerji üretimi ve büyüme metabolik aktivite sonucunda gerçekleştirilmektedir.

Hipotezimiz; *H. salmonis* paraziti taşıyan bireyin bağırsağında etkin bir emilim gerçekleşemediğinden bu bireylerin metabolizma hızının -oksijen tüketiminin- parazitten arınık bireylere göre daha düşük seviyede olacağı şeklindeydi.

Tedavi deney grupları üzerinde yapılan ölçümlerde genel olarak yukarıda bahsedilen durum gözlenmiştir (Şekil 10). Yalnız ilk tedavi edilen grup 'T1' in oksijen tüketim miktarı beklenenden düşük çıkmıştır. Bu beklenmeyen durum oksijen ölçümünden kaynaklanabileceği gibi, balık büyüklüğüyle de ilişkili olabilir. Bu gruptaki balıklar diğerlerinden daha büyüktürler (ort. 0,349 gr). Küçük balıkların birim ağırlığa düşen oksijen tüketimlerinin büyük balıklarınkinden yüksek olduğu bilinmektedir (Sims, 1995). Dolayısıyla balık büyüklüğünün de bu durumda etkisi olduğu düşünülebilir. Ancak diğer gruplarda aynı eğilim görülmemektedir. Yani balık ortalama ağırlığı azaldıkça oksijen tüketiminde bir artış görülmemektedir. Aksine sonra tedavi edilen grupların kendilerinden önce tedavi edilenlere göre -ortalama bakımından daha küçük olmalarına rağmen- daha yavaş bir metabolizma hızına sahip oldukları belirlenmiştir. Dolayısıyla 'T1' grubunun metabolizma hızının beklenenden düşük olmasının büyüklükle alakalı olmadığı, bunun bir ölçüm hatası ya da kontrol edilemeyen başka bir durumdan kaynaklandığı söylenebilir. 'T1' grubu ilk tedavi edilen grup olması sebebiyle beslenme-emilim bakımından en iyi durumda olması beklenir.



Diğer grupların ölçüm değerleri beklenen duruma uygundur. Daha önce tedavi edilmiş olan grup kendisinden sonra tedavi edilenlerden ve parazitlerle enfeste durumdaki kontrol grubundan daha yüksek oksijen tüketmiştir. Kontrol grubu da parazitlerle enfeste olmasının doğal sonucu olarak en düşük seviyede oksijen tüketen grup olmuştur.

Bulaştırma deney grupları üzerinde gerçekleştirilen metabolik aktivite ölçümlerine göre *H. salmonis* parazitine en uzun süre maruz bırakılmış olan 'B1' grubunun oksijen tüketim değeri beklenene uygun olarak en düşük; en son parazit bulaştırılan grup olan 'B4'ün oksijen tüketimi ise en yüksek çıkmıştır (Şekil 11). Parazitlerle enfeste durumda olmadığı için en yüksek metabolizma hızına sahip olması beklenen kontrol grubu 'KB'nin metabolik aktivite değeri beklenenden düşük çıkmıştır.

Metabolizma ölçümlerinin yapılacağı sistemde su kaynağı, ölçüm sonuçlarının tutarlılığı bakımından önemlidir. Su kalitesindeki değişimler balıkları ve doğal olarak da ölçümleri etkilemektedir. Kaynak suyunun berrak aktığı günde yapılan ölçümlerden tutarlı sonuçlar alınabilirken, suların bulandığı yağmurlu günlerde yapılan ölçüm sonuçları kendi içinde bile çok değişken çıkmıştır.

#### 4.3. *H. salmonis* ve İPNV Replikasyonu

*H. salmonis*'in Gökkuşluğu alabalıklarının İPN virüsüne karşı hassaslaştırıp hassaslaştırmadığının belirlenmesi için yapılan deneysel İPNV bulaştırması uygulamasından elde edilen sonuçlara göre *H. salmonis* ile enfeste olan ya da olmayan; daha uzun ya da daha kısa süre bu parazite maruz kalan balıkların İPNV'ye hassaslıkları arasında bir fark olmadığı görüldü. Hipotezimize göre, parazite daha uzun süre maruz kalmış olan grupların daha zayıf halde olmaları ve bunun sonucu olarak bu gruplardaki virüs replikasyonunun daha hızlı olması gerekirdi. Gruplar arasında virüs yoğunluğu bakımından fark görülememesinin nedeni; balıkların virüse maruz kalma sürelerinin uzun olması (10 gün) ve bu süre içerisinde gruplar arasındaki farkın kapanması olabilir. Deneysel virüs bulaştırma işleminden sonra 1'er ya da 2'şer gün arayla her grup belli sayıda birey viral olarak örneklenip SPE oluşumu izlenebilir. Böylece gruplar arasında virüs replikasyon hızı bakımından fark (varsa) tespit edilebilir.

## 5. KAYNAKLAR

- Al-Rasheid, K.A., Ali, M.A., Sarkan, T., Abdel Baki, A.A. and Abdel Ghaffar, F.A., 2000. Trichodinid Ectoparasites (Ciliophora: *Peritrichida*) of Some River Nile Fish, Parasitology International, 49, 131-137.
- Allison, L.N., 1963. An unusual case of *Hexamita* (Octomitus) among yearling rainbow trout, Prog. Fish-Cult., 25, 220-220.
- Alpbaz, A, 2005. Su Ürünleri Yetiştiriciliği, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Bölümü, İzmir, , 22-21
- Barja, J.L., 2004. Report about fish viral diseases, In: Mediterranean aquaculture diagnostic laboratories; Results of the survey on Mediterranean aquaculture diagnostic laboratories conducted within the framework of the CIHEAM/FAO network on "Technology of Aquaculture in the Mediterranean" (TECAM) ; Options Mediterraneennes. Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Mediterraneennes, Inst. Agronomique Mediterranee, 91-102, Zaragoza (Spain)
- Bandilla, M., Valtonen, E.T., Suomalainen, L.-R., Aphalo, P.J. and Hakalahti, T., 2006. A link between ectoparasite infection and susceptibility to bacterial disease in rainbow trout, International Journal for Parasitology, 36, 987–991.
- Becker, C.D., 1977. Flagellate parasites of fish. In: J.P. Kreier (ed.). Parasitic Protozoa, 1, 375–416, Academic Press, New York.
- Bregnballe, F., 1963. Trout culture in Denmark. Prog. Fish-Cult., 25, 115-120.
- Busch, S., Dalsgaard, I. and Buchmann, K., 2003. Concomitant exposure of rainbow trout fry to *Gyrodactylus derjavini* and *Flavobacterium psychrophilum*: effects on infection and mortality of host, Veterinary Parasitology, 117, 1-2, 117-122.
- Candan, A., 2002. First report on the diagnosis of infectious pancreatic necrosis (IPN) based on reverse transcription polymerase chain reaction (RT-PCR) in Turkey, Bull. Eur. Ass. Fish Pathol., 22, 45.
- Cattadori, I.M., Albert, R. and Boag B., 2007. Variation in host susceptibility and infectiousness generated by co-infection: the myxoma–*Trichostrongylus retortaeformis* case in wild rabbits, J. R. Soc. Interface, 4, 831–840.
- Cusack, R. and Cone, D.K., 1986. A review of parasites as vectors of viral and bacterial diseases of fish, J. Fish Dis., 9, 169–171.
- Çelikkale, M.S., 1994, İçsu Balıkları ve Yetiştiriciliği, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Trabzon, Yayın No: 3.

- Çelikkale, S., Düzgüneş, E. ve Okumuş, İ., 1999, Türkiye Su ürünleri Sektörü ve Avrupa Birliği ile Entegrasyonu, İstanbul Ticaret Odası, Yayın No: 63.
- Davenport, J., Black K, Burnell, G., Cross, T., Culloty, S., Ekaratne, S., Furness, B., Mulcahy, M. and Tretmeyer, H., 2003. Aquaculture: The ecological issues, Blackwell Publ, 89, USA.
- Dorson, M., Castric, J. and Torch, C., 1978. Infectious Pancreatic Necrosis Virus of Salmonids- Biological and Antigenic Features of a Pathogenic Strain and of a Non-Pathogenic Variant Selected in Rtg-2 Cells. J. Fish Dis., 1, 309-320.
- Dorson, M. and Torch, C., 1981. The influence of fish age and water temperature on mortalities of rainbow-trout, *Salmo gairdneri* Richardson, caused by a European strain of infectious pancreatic necrosis virus, J. Fish Dis., 4, 213-221.
- Durborow, R.M., Mitchell, A.J. and Crosby, M.D., 1998. Ich (White Spot Disease), SRAC Publications, No: 476.
- Emre, Y., 2004. Alabalık Yetiştiriciliği, T.C. Başbakanlık Güneydoğu Anadolu Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı.
- Evans, J.J., Klesius P.H., Pasnik, D.J. and Shoemaker, C.A., 2007. Influence of natural *Trichodina* sp. parasitism on experimental *Streptococcus iniae* or *Streptococcus agalactiae* infection and survival of young channel catfish *Ictalurus punctatus* (Rafinesque). Aquacult Res., 38, 664-667
- Ferguson, H.W., 1979. Scanning and transmission electron microscopical observations on *Hexamita salmonis* (Moore, 1922) related to mortalities in rainbow trout fry *Salmo gairdneri* Richardson, Journal of Fish Diseases, 2, 57-67, Veterinary Research Laboratories, Stormont, Belfast.
- Hill, B.J., 1982. Infectious pancreatic necrosis virus and its virulence. in: Roberts, R.J. (Ed.), *Microbial Diseases of Fish*. Academic Pres, London.
- Huss, H. H., 1995. Fresh Fish Quality and Quality Changes in Fresh Fish. FAO Fisheries Technical Paper, no. 334, Rome, FAO.
- Jarp, J., Gjevre, A.G., Olsen, A.B. and Bruheim, T., 1995. Risk factors for furunculosis, infectious pancreatic necrosis and mortality in post-smolts of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., J.Fish Dis. 18, 67-78
- Johansen, L.-H. and Sommer A.-I., 2001. Infectious pancreatic necrosis virus infection in Atlantic salmon *Salmo salar* post-smolts affects the outcome of secondary infections with infectious salmon anaemia virus or *Vibrio salmonicida*, Dis. Aquat. Org., 47, 109-117
- Jones, T. C., Hunt, R.D. and King, N.W., 1997. *Veterinary Pathology*, 6th ed, Wiley-Blackwell, USA.

- Kayis, S., Ozcelep, T., Capkin, E. and Altinok, I., 2009. Protozoan and Metazoan Parasites of Cultured Fish in Turkey and their Applied Treatments, The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh, 61, 93-102.
- Keeling, P.J. and Brugerolle, G., 2006. Evidence from SSU rRNA Phylogeny that Octomitus is a Sister Lineage to Giardia, Protist, 157, 205—212.
- Klinger, R.E. and Floyd, R.F., 2002. Introduction to Freshwater Fish Parasites, IFAS Extension CIR 716.
- Kreier, J.P. and Baker, J.R., 1987. Parasitic Protozoa, Allen and Unwin, 241, Australia.
- Landau, M., 1995. Introduction to Aquaculture, John Wiley & Sons Inc., Canada
- Lovell, T., 1998. Nutrition and Feeding of Fish, 2nd ed., Kluwer Academic Publishers, USA.
- Melby, H.P., Krogsrud, J., Hastein, T. and Stenwig, H., 1991. All commercial Atlantik salmon seawater farms in Norway harbour carriers of infectious pancreatic necrosis virus(IPNV). In: Fryer, J.L. (Ed.), Proceedings from the 2nd International Symposium on Viruses of Lower Vertebrates, 211–217, Oregon State University, Corvallis, OR.
- Molony, B., 2001. “Environmental Requirements and Tolerances of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) and Brown Trout (*Salmo Trutta*) With Special Reference to Western Australia: A Review”, Department of Fisheries, Fisheries Research Report No:130, 3-4, WA Marine Research Laboratories, Western Australia.
- Muus, B.J. and Dahlstrom, P., 1971. Collins Guide to the Freshwater Fishes of Britain and Europe. Collins Ltd. England.
- Nilsson, S.Ö., Curtis, L., Nilsson, G.E. and Grutter, A.S., 2005. Parasitic isopod *Anilocra apogonae*, a drag for the cardinal fish *Cheilodipterus quinquelineatus*, Mar. Ecol. Prog. Ser., 287, 209-216.
- Noga, Edward J., Fish disease: diagnosis and treatment / Second Edition, 2010 Iowa state university publishing, USA.
- Ögüt, H. and Akyol, A., 2005. Prevalance and Intensity of *Hexamita salmonis* in Rainbow Trout Farms in the South Eastern Black Sea and Their Relationship to Environmental Factors. The Israeli journal of Aquaculture-Bamidgeh, 57, 97–104.
- Olsen, O. W., 1986. Animal Parasites: Their Life Cycles and Ecology, Courier Dover Publications, USA.

- Özkan Özyer, B. ve Çağırğan, H., 2008. İnfeksiyöz Pankreatik Nekrozis Hastalığının Teşhisi İçin Enzyme-Linked İmmunosorbent Assay Geliştirilmesi, Bornova Vet. Kont. Araşt. Enst. Derg., 30, 15-22.
- Pylkkö, P., Suomalainen, L.-R., Tirola, M. and Valtonen, E.T., 2006. Evidence of enhanced bacterial invasion during *Diplostomum spathaceum* infection in European grayling, *Thymallus thymallus* (L.), J. Fish Dis., 29, 79–86.
- Reno, P.W., 1999. Infectious pancreatic and associated aquatic birnaviruses. In: Woo P.T.K., Bruno, D.W. (Eds.), *Fish Diseases and Disorders*. CAB International, Oxfordshire, UK., 1-55.
- Rønneseth, A., Wergeland, H.I., Devik, M., Evensen, Ø. and Pettersen, E.F., 2007. Mortality after IPNV challenge of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) differs based on developmental stage of fish or challenge route. Aquaculture, 27, 100–111.
- Saghari Fard. M.R., Weisheit, C. and Poynton, S.L. 2007. Intestinal pH profile in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* and microhabitat preference of the flagellate *Spironucleus salmonis* (Diplomonadida). Dis Aquat Organ., 76, 241-249.
- Scholz, T., 1999. Parasites in Cultured and Feral Fish, Veterinary Parasitology., 84, 317-335.
- Seppala, O., Karvonen, A., Valtonen, E.T. and Jokela, J., 2009. Interactions among co-infecting parasite species: a mechanism maintaining genetic variation in parasites? Proc. R. Soc. B., 276, 691–697.
- Seppanen, E., Kuukka, H., Huuskonen, H. and Piironen, J., 2007. Relationship between Standard metabolic rate and parasite-induced cataract of juveniles in three Atlantic salmon stocks, Journal of Fish Biology, 72, 1659–1674.
- Sidhu, K.S., 2003. Health Benefits and Potential Risk Related to Consumption of Fish or Fish Oil. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 38, 336–344.
- Silim, A., Elazhary, M.A.S.Y. and Lagace, A., 1982. Susceptibility of Trouts of Different Species and Origins to Various Isolates of Infectious Pancreatic Necrosis Virus. Can. J. Fish Aquat. Sci., 39, 1580–1584.
- Sims, D.W., 1995. The effect of body size on the Standard metabolic rate of the lesser spotted dogfish. Journal of Fish Biology, 48, 542-544.
- Sitja-Bobadilla, A., Pujalte, M.J., Macian, M.C., Pascual, J., Alvarez-Pellitero, P. and Garay, E., 2006. Interactions between bacteria and *Cryptosporidium molnari* in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) under farm and laboratory conditions, Veterinary Parasitology, 142, 248–259.

- Smail, D.A., Bruno, D.W., Dear, G., Mcfarlane, L.A. and Ross, K., 1992. Infectious Pancreatic Necrosis (Ipn) Virus Sp Serotype in Farmed Atlantic Salmon, *Salmo-salar* L., Post-Smolts Associated with Mortality and Clinical-Disease. J. Fish Dis., 15, 77-83.
- Smith, H., 1982. The role of microbial interactions in infectious disease, Phil. Trans. R. Soc. Lond. B., 297, 551-561.
- Stephen, C. and Iwama, G., 1997. Salmon Aquaculture Review, Environmental Assessment Office, British Columbia, Victoria.
- Taksdal, T., Stangeland, K. and Dannevig, B.H., 1997. Induction of ifectious pancreatic necrosis (IPN) in Atlantic salmon *Salmo salar* and brook trout *Salvelinus fontinalis* by bath challenge of fry with infectious pancreatic necrosis virus (IPNV) serotype Sp. Diseases of Aquatic Organisms, 28, 39-44.
- Tierney, K.B. and Farrel, A.P., 2004. The relationships between fish health, metabolic rate, swimming performance and recovery in return-run sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka* (Walbaum), Journal of Fish Diseases, 27, 663–671.
- Timur, G., Karataş, S., Akayli, T., Ercan, M.D. and Yardimci, R.E 2009. A histopathological study of Hexamitiasis in farmed rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*) fry in Turkey. Bull. Eur. Ass. Fish Pathol., 29, 104.
- Tojo, J.L. and Santamarina, M.T., 1998. Oral pharmacological treatments for parasitic disease of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. I: *Hexamita salmonis*. Dis. Aquat. Org., 33, 51-56.
- Tokşen, E., 1999. Ege Bölgesi'nde Yetiştiriciliği Yapılan Çipura ve Levrek Balıklarının Solungaçlarında Görülen Metazoan Parazitler ve Tedavisi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- TÜİK-2010. <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=6284> Su ürünleri istatistikleri; 7 Temmuz 2010
- Vickerman, K., 1989. Phylum Zoomastigina. Class Diplomonadida. In: L. Margulis, J.O. Corliss, M. Melkianian, D. Chapman (eds.). Handbook of Protoctista. Jones and Barlett, Boston.
- Voutilainen, A., 2009, Ecophysiological approach to host-parasite interaction between Arctic charr and *Diplostomum* spp., University of Joensuu, 118.
- Wolf, K., Snieszko, S.F., Dunbar, C.E. and Pyle, E., 1960. Virus nature of infectious pancreatic necrosis in trout. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 104, 105-108.
- Woo, P.T.K. and Poynton, S.L., 1995. Diplomonadida, Kinetoplastida and Amoebida (Phylum Sarcocystidia). In: Woo PTK (ed) Fish diseases and disorders 1. Protozoan and metazoan infections. CAB International, Wallingford

- Xu D.H., Shoemaker C., and Klesius P., 2007. Evaluation of the link between gyrodactylosis and streptococcosis of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, J. Fish Dis., 30, 233-238.
- Xu, D.-H., Shoemaker, C.A. and Klesius, P.H., 2009, Enhanced mortality in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* following coinfections with ichthyophthiriasis and streptococcosis, Dis. Aquat Org., 85, 187 -192.
- Yanık T., 2005. Balıklarda Metabolizma Ölçüm Metotları. İçinde: Balık Biyolojisinde Araştırma Teknikleri. Karataş, M. (ed.), Nobel Yay:772, İst.
- Yasutake, W.T., Buhler, D.R. and Shanks, V.E., 1961. Chemotherapy of Hexamitiasis in Fish, The Journal of Parasitology, 47, 81-86.
- Yıldız, K., 2008. Çevre Kirliliğinin İzlenmesinde Parazitlerin Rolü, Türkiye Parazitoloji Dergisi, 32, 276-279.

## ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Bayburt'ta doğdu. İlk ve orta öğrenimi Kocaeli, Gebze'de tamamladı. 2003 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği bölümünde lisans eğitimine başladı ve 2007 yılı Haziran ayında mezun oldu.

2007–2008 eğitim öğretim yılında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı. Şubat 2009 tarihinde KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsünde 50/d kadrosuyla araştırma görevlisi olarak atandı ve Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği bölümünde görevlendirildi. Halen bu fakülte'deki görevine devam etmektedir. Orta derecede İngilizce bilmektedir.