

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KAYNAK ALABALIKLARINDA (*Salvelinus fontinalis* Mitchill, 1814)
SİNDİRİM ÜZERİNE BAZI GÖZLEMLER**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Balıkçılık Tek. Müh. Fatma Pınar KARADUMAN

ŞUBAT 2012

TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KAYNAK ALABALIKLARINDA (*Salvelinus fontinalis* Mitchill, 1814)
SİNDİRİM ÜZERİNE BAZI GÖZLEMLER**

Balıkçılık Tek. Müh. Fatma Pınar KARADUMAN

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

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih :03.02.2012
Tezin Savunma Tarihi :23.02.2012

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Kadir SEYHAN

Trabzon 2012

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalında
Fatma Pınar KARADUMAN tarafından hazırlanan

KAYNAK ALABALIKLARINDA (*Salvelinus fontinalis* Mitchell, 1814)
SİNDİRİM ÜZERİNE BAZI GÖZLEMLER

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 07/ 02 / 2012 gün ve 1443 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 23/ 02 / 2012 tarihinde yapılan sınavda

YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Kadir SEYHAN

.....

Üye : Prof. Dr. Ertuğ DÜZGÜNEŞ

.....

Üye : Prof. Dr. Bilal KUTRUP

.....

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı'nda yapılmıştır.

Bu çalışmada; Kaynak Alabalığı (*Salvelinus fontinalis* Mitchell, 1814) için aynı özellikteki yemler farklı ve özdeş ağırlıktaki balıklara verilerek *Salvelinus fontinalis* türünde sindirim fonksiyonunun tanımlanması, ayrıca besin miktarının, balık büyüklüğünün ve sıcaklığın sindirim üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Yüksek Lisans Tez danışmanlığımı üstlenen; çalışmalarım sırasında ilgi ve desteğinin yanı sıra gerek literatür ve gerekse pratik olarak bana destek olan ve beni aydınlatan, her türlü konuda yardım ve desteklerini esirgemeyen çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Kadir SEYHAN'a, çalışmalarımda bana destek olan Öğr. Gör. Ahmet ŞAHİN ve Yrd Doç. Dr. İlker Zeki KURTOĞLU'na, ayrıca Yrd. Doç. Dr. Nadir BAŞÇINAR'a, Arş. Gör. Recep PARLAK'a, Arş. Gör. Halis BORAN'a ve öğrenim hayatım boyunca maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen kıymetli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Fatma Pınar KARADUMAN

Trabzon 2012

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Kaynak Alabalıklarında (*Salvelinus fontinalis* Mitchell, 1814) Sindirim Üzerine Bazı Gözlemler” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Kadir SEYHAN'ın 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. 01/02/2012

Fatma Pınar KARADUMAN

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. Balıklarda Sindirim.....	2
1.3. Balıklarda Sindirim Fonksiyonu ve İşlevi	3
1.4. Balıklarda Sindirim Çalışmaları Neden Yapılır?.....	5
1.5. Balıklarda Sindirim Çalışmaları Nasıl Yapılır?	5
1.5.1. Seri Kesim Tekniği.....	6
1.5.2. X Işınlarmın Kullanılması Tekniği.....	6
2. Besinin sindirim kanalının tamamından geçişi rahatlıkla gözlenebilir.....	7
1.5.3. Mide Yıkama Tekniği.....	7
1.5.4. Radyoizotopik Yöntem.....	8
1.5.5. Kusturucuların Kullanımı Tekniği	9
1.6. Balıklarda Sindirime Etki Eden Faktörler	10
1.6.1. Sıcaklık	10
1.6.2. Balık Büyüklüğü.....	11
1.6.3. Besin Miktarı	12
1.6.4. Besin Çeşidi ve Kalitesi.....	13
1.7. Kaynak Alabalığı' nın (Salvelinus fontinalis) Biyo – Ekolojik Özellikleri.....	13
1.8. Yetiştiricilik Potansiyeli	15
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	18
2.1. Materyal	18
2.1.1. Kaynak Alabalıklarının Temini	18
2.1.2. Kullanılan Araç ve Gereçler	18

2.1.3.	Holding Tankın Hazırlanması	19
2.1.4.	Deneyde Kullanılacak Balıkların Hazırlanması	19
2.2.	Metot.....	20
2.2.1.	Deneyin Yapılması	20
2.2.2.	Sindirim Fonksiyonunun Tanımlanması.....	23
3.	BULGULAR	26
3.1.	Sindirim Fonksiyonunun Tanımlanması.....	26
3.2.	Besin Miktarının Sindirim Zamanına Etkisi	27
3.3.	Balık Büyüklüğünün Sindirim Zamanına Etkisi.....	29
3.4.	Sıcaklığın Sindirim Zamanına Etkisi.....	30
4.	TARTIŞMA VE SONUÇ	32
4.1.	Sindirim Fonksiyonunun Tespit Edilmesi	32
4.2.	Besin Miktarının Sindirim Zamanına Etkisi	32
4.3.	Balık Büyüklüğünün Sindirim Zamanına Etkisi.....	33
4.4.	Sıcaklığın Sindirim Zamanına Etkisi	34
4.5.	Çalışmanın Yapılması Sırasında Yaşanan Zorluklar ve Öneriler	36
4.5.1.	Öneriler.....	36
5.	KAYNAKLAR	37
6.	EKLER	44
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

KAYNAK ALABALIKLARINDA (*Salvelinus fontinalis* Mitchell, 1814)

SİNDİRİM ÜZERİNE BAZI GÖZLEMLER

Fatma Pınar KARADUMAN

Karadeniz Teknik Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Kadir SEYHAN

2012, 43 Sayfa, 3 Ek Sayfa

Bu araştırmada Kaynak alabalıklarında (*Salvelinus fontinalis*) mide boşalım fizyolojisi üzerinde çalışılmıştır. Sıcaklığın, balık büyüklüğünün ve besin miktarının etkisi incelenmiştir. Sindirim fonksiyonunun en iyi eksponansiyel olarak tanımlandığı tespit edilmiştir.

Besin miktarının etkisinin incelenmesi amacıyla farklı miktarlarda yem (0,12gr., 0,36gr. ve 0,18gr.) kullanılmıştır. Besin miktarındaki artışın sindirim oranını artırdığı, ancak sindirim zamanını azalttığı bulunmuştur. Sindirim oranındaki bu artışın istatistikî açıdan önemli olduğu sonucuna varılmıştır ($P<0,01$).

İlaveten balık büyüklüğünün sindirim üzerine etkisinin belirlenmesinde ise farklı büyüklüklerde ($114,84 \pm 9,2\text{gr.}$; $49,06 \pm 8,5\text{gr.}$) balıklar kullanıldı ve balık büyüklüğünün sindirim oranını artırdığı dolayısı ile de sindirim zamanını azalttığı bulunmuştur. Bu etkinin istatistikî açıdan da önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).

Ayrıca sıcaklığın etkisi de ($9,5^{\circ}\text{C}$ and 18°C) test edilmiştir. Sıcaklığın iki kat artmasıyla sindirim zamanının 1,5 kat azaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Bulunan bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,01$).

Anahtar Kelimeler: Kaynak Alabalığı, *Salvelinus fontinalis*, Mide boşalım fizyolojisi, Sindirim zamanı ve oranı

Master Thesis

SUMMARY

A Study of Effects of Some Factors on Gastric Emptying in Brook Trout (*Salvelinus fontinalis* Mitchill, 1814)

Fatma Pinar KARADUMAN

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Fisheries Technology Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Kadir SEYHAN
2012, 43 Pages, 3 Appendix Pages

In this study, the emptying physiology of Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) was studied. The effect of temperature, fish size and food size were investigated. The emptying was best described by an exponential function.

The different sizes of food (0,12gr., 0,36gr. and 0,18gr.) were used to have a look at the effect of food size. It was found that increases in food size increased the emptying rate, but decreased the gastric emptying time. This was found to be statistically important ($P < 0,01$).

In addition to the different sizes of fishes ($114,84 \pm 9,2\text{gr.}$; $49,06 \pm 8,5\text{gr.}$) were used for investigate the effect of fish size. It was found that increases in fish size and increased the emptying rate, however; decreased the gastric emptying time. This was found to be statistically important ($P < 0,05$).

The effect of temperature ($9,5^{\circ}\text{C}$ and 18°C) was also tested. It was found that 2 fold increase in temperature, resulted 1,5 fold decreased in the gastric emptying time. this decrease was also found to be statistically important ($P < 0,01$).

Key Words: Brook Trout, *Salvelinus fontinalis*, Emptying physiology, Gastric emptying time and rate

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Kaynak alabalığının sindirim organları.	3
Şekil 2. Kaynak Alabalığı (<i>Salvelinus fontinalis</i>), (Başçınar, 2001).	14
Şekil 3. Doğal yayılım alanları (Scott ve Crossman, 1973).	15
Şekil 4. Yetiştiricilik ünitesinde balıkların görünümü.	16
Şekil 5. Mide içeriklerinin tartımında kullanılan hassas terazi.	18
Şekil 6. Stok (Holding) tanklarının görünümü.	19
Şekil 7. Deney tanklarının görünümü.	20
Şekil 8. Deneyleerde kullanılan formüle edilmiş (pelet) yem.	21
Şekil 9. Deney anında balıkların boy (A) ve ağırlık (B) ölçümleri.	22
Şekil 10. “A”- Seri kesim tekniğiyle midesi alınmış balık.	23
Şekil 11. 0,18gr. formüle edilmiş ticari yemle beslenen kaynak alabalıklarında sindirimin farklı modellerle analiz edilmesi (9,5 ⁰ C).	26
Şekil 12. 9,5 ⁰ C su sıcaklığında benzer ağırlıklara sahip balıkların (30-50gr.), 0,12, 0,36, 0,18gr. pelet yemlerin sindirimi.	28
Şekil 13. 18 ⁰ C su sıcaklığında iki farklı ağırlık grubundaki balıklarda (ortalama 60gr. ve ortalama 120gr.), 0,36gr. pelet yemin sindirimi.	29
Şekil 14. Benzer büyüklükteki balıklarda (ortalama 30-60gr.), farklı iki su sıcaklığında (9,5 ⁰ C, 18 ⁰ C), 0,36gr. pelet yemin sindirimi.	30

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Kaynak Alabalığı (<i>Salvelinus fontinalis</i>) sinonimleri (Froese & Pauly,1999).	15
Tablo 2. Türkiye'deki yetiştiricilik verileri (DİE).....	17
Tablo 3. Deneylede kullanılan formüle edilmiş (pelet) yemin içeriği.	21
Tablo 4. Sindirim fonksiyonlarının istatistiksel olarak analizi (*: En iyisi).....	27
Tablo 5. 9,5 ⁰ C su sıcaklığında besin miktarının sindirim üzerine etkisinin istatistiksel olarak analizi (GLM).....	28
Tablo 6. 18 ⁰ C su sıcaklığında balık büyüklüğünün sindirime etkisinin istatistiksel olarak analizi (GLM).....	30
Tablo 7. Sıcaklığın sindirim üzerine etkisinin istatistiksel olarak analizi (GLM).	31

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Balıklarda sindirim çalışmaları yetiştiricilikte beslenme stratejisinin belirlenmesi ve gıda tüketimi açısından oldukça önemlidir. Balıklarda sindirim konusunda yapılan bu çalışmalar 1800'lü yılların sonlarına kadar dayanmaktadır (Mölnar ve ark., 1967). Bu konuda yapılan çalışmalar başlangıçta balıkların sindirim sistemlerinin tanınması ve fonksiyonlarının incelenmesi üzerinedir. Daha sonraki çalışmalarda araştırmacılar dikkatini mide sindirim işlemi üzerine yoğunlaştırmışlar; özellikle midesiz balıklarda (*Blenniuz pholis L.* İçin Grove ve Crawford, 1980; *Ptychocheilus oregonesis* için Steinberger ve Larkin, 1974) bu işlemin nasıl gerçekleştiğini araştırmışlardır.

Bilinen mide sindirim oranı (GER), balık beslenme oranlarını, enerji kapasitelerini ve akuakültür trofik dinamiklerini konu alan laboratuvar ve saha çalışmaları açısından gerekli bir unsurdur (Sweka ve ark., 2004; Kawaguchi ve ark., 2007). Ayrıca besinin midede kalma zamanının belirlenmesi balıklarda metabolik oranların belirlenmesinde etkili olabilmektedir (Sweka ve ark., 2004). Kullanılan yemin ne kadar zamanda sindirilebileceğinin bilinmemesi, söz konusu tür veya türlerle ilgili balık besleme stratejilerinin ortaya konulması açısından akuakültür koşullarında problem teşkil etmektedir.

Mide sindirim oranı üzerine en kapsamlı çalışma kahverengi alabalıklarda (*Salmo trutta*) Elliot (1972) tarafından gerçekleştirilmiştir (Sweka ve ark., 2004). Sıcaklık, besin tipi ve büyüklüğü, rasyon oranı, balık büyüklüğü ve beslenmeden önceki açlık faktörlerinin mide sindirim oranı üzerine etkileri açıklanmıştır (Sweka ve ark., 2004). Ayrıca Elliot (1972) 'un yapmış olduğu bu çalışma diğer balık türleri üzerinde yapılan sindirim çalışmalarına yön göstermiştir (Allen, 1981; Ensign ve ark., 1990).

Mideden besin geçiş hızı (GER), birçok araştırmacı tarafından değişik canlı grupları üzerinde, birim zamandaki enerji veya kütle cinsinden belirlenmiştir (Grove ve Loizides, 1977; Seyhan,1994). Mide sindirim oranlarının ya da diğer bir deyişle sindirim oranının belirlenmesi çalışmalarında, ek olarak belirli miktarda veya belirli enerji içeriğine sahip besinin mideden geçiş süresi de (GET) saat cinsinden kayıt edilmiştir.

Kaynak alabalığı (*Salvelinus fontinalis*) üzerinde yapılan bu çalışma ile söz konusu

türün yetiştiriciliğinde kullanılan yemin sindirim zamanının ortaya konulması ve türe özgü beslenme periyodunun düzenlenmesi ile birlikte beslenme stratejilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.2. Balıklarda Sindirim

Balıklarda türler arasında; sindirim sisteminin gelişimi, sindirim kanalının yapısı ve sindirim enzimlerinin profili interspesifik ve intraspesifik düzeyde farklılık göstermektedir.

Balıklarda hücre içi ve hücre dışı sindirim bir arada görülür. Hücre dışı sindirim hücre sınırlarının dışında, barsak lümeninin içinde oluşurken; hücre içi sindirim daha ileri düzeyde bir sindirim olup, transformasyon ve metabolizma olaylarını içermektedir. Ayrıca hücre içi sindirim dokuların yenilenmesine yol açan ve barsak duvarı içindeki hücrelerde görülen olayları da kapsar (Jobling, 1995)

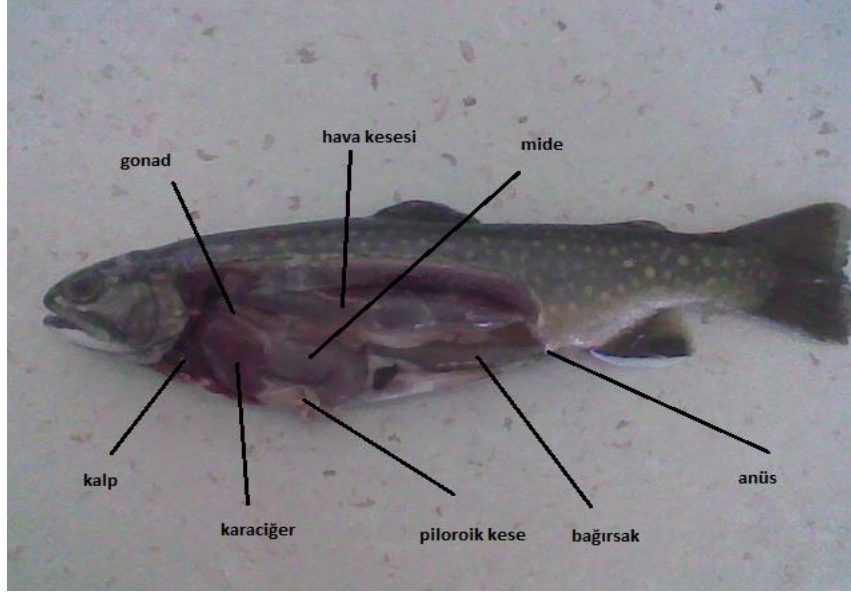
Sindirimde besinler sırasıyla;

1. İlk önce mekaniksel sindirime uğrar, böylece daha küçük parçalara ayrılır.
2. İleri düzeyde yapı taşlarına ayrılır ve kompleks yapılar daha basit yapılara dönüşür.
3. Transformasyon aşamasından (hücre duvarından geçebilecek duruma gelme) geçer.
4. Son olarak barsak duvarı hücrelerinde emilme gerçekleşmesiyle sindirim tamamlanır ve sindirim ürünleri kana karışır.

Sindirim kanalı;

- Ağız
- Ağız boşluğu
- Farinks
- Yemek borusu (ösophagus)
- Mide
- Pyloric caeca
- Barsak ve sindirime yardımcı yapılar (karaciğer, safra kesesi, pankreas)
- Rektum
- Anüs

yapılarından oluşmaktadır.



Şekil 1. Kaynak alabalığının (*Salvelinus fontinalis*) sindirim organları.

Farklı bazı balık türlerinde sindirim kanalını oluşturan bu yapılardan bazıları ya indirgenmiştir ya da hiç yoktur (örneğin; midesiz balıklar: *Blenniuz pholis L.*, *Ptychocheilus oregonesis*).

Bazı balıklarda sindirim kanalı uzun, ince ve tüpsü bir yapıdayken; bazılarında ise loblu bir yapılanma gösterip, farklı fonksiyonlara sahip katlantılardan meydana gelmiştir. Örneğin; mide birçok psivor balıkta uzamış ya da J şeklindeyken, karnivor balıklarda çanta ya da kese şeklindedir. Ayrıca sindirim kanalını oluşturan bu yapılar arasında kaslı kapakçıklar bulunmaktadır ve farklı balık yapılarında görülen bu yapılanmalar evrimsel kökenli olup, beslenme rejimi ile yakından ilgilidir (Seyhan ve Grove, 2003).

1.3. Balıklarda Sindirim Fonksiyonu ve İşlevi

Omurgalı hayvanlarda midenin ana görevi; alınan besinin kabul edilmesi, canlı ise öldürülmesi ve değilse sindirim işlemlerinin başlatılmasıdır. Bu nedenle mide epitelinden mukus, hidroklorik asit ve pepsin salgılaması yapılır. Mideye besin ulaşması ise gastrin salgısını başlatır. Gastrin salgısının başlaması ile mide içeriğinin asidik özelliği değişmeye başlar ve aynı zamanda bu yeni içeriğin etkisiyle birlikte bağırsaklara açılan büzgen kas gevşeyerek mide içeriğinin bağırsaklara doğru boşalmasını sağlar.

Kaslı olan mide duvarı bazı hareketler ile mide içeriğinin karışması işlevini yerine getirir. Karışan ve alkali bir özelliğe yeni içerik, yine farklı kas hareketlerinin yardımıyla

daha sonraki sindirim aşamaları için bağırsaklara doğru itilir. İçeriğin bağırsak duvarı epiteli ile teması sonucunda bazı hormonlar salgılanır ve bu salgılarda safra kesesinden alkalın özellikteki safra tuzunun (NaHCO_3) serbest bırakılmasına neden olur. Serbest kalan bu enzimler, pankreastan ve karaciğerden çıkarak bağırsak duvarının içine kadar uzanan kanalcıklar yoluyla ince bağırsağa itilir. İnce bağırsak duvarından salgılanan cholecystokinin, enterogastrone gibi bazı hormonlar mide üzerinde negatif bir geri besleme etkisi oluştururlar. Geri besleme mekanizması sayesinde, bağırsaklara geçmeye hazır mide içeriği bir süre midede tutulur ve bağırsakların aşırı yüklenmesi engellenir (Seyhan, 1994).

Sonuçta sürekli karıştırılan ve sindirime hazır hale getirilen besinler bağırsaklara doğru itilirken, aynı zamanda çalışan geri besleme mekanizması ile de özellikle sindirilemeyecek olan ya da sindirimi zor olan parçalar midede tutulurlar. Ve genellikle mideden bağırsaklara geçen en son parçalar bu parçalardır. Sindirilebilir besinlerin mideyi terk ettiği ana fazda sindirimin oranı, besinin midede kalan kısmı ile doğrudan ilişkilidir (Seyhan,1994).

Söz konusu olan tüm bu fonksiyonların gerçekleşmesinde üç önemli nokta vardır:

1. Juvenil aşamasına gelmiş birçok balık türünde maksimum mide hacmi ele alınan türün vücut ağırlığı ile doğrudan ilişkilidir. ($S_{max} = a.w$; w = gram cinsinden vücut ağırlığı, S_{max} = mililitre cinsinden mide hacmi) Besin mideye girdiğinde veya mide içindeki besin miktarında bir değişim olduğunda mide duvarı ya gevşer ya da sıkılaştır. Bunun nedeni mide duvarında bulunan duyarlı hücrelerin kollarının hemen her yönde genişlemesi yahut daralmasıdır. Ancak genellikle birçok besin tipinde maksimum mide hacmine ulaşamaz (Seyhan, 1994).

2. Besin mideye girdikten sonra oluşan ve içeriğin karışmasını sağlayan kas hareketleri tek başına sindirim oranını belirleyemez. Sindirim oranını belirleyen ve sınırlayan bir diğer etken de mide duvarından yapılan asit, pepsin ve mukus salgılarıdır. Mide epitelinin kıvrımlı yapısı ve bunun derecesi ile oxynticoptic hücrelerin miktarı ve salgı oranı, mide duvarının yüzeyi ile dolayısıyla da ele alınan balığın büyüklüğü ve sıcaklık ile doğrudan ilişkilidir (Seyhan, 1994).

3. Sindirim salgıları mide epitelinden salgılanır ve besin parçaları üzerinde etkilidir. Bir balık besinini seçerken alacağı besinin vücut ağırlığının belli bir oranında ve tek parça halinde olmasını tercih eder. Balık tek parça halinde besin bulamadığında veya küçük bir parça besin aldığı anda; kısa süre içerisinde toplamı vücut ağırlığının belli bir oranına karşılık gelen birçok küçük besin parçasını alır. Çok parçalı bir şekilde alınan bu

besin midede bir bütün oluşturacak biçimde sıkıştırılır. Buradan da anlaşıldığı üzere besin, ister tek parça ister çok parça halinde alınsın sindirim besin yüzeyinden başlamaktadır (Seyhan, 1994).

1.4. Balıklarda Sindirim Çalışmaları Neden Yapılır?

Sindirim oranı hesaplamalarında yola çıkılan temel düşünce, mideye alınan besinle mideden boşaltılan besin oranının uzun bir zaman periyodu içerisinde eşit olduğu varsayımdır. Üzerinde çalışılan birçok tür için belirli beslenme periyodunun başlangıcında besin alım hızı besin boşaltım hızından çok yüksektir. Periyodun bu bölümünden sonra, besin alımının durduğu fakat boşaltım işlemlerinin hızlandığı bir “ beslenmeme “ periyodu göze çarpar. Sözü edilen sindirim oranı verileri elde edilmesinden sonra, besin tüketim oranı hesaplamalarında kullanılmaktadır (Tyler, 1970; Daan, 1973; Elliot ve Persson, 1978; Talbot, 1985; Basimi ve Grove, 1985; Bromley, 1987).

Sindirim oranı verileri, günlük rasyonun özelliklerinin bilinmesinde ve maksimum tüketilen besin miktarının belirlenmesinde oldukça kullanışlı ve gereklidir. Bu veriler ışığında incelenen türün toplam enerji içeriği konusunda kesin bilgilere ulaşılabildiği gibi aynı zamanda da, içinde bulunduğu ortamda yer aldığı besin zincirindeki konumunun iyi bilindiği takdirde, sağladığı enerji transferinin etkinliğinin tam olarak ortaya konulması sağlanmaktadır.

1.5. Balıklarda Sindirim Çalışmaları Nasıl Yapılır?

İncelenen balık türünün besin miktarının belirlenmesinde “ günlük tüketilen miktar” esas alınır. Yapılan araştırmalarda genel olarak ele alınan türün midesi 24 saatlik periyotlar halinde incelemelere tabii tutulmuş ve bu süre içerisinde her bir yenilen besin tipinin miktarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmalarda besin alım miktarının belirlenmesi, mide sindirim oranının (GER) belirlenmesine bağlıdır (Seyhan, 1994).

Sindirim oranının hesaplanmasında mide içeriğinin belirli zaman periyotlarındaki değişiminin gözlenebilmesi gerekmektedir. Ve bunun için mide içeriğinin tespit edilmesi önemlidir. Bu tespit yönteminin değişik yolları vardır. Bunlar;

1. Seri kesim tekniği

2. X ışınları
3. Mide yıkama tekniği
4. Radyo izotop yöntemi
5. Kusturucuların kullanımı

Yöntemleridir.

1.5.1. Seri Kesim Tekniği

Deneme ortamında belirli miktar yemle beslenen balıklar, besin alımını takip eden ve önceden belirlenen zaman aralıklarının sonunda kesilerek mideleri çıkarılır ve mide muhteviyatı zamana göre kayıt edilir. Bu yöntem bazı avantajlara sahiptir. Bunlar;

1. Gelişmiş cihazlara ihtiyaç duyulmaz.
2. Denekler diğer yöntemlerde karşılaşılabilen defalarca kullanılmanın getirdiği stresten kaynaklanan ve sonuçları etkileyebilecek olan hatalardan etkilenmeden kullanılırlar.
3. Diğer yöntemden farklı olarak bu yöntemde, bireye birden fazla besin verilmesi durumunda besinler birbirinden kolayca ayırt edilebilmektedir.
4. Deneyin herhangi bir aşamasında bireylerin aç bırakılma zorunluluğu yoktur.

Yukarıda belirtilen bu avantajların yanında bu yöntemin en belirgin dezavantajları ise şöyledir:

1. Aynı bireyi defalarca kullanma şansı olmadığından, deneyde farklı zaman aralıkları bırakılarak kesilen farklı balıklar, aynı balıkmış gibi düşünölmek zorundadır.
2. Amaçlanan populasyon ortalamalarını sağlayabilmek adına çok fazla sayıda bireyin deneylere tabi tutulması gerekmektedir.

1.5.2. X Işınlarının Kullanılması Tekniği

Bu yöntem ilk olarak Mölnar & Tölg (1960-1962) tarafından kullanılmış ve araştırmalarda X-ray cihazı ile verilen besinin belli zaman aralıkları ile sindiriminin gözlenmesi amaçlanmıştır. Sonraki çalışmalarda ise hazırlanan yem içerisinde yemin % 20-25'i oluşturacak şekilde baryum sülfat konmuştur (Edwards, 1971-1973; Jobling ve

ark., 1977; Grove ve ark., 1978; Grove ve ark., 1985; Flowerdew ve Grove, 1979; Ross ve Jauncey, 1981; Basimi ve Grove, 1985). Ayrıca daha sonra yapılan çalışmalarda benzer özellikler gösteren diğer bazı maddeler de kullanılmıştır. Markalayıcı olarak da nitelendirilen bu maddelerden bazıları; metalik demir tozu (Talbot & Higgins (1983) tarafından yemin %5'i kadar kullanılmış) ve günümüzde yaygın olarak kullanılan polystyrene kürecikler (Grove ve ark. (1985) ve Grove (1986) tarafından ilk kez kullanılmış) olarak adlandırılan maddelerdir.

Bu yöntem özellikle midesi sindirim kanalının diğer bölümlerinden kolayca ayırt edilebilen türlerde kullanılmaktadır (Grove ve Crawford, 1980). Bu yöntemin avantajları;

1. Aynı balık defalarca kullanılabilirdiği gibi aynı deneme esnasında deneyin çeşitli aşamaları ve hatta bütünü tamamlanabilir.
2. Besinin sindirim kanalının tamamından geçişi rahatlıkla gözlenebilir.
3. Az miktarda örnek yeterlidir.

Grove ve Crawford (1980) bu yöntemin özellikle küçük ve midesiz balıklarda oldukça kullanışlı olduğunu belirtmişlerdir. Ancak tüm bu avantajlarına rağmen bu yöntemde özellikle baryum sülfat kullanımının getirdiği birtakım olumsuzluklar vardır;

1. Birçok araştırmacı deneye tabi tutulan bireylerin yemi almadan önce veya yemi aldıktan sonra depresyona girebildiklerini ifade etmişlerdir. Buna bağlı olarak görülen bu depresyon olayları sonucunda beklenen mide boşaltım oranları değerlerinde sapmaların meydana geldiği öne sürülmüştür (Jones 1974, Talbot & Higgins 1983).
2. Sözü edilen yöntemde zorla besleme metodunun uygulanması gerekebilmektedir. Ancak bu uygulama beslenme zamanının başlangıcının (t=0) tam olarak belirlenebilmesini sağlarken, deneye tabi tutulan bireylerin strese girmesine ve bunun sonucunda da beklenen mide boşaltım oranı değerlerinin sapmasına neden olabilmektedir.

1.5.3. Mide Yıkama Tekniği

Bu yöntemin temeli; yem verildikten sonra ve önceden belirlenen zaman aralıkları sonunda, ağızdan mideye (Seaburg 1957; Foster 1977; Meehan & Miller 1978; Brodeur 1984; Bromley 1987-1988; dos Santos & Jobling 1988; Singh-Renton 1990; Seyhan 1994) ya da anüsten sindirim kanalına (Baker & Fraser 1976) bir tüp yerleştirilmesi ve bu tüp aracılığıyla basınçlı su verilmesi ile mide içeriğinin dışarı çıkarılmasına dayanmaktadır. Daha sonra dışarı çıkarılan mide içeriği çeşitli uygulamalardan geçirilerek

değerlendirilmektedir. Yöntemin aşağıda da bahsedildiği gibi çeşitli avantajları ve dezavantajları mevcuttur;

1. Bu metot seri kesim tekniğinin kullanılmadığı durumlarda uygulanmaktadır (Seyhan, 1994). Çok fazla birey gerektirmeyen bir yöntem olup, özellikle değerli, az bulunan ve anaç olan balıkların kullanılmasını gerektirmektedir. Yöntem bu yönüyle oldukça avantajlıdır. Bu teknikte deneye alınacak balık sindirim kanalının tamamen boşalmasını sağlamak üzere bir süre aç bırakılır (24 saat süreyle) (Seyhan; 1994). Ayrıca bireyler önceden yeme alıştırmışsalar, deney esnasında balıklara zorla besleme uygulaması yapılmasına gerek kalmaz ve bireyler kolayca yem alırlar.

2. Bu metot aynı bireyin deneme tekrarlarında kullanılmasını sağlamakla birlikte, ilk deneme ve sonraki tekrarlarda stresin neden olduğu etkinin gözlenebilmesi açısından da oldukça faydalıdır (Seyhan, 1994).

Belirtilen bu avantajlarının yanında yöntemin önemli bir dezavantajı ise; her zaman mide içeriğinin tam olarak dışarı çıkarılamama ihtimalidir. Hyslop (1980) ve Talbot (1985) özellikle küçük balıklarda bu yöntemi uygulamanın zor olduğunu belirtmişlerdir. Bu problem küçük bir enjektör kullanılarak çözümlenebileceği gibi, bu uygulama nedeniyle balık strese girebilmekte ve ayrıca da iç organları hasar görebilmektedir.

Belirtilen bu dezavantajına rağmen bu metot en uygulanabilir metot olarak göze çarpar (Hyslop 1980). Bu yöntemle çıkarılan mide içeriği miktarı gerçek mide içeriğinin oldukça yüksek bir miktarına ulaşabilmektedir (Foster, 1977; Persson, 1979; Brouder, 1984; Bromley, 1987).

1.5.4. Radyoizotopik Yöntem

Bu yöntemde kullanılan bazı radyoizotoplar ve bunları denemelerinde kullanan bazı araştırmacılar şu şekildedir; Cerium (144C), Peters & Hoss (1974) ve Cowey & Sargent (1972) tarafından kullanılmıştır, Caesium (137Cs), Keveeren (1966) ve Kolhemainen (1974) tarafından kullanılmıştır; Iodine (131I) ve Chromium (51 C), Storebaken ve ark. (1981) tarafından kullanılmıştır; Technetium (99Tc) ise Aldman (1994) tarafından kullanılmıştır.

Bu yöntemde yukarıda belirtilen radyoizotoplardan uygun olanı seçilip, yeterli miktarda yem içerisine eklenmek suretiyle kullanılmaktadır. Yöntemin en büyük avantajı;

1. Deneyleerde kullanılan canlı materyallerin öldürülmeleri zorunluluğu

olmamasından az miktarda bireyle deney tamamlanabilmektedir.

2. Bireyler isteğe bağlı yemlendiğinden aç bırakılma zorunluluğu yoktur.

Yöntemin dezavantajı ise; laboratuarda yürütülen deneylerde, ortama bağlı bazı olumsuzluklar ve kullanılan sudaki çeşitli bulaşıcılar deney sonuçlarını etkileyebilmektedir.

1.5.5. Kusturucuların Kullanımı Tekniği

Yöntemde esas olan, kusturma özelliğindeki bazı maddelerin, mide içeriği çıkarılması istenilen balığın midesine, yardımcı bir malzeme kullanılarak ağız yoluyla boşaltılması şeklindedir (White 1930). Bu metot ilk kez Markus (1932) tarafından levrek (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus 1758) üzerinde uygulanmıştır. Sonrasında ise aynı yöntem Jernejcic (1969) tarafından uygulanmıştır.

Kusturucu maddeler arsenik asit veya hidroklorik asitle solüsyon haline getirilerek kullanılır. Solüsyona kusturucu madde olarak potasyumnitrat veya apomorfine eklenir. Bu metodun avantajı;

1. Aynı bireyin defalarca kullanılmasını sağlayabildiğinden az miktarda bireyle deneyler tamamlanabilir.

Metodun dezavantajı ise;

2. Her seferinde mide içeriğinin tamamen çıkması mümkün olmayabilir (Singh – Renton, 1990).

Tüm bu bahsedilen yöntemlerin hepsinde bireyin önce yemlenmesi gerekmektedir. Besleme; balıkların beslenirken ya tek halde ya da grup halinde bulunmalarına bağlı olarak iki şekilde uygulanabilir. Ayrıca bireysel olarak besleme yapmanın birçok avantajı vardır;

1. Balıkların tek olarak deneme ortamında tutulması ve beslenmesi kolaydır. Canlıların besini alma zamanı tam olarak belirlenebilir. Ayrıca önceden tespit edilen mide içeriği çıkarma zamanları da tam olarak uygulanabilir. Bu nedenlerle mide boşaltımının zamana göre değişimi de en doğru şekilde tespit edilir. Kesin bir şekilde tespit edilen süreler ile sonuçta elde edilecek mide boşaltım oranının (GER) ve mide boşaltım zamanının (GET) en doğru sonucu yansıtması sağlanabilmektedir.

2. Bireyler tank içerisinde bir arada bulduklarında ise, beslenmeleri zorlaşacağı gibi hangi bireyin yem aldığının tespit edilmesi de güçleşir. Bu eksikliğin giderilmesi için balıkların iyi gözlemlenmesi ve markalaması gerekmektedir. Balıkların bir

arada bulunmalarının getirdiği bir diğer zorluk ise bireylerin birbirinden olumsuz etkilenebilmesidir.

3. Deneyle alınmış balığın yediği besin miktarı kesin olarak bellidir. Bu durum özellikle birey büyüklüğünün sindirim oranı üzerindeki etkisinin belirlenmesinde önemli rol oynar. Ancak bazı balıklar yalnız grup halinde bulduklarında beslenebildiklerinden, bu yöntemin uygulanması imkansızdır.

4. Bazı durumlarda zorla besleme uygulamasının yapılması gerekmektedir. Balıklar birey halinde bulunduğunda bu uygulama yapılabilmekte ancak tank içerisinde bir arada bulduklarında bu uygulama yapılamamakta, yapılsa dahi diğer balıkları strese sokabilmektedir.

Balıkların bireysel olarak beslenmesinin yukarıda belirtilen avantajlarının olmasına rağmen en önemli dezavantajı ise; daha pahalı alt yapı gerektirmesidir. Akabinde balıklar doğal ortamlarında genellikle gruplar halinde bulduklarından, bireylerin ayrılması ve bu şekilde beslenmesi onları strese sokabilir, doğal davranışlarından uzaklaştırabilir ve en önemlisi yem alma davranışlarının etkilenmesine neden olabilir.

Deneylede unutulmaması gereken önemli bir konu da, bu çalışmaların laboratuvar ortamlarında yürütüldüğü ve sonuçta doğal ortamı tam olarak yansıtamayacağıdır.

1.6. Balıklarda Sindirime Etki Eden Faktörler

Daha önce yapılan birçok çalışmada balıklardaki midedeki besinlerin sindirimi üzerine birçok faktörün etkili olduğu belirtilmiştir. Bu faktörler Pandian (1967), Kapoor ve ark. (1975), Windell (1978), Fange & Grove (1979) ve Smith ve ark. (1989) tarafından sınıflandırılmıştır. Balıklarda mide boşaltımını etkileyen en önemli faktörler; sıcaklık, birey büyüklüğü, besin miktarı ve kalitesidir.

1.6.1. Sıcaklık

Ele alınan türün farklı mevsimlerdeki besin tüketim miktarında meydana gelen değişimlerin tespit edilmesi önemlidir. Bu nedenle yapılan deneylede farklı sıcaklıklardaki sindirim oranları incelenmektedir. Son zamanlarda sıcaklık faktörü üzerindeki çalışmalarda önemli bir artış kaydedilmiştir (Örneğin; Sharple ve ark.,1969; Brett & Higgs, 1970;

Steingenberger & Larkin, 1974; Mólnar ve ark., 1967; Jobling ve ark.,1977; Durbin ve ark.,1983; dos Santos, 1990; Singh Renton, 1990; Seyhan, 1994). Genelde sıcaklık ile sindirim oranı arasında negatif bir ilişki mevcuttur. Bir çok çalışmada su sıcaklığı türün optimum yaşama seviyesinin üst sınırında tutulduğunda, en yüksek sindirim oranı değerleri elde edilmiştir (Smith, 1967; Brett & Higgs, 1970; Tyler, 1970). Benzer şekilde düşük sıcaklık değerindeki sindirim oranı da düşer (Windell,1978). Ancak buna rağmen, Brett & Higgs (1970) ve Tito de Morais (1986)' in bildirdiklerine göre, uzun süre optimum yaşama sıcaklığı değerlerinin altında bir sıcaklıkta tutulan bazı türlerde mide boşaltım oranı değerleri zamanla yükselmektedir. Bu artış ise yine de optimum sıcaklık değerinde elde edilen sindirim oranı değerlerinin altında kalmaktadır.

Genel olarak sindirim oranı, su sıcaklığı öldürücü seviyenin altında bulunan bir değere ulaşana kadar curvelinear bir şekilde artar (Brett & Higgs, 1970; Eliot, 1972; Jobling & Davies, 1979; Jobling, 1980a). Aynı zamanda sıcaklık ve sindirim oranı arasındaki değişim eksponansiyel bir eğri şeklindedir.

1.6.2. Balık Büyüklüğü

Birçok tür üzerinde yapılan çalışmalar balık büyüklüğünün sindirim oranı üzerine etkisini ortaya koymuştur. Genellikle büyük bireyler aynı boyutlardaki besini, küçük bireylerden daha çabuk sindirirler (*Scophthalmus maximus* için Flowder ve Grove, 1979; *Stizostteidon vitreum* için Swenson& Smith, 1973; *gadoid*'ler için Jones, 1974; Seyhan, 1994). Ancak bazı türlerde birey büyüklüğü ile sindirim oranının değişmediği gözlenmiştir. Windell (1966)'in *Lepomis* için, Persson (1979)'un *Perca fluviatilis* için ve Jobling (1980)'in juvenil *Pleuronectes platessa* için yaptığı çalışmalar; böyle bir değişimin olmadığını göstermiştir.

Jobling ve ark. (1977), *Limanda limanda* üzerine yaptıkları araştırmada balık büyüklüğü ile mide hacmi arasında doğrusal bir ilişki olduğunu ve bu nedenle de balığın beslenmesinde birey büyüklüğünün göz önüne alınması gerektiğini öne sürmüşlerdir. Ayrıca bu araştırmacılar, vücut ağırlığına göre eşit oranda beslenen küçük balıkların büyüklere nazaran aldıkları besini daha çabuk sindirdiklerini belirtmişlerdir.

1.6.3. Besin Miktarı

Sindirim oranı üzerine birey büyüklüğünün ve sıcaklığın etkisinin dışında, verilen besinin büyüklüğünün de belirleyici olduğu farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Normal olarak besin miktarı arttıkça sindirim oranı da artmaktadır (Tyler,1970; Eliot, 1972; Jones, 1974; Jobling ve ark., 1977; Flowerdew & Grove, 1979; Jobling & Davies, 1979; Grove & Crawford, 1980; Gwyther & Grove, 1981; dos Santos, 1990). Ayrıca Steinberger & Larkin (1974) kuzey denizinde squawfish, *Ptychochelius oregonensis* ve Ruqquerone (1989) de coho salmon, *Oncorhynchus kitsuch* üzerinde yaptıkları çalışmalarda; bireye verilen yemin büyüklüğündeki artışın boşaltım oranını düşürebileceğini tespit etmişlerdir.

Genelde bireye verilen öğünün mideden boşaltım hızı ve süresi belli sınırlar içerisinde (belirli yiyecek büyüklüğünde ve belirli çevre koşullarında). Öğün büyüklüğü artırıldığında birey, toplam mide sindirim zamanını bahsedilen sınırlar içerisinde tutmak için (ilk durumdaki mide boşaltım zamanına yaklaştırmak için) mide boşaltım hızını (GER) artırmaktadır. Ancak sindirim hızında görülen bu artış, verilen öğün büyüklüğü daha da artırıldığı durumlarda, mide sindirim zamanını belirtilen sınırlar içerisinde tutmakta yeterli olamamaktadır (Beamish, 1972; Jobling ve ark., 1977). Dos Santos (1990) yaptığı bir çalışmada öğün büyüklüğü etkisinin, bireyin kendi büyüklüğü (*Gadus moruha*) ile karşılıklı olarak dengelendiğini öne sürmüştü ve morinaların vücut ağırlıklarının belirli bir oranındaki öğünle beslendiklerinde sindirim zamanının (GET) sabit olduğunu, bir başka ifadeyle birey büyüklüğü ile değişmediğini belirtmiştir.

Grove (1985) ise; kalkan balıkları üzerine yaptığı bir çalışmada, öğünü birden fazla parçalara ayırmış ve bu şekilde farklı mide boşaltım modelleri geliştirmiştir. Araştırmacı bulgularında, öğünün parçalara ayrılıp sonra bu parçaların tek bir parça halinde bir araya toplanarak bireye verildiğinde mide boşaltım zamanının (GET) arttığını belirtmiştir. Benzer bir şekilde araştırmacı bireyin birkaç adet yenilenle beslendiğinde, sınırlı olan mide sıvısının etkisinin yetersiz olacağını ve mide boşaltım zamanının artacağını öne sürmüştür. Araştırmacılar, bireye öğünün bir bütün halinde verildiğinde ise mide sıvısında herhangi bir yetersizlik olmayacağını, bu durumda mide boşaltım zamanının (GET) Pek değişmeyeceğini, ancak mide boşaltım oranının (GER) bir miktar artabileceğini belirtmişlerdir.

1.6.4. Besin Çeşidi ve Kalitesi

Bir türün doğal besinini oluşturan yenilenler yapılarında sindirilebilen ve sindirilemeyen bileşenler içerir. Benzer şekilde sindirim oranlarının belirlenmesi için yapılan denemelerde kullanılan yapay yemlerde yine yapılarında belirli oranlarda ve miktarlarda sindirilebilen ve sindirilemeyen maddeler içerirler. Bu maddelerin miktarı sindirim oranını etkilediğinden denemelerde göz önünde tutulması gereken önemli bir parametredir. Bu çalışmalar türlerin doğal ortamdaki besinlerinin ekolojik olarak incelenmesi için yapılırken, aynı zamanda yetiştiriciliği yapılan veya yapılacak olan türlerin en uygun beslenme tayini içinde yapılır.

İncelenen türlerin yedikleri besinlerin enerji içerikleri mide boşaltım zamanı üzerinde doğrudan etkilidir. Bir çok araştırmacı (Windell ve ark., 1969; Grove ve ark., 1978; Flowerdew & Grove, 1979; Jobling, 1980b; dos Santos, 1990) yaptıkları çalışmalar sonucunda, bireye verilen öğünün enerji içeriğinin artırılması durumunda mide boşaltımı için gereken sürenin de uzadığını bildirmektedirler. Dos Santos (1990) yaptığı bir çalışmada yüksek enerji içerikli öğünlerin mide boşaltım zamanlarını artırdığını, ancak bu etkinin öğünün fiziksel özelliklerinden kaynaklanan etkiden daha az olduğu sonucuna varmıştır.

1.7. Kaynak Alabalığı' nın (*Salvelinus fontinalis*) Biyo – Ekolojik Özellikleri

Kaynak alabalığı Kuzey Amerika kökenli tipik bir Salmonidae türü olup 1814 yılında Mitchill tarafından *Salvelinus fontinalis* ismi verilmiştir. Mitchill ve diğer araştırmacıların verdikleri farklı diğer sinonim isimler ise rağbet görmemişlerdir (Froese ve Pauly,1999). Kaynak alabalığı, Amerika ve Avrupa kıtalarının tamamına ve güneyde ise Yeni Zelenda'ya kadar götürülmüştür (Froese ve Pauly,1999).

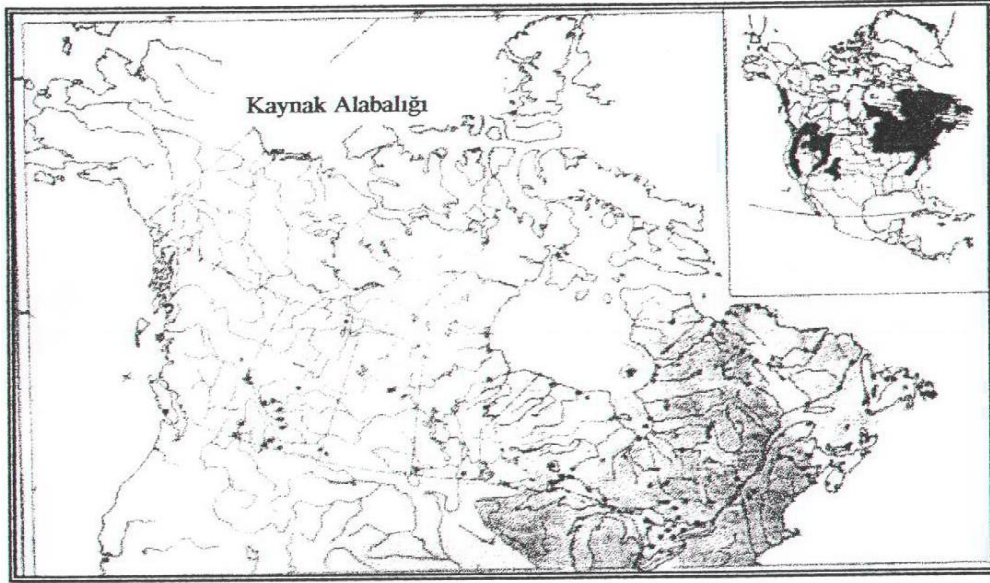
Bu tür Avrupa'ya 19. Yüzyılın sonlarında getirilmiş ve bugün hemen hemen her ülkede kültür stokları ve yüksek kesimlerdeki göl ve akarsularda doğal stokları mevcuttur (Çelikkale,1994). Kaynak alabalığının Kuzey Amerika'daki doğal populasyonunun ise hem tamamen tatlı su hem de anadrom varyetelerinin bulunduğu belirtilmektedir (Scott ve Crossman,1973; McCormic vd., 1985). Kahverengi alabalıklarla çok benzer, hatta aynı habitatlarda yaşar ve besinlerle beslenirler. Aynı habitatları paylaştıkları durumlarda

orijinal doğal yayılım alanlarında bile genellikle rekabeti kahverengi alabalıkların kaybettikleri öne sürülmesine rağmen, kültür koşullarında gökkuşuğu alabalığı veya diğer Salmonidae türleri ile aynı ortamda yetiştirilmeleri durumunda oluşabilecek olan rekabetin ne olacağı kesin olarak bilinmemektedir. Kaynak alabalıkları, gökkuşuğu alabalıkları ile hemen hemen aynı yaşlarda (erkekleri 2, dişileri 3 yaşında) cinsi olgunluğa ulaşırlar; fakat gökkuşuğu alabalığından biraz daha erken yumurtlarlar. Dişileri 1kg. canlı ağırlığa yaklaşık 2000 yumurta verirler. Kuluçka periyodu 440 gün-derece civarında olup tercih edilen kuluçka suyu sıcaklığı ise 4-12⁰C'dir (Shepherd ve Bromage, 1988). Doğal yayılım alanlarında 90cm. boy ve 7kg. ağırlığa, Avrupa ülkelerinde ise 30-50cm. boy ve 1-3kg. ağırlığa ulaştıkları bilinmektedir. Özellikle kültür şartlarında yavaş gelişmesinin (örneğin; Doğu Karadeniz Bölgesi'nde ticari işletmelerde gökkuşuğu alabalığı 12-16 ayda pazarlanabilir ağırlığa ulaşırken, aynı işletmelerde kaynak alabalığı için bu süre 2 yıla yaklaşmaktadır.) ve bu nedenle fazla tercih edilmemesinin nedenleri başta sıcaklık olmak üzere su kalitesindeki değişimlere ve yüksek su sıcaklığına karşı daha hassas olmaları ve de gökkuşuğu alabalıkları kadar aktif yem almamalarıdır (Okumuş ve ark., 1998a).

Farklı bir vücut (sırt; koyu zeytin rengi üzerinde açık renkli hareler, yanlar; daha açık renkte ve sarı-kırmızı noktalar içerir (Şekil 2), karın; beyaz, sarı-kırmızı, kuyruk yüzgecinde birkaç enine koyu şerit vardır; göğüs, karın ve anal yüzgeçlerin ön kenarları siyah ve beyaz bantlarla çevrilmiştir; ağız çok geniş ve çeneleri diğer alabalık türlerine rağmen daha uzundur.), et rengi (portakal rengi) ve lezzete sahip olduklarından alabalık ve salmon çiftliklerinde ikinci tür olarak yetiştirilmektedir (Okumuş ve ark., 1998a).



Şekil 2. Kaynak Alabalığı (*Salvelinus fontinalis*), (Başçınar, 2001).



Şekil 3. Doğal yayılım alanları (Scott ve Crossman, 1973).

Tablo 1. Kaynak Alabalığı (*Salvelinus fontinalis*) sinonimleri (Froese & Pauly,1999).

Sinonim	Araştırmacı
<i>Salmo immaculatus</i>	Linnaeus, 1758
<i>Salmo fontinalis</i>	Mitchill, 1814
<i>Baione fontinalis</i>	Mitchill, 1814
<i>Salmo canadensis</i>	Griffith & Smith, 1834
<i>Salmo hudsonicus</i>	Suckley, 1861
<i>Salvelinus timagamiensis</i>	Henn Rinkenbach, 1925

1.8. Yetiştiricilik Potansiyeli

Türkiye’de yetiştirilen 164600 ton balığın, 85244 tonu Salmonidae familyasına ait türlerden oluşmaktadır (DİE, 2010). Bugün Doğu Karadeniz Bölgesi’nde, yaklaşık iç sularda 120-130, deniz kafeslerinde ise 10-15 işletmede gökkuşacağı alabalığı üretimi yapılmaktadır. Ancak bölgede fazla yaygın olmamakla beraber Kuzey Amerika kökenli bir Salmonidae türü olan kaynak alabalığı (*S. fontinalis*, Mitchill, 1814) yetiştiriciliği de yapılmaktadır. Fakat resmi istatistiklerde bu türün yıllık üretimi gökkuşacağı alabalığı ile birlikte “alabalık” kategorisi altında verilmektedir (Tablo 2; DİE, 2010).



Şekil 4. Yetiştiricilik ünitesinde balıkların görünümü.

Gökkuşaağı alabalığına oranla yavaş büyüyen bu türün farklı görünüm (renk, vücut formu vs.) ve et yapısı (gevrek ve daha az yağlı) yetiştiriciliğini cazip kılması açısından önemlidir (Okumuş ve ark., 1998).

Kaynak alabalığı, Amerika ve Avrupa kıtalarının tamamına ve güneyde Yeni Zelanda'ya kadar götürülmüştür. Bu tür Avrupa'ya 19.yüzyılın sonlarında getirilmiş ve bugün hemen hemen tüm ülkelerde kültür stokları ve yüksek kesimlerdeki göl ve akarsularda doğal stokları bulunmaktadır (Bristow, 1992). Kaynak alabalığının Kuzey Amerika'daki doğal popülasyonun ise hem tamamen tatlı su hem de anadrom varyetelerinin bulunduğu bilinmektedir (Cihar, 1986).

Kaynak alabalığının kültür potansiyeli ve deniz suyuna adaptasyonu ile ilgili olarak sadece birkaç çalışma mevcuttur. Deniz suyuna adaptasyonla ilgili olarak, Mc. Cormick ve Naiman (1984) bu alabalıkların ancak belirli bir büyüklükten (söz konusu çalışmada asgari 19cm.) itibaren deniz suyuna transfer edilebileceğini bildirmiştir. Daha detaylı bir çalışmada, Besner ve Pelletier (1991) göçmen olmayan kaynak alabalıklarının ilkbahar ve yaz aylarında ozmoregülasyon kabiliyetlerini ve deniz ortamındaki yaşama oranlarını belirlemek amacıyla direkt olarak tatlı sudan deniz suyuna transfer etmişlerdir. Balıklar mayıs ve haziran aylarında deniz suyuna çok iyi adapte olmuşlar, buna rağmen temmuz ve ağustos aylarında denize bırakılan balıklarda şartlar uygun olmasına rağmen ilk günden itibaren osmoregülasyonda problemler görülmüş ve buna bağlı olarak ta yaşama oranında düşüş gözlenmiştir. Bu veriler ışığında *Salvelinus fontinalis*' in deniz suyuna adaptasyonu açısından smoltifikasyon sürecine sahip türler gibi mevsimsel varyasyon gösterdiği

belirtilmiştir (Okumuş ve ark.,1998).

Ülkemizde ise kaynak alabalığı ile ilgili bir çalışma Okumuş ve ark. (1996) tarafından yürütülmüş ve bu türün tatlı sudaki saf ve gökkuşağı alabalığı ile karışık olarak büyüme, yem tüketimi ve yem değerlendirme oranları incelenmiştir. Bu çalışma sonunda ise, saf olarak yetiştirilen kaynak alabalıklarının polikültür grubundakilere göre önemli ölçüde daha hızlı büyüdüğü, buna karşı polikültür gökkuşağı alabalıklarında büyüme performansının daha iyi olduğu gözlenmiştir. Ayrıca kaynak alabalıklarının yem tüketimi ve yem değerlendirme oranlarının gökkuşağına oranla sıcaklığa daha az bağımlı oldukları gözlenmiştir (Okumuş ve ark., 1998).

Tablo 2. Türkiye'deki yetiştiricilik verileri (DİE).

Yetiştiricilik üretimi - Aquaculture production										
	Ton - Tons									
Balık türü Type of fish	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Toplam - Total	67 244	61 165	79 943	94 010	118 277	128 943	139 873	152 186	158 729	167 141
İçsu - Inland water										
Alabalık - Trout	36 827	33 707	39 674	43 432	48 033	56 026	58 433	65 928	75 657	78 165
Aynalı sazan - Carp	687	590	543	683	571	668	600	629	591	403
Deniz - Marine water										
Alabalık - Trout	1 240	846	1 194	1 650	1 249	1 633	2 740	2 721	5 229	7 079
Çipura - Sea bream	12 939	11 681	16 735	20 435	27 634	28 463	33 500	31 670	28 362	28 157
Levrek - Sea bass	15 546	14 339	20 982	26 297	37 290	38 408	41 900	49 270	46 554	50 796
Midye - Mussel	5	2	815	1 513	1 500	1 545	1 100	196	89	340
Karides - Prawn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diğer - Other	-	-	-	-	2 000	2 200	1 600	1 772	2 247	2 201
Kaynak: Yetiştiricilik ürünlerine ait veriler, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'ndan alınmaktadır. Source: Data on aquaculture products is taken from Ministry of Agriculture and Rural Affairs.										

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

2.1.1. Kaynak Alabalıklarının Temini

Deneyde kullanılan Kaynak alabalıklarının (*Salvelinus fontinalis*) bir kısmı Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Prof. Dr. İbrahim OKUMUŞ Araştırma Ünitesi'nden, diğer bir kısmı ise Fındıklı, Çağlayan Köyü, Taşköprü Alabalık Çiftliği'nden temin edildi.

2.1.2. Kullanılan Araç ve Gereçler

Çalışmada kullanılan tanklar, yem tartımı için 0.001g. hassasiyetli Sartorius marka terazi (Şekil 5), havalandırma hortumu, pompası, havataşı Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi tarafından ve gerekli yemler Karsusan AŞ. ve Dokabaş AŞ.'den hususi olarak temin edildi.



Şekil 5. Mide içeriklerinin tartımında kullanılan hassas terazi.

Deneyde 30-60gr. ve 100-200gr. ağırlığındaki balıklar kullanıldı. Balıklar günde 1 defa beslendi. Besin olarak türün yetiştiriciliğine uygun olarak kullanılan formüle edilmiş yem (pelet) tercih edildi.

2.1.3. Holding Tankın Hazırlanması

Deney için kullanılacak balıklar deney tanklarına yerleştirilmeden önce eldeki balıkların miktarına bağlı olarak iki adet büyük tankta (holding tank) iki üç hafta tutuldu (Şekil 6). Burada düzenli olarak deneyde kullanılacak yem ile besleme yapıldı. Bu yöntemde amaç balığın sindirim sisteminin deneyde kullanılacak yeme alışmasını sağlamaktır. Balıklar; davranışları, yem alımları ve olası hastalıklara karşı takip edildi. Herhangi bir hastalık gözlenmedi.

Balıkların yem alımları düzene girmesi ve ortama adaptasyonlarının gerçekleşmesinden sonra balıkların bir kısmı deney tanklarına transfer edildi.



Şekil 6. Stok (Holding) tanklarının görünümü.

2.1.4. Deneyde Kullanılacak Balıkların Hazırlanması

Holding tanklarda bulunan ve ortama adaptasyonlarını sağlayan balıklar deneyde kullanılmak için deney tanklarına transfer edildi.

Transfer esnasında balıkların kepçe ile tutulmasından deney tanklarına yerleştirilmesine kadar geçen zaman zarfında balıkların hırpalanmadan, rahatsız edilmeden tanklara alınmasına özen gösterildi.

Kepçe yardımıyla tutulan balıklar, içerisinde tatlı su bulunan bir kova ile taşındı ve deney tanklarına yerleştirildi. Tam kontrollü bir çalışmanın sağlanabilmesi ve ne kadar besin tüketildiğinin kesin olarak tespiti açısından her bir tanka yalnızca bir balık konuldu.

Deneye başlamadan önce yine holding tanklarda uygulandığı gibi, balıklar deney tanklarına alındıklarında da yaklaşık 1 veya 2 hafta ortama adaptasyonlarının sağlanması için hazırlık safhasına tabii tutuldu.

Deney tankları deneye başlamadan önce ve deney süresince her gün düzenli olarak balıklar rahatsız edilmeden sifon yapılarak temizlendi.

2.2. Metot

2.2.1. Deneyin Yapılması

Deney için özdeş ebatlarda, debileri eşit düzeyde tatlı su akışı olan, havalandırmalı 15 adet deney tankından oluşan bir düzenek hazırlandı (Şekil 7). Sindirimin kolay takibi açısından her bir deney tankına aynı büyüklükteki bireylerden birer adet konuldu ve her tank numaralandırıldı.



Şekil 7. Deney tanklarının görünümü.

Balıkların midelerinin tamamen boşalması amacıyla deneyde kullanılacak balıklar iki günlük süre ile aç bırakıldı (Seyhan, 1994). İkinci günün sonunda besinler balıklara verildi.

Besin olarak balıkların türüne ve büyüklüğüne uygun, 4mm. çapında ve %48 protein, %20 yağ ve %3 selüloz içeren formüle edilmiş (pelet) yem kullanıldı (Şekil 8, Tablo 3). Her bir balığın yemi alış saati gözlem yoluyla kaydedildi.



Şekil 8. Deneyleerde kullanılan formüle edilmiş (pelet) yem.

Tablo 3. Deneyleerde kullanılan formüle edilmiş (pelet) yemin içeriği.

Temel Besin Maddeleri (%)	
Nem	10
Protein	48
Yağ	20
Kül	10
Selüloz	3
Enerji Kcal/Kg	4379

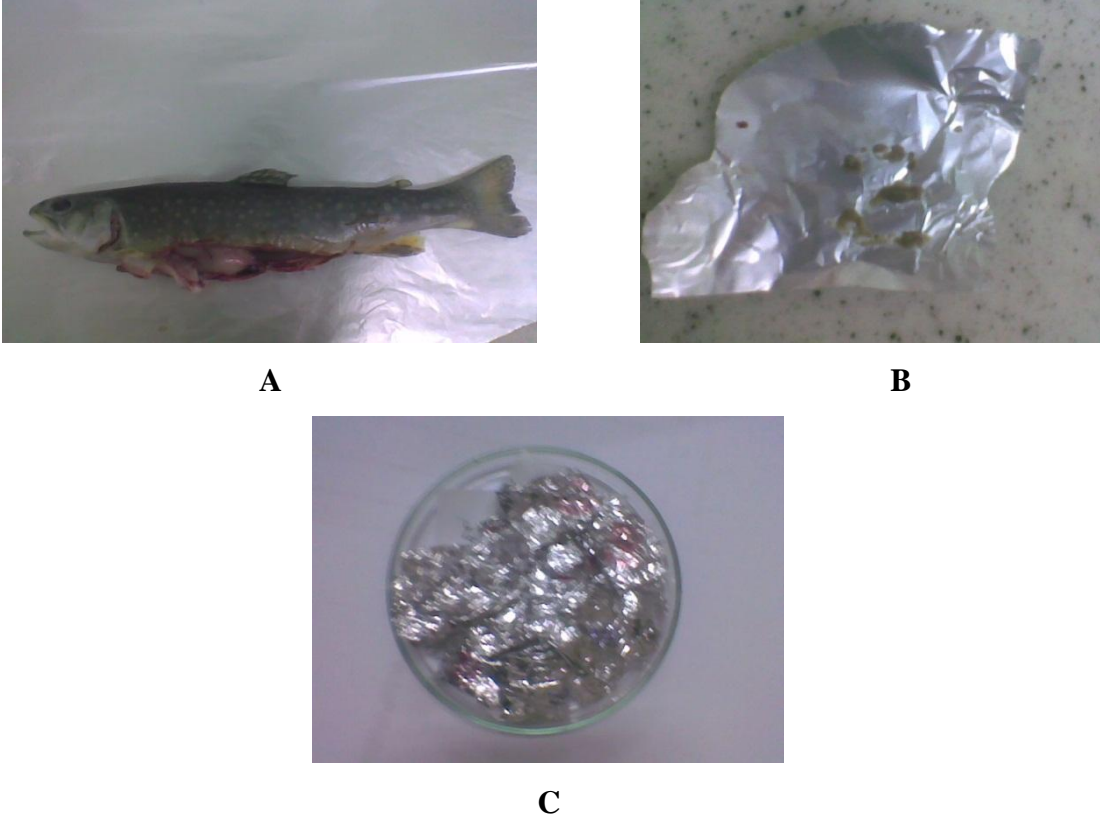
Katkı Maddeleri	
Vit A (IU/gr)	12,6
Vit D3 (IU/gr)	2,5
Vit E (mg/kg)	200
Vit C (mg/kg)	210
Vit K3 (mg/kg)	10
Cu (mg/kg)	5
BHA (mg/kg)	5
Ethoxyguin (mg/kg)	130

Sindirimi takiben belirli zaman aralıklarında (3,6,9,12,15h) sindirimin bitiş noktasına ulaşmaya kadar belirlenen saatler sonunda alınan balıklar daha önceden hazırlanmış çözelti (2ppm/lit etil alkol kullanılarak) içerisinde anestezi uygulanarak laboratuara getirildi. Balıkların sırasıyla boy (cm.), ağırlık (gr.) ölçümleri yapıp, değerler kaydedildi (Şekil 9).

**A****B**

Şekil 9. Deney anında balıkların boy (A) ve ağırlık (B) ölçümleri.

Mide içeriğinin alınması için seri kesim tekniği uygulandı. Laboratuvar ortamında neşter ve pens yardımıyla balıkların mide içerikleri alınıp 0,001gr. hassas terazi ile tartıldı ve değerler kaydedildi. Daha sonra alınan bu mide içerikleri alüminyum folyo içerisinde muhafaza edilerek etüvde ağırlık sabitleşinceye kadar (15 saat) kurutma işlemine tabii tutulup, kurutma işlemi tamamlandıktan sonra tekrar hassas terazi yardımıyla tartılarak ölçülen değerler kaydedildi (Şekil 10).



Şekil 10. “A”- Seri kesim tekniğiyle midesi alınmış balık.
 “B”- Mide muhteviyatının aliminyum folyo üzerinde görünümü.
 “C”- Aliminyum folyolara sarılmış, mide muhteviyatlarının görünümü.

Bu işlemler her bir deney için ayrı ayrı uygulandı ve her deney grubu için özel bir veri seti oluşturuldu (Hyslop, 1974; Person, 1979; Seyhan, 1994).

2.2.2. Sindirim Fonksiyonunun Tanımlanması

Sindirim fonksiyonunun tanımlanması üzerine yapılan çalışma, 9,5⁰C su sıcaklığında ve 30-50gr. ağırlığındaki (ortalama 46,06 ± 6,2gr., n=5) balıklarla gerçekleştirildi. Besin olarak her bir balığa 0,18gr. formüle edilmiş (pelet) yem doğal beslenme yoluyla verildi.

Beslenme anı kaydedildikten sonraki belirli saatlerde (3,6,9,12h) alınan balıklara anestezi uygulandı ve laboratuvar koşullarında mide içerikleri alındı. Sonrasında mide içerikleri etüvde sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutuldu ve veri seti oluşturuldu.

2.2.3. Besin Miktarının Sindirim Zamanına Etkisi

Besin miktarının sindirime etkisini araştırmak için yapılan çalışmada toplam 19 balık üzerinde çalışıldı. Çalışma 9,5⁰C su sıcaklığında yapıldı.

Benzer ağırlıktaki balıklara (55,03 ± 12,1gr., n=6; 43,58 ± 8,4gr., n=8; 46,06 ± 6,2gr., n=5) aynı özellikte; ancak farklı miktarlarda formüle edilmiş (pelet) yemler (0,12gr., n=6; 0,36gr., n=8; 0,18gr., n=5), doğal beslenme yöntemiyle verildi.

Besin verilme anı kaydedildikten sonra sindirim aşamalarının takip edilmesi adına belirli saatlerle (3,6,9,12h) alınan balıklar anestezi uygulanarak laboratuvar koşullarında mide içerikleri alınıp, etüvde ağırlıkları sabit kalıncaya dek kurutulularak, kurutulduktan önceki ve sonraki ağırlıkları hassas terazi yardımıyla ölçülüp, değerler kaydedildi.

2.2.4. Balık Büyüklüğünün Sindirim Zamanına Etkisi

Yapılan çalışmada iki farklı ağırlık grubunun oluşturduğu balıklar (114,84 ± 9,2gr., n=6), (75,93 ± 12,7gr., n=7), aynı miktarda yemlerle beslendi. Deney, 18⁰C su sıcaklığında gerçekleştirildi.

Besin verilme anından itibaren benzer şekilde, belirli saatlerle (3,6,9h) balıklar anestezi edilerek, laboratuvar koşullarında mide içerikleri alınarak alınan mide içerikleri etüvde kurutuldu ve ağırlık değerleri ölçülüp kaydedildi.

2.2.5. Sıcaklığın Sindirim Zamanına Etkisi

Sıcaklığın sindirime olan etkisini incelemek üzere yapılan çalışmada, benzer ağırlıklardaki balıklar (42,03 ± 8,0gr., n=7; 49,06 ± 8,5gr., n=7) iki gruba ayrılıp, grupların her biri sıcaklığın farklı olduğu birbirinden farklı iki dönemde (T=9,5⁰C ve T=18⁰C) aynı miktar yemle (0,36gr.) doğal beslenme yoluyla beslenerek deneye tabii tutuldu.

İlk besleme saati kaydedildikten sonra sindirimi takip etmek amacıyla belirli saat aralıklarında (3,6,9h) her bir balık benzer şekilde anestezi edilerek, gerekli ölçümleri (boy, ağırlık vs.) yapıldıktan sonra mide içerikleri alınarak etüvde sabit değer llene dek (15 saat süreyle) kurutmaya tabii tutuldu. Kurutulduktan nceki ve sonraki değerler hassas terazi yardımıyla ölçülüp kayıta altına alındı.

2.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Yapılan alışma sonucunda elde edilen verilerin analiz edildikten sonra grafiğe dökülmesi ile ortaya çıkan eğriler karşılaştırıldı.

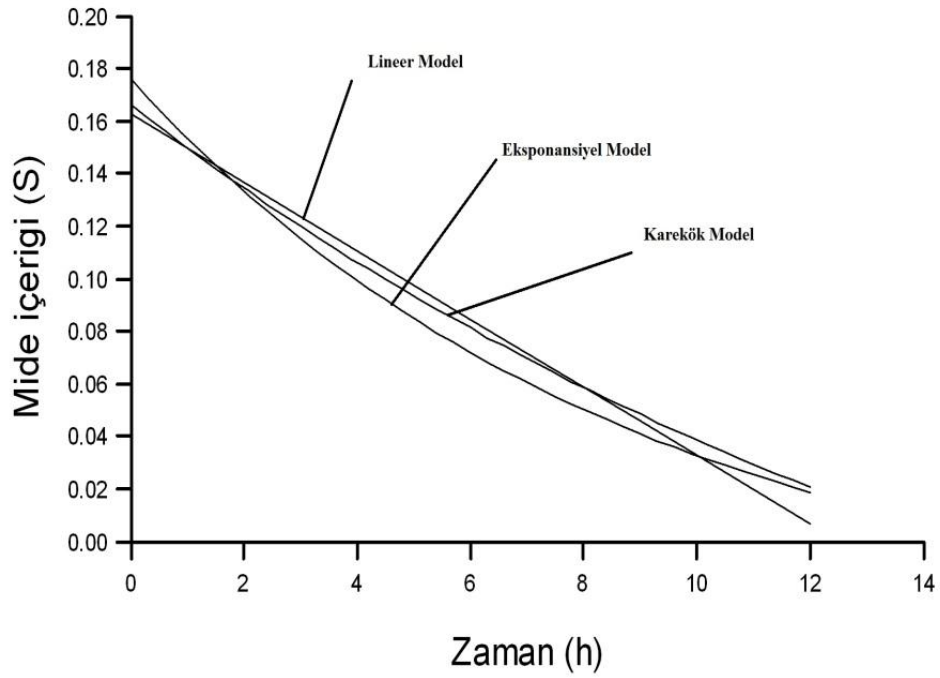
Tüm bu analiz işlemleri sırasında Minitab istatistik programı ve bu programın kapsamındaki GLM (General Lineer Model) yönteminden yararlanıldı. Grafiklerin izilmesi sırasında yine Minitab istatistik programı ve FigSys (Biosoft) programı kullanılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Sindirim Fonksiyonunun Tanımlanması

Kaynak alabalıklarında (*Salvelinus fontinalis*, Mitchill 1814) sindirim fonksiyonunun tanımlanması adına yapılan çalışma, 9,5⁰C'de 30-50gr. ağırlığındaki (ortalama 46,065 ± 6,2gr., n=5) balıkların 0,18gr. pelet yemle doğal beslenme yoluyla beslenmesi ile gerçekleştirildi.

Her bir modele göre çizilen grafik şekil 11 de verilmiştir.



Şekil 11. 0,18gr. formüle edilmiş ticari yemle beslenen kaynak alabalıklarında sindirimin farklı modellerle analiz edilmesi (9,5⁰C).

Elde edilen veri setinin analizi bilinen her üç modelde de (eksponansiyel, lineer ve karekök model) test edilmiştir. Yapılan deney sonucunda 0,18gr. pelet yemle beslenmesi yapılan bireylerin 9,5⁰C’ de besini 12-15 saat arasında tamamen sindirdikleri gözlenmiştir. Söz konusu modelin uygunluğunu test etmek amacıyla üç parametreye bakılmıştır (Tablo 4). Bunlar korelasyon katsayısı (test edilen iki karakter arasındaki ilişkinin derecesi) “R”, intersept “a” ve kareler toplamı “SS” dir. Hesaplanan parametreler tablo 4 de verilmiştir.

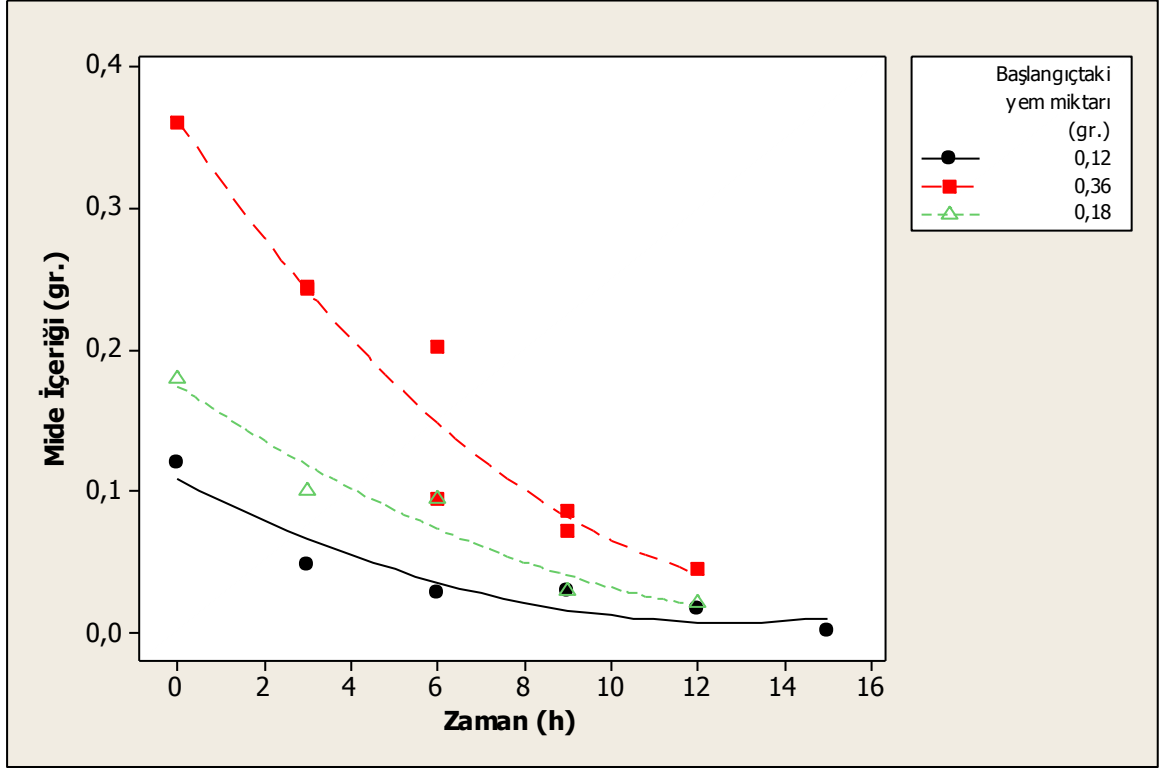
Tablo 4. Sindirim fonksiyonlarının istatistiksel olarak analizi (*: En iyisi).

Parametre	Lineer	Eksponansiyel	Karekök
R (korelasyon katsayısı)	0,956	0,97*	0,97
SS (kareler toplamı)	0,001	0,000*	0,0028
a (eğrinin Y eksenini kestiği nokta)	0,156	0,178*	0,166

Tabloda görüldüğü üzere her üç model için de en yüksek korelasyon katsayısı (R), eksponansiyel model için bulunmuştur. Bu tarz ilişkilerde hesaplanan değerler ile gözlem değerleri arasındaki farkın karelerinin toplamı (SS), 0 ya da 0’a en yakın sonuç elde edildiğinde en iyi ilişkiyi vermektedir. Test edilen her üç model için de en düşük kareler toplamı yine eksponansiyel model içinde hesaplanmıştır.

3.2. Besin Miktarının Sindirim Zamanına Etkisi

Besin büyüklüğünün sindirime etkisini incelemek amacıyla yapılan deneyde büyüklükleri benzer üç farklı balık grubuyla çalışılmıştır (55,034 ± 12,14gr., n=6; 43,582 ± 8,4gr., n=8; 46,065 ± 6,2gr., n=5). Bu üç deney grubuna aynı nitelikteki; fakat farklı büyüklüklerdeki (0,12gr., 0,36gr., 0,18gr.) pelet yemler, doğal beslenme yoluyla verilmiştir. Çalışma aynı sıcaklık aralığında (9,5⁰C) gerçekleşmiştir. Beslenmeden sonra belirli saatlerle anestezi edilen balıkların mide içerikleri alınarak sonuçlar şekil 12 de özetlenmiştir.



Şekil 12. 9,5⁰C su sıcaklığında benzer ağırlıklara sahip balıkların (30-50gr.), 0,12, 0,36, 0,18gr. pelet yemlerin sindirimi.

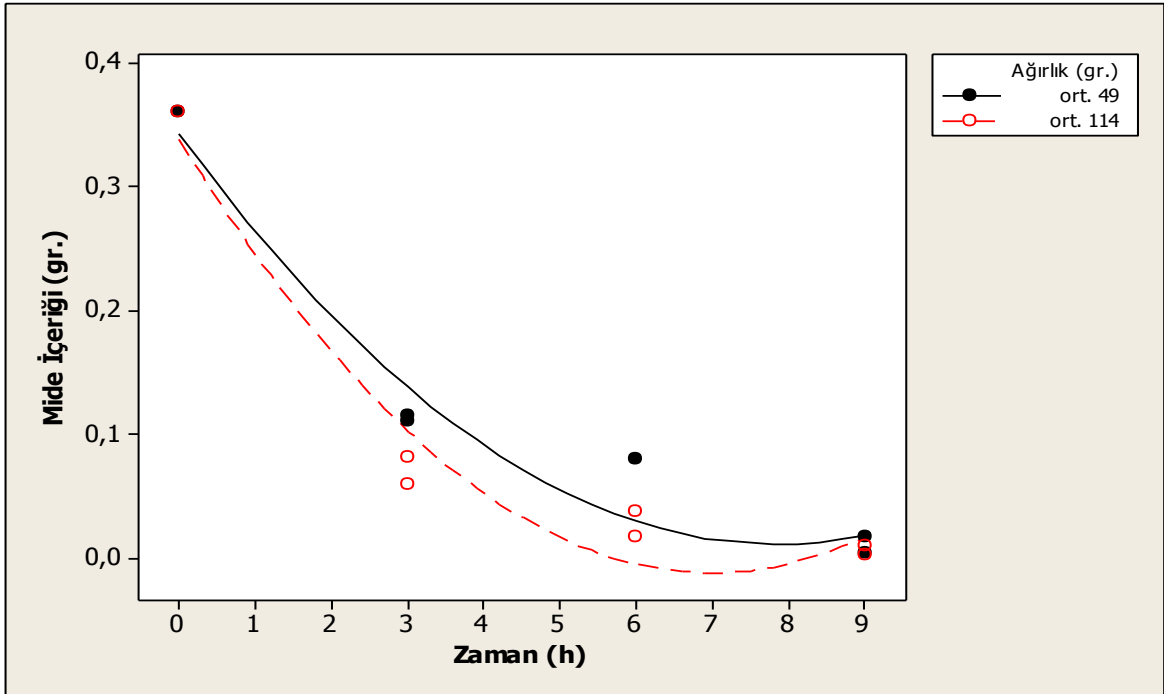
Şekil den anlaşılacağı üzere besin miktarındaki artış sindirim hızına etki etmiş; ancak sindirim zamanını önemli ölçüde etkilememiştir. Sindirim hızındaki artış istatistiksel anlamda önemli bulunmuş ($P<0,01$) ve istatistiki analiz sonuçları tablo 5 de verilmiştir.

Tablo 5. 9,5⁰C su sıcaklığında besin miktarının sindirim üzerine etkisinin istatistiksel olarak analizi (GLM).

Kaynak	S.D	Kareler Toplamı	Düzenlenmiş Kareler Toplamı	Düzenlenmiş Kareler Ortalaması	F	P
Yem	2	0,049305	0,049606	0,024803	9,81	0,004
Zaman	4	0,082372	0,080595	0,020149	7,97	0,004
Hata	10	0,025273	0,025273	0,002527	-	-
Toplam	17	0,158636	-	-	-	-

3.3. Balık Büyüklüğünün Sindirim Zamanına Etkisi

Balık büyüklüğünün sindirim zamanına olan etkisinin incelenmesi için yapılan çalışmada farklı ağırlıklardaki iki balık grubu ($114,84 \pm 9,2\text{gr.}$, $n=6$; $49,06 \pm 8,5\text{gr.}$, $n=7$) ile deneyler gerçekleştirilmiştir. İki grup için de aynı miktardaki pelet yemler ($0,36\text{gr.}$) doğal beslenme yoluyla verilmiştir. Çalışma esnasında su sıcaklığı (18°C) değişmemiştir. Balıklar anestezi edilerek belirlenen saat aralıklarında mide içerikleri alınmıştır. Gözlem sonuçları şekil 13 de ifade edilmiştir.



Şekil 13. 18°C su sıcaklığında iki farklı ağırlık grubundaki balıklarda, $0,36\text{gr.}$ pelet yemin sindirimi.

Şekil den anlaşılacağı üzere koyu noktalarla gösterilen ortalama $49,06 \pm 8,5\text{gr.}$ ağırlıklarındaki balıkların $0,36\text{gr.}$ pelet yemi yaklaşık 9 saatte sindirdikleri; ancak açık renk noktalarla gösterilen $114,84 \pm 9,2\text{gr.}$ ağırlıklarındaki balıkların ise yine aynı miktar pelet yemi yaklaşık 6 saatte sindirdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Aradaki bu fark istatistiksel açıdan önemli ($P<0,05$) bulunmuş ve sonuçlar tablo 6 da verilmiştir.

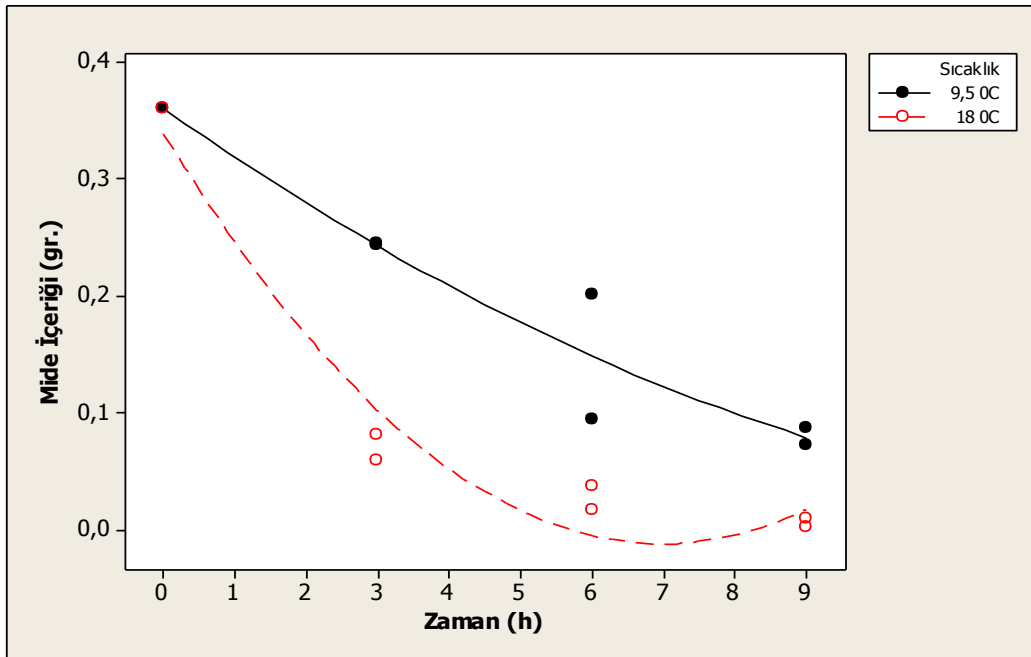
Tablo 6. 18⁰C su sıcaklığında balık büyüklüğünün sindirime etkisinin istatistiksel olarak analizi (GLM).

Kaynak	S.D	Kareler Toplamı	Düzenlenmiş Kareler Toplamı	Düzenlenmiş Kareler Ortalaması	F	P
Ağırlık(W)	1	0,003572	0,001972	0,001972	6,68	0,036
Zaman	3	0,176686	0,153548	0,051183	173,31	0,000
Hata	7	0,002067	0,002067	0,000295	-	-
Toplam	12	0,182415	-	-	-	-

3.4. Sıcaklığın Sindirim Zamanına Etkisi

Yapılan bu çalışmada su sıcaklığının sindirim üzerine etkisini incelemek üzere, benzer büyüklükteki iki farklı balık grubu ($42,03 \pm 8,09\text{gr.}$, $n=7$; $49,06 \pm 8,5\text{gr.}$, $n=7$) ile çalışılmış ve her bir gruba aynı nitelikte ve aynı miktardaki (0,36gr.) yemler doğal beslenme yoluyla verilmiştir. Çalışma 9,5⁰C ve 18⁰C olmak üzere farklı iki sıcaklık noktasında gerçekleştirilmiştir.

Beslenme sonrasında belirlenen saat aralıklarında anestezi edilen balıkların laboratuvar koşullarında mide içerikleri alınmış, sonuçlar şekil 14 de verilmiştir.



Şekil 14. Benzer büyüklükteki balıklarda (ortalama 30-50gr.), farklı iki su sıcaklığında (9,5⁰C, 18⁰C), 0,36gr. pelet yemin sindirimi.

Grafikten de anlaşılacağı üzere su sıcaklığındaki artış miktarının sindirim hızına ve zamanına etki yaptığı gözlenmiştir. Sıcaklığın artmasıyla sindirim hızının arttığı ve sindirim zamanının kısaldığı sonucuna ulaşılmış olup, aradaki bu farkın istatistiksel analizler sonucunda önemli ($P < 0,01$) olduğu bulunmuştur. İstatistiksel analiz sonuçları tablo 7 de verilmiştir.

Tablo 7. Sıcaklığın sindirim üzerine etkisinin istatistiksel olarak analizi (GLM).

Kaynak	S.D	Kareler Toplamı	Düzenlenmiş Kareler Toplamı	Düzenlenmiş Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	1	0,038609	0,038609	0,038609	19,18	0,002
Zaman	3	0,146089	0,121914	0,040638	20,19	0,000
Hata	8	0,016103	0,016103	0,002013	-	-
Toplam	13	0,202505	-	-	-	-

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

4.1. Sindirim Fonksiyonunun Tespit Edilmesi

Sindirim fonksiyonunun tespiti amacıyla yapılan deneyde benzer ağırlıklardaki (30-50gr.) balıklar kullanılmıştır. Söz konusu balıklara besin olarak 0,18gr. formüle edilmiş (pelet) yemler (yem içeriği tablo 3 de verilmiştir) doğal beslenme yöntemiyle verilmiştir.

Elde edilen veri seti bilinen her 3 modele göre (eksponansiyel, lineer ve karekök model) analiz edilmiş ve kaynak alabalıklarında sindirim modelinin eksponansiyel olduğu sonucuna varılmıştır (Tablo 4).

Sindirim üzerine yapılan araştırmalar sonucu sindirim fonksiyonunun belirlenmesi üzerine önemli sonuçlar elde edilmiştir. Kaynak alabalığı (*Salvelinus fontinalis*) ile gerçekleştirilen bir araştırmada, besin olarak *Sarcophaga bullata* ve *Zophobus morio* larvalarından oluşan özel bir karışım kullanılmış ve sindirim fonksiyonunun eksponansiyel olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Sweka ve ark., 2004). Atlantik salmonu (*Salmo salar*) ve kahverengi alabalık (*Salmo trutta*) türü ile yapılan çalışmalarda da, sindirim eksponansiyel model ile tanımlanmıştır (Handeland ve ark., 2008; He ve Wurtsbaugh, 1993).

Fakat yaygın görüşün aksine, Gökkuşacağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ile proteinlerin sindirim üzerine etkilerinin incelendiği bir araştırmada besin olarak üç farklı ham protein (% 56.3, % 51.7 ve % 45.8) ve sindirilebilir enerji içeren özel konsantrasyonlarda formüle edilmiş araştırma yemleri kullanılmıştır. Diğer araştırmalardan farklı olarak sindirim modelinin en iyi karekök model ile tanımlandığı sonucuna varılmıştır (Tekinay ve Güner, 2001). Bulunan bu farklı sonuç besin içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Zira; besin türü, şekli ve miktarı ile çalışmada kullanılan balık türü de matematiksel modellerin belirlenmesinde önemli derecede rol oynamaktadır (Pandian, 1967; Talbot, 1985).

4.2. Besin Miktarının Sindirim Zamanına Etkisi

Besin miktarının sindirim zamanına etkisinin incelenmesi amacıyla yapılan çalışmada aynı ağırlık ortalamalarına sahip bireyler kullanılmıştır (30-50gr.). Benzer

ağırlıklardaki ilk deney grubuna 0,12gr. , ikinci gruba 0,36gr. ve üçüncü deney grubuna ise 0,18 gr. pelet yemler doğal beslenme yoluyla verilmiştir.

Yapılan istatistiki analizlerden (Tablo 5) ve grafikten (Şekil 12) de anlaşılacağı üzere midenin doluluk oranı yani verilen yem miktarının fazlalığının, midenin sindirim hızını (GER) artırdığı; fakat sindirimin bitiş zamanına (GET) fazla bir etki yapmadığı gözlemlenmiştir. Söz konusu çalışma adına yapılan istatistiki testlerde bulunan değerlerde (Tablo 5), aradaki farkın istatistiki açıdan önemli ($P<0,01$) olduğunu vurgulamıştır.

Bulgularımızla paralel olarak, sindirim üzerine yapılan bir başka çalışmada ise mezigit balıkları üzerinde çalışılmış olup, besin olarak farklı miktarlardaki çaça ile beslenen mezigitlerde besin oranı ritmik olarak artırılmış ve besin miktarının artırılmasıyla sindirim hızının da arttığı gözlenmiştir (Seyhan, 1994). Ayrıca *Salmo gairdneri* (Windell ve ark., 1978) türü ile yapılan bir çalışmada, farklı boyutlardaki formüle edilmiş (pelet) yemlerle beslenen balıklar üzerinde çalışılmış ve besin miktarındaki artışa bağlı olarak sindirim hızında da artış gözlenmiştir. Kahverengi alabalıklarda yapılan bir çalışmada da besin miktarındaki artışın sindirim hızını da artırdığı sonucuna ulaşılmıştır (He ve Wurtsbaugh, 1993).

Tüm bu farklı çalışmalar ile bulunan ortak sonucun aksine, morinalar üzerinde yapılan bir başka çalışmada ise tamamen farklı bir sonuca ulaşılmıştır. Söz konusu çalışmada besin miktarının etkisinin bireyin kendi vücut büyüklüğüyle dengelendiği ve belirli bir miktardaki besinle beslendiklerinde, balık büyüklüğünün sindirime etki etmediği buna bağlı olarak sindirim zamanının sabit kaldığı ileri sürülmüştür (Dos Santos, 1990).

4.3. Balık Büyüklüğünün Sindirim Zamanına Etkisi

Balık büyüklüğünün sindirim üzerine etkisinin incelendiği çalışmada, iki farklı ağırlıktaki (30-50gr., 100-120gr.) bireylerden oluşan iki deney grubu üzerinde çalışılmıştır. Her iki gruba da aynı miktar (0,36gr.) formüle edilmiş (pelet) yem doğal beslenme yoluyla verilmiştir.

Uygulanan istatistiki testlerde ortaya çıkan değerler (Tablo 6) iki grup arasındaki sindirim zamanının farklılığının istatistiki açıdan önemli ($P<0,05$) olduğunu göstermiştir. Ayrıca yine yapılan analizlerden, söz konusu aynı miktar besinle beslenen türün büyük bireylerinin küçük bireylere oranla daha kısa zamanda sindirdikleri anlaşılmıştır.

Genellikle balık büyüklüğünün sindirim oranını etkilediği (artırdığı) ve buna bağlı olarak sindirim zamanını azalttığı bilinmektedir. Yapılan çalışmalar bu görüşü desteklemektedir.

Yapılan benzer bir çalışmada farklı balık türleri ile çalışılmış; fakat söz konusu türlerin arasında büyük balık türlerinin (*Scapthalmus maximus*) sahip oldukları besini aynı türün küçük bireyelerine oranla daha kısa sürede sindirdikleri ortaya konulmuştur (Jobling ve Davies, 1979; Flowerdew ve Grove, 1968; Jones, 1974). *Limanda limanda* (Jobling ve ark., 1977) türü ile yapılan bir diğer çalışmada da benzer sonuçlara ulaşılmış, büyük bireylerin küçük bireyelere oranla sahip oldukları besini daha kısa sürede sindirdikleri sonucuna ulaşılmıştır. *Salmo gairdneri* (Grove ve ark; 1977) türü üzerine yapılan bir çalışmada da benzer bir şekilde büyük balık bireyelerinin mide sindirim hızının küçük bireyelere göre daha yüksek olduğu ve bu tür alabalıklarda sindirim oranının balık büyüklüğü ile arttığı sonucuna varılmıştır. Yine *Salmo gairdneri* (Windellve ark., 1978) türü ile yapılan bir çalışmada, aynı türün büyük bireyelerine göre küçük bireyelerinde sindirim oranının önemli derece azaldığı sonucu ortaya konulmuştur. Tüm bu çalışmalarla paralel olarak yaptığımız çalışmada bulgularımızdan yola çıkarak ulaşılan sonucun da bu çalışmalarla uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

4.4. Sıcaklığın Sindirim Zamanına Etkisi

Sıcaklığın sindirim üzerine etkisinin incelendiği deneyde benzer ağırlık gruplarındaki (30-50gr.) balıklar üzerinde çalışılmıştır. Çalışma 9,5⁰C ve 18⁰C su sıcaklıklarında gerçekleştirilmiştir. Aynı miktar pelet yemle (0,36gr.) beslenen balıklarda sindirim zamanının sıcaklığın artması ile önemli ölçüde azaldığı, buna bağlı olarak da sıcaklık artışının sindirim hızını artırdığı sonucuna varılmıştır. Yapılan istatistikî analizler sonucunda ortaya çıkan bulgular (Tablo 7), aradaki farkın önemli (P<0,01) olduğu sonucunu doğurmuştur. Konuyla ilgili yapılan farklı çalışmalar sıcaklığın sindirim oranı üzerinde oldukça önemli olduğu sonucunu doğrulamaktadır.

Sıcaklığın sindirim zamanına etkisinin önemli olduğu ve yine önemli ölçüde metabolik aktiviteyi hızlandırdığı yapılan araştırmalar sonucu kaydedilmiştir (Jobling ve ark., 1977; Brett ve Higgs, 1970). Aynı şekilde sıcaklık ile ilgili birçok araştırma göstermektedir ki, normal yaşam koşulları için gerekli sıcaklık seviyeleri üst seviyelere çıkarıldıkça maksimum düzeyde bir sindirim gerçekleştiği ve bunun sonucunda da sindirim

zamanında bir azalma meydana geldiği gözlenmiştir (Tyler, 1970; Brett ve Higgs, 1970; Smith, 1967). Ancak sıcaklığın devamlı olarak artırılması ile sindirim oranının artması ve bunun sonucunda da sindirim zamanının kısalması her zaman söz konusu değildir. Aşırı sıcaklık artışına bağlı olarak enzim aktivitesinin yavaşlaması, görev yapan enzim sayısının giderek azalması mide mukozasında hasar oluşumu ve sindirim oranının kısıtlanması gibi faktörler ortaya çıkabilmektedir (Tyler, 1970). Çünkü, her bir farklı tür için beslenme ve diğer yaşamsal aktiviteler için gerekli parametrelerden biri olan sıcaklık değerleri farklılık göstermektedir (Macer, 1977).

Salmo gairdneri ile yapılan bir başka çalışmada ise sıcaklık artışına bağlı olarak sindirim oranının da arttığı gözlenmiştir (Grove ve ark; 1977). Kahverengi alabalıklar üzerinde yapılan bir diğer çalışmada ise, 5 farklı su sıcaklıklarında (4.5, 9, 14, 19 ve 22.5⁰C) deney gerçekleştirilmiş ve sıcaklık artışının sindirim hızını artırdığı dolayısıyla da sindirim üzerinde önemli bir belirleyici olduğu sonucu ortaya konulmuştur (He ve Wurtsbaugh, 1993). Konuyla paralel olarak deniz suyuna transfer edilen Atlantik salmonları ile farklı su sıcaklıklarında (6, 10, 14 ve 18⁰C) gerçekleştirilen bir çalışmada da sindirim hızının sıcaklık ile arttığı ve en yüksek sindirim oranının 18⁰C su sıcaklığında, en düşük sindirim oranının ise 6⁰C su sıcaklığında gözlemlendiği ve buna bağlı olarak sıcaklığın sindirim oranı üzerinde etkisi vurgulanmıştır (Handeland ve ark; 2008). Atlantik salmonu (*Salmo salar*) türü ile yağ asitlerinin sindirimi üzerine yapılan farklı bir çalışmada sıcaklığın azalmasının metabolik aktiviteyi yavaşlatmasıyla birlikte sindirim hızını da yavaşlattığı, dolayısıyla da yağ asitlerinin sindirimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu açıklanmıştır (Bogevik ve ark.; 2010). Yine *Salmo salar* (Ytrestøyl ve ark.; 2005) türü ile yapılan diğer bir çalışmada da sıcaklığın bazı biyokimyasalların sindirimi üzerinde de etkili olduğu ve sıcaklığın azalmasının sindirim aktivitesini de azaltacağı sonucu ortaya konulmuştur.

Ayrıca kaynak alabalıkları üzerine yapılan bir çalışmada, 5 farklı su sıcaklığında (4.3, 9.1, 12.1, 15.6 ve 17⁰C) deney gerçekleştirilmiş ve sonuç olarak sıcaklıktaki artışla birlikte sindirim hızının da arttığı; fakat 12.1⁰C' de sindirim hızında önemli ölçüde yavaşlama kaydedilmiştir (Sweka ve ark.; 2004).

4.5. Çalışmanın Yapılması Sırasında Yaşanan Zorluklar ve Öneriler

Kaynak alabalığının sindirim fizyolojisinin incelenmesi amacıyla yapılan bu araştırmada, yaşanan bir takım güçlükler bu çalışmayı sınırlandırmıştır. Bunlar;

- Su Sıcaklığı

Yaz aylarında su sıcaklıklarının değişimleri nedeniyle deney balıklarında yem alımının durması çalışmayı olumsuz yönde etkilemiştir. Aynı zamanda Prof. Dr. İbrahim OKUMUŞ Araştırma Ünitesinde yaşanan olumsuzluklar çalışmayı etkilemiştir.

- Stres

Genel olarak alabalık türleri aktif türler olduklarından ve sürü ile hareket ederler. Bu özelliklerinden ve deney tanklarının her birine yalnızca bir birey konulması zorunluluğundan dolayı zaman zaman balıkların strese girdikleri ve yalnız buldukları ortamda zaman zaman yem almayı reddettikleri gözlemlenmiştir. Bu durum da doğal besleme yöntemiyle yürütülen bu çalışmayı zaman bakımından olumsuz yönde etkilemiştir.

4.5.1. Öneriler

Eğer *Salvelinus fontinalis* türü üzerine yetiştiricilik çalışmaları yapılırsa, ihtiyaç duyulacak beslenme stratejileri sindirim modellenmesi ile mümkün olacaktır. Bu nedenle bahis konusu olan parametreler daha geniş aralıklarda çalışılmalı ve böylece güvenilir veri setleri oluşturulmalıdır.

Bu durum aynı zamanda işletmelerde de yem sarfiyatını azaltacak, hem ekonomik hem de çevre dostu olarak önem kazanacaktır.

5. KAYNAKLAR

- Aldman, G., 1994. Studies on Gall Bladder and Stomach Motility of the Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*, with Special Reference to Cholecystokinin. Ph.D. Thesis, Göteborg University, Sweden.
- Allen, J.D., 1981. Determinants of Diet in Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) in A Mountain Stream. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 38, 184-192.
- Baker, A.M. ve Fraser, D.F., 1976. A Method for Securing the Gut Contents of Small, Live Fish. Trans. Am. Fish. Soc. 105, 502-522.
- Basimi, R.A. ve Grove, D.J., 1985. Gastric Emptying Rate in (*Pleuronectes platessa*, L). J. Fish. Biol., 26, 545-552.
- Başçınar, N., 2001. Kaynak Alabalığının (*Salvelinus fontinalis* Mitchell, 1814) Doğu Karadeniz Koşullarında Tatlısu ve Deniz Suyunda Kültür Potansiyelinin İrdelenmesi, Optimum Çevre İstekleri, Döl Verimi, Beslenme ve Büyüme Özellikleri, Doktora Tezi. KTÜ. FBE. Trabzon.
- Beamish, F.W.H., 1972. Ration size and digestion in Largemouth bass, (*Micropterus salmoides*) Lacepede. Can. J. Zool. 50, 153-164.
- Besner, M. ve Pelletier, D., 1991. Adaptation of Brook Trout, *Salvelinus fontinalis*, to Direct Transfer to Sea Water in Spring and Summer, Aquaculture, 97, 217-230.
- Bogevik, A.S., Henderson, R.J., Mundheim, H., Waagbø, R., Tocher, D.R. ve Olsen, R.E., 2010. The Influence of Temperature on the Apparent Lipid Digestibility in Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Fed *Calanus finmarchicus* Oil at Two Dietary Levels. Institute of Marine Research (IMR), Matre Aquaculture Research Station, Matredal, Norway, Institute of Aquaculture, University of Stirling, Scotland, UK, NOFIMA, Fyllingsdalen, Norway, National Institute of Nutrition and Seafood Research (NIFES), Bergen, Norway. Aquaculture 309, 143-151.
- Brett, J.R. ve Higgs, D.A., 1970. Effect of Temperature on the Rate of Gastric Digestion in Fingerling Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*). Comp. Biochem. Physiol. 21, 125-132.
- Bristow, P., 1992. the Illustrated Encyclopedia of Fishes, Chnacellor Press London.
- Brodeur, R.D., 1984. Gastric Evacuation for Two Foods in the Black Rock Fish, (*Sebastes melanops*) Girard. J. Fish. Biol., 24, 287-298.
- Bromley, P.J., 1987. The Effect of Food Type, Meal size and Body Weight on Digestion and Gastric Evacuation in Turbot, (*Scophthalmus maximus* L.). J. Fish. Biol. 30, 501-512.

- Bromley, P.J., 1988. Gastric Digestion and Evacuation in Whiting (*Merlangus merlangus* L.). J. Fish. Biol., 33, 331-338.
- Cihar, J., 1986. Fresh Water Fishes, Illustrated by Jiri Maly, 3. Published, S Voboda.
- Çelikkale, M.S., 1994. İç Su Balıkları Yetiştiriciliği Cilt 1, 2. Baskı, KTÜ Basımevi. Trabzon.
- dos Santos, J. ve Jobling, M., 1988. Gastric Emptying in Cod, *Gadus morhua* L. : Effects of Food Particle Size and Dietary Energy Content. J. Fish. Biol. 33, 511-516.
- dos Santos, J., 1990. Aspects of the Eco-physiology of Predation in Atlantic Cod (*Gadus morhua* L.), Dr. Scient. thesis. NFH. Univ.of Tromso, Norway, 116 pp.
- DTM., 2010. T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı Verileri.
- Elliott, J.M., 1972. Rates of Gastric Evacuation in Brown Trout, *Salmo salar*, L., Fresh Water Biol. 2, 1-18.
- Elliott, J.M. ve Persson, L., 1978. The Estimation of Daily Rates of Food Consumption for Fish. J. Anim. Ecol. 47, 977-993.
- Ensing, W.E., Strange, R.J. ve Moore, S.E., 1990. Summer Food Limitation Reduces Brook and Rainbow Trout Biomass in A Southern Appalachian Stream. Transactions of the American Fisheries Society, 119, 894-901.
- Fänge, R. ve Grove, D.J. 1979. Fish Digestion. In Fish Physiology (eds: W.Hoare, D.J. Randall & J.R.Brett). Academic Press. 161-260. New York.
- Flowerdew, M.W. ve Grove D.J., 1979. Some Observations on Effects of Body Weight, Temperature, Meal Size and Quality on Gastric Emptying Time in Turbot, (*Scophthalmus maximus* L.) Using Radio-Graphy. J.Fish. Bio. 14, 229-238.
- Foster, J.R., 1977. Pulsed Gastric Lavage: an Efficient Method of Removing the Stomach Contents of Live Fish. Prog. Fish-Cult., 39, 4,166-169.
- Froese, R. ve Pauly, D., 1999. (Editors). Fishbase 99. World Wide Web Electronic Publication. [Http://www.fishbase.org](http://www.fishbase.org).
- Grove, D.J., 1986. Gastro-Intestinal Physiology: Rates of Food Processing in Fish, In Fish Physiology: Recent Advances. (ed: Nilsson, S and Holmgren, S.). 140-151.
- Grove, D.J. ve Crawford, C., 1980. Correlation Between Digestion Rate and Feeding Frequency in the Stomachless Teleost, *Blennius pholis* L., J. Fish. Biol., 19, 63-71.
- Grove, D.J. Lozoides, L.G. ve Nott, J., 1978. Satiation Amount, Frequency of Feeding and Gastric Emptying Rate in *Salmo gairdneri*. J. Fish. Biol., 12, 507-516.

- Grove, D.J., Moctezuma, M.A., Flett, H.R.J., Foott, J.S., Watson, T. ve Flowerdew, M.W., 1985. Gastric Emptying and the Return of Appetite in Juvenile Turbot, *Scophthalmus maximus*, L., Fed on Artificial Diets. J. Fish. Biol., 26, 339-354.
- Gwyther, D. ve Grove, D.J., 1981. Gastric emptying in *Limanda limanda* (L.) and Return of Appetite. J.Fish. Biol., 18, 245-249.
- Handeland, S.O., Imsland, A.K. ve Stefanson, S.O., 2008. The Effect of Temperature and Fish Size on Growth, Feed Intake, Food Conversion Efficiency and Stomach Evacuation Rate of Atlantic Salmon post-smolts. Department of Biol., High Technology Center, University of Bergen, N-5020 Bergen, Norway. Akvaplan-niva, Iceland Office, Akralind 4, 201 Kopavogur, Iceland. Aquaculture, 283, 36-42.
- He, E. ve Wurtsbaugh, W.A. 1993. An Empirical Model of Gastric Evacuation Rates for Fish and an Analysis of Digestion in Piscivorous Brown Trout. Utah Cooperative Fish and Wildlife Research Unit2 Department of Fisheries and Wildlife. Utah Slate University Logan. Utah 84322-5210. USA, Department of Fisheries and Wildlife. Ecology Center Utah State University. Transactions of American Fisheries Society, 122, 717-730.
- Hyslop, E.J., 1974. Stomach Content analysis- A review of Method and Food Evacuation Time In Fish. Am. Fish. Soc.,103, 626-629.
- Hyslop, E.J., 1980. Stomach Content Analysis - a Review of Methods and Their Application. J. Fish. Bio. 9170, 441-429.
- Jernejcic, F., 1969. Use of Emetics to Collect Stomach Contents of Walleye and Largemouth Bass. Trans. Am. Fish. Soc. 98, 698-702.
- Jobling M., 1980a. Gastric Evacuation in Plaice (*Pleuronectes platessa* L.): Effects of Dietary Energy Level and Food Consumption. J.Fish. Bio., 17, 187-196.
- Jobling, M., 1980b. Dietary Digestibility and the Influence of Food Components on Gastric Evacuation in Plaice (*Pleuronectes platessa* L.). J. Fish. Biol. 19, 29-36.
- Jobling, M., 1995. Environmental Biology of Fishes. Chapman and Hall, 455pp.
- Jobling, M., Gwyther, D. ve Grove, D.J. 1977. Some Effects of Temperature, Meal size and Body Weight on Gastric EvacuationTtime in Dab (*Limanda limanda* L.). J. Fish. Biol., 10, 291-298.
- Jobling, M. ve Davies, S.P., 1979. Gastric Evacuation in Plaice (*Pleuronectes platessa* L.): Effects of Temperature and Meal Size. J. Fish. Biol., 14, 539-546.
- Jones, R., 1974. The Rate of Elemination of Food from the Stomach of Haddock (*Melanogrammus aeglefinus*), Cod (*Gadus moruha*) and Whiting (*Merlangius merlangus*). J. Cons. Int. Explor. Mar., 35, 3, 225-243.

- Kapoor, B.G., Smith, H. ve Verighina, I.A., 1974. The Alimentary Canal and Digestion in Teleosts. Adv. Mar. Biol., 13, 109-239.
- Kawaguchi, Y., Miyasaka, H. ve Genkai-Kato, M., 2007. Seasonal Change in the Gastric Evacuation Rate of Rainbow Trout Feeding on Natural Prey. J. Fish Biol. 71, 1873-1878.
- Kolhemainen, S.E., 1974. Daily Feeding Rates of Bluegill (*Lepomis macrochirus*) Determined by a Refined Radioisotope Method. J. Fish. Res. Bd. Can., 31, 67-74.
- Marcus, H.C., 1932. The Extent to Which Temperature Changes Influence Food Consumption in Largemouth Bass (*Huro floridana*). Trans. Am. Fish. Soc., 62, 202-210.
- Mc Cormick, S.D. ve Naiman, R.J., 1984. Osmoregulation in the Brook Trout *Salvelinus fontinalis*, II Effects of Size, Age and Photoperiod on Sea Water Survival and Ionic Regulation. Comp. Biochem. Physiol. 79, 17-18.
- Mc Cormick, S.D., Naiman, R.J. ve Montgomery, E.T., 1985. Physiological Smolt Characteristics of Anadromous Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) and Atlantic Salmon (*Salmo salar*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences., 42, 529-538.
- Meehan, W.R. ve Miller, R.A., 1978. Stomach Flushing: Effectiveness and Influence on Survival and Condition of Juvenile Salmonids. J. Fish. Res. Bd. Can., 35, 1359-1363.
- Mölnär, G., Tamossy, E. ve Tölg, I., 1967. The Gastric Digestion in Living Predatory Fish. In: The Biological Basis of Freshwater Fish Production. (Eds: S.D. Gerkin), 137-149. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Mölnär, G. ve Tölg, I., 1960. Roentgenologic Investigation of the Duration of Gastric Digestion in the Pike Perch (*Lucioperca lucioperca*). Acta. Biol. Hung., 11, 103-108.
- Mölnär, G. ve Tölg, I., 1962. Relation Between Water, Temperature and Gastric Digestion of Largemouth Bass (*Micropterus salmoides* L.) J. Fish. Res. Bd. Can., 19, 6 1005-1012.
- Okumuş, İ., Başçınar, N., Alkan, M.Z. ve Kurtoğlu, İ.Z. 1998. Kaynak Alabalığının (*Salvelinus fontinalis*) Doğu Karadeniz Koşullarında Deniz Suyu ve Tatlısu Ortamlarındaki Büyüme ve Kültür Potansiyeli, Doğu Anadolu Bölgesi III. Su Ürünleri Sempozyumu, 10-12 Haziran, Akuademi.net, 477-485, Erzurum.

- Okumuş, İ., Çelikkale, M.S., Kurtoğlu, İ.Z. ve Başçınar, N., 1997. Saf ve Karışık Olarak Yetiştirilen Gökkuşığı (*Oncorhynchus mykiss*) ve Kaynak Alabalıklarının (*Salvelinus fontinalis*) Büyüme Performansları, Yem Tüketimi ve Yem Değerlendirme Oranları, Doğa-Hayvancılık ve Veterinerlik Dergisi.
- Pandian, T.J., 1967. Transformation of Food in the Fish (*Megalops cyprinoides* L.) Influence of Quality of Food. Mar. Biol., 1, 60-64.
- Persson,L., 1979. The effect of Temperature and Different Food Organisms on the Rate of Gastric Evacuation in Perch (*Perca fluviatilis*). Freshwater Biol., 11, 131-138.
- Peters,D.S. ve Hoss,D.E., 1974. A Radioisopic Method of Measuring Food Evacuation Ttime in Fish. Trans. Am. Fish. Soc., 103, 3, 626-629.
- Ruggerone, G.T., 1989. Gastric Evacuation of Single and Multiple Meals by Piscivorous Coho Salmon, *Oncorhynchus kitsuch*. Env. Biol. Fishes, 260, 143-147.
- Seaburg, K.G., 1957. A Stomach Sampler for Live Fish. Prog. Fish. Cult., 19, 137-139.
- Scott, W.B. ve Crossman, E.J., 1993. Freshwater Fishes of Canada. Fisheries Research Board of Canada, Ottawa, 966.
- Seyhan, K., 1994. Gastric emptying, Food Consumption and Ecological Impact of Whiting, *M. Merlangius*, in the Eastern Irish Sea Marine Ecosystem, UCNW, N.Wales, UK. 158 p.
- Seyhan, K. ve Grove, D.J., 2003. A New Approach in Gastric Emptying in Fishes. T. Journal of Vet. Sci., 27, 1043-1047.
- Sharple, J.B., Tiemeier, D.W. ve Deyoe, J., 1969. Effects of Temperature on the Rate of Digestion by Channel Catfish. Prog. Fish. Cult., 31, 131-138.
- Shepherd, J. ve Bromage N., 1988. Intensive Fish Farming, Fish Publishing Billing & Sons Ltd Worcester. 404p.
- Smith,H., 1967. Influence of Temperature on the Rate of Gastric Juice Secretion in the Brown Bullhead (*Ictalurus nebulosus*). Comp. Biochem. Physiol., 12, 125-132.
- Smith, R.L., Paul, J.M. ve Paul, A.J. 1989. Gastric evacuation in Walleye Pollock, (*Theragra chalcogramma*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., 46, 489-493.
- Singh - Renton, S., 1990. Gadoid Feeding: an Emprical and Theoretical Study of Factors Affecting Food Consumption and Composition in North Sea Gadoids with Emphasis on Juvenile Cod, *Gadus morhua* (L) and Whiting, *Merlangius merlangus* (L). Ph.D. Thesis, University of Buckingham, 188 pp.

- Steigenberger, L.W. ve Larkin, P.A., 1974. Feeding Activity and Rates of Digestion of Northern Squawfish (*Ptychocheilus oregonesis*). J. Fish. Res. Bd. Can., 31, 4, 411-420.
- Storebakken, T., Austreng, E. ve Steenberg, K., 1981. A Method for Determination of Food intake in Salmonids Using Radioactive Isotopes. Aquaculture, 24, 133-142.
- Sweka, J.A., Cox, M.K. ve Hartman, K.J., 2004. Gastric Evacuation Rate of Brook Trout. West Virginia University, Division of Forestry. American Fisheries Society, 133, 204-210.
- Swenson, W.A. ve Smith, L.L., 1973. Gastric Digestion, Food Consumption, Feeding Periodicity and Food Conversion Efficiency in Walleye (*Stizostedion vitreum vitreum*). J. Fish. Res. Bd. Can., 30, 1327-1336.
- Talbot, C. ve Higgins, P.J. 1983. A Radiographic Method for Feeding and Nutritional Studies. in Fish Energetics (eds: Tyler, P. and Calow, P.), 349 pp. Beckenham and Sidney : Croom Helm Ltd.
- Talbot, C., 1985. Laboratory Methods in Fish Feeding and Nutritional Studies. in Fish Energetics (eds: Tyler, P. and Calow, P.), 349 pp. Beckenham and Sidney: Croom Helm Ltd.
- Tekinay, A.A. ve Güner, Y., 2001. Effects of High Dietary Protein and High Energy Density on Gastric Evacuation and Return of Appetite in the Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*. Çanakkale 18 Mart University, Fisheries Faculty, Karacaören, Çanakkale – TURKEY, Ege University, Fisheries Faculty, Bornova, İzmir – TURKEY. Turk J. Biol., 25, 229-240.
- Tito de Morais, L., 1986. Gastric Evacuation in the Juveniles of Two Flatfish from A Western Mediterranean bay. Mar.Ecol., 7, 3, 255-264.
- Tyler, A.V., 1970. Rates of Gastric Emptying in Young Cod. J. Fish. Res. Bd. Can., 27, 1177-1189.
- White, H.C. 1930. Some Observations on the Eastern Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) of Prince Edward Island. Trans. Am. Fish. Soc., 60, 101-105.
- Windell, J.T., 1966. Rate of Digestion in the Bluegill Sunfish. Invest. Indiana Lakes and Streams., 7, 185-214.
- Windell, J.T., 1978. Digestion and Daily Ration of Fishes. In Ecology of Freshwater Fish Production (ed. S.D. Gerking), 520, Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Windell, T.J., Norris, D.O., Kitchell, J.F. ve Norris, J.S., 1969. Digestive Response of Rainbow Trout, *Salmo gairdneri*, to Pellet Diets. J. Fish. Res. Board Can., 26, 1801-1812.

- Windell, J.T., Foltz, J.W. ve Sarokon, J.A., 1978. Effect of Fish Size, Temperature, and Amount Fed on Nutrient Digestibility of a Pelleted Diet by Rainbow Trout, *Salmo gairdneri*. Transactions of the American Fisheries Society, 107, 4, 613-616.
- Ytrestøyl, T., Struksnæs, G., Koppe, W. ve Bjerkeng, B., 2005. Effects of Temperature and Feed Intake on Astaxanthin Digestibility and Metabolism in Atlantic salmon, *Salmo salar*. AKVAFORSK (Institute of Aquaculture Research AS), NO-6600 Sunndalsøra, Norway, Nutreco ARC AS, Sjøhagen 3, NO-4001 Stavanger, Norway. Comparative Biochemistry and Physiology, 142, 445 – 455.

6. EKLER

EK.1 Besin Miktarının Sindirim Üzerine Etkisi

Tablo 1. 9,5⁰C su sıcaklığında n=6 adet, 30-50gr. ağırlığındaki *Salvelinus fontinalis* ‘ lere verilen 0,12gr. yemin sindirimi.

Zaman (saat)	S (Mide içeriği gr.)	W (ağırlık gr.)	L (boy cm.)
0	0,12	-	-
3	0,0478	41,46	16,2
6	0,0287	44,54	16,8
9	0,0292	53,10	17,0
12	0,0168	60,92	17,9
15	0,0018	75,15	11,6

Tablo 2. 9,5⁰C su sıcaklığında n=8 adet, 30-50gr. ağırlığındaki *Salvelinus fontinalis* ‘ lere verilen 0,36gr. yemin sindirimi.

Zaman (saat)	S (Mide içeriği gr.)	W (ağırlık gr.)	L (boy cm.)
0	0,36	-	-
3	0,2444	25,65	13,0
3	0,2436	40,29	16,0
6	0,2016	43,83	17,0
6	0,0946	43,61	16,0
9	0,0722	51,30	17,1
9	0,0866	47,51	16,1
12	0,0447	52,89	18,0

Tablo 3. 9,5⁰C su sıcaklığında n=5 adet, 30-50gr. ağırlığındaki *Salvelinus fontinalis* ‘ lere verilen 0,18gr. yemin sindirimi.

Zaman (saat)	S (Mide içeriği gr.)	W (ağırlık gr.)	L (boy cm.)
0	0,18	-	-
3	0,0999	35,37	15,0
6	0,0946	51,20	17,5
9	0,0300	47,84	16,4
12	0,0206	49,85	16,1

EK.2 Balık Büyüklüğünün Sindirim Üzerine Etkisi

Tablo 4. 18⁰C su sıcaklığında n=6 adet, 100-120gr. ağırlığındaki *Salvelinus fontinalis* ‘ lere verilen 0,36gr. yemin sindirimi.

Zaman (saat)	S (Mide içeriği gr.)	W (ağırlık gr.)	L (boy cm.)
0	0,36	-	-
3	0,1111	120,0	22,5
3	0,1153	110,6	22,3
6	0,0795	119,0	22,9
9	0,0033	125,5	22,3
9	0,0170	99,1	21,0

Tablo 5. 18⁰C su sıcaklığında n=7 adet, 30-50gr. ağırlığındaki *Salvelinus fontinalis* ‘ lere verilen 0,36gr. yemin sindirimi.

Zaman (saat)	S (Mide içeriği gr.)	W (ağırlık gr.)	L (boy cm.)
0	0,36	-	-
3	0,0592	49,72	17,4
3	0,0815	36,60	15,2
6	0,0369	58,52	17,9
6	0,0173	39,01	16,0
9	0,0103	58,18	17,1
9	0,0026	52,34	17,1

EK 3. Sıcaklığın Sindirim Üzerine Etkisi

Tablo 6. 9,5⁰C su sıcaklığında n=7 adet, 30-50gr. ağırlığındaki *Salvelinus fontinalis* ‘ lere verilen 0,36gr. yemin sindirimi.

Zaman (saat)	S (Mide içeriği gr.)	W (ağırlık gr.)	L (boy cm.)
0	0,36	-	-
3	0,2444	25,65	13,0
3	0,2436	40,29	16,0
6	0,2016	43,83	17,0
6	0,0946	43,61	16,0
9	0,0722	51,30	17,1
9	0,0866	47,51	16,1

Tablo 7. 18⁰C su sıcaklığında n=7 adet, 30-50gr. ağırlığındaki *Salvelinus fontinalis* ‘ lere verilen 0,36gr. yemin sindirimi.

Zaman (saat)	S (Mide içeriği gr.)	W (ağırlık gr.)	L (boy cm.)
0	0,36	-	-
3	0,0592	49,72	17,4
3	0,0815	36,60	15,2
6	0,0369	58,52	17,9
6	0,0173	39,01	16,0
9	0,0103	58,18	17,1
9	0,0026	52,34	17,1

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Ankara'da doğdu. İlk ve orta öğrenimi Ankara'da tamamladı. 2005 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği bölümünde lisans eğitimine başladı ve 2009 yılı Haziran ayında mezun oldu.

2009–2010 eğitim-öğretim yılında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı. Balıkçılık Yönetimi üzerine çalıştı. İyi derecede İngilizce bilmektedir.