

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DENİZ LEVREKLERİNDE (*Dicentrarchus labrax* Linnaeus, 1758)  
SİNDİRİM ÜZERİNE BAZI GÖZLEMLER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bal. Tek. Müh. Habib BAL**

**TEMMUZ 2009  
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DENİZ LEVREKLERİNDE (*Dicentrarchus labrax linnaeus, 1758*)  
SİNDİRİM ÜZERİNE BAZI GÖZLEMLER**

**Balıkçılık Teknolojisi Müh. Habib BAL**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
“Balıkçılık Teknolojisi Yüksek Mühendisi”  
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 19.06.2009  
Tezin Savunma Tarihi : 13.07.2009**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Kadir SEYHAN  
Juri Üyesi : Prof. Dr. Ertuğ DÜZGÜNEŞ  
Juri Üyesi : Doç. Dr. Bilal KUTRUP**

**Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU**

**Trabzon 2009**

## ÖNSÖZ

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

Bu çalışmada; Deniz levreği (*Dicentrarchus labrax Linnaeus, 1758*) için farklı özellikteki yemler farklı ve özdeş ağırlıktaki balıklara verilerek balık büyüklüğünün, besin miktarının ve sıcaklığın sindirime etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Yüksek Lisans tez danışmanlığımı üstlenen, çalışmalarım sırasında ilgisinin yanı sıra konunun önem derecesini vurgulayarak yapıcı eleştiri ve önerileri ile beni aydınlatan, her türlü konuda yardım ve desteklerini esirgemeyen kıymetli hocam sayın Prof. Dr. Kadir SEYHAN'a, tezin yazım aşamasında yardımlarını esirgemeyen sayın Arş. Gör. Bekir TUFAN'a ve sayın Arş. Gör. Cemil ALTUNTAŞ'a çalışmanın materyalini teşkil eden deniz levreğinin teminini sağlayan Kültür Balıkçılığı A.Ş. (Dokabaş) ve Karadeniz Kültür Balıkçılığı A.Ş. (Karsusan) levrek üretim tesislerinin yetkililerine ve çalışanlarına, çalışma sırasında, stok tankındaki balıkların beslenmesinde yardımlarını esirgemeyen araştırma ünitesinde yarı zamanlı çalışan Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Bölümü 4. sınıf öğrencilerinden sayın Fatih ÜNSAL'a tez çalışmamın başından sonuna kadar manevi destekleri ile beni ayakta tutan sevgili eşim Olcay BAL ve varlığı ile bana güç veren biricik oğlum Deniz Seyhan BAL'a en içten duygularım ile teşekkür ederim.

Habib BAL

Trabzon 2009

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET .....	V
SUMMARY .....	VI
ŞEKİL LİSTESİ .....	VII
TABLO LİSTESİ .....	VIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Deniz Levreğinin Sistematığı ve Morfolojisi.....	2
1.3. Yetiştiricilik Potansiyeli.....	3
1.4. Yetiştiriciliği Yapılan Türün Beslenmesi ve Gıda Tüketimi.....	6
1.5. Mide İçeriğinin Tespit Yöntemleri.....	8
1.5.1. Seri Kesim Tekniği.....	8
1.5.2. X Işınlarnın Kullanımı .....	9
1.5.3. Mide Yıkama Yöntemi .....	9
1.5.4. Radyo İzotopik Yöntem .....	10
1.5.5. Kusturucuların Kullanımı.....	10
1.6. Balıklarda Sindirime Etki Eden Faktörler .....	11
1.6.1. Sıcaklık.....	11
1.6.2. Balık Büyüklüğü.....	11
1.6.3. Besin Miktarı.....	12
1.6.4. Besin İçeriği .....	12
1.7. Midenin Sindirim Fonksiyonu.....	12
1.7.1. Uyarma .....	13
1.7.2. Tepki.....	13
1.7.3. Besin Yüzeyinin Etkisi.....	14
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	16
2.1. Materyal.....	16
2.1.1. Levrek Balıkların Temini .....	16
2.1.2. Çalışmanın Yapıldığı Yer ve Deney Düzenegi .....	16
2.1.3. Kullanılan Araç ve Gereçler.....	17

2.2.	Metot .....	17
2.2.1.	Deniz Levreğinde Sindirimin Takip Edilmesi.....	17
2.2.2.	Balık Büyüklüğünün Sindirim Zamanına Etkisi .....	18
2.2.2.1.	Doğal Besin Kullanılması .....	18
2.2.2.2.	Pelet Yem Kullanılması.....	19
2.2.3.	Besin Miktarının Sindirim Zamanına Etkisi .....	19
2.2.4.	Baryum Sülfatın (BaSO <sub>4</sub> ) Sindirim Zamanına Etkisi.....	19
2.2.5.	Sıcaklığın Sindirim Zamanına Etkisi .....	20
2.3.	Verilerin Değerlendirilmesi.....	21
3.	BULGULAR .....	22
3.1.	Deniz Levreğinin Sindirim Fonksiyonunun Tanımlanması .....	22
3.2.	Balık Büyüklüğünün Sindirim Zamanına Etkisi .....	23
3.2.1.	Doğal Besin Kullanılması .....	23
3.2.2.	Pelet Yem Kullanılması.....	24
3.3.	Besin Miktarının Sindirim Zamanına Etkisi .....	25
3.4.	Baryum Sülfatın (BaSO <sub>4</sub> ) Sindirim Zamanına Etkisi.....	26
3.5.	Sıcaklığın Sindirim Zamanına Etkisi .....	27
4.	TARTIŞMA VE SONUÇ.....	29
4.1.	Çalışmanın Yapılması Sırasında Yaşanan Güçlükler.....	29
4.2.	Sindirimi Fonksiyonunun Tespit Edilmesi .....	29
4.3.	Balık Büyüklüğünün Sindirim Zamanına Etkisi .....	30
4.4.	Besin Miktarının Sindirim Zamanına Etkisi .....	31
4.5.	Baryum Sülfatın (BaSO <sub>4</sub> ) Sindirim Zamanına Etkisi.....	31
4.6.	Sıcaklığın Sindirim Zamanına Etkisi .....	32
5.	ÖNERİLER .....	34
6.	KAYNAKLAR.....	35
7.	EKLER .....	40
ÖZGEÇMİŞ		

## ÖZET

Deniz Levreğinin (*Dicentrarchus labrax* Linnaeus, 1758) sindirim fizyolojisi çalışmalarının amaçlandığı bu araştırmada, balık ağırlığının, besin büyüklüğünün ve sıcaklığın sindirime olan etkileri irdelenmiştir.

Levrekler, doğal (1 g mezzgit) ( $135 \pm 4,1$  g, n=13), ( $28,9 \pm 9,7$  g, n=15) ve pelet yem (4mm çaplı 1,5 g) ( $111 \pm 11$  g, n=12), ( $41,9 \pm 0,2$  g, n=12) ile beslenmişlerdir. Farklı iki büyüklükteki balıkların sindirimi çalışılmış, balık ağırlığının çalışılan bu aralıklar için sindirime etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P<0.05$ ) bulunmuştur.

Besin miktarının sindirime etkisinin belirlenmesinde, aynı büyüklükteki ( $111 \pm 11$  g, n=12;  $98 \pm 3,1$  g, n=14) balıklar 0,5 g ve 1,5 g pelet yem ile test edilmiştir. Besin miktarının artışı ile sindirim süresinin uzadığı, kullanılan formüle edilmiş pelet miktarında 3 katlık artışın sindirim zamanında % 40'lık bir artışa neden olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak önemli ( $P<0.01$ ) olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada, sıcaklığın sindirime etkisinin belirlenmesinde aynı büyüklükteki balıklar 11 °C ( $121 \pm 0,37$  g, n=8) ve 17 °C de ( $98 \pm 3,1$  g, n=14) test edilmiştir. Sıcaklık artışı ile sindirim zamanının ters orantılı olduğu bulunmuş, test edilen sıcaklık aralığının istatistiksel olarak önemli ( $P<0.01$ ) olduğu,  $Q_{10}$  değerinin ise, 0.05 olarak bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Levrek, *Dicentrarchus labrax*, Sindirim zamanı.

## SUMMARY

### Investigation Feeding Physiology of Sea Bass

(*Dicentrarchus labrax* Linnaeus, 1758)

In this study, feeding physiology of Sea Bass, (*Dicentrarchus labrax* Linnaeus, 1758) was investigated.

The factors affecting gastric emptying in Sea bass fed on naturel food, whiting flesh, and formulated pelets were studied. Fish weight (W), temperature (T) and meal size (S) were found to be factors which might affect the gastric emptying in sea bass in such that temperature 17 °C (121±0,37 g, n=8) and 11 °C (98±3,1 g, n=14) has effected (P<0.01) gastric emptying and Q<sub>10</sub> value was found to be 0.05. In the mean time in the range of fish weight studied (135 ± 4,1 g, n=13; 28,9 ± 9,7 g, n=15; 111 ± 11 g, n=12; 41,9 ± 0,2 g, n=12) it was found that has also affected gastric emptying ( P<0.05).

Finally affect of meal size was also tested and found that a 3-fold increase in the amount of food ingested resulted 40 % increase in the gastric time (P<0.01).

**Key Words:** Sea bass, *Dicentrarchus labrax*, Gastric emptying time.

## ŞEKİL LİSTESİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Şekil 1. Deniz levreğinin morfolojik görünümü.....	3
Şekil 2. Tür ve yıllara göre Türkiye’de yetiştiricilikten sağlanan üretim.....	5
Şekil 3. Örnekleme zamanının sindirim eğrisinin oluşmasına etkisi.....	15
Şekil 4. Deneysel çalışmada kullanılan deney ve stok tankları.....	16
Şekil 5. Boy ölçüm tahtası terazi ve cerrahi malzemeler.....	17
Şekil 6. Sindirim fonksiyonun tanımlanması.....	22
Şekil 7. 26 °C’ de İki farklı ağırlığa sahip balıkların 1 g mezgittin sindirimi.....	23
Şekil 8. 11 °C’ de İki farklı ağırlığa sahip balıkların 1,5 g pelet yemin sindirimi.....	24
Şekil 9. 11 °C Su sıcaklığında aynı ağırlığa sahip balıkların 0,5–1,5 g ağırlığındaki pelet yemlerin sindirimi.....	25
Şekil 10. 11 °C’ de Baryum sülfat içerikli pelet yemin sindirimi.....	26
Şekil 11. Aynı büyüklükteki balıkların farklı sıcaklıklarda (11–17 °C) 0,5 g pelet yemin sindirimi.....	28



## TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Türkiye Avrupa ve Dünyada yıllara göre toplam su ürünleri yetiştiriciliği.....	4
Tablo 2. Türkiye’de türlere göre 2007–2008 yıllarında ihracat ile sağlanan döviz .....	6
Tablo 3. Sindirim fonksiyonunun istatistiksel analizi.....	23
Tablo 4. 26 °C Su sıcaklığında balık büyüklüğünün sindirime etkisinin istatistiksel analizi (GLM) .....	24
Tablo 5. 11 °C de Su sıcaklığında balık büyüklüğünün sindirime etkisinin istatistiksel analizi(GLM) .....	25
Tablo 6. 11 °C Su sıcaklığında besin miktarının sindirime etkisinin istatistiksel analizi (GLM) .....	26
Tablo 7. 11 °C Su sıcaklığında BaSO <sub>4</sub> karışımli pelet yemin sindirime etkisinin istatistiksel analizi (GLM) .....	27
Tablo 8. Sıcaklığın sindirime etkisinin istatistiksel analizi (GLM).....	28

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

İçinde bulunduğumuz yüzyılın koşulları gereği insanoğlu, mevcut var olan kaynaklardan teknolojik imkânlarını da seferber ederek maksimum düzeyde yararlanma çabası içersine girmiştir.

Yeryüzünün büyük bir bölümünü kaplayan su kütlesi (%70) gerek iç sularda gerekse denizlerde insanoğlu için değerli besin kaynaklarını bünyesinde barındırmaktadır. Söz konusu besin kaynaklarından olağanca yararlanabilmek için sucul ortamdaki canlıların yaşamı üzerine doğrudan etkili olan çevresel parametrelerin yanı sıra; bu parametrelerin onların fizyolojileri üzerine olan etkilerinin araştırılması ihtiyacını zorunlu kılmıştır.

Balıkçılıkta türlerin her yönüyle yakından tanınması, besin kaynaklarının tükendiği bir süreçte, vazgeçilmez doğaya en yakın olacak şekilde üretilmesi ve sağlıklı bir şekilde insanoğlunun tüketimine sunulmasına yardımcı olacaktır. Ayrıca, mevcut doğal kaynakları hakkında bilgi vermesi ile birlikte stokların takibi de mümkün olabilecektir.

Predatörler ile besinleri arasındaki ilişki biçimini ortaya koyan çalışmalar balıkçılık ekolojisi için büyük önem arz etmektedir. Doğal ölüm oranlarının önemli bir kısmı predatörlerden kaynaklandığı için özellikle balık stoklarının analizi, yönetimi ve sürdürülebilirlik gibi önemli yönetim stratejilerinin belirlenebilmesinde yardımcı olmaktadır.

Ekolojik açıdan önem teşkil eden bilimsel çalışmalarda ortamdaki predatör ile besin kaynakları arasındaki karmaşık ilişkileri belirleyebilmek için temelde iki ana soruya cevap aranmalıdır. Bunlardan ilki; predatörlerin kendilerine ait avı hangi oranda, ikincisi ise; söz konusu besini hangi sıklıkla tükettiğidir. Önemli bu iki sorunun cevapları daha çok araştırma amaçlı kullanılan türün büyüklüğü, sindirim oranı ile çevresel faktörlerden kaynaklanan; besin türü, su sıcaklığı, bireysel farklılık ve diğer çevresel parametrelerin tümünü içermektedir (Hall, 1987). Benzer şekilde mevcut soruların cevabı verildiği takdirde türlerin yetiştiriciliği içinde gerekli bilgilerin edinilmesinde yardımcı olacak, eldeki bilimsel verilere dayanılarak özellikle beslenme stratejilerinin çevresel parametrelere bağlı olarak nasıl değiştiğinin bilinmesi ile var olan potansiyellerin verimli olacak şekilde harekete geçirebilecektir.

Balıkların sindirimini konu alan çalışmalar, 1800'lü yıllarda başlamıştır (Mölnar vd., 1967). Bu konu üzerine yapılan ilk çalışmalar balıkların sindirim sisteminin yapısı ve fonksiyonlarının tanımı üzerine yapılmış çalışmalardır. Daha ileriki aşamalarda gerçekleştirilen çalışmalarda araştırmacıların çoğu balıkların sindirim fizyolojisi üzerine detaylı araştırmalar yapmışlardır. Bunlardan özellikle midesiz balık olan *Ptychocheilus oregonesis* türü üzerine 1974 yılında Steinberg ve Larkin'in yapmış oldukları çalışma ile (Steinberg ve Larkin, 1974) benzer şekilde 1980 yılında *Blennius pholis* L. Üzerinde Grove ve Crawford'un yaptıkları çalışmalar bütün bir sindirim işleminin nasıl gerçekleştiğini araştırmışlardır (Grove ve Crawford, 1980).

Beslenme fizyolojisinde temel hedeflerden biri, balığın günlük gıda tüketiminin hesaplanmasıdır. Bu maksatla birçok araştırmacı balıkları yemledikten 24 saat ya da balığın ilk sindirim periyodunun yaklaşık belirlenmesinden sonra daha uygun zaman dilimlerinde midede sindirilmeyen kısmın miktarının belirlenmesine çalışmıştır (Grove vd., 1978; Jobling, 1993; Seyhan, 1994).

Yapılan bu işlem aynı zamanda sindirim oranının (GER) hesaplanması içinde önemlidir. Mide sindirim oranlarının yada diğer bir deyişle sindirim oranının belirlenmesi çalışmalarında, ek olarak belirli miktarda veya belirli enerji içeriğine sahip besinin mideden geçiş süresini de (GET) saat cinsinden kayıt edilir.

Sindirim oranı hesaplamalarındaki esas düşünce, mideye geçen besin ile mideden atılan kısmın oranının uzun bir zaman dilimi içerisinde eşit olduğu varsayımdır. Yani; basitçe yenilen yemin belli bir zaman periyodunda sindirilen miktarı olarak belirtilmiştir (Seyhan, 1994; Seyhan ve Grove, 2003).

Bu çalışmada; farklı ve özdeş ağırlıktaki balıklara farklı özellikteki yemleme tekniği ile Balık büyüklüğünün, Besin miktarının, Sıcaklığın sindirime etkileri araştırılmıştır. Elde edilen bulgular gerek yetiştiriciliğinde gerekse stoklarının korunması bakımından önemli yer tutacaktır.

## **1.2. Deniz Levreği'nin (*Dicentrarchus Labrax Linnaeus, 1758*) Sistematigi ve Morfolojisi**

Deniz levreği, Paracanthopterygii süperordosu Perciformes takımı, serranidae familyası ve *Dicentrarchus* genusuna bağlı bir balıktır. Bu genus iki türü kapsar: (*D. labrax* Linnaeus, 1758) (*D. Punctatus* Bloch, 1972) (Barnable, 1990; Kennedy ve Fitzmaurice, 1972;

Alpbaz, 1990) Deniz Levreği için aynı anlamda kullanılan sinonim isimleri; *Roccus Labrax* ve *Labrax lupus'tur* (Atay, 1994; Uçal ve Benli, 1993).

Fusiform bir vücut yapısına sahip olmaları yanı sıra iri pullar ile örtülüdür. Baş üzerinde sikloid pullar mevcuttur. Burun kısmı pulsuzdur. Yan üzerinde 65–80 arasında pul bulunur. Operkulum üzerinde 2–3 ve preoperkulum üzerinde 18–27 arasında diken bulunur ve iki dorsal yüzgece sahiptirler. Birinci dorsal yüzgeçte 8 veya 10 dikenli, ikinci dorsal yüzgeçte ise, 3 dikenli, 10–12 yumuşak ışın bulunur. Anal yüzgeçte ise; 3 dikenli, 10–12 yumuşak ışın bulunur (Uçal ve Benli, 1993).

Levrekler, ayrı eşeylidir. Sparidae familyasına mensup çipuralarda görülen hermafroditlik bu türde görülmez. Erkek ve dişiler morfolojik olarak birbirlerine benzemelerine rağmen bazı ayırt edici özellikleri vardır. Vücudun karın bölgesinin arka kısmında yer alan gonadlar erkeklerde genital açıklıkla, dişilerde genital bir çıkıntı ile dışarı açılır. Ergin bireylerde üreme periyodunda testis ve ovaryumlar birbirilerinden oldukça farklıdır. Ovaryumlar silindirik şekilde olup bu dönemde pembemsi veya turuncu renktedirler. Testisler ise üçgenimsi bir yapıya sahip olup renkleri de beyazdır (Uçal ve Benli, 1993).



Şekil 1. Deniz Levreğinin morfolojik görünümü

### 1.3. Yetiştiricilik Potansiyeli

Dünya su ürünleri toplamda 140 milyon ton ile avcılık karakterinde yer almaktadır. Yetiştiricilik yoluyla yapılan üretim son 40 yılda hızlı gelişme göstererek yüksek üretim düzeyi ile 60 milyon tona ulaşmıştır (FAO., 2007).

Yıllar bazında 1995–2006 yıllarını kapsayan dönemde Dünya, Avrupa ve Türkiye için toplam olarak su ürünleri yetiştiriciliği tablo 1’de verilmiştir.

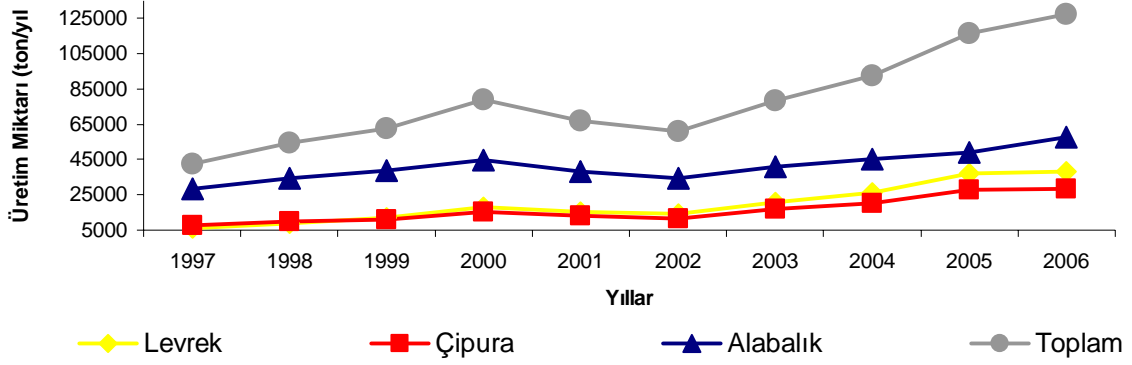
Tablo 1. Türkiye, Avrupa ve Dünyada yıllara göre toplam su ürünleri yetiştiriciliği (FAO., 2007; TÜİK., 2008; EUROSTAT., 2006)

Yıllar	Toplam Olarak Üretim Gurupları (Ton)		
	Dünya	Avrupa	Türkiye
1995	24.382.016	1.198.000	21.067
1996	26.592.071	1.225.146	33.201
1997	28.606.058	1.502.071	45.450
1998	30.485.674	1.387.044	56.700
1999	33.373.969	1.425.000	63.000
2000	35.475.307	1.400.000	79.031
2001	37.954.644	1.395.000	67.244
2002	40.391.478	1.259.141	65.165
2003	42.673.551	1.385.213	79.943
2004	45.521.356	1.344.107	94.010
2005	48.489.792	1.297.312	118.277
2006	51.653.073	1.262.010	128.943
2007	-	-	139.873

Dünyada yaşanan bu ilerlemeler paralelinde ülkemiz su ürünleri yetiştiriciliğindeki gelişmeler ile birlikte 2007 yılı yetiştiricilik üretim miktarı 2006 yılı üretimini %9 oranında artırarak yaklaşık 140 bin tona, toplam su ürünleri üretimini de %16,7 artırarak 772 bin tona ulaşmıştır. Ülkemizde 2007 yılında iç sularda ve denizlerde üretilen toplam 139.873 ton kültür balıkları üretiminin %41,8'ni Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), %30'unu 41.900 ton ile Deniz levreği ve %24'ünü 323.500 ton ile Çipura (*Sparus auratus*) oluşturmuştur (TÜİK., 2008).

Deniz levreği üzerine yapılan ilk yetiştiricilik çalışmaları 1905 yılında Fabre Domergue ve Bietrix tarafından yürütülmüştür (Uçal, O. ve Benli, 1993). Daha sonra 1954 yılında Jackman, 1968 yılında Kennedy ve Fitzmaurice Deniz levreğinin yapay döllenmesi ve larval gelişimi üzerine detaylı araştırma yapmışlardır (Uçal ve Benli, 1993). Ülkemizde ise; Deniz levreği üzerine yapılan bilimsel ve yetiştiricilik çalışmaları 1985 yılından sonra ivme kazanmıştır (Atay, 1994).

Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan Deniz levreği ile birlikte bazı türlerin yıllar itibarıyla üretim miktarları şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Tür ve yıllara göre Türkiye’de yetiştiricilikten sağlanan üretim (ton/yıl) (DİE., 1997–2006)

Bilimsel araştırmalar ışığında Türkiye’de genel üretim artışına paralel olarak son on yıl içerisinde levrek üretiminde artış gözlemlenmiş, toplam üretim içinde kültür balıkları üretimdeki payı %0,5’ten %18,1’e yükselmiştir (TÜİK., 2008). Ülkemiz gerek kıyıları, gerek iklim şartları bakımından yetiştiricilik konusunda oldukça avantajlıdır. Karadeniz’de ilk olarak 1989 yılında araştırma amaçlı olarak Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından deniz kafeslerinde alabalık yetiştiriciliğine başlanılmış, bunun ardından 1991 yılında Trabzon, Rize, Ordu ve Sinop illerinde denizdeki kafeslerde üretime geçilmiştir. Bölgede alabalık üretimi dışında yetiştirilebilecek alternatif türler arasında üretim tekniği bilinen levrek balığı gelmektedir. Ülkemiz için vazgeçilmez öneme sahip olan bu tür için yetiştiriciliği açısından Ege bölgesi daha avantajlı sayılmıştır. Neden olarak; 1980’li yıllarda işletmelerin korunaklı sahil bölgelerin kullandığı ve Ege Deniz’inin girintili çıkıntılı kıyı özelliklerinin etkisiyle işletme sayısının kısa zamanda arttığını, bu duruma karşılık; Karadeniz’de ise; Ege Denizi’nde görülen bu kıyı tipi özelliğinin olmaması nedeniyle burada var olan levrek üretim çiftliklerinin sayısı ve üretim kapasitelerinin sınırlı düzeyde kalmasına neden olmaktadır (Özden vd., 1997). Ancak Karadeniz’in ülkemiz sahil kesiminde koy korunaklı alanların az olmasına rağmen, açık deniz kafes sistemlerinin kullanılabilir olması ile deniz balıkları yetiştiriciliğinde avantajlı olduğu ifade edilmektedir (Atay, 1986). Ancak; Akdeniz, Deniz levreğinin doğal yayılım gösterdiği alanlar olduğundan, Akdeniz’e komşu olan ülkelerde uygun ortam koşullarında ekonomik değeri yüksek olan levrek ve çipura yetiştiriciliğinde hızlı bir gelişme kaydedilmiştir (Alpbaz, 1990).

Ülkemizde var olan bu potansiyeli kullandığı takdirde, önemli istihdam kaynağı ve ihracat yolu ile döviz girdisi sağlayabilecektir. Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan Deniz levreği ve diğer ekonomik öneme sahip türlerin 2007–2008 yıllarında yapılan ihracat miktarı ile sağladığı döviz miktarları tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Türkiye’de türlere göre 2007–2008 yıllarında ihracat ile sağlanan döviz (DTM., 2008)

Türler/Yıllar	2007 (Ton)	Döviz (1000 \$)	2008 (Ton)	Döviz (1000 \$)
Deniz Levreği	14.779	71.966	13.363	71.833
Çipura	5.155	21.921	7.708	28.466
Alabalık	1.858	16.209	2.127	19.706
Orkinos	2.305	35.942	5.141	107.897

#### 1.4. Yetiştiriciliği Yapılan Türün Beslenmesi ve Gıda Tüketimi

Ekonomik potansiyele sahip türler için söz konusu türlerin yetiştiricilik tekniğinin temelini oluşturan beslenme ve gıda tüketim oranlarının bilinmesi ile birlikte en sağlıklı ve en verimli bir biçimde türün yetiştirilmesine olanak sağlayacaktır (Tsevis vd., 1992).

Deniz levreğinde sıcaklık ve tuzluluk, gıda tüketimi ile birlikte büyümeyi etkileyen en önemli faktörlerdir. Buna rağmen deniz levreği yetiştiriciliğinde sıcaklığın tuzluluğa nispeten daha fazla sınırlayıcı bir etkiye sahip olduğu belirtilmektedir (Zanuy ve Carrillo, 1985). Ancak 50 g ve üzerindeki levreklerde 15 °C’nin altındaki su sıcaklığında bir gelişme olmadığı belirtilmektedir (Alpbaz, 1990). Düşük kış sıcaklıkları sebebiyle 10 °C’nin altında büyümenin, 7 °C’nin altında da yem alımının durduğu gözlemlenmiştir (Barnable, 1990).

Deniz levreklerinin yem tüketimi, yemleme ve büyüme oranlarını karşılaştırılması amacıyla tuzluluk oranı % 37,8 olan deniz ve % 3,5 tuzluluğa sahip acı su ortamlarında 15 ay sürdürülen çalışmada sıcaklık ve tuzluluğun, büyüme ve yem tüketim oranlarını etkilediği tespit edilmiştir. Özellikle yem tüketimi üzerinde sıcaklığın tuzluluktan daha güçlü bir etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca her iki ortamda iyi bir yem değerlendirme oranı için optimum su sıcaklığının 19–20 °C arası olduğu bulunmuştur (Hidalgo ve Alliot, 1988).

Deniz levreğinin beslenme sıklığı ile ilgili olarak; gece ve gündüz olacak şekilde iki gurup olarak beslenen balıklarda besin tüketim miktarlarında farklılık olduğu tespit

edilmiştir (Tsevis vd., 1992). Hiç bir şekilde yem verilmeyen balıklarda ağırlık kaybı olurken günde bir kez yemleme yapılan balıklarda büyüme oranının düştüğü bulunmuştur. Beslenme sıklığı günde 3 veya 4 kez arttırıldığında ikinci guruptaki balıklarda büyümenin ilk guruptaki balıklardan daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Buna karşın daha az sıklıkla beslenen balıklarda yem değerlendirme oranı daha iyi olduğu saptanmıştır. Deniz levreği balıkçıkları için optimum besleme frekansının günde 2 ve 3 öğün arasındaki sürenin optimum 6 saat olduğu belirlenmiş ve gün ışığı haricinde de yemlemenin yararlı olabileceği vurgulanmıştır (Tsevis vd., 1992).

Deniz levreği yavrularına verilecek günlük yem miktarı için sabah öğle ve akşam olmak üzere canlı ağırlığın maksimum %3,5'i civarında olduğu tespit edilmiştir (Langar ve Guillaume, 1994).

Bütün bahsedilen bilgiler ışığında, beslenme ve gıda tüketimi üzerine yapılan araştırmaların tümünde tür için günlük gıda ihtiyacının belirlenmesi birinci derece önem arz etmektedir. Bunun yanı sıra, beslenme fizyolojilerinin gün yüzüne çıkarılması ile birlikte ikincil önem derecesine sahip yetiştiriciliği yapılacak türler için uygun görülen besinin verilmesi ile balık üretim tesislerinin çevrelerine olan zararlı etkilerinin en aza indirgenmesi amaçlanmaktadır. Aksi durum düşünülüğünde uygun olmayan yemleme şekliyle verilecek besinlerin tüketilmemesi sonucu birincil olarak organik atık birikimi ile geriye dönülmesi zor ekosistemi bozacak etkileri söz konusu olacaktır (Anon., 2003).

Organik atık birikimi ile balık üretim tesislerinden deşarj edilen organik yük, yenmemiş yemler ve dışkılarından oluşur. Bunlar kafeslerin hemen altında veya yakın çevresinde zemine çökerek birikmelere neden olur. Su sirkülasyonu ile çevreye dağılan atık maddeler daha geniş bir alana yayılarak bentik fauna tarafından asimilasyona uğratılır. Bu şekilde etkiler en aza indirgenmiş olur. Ancak durgun veya sığ sularda söz konusu atıkların birikimi neticesinde sediment organik zenginleşmeye maruz kalır ve bentik faunada olumsuzluklara yol açan anoksik zon ve sediment yüzeyinde beyaz *Beggiatoa* (sülfür indirgeyici bakteri) filmi oluşur. Söz konusu bu etki daha sakin sularda daha yoğun bir şekilde görülebilir (Anon., 2003).

Organik atık maddenin birikimi ile o tür için gerekli yaşam parametrelerini de olumsuz etkilemektedir. Atık madde ile birlikte bitki besin elementlerinin artışı, fitoplankton artışına neden olur. Ayrıca katı maddenin artışı ile askı yük maddesini arttırarak yetiştiricilik yapılacak denizel ortamda suyun bulanıklığının artışı ile birlikte çözünmüş oksijen miktarı, suyun ph'sı, tuzluluk ve sıcaklığı olumsuz yönde etkileyerek, yetiştiriciliği



yapılacak türün gerek yanlış yemleme sonucu gelişiminin olumsuz yönde etkilenmesi gerekse o bölge için ekosistemin tahribatı söz konusu olacaktır (Anon., 2003).

Deniz levreğinin beslenmesi ve gıda tüketimi üzerinde yürütülen bilimsel çalışmalarda yetiştiriciliği yapılan bu tür için yetiştiricilere ışık tutacağı kuşkusuzdur. Balığın gerçek besin ihtiyacının saptanması aynı zamanda kullanılan hammaddelerin de ekonomik olarak kullanılmasını belirler. Balık besleme çalışmalarının temelde tek amacı bu bilgiye ulaşmaktır (Covey, 1992).

Ancak türün yetiştiriciliği sırasında önemli kıstaslar arasında yer alan hangi tür için hangi besini hangi oranda hangi sıklıkla tükettiğinin bilinmesinin yanı sıra yemlenen balıkların ardında bıraktıkları atık maddelerin çevreye olan etkilerinin en aza indirilmesi de o denli önemlidir. Bu kıstaslara uyan yemin seçiminde balığa verilecek besinin maksimum düzeyde takibi ile mümkün olabilecektir. Bunun için balıkların farklı özellikteki yemler ile beslenerek beslenmeyi takip eden zaman dilimlerinde mide içeriğinin zaman ile azalışının ne şekilde seyir ettiğinin ortaya çıkarılması ile birlikte sindirim oranlarının haritalandırılması, ekonomik açıdan potansiyel öneme sahip türlerin yetiştiricilik aşamasında yararlı olacaktır.

Yetiştiriciliği yapılacak tür için doğru besin ile doğru zamanda yemleme yapılarak balığın gelişiminin daha hızlı, yem maliyetlerinin azaltılması ile birlikte çevresel kirlenmenin önüne geçecek üreticiler için vazgeçilmez önemli kılavuz olarak yer alabilecektir.

## **1.5. Mide İçeriğinin Tespit Yöntemleri**

Balıkların beslenme fizyolojisinde sindirim oranı hesaplamalarında temel hedef belirli zaman dilimlerinde mide içeriğinde meydana gelen değişimlerin gözlenebilmesidir. Bunun içinde mide içeriğinin tespit edilmesi gerekmektedir. Mide içeriğinin tespiti değişik yöntemlerle yapılabilmektedir.

### **1.5.1. Seri Kesim Tekniği**

Seri kesim tekniğinde; deneysel ortamdaki balık önceden belirlenmiş yem ile beslendikten sonra aynı şekilde önceden belirlenmiş zaman dilimlerinin sonunda deney ortamından alınarak daha önce hazırlanmış yüksek dozda MS-222 veya 2 Phenoxyethanol gibi bayıltıcılar kullanılarak öldürülen balıklar kesilerek mideleri çıkarılır. Mide

içeriklerinin zamana bağlı olarak azalışları kaydedilir (Seyhan, 1994; Steinberg ve Larkin, 1974).

Bu yöntem ile gelişmiş cihazlara ihtiyaç yoktur. Diğer yöntemlerde sıkça karşılaşılan deneklerin defalarca kullanılmasından kaynaklanan stres faktöründen ötürü deney sonuçlarını olumsuz yönde etkileyebilecek hatalardan uzak tutar. Ardıl yemleme durumunda balığa verilen ikinci yem kolaylıkla ayırt edilebilmesini sağlar. Deney yapılırken herhangi bir aşamada bireylerin aç bırakılma zorunluluğu yoktur. Yöntemin bu avantajlarına karşın; deneye alınan her birey belirlenmiş zaman periyodu sonunda kesilerek mide içeriği kaydedildiğinden tekrar kullanılma şansı yoktur. Popülasyon ortalamalarını sağlayabilmek maksadıyla deney için çok sayıda bireye ihtiyaç vardır.

### **1.5.2. X Işınlarmın Kullanımı**

X ışınları balıkların sindirim fizyolojilerinin incelenmesi için kullanımları eskilere dayanmaktadır. Bu yöntem, ilk olarak Mölnar ve Tölg (1960) tarafından kullanılmış ve araştırmalarda x-ray cihazından yararlanarak balığa verilen yemin sindirilmesi belli zaman aralıkları ile gözlenmiştir. Sonraki çalışmalarda ise; belirli miktarlarda hazırlanmış yemlerin içersine yemin % 20-25'ni oluşturacak biçimde baryum sülfat (BaSO<sub>4</sub>) konarak röntgen ışınları ile sindirim aşamalı olarak takip edilmiştir (Seyhan ve Grove, 1993).

Bu yöntem özellikle midesi sindirim kanalının diğer bölümlerinden kolayca ayırt edilebilen türlerde kullanılmaktadır. Bu yöntem ile her bir balığa verilen belirli miktardaki besini sindirim safhasını izlemek kusursuz ve kolaydır. Az sayıda örnek yeterli olacaktır. Söz konusu bu avantajları yanı sıra dezavantajları da mevcuttur. Birçok araştırmacı deneye tabi tutulan balığın yemi alışının öncesi ve sonrası strese girebildiğini belirtmişlerdir. Bu durumda beklenen sindirim oranı verilerinin değişmesine neden olmaktadır. Bu yöntem ile balıklara yemin zorla yedirilmesi gerekmekte bu durumda balık üzerinde stres yarattığından mide boşaltım oranı değerlerini etkilemektedir (Jones, 1974).

### **1.5.3. Mide Yıkama Yöntemi**

Temel esas yemlenen bireyler önceden belirlenmiş zaman aralıkları sonunda ağızdan (Seyhan, 1994; Bomley, 1987).veya anüsten (Baker ve Fraser, 1976) Sindirim kanalına bir tüpün yerleştirilmesi ile bu tüpe basınçlı su verilerek mide içeriğinin dışarı alınması

işlemidir. Seri kesim tekniği uygulanmadığı durumlarda uygulanmakta değerlikleri yüksek anaç balıkların denemelerde kullanılmasını sağlamaktadır. Aynı balığın tekrar denemelerde kullanılabilmesine imkân verir. Buda balığın ilk deneme ile sonraki denemeler arasında stresten kaynaklanan veri sapmalarını rahatlıkla gözlenmesine yardımcı olur. Yöntemin bu avantajları yanı sıra dezavantajlara da sahiptir. Mide içeriğinin bu yöntemle bütün zamanlar için tam olarak sağlıklı bir şekilde dışarı alınması ihtimali zayıftır (Hyslop, 1974; Talbot, 1985). Bu yöntem özellikle küçük balıklarda kullanılabilir olması zorluğuna işaret edilmiştir. Ufak balıklarda küçük enjektör kullanılarak problemin üstesinden gelinirse de balığı strese sokan ve ayrıca iç organlarına zarar verebilmektedir. Belirtilen detaylara rağmen bu tür çalışmalar için uygulanabilir en uygun yöntem olduğu görülebilmektedir (Hyslop, 1974).

#### **1.5.4. Radyo İzotopik Yöntem**

Bu yöntemde radyoaktif maddelerin yeme karıştırılarak balıkların beslenmesi esasına dayanır (Kevern, 1966; Kolhemainen, 1966; Aldman, 1994). Bu yöntem ile Deney yapılırken deneklerin öldürülme zorunluluğu olmadığından az sayıda örnek ile yapılabilmektedir. Denekler isteğe bağlı bir şekilde yemlendiğinden bireylerin aç bırakılma zorunlulukları yoktur. Bunlara karşın laboratuvar ortamında deney yürütülürken çeşitli bulaşıcılar ile diğer olumsuzluklar nedeniyle sonuçların değişmesine etki ederek dezavantaj oluşturmaktadır.

#### **1.5.5. Kusturucuların Kullanımı**

Bu yöntemde kusturucu etkisi olan maddelerin kullanılması ile mide içeriğinin çıkarılması ile yapılmaktadır (White, 1930). Kusturucu maddeler olarak arsenik asit veya hidroklorik asit ile solüsyon haline getirilerek kullanılır. Solüsyona kusturucu madde olarak potasyum nitrat veya apomorfîn eklenir (Seyhan, 1994). Bu yöntem ile aynı birey tekrarlı olarak kullanılabilir. Buna karşın; deneyin her aşaması için mide içeriğinin tamamen çıkması mümkün olmayabilir.

## 1.6. Balıklarda Sindirime Etki Eden Faktörler

Birçok araştırmacı balıklarda sindirim üzerine pek çok faktörün etkili olduğunu belirtmişler ve söz konusu bu etkileri sınıflandırmışlardır (Pandian, 1967; Windell, 1978).

### 1.6.1. Sıcaklık

Sıcaklık, mevsimsel değişimlere bağlı olarak farklılık gösterdiğinden gıda tüketim oranının hesaplanmasına etki etmektedir. Pek çok araştırmada normal koşullarda yaşam için gerekli olan su sıcaklığı en üst sınıra yaklaştığı durumlarda maksimum sindirim oranı gözlenmiştir (Tyler, 1970; Brett ve Higgs, 1970; Simith, 1967).

Genellikle, sindirim oranı artan sıcaklığa paralel olarak logaritmik bir şekilde artar (Elliott, 1972; Jobling ve Davies, 1979; Jobling, 1980). Bu ilişki şu şekilde ifade edilmektedir.

$$\text{Log}_{10}(\text{Ger})_2 = \text{Log}_{10}(\text{Ger})_1 + [(\text{Log}_{10}Q_{10})/10]*T \quad (1)$$

Burada,  $Q_{10}$  her 10 °C'lik artışta meydana gelen fizyolojik aktivitelerdeki toplam artışı gösterir. T sıcaklık,  $(\text{Ger})_1$  ilk sıcaklıktaki mide sindirim oranını,  $(\text{Ger})_2$  ikinci sıcaklıktaki mide sindirim oranını g/h olarak belirtir. yapılan çalışmalar sonucu  $Q_{10}$  değeri yassı balıklarda yaklaşık olarak 2 bulunmuştur (Jobling vd., 1977).

Sindirim oranının tespit edilmesinde kullanılan başka bir yol ise; tespit edilen sindirim zamanlarının logaritmaları alınarak sıcaklığa göre bu değerlerin bir grafik üzerinde işaretlenmesi ve ortaya çıkan eğimin değerlendirilmesidir (Fabian vd., 1963).

### 1.6.2. Balık Büyüklüğü

Birçok balık türü için balık büyüklüğünün sindirim oranı üzerine etkileri araştırılmış olup, özellikle büyük balık türlerinin (*Scaphthalmus maximus*, *Limanda*, *Gadoid*'ler gibi) aldıkları besini daha kısa sürede sindirdikleri saptanmıştır (Jobling ve Davies, 1979; Flowerdew ve Grove, 1968; Jones, 1974).

Ancak *Lepomis* (*Lepomis gibbosus*), levrek (*Perca fluviatilis*) ve genç pisi balığı (*Pleunectes platessa*) gibi birçok balık türünde verilen yem miktarı için sindirim oranının balık büyüklüğü ile değişmediği tespit edilmiştir (Person, 1979; Windell, 1966).

### 1.6.3. Besin Miktarı

Besin miktarının artırılması ile sindirim oranı artmaktadır ve bu ilişki balık büyüklüğü ile sıcaklık faktörlerinden bağımsızdır (Grove ve Crawford,1980; Gwyther ve Grove, 1981). Ancak; bazı araştırmacılar Coho Salmonu (*Oncorhynchus kitsutch*) gibi balıklarda sindirim oranı artan yem miktarı ile azalabileceğini göstermişlerdir (Steinberg ve Larkin, 1974). *Gadus morhua* (Morina) gibi bazı balıklarda ise vücut ağırlığının yüzdesi olarak beslendiğinde sindirim oranı değişmemektedir (Dos Santos, 1990).

### 1.6.4. Besin İçeriği

Balıklarda; beslenme fizyolojisi çalışmaları yapılırken göz önünde bulundurulması gereken bir diğer önemli faktörde yemin içeriğidir. Yapılan deneyler sonucu yemin enerji içeriğinin artması, sindirim için geçen toplam zamanın artmasına neden olmaktadır (Windell vd.,1969; Grove vd., 1978).

### 1.7. Midenin Sindirim Fonksiyonu

Balıklarda, sindirim üzerine yapılan çalışmalarda balık tarafından alınan yemin sindirimi değişik modellerle tanımlanmıştır. Bunlar lineer, logaritmik ve karekök modelleridir (Robb, 1990; Jobling, 1987).

Yapılan çalışmalar neticesinde modelin belirlenmesinde midenin aktif bir rolü olduğu özellikle yassı balıklarda bulunmuştur (Barnable, 1990; Grove vd., 1985). Omurgalı hayvanlarda midenin görevi; ağız yoluyla doğal olarak alınan besini parçalamak suretiyle sindirim işlemini başlatmaktır. Bu amaçla mide epitelinden mukus, hidroklorik asit ve pepsin salgılanır. Besinin, mideye ulaşması sonucu mide tarafından gastrit salgısının salınmasına neden olur. Böylece mide asidik ortamı değişerek bağırsaklara doğru uzanan kas demetininin gevşemesine yol açar. Midedeki içerik bağırsaklara doğru kolayca akışını sağlar. Aynı zamanda mide kasları tarafından karıştırılan içerik yeni bir özelliğe dönüşerek sindirimin bir sonraki aşaması için bağırsaklara iletilir. İçeriğin bağırsak duvarlarına teması sonucu yeni farklı hormonlar salgılanmasına neden olur bunun sonucunda safra kesesinden alkalik özellikteki ( $\text{NaHCO}_3$ ) safra tuzunun serbest bırakılmasına neden olur. İnce bağırsak duvarından salgılanan Cholecystokinin, Enterogastrone gibi bazı hormonlar mideye negatif

bir etki ile geri besleme görevini üstlenir. Geri besleme mekanizması ile bağırsaklara geçmeye hazır mide içeriği bir süre midede tutulur ve bağırsakların aşırı yüklenmesi engellenmiş olur.

Sürekli bir karıştırma hareketi ile sindirme hazır olan besinler bağırsaklara doğru itilirken aynı anda henüz yeterince sindirilememiş kısımlar geri beslenme mekanizması yardımıyla midede tutulmasını sağlar. Diğer kısımlar hızlı bir şekilde dışarı atılırlar. Bahsi geçen besin maddelerinin sindirimi ile ilgili olarak matematiksel bir şekilde de tanımlanabilmektedir.

### 1.7.1. Uyarma

Besinin mideye geçmesi ile mide duvarlarınca bir uyarılma meydana gelir. Bu uyarılma ile midenin genişlemesine yardımcı olur. Pratikte, besin mideye geçtiğinde veya mide içindeki besinin miktarı ile ilgili bir değişim olduğunda mide duvarı genişletip daralabilir bu durumun temel etkeni mide duvarında yer alan duyarlı hücrelerin hemen her yönde genişleyip daralabilmesidir. Çoğu post-juvenil balıklarda maksimum mide hacmi vücut ağırlığıyla doğru orantılıdır.

$$S_{\max} = aW \quad (2)$$

$S_{\max}$  mide hacmi (ml),  $W$  balık ağırlığı (g),  $a$  sabit olarak belirtilmiştir. Mide içeriği ( $S$ ), birçok besin kaynağı için maksimum mide hacmini geçemez.

$$\text{Uyarma} = a (S/W)^{1/3} \quad (3)$$

$S$  mide içeriği (g),  $a$  sabit olarak tanımlanmıştır.

### 1.7.2. Tepki

Midenin besin üzerine sıkıştırma ve karıştırma hareketleri başlı başına sindirim oranının belirlenmesinde etkili değildir. Bununla beraber besinin mideye alınması sonucu uyarılan mide, sahip olduğu karmaşık yapıdaki çeperleri sayesinde sindirimi kolaylaştırmak için asit, pepsin, mukus gibi salgıları yayar. Mide epitelinin kıvrımlı yapısı, oxynticoptic hücrelerin miktarı ve salgı oranı mide duvarının yüzeyi ile dolayısıyla; üzerinde çalışılan balığın büyüklüğü ve su sıcaklığı ile doğrudan ilişkilidir.

$$E = bW^{2/3} \quad (4)$$

$E$  salgı oranı,  $b$  sabit olarak tanımlanmıştır.

### 1.7.3. Besin Yüzeyinin Etkisi

Alınan besinlerin mideye geçmesi ile yukarıda bahsi geçen etki olayından ötürü bir uyarılma söz konusu olur ve mide epitelyumundan sindirim salgıları salgılanarak besinlerin parçalanmalarını hızlandırır. Balığın aldığı besin çok parçalı olması sonucu etkilemez besin midede bir bütün olacak şekilde bir araya getirilerek sıkıştırılır. Bu nedenle besin ister tek parça olsun ister parçalı olsun sindirim olayı alınan besinin yüzeyi ile ilgilidir. Alınan besin maddesinin yüzey alanı matematiksel ifadesi yapılmıştır.

$$A = C.S^{2/3} \quad (5)$$

Belirli bir sıcaklıkta sindirim oranı bu üç farklı olayın bileşiminden matematiksel olarak ifade edilmiştir. C sabit olarak belirtilmiştir.

$$ds/dt = K.W^{1/3}.S \quad (6)$$

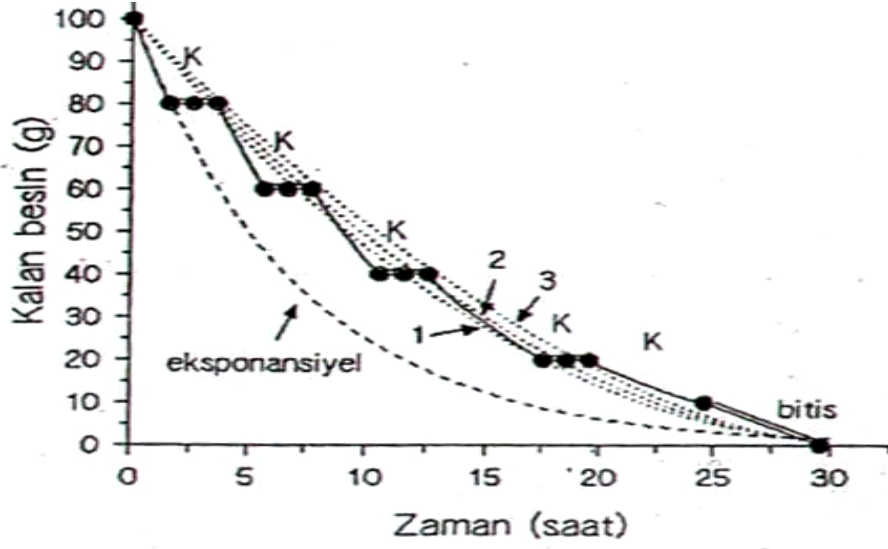
Sabit bir sıcaklıkta, belirli miktardaki yemin sindirilmesi yemi alan balığın büyüklüğü ile doğru orantılıdır. Buradan aynı miktardaki bir besini büyük balığın küçük balıktan daha çabuk sindireceği sonucu çıkar.

$$1/S.ds = -K.W^{1/3}.dt \quad (7)$$

Sabit bir sıcaklıkta balığa verilen yemin miktarı zamana göre eksponansiyel bir biçimde azalma gösterir.

$$S_t = S_{0,e}^{(-DT)} \quad (8)$$

$S_t$  = Beslenme anından belirli bir süre sonra gram olarak arda kalan besin miktarını göstermektedir.  $S_0$  = başta verilen yem gram olarak ifade edilir. Sindirimin doğrusal (lineer) olması durumunda, sindirim seri bir şekilde kontraksiyonlara devam eder. Sindirim eğri (eksponansiyel) olması durumunda, barsağın ön kısmı aşırı derecede bir kısım hazmedilmiş besinlerle doludur. Bu modelde mide besin rezervidir ve bağırsak uygun fakat sürekli salgıyı yarı şekilde sindirilmiş besinlere gönderir. Geliştirilen model bu koşullardaki sindirim olaylarını tanımlar. Belirli aralıklarla bağırsak hormonlarından meydana gelen uyarılarla dönemsel olarak üssel sindirim oranı bu modelle tahmin edilir. Bağırsak sindirimi için safra pankreas ve bağırsak salgıları serbest bırakılır. Sindirim için eşit şekilde kontraksiyon meydana gelir. Örnekleme zamanının sindirim eğrisine oluşmasına etkisi şekil 3’de gösterilmiştir (Seyhan ve Grove., 2003).



Şekil 3. Örneklem zamanının sindirim eğrisinin oluşumuna etkisi (Seyhan ve Grove, 2003).

Midedeki sindirim hareketi sınırlı bir süre içerisinde gerçekleşir. Şekil 3’de bireysel veya grup halinde aynı anda beslenen balıklardan alınan örneklerin gözlemlenmesini ifade etmektedir. Sindirim kontraksiyonunun meydana çıkmasıyla ilişkili örnekler incelendiğinde sindirim eğrisi bulunur. 1. eğrinin oluştuğu zaman aralığında kontraksiyonun tamamlandığı, kontraksiyon döneminin orta noktasında 2. eğrinin oluştuğu, son bitiş noktasında ise 3. eğrinin oluştuğu açıkça görülmektedir (Seyhan ve Grove, 2003).



## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Levrek Balıkların Temini

Çalışmanın konusunu oluşturan Deniz Levreği (*Dicentrarchus labrax Linneus, 1758*) 2007 yılının Temmuz ayında Trabzon ilinin Yomra ilçesinde bulunan Doğu Karadeniz Kültür Balıkçılığı A.Ş. (Dokabaş) ve Karadeniz Kültür Balıkçılığı A.Ş. (Karsusan) levrek üretim tesislerinden farklı ağırlıklarda toplam 100 adet temin edilmiştir. Temini sağlanan balıklar Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Prof. Dr. İbrahim OKUMUŞ Araştırma ve Uygulama Tesislerine getirilerek deneysel çalışmalara kadar adaptasyonlarının sağlanması amacıyla stok tankına bırakılmıştır.

#### 2.1.2. Çalışmanın Yapıldığı Yer ve Deney Düzenegi

Bu çalışma Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Araştırma Tesislerinde Ağustos, Aralık ve Mayıs olmak üzere üç farklı dönemde yapılmıştır. Deney için 1 adet 0.41 m<sup>3</sup> hacimli stok tankı ve deney aşaması için 10 adet her biri 0.12 m<sup>3</sup> hacimli deney düzenekleri kullanılmıştır. Günlük su sıcaklıkları düzenli olarak ölçülmüş ve değerler kaydedilmiştir. Deney süresince ortalama su sıcaklığı Ağustos ayı için 26 °C, Aralık ayı 11 °C ve Mayıs ayı için ise; 17 °C olarak ölçülmüştür. Stok tankı ve deney tankları düzenli olarak sifonlanıp; atıklardan arındırılmıştır. Deney düzeneklerin üst kısımları oluşabilecek olumsuzluklara karşın; gözlü ağdan kapak yapılmıştır. Her bir deney düzeneginin oksijen seviyesini en üst düzeyde tutabilmek için sürekli havalandırma sisteminden yararlanılmıştır.



Şekil 4. Deneysel çalışmada kullanılan numaralı deney ve stok tankları

### 2.1.3. Kullanılan Araç ve Gereçler

Çalışmada kullanılan deney düzenekleri, besin tartımı için 0.001 hassasiyetli Sartorius marka terazi, su sıcaklığının kontrolü için termometre, anestezi amaçlı benzokain, gerekli pelet yemler ve boy ölçüm tahtası Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi tarafından karşılanmıştır. Ayrıca; mide içeriğinin çıkarılması için özel olarak temin edilmiş pens, cerrahi neşter ve makas kullanılmıştır.



Şekil 5. Boy ölçüm tahtası terazi ve cerrahi malzemeler.

## 2.2. Metot

### 2.2.1. Deniz Levreğinde Sindirimin Takip Edilmesi

Balıklar, özdeş ebatlardaki on adet deney düzeneklerine, debileri eşit şekilde deniz suyu akışı olan havalandırılmalı sisteme bağlanmıştır. Her bir tankın içine aynı büyüklükteki bireyler bu bölümlere bir adet olacak şekilde yerleştirilmiştir. Ayrıca; her bir balığı kolayca ayırt edebilmek için deney tanklarına numara verilmiştir. Balıkların midelerinin boşalması amacıyla İki günlük süre ile aç bırakılmışlardır. İkinci günün sonunda araştırmanın türüne göre; hazırlanan besinler balıklara verilmiştir. Doğal besin olarak mezgit kullanılmış olup; su sıcaklığının 26 °C olduğu ağustos ayında doğal besleme yöntemi ile verilmiştir. Gözlem yoluyla her bir balığın yemi alış saati kaydedilmiştir. Ancak deneysel çalışmanın ileriki aşamasını oluşturan aralık ayında su sıcaklığının 11 °C' ye düşmesi nedeniyle balıkların yem almadığı gözlemlenmiş bunun sonucu olarak (force feeding) zorla yedirme yöntemi (bayıltılan balıklara bir pens yardımıyla besini mideye indirme) kullanılarak pelet ile beslenmişlerdir. Bunun için balıklar anestezi amaçlı hazırlanan deniz suyu benzokain karışımı çözeltiye (Benzokain 2ppm/l konsantrasyonunda) alınarak bayıltılmıştır. Zorla

yedirme yöntemi ile beslenen balıklar aynı şekilde yedirilme anı kaydedilerek numaralı deney tankına geri bırakılmıştır. Bu süre içerisinde balıklar normal davranışlar şeklinde hareket etmişlerdir.

Sindirimi takip eden zaman dilimlerinde belirli aralıklar la (1,5 3 4,5 6 7,5 9 12 15 18 21 ) sindirimin bitiş noktasına varıncaya kadar belirlenen saatler sonunda alınan balıklar önceden hazırlanmış çözeltili içinde anestezi edilerek laboratuara getirilmiştir. Balıklar sırasıyla 0.001 hassasiyetteki sartorius marka terazi ile ağırlıkları g, boy ölçüm tahtası ile boyları cm olarak ölçülmüş, değerler kaydedilmiştir. Mide muhteviyatının alınması için seri kesim tekniği kullanılmıştır. Laboratuarda neşter ve pens yardımıyla mide muhteviyatı titiz bir şekilde çıkarılarak hassas terazi ile tartılmış ve değerler kaydedilmiştir. Deneyin canlı yem kullanılması aşamasında mide içeriği kurutma işlemine tabii tutulmadan terazide tartılarak değerler kaydedilmiştir. Ancak pelet yem kullanılarak yapılan çalışmalarda mide içerikleri etüvde ağırlık sabitleşinceye kadar kurutma işlemine tabii tutularak hassas terazi yardımıyla tartılmış, değerler kaydedilmiştir. Bu işlemler her bir örnek gurubu için yapılmış ve her deney gurubu için ayrı bir veri seti oluşturulmuştur (Seyhan, 1994; Person 1979; Hyslop, 1974).

## **2.2.2. Balık Büyüklüğünün Sindirim Zamanına Etkisi**

### **2.2.2.1. Doğal Besin Kullanılması**

Balık büyüklüğünün sindirime etkisinin araştırılması amacıyla; iki farklı özellikte yem kullanılmıştır. Canlı yem olarak mezigit balığı kullanılmış olup; hazırlanan yemler balığın yan hat bölgesinden alınmıştır. Balıklar 2 gün önceden aç bırakılarak, hassas terazi yardımıyla (1 g, n=28) hazırlanan besinler su sıcaklığının 26 °C olduğu doğal koşullarda verilmiş olup; (135 ± 4,1 g, n=13) (28,9 ± 9,7 g n=15) toplam 28 adet balık üzerinde çalışılmıştır. (1,5 3 4,5 6 7 9 12 15) her bir gurup için belirlenen saatler sonunda laboratuarda anestezi edilen balıklar mide muhteviyatı alınarak tartılmış değerler kaydedilmiştir.

### 2.2.2.2. Pelet Yem Kullanılması

Balık ağırlığın sindirime etkisini incelenmek üzere, ikincil farklı yem olarak, % 46 oranda protein, % 18 yağ, % 1,5 lysine ve 3200 Kcal/kg enerji içeriğine sahip 4 mm çaplı pelet yem kullanılmıştır. Çalışma; su sıcaklığının 11 °C olduğu aralık ayında yapılmıştır. 2 gün süreyle aç bırakılan bireyler, Deniz Bilimleri Fakültesi Prof. Dr. İbrahim OKUMUŞ araştırma tesislerinden temin edilen pelet yemler (1,5 g, n=24) hassas terazi yardımı ile hazırlanıp, anestezi altında bir pens yardımıyla balığın özafagus borusuna zarar vermeden hafifçe mideye bırakılarak zorla yedirme yöntemi ile beslenmiştir. Toplam 24 birey üzerinde inceleme yapılmış olup, farklı ağırlıktaki balıklar ( $111 \pm 11$  g, n=12), ( $41,9 \pm 0,2$  g, n=12) seçilmiştir. Sindirimi takip eden saatler (1,5 7 14 21 28 31 46 53 63 73 121 127) sonunda benzer şekilde anestezi edilen balıkların mide içerikleri alınarak etüvde sabit değere ulaşmaya kadar kurutma işlemine devam edilmiştir. Sabit değerlerin gözlemlenmesinden sonra sonuçlar kaydedilmiştir. Bu işlem pelet yem ile çalışılmış diğer deneyler içinde uygulanmıştır.

### 2.2.3. Besin Miktarının Sindirim Zamanına Etkisi

Besin büyüklüğünün sindirime etkisine araştırmak amacıyla 2 gün boyunca aç bırakılan toplam 25 adet birey üzerinde çalışılmıştır. Çalışma; su sıcaklığının 11 °C olduğu aralık ayında yapılmıştır. Benzer ağırlıktaki balıklara ( $111 \pm 11$  g, n=12;  $98 \pm 3,1$  g, n=14) aynı özellikte fakat farklı büyüklükte hassas terazi yardımıyla hazırlanan (1,5 g, n=12, 0,5 g, n=14) pelet yemler anestezi edilmiş balıklara zorla yedirme yöntemi ile verilmiştir. Balık ağırlıklarının benzer olması için özen gösterilmiştir. Yedirilme anı kaydedildikten sonra sindirim aşamalarını takibi için belirlenen saatler (1,5 7 14 21 28 31 46 53 63 73 91) sonunda bayıltılan balıklar mide içerikleri alınarak etüvde kurutulmuş, hassas terazide değerler okunarak kaydedilmiştir.

### 2.2.4. Baryum Sülfatın (BaSO<sub>4</sub>) Sindirim Zamanına Etkisi

Baryum Sülfatın sindirime etkisini araştırmak üzere, daha önceden 2 gün süre ile aç bırakılan benzer ağırlıktaki balıklar ( $88 \pm 2,9$  g, n=11,  $98 \pm 3,1$  g, n=14) seçilmiştir. Balıklara baryum sülfat içerikli pelet yeme karşılık (0,5 g, n=11), hiçbir muameleye tabii

tutulmamış pelet yemden (0,5 g, n=14) zorla yedirme yöntemi uygulanarak verilmiştir. Çalışma süresince su sıcaklığı 11 °C olarak ölçülmüştür.

Çalışma boyunca kullanılan pelet yemden %80 baryum sülfattan %20 olacak şekilde bir karışım hazırlanarak pelet haline getirilmiş yeni özellikteki yem türü kullanılmıştır (Seyhan ve Grove, 1993).

Bunun için 500 g pelet yeme karşın 125 g baryum sülfat kullanılmıştır. Pelet yem Beko marka 1800 watt karıştırma ve parçalama gücüne sahip doğrayıcı yardımıyla un haline getirilmiştir. Üzerine toplam ağırlığın %20 oranı olan 125 g baryum sülfat ilave edilerek tekrar bir karıştırma işlemine tabi tutulmuştur. Karışım hafifçe ıslatılarak elle yoğrulmuştur. Hamur kıvamındaki karışım Scarlett 1001 marka kıyma makinesinden geçirilmiştir. Pelet halindeki yeni karışım alüminyum folyo üzerine alınarak 150 °C ısıda 4 saat süre ile etüvde kurutulmuştur. Kuruma sonunda etüvden çıkarılan yeni özellikteki içeriğe sahip pelet yemi hassas terazi ve neşter yardımıyla her biri 0,5 g olacak şekilde kesilerek yeni pelet yemler hazırlanmıştır. Baryum sülfat karışımlı yeni yem ile hiçbir muameleye tabi tutulmamış pelet yem anestezi edilen iki denek gurubundaki balıklar zorla yedirme yöntemi ile beslenerek deney düzeneklerine geri bırakılmıştır. Belirlenen saatler sonunda (1,5 3 6 9 12 15 18 21 24 27 30) bayıltılan balıklar mide içerikleri alınarak etüvde sabit değer okununcaya dek kurutulmuştur. Kurutulan mide muhteviyatları hassas terazide tartılarak değerler kaydedilmiştir.

### **2.2.5. Sıcaklığın Sindirim Zamanına Etkisi**

Sıcaklığın sindirime etkisini incelemek üzere, balıklar önceden 2 gün süreyle aç bırakılmıştır. Aynı ağırlıktaki ( $121 \pm 0,37$  g, n=8;  $98 \pm 3,1$  g, n=14) balıklara su sıcaklığının farklı olduğu deneysel koşullarda (11°C–17 °C) her bir balığa 0,5 g pelet yem anestezi edilerek bayıltılan balıklara zorla yedirme yöntemi ile yedirilmiş, yemin veriliş saati kaydedilmiştir. Anestezi altında beslenen balıklar temiz su akışı ile birlikte havalandırma sistemine sahip numaralı deney düzeneğine geri bırakılmıştır. Balığın yedirilme anını takip eden önceden belirlenen zaman aralıklarında (1,5 3 6 9 12) tekrar anestezi edilerek sırasıyla ağırlıkları ve boy ölçümleri yapılmıştır. Bu işlemleri takiben titiz bir şekilde mide içerikleri alınarak etüvde sabit değerleri okununcaya dek kurutmaya tabii tutulmuştur. Mide muhteviyatların sabit değerleri okunarak analizleri yapılmak üzere kaydedilmiştir.

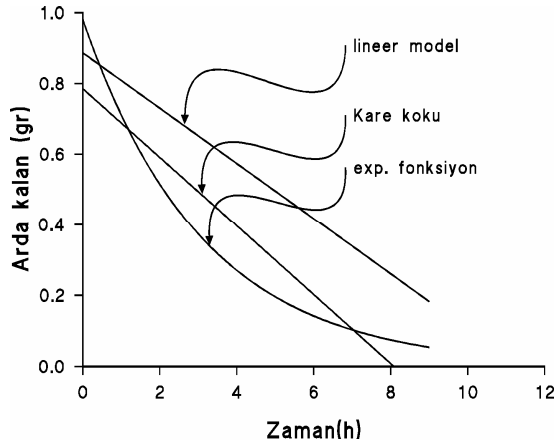
### **2.3. Verilerin Değerlendirilmesi**

Deniz Levreğinde sindirimin tanımı en iyi Eksponantial ilişki şeklinde tanımlandığı için araştırma sonucunda tespiti yapılan verilerin grafiğe dökülmesi sırasında belirlenen eğriler karşılaştırılmıştır. Bu nedenle Minitab istatistik programı kapsamındaki GLM (General Lineer Model) kullanılmıştır. Grafiklerin bütünü BIOSOPT, FP60 programı ile çizilmiştir. Çizilen grafiklerin tümünde çalışmanın türüne göre balıklara verilen besin miktarı sabitleştirilmiştir (Ricker, 1973).

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Sindirim Fonksiyonunun Tanımlanması

Deniz levreklerinde (*Dicentrarchus Labrax Linnaeus, 1758*) sindirim fonksiyonu tespit edilmesi için 18–33 g ağırlığındaki (ortalama  $28.07 \pm 3,1$  g,  $n=11$ ) balıkların  $26^\circ\text{C}$  de 1 g mezgitle deney gerçekleştirilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Sindirim fonksiyonunun tanımlanması

Elde edilen verilerin analizi eksponansiyel, karekök ve lineer model kullanarak test edilmiştir. Deney sonucunda 1 g mezgitle beslenen ortalama 28 g olan deniz levrekleri  $26^\circ\text{C}$  1 g mezgitle 8–10 saat arasında mideden tamamı ile sindirildiği gözlemlenmiştir. Modelin uygunluğunun tespiti için üç parametreye bakılmıştır. Bunlar; korelasyon katsayısı (test edilen iki karakter arasındaki ilişkinin derecesi)  $r^2$ , çizdirilen eğrinin Y eksenini kestiği nokta a, ve kareler toplamıdır.

Her üç modelde de en yüksek korelasyon katsayısı eksponansiyel modelde bulunmuştur. Bu tür ilişkilerde hesaplanan değerlerle gözlem değerleri arasındaki farkın karelerinin toplamı 0 ya da 0' a en yakın olanı en iyi ilişkiyi vermektedir. Test edilen üç modelde de en düşük kareler toplamı da eksponansiyel modelde hesaplanmıştır. Kullanılan besin miktarı 1 g olduğu için çizdirilen eğrinin Y eksenini kestiği noktanın 1 (bir) olması beklenir. Yapılan analizde a değerinin 1 e en yakın yine eksponansiyel modelde elde

edilmiştir. Böylece bu üç parametrenin de eksponansiyel modelde en iyisi olduğu tespit edildiğinden levreklerde sindirimin en iyi eksponansiyel modelle tanımlandığına karar verilmiştir. Sindirim fonksiyonunun istatistiksel analiz sonuçları tablo 3’de verilmiştir.

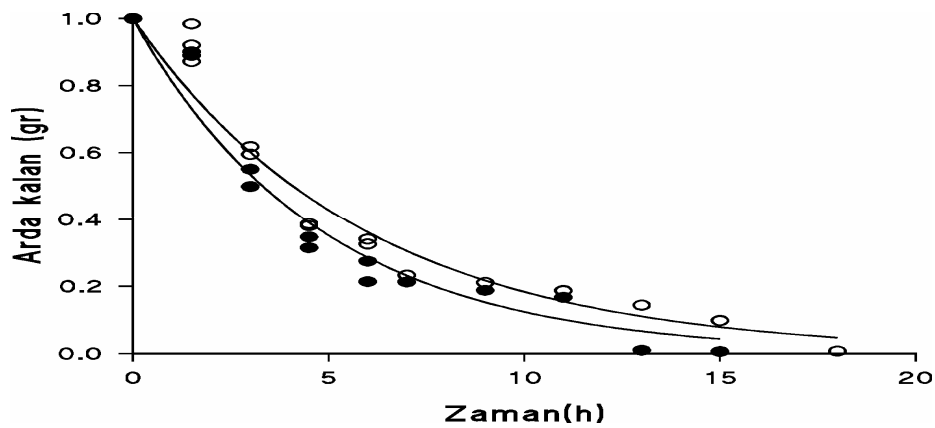
Tablo 3. Sindirim fonksiyonunun istatistiksel analizi. İstatistik’i olarak önemli olan parametreler (\*) ile gösterilmiştir

Model Adı	$r^2$	Kareler Toplamı	b	a	p
Eksponansiyel	0.87*	0.17*	0.32	0.995*	0.01
Karekök	0.66	0.28	0.078	0.89	0.01
Lineer	0.69	0.38	0.09	0.79	0.01

### 3.2. Balık Büyüklüğünün Sindirim Zamanına Etkisi

#### 3.2.1. Doğal Besin Kullanılması

Balık büyüklüğünün sindirim zamanına etkisini araştırmak amacıyla iki farklı besin türü ile çalışılmıştır. İlk grup için,  $135 \pm 4,1$  g,  $n=13$  ve  $28,9$  g  $\pm 9,7$   $n=15$  şeklinde belirlenen balıklar, su sıcaklığının  $26^\circ\text{C}$ ’de doğal beslenme ile 1 g mezgıt verilmiş, belirli zaman dilimlerinde anestezi edilen balıklar önceden belirlenen zaman aralıklarında mide muhteviyatı alınmıştır. Gözlemler ile ilgili sonuçlar şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7.  $26^\circ\text{C}$  su sıcaklığında iki farklı ağırlığa sahip balıklara verilen 1 g besinin (Mezgit) sindirimi (130–140 g ağırlığındaki balıklar koyu, 18–33 g ağırlığındaki balıklar ise, açık noktalar ile gösterilmiştir.)



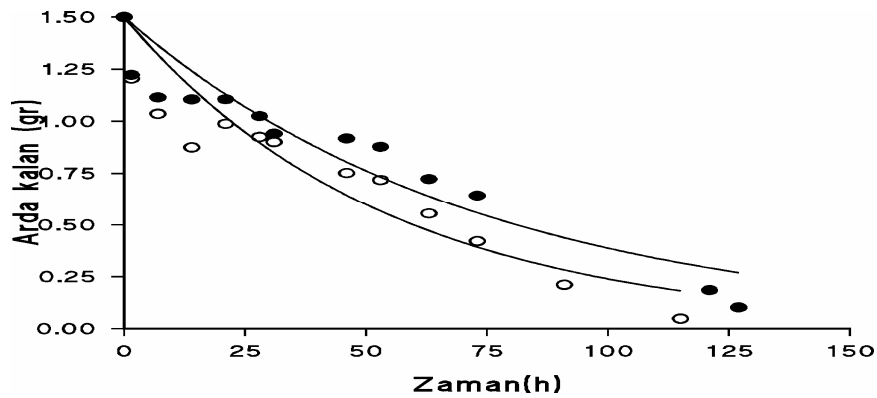
Şekilde de görüldüğü üzere, 18–33 g arasındaki balıklar 1 g mezgidi ortalama olarak 18 saatte sindirmiştir. Büyük balıklar (130–140 g) ise 15 saatte sindirdikleri gözlemlenmiştir. Aradaki farklılık İstatistikî olarak  $P < 0.05$ 'e göre önemli ancak  $p < 0.01$ 'e göre önemsiz bulunmuştur. Sonuçlar tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. 26 °C Su sıcaklığında balık büyüklüğünün sindirime etkisinin istatistiksel analizi (GLM). (Besin olarak 1g mezgit verilmiştir)

Kaynak	S.D	Kareler Toplamı	Düzenlenmiş Kareler Toplamı	Düzenlenmiş Kareler Ortalaması	F	P
Ağırlık(W)	1	0.0779	0.0718	0.0718	4.65	0.045
Zaman	10	2.950	2.950	0.295	19.11	0.00
Hata	18	0.277	0.277	0.015	-	-
Toplam	29	3.306	-	-	-	-

### 3.2.2. Pelet Yem Kullanılması

İkinci grup için;  $111 \text{ g} \pm 11$   $n=12$  ve  $41,9 \text{ g} \pm 0,2$   $n=12$ 'lık balıklar su sıcaklığının 11 °C' de besin içeriği bilinen 1,5 g pelet yem anestezi edilen balıklara “force feeding” uygulaması ile beslenilmiş ve dönem sonu mide içerikleri alınmıştır. Gözlemlenen sonuçlar şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. 11 °C su sıcaklığında iki farklı ağırlığa sahip balıklara verilen 1,5 g pelet yemin sindirimi (50 g ağırlığındaki balıklar koyu, 100–120 g ağırlığındaki balıklar ise, açık noktalar ile gösterilmiştir.)

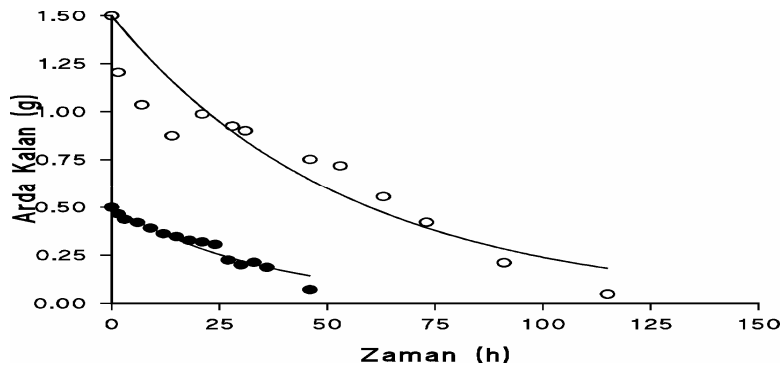
Şekil 8’de de görüldüğü üzere koyu noktalar ile gösterilen 50 g ağırlığındaki balıklar 1,5 g pelet yemi ortalama olarak 127 saatte sindirmiştir. Buna karşın; 100–120 g arasındaki büyük balıklar ise; açık noktalar şeklinde gösterilmiş olup; 115 saatte sindirdikleri gözlemlenmiştir. Aradaki farklılık İstatistikî olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Detaylar tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. 11 °C Su sıcaklığında balık büyüklüğünün sindirime etkisinin istatistiksel analizi (GLM). (Besin olarak 1,5 g pelet verilmiştir.)

Kaynak	S.D	Kareler Toplamı	Düzenlenmiş Kareler Toplamı	Düzenlenmiş Kareler Ortalaması	F	P
Ağırlık(W)	1	0.0689	0.0689	0.0689	20.24	0.00
Zaman	12	3.716	3.716	0.3097	90.88	0.00
Hata	12	0.0408	0.0408	0.0034	-	-
Toplam	25	3.826	-	-	-	-

### 3.3. Besin Miktarının Sindirim Zamanına Etkisi

Besin büyüklüğünün sindirime etkisini araştırmak üzere aynı büyüklükteki iki grup balık kullanılmıştır ( $111 \pm 11$  g,  $n=12$  ve  $98 \pm 3,1$  g,  $n=14$ ). Bu iki balık grubuna içeriği belli olan 1,5 g ve 0,5 g pelet yemler “force feeding” uygulaması yapılmış ve mide muhteviyatı belirli saatler de alınarak sonuçlar şekil 9’da özetlenmiştir.



Şekil 9. 11 °C su sıcaklığında aynı ağırlığa sahip balıkların (100–120 g) 1,5–0,5 g pelet yemlerin sindirimi

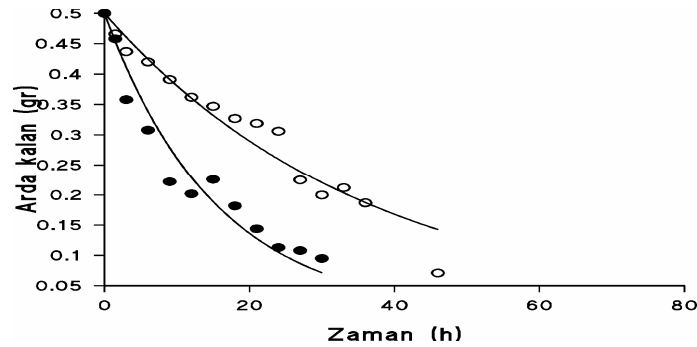
Şekil 9’da anlaşılacağı üzere, besin miktarında 3 katlık bir artış olduğunda sindiriminde % 40 oranında bir fark olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar analiz edildiğinde besin büyüklüğünün sindirim zamanına etkisinin önemli olduğu sonucuna varılmıştır ( $P<0.01$ ). İstatistik’i analiz sonuçları tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. 11 °C Su sıcaklığında besin miktarının sindirime etkisinin istatistiksel analizi (GLM).

Kaynak	S.D	Kareler Toplamı	Düzenlenmiş Kareler Toplamı	Düzenlenmiş Kareler Ortalaması	F	P
Besin miktarı (S)	1	1.484	1.216	1.216	25.81	0.00
Zaman	14	1.532	1.544	0.109	2.33	0.075
Hata	12	0.563	0.563	0.046	-	-
Toplam	27	3.580	-	-	-	-

### 3.4. Baryum Sülfatın ( $BaSO_4$ ) Sindirim Zamanına Etkisi

Baryum sülfatın sindirim üzerine olan etkisine bakabilmek amacıyla, pelet yeme % 20 oranında baryum sülfat karıştırılmıştır. Özdeş ebatlarda seçilmiş balıklara  $88 \pm 2,9$  g,  $n=11$  ve  $98 \pm 3,1$  g  $n=14$  0,5 g pelet yemler verilmiştir. İkinci denek gurubunda ise;  $BaSO_4$ ’sız normal 0,5 g pelet yem ile beslenmiştir. Deneyle “force feeding” uygulamasına tabii tutulmuşlardır. Sonuçlar ise şekil 10’da verilmiştir.



Şekil 10. 11°C’de Baryum sülfat içerikli pelet yemin sindirimi ( $BaSO_4$  karıştırılmış yemler koyu,  $BaSO_4$ ’sız pelet yemler ise; açık noktalar ile gösterilmiştir)

Şekil 10'daki verilerden de anlaşılacağı üzere, belirlenen saatler sonucunda mide muhteviyatları incelendiğinde BaSO<sub>4</sub> içerikli besinin verildiği balıklar 30. saatte sindirdikleri gözlenirken karışimsız besin ise, 46. saatte sindirdikleri gözlemlenmiştir.

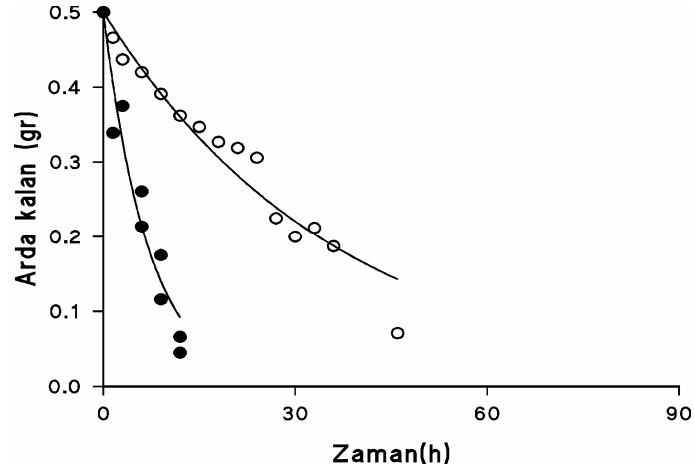
Bu sonuçlar analiz edildiğinde baryum sülfat'ın sindirim zamanına etkisinin önemli olduğu sonucu bulunmuştur (P<0.05). İstatistik'i analiz sonuçları tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. 11 °C su sıcaklığında BaSO<sub>4</sub> karışımı pelet yemin sindirime etkisinin istatistiksel analizi (GLM)

<b>Kaynak</b>	<b>S.D</b>	<b>Kareler Toplamı</b>	<b>Düzenlenmiş Kareler Toplamı</b>	<b>Düzenlenmiş Kareler Ortalaması</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>BaSO<sub>4</sub></b>	1	0.037	0.079	0.079	42.16	0.00
<b>Zaman</b>	14	0.381	0.381	0.0272	14.41	0.00
<b>Hata</b>	11	0.020	0.0208	0.0018	-	-
<b>Toplam</b>	26	0.440	-	-	-	-

### 3.5. Sıcaklığın Sindirim Zamanına Etkisi

Sıcaklığın sindirim üzerine etkilerini incelemek için aynı büyüklükteki iki balık gurubuna (121±0,37 g, n=8; 98 ± 3,1 g, n=14) 0,5 g pelet yem verilmiştir. Yemleme anestezi edilen balıklara su sıcaklığının 11 ve 17 °C olduğu iki farklı dönemde “force feeding” yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Belirlenen zaman aralıkların da (1,5 3 6 9 12) mide muhteviyatları seri kesim yöntemi ile alınarak mide içeriğinin kurutma işlemine müteakip değerler kaydedilmiştir. Çalışmanın sonuçları şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 11. Aynı büyüklükteki balıkların (95–121 g) farklı sıcaklıklarda (11–17 °C) 0,5 g pelet yemin sindirimi (Balıkların 17 °C sıcaklıktaki sindirimi koyu, 11°C su sıcaklığındaki sindirimini ise; açık renkli noktalar ile gösterilmiştir)

Şekilde görüldüğü üzere, çalışmanın yapıldığı sıcaklık değerleri için Pelet yemle beslenen levreklerde su sıcaklığının 6°C lik bir artış olduğunda sindirim zamanının sıcaklığın artması ile önemli olarak azaldığı görülmektedir. Ayrıca, söz konusu test edilen sıcaklık değerleri için oluşan  $Q_{10}$  değeri 0.05 olarak bulunmuştur. Verilerin istatistik analiz sonuçları su sıcaklığının sindirim zamanına etkisinin önemli olduğu sonucuna varılmıştır ( $P < 0.01$ ). İstatistik analiz sonuçları tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Sıcaklığın sindirime etkisinin istatistiksel analizi (GLM).

Kaynak	S.D	Kareler Toplamı	Düzenlenmiş Kareler Toplamı	Düzenlenmiş Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	1	0.041	0.0616	0.016	14.93	0.006
Zaman	14	0.343	0.303	0.021	5.25	0.017
Tekrar	1	0.011	0.011	0.011	2.83	0.137
Hata	7	0.0288	0.028	0.0041	-	-
Toplam	23	0.425	-	-	-	-

## **4. TARTIŞMA VE SONUÇ**

### **4.1. Çalışmanın Yapılması Sırasında Yaşanan Güçlükler**

Deniz levreğinin sindirim fizyolojisinin incelenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada bazı sorunlar çalışmayı sınırlandırmıştır. Bunlar;

#### **a- Su Sıcaklığı**

Yazın su sıcaklıklarının yüksek olması, kışın ise; aksine düşük olması nedeniyle; balıkta verilen besini reddetme davranışı hâkim olduğu ve çalışmayı olumsuz yönde etkilediği gözlemlenmiştir.

#### **c-Balık ölümleri**

Yaz döneminde yapılan deneysel çalışmalar sırasında balıkların öldüğü gözlemlenmiş, söz konusu bu durum araştırma için gerekli materyalin sayısını olumsuz yönde etkilemiştir.

#### **d- Su miktarı**

Araştırma laboratuvarına gelen suyun temininde zaman zaman yaşanan zorluklar çalışmayı olumsuz etkilemiştir.

### **4.2. Sindirim Fonksiyonunun Tespit Edilmesi**

Balıkların sindirimini konu alan çalışmalar 1800'lü yıllarda başlamıştır (Mölnar, vd 1967). Bu konu üzerine yapılan ilk çalışmalar balıkların sindirim sisteminin yapısı ve fonksiyonlarının tanımı üzerine yapılmış çalışmalardır. Daha sonraki yıllarda yapılan çalışmalarda daha çok sindirim fizyolojilerinin araştırılması üzerine yapılan çalışmalardır.

Balıklarda Sindirim fizyolojisi çalışmalarında, tek besin ile yemleme yapılması yöntemi kullanılarak mide muhteviyatlarının zamana bağlı olarak azalacağı bilinmektedir (Robb, 1990). Araştırmacılar tarafından sindirim oranı üzerine yapılan çalışmalarda farklı türdeki yemler farklı yöntemlerle kullanılmış ve farklı özellikteki yemlerin sindirim oranına etkisinin olduğunu bulmuşlardır (Jones, 1974; Robb, 1990). Besinin biyokimyasal içeriğinin de sindirim oranını etkilediği yapılan araştırmalar sonucu ortaya konmuştur (Jobling, 1987).

Balıklarda, sindirim üzerine yapılan çalışmalarda balığa verilen besinin sindirimi değişik modellerle tanımlanmıştır. Bunlar Lineer, Eksponansiyel ve Karekök modelleridir.

(Robb, 1990; Jobling, 1987, Seyhan ve Grove, 2003). Balığa verilecek besinin türü şekli ve miktarı ile birlikte balık türünün de matematiksel modellerin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Pandian,1967; Talbot, 1985).

Besin yüzey alanını geniş olması durumunda, aynı miktardaki ancak küçük parçacıklardan oluşan yemlere göre sindirim daha yavaş olmaktadır. Bu da matematiksel olarak en iyi lineer model ile tanımlanmıştır (Pandian, 1967). Ayrıca sindirim çalışmalarında yemin yüzey alanı gibi balığa verilecek besinin enerji içeriği de önemlidir.

Yaş hamur ve ıslak pelet ve enerji içeriği (5–12 k joule/ml) nedeniyle eksponansiyel veya karekök, yüksek enerjili (20 k joule/gr) kuru pelet yemler (%90 kuru) ise; lineer ya da karekök modelleriyle tanımlanmıştır (Talbot, 1985; Grove ve Crawford, 1980).

Levreklerde sindirim fonksiyonunun en iyi eksponansiyel model ile tanımlanacağı yapılan bu araştırma sonucu ile ortaya konmuştur. Levreklerin sindirim fizyolojileri üzerine yapılan başka bir çalışmada pelet yem ile beslenen balıkların sindirim fonksiyonunun midenin giriş kısmı için lineer, midenin kendisi için eksponansiyel, çıkış için ise; karekök olduğunu bulmuşlardır (Adamidou vd., 2009). Dolayısı ile bulgularımızın ilgili araştırma bulguları ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

### 4.3. Balık Büyüklüğünün Sindirim Zamanına Etkisi

Doğal besin (1gr mezgıt) ve pelet yem (1,5 gr) ile beslenen farklı büyüklükteki levrekler için üzerinde çalışılan balık ağırlıklarının sindirim üzerine etkisinin  $P<0.01$ 'e göre önemsiz,  $P<0.05$ 'e göre önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Birçok balık türü için büyüklüğün sindirim oranı üzerine etkileri araştırılmış olup özellikle büyük balık türlerinin (*Scaphthalmus maximus*) aldıkları besini daha kısa sürede sindirdikleri saptanmıştır (Jobling ve Davies, 1979; Flowerdew ve Grove, 1968; Jones, 1974). *Gadoidler* (Jones, 1974; Seyhan1994), *Limanda limanda* (Jobling vd, 1977). Belirtilen bu türlerin büyük bireylerinin küçüklerine göre daha çabuk sindirdikleri sonucuna varmışlardır. Bu çalışmada varılan sonucun benzer çalışmalar için aynı sonucu verdiği tespit edilmiştir.

Ancak genel kabul gören bu görüşe karşın; bazı araştırmacılar *Lepomis* (Windel, 1966), *Perca fluviatilis* (Person, 1979), *Pleuronectes platessa* (Jobling, 1980) üzerinde yapmış oldukları çalışmalar sonucu balık büyüklüğünün arttırılması ile sindirim oranının değişmeyeceğini savunmuşlardır.

#### 4.4. Besin Miktarının Sindirim Zamanına Etkisi

Besin büyüklüğünün sindirime etkisini incelemek üzere, aynı ağırlık değerlerine sahip balıklara (100–120 g) anestezi ile ilk balık gurubu için 1,5 g ikinci balık gurubu için 0,5 g pelet yemler “force feeding” yöntemi ile yedirilmiştir.

Balığa verilen yemin %33 oranında azaltılması durumundaki sindirim zamanı, yemin artırılarak balığa verilmesi durumundaki sindirim zamanından daha kısa olduğu gözlemlenmiştir. Bu fark %40 olarak hesaplanmıştır. Bu durumda verilen besin az olduğu için sindirim eğrisinin başlangıç noktası düşük ve bitiş noktasındaki zamandan kısadır. Verilerin istatistiksel analizleri besin miktarının sindirim zamanına etkisinin önemli olduğu sonucunu vermiştir.

Besin miktarının sindirim oranına etkisinin incelenmesi için yapılan benzer bir çalışmada besin miktarını %60 ve %40’lık bir azalma yaparak balıklara verildiğinde mide sindirim oranı besinin miktarındaki azalmaya paralel olacak şekilde azaldığı ve sindirim zamanı da sırasıyla, %26 ve %46 oranında kısaldığı sonucunu bulmuşlardır (Seyhan ve Grove, 2003). Mezgitler üzerinde yapılan başka bir çalışmada ise, mezgitlere besin olarak farklı büyüklükteki çaça ile besleyerek besin miktarı kademeli olarak arttırılmıştır. Besin miktarının arttırılması ile doğru orantılı olacak şekilde sindirim oranının da arttığı sonucuna varılmıştır (Seyhan 1994). Ancak, morina’lar üzerinde yapılan başka bir araştırma sonucunda ise, öğün büyüklüğünün etkisinin bireyin kendi büyüklüğü ile karşılıklı olarak dengelendiğini öne sürülmüş ve morinaların vücut ağırlıklarının belirli bir orandaki öğünle beslendiklerinde sindirim zamanının sabit oluşunu, bir başka değişle bireyin büyüklüğü ile değişmediğini belirtmiştir (Dos Santos, 1990).

#### 4.5. Baryum Sülfatın ( $BaSO_4$ ) Sindirim Zamanına Etkisi

Aynı büyüklükteki (85–100 gr) balıklara karıştırılma yöntemi metotta belirtildiği üzere pelet yeme belirli oranda baryum sülfat ( $BaSO_4$ ) karıştırılarak 11 °C de “force feeding” ile beslenmiştir. Bu özellikteki pelet ile beslenen balıklarda baryum sülfatın sindirim zamanına etkisinin önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Baryum sülfat karışımı pelet yemin karışimsız pelet yeme göre daha önce sindirdiği, bu oranın yaklaşık %55 olarak hesaplanmıştır. Söz konusu baryum sülfat karışımı yemin daha çabuk sindirilmesindeki esas neden besinin sindirilebilir kısmı ile ilgili olduğu düşünülmektedir.



#### 4.6. Sıcaklığın Sindirim Zamanına Etkisi

Pelet yemle beslenen levreklerde test edilen sıcaklık aralığında sindirim zamanının sıcaklığın artması ile önemli olarak azaldığı bulunmuştur. Ayrıca,  $Q_{10}$  değeri 0.05 olarak hesaplanmıştır. Bu değer Jobling' in verdiği rakamla da uyumludur ( $Q_{10} = 0.07$ ) (Jobling vd., 1977). Sıcaklığın sindirim zamanına önemli ölçüde etkili olduğu metabolik aktiviteyi hızlandırdığı yapılan araştırmalar sonucu ortaya konmuştur (Jobling vd., 1977; Brett ve Higgs, 1970). Sıcaklık etkisi ile ilgili bir kısım araştırmacının yapmış oldukları çalışmalarda sindirim oranının artan sıcaklık değerleri ile birlikte logaritmik bir şekilde arttığı ve bunu matematiksel bir ifade ile dile getirerek her 10 °C' lik artışta fizyolojik aktivitelerin arttığını bulmuşlardır (Elliott, 1972; Jobling ve Davies, 1979; Jobling, 1980; Seyhan, 1994). Benzer şekilde sıcaklık üzerine yapılan birçok araştırmada sıcaklığın etkisi araştırılırken normal yaşam koşulları için gerekli sıcaklık değerlerinin üst seviyeye çıkarıldıkça maksimum düzeyde sindirim oranı gerçekleştiğinin sonucu olarak ta sindirim zamanının azaldığı sonucu gözlemlenmiştir (Tyler, 1970; Brett ve Higgs, 1970; Simith, 1967).  $Q_{10}$  değeri olarak ifade edilen sayı değeri farklı türler için farklı değerler bulunmuştur. Mezgit için 2,2 ve 1,97 (Andersen, 1999; Seyhan, 1994) alabalık için 3,0 (Elliott, 1972) olarak hesaplanmıştır. Araştırmacıların buldukları  $Q_{10}$  değerinin yüksek bulmalarındaki asıl nedenin çalışma sırasında su sıcaklığının yapay yollardan arttırılmış olması ile açıklanmaktadır. Bu çalışma için su sıcaklığının artması mevsimsel olduğu için bulunan  $Q_{10}$  değeri 0,05 olarak bulunmuştur.

Ancak sıcaklığın sürekli artırılması ile birlikte sindirim oranının artması ve buna bağlı olarak sindirim zamanının kısalması söz konusu değildir. Her bir farklı tür için beslenme ve diğer yaşamsal aktiviteler için gerekli parametrelerden biri olan sıcaklık değerleri farklılık göstermektedir (Macer, 1977). Bu görüşü açıklayan sıcaklığın etkisi için yapılan bir araştırmada morina, mezgit ve istavrit üzerinde çalışılmış su sıcaklığının 10 °C iken mezgit'in sindirim zamanın morinadan daha kısa olduğu halde, sıcaklık değeri 20 °C ye çıkarıldığında morinanın mezgitten daha hızlı sindirdiği ve sindirim zamanının kısaldığı tespit edilmiştir (Temming ve Herrman, 2001).

Bahsedilen bütün bu bilgiler ışığında sindirimin balıklar için matematiksel ifadelerle belirtilmesi yetiştiriciliği yapılan türler için büyük önem arz etmektedir. Bu yöntem ile yetiştiricilikte önemli bir uygulama alanı olan balıkların beslenme sıklığı ve miktarı daha bilimsel bir ifade ile çözümlenmektedir. Titiz bir şekilde yapılan bilimsel deneyler

sonucunda ortaya konacak veriler yetiştiricilikte önemli bir konu olan tekrarlı beslenme dönemlerinin hesaplanmalarına katkı sağlayacaktır. Bunun yanında sindirim fizyolojisi çalışmaları gıda zincirinde predasyon mortalitesinin hesaplanmasında kullanılarak balıkçılık yönetimi stratejilerinin oluşturulmasında bilinmeyenlerin asgariye indirilmesinde de yardımcı olacaktır (Seyhan ve Grove, 1993).

## 5. ÖNERİLER

1. Yapılan çalışmada balık ağırlığının sınırlı düzeyde olduğu, bu nedenle yapılacak benzer çalışmalar için daha geniş aralıklarda temsil edilen bireyler ile çalışılması uygun olacaktır.

2. Besin miktarının balıkların sindirimleri üzerine olan etkileri çalışılırken tek tür pelet yem (1,5–0,5 g) ve doğal besin olarak mezgit (1g) verilmiştir. Ancak farklı besin içeriğine sahip farklı miktarlardaki besinler ile çalışılması sonuçların daha verimli olması bakımından uygun olacaktır.

3. Yapılan bu çalışma için, balıklara pelet yem verilmesi sırasında zorla yedirme “force feeding” yöntemi kullanılmıştır. Sonraki aşamalar için balık sindirim fizyolojileri çalışmalarında doğal beslenme (voluntary feeding) ile yapılması force feeding etkileri ortadan kaldırması bakımından önem taşıyacaktır.

4. Bu çalışmada su sıcaklığı oldukça sınırlı tutulmuştur. Hâlbuki deniz levrekleri geniş bir sıcaklık aralığında yaşamlarını sürdürebilmektedir. Bunun için tolere edebilecekleri sıcaklık aralığında sindirim çalışmalarının gerçekleştirilmesi gerekir.

5. Türün beslenme sıklıkları düzenli bir şekilde takip edilerek, sindirim oranı ve sindirim zamanı modellerinin yapılabilmesi için veri bankasının oluşturulması gerekmektedir. Bunun için çok parametrelili deney dizaynı ile veri toplanması gerekmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Adamidou, S., Nengas, I., Alexis, M., Foundoulaki, E., Nikolopoulou, D., Campbell, P., Karakostas, I., Rigos, G., J.Bell, G., ve Jauncey, K., 2009. Apparent nutrient digestibility and gastrointestinal evacuation time in European Seabass (*Dicentrarchus labrax*) fed diets containing different levels of legumes Aquaculture, vol. 289, 1–2, April 2009, 106–112.
- Aldman, G., 1994. Studies on Gala Bladder and Stomach Motility of the *Rainbow Trout*, *Oncorhynchus mykiss*, with Special Rerence to Cholecystokinin, Ph.D.Thesis, Göteborg Üniversitesi, Göteborg.
- Alpbaz, A.G., 1990. Deniz Balıkları Yetiştiriciliği, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Yüksek Okulu Yayınları No: 20, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Andersen, N. G. 1999. The Effects of predator size, temperature, and prey charecteristics on gastric evacuation in whiting. Journal of Fish Biology 54, 287–301.
- Anon., 2003. Reulation and Monitoring of Marine Cage Fish Farming in Scotlar a Manual of Procedures version 1.2.
- Atay, D., 1986. Su Ürünleri yetiştiriciliği ve ülkemizdeki kurulu işletmelerin sorunları ve çözüm yolları. Su Ürünleri Sektörünün Bugünkü Durumu ve sorunları Sempozyumu, 13–14 Ekim 1986, İzmir.
- Atay, D., 1994. Deniz Balıkları ve Üretim Tekniği, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 1352, Ders Kitabı: 392, Ankara.
- 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.
- Barnable, G., 1990. Aquaculture, vol. 2, Ellis Hoorwood Limited, Sete.
- Bomley, 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.
- Brett, J.R. ve Higgs, D.A., 1970. Effect of Temperature on The Rate of Gastric Digestion in Fingerling sock Eye Salmon (*Oncorhynchus narca*), Comp. Biocehem. Physiol., 21 125-132.
- Cowey, C. B., 1992. Nutrition: estimating Requirement of rainbow trout. Aquaculture, 100: 177–189.
- DİE., 1997–2006. Su Ürünleri İstatistikleri Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara.

- Dos Santos, J., 1990. Aspects of The Eco-Physiology of Predation in Atlantic Cod (*Gadus morhua* L.), Dr. Scient. Thesis, NFH. Univ. Of Tromso.
- DTM., 2008. 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.
- EUROSTAT., 2006. European Commission Fisheries Statics on the CFP.
- Fabian, G., Möller, G., ve Tölg, I., 1963. Comparative data and enzyme kinetics calculations on chances caused by Temperature in duration of Gastric Digestion of some predatory fishes. *Acta. Biol. Hung.* (14), 2, 123–129.
- FAO., 2007. Global Aquaculture production Yearbooks of fishery statistics summary tables in 1950-2006.
- Flowerdew, M.W. ve Grove, D.J., 1968. Some Observation on Effect of Body Weight Temperature, Meal Size and quality on Gastric Emptying Time in Turbot (*Scophthalmus maximus* L.) Using Radio-graphy, J.Fish.Biol., 14 229-238.
- Grove ,D.J., Lazoides, L.G ve Nott, J., 1978. Station Amount, Frequency of Feding and Gastric Emptying Rate in *Salmo gairdneri*, J.Fish Biol., 12 507-516.
- Grove, D.j. ve Crawford, C., 1980. Correlation Between Digestion Rate and Feeding Frequency in The Stomacless Teleost, *Blennius pholis* L., J.Fish Biol., 19 63-71.
- Grove, D.J., Moctezuma, M.A., Flett, H.R.S., 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.
- Hall, S.J., 1987. Maximum Daily Ration and Pattern of Food Consumption in Had Dock, (*Melanogrammus aeglefinus* L.) and (*Limanda limanda* L.), J. Fish. Biol., 31 479-491.
- Hidalgo, F. ve Alliot, E., 1988. Influence of Water Temperature on Protein Requirement and Protein Utilization in Juvenile Sea Bass, *Dicentrarchus labrax*, *Aquaculture*, 72 115-129.
- Hyslop, E.J., 1974. Stomach Content analysis-A review of Method and Food Evacuation Time İn Fish, Am.Fish.Soc., 103 626-629.
- Jobling, M., Gwyther, D. ve Grove, D.J., 1977. Some Effect of Temperature, Meal Size and Body Weight on Gastric Evacuation Time 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.
- Jobling, M., 1980. Gastric Evacuation in Plaice (*Pleuronectes platessa L.*) Dietary energy level and Food Consumption, J.Fish.Biol., 17 187-196.
- Jobling, M., 1987. Influences of Food Particle Size and Dietary Energy Content on Pattern of Gastric Evacuation in Fish: Test of A Physiological Model of Gastric Emptying, J.Fish.Biol., 30 299-314.
- Jobling, M., 1993. Bioenergetics Feed İntake and Energy Partitioning, Fish Ecophysiology, J.C. Rankin ve F.B Jensen, Chapman ve Hall, Fish and Fisheries, London,.
- Jones, R., 1974. The Rate of elemination of Food from The Stomach of Haddock (*Melanogrammus aeglefinus*), Cod (*Gadus morhua*) and Whiting (*Merlangius merlangus*), J.Cons. Int.Explor.Mar., 35, 3 225-243.
- Kennedy, M. ve Fitzmaurice, P., 1972. The Biology of The Bass (*Dicentrarchus labrax*), in Irish waters, Journal of the Marine Biological Association of United Kingdom, 52 557-597.
- Kevern, N.R., 1966. Feeding Rate of Carp Estimated by A Radioisotopic Method, Am. Fish. Soc., 95 363-371.
- Kolhemainen, S.E., 1966. Daily Feeding Rates of Bluegill (*Lepomis macrochirus*) Determined by A Refined Radioisotope Method, J. Fish: Res. Bd.Can., 31 67-74.
- Langar, H. ve Guillaume, J., 1994. Estimation of the Daily Ration of Fingerlings Sea Bass, *Dicentrarchus labrax*, Using a Radioisotope Method, Aquaculture, 123 121-126.
- Macer, C.T., 1977. Some aspects of the biology of the horse mackerel (*Trachurus trachurus L.*) in waters around Britain. Journal of Fish Biology 10, 51-62.
- Mölnar, G. ve Tölg, I., 1960. Roentgenolojic investigation of the duration of gasric digestion in the pike perch (*Lucioperca lucioperca*). Acta. Biol. Hung. 11, 103.
- Mölnar, G. Tamossy, E. ve Tölg, L., 1967. The Gastric Digestion in Living Predatory Fish, The Biological Basis of Freshwater Fish Production, S.D. Gerkin, Blackwell Scientific Puplications, Oxford.
- Özden, O., Güner, Y., Altınok, M. ve Kırtıl, A., 1997. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Ağ Kafes Araştırma ve Uygulama Ünitesi Yetiştiricilik Çalışmaları İzmir. Akdeniz Balıkçılık Kongresi, Ege Üniversitesi Bornova, Sayfa:761-769.
- Pandian, T.J., 1967. Transformation on Food in The Fish (*Megalops cyprinoides I.*) Influence of Quality of Food, Mar.Biol., 1 60-64.

- Persson, L., 1979. The Effect of Temperature and Different Food Organism on The Rate of Gastric Evacuation in Perch (*Percafluvtialis*), Freshwater Biol., 11 131-138.
- Ricker, W.E., 1973. Linear Regression in Fishery Research. J. Fish. Res. Board. Can., (30), no: 3, 409-434.
- Robb, A.P., 1990. Gastric Evacuation in Whiting (*Merlangius merlangus L.*), ICES. CM 1990/G: 15, Demersal Fish Committee, Session O, (mimo).
- Seyhan, K. ve Grove, D. J., 1993. Labrotory and Field Studies of Feeding and Digestion Rates in the Gadid Fish (*Merlangius merlangus L.*), 6th International Symposium on Fish Physiology 22nd Linderstrom-Lang Symposium, 1-5 September, Finland.
- Seyhan, K., 1994. Gastric Emptying Food Consumption and Ecological Impact of Whiting, (*Merlangius merlangus L.*) in the Eastern Irish Sea Marine Ecosystem, Ph. D. Thesis, Üniversity Collage of Northwales, U.K.
- Seyhan K., Grove, D.J., 2003. A new approach in gastric emptying in fishes. T. Journal of Vet. Sci., 27, 1043-1047.
- Simith, H., 1967. Influence of Temperature on The Rate of Gastric Juice Secretion in The Brown Bullhad (*Ictalurus nebulosus*), Comp. Biochem. Physiol., 12) 125-132.
- Steinberg, L.W. ve Larkin, P.A., 1974. Feeding Activity and Rates of Digestion of Northern Sguawfish (*Ptychocheilus oregonesis*), J. Fish. Res. Bd. Can., 31 411-420.
- Talbot, C., 1985. Laboratory Methods in Fish Feeding and Nutritional Studies, Fish energetics, Tyler, P. ve Calow, P., Croom Helm Ltd., Sydney.
- Temming A. and J.P., Herrman 2001. Gastric evacuation in horse macherel. The effects of meal size, temperature and predator weight Journal of Fish Biology 58, 1230–1245.
- Tsevis, N., Klaoudatos, S. ve Conides, A., 1992. Food Conversion Budget in Sea Bass, *Dicentrarchus labrax*, Fingerlings Under Two Different Feeding Frequency Pattern, Aquaculture, 64 293-304.
- TÜİK., 2008. Su Ürünleri İstatistikleri, T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Tyler, A.V., 1970. Rates of Gastric Emptying, in Young Cod, J.Fish. Res. Bd. Can., 27 1177-1189.
- Uçal, O. ve Benli, A.B., 1993. Levrek Balığı (*Dicentrarchus labrax*) ve Yetiştiriciliği, Bodrum Su Ürünleri Araştırma Enst. Müd. Yayınları, No: 9, Bodrum.

- 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 Indian Lakes and Streams, 7 185-214.
- Windell, J.T., Norris, D.O., Kitchell, J.F. ve Norris, J.S., 1969. Digestive Response of Rainbow Trout, Salmon gairdneri, to Pellet Diets, *J.Fish. Res. Board Can.*, 26 1801-1812.
- Windell, T.J., 1978. *Ecology of Freshwater Fish Production*, S.D. Gerkin, Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Zanuy, S. ve Carrillo, M., 1985. Annual Cycles of Growth, Feding Rate, Gross Conversion Efficiency and Hematocrit Levels of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Adapted to Two Different Osmotic Media, *Aquaculture*, 44 11-25.



## 7. EKLER

### Ek 1. Balık Büyüklüğünün Sindirime Etkisi

Tablo1. 26 °C Su Sıcaklığında n=13 adet, 107–157 g ağırlığındaki *Dicentrarchus labrax*'lara verilen 1 g mezgittin sindirimi.

Zaman (Saat)	S (Mide İçeriği g)	W (Ağırlık g)	L (Boy cm)
0	1	-	-
1,5	0,901	126,2	23,0
1,5	0,890	139,5	24,9
3	0,521	156,4	25,4
3	0,499	134,4	23,8
4,5	0,347	155,0	23,5
4,5	0,315	108,6	21,3
6	0,275	120,8	22,3
6	0,214	110,6	21,5
7	0,213	106,6	21,7
9	0,188	149,5	23,5
11	0,167	141,1	23,1
13	0,010	157,1	24,2
15	0,006	150,2	24,5

Tablo 2. 26 °C Su Sıcaklığında n=16 adet, 19–44 g ağırlığındaki *Dicentrarchus labrax*'lara verilen 1g mezgittin sindirimi.

Zaman (Saat)	S (Mide İçeriği g)	W (Ağırlık g)	L (Boy cm)
0	1	-	-
1,5	0,984	21,7	12,8
1,5	0,921	33,1	14,9
1,5	0,872	27,1	16,2
3	0,618	24,5	15,8
3	0,595	21,4	15,1
4,5	0,987	31,2	16,1
4,5	0,381	25,5	15,3
6	0,326	20,0	14,1
6	0,341	18,7	13,2
7	0,233	33,4	16,2
9	0,211	31,2	16,0
11	0,187	44,3	17,2
13	0,144	35,0	16,5
15	0,098	35,3	16,8
18	0,075	31,2	16,8

## Ek 2. Balık Büyüklüğünün Sindirime Etkisi

Tablo 3. 11 °C Su Sıcaklığında n=12 adet, 95–128 g ağırlığındaki *Dicentrarchus labrax*'lara verilen 1,5 g pelet yemin sindirimi.

Zaman (Saat)	S (Mide İçeriği g)	W (Ağırlık g)	L (Boy cm)
0	1,5	-	-
1,5	1,205	127,5	22,7
7	1,036	102,0	21,0
14	0,875	110,1	23,2
21	0,988	114,5	21,8
28	0,925	109,5	22,8
31	0,901	105,8	22,1
46	0,752	125,8	23,0
53	0,718	101,1	20,6
63	0,555	128,2	22,1
73	0,421	95,2	20,0
91	0,211	102,0	21,0
115	0,048	115,4	23,0

Tablo 4. 11 °C Su Sıcaklığında n=12 adet, 30–59 g ağırlığındaki *Dicentrarchus labrax*'lara verilen 1,5 g pelet yemin sindirimi.

Zaman (Saat)	S (Mide İçeriği g)	W (Ağırlık g)	L (Boy cm)
0	1,5	-	-
1,5	1,223	30,0	13,8
7	1,115	55,7	17,4
14	1,105	48,5	15,1
21	1,106	59,1	18,3
28	1,025	38,9	14,1
31	0,941	40,2	15,6
46	0,918	43,3	15,9
53	0,878	41,9	16,3
63	0,723	34,5	15,0
73	0,643	34,5	15,3
121	0,185	35,1	15,1
127	0,102	42,3	16,5

## Ek 3. Besin Büyüklüğünün Sindirime Etkisi

Tablo 5. 11 °C Su Sıcaklığında n=12 adet, *Dicentrarchus labrax*'lara verilen 1,5 g ağırlığındaki pelet yemin sindirimi.

Zaman (Saat)	S (Mide İçeriği g)	W (Ağırlık g)	L (Boy cm)
0	1,5	-	-
1,5	1,205	127,5	22,7
7	1,036	102,0	21,0
14	0,875	110,1	23,2
21	0,988	114,5	21,8
28	0,925	109,5	22,8
31	0,901	105,8	22,1
46	0,752	125,8	23,0
53	0,718	101,1	20,6
63	0,555	128,2	22,1
73	0,421	95,2	20,0
91	0,211	102,0	21,0
115	0,048	115,4	23,0

Tablo 6. 11 °C Su Sıcaklığında n=14 adet, *Dicentrarchus labrax*'lara verilen 0,5 g ağırlığındaki pelet yemin sindirimi.

Zaman (Saat)	S (Mide İçeriği g)	W (Ağırlık g)	L (Boy cm)
0	0,5	-	-
1,5	0,466	110,8	22,0
3	0,437	96,2	22,6
6	0,420	126,0	22,3
9	0,391	81,1	19,8
12	0,362	72,2	18,9
15	0,347	102,7	20,7
18	0,327	82,1	21,0
21	0,319	88,6	22,2
24	0,306	110,7	22,0
27	0,225	96,6	20,0
30	0,200	113,8	22,0
33	0,212	88,4	21,0
36	0,187	92,1	19,8
46	0,071	110,8	22,1

Ek 4. Baryum Sülfatın (BaSO<sub>4</sub>) Sindirime EtkisiTablo 7. 11 °C Su Sıcaklığında n=11 adet, *Dicentrarchus labrax*'lara verilen 0,5 g Baryum Sülfat ve pelet karışım besinin sindirimi.

Zaman (Saat)	S (Mide İçeriği g)	W (Ağırlık g)	L (Boy cm)
0	0,5	-	-
1,5	0,458	80,0	21,1
3	0,358	69,2	18,2
6	0,308	91,6	22,0
9	0,222	100,5	23,0
12	0,202	92,1	20,0
15	0,226	101,7	21,0
18	0,182	83,9	20,0
21	0,144	81,2	20,0
24	0,113	98,0	21,0
27	0,108	75,5	18,9
30	0,095	95,5	20,5

Tablo 8. 11 °C Su Sıcaklığında n=14 adet, *Dicentrarchus labrax*'lara verilen 0,5 g ağırlığındaki BaSO<sub>4</sub> karışimsız pelet yemin sindirimi.

Zaman (Saat)	S (Mide İçeriği g)	W (Ağırlık g)	L (Boy cm)
0	0,5	-	-
1,5	0,466	110,8	22,0
3	0,437	96,2	22,6
6	0,420	126,0	22,3
9	0,391	81,1	19,8
12	0,362	72,2	18,9
15	0,347	102,7	20,7
18	0,327	82,1	21,0
21	0,319	88,6	22,2
24	0,306	110,7	22,0
27	0,225	96,6	20,0
30	0,200	113,8	22,0
33	0,212	88,4	21,0
36	0,187	92,1	19,8
46	0,071	110,8	22,1

## Ek 5. Sıcaklığın Sindirime Etkisi

Tablo 9. 17 °C Su Sıcaklığında n=8 adet, 0,5 g ağırlığındaki pelet yemin sindirimi.

Zaman (Saat)	S (Mide İçeriği g)	W (Ağırlık g)	L (Boy cm)
0	0,5	-	-
1,5	0,339	129,2	23,2
3	0,375	118,1	22,4
6	0,261	147,5	23,6
6	0,214	110,0	24,5
9	0,175	108,1	24,6
9	0,116	112,5	23,1
12	0,066	124,6	21,8
12	0,045	118,9	23,7

Tablo 10. 11 °C Su Sıcaklığında n=14 adet, *Dicentrarchus Labrax*'lara verilen 0,5 g ağırlığındaki pelet yemin sindirimi.

Zaman (Saat)	S (Mide İçeriği g)	W (Ağırlık g)	L (Boy cm)
0	0,5	-	-
1,5	0,466	110,8	22,0
3	0,437	96,2	22,6
6	0,420	126,0	22,3
9	0,391	81,1	19,8
12	0,362	72,2	18,9
15	0,347	102,7	20,7
18	0,327	82,1	21,0
21	0,319	88,6	22,2
24	0,306	110,7	22,0
27	0,225	96,6	20,0
30	0,200	113,8	22,0
33	0,212	88,4	21,0
36	0,187	92,1	19,8
46	0,071	110,8	22,1

## ÖZGEÇMİŞ

1974 Yılında Muş'un Varto İlçesinde doğdu. İlköğretim ve Liseyi 1992 yılında Varto İlçesinde tamamladı. 1994 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Bölümünü Kazandı. 1998–1999 Eğitim Öğretim yılında yüksek öğrenimini başarıyla tamamlayarak, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisi olarak mezun oldu. 2001 yılında vatani görevini tamamladıktan sonra Muş'un Varto İlçesinde bir yıl süre ile vekil öğretmenlik yaptı. 2005 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Bölümü'nde Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 2007 yılında Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Rize İl Tarım Müdürlüğüne Mühendis olarak atandı. Halen görevine devam etmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.