

38388

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

MEZGİTLERDE (*Merlangius merlangus euxini*, N. 1830)
BESLENME FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Balık. Tekn. Müh. Nimet Selda SAĞLAM

38388

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

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24. 07. 1995
Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 18. 08. 1995

Tezin Danışmanı : Doç. Dr. Ertuğ DÜZGÜNEŞ

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Kadir SEYHAN

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. İbrahim OKUMUŞ

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Temel SAVAŞKAN

TEMMUZ 1995
TRABZON

ÖNSÖZ

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

Balıkların beslenme fizyolojileri ve ekolojilerinin araştırılarak bulunması gerek yetiştiricilik ve gerekse doğal stokların yönetimi ve stoğun devamlılığının sağlanması açısından önemli bilgi kaynaklarıdır. Böyle bir çalışmadan elde edilecek veriler kısmen yetiştiricilikte direkt olarak kullanılabilir gibi, sindirim oranı verileri kullanılarak, doğadaki predatörlükten meydana gelen doğal ölüm oranlarının hesaplanması da mümkün olabilmektedir.

Bu çalışmada farklı doğal yemlerle beslenen mezgitlerdeki sindirim oranına etki eden faktörlerden bazılarının araştırılması amaçlanmıştır.

Yüksek Lisans Tez danışmanlığımı üstlenen, çalışmalarım sırasında ilgi ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr. Ertuğ DÜZGÜNEŞ' e, çalışmalarımda konuyu önemini, eleştiri ve önerileriyle beni aydınlatan, yardım ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Kadir SEYHAN' a, laboratuvar çalışmalarım süresince yardım ve desteğini esirgemeyen Arş. Gör. Nadir BAŞÇINAR' a ve tez yazımında bilgilerinden yararlandığım araştırma görevlisi arkadaşlarıma en içtenlikle teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmalarım sırasında maddi ve manevi desteğini esirgemeyen annem, babam ve sevgili kardeşlerime teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Trabzon, Temmuz 1995

Nimet Selda SAĞLAM

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER	III
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
ŞEKİL LİSTESİ	VIII
TABLO LİSTESİ	IX
1.GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Çalışmayla İlgili Genel Bilgiler ve Literatür Özeti	2
1.2.1. Balıklarda Sindirim	2
1.2.2. Balıklarda Sindirime Etki Eden Faktörler	5
1.2.2.1. Sıcaklık	5
1.2.2.2. Balık Büyüklüğü	6
1.2.2.3. Yem Miktarı	6
1.2.2.4. Yem Çeşidi ve Kalitesi	6
1.2.3. Midenin Sindirim Fonksiyonu	7
1.2.4. Balıklarda Gıda Tüketimini Etkileyen Faktörler	11
1.2.4.1. Ekolojik Etmenler	11

1.2.4.1.1. Sıcaklık	11
1.2.4.1.2. Avın Sağlanması	12
1.2.4.1.3. Işık	13
1.2.4.2. Türleriçi Etkileri	13
1.2.4.2.1. Predatör Etkileri	13
1.2.4.2.2. Rekabet	13
1.2.4.3. Türlerarası Etkiler	13
1.2.4.3.1. Balık Büyüklüğü	14
1.2.4.3.2. Mide	15
1.2.4.3.3. Yem Kalitesi	15
1.2.4.3.4. Psikolojik Durum	15
1.3. Mezgitlerin Biyoekolojik Özellikleri	16
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	18
2.1. Materyal	18
2.1.1. Mezgit Balıklarının Temini ve Bakımı	18
2.1.2. Kullanılan Araç ve Gereçler	19
2.1.3. Araştırma Laboratuvarı	20
2.2. Metod	21
2.2.1. Mezgitlerde Gıda Doyum Noktasının Belirlenmesi	21
2.2.2. Mezgitlerde Sindirim Oranı	21
2.2.2.1. Derinin Sindirim Oranına Etkisi	21
2.2.2.2. Farklı Yemlerin Sindirim Oranına Etkisi	23
2.2.2.3. Ardıl Beslemenin Mezgitlerde Sindirim Oranına Etkisi	23
2.2.3. Verilerin Değerlendirilmesi	23
3. BULGULAR	25
3.1. Mezgitlerde Gıda Doyum Noktası	25
3.2. Derinin Sindirime Etkisi	26

3.3. Farklı Yemlerin Sindirim Oranı Üzerine Etkisi	27
3.4. Ardıl Yemlemenin Sindirime Etkisi	28
4. İRDELEME VE DEĞERLENDİRME	32
4.1. Çalışmayı Olumsuz Yönde Etkileyen Faktörler	32
4.2. Mezgitlerde Sindirim Fonksiyonunun Tanımlanması	33
4.3. Mezgitlerde Gıda Doyum Noktası	36
4.4. Derinin Sindirim Üzerine Etkisi	36
4.5. Farklı Yemlerin Sindirim Oranı Üzerine Etkisi	37
4.6. Ardıl Yemlemenin Sindirim Oranı Üzerine Etkisi	37
5. SONUÇLAR	39
6. ÖNERİLER	40
7. KAYNAKLAR	42
8. EKLER	51
9. ÖZGEÇMİŞ	53

ÖZET

Araştırma mezgitlerde (*Merlangius merlangus euxini*, N.1830) beslenme fizyolojisi üzerine bir çalışmayı kapsamaktadır.

Bu çalışmada doğal yem olan hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve midye (*Mytilus galloprovincialis*) ile beslenen mezgitlerde gıda doyum noktası ve sindirim oranını etkileyen parametrelerden yem derisi, iki farklı doğal yem ve ardıl yemlemenin sindirim oranı üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

Mezgitlerde (48.0 ± 8.30 g, $n=12$) günlük maksimum midye tüketim oranının vücut ağırlıklarının %10.2' si kadar olduğu ve bu değere 30. saatte ulaştığı saptanmıştır.

Sindirim oranı üzerine yem olarak tüketilen balık derisinin etkili olduğu kanıtlanmıştır. Derisiz bir hamsinin (2.31 ± 0.01 g) sindirimi 30 saat iken normal bir hamsinin (2.29 ± 0.12 g) sindirimi 34 saat sürmüştür.

İki doğal yemin (hamsi ve midye) sindirim oranı üzerine etkisi araştırılarak; midyenin (2.16 ± 0.003 g) 0.075 g/saat lik sindirim oranına, hamsinin (2.29 ± 0.12) ise 0.063 g/saat lik sindirim oranına sahip olduğu gözlenmiştir. Bu oranlardaki farklılık hamsi ve midyenin farklı biyokimyasal içeriklere sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

İlk yem olarak hamsiden 4 saat sonra midyenin verildiği ardıl yemlemede, ikinci yemin birinci yemin sindirimini yavaşlattığı bulunmuştur. Verilen yemlerin tek ve ardıl yemlemedeki sindirimi karşılaştırıldığında, ardıl yemlemedeki sindirimin tek yemlemedeki sindirime nazaran daha yavaş olduğu bulunmuştur.

Anahtar kelimeler : Mezgit, *Merlangius merlangus euxini*, gıda doyum noktası, sindirim zamanı, sindirim oranı, ardıl yemleme, tek yemleme.

SUMMARY

In this study, feeding physiology of Whiting, *Merlangius merlangus euxini*, N.1830 was investigated.

The effects of skin of the prey, double feeding and prey type on gastric emptying rate (GER) of Whiting fed on natural prey, namely anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and mussel (*Mytilus galloprovincialis*) investigated. Additionally return of appetite was also studied.

It was found that in the laboratory conditions, Whiting (48.0 ± 8.30 g, $n=12$) has consumed about 10.2 % body weight of mussels and return of appetite was found to be approximately 30 h.

The effect of skin of the anchovy on gastric emptying rate (GER) in Whiting was found to be significantly important. Skined anchovy was emptied from stomach by 34 h whilst unskined one was emptied by 30 h.

It was observed that the effect of prey type, namely anchovy and mussel, was significant in such that gastric emptying rate of anchovy was 0.063 g/h whilst that of mussel was found to be 0.075 g/h. The reason was thought to be due to different biochemical composition of prey items used.

In the double feeding experiments, it was found that the mussel given 4 h after the first meal, anchovy, has slowed down the emptying process of the first meal. On the other hand, the emptying of the prey items used in double feeding experiments was slower than those used in the single feeding.

Key words: Whiting, *Merlangius merlangus euxini*, return of appetite, gastric emptying time, gastric emptying rate, single feeding, double feeding.

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

- Şekil 1. Balıklarda besin maddelerinin sindirimi esnasında midede meydana gelen kontraksiyonlara (K) bağlı olarak örnekleme zamanının sindirim eğrileri üzerine etkisi [4] 10
- Şekil 2. Mezgitin morfolojik görünümü 16
- Şekil 3. Mezgitin yüzme kesesindeki fazla havanın şırıngayla alınması 18
- Şekil 4. Mide yıkama aleti 19
- Şekil 5. Deneyde kullanılan akvaryumlar 20
- Şekil 6. Mezgitin midesinin yıkanması 22
- Şekil 7. Küçük mezgitlerde zamana bağlı olarak tam doymuşluğa dönüş 25
- Şekil 8. 15 °C 'de hamsi ve derisiz hamsinin küçük mezgitlerde sindirimi 26
- Şekil 9. Farklı avların (midye ve hamsi) 15-16 °C 'de sindirimi 28
- Şekil 10. Mezgitlerde 15 °C' de hamsinin tek ve hamsiden 4 saat sonra midyenin verildiği ardıl yemlemede sindirilmesi 29
- Şekil 11. Laboratuvar şartlarında 15 - 16 °C' de küçük mezgitlerde midyenin tek ve ardıl yemlemede sindirimi 30

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1. Mezgitlerde 15 °C' de hamsi derisinin sindirim oranı üzerine etkisinin istatistiksel analizi (GLM)	27
Tablo 2. 15-16 °C' de farklı avların (midye ve hamsi) mezgitteki sindirim oranı üzerine etkisinin istatistiksel analizi (GLM)	27
Tablo 3. 15 °C' de hamsinin tek ve ardıl yemleme sonucunda sindirim oranı üzerine etkisinin istatistiksel analizi (GLM)	29
Tablo 4. 15-16 °C' de midyenin tek ve ardıl yemlemede sindirim oranı üzerine etkisinin istatistiksel analizi (GLM)	31
Tablo 5. Laboratuvar şartlarında 15-16 °C' de hamsi ve midyenin tek ve ardıl yemlemede elde edilen sindirim oranları ve istatistiksel parametreler. b: bütün hamsi, ms: midyeden sonraki hamsi, mō:midyeden verilmeden önceki hamsi, H+M: hamsi ve midye	31
Tablo 6. Bu araştırma sonucu elde sindirim zamanı verilerinin Seyhan tarafından 1994' te elde edilen sindirim zamanı verileriyle karşılaştırılması	33
Tablo 7. Çeşitli balık türlerinde elde edilen sindirim fonksiyonları [23,39, 45, 83]	35

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Predatörler ve onların besinleri arasındaki ilişkiyi belirten çalışmalar balıkçılık ekolojisinde önemli yer tutar. Özellikle ölüm oranlarının önemli bir bölümünü teşkil eden predatörlük (kısmi olarak doğal ölüm oranı), balık stoklarının yönetim stratejilerinin belirlenmesinde kullanılan modellerde, örneğin; Multi Species Virtual Population Analysis (MSVPA)' de kullanılan esas parametrelerden birisidir.

Ekolojik çalışmalarda predatörler ve onların besin kaynakları arasındaki ilişkiyi belirtmek için iki temel soruya cevap aranmalıdır. Birincisi, predatörlerin kendine özgü avını hangi oranda, ikincisi ise ne kadar sıklıkla yediğidir. Bu soruların cevapları daha çok üzerinde çalışılan türün büyüklüğü, sindirim ve metabolik oranı ile çevresel faktörlerden kaynaklanan besin türü, besinin sağlanması, su sıcaklığının etkisi, hastalık, oksijen seviyesi, tuzluluk ve ışığın kombinasyonu ile sağlanır [1].

Beslenme ekolojisinde temel amaçlardan bir tanesi, balığın günlük gıda tüketiminin hesaplanmasıdır. Bu amaçla bir çok araştırmacı balıkların yemlendikten 24 saat ya da daha uygun zaman periyodu içinde midede sindirilmeyen kısmın miktarının belirlenmesine çalışmıştır [1, 2, 3, 4]. Bu aynı zamanda sindirim oranının hesaplanması içinde önemlidir. Çeşitli balıklarda sindirim oranı ve midenin tamamen boşalması için geçen süre detaylı olarak incelenmiştir [5].

1.2. Çalışmayla İlgili Genel Bilgiler ve Literatür Özeti

1.2.1. Balıklarda Sindirim

Sindirim oranı basitçe, yenilen yemin belli bir zaman periyodunda sindirilen miktarı olarak belirtilmiştir. Birimi amaca göre değişirse de daha çok (eğer doğada gıda tüketimi hesaplanacaksa) saatte sindirilen yaş ağırlık (g/s) olarak ifade edilir. Sindirim oranı verileri daha sonra gıda tüketim oranının hesaplanmasında kullanılır [4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

Balıklarda sindirim çalışmaları 1800' lü yıllarda başlamıştır [13]. Bu yıllardaki çalışmalar daha çok balıkların sindirim kanalının yapısı üzerine yapılmış, sonraları pek çok araştırmacı bir çok balık türlerinin hatta *Ptychocheilus oregonesis* ve *Blennius pholis L.* gibi midesiz balıklarda sindirim fizyolojisini daha detaylı bir şekilde incelemiştir [14, 15].

Sindirim çalışmalarında gerekli olan mide içeriğinin boşaltılması için yaygın olarak beş metod kullanılmaktadır. Bunlar:

- Seri Kesim Tekniği

Seri kesim tekniğinde balığın bireysel beslenme miktarı bilinir ve belirlenmiş her zaman aralığında örnekleme yapılarak mide içeriği çıkartılır. Bu amaçla balık, yüksek dozajda MS-222 ya da 2 Phenoxyethanol gibi bayıltıcılar kullanılarak öldürülür. Balık deney ortamından çıkarılıp derhal öldürülürse kusabilir. Bu durumu engellemek amacıyla yüksek dozajda bayıltıcı kullanılarak sağlıklı bir şekilde mide içeriği çıkarılır ve tartılır [4, 14, 16, 17].

Bu metodun belirli avantajları vardır. Bunlar:

a) Hassas aletlere ihtiyaç yoktur.

b) Ardıl yemleme durumunda balığa verilen ikinci yemin birinci yemden kolayca ayırt edilmesini sağlar.

Metod, deney boyunca herhangi bir zamanda aç bırakılmış balıklara ihtiyaç göstermez. Ancak bu tekniğin bazı dezavantajları da sözkonusudur. Bunlar:

a) Her balık yalnız bir kez kullanılabilir ve seri ölçümlerde aynı balığın birden fazla kullanımı imkansızdır.

b) Bu yöntemle yalnız populasyon ortalaması hesaplanabilir ve her deney için çok sayıda balığa ihtiyaç vardır.

- X - Işınları

X ışınlarının balık besleme fizyolojisinde kullanımı çok eskilere dayanmaktadır. İlk olarak Mölnár ve ark. [13], predatör balıkların röntgenini çekerek bu alandaki çalışmalara farklı bir boyut getirmiştir. Bu teknik, yenilen gıdanın sindirimi kolay olmayan sert kısımlarının röntgen filminde görülmesi esasına dayanır. Alternatif olarak toplam yemin % 20-25' i oranında baryum sülfat ($BaSO_4$) katılarak röntgende görülebilmesi sağlanır [12, 18, 19].

Her ne kadar yeme katılan $BaSO_4$ 'ın balıklarda iğrendirici bir etkisi olduğu iddia edilmişse de, Jobling [19] yaptığı araştırmada $BaSO_4$ ' ın böyle bir etkisinin olmadığını bildirmiştir. Bunun yanında bu tekniğin bir çok avantajları vardır. Bunlar:

- Her balığın verilen bir tür besini sindirme safhasını izlemek mümkündür.
- Sindirilen besinleri kusursuz bir şekilde gözlemlenir.
- Az sayıda balık örneğine ihtiyaç vardır.

- Mide Yıkama Tekniği

Bu teknik ağızdan mide içine doğru uygun çapta hortum sokmak veya anüse doğru hortum sıkıştırmak esasına dayanmaktadır [4, 20, 21].

Su ile mide içeriği yıkanarak, ağızdan dışarı alınır. Bu metod için laboratuvarında deney süresince seri kesimde olduğu gibi çok sayıda balığa ihtiyaç yoktur. Çünkü her balık birden fazla kullanılabilir. Ancak, mide duvarı ve özofagusun zedelenmesi halinde tedavisi ve sindirim mekanizmasının tekrar eski fonksiyonuna ulaşabilmesi için iki deneme arasında uygun bir sürenin geçmesi gerekmektedir.

Bu teknikte balık önce aç bırakılır, sonra test yemlemesi yapılır. Balık örnekleme için öldürülmez.

Mide yıkama tekniğinin pek çok avantajı olmasına rağmen bir çok durumlarda içerik tamamen boşaltılamayabilir. Özellikle bu tekniği küçük balıklarda uygulamanın zor olduğu iddia edilmiştir [9, 24].

Ancak belirtilen bu olumsuzluklara rağmen, bu teknik, beslenme fizyolojisi çalışmalarında çok geniş bir kullanım olanağı bulmuştur [22, 23, 24]. Özellikle ekonomik değeri yüksek, aynı zamanda elde edilmesi zor olan türlerle ilgili çalışmaların başarılı bir şekilde devam etmesi için kullanılan bir yöntemdir.

- Radyoizotopik Metod

Bu metod Cerium (^{144}Ce), Caesium (^{137}Cs), Iodine gibi farklı radyoaktif maddelerin yeme karıştırılması ve balıkların bu yemlerle beslenmesi esasına dayanır [27, 28, 29]. Bu metodda balığı öldürmek gerekmez. Onun için çok az sayıda balığa gereksinim duyulur. Aynı balıkta seri ölçümlerin alınması bu yöntemle de mümkün olabilmektedir. Balık isteyerek yem almış olmalıdır. Balık aç bırakıldıktan sonra test yemlemesine ihtiyaç yoktur.

- Kusturucuların kullanımı

Diğer bir yöntem ise balığın kusturulmasını sağlayan kusturucu maddelerin kullanımınıdır. Bu, ilk olarak levreklerde (*Perca fluviatilis*) 1932' de Marcus, tirsidede (*Alosa fallax nilotica*) 1969' da Jenercic tarafından kullanılmıştır. Kusturucu olarak, hidroklorik asit ve arsenik asit solüsyonu, antimon, potasyum titrat ya da apomorfın kullanılır [4].

Mide içeriğinin boşaltılması ile ilgili belirtilen bütün metodlarda genellikle iki tip yemleme yöntemi vardır. Balık ya grup halinde ya da bireysel olarak beslenir. Bireysel yemlemenin üç avantajı vardır:

a. Gerçek yem tüketimini gözlemek için balığın bireysel beslenmesi daha uygundur. Eğer balıklar grup halinde besleniyorsa bütün balıklar ayrı ayrı gözlenemeyeceğinden gruptaki her balık markalanmalıdır.

b. Bazı denemelerde deney süresince bazı balıkların deney ortamından dışarı çıkarılması diğer balıkları strese sokabilir. Bu özellikle gıda tüketimi ve sindirim

oranının hesaplanması için yapılan denemelerde yanlış yorumlamaya neden olabilmektedir. Eğer çok gerekli ise bu işlem dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Bireysel besleme yönteminde çok sayıda tanka gerek duyulduğundan dolayı her zaman ekonomik olmayabilir.

c. Bireysel yemleme yönteminde her balık tarafından yenilen yem miktarının kontrolü kolaydır. Sindirim oranında yem miktarının etkisini incelemek oldukça önemlidir. Ancak bazı türler grup halinde daha iyi beslenme davranışı göstermektedir. Balıkların belli oranlarda besin alımı söz konusu olduğu çalışmalarda bireysel yemleme yöntemi sınırlayıcı olabilmektedir [4].

1.2.2. Balıklarda Sindirime Etki Eden Faktörler

Balıklarda sindirime etki eden bir çok faktör vardır. Bunlardan başlıcaları sıcaklık, balık büyüklüğü, yem türü, miktarı ve kalitesidir. Bu faktörler değişik bilim adamlarınca detaylı olarak incelenmiştir [30, 31, 32, 33, 34].

1.2.2.1. Sıcaklık

Mevsimsel değişimlere bağlı olarak gıda tüketim oranının hesaplanmasında sıcaklığın sindirime önemli etkisi vardır.

Genellikle sıcaklık ve sindirim zamanı arasında negatif bir korelasyon vardır [6, 7, 21, 32, 35, 36]. Pek çok araştırmada normal yaşam için gerekli su sıcaklık aralığı en üst sınıra yaklaştığı zaman, maksimum sindirim oranı gözlenmiştir [6, 36, 38].

Genellikle sindirim oranı artan sıcaklıkla logaritmik bir artış gösterir [36, 39, 40, 41]. Beslenme fizyolojisi çalışmalarında sıcaklığa bağlı olarak mide sindirim oranının değişimi eksponansiyel eğriyi takip etmektedir. Bu ilişki aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\text{Log}_{10} (\text{MSO})_2 = \text{Log}_{10} (\text{MSO})_1 + ((\text{Log}_{10} Q_{10})/10)T \quad (1)$$

Q_{10} : Her 10 °C' lik artışta balığın sindirim oranındaki artış miktarı (g/saat)

T : Sıcaklık (°C)

(MSO)₁ : İlk sıcaklıktaki mide sindirim oranı (g/saat)

(MSO)₂ : İkinci sıcaklıktaki mide sindirim oranı (g/saat)

Q₁₀ değeri yassı balıklarda yaklaşık 2 olarak saptanmıştır [19]. Ancak bu değerin su sıcaklığının mevsimsel değişimleri doğal olarak izlendiğinde 0.14 gibi çok düşük değere düştüğü de yapılan çalışmalarda rapor edilmiştir [4].

1.2.2.2. Balık Büyüklüğü

Bir çok balık türünde balık büyüklüğünün sindirim oranına etkileri araştırılmış ve küçük balıklara nazaran büyük balıklarda (*Scophthalmus maximus*, *Limanda limanda*, *Gadoid* ler gibi) verilen yemin sindiriminin daha hızlı olduğu bulunmuştur [40, 42, 44]. Ancak *Lepomis* (*Lepomis gibbosus*), levrek (*Perca fluviatilis*) ve genç pisi balığı (*Pleuronectes platessa*) gibi bir çok balık türünde verilen yem miktarı için sindirim oranının balık büyüklüğü ile değişmediği tespit edilmiştir [23, 45].

1.2.2.3. Yem Miktarı

Genelde sindirim oranı sıcaklık ve balık büyüklüğünden ayrı olarak, artan yem miktarı ile de artmaktadır [4, 6, 15, 39, 44, 46]. Ancak, Steingerber ve Larkin [14] Kuzeyde *Ptychocheilus oregonensis* ve Ruggerone [47], Coho salmonu (*Oncorhynchus kitsutch*) gibi balıklarda sindirim oranının artan yem miktarı ile azalabileceğini göstermişlerdir.

Gadus morhua (morina) gibi bazı balıklarda ise, vücut ağırlığının yüzdesi olarak beslendiğinde sindirim oranı değişmemektedir [37].

1.2.2.4. Yem Çeşidi ve Kalitesi

Balıklarda beslenme fizyolojisi çalışmalarında doğal ve yapay yemlerin kimyasal yapısı ve besin değeri önemli parametrelerdir. Kültür balıkları ya da doğal balık popülasyonlarında beslenme alışkanlığını belirleyen pek çok faktör vardır. Araştırmalar balıklardaki sindirime, yemin enerji içeriğinin etki ettiğini göstermiştir. Yapılan deneyler sonucunda yemin enerji içeriğinin artması, sindirim

için geçen toplam zamanın artmasına neden olmaktadır [48, 49]. Bu da MSO' nun yemin enerji düzeyinin artması ile ters orantılı olduğunu göstermektedir.

1.2.3. Midenin Sindirim Fonksiyonu

Balıklarda yenilen yemin sindirimi değişik modellerle tanımlanmıştır. Bunlar lineer, logaritmik ve karekök modelleridir [4, 11, 88, 83]. Yapılan çalışmalar sonucunda, midenin bu fonksiyonu belirlemede aktif rol oynadığı özellikle yassı balıklarda bulunmuştur. Buna bağlı olarak mezgit deney dizaynında kullanılacak "Sıfır hipotezi" geliştirilmiştir [50].

Omurgalı hayvanların midelerinin başlıca görevi, ağız tarafından alınan yemi parçalayarak sindirim işlemine başlamaktır. Bunu başarmak için mide epitel, hidroklorik asit ve pepsin salgısı salgılar. Mevcut besinler mide kaslarının kasılmasıyla daha küçük partiküllere dönüşür. Daha sonra mide, güçlü kaslarıyla mide içeriğini karıştırır ve yarı hazmedilmiş besinleri alkalik ortamın olduğu barsağa gönderir. Burada besin sindiriminin bir sonraki safhası gerçekleşir.

Ön barsaktaki yarı sindirilmiş "bulamaç" halindeki besin maddeleri, pankreas ve sindirim kanalı enzimleri gibi, safra kesesinden safra suyunun salgılanmasını gerçekleştiren hormonların salgılanmasına neden olurlar. kolekistokin ve enterogastron gibi hormonlar, "bulamaç" haline gelmiş bu besin maddelerinin barsaklarda tamamen sindirilmesini sağlamak için mideyi sürekli uyarır. Böylece, mide bir pompa vazifesi görür. Az sindirilmiş kısımlar tutulur ve en son aşama olan hızlı boşalma döneminde dışarı atılırlar.

Balıklarda besinlerin sindirimi matematiksel olarak ifade edilebilir. Sindirim işleminde sindirilebilir besin maddelerinin sindirim oranı, midede herhangi bir dönemdeki besin maddesinin miktarına bağlıdır. Midede besin bulunması hormon salgılanmasına neden olur. Bu da midedeki besin maddeleri üzerinde etki edecek bir mekanizmanın başlangıcını oluşturur.

Besin maddelerinin sindirimine ilişkin modelleme için şu varsayımlar yapılabilir:

a. Dürtü: Bir çok post-juvenil balıklarda maksimum mide hacmi vücut ağırlığıyla doğru orantılıdır. Burada :

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

S_{\max} = Mide hacmi (ml)

W = Balık ağırlığı (g)

a = Sabit

Mide içeriği (S), bir çok besin kaynağı için S_{\max} ' ı geçmez. Değişen mide içeriklerine bağlı olarak, herhangi bir uyarıyla mide duvarındaki duyumusal hücrelerin doğrusal uzantı halinde ortaya çıkması, mide hacminin genişlemesine neden olur.

Bu nedenle dürtü ;

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

S = Mide içeriği (g)

a' = Sabit

b. Tepki: Adeleli katmanın hareketlerine rağmen sindirim oranının limiti mide epitelinin asit, pepsin, mukus gibi salgı aktivitesine bağlıdır. Mukoza dış tabakası (epitelyum), epitel katmanın salgı miktarı ve farklı büyüklüklerdeki balıkların okstikopeptik hücreleri, eşit dağılımı ifade eder. Balıklarda salgı oranı sıcaklık ve mide yüzey alanıyla ilişkilidir. Bu sebeple salgı oranı (E);

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

b = Sabit

c. Yem Yüzeyi Etkisi: Yukarıda belirtilen dürtü (1) ve tepki (2)' nin sonucu olarak ortaya çıkan salgılar midede bulunan besin yüzeyine etki eder.

Bu sebeple yem kütlesi yalnız yemin yüzeyinden başlanarak sindirilebilir ve yemin yüzey alanı aşağıdaki gibi formüle edilir.

$$A = cS^{2/3} \quad (5)$$

c = Sabit

Belli bir sıcaklıkta sindirim oranı; dürtü ve tepkinin midedeki yemin yüzey alanındaki yaptığı değişiklikler matematiksel bir ifade ile;

$$dS/dt = - K(S/W)^{1/3} \cdot W^{2/3} \cdot S^{2/3} \quad (6)$$

şeklinde yazılabilir.

K = Sabit

Sadeleştirildiğinde;

$$dS/dT = K \cdot W^{1/3} \cdot S \quad (7)$$

Belli bir sıcaklıkta sindirim oranı balık büyüklüğüne bağlı olarak yem kütlesiyle artar. Bu büyük balıklar küçük balıklara nazaran verilen yem kütlesini daha hızlı sindirir demektir. Bu bağıntı şu şekilde formüle edilebilir:

$$1/S \, dS = - K.W^{1/3}.dt \quad (8)$$

Belli bir balık büyüklüğü için, yemin zamana bağlı sindirimi eksponansiyel (üssel) eğriyi takip eder.

$$S_t = S_0 e^{(-Dt)} \quad (9)$$

İlk baştaki yem (S_0 , g), arda kalan (S_t , g) ve zaman t ile ifade edilir,

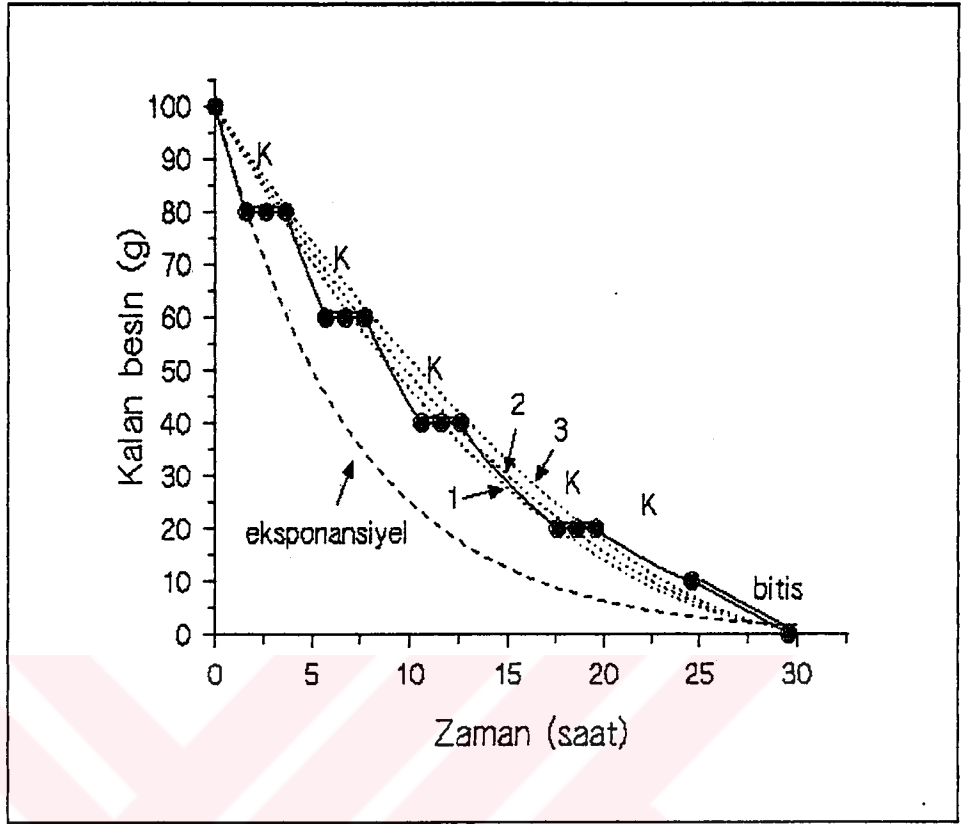
$$D = K.W^{1/3} \quad (10)$$

tür ve sabittir.

Eğer barsak hormonları serbest bırakılmaz ve barsakta besin değeri düşük yarı sindirilmiş besin olmazsa yukarıda verilen formülün pratikte kullanımı mümkün değildir. Sindirimin doğrusal (lineer) olması durumunda, sindirim seri kontraksiyonlarla devam eder. Sindirimin eğri (eksponansiyel) olması durumunda, barsağın ön kısmı aşırı derecede yarı yarıya hazmedilmiş besinlerle doludur. Bu modelde mide besin rezervidir ve barsak uygun bir oranda sürekli bir salgıyı yarı hazmedilmiş besine gönderir.

Geliştirilen model bu şartlardaki sindirimi tanımlar. Belli aralıklarla barsak hormonlarından meydana gelen uyarılarla, zaman zaman üssel sindirim oranı bu modelle tahmin edilir. Barsak sindirimi için safra, pankreas ve barsak salgıları serbest bırakılır. Sindirim için eşit ölçülerde kontraksiyon olur. Şekil 1 de, geliştirilen böyle teorik bir model gösterilmektedir [4]. Sindirilebilir son yem parçaları peristalsis (mide ve barsağın sindirim esnasında yaptığı sığamsal devinim) ile hızlıca sindirilir.

Midede sindirim olayı sınırlı zamanda sağlanır. Şekil 1 bireysel ya da grup halinde aynı anda beslenen balıklardan alınan örneklerin gözlemlenmesini gösterir. Sindirim kontraksiyonunun meydana çıkmasıyla ilişkili örnekler ele alındığında ise sindirim eğrisi bulunur. Kontraksiyonun tamamlandığı zamanda 1. eğrinin düştüğü, 2. eğri değerlerinde "mid - pause" (kontraksiyon süresinin orta noktası) gözlenir ve 3. eğri değerleri de son durumu belirtir. Sindirilen besin miktarının zamana bağlı olarak, artık üssel değil doğrusal olarak ifade edildiği şekil 1' de de görülebileceği üzere açıktır.



Şekil 1. Balıklarda besin maddelerinin sindirimi esnasında midede meydana gelen kontraksiyonlara (K) bağlı olarak örnekleme zamanının sindirim eğrileri üzerine etkisi [4].

Literatürde yaygın olarak kullanılan ve alınan besin maddelerinin zamana bağlı olarak sindirimi üssel olarak şöyle ifade edilmektedir:

$$ds/dt = -KS^b \quad (11)$$

Bu eşitliğin integrali alındığında şu doğrusal ilişkiyi verir:

$$S_t^a = S_0^a - aK.t \quad (12)$$

Burada $a = 1 - b$ ise, mide sindirimi sadeleşmiş olarak tek bir eğriye yaklaşır.

$$St = [S_0^a - aK.t]^{(1/a)} \quad (13)$$

Şekil 1' de 1 ve 3 nolu eğrilerde a değerleri sırası ile 0.523 ve 0.594' tür. Yaptığı çalışmalar sonucunda Jobling (1981, karekök modeli), bu değerlerin 0.5' e yaklaştığını bildirmiştir.

Ancak sindirim işlemini balıklarda her zaman yukarıda belirtilen modelle (karekök modeli) izah etmek mümkün olmamaktadır. Belli büyüklükte, belli bir

sıcaklıkta, belirli oranda beslenmiş bir balığın sindirim işlevini üssel bir şekilde de tanımlamak mümkün olmayabilir. Üssel modellemede "a" değeri; örnekleme zamanına, frekansına ve "kontraksiyon" un süresine, hatta balığın büyüklüğüne bağlı olarak değiştiği gibi bireysel farklılıklar da gösterebilir.

Tüm bu bilgilerin ışığında dikkatlice yapılan denemeler neticesinde populasyon için "a" ve "K" değerleri saptanabilir. Daha sonra bu veriler kullanılarak balık yetiştiriciliğinde önemli bir konu olan balıkların tekrar yem alma zamanlarının hesaplanması ya da stok hesaplamalarında predasyon mortalitesinin hesaplanmasında kullanılarak stok yönetimi stratejilerinin oluşturulmasında bazı varsayımlar gözardı edilerek daha güvenilir sonuçların elde edilmesinde kullanılır.

1.2.4. Balıklarda Gıda Tüketimini Etkileyen Faktörler

Balığın yem alımına etki eden faktörlerin bilinmesi balık yetiştiriciliğinde olduğu kadar balık stoklarının yönetimi için de gereklidir.

Balığın beslenme davranışlarına etki eden bir çok faktör vardır. Bunlar:

- a) Ekolojik
- b) Türleriçi
- c) Türlerarası

1.2.4.1. Ekolojik Etmenler

Balığın yem alımına etki eden ekolojik faktörler; sıcaklık, balık büyüklüğü, yemin sağlanması, bu esnada harcanan enerji, gıdanın besin değeri ve balığın aktivitesidir.

1.2.4.1.1. Sıcaklık

Pek çok araştırmacı balıkta yem alımının sıcaklığa bağlı olduğunu göstermiştir. Bakova [51], *Rutilus rutilus casopius*; Baldwin [52], *Salvelinus fontinalis*; Gwyther ve Grove [46], *Limanda limanda* ve Elliot [53], *Salmo trutta* için çalışmışlardır. Örneğin Hataway 1927' de yapmış olduğu çalışmada *Lopomis gibbosus*, *L. macrohirus* ve

Microterus salmoides' in solucan tüketiminin 20 °C' de 10 °C' ye nazaran yaklaşık üç kat daha fazla olduğunu bulmuştur [4]. Sıcaklığın *Limanda limanda'* da yem alımında baş faktör olduğunu gösterilmiştir [46]. Sıcaklığın artmasıyla beraber öğün sayısında artış olduğunu, fakat yem miktarında artış olmadığı bulunmuştur. Elliot [53] gıda tüketiminin sıcaklıkla arttığını belirtmiştir. Düşük sıcaklıkta balıkta yem alımı durabilir, fakat sıcaklık arttıkça yem alımı maksimuma yükselir. Yem alımının maksimuma ulaştığı bu noktadan sonra sıcaklıkta herhangi bir artış yem alımında hızlı bir azalmaya neden olur.

Yemin sağlanmasındaki abiyotik faktörlerle sıcaklığın sebep olduğu etkiler birleştirilirse doğal popülasyonun yem alımındaki değişimler su sıcaklığı ile ilişkilidir. Worobee (1984) Avusturalya' da Yeni İngiltere' deki tuzlu gölde dil balığında sıcaklığa bağlı olarak yem alımındaki artışı göstermiştir. Kışın balıkların düşük sıcaklıkta yem alımı durur, ilkbaharda sıcaklık 8-10 °C' ye ulaştığında ise tekrar başlar [4, 62].

1.2.4.1.2. Avın Sağlanması

Çeşitli balık türlerinde mevsimsel değişimler, avın sağlanması ve miktarı yem alımına etki eder [54, 55]. *Oncorhynchus mykiss'* e yemeye alıştığı belli miktardaki av parçalarından daha az miktarda av parçaları verildiğinde, bunları yemediği görülmüştür [56]. Laboratuvar şartlarında predatörler tarafından yakalanan avların sayısı ve yoğunluğu arasındaki ilişki fonksiyonel etki olarak adlandırılmıştır. Bu ilişkiye göre, belli bir ortamda bulunan bir predatörün aldığı av sayısı ortamda bulunan av yoğunluğuna bağlı olarak artar. Ancak belli bir noktadan sonra bu artış seyri durur. Bu nedenle av yoğunluğu ve yenilen av sayısı arasındaki ilişki asimptotik (sonsuz) bir eğriyi verir [57]. Bunun iki nedeni vardır. Birincisi balık doyabilir, ikincisi ise predatör çok yoğun ortamda çok sayıda benzer av olduğundan dolayı dikkatlerini avlardan bir tanesini avlamak için toplamakta zorlanır [62].

Diğer çevresel değişimlerde yem alımına etki edebilir. Örneğin: *Solea solea* ve *Limanda limanda'* da yem alımında gün ışığının etkisinin olduğu belirtilmiştir [58, 59]. Fotoperyottaki değişimler endokrin sistemine etki eder ve bu yüzden dolaylı olarak açlık ya da doyumda değişimlere neden olur [60]. Crawford ve Grove (1977)

Blennius pholis'in beslenme düzeninin med-cezir dönüşümünden etkilendiğini ortaya çıkarmışlardır. Bunun yanında suyun pH' sı da gıda tüketimine etki eder. Örneğin; *Gasterostus* (dikenli balık)' ta suyun pH' sı 5.5 ten 4.5' e düşürüldüğünde yem tüketiminde önemli bir azalma görülür [4, 61].

1.2.4.1.3. Işık

Balıklarda gıda tüketimine ışığın direkt etkisi vardır. Görerek avlanan balık için ışık yoğunluğu ve beslenme derecesi arasında sigmoidal bir ilişki söz konusudur. Ancak Dabrovski (1982) *Rutilus rutilus*' un düşük ışık yoğunluğunda lateral sistemini kullanarak sürekli zooplanktonla beslendiğini bulmuştur [62].

Yem alımına etki eden diğer ekolojik faktörler olarak, tuzluluk ve oksijen düzeyinin de önem taşıdığı ortaya konmuştur [63, 64].

1.2.4.2. Türleriçi Etkileri

1.2.4.2.1. Predatör Etkileri

Balık, ortamda gereksiniminden çok fazla yem bulduğunda gıda tüketiminin azaldığı gözlenmiştir. Atlantik Salmonu' nun gıda tüketiminde buna benzer bir azalma görülmüştür [65, 66].

1.2.4.2.2. Rekabet

Ortamda iki farklı türün bulunması halinde, çoğunlukta bulunan türün yem tüketiminin sonuna kadar tek başına etki ettiği ifade edilmiştir [4].

1.2.4.3. Türlerarası Etkiler

Bazı Salmon türlerinde beslenme davranışlarında türlerarası etkiler bulunmuştur. Atlantik Salmonu (*Salmo salar*)' nun kitle halinde yaşamaları gelişmiştir. Bu yüzden yem eksikliği, bireysel olarak uygun yem alımına neden

olmuştur [67]. Buna karşın *Mugil cephalus*' ta [68] sonsuz yem alımı vardır ve istavritlerden *Trachurus symmetricus*' ta [69] yemler parçalar halinde dağıldığında kitle halindeki balık sürüsünde bireysel beslenme oranı artmıştır.

Fletcher [70] balıkta iştahın psikolojik kontrolü yeniden incelemiştir. Balıkta yem alımına etki eden psikolojik faktörler de vardır. Örneğin: dürtü, plazma metabolizması, hormonlar, mide kapasitesi ve yemin enerji içeriğidir.

1.2.4.3.1. Balık Büyüklüğü

Büyük balıklarda günlük yem tüketim oranı (vücut ağırlığının oranı olarak) küçük balıklara göre daha düşüktür. Küçük ot sazanında (*Cytenopharyngodon idella*) günlük yem alımı vücut ağırlığının % 4.26' sı iken, bundan üç kat daha büyük ot sazanında ortalama günlük yem alımı vücut ağırlığının % 2.81' i olarak belirlenmiştir [71]. Benzer durum, diğer araştırmacılar tarafından da belirlenmiştir [46, 72]. Yem alımı (C,g) ve balık büyüklüğü (W) arasında üssel bir ilişki olduğu tesbit edilmiştir.

$$C = aW^b \quad (14)$$

Buradaki a ve b katsayıları non-lineer regresyon analiziyle hesaplanır. Balık türlerinde vücut ağırlığı ile yem alımı arasındaki ilişki (b) araştırılmış ve bu değer balık türlerinin çoğunluğu için maksimum sindirim oranı, vücut ağırlığının 0.6-0.8' inci kuvveti olarak bulunmuştur. Genelde b değerinin 0.75 olarak alınabileceği belirtilmektedir [3].

Büyük balıklar küçük balıklara göre daha çok yem tüketir, fakat günlük yem alımı vücut ağırlığının oranı ya da vücut ağırlığının her gramı olarak belirtilmesi yaygındır.

1.2.4.3.2. Mide

Balıkta iştah dönüşüm oranı zamanla çok yakın ilişkilidir; mide içeriği zamanla azalır, mide içeriğinin azalması iştahın artmasına neden olur [4, 8, 15, 49, 72]. Magnuson [74] orkinos için önceleri bulunan bu teoriyi desteklememesine rağmen,

Ware [75] balıktaki açlığın midedeki yem miktarıyla geniş ölçüde ilgili olduğunu ifade etmiştir.

İlk araştırmacılar boş mideden başlayan sinyallerin yem alımında en önemli rolü oynadığını bildirmişlerdir. Bu teori ilk kez yüksek yapılı omurgalılarda iştahın kontrol mekanizması olarak öne sürülmüştür [70, 76].

Genelde yüksek omurgalılarda beslenmenin, boş mideden gelen sinyaller tarafından uyarılmadığı, beslenme aktivitesinin dolu mide tarafından düzenlendiği kabul edilmiştir [78].

1.2.4.3.3. Yem Kalitesi

Bazı balıkların yemlerinde kalori hesabının çıkarılabileceği ve tüketim oranlarının arttırılarak dengelenebileceği bildirilmiştir [49, 79, 80, 81]. Gwyther ve Grove [46] *Limanda limanda*' da enerji alımındaki ani değişimlerin meydana gelmesinde başarılı olunamadığı ve bu başarısızlığın, *Limanda limanda*' nın enerji düzeyi değişen geniş av türlerini tüketmesiyle meydana geldiğini bildirdiler. Ancak diğer balık türleri *Limanda limanda*' ya nazaran daha geniş av çeşitlerini yer [71]. Ancak bu, türün yemin enerji yoğunluğundaki ani değişimlerin meydana çıkmasına karşı dayanıksız olduğunu göstermez.

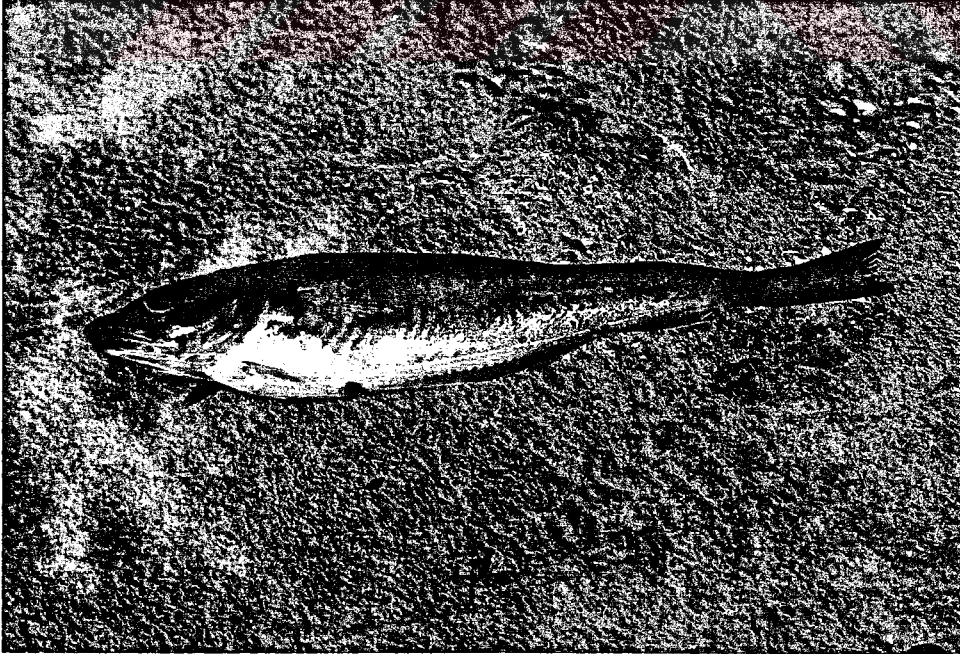
1.2.4.3.4. Psikolojik Durum

Balığın yem alımındaki bazı değişimler balığın psikolojik durumundan da kaynaklanabilmektedir. Bazı türlerde beslenme oranının azalması ya da durması balıkta yeniden üretim aktifliğine neden olur. Avlarını yakalamaya devam etmelerine rağmen anadrom Salmonidler akıntıya karşı yaptıkları yumurtlama göçü boyunca beslenmeyi keserler. *Clupea herrangus*' da yumurtlama göçü boyunca ya da Kuzey Denizi' ndeki yumurtlama yerlerinde beslenmeyi keser [82]. Cinsi olgunluğa ulaşmış balıkta yem tüketimi cinsi olgunluğa ulaşmamış balığa nazaran 2-3 kat daha fazladır [83].

1.3. Mezgitleerin Biyokolojik Özellikleri

Gadidae familyasında toplanan mezgitle, ılıman ve oldukça soğuk denizlerde derinliği 200-300 m olan sularda yaşarlar. Üremek üzere sonbahardan itibaren sahillere gelir, Kasım' dan Temmuz' a, genellikle Şubat' tan Mayıs' a kadar yumurtlar. Yumurtaları pelajiktir. Çoğunluğu etçil olup gündüzleri derinlerde geçirir ve uskumru, sardalya ve hamsi gibi balıklarla beslenmek üzere geceleri su yüzeyine çıkar. Dipte yaşayan türleri küçük dip balıkları ve kabuklularla beslenir [4, 84].

Karadeniz' de yaşayan mezgitle balıklarının *Merlangius merlangus* olduğu belirlenmiş olmasına karşın, alt tür olarak adı konusunda tartışmalar henüz devam etmektedir. Bu çalışmada kullanılan mezgitle (*Merlangius merlangus euxini*, N.1830) Seyhan [4], Pivnička ve ark. [77], Wheeler [87] tarafından kullanılmış ve göğüs ve karın yüzgeçlerinin *M. merlangus euxinus*' e göre daha uzun olduğu gerekçe olarak gösterilmiştir. Ancak Türkiye' de çeşitli kaynaklarda [84, 85] muhtemelen sinonim olarak *M. merlangus euxinus* adı ile de yaygın olarak anılmaktadır (Şekil 2). İsim konusundaki tartışmaların giderilmesi için, Karadeniz' deki mezgitlelerde sistematik bir çalışmanın zaman geçirilmeden yapılması bir zorunluluk olarak görülmektedir.



Şekil 2. Mezgitle morfolojik görünümü

Karadeniz Mezgiti Karadeniz' e adapte olmuş soğuk su balıklarıdır. 4-15 °C sıcaklıkları tercih eder. [85]. Genellikle 15-20 cm boyunda bulunmaktadır. Üç dorsal yüzgeç, birbirini takip eden iki anal yüzgeç ve hemen hemen düz bir kuyruk yüzgeci vardır. *M. merlangus euxini* oldukça derin ve uzun vücuda sahip olup dorsal yüzgeçler arasında kısa mesafe vardır. Anal yüzgeçler arasında ise mesafe yoktur. Anal yüzgeçlerden birincisi, ilk sırt yüzgecinin orta hizasından başlar. Burun uzun ve noktalıdır. Üst çene alt çeneden bariz olarak daha uzundur. Genç bireyler çenede kısa bir sakala sahiptir. Göğüs yüzgecinin başlangıcında koyu bir leke bulunur. Sırtı mavimsi yeşil veya gümüşü gri, yanları ve karnı beyaz veya gümüşü beyazdır. Yanal çizgi göğüs yüzgeci üzerinde bir kavis yapar. Yüzgeçlerinde dikenli ışın bulunmaz [84].

Alt tür olarak bulunan *M. merlangus euxini* Karadeniz' de bulunan bir kıyı balığıdır [77]. Sahile yakın, 30-120 m sularda çamurlu ortam üzerinde sürüler halinde bulunurlar. Genellikle 85 m den daha derin sularda miktarı azdır. Genelde mezgit balıkları başlıca çaça ve sardalya balıklarıyla beslenirken küçük mezgitler daha çok polychaete kurtları ve Mysis ve Gammarus gibi küçük krustaseleri de yerler [85, 87]. Mezgitler genelde gündüzleri beslenirseler de, sabah ve akşam olmak üzere günde iki kez beslendikleri gözlenmiştir [4].

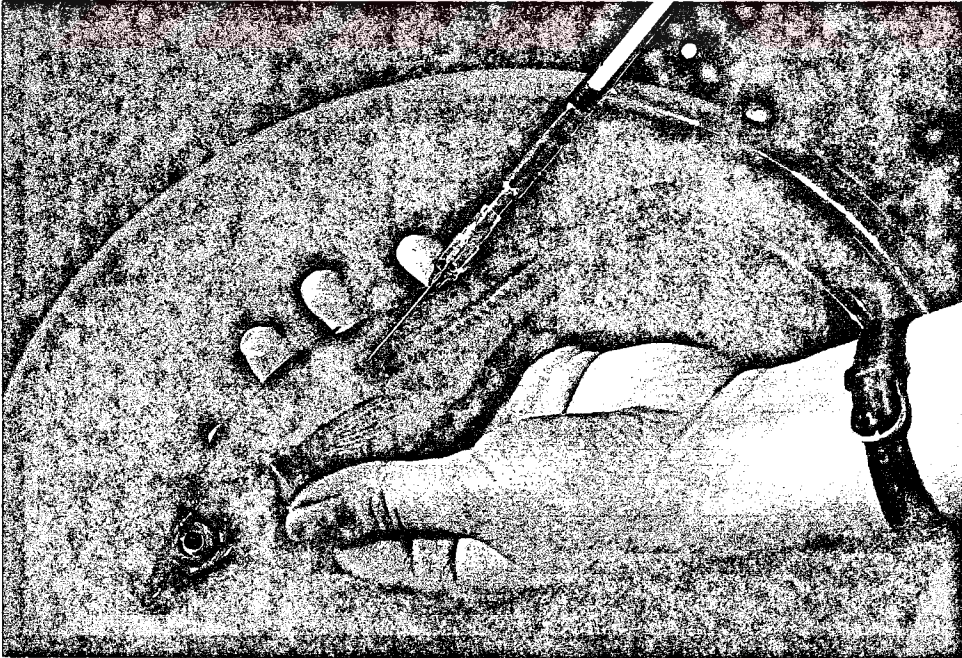
Bu araştırmada doğal yem olan hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve midye (*Mytilus galloprovincialis*) ile beslenen mezgitlerde (*M. merlangus euxini*) günlük gıda tüketimi ve sindirimi etkileyen parametrelerden yemin derisi, iki farklı doğal yemin ve ardıl yemlemenin sindirim oranı üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

2.1.1. Mezgit Balıklarının Temini ve Bakımı

Bu çalışmanın canlı materyali olan mezgitler (*Merlangius merlangus euxini*, N. 1830) Aralık 1994' te iki ayrı seferde Çamburnu açıklarından çapariyle 40-60 m derinlikten avlanmıştır. Balıklar bu derinliklerden hızlı bir şekilde çıkarıldığı için yüzeydeki basınç farkından dolayı yüzme keseleri şişmiştir. Balık bu şişmeyi kısa süre içerisinde biyolojik olarak engelleyip yüzeydeki basınca uyum sağlayamadığından dolayı, yüzme kesesindeki fazla hava balığın yan kısmından şırıngayla, 45° lik açı ile girilerek dışarı alınmıştır (Şekil 3) [4].

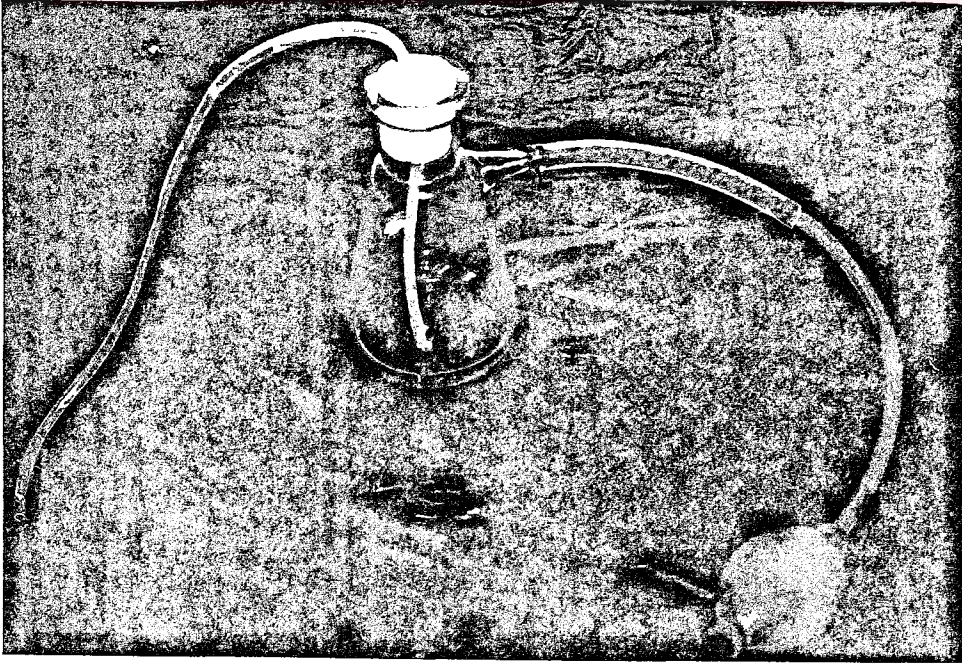


Şekil 3. Mezgitin yüzme kesesindeki fazla havanın şırıngayla alınması

Balıklar en kısa sürede laboratuvara getirilmiş ve yeterli oranda havalandırılmakta olan 85x35x25 cm ölçülerinde 50 l' lik akvaryumlara konulmuştur. Balıkların bir kısmı basınç farkına uyum sağlayamadığından ölmüş ve geri kalanların çoğu mantar hastalığına kapılmıştır. İlk günler akvaryumların suyu her gün değiştirilmiştir. Su değişimi sırasında mantar hastalığına karşı, su içine 0.2 ml/l oranında Mar Kimya' nın ürettiği anti-fungus mantar ilacı konulmuştur. Daha sonra gün aşırı olarak suyu değiştirilen akvaryumlardaki balıklarda görülen mantarlaşıma tedavi edilmeye çalışılmıştır. Deneyin başlangıcına kadar geçen yaklaşık bir ay süre içinde tüm balıklar deney esnasında kullanılacak doğal yemlerle hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve kabukları çıkartılan midye (*Mytilus galloprovincialis*) ile beslenmiştir. Buradaki temel amaç deney balıklarının sindirim sisteminin bu yemlere alışmasını sağlamaktır.

2.1.2. Kullanılan Araç ve Gereçler

Çalışmada kullanılan cam akvaryumlar, yem tartımı için 0.001 g hassasiyetli Sartorius marka terazi, mide yıkama aleti (Şekil 4), MS-222 (Tricaine Methanesulfonate), termometre, havalandırma pompası, hortumu, hava taşı, gerekli yem, mantar ilacı gibi malzemeler Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi tarafından karşılanmıştır.



Şekil 4. Mide yıkama aleti

2.1.3. Araştırma Laboratuvarı

Çalışma için dört akvaryum kullanılmıştır (şekil 5). Deneyin amacına uygun olarak, balığın dış ortamdan etkilenmesini önlemek amacıyla akvaryumlar siyaha boyanmıştır. Akvaryum içine tlden yapılmış ikişer bölme konularak, her bir bölmede tek bir balığın kalması sağlanmıştır. Akvaryumların, st kısmı balıkların dış ortamdan etkilenmesini ve balıkların sıçrayıp kaçmalarını engellemek amacıyla ince gözlü ağdan yapılmış kapaklarla kapatılmıştır. Her akvaryumda suyun oksijen düzeyini optimum tutmak amacıyla sürekli havalandırma sağlanmıştır.

Her balığı tanımak amacıyla tüm bölmeler numaralandırılmış ve deney öncesi balıklar tartılarak bu bölmelere yerleştirilmiştir. Balıkların bir haftalık adaptasyon evresinden sonra deneye başlanmıştır.



şekil 5. Deneyde kullanılan akvaryumlar

2.2 . Metod

2.2.1. Mezgitlerde Gıda Doyum Noktasının Belirlenmesi

Ağırlıkları 32-57 g arasında değişen, ortalama ve standart sapması 48.0 ± 8.30 g olan 12 adet mezgit deney öncesi bir hafta süre ile midye ile beslenmiştir. Adaptasyon evresinden sonra gıda doyum noktasını bulabilmek amacıyla balıklar 2.5 gün aç bırakılmış ve daha sonra midyelerle (4.90 ± 2.99 g, $n=12$) beslenmiştir. Bu beslenme süresince her bir balığın doyana kadar yediği midye miktarı 0.01g hassasiyetle kaydedilmiştir. Ayrıca her balığın ayrı ayrı doyum miktarları (yediği maksimum yem) ve bu miktara ulaşmak için geçen süre dakika olarak dikkatlice tespit edilmiştir. Deney esnasında su sıcaklığı 11-13 °C olarak kaydedilmiştir.

Balıkların doyum noktasına ulaştığı süreyi bulmak için daha önceden belirlenmiş zamanlarda yemleme yapılmıştır. Bu zamanların belirlenmesinde her verilen yem zamanı sıfır olarak kabul edilmiştir ve her yemleme anından sırasıyla 4 - 8 - 12 - 24 - 30 - 36 - 48 saat sonra yemleme yapılmıştır. Belirlenen bu zamanlarda balıklara verilen yem 0.01 g hassasiyetli Sartorius marka terazi ile tartılmıştır. Her balığın yediği yem miktarı hesaplanmış ve kaydedilmiştir. Veriler tablo halinde düzenlenerek analize hazırlanmıştır. Bu verilere dayanarak gıda doyum noktası bulunmuştur [2, 4].

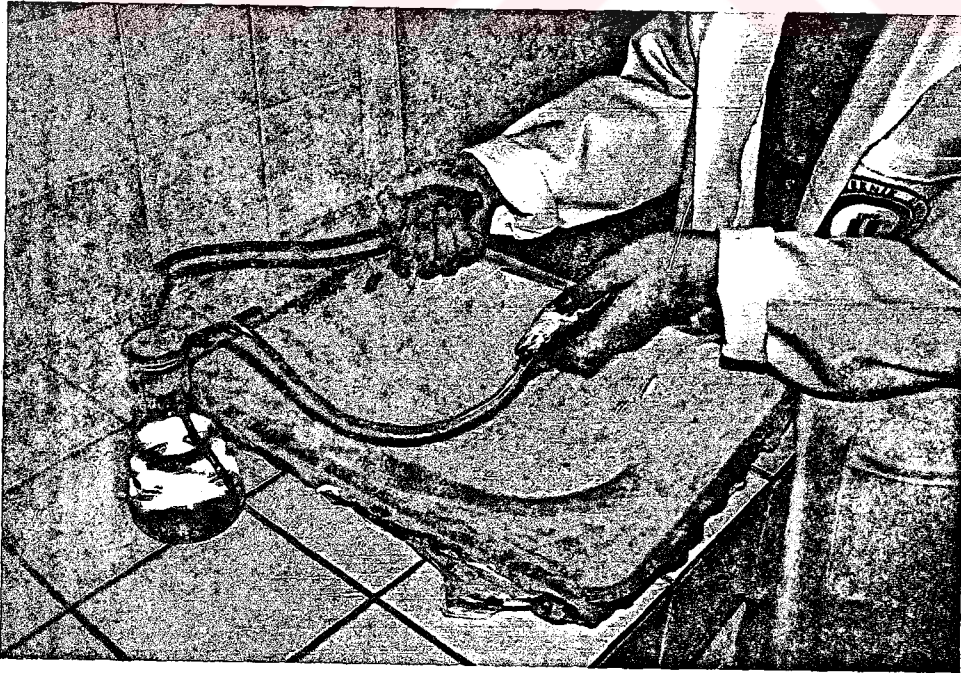
2.2.2. Mezgitlerde Sindirim Oranı

2.2.2.1. Derinin Sindirim Oranına Etkisi

Deney öncesi balıklar (48.0 ± 7.01 g, $n=12$) 2 gün aç bırakılarak midenin tamamen boş bırakılması sağlanmıştır. Bu deneyde 15 °C' de mezgitelere yem olarak verilen hamsilerin (2.29 ± 0.12 g, $n=12$) standart olması sağlanmıştır. Önceden

belirlenmiş bir saatte her mezgite bir hamsi gelecek şekilde yemleme yapılmıştır. İlk yemin verildiği saat sıfır olarak kabul edilmiş ve bu saate bağlı olarak 4-32 saat arasındaki sindirim oranına bakılmıştır. Bunun için ilk yem verilme saatine bağlı olarak 4-8-12-18-24-30 ve 32 saat sonra balıkların midesi yıkanmıştır. Bu işlem için önceden belirlenmiş saatlerde, rastgele örnekleme ile 1 veya 2 balık seçilmiştir. Bu balıklar 0.06 g/l konsantrasyonunda MS-222 (Tricaine Methanesulfonate) içeren havalandırılmakta olan deniz suyunda bayıltılmış ve mide yıkılarak, içerik bir tülbent üzerine toplanmış (Şekil 6) ve tartılmıştır. Bütün bu işlemler her örnek için tekrar edilerek, her deney için ayrı bir data seti oluşturulmuştur [4, 22, 23, 24, 86].

Hamsi ile beslenen mezgitlerde hamsi derisinin sindirim oranı üzerine etkisini araştırmak için ikinci bir deney daha tasarlanmıştır. Bu deneyde derisi soyulmuş hamsilerden (2.31 ± 0.07 g, $n=12$) 15 °C' deki mezgitelere (47.0 ± 9.70 g, $n=12$) birer tane verilmiştir. İlk yem verilme saatine bağlı olarak 4-30 saat arasındaki sindirime bakılmıştır. Bunun için balıklar teker teker bayıltılmış mide yıkama yöntemiyle mide içeriği dışarı alınarak tartılmış ve kaydedilmiştir [4, 20]. Bu tarzda örnekleme ilk yemlemenin yapıldığı andan geçerli olmak kaydıyla 4-8-12-16-24-30 v.s. saat sonra örnekleme yapılarak mevcut populasyonun derisiz hamsiyi sindirme karakteristikleri ortaya çıkarılmıştır.



Şekil 6. Mezgitin midesinin yıkanması

2.2.2.2. Farklı Yemlerin Sindirim Oranına Etkisi

Denizel ortamda balık türleri farklı av türleri ile beslenme özelliği göstermektedir. Bu nedenle her avın farklı sindirim özelliği gösterdiği bilinmektedir [4]. Mezgitlerde doğal yemlerin sindirimini incelemek, hamsinin sindirimi ile karşılaştırabilmek için yeni bir deney yapılmıştır. Suyu süzdürülerek hazırlanan midyeler (2.16 ± 0.03 g, $n=7$), su sıcaklığı 16 °C olan akvaryumlarda bulunan mezgitelere (48.0 ± 10.70 g, $n=7$) verilmiştir. Yemlemeden sonra 4-8-12-18-24-30. saatlerde rastgele örnekleme ile bir ya da iki mezgit bayılılarak mide içerikleri çıkarılmıştır. Çıkarılan mide içerikleri tartılarak kaydedilmiştir. Sonuçlar hamsinin sindirimi ile mukayese etmek için analiz edilmiştir [4, 83].

2.2.2.3. Ardıl Beslemenin Mezgitlerde Sindirim Oranına Etkisi

Mezgit gibi bazı balık türleri doğada fırsatçı beslenme özelliği gösterdikleri için değişik zamanlarda beslenmektedirler [4]. Bu nedenle aynı anda farklı yemlerin sindirim oranını ne derece etkileyebileceğini incelemek amacı ile iki farklı doğal yem kullanılarak, yeni bir deney düzenlenmiştir. Bu deneyde yaklaşık ağırlıktaki hamsiler (2.09 ± 0.07 g, $n=9$), laboratuvar koşullarında 15 °C' ye adapte olmuş mezgitelere (47.0 ± 9.50 g, $n=9$) verilmiştir. İlk yemlemenin bitiminden dört saat sonra, hamsilere eş ağırlıkta midye (2.12 ± 0.06 g, $n=9$) verilmiştir. Midyelerin verilmesinden hemen sonra rastgele örnekleme ile bir veya iki balık, MS-222' de bayılılarak mide yıkama yöntemiyle mide içerikleri çıkarılmıştır. Bu işleme daha sonra 4-36 saatler arasında bir ya da iki balık (örneklenebilecek mevcut balık sayısına bağlı olarak) örnekleyerek devam edilmiştir. Elde edilen mide içerikleri, hamsi ve midye ayrı ayrı tartılmış ve kaydedilmiştir [4, 17].

2.2.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Mezgitlerde sindirim en iyi lineer ilişki ile tanımlandığı için, elde edilen doğru denklemlerinin birbirleri ile mukayesesi, eğimlerinin karşılaştırılması esasına

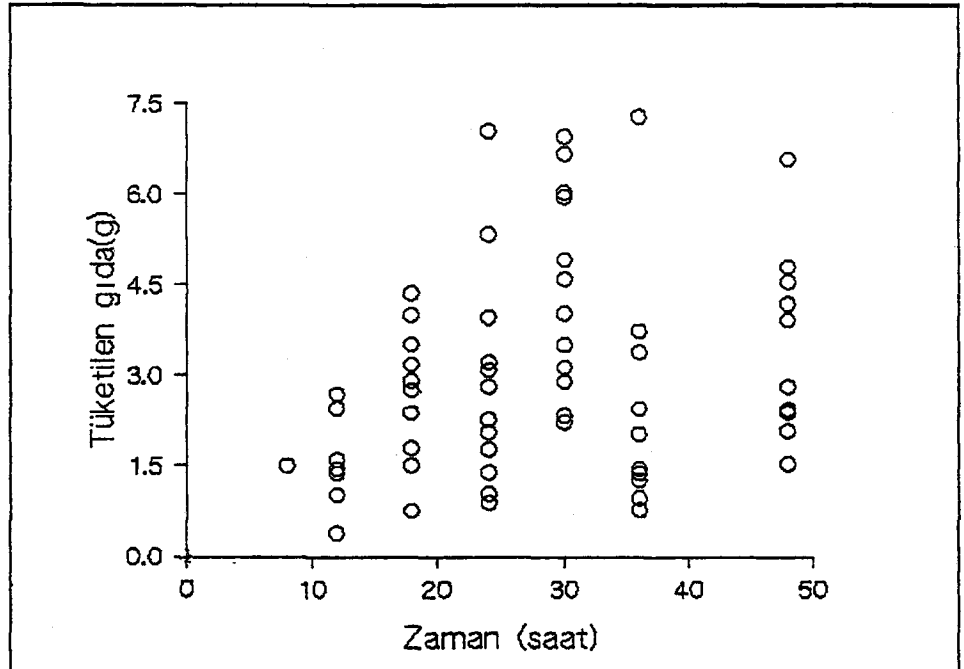
dayandırılmıştır. Bunun içinde Minitab istatistik programındaki GLM (General Lineer Model) kullanılmıştır. Ayrıca bütün grafikler BIOSOPT' un FP60 programı ile çizilmiştir. Elde edilen lineer doğrular her grafik için verilen ortalama yem miktarında sabitleştirilmiştir. [4].



3. BULGULAR

3.1. Mezgitlerde Gıda Doyum Noktası

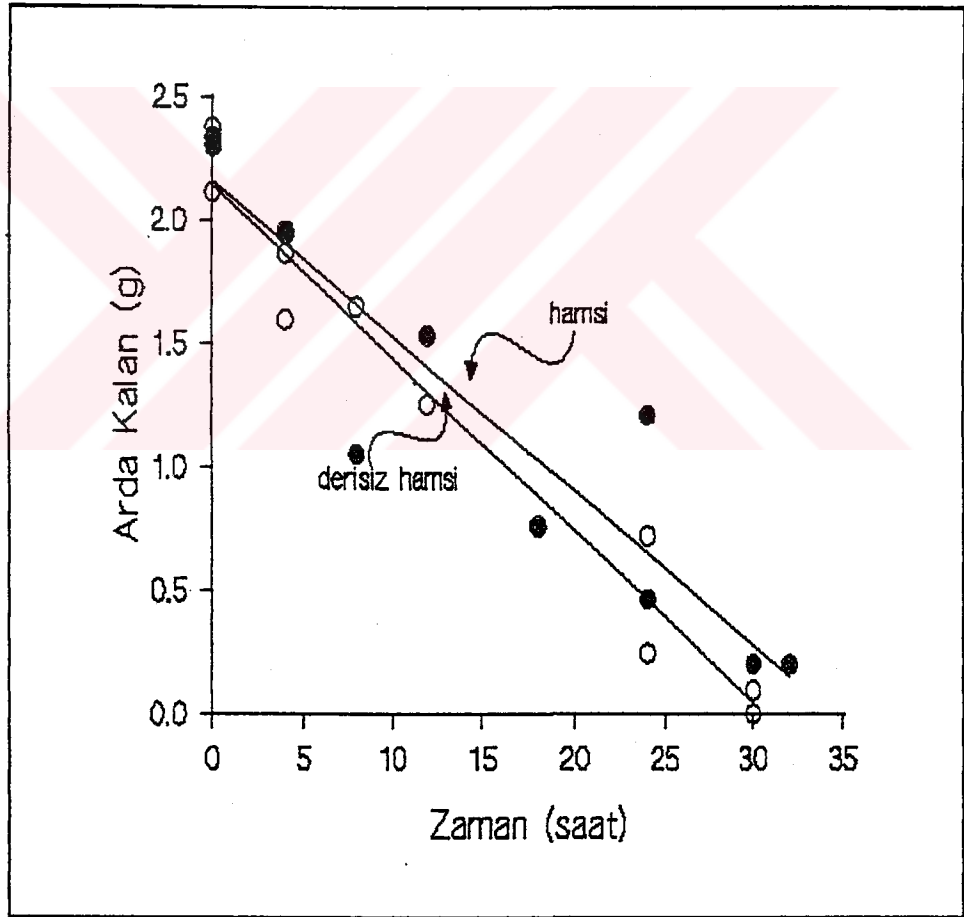
Bu araştırma, mezgitlerde yenilebilen maksimum günlük yem oranını ve mide kapasitesini bulmak amacıyla yapılmıştır [4, 9, 50]. Laboratuvar şartlarında 11-13 °C' de bulunan mezgitlerle (48.0 ± 8.30 g, $n=12$) dokuz gün süre ile deney devam etmiştir. Denemenin başlangıcında 2.5 gün süre ile aç bırakılan ve mideleri boş olan küçük mezgitler her biri ortalama 4.90 ± 2.99 g midye yemiştirlerdir. Bu miktarın tüketilme süresinin 1 ile 2.5 dakika arasında değiştiği gözlenmiştir. İleriki saatlerde mezgitlerin başlangıçtaki doymuşluğa belirlenmiş 30. saatte (bkz. metod) ulaşmışlardır. Mezgitlerin doymuşluğa erişmeleri için aldıkları gıda miktarı zamana göre eksponansiyel bir eğri ile ifade edilmiştir (Şekil 7). Deney sonucu elde edilen veriler Ek Tablo 1' de verilmiştir.



Şekil 7. Küçük mezgitlerde zamana bağlı olarak tam doymuşluğa dönüş

3.2. Derinin Sindirime Etkisi

Bu denemede mezgitlerde (47.0 ± 9.70 g, $n=8$), derinin sindirim oranına olan etkisi araştırılmıştır. Deney sonucu elde edilen verilerle (Ek Tablo 2 ve 3) çizilen grafikten, derisi soyulmuş hamsinin (2.31 ± 0.07 g) sindirilmesi 0.071 g/saat lik bir oranla yaklaşık 30 saat sürerken, aynı şartlarda normal hamsideki sindirim 0.063 g/saat e düştüğü görülmüştür (Şekil 8). Bu sonuçlar istatistiki olarak test edilmiş ve derinin sindirime etkisinin önemli olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). İstatistiki analiz sonuçları Tablo 1' de verilmiştir.



Şekil 8. 15°C ' de hamsi ve derisiz hamsinin küçük mezgitlerde sindirimi (Doğruların başlangıç noktası her iki yemin ortalama ağırlığı 2.29 ± 0.11 g olduğu için 2.29 ' da sabitleştirilmiştir [43].)

Tablo 1. Mezgitlerde 15 ° C' de hamsi derisinin sindirim oranı üzerine etkisinin istatistiksel analizi (GLM). İstatistiki olarak önemli olan (*) ile gösterilmiştir.

Kaynak	SD	Kareler Top.	Düzenlenmiş Kareler Top.	Düzenlenmiş Kareler Ort.	F	P
Deneme	1	0.0489	0.2994	0.2994	2.27	0.171
Zaman	6	6.6876	6.5864	1.0977	8.30	0.004*
Balık	1	0.0189	0.0180	0.0189	0.14	0.715
Hata	8	1.0575	1.0575	0.1322		
Toplam	16	7.8128				

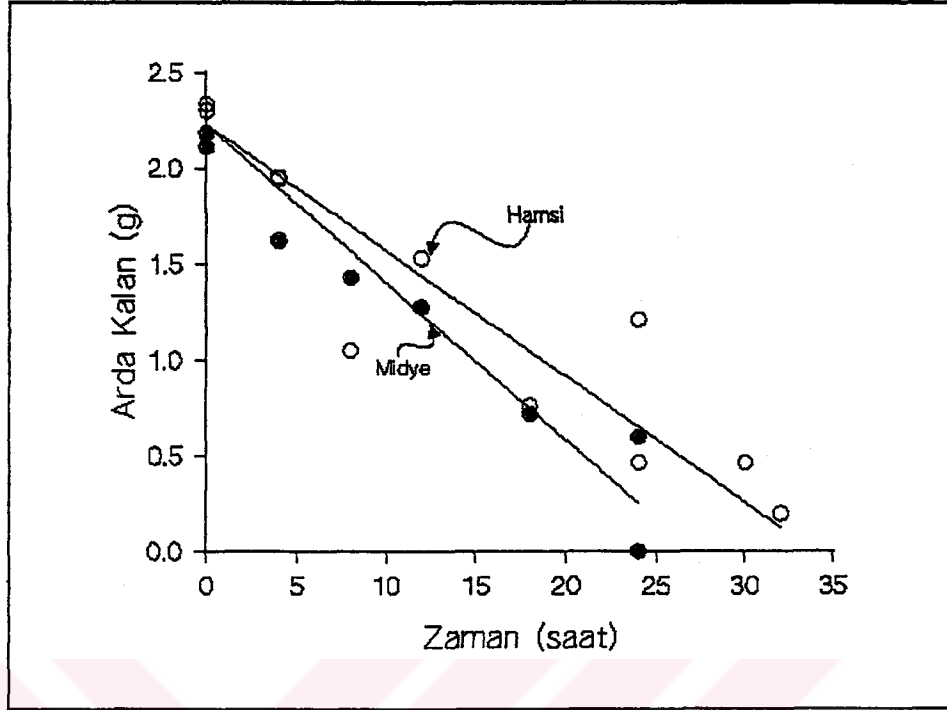
3.3. Farklı Yemlerin Sindirim Oranı Üzerine Etkisi

Farklı yemlerin sindirim oranına etkisi incelenirken doğal yem olarak hamsi (2.29 ± 0.12 g) ve midye (2.16 ± 0.03 g) kullanılmıştır. Elde edilen verilerle (Ek Tablo 2 ve 4), çizilen grafik (Şekil 9) incelendiğinde, laboratuvar şartlarında 15 °C' deki küçük mezgitlerde (48.0 ± 10.70 g, $n=11$) hamsi 0.063 g/saat lik sindirim oranı ile 34 saatte sindirilirken, midye 0.075 g/saat lik sindirim oranı ile yaklaşık 28 saatte sindirildiği görülmüştür.

Bu iki farklı doğal yemin sindirimindeki farklılık GLM analizi sonucunda önemli olduğu tesbit edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. 15-16 ° C' de farklı yemlerin (midye ve hamsi) mezgitdeki sindirim oranı üzerine etkisinin istatistiksel analizi (GLM). İstatistiki olarak önemli olan (*) ile gösterilmiştir.

Kaynak	S.D.	Kareler Top.	Düzenlenmiş Kareler Top.	Düzenlenmiş Kareler Ort.	F	P
Deney	1	0.01480	0.16625	0.16625	1.73	0.237
Zaman	6	5.06888	5.14751	0.85792	8.91	0.009*
Balık	1	0.34602	0.34602	0.34602	3.59	0.107
Hata	6	0.57801	0.57801	0.09633		
Toplam	14	6.00770				

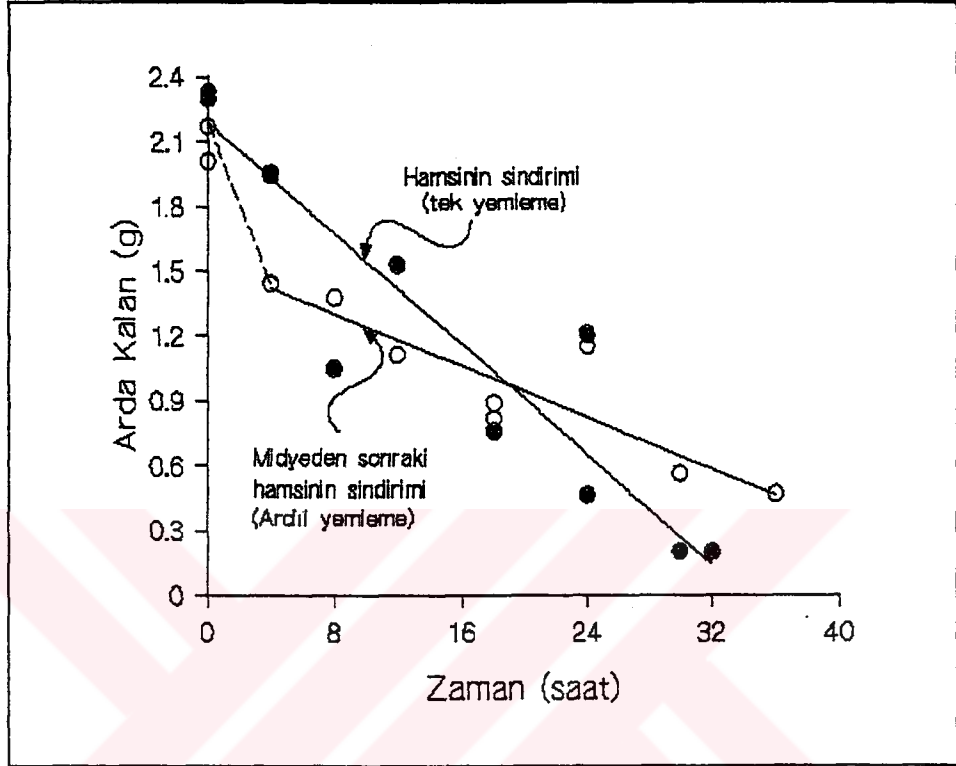


Şekil 9. Farklı yemlerin (midye ve hamsi) 15-16 °C'de sindirimi (Doğruların başlangıç noktası her iki yemin ortalama ağırlığı 2.23 ± 0.10 g olduğu için 2.23' de sabitleştirilmiştir [43].)

3.4. Ardıl Yemlemenin Sindirime Etkisi

Bu çalışmada ardıl yemlemenin sindirim oranı üzerine etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Tek yemleme yapılarak mezgitte (47.0 ± 9.50 g, $n=9$) bir hamsi (2.29 ± 0.12 g) 0.063 g/saat lik sindirim oranı ile yaklaşık 34 saatte sindirilirken, ardıl yemlemedeki hamsinin (2.09 ± 0.07 g) 0.047 g/saat lik sindirim oranı ile sindirimi yaklaşık 38 saat sürmüştür. Hamsinin verilmesinden 4 saat sonra midyenin verilmesi midede yarı bulamaç haldeki hamsinin bir kısmının dışarı (barsağa doğru) itilmesine neden olmuştur. Bu nedenle sindirim hızlanarak, hamsinin sindirim oranı 0.161 g/saat e yükselmiştir. Deney sonucu elde edilen verilere dayalı olarak çizilen grafikten midyenin hamsi sindirimini yavaşlattığı görülmüştür (Ek Tablo 5) (Şekil 10). Grafikteki bu eğrilerin eğimleri karşılaştırılarak tek yemlemedeki hamsi ile ardıl yemlemedeki hamsinin sindirimindeki farklılığın önem derecesi GLM analizi

sonucunda $p < 0.003$ olarak bulunmuştur. İstatistiki analiz sonuçları Tablo 3' te verilmiştir.

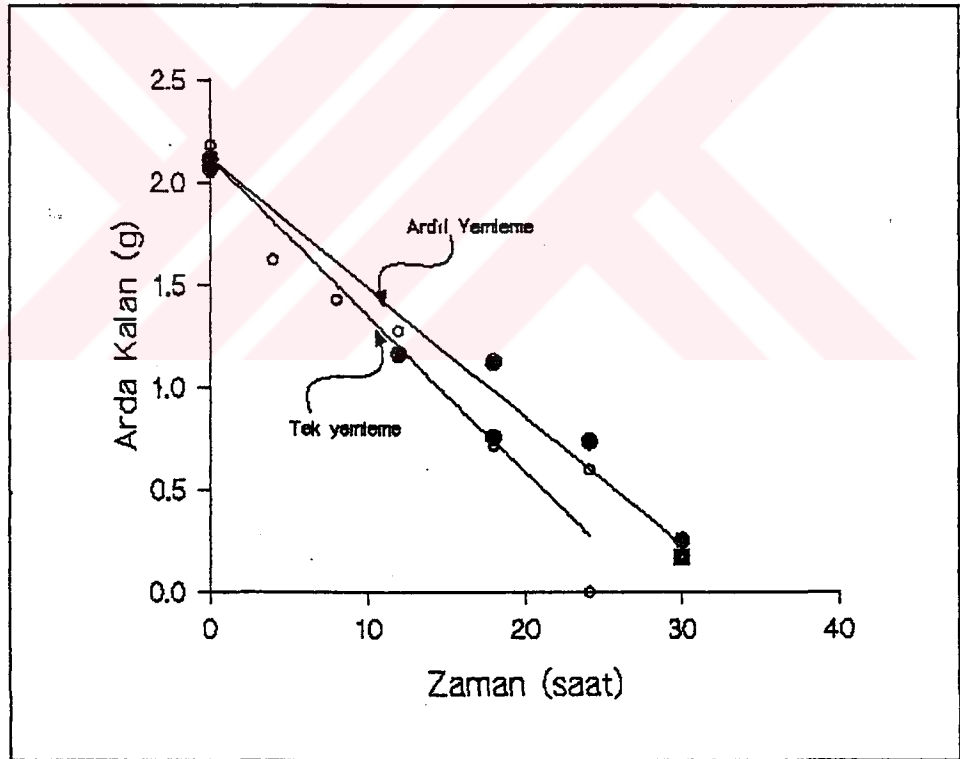


Şekil 10 . Mezgitlerde 15 °C' de hamsinin tek ve hamsiden 4 saat sonra midyeyin verildiği ardıl yemlemede sindirilmesi. (Doğruların başlangıç noktası her iki yemin ortalama ağırlığı 2.20 ± 0.14 g olduğu için 2.20' de sabitleştirilmiştir [43].)

Tablo 3. 15 °C' de hamsinin tek ve ardıl yemleme sonucunda sindirim oranı üzerine etkisinin istatistiksel analizi (GLM). İstatistiki olarak önemli olan (*) ile gösterilmiştir.

Kaynak	S.D.	Kareler Top.	Düzenlenmiş Kareler Top.	Düzenlenmiş Kareler Ort.	F	P
Deney	1	0.00008	0.00038	0.00038	0.00	0.948
Zaman	6	3.98338	3.98278	0.66380	7.93	0.003*
Balık	1	0.09710	0.09710	0.09710	1.16	0.310
Hata	9	0.75374	0.75374	0.08375		
Toplam	17					

Tek başına midyenin sindirimi ile ardıl yemlemedeki midyenin sindirimini farklılığı da araştırıldığında, ardıl yemlemedeki midyenin (2.12 ± 0.06 g) mezgitlelerdeki (47.0 ± 9.50 g, $n=9$) sindirimini, tek yemlemedeki midyenin (2.16 ± 0.03 g) mezgitlelerdeki (48.0 ± 10.7 g, $n=8$) sindiriminden daha yavaş olduğu gözlenmiştir. Tek yemlemede midyenin 0.075 g/saat lik sindirim oranı ile sindirimi 28 saat sürerken, ardıl yemlemede sindirim 0.047 g/saat lik sindirim oranıyla 34 saatte tamamlanmıştır (Şekil 11). Sindirim oranları arasında GLM analizi yapıldığında iki sindirim oranı arasında önemli bir fark olduğu gözlenmiştir ($p < 0.05$). İstatistiksel analiz Tablo 4' te verilmiştir. Tabloya bakıldığında ayrıca deneyler arasında da istatistiki olarak önemli bir fark olduğu görülmüştür. Bu farklılığın midyenin içerdiği su miktarından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 11. Laboratuvar şartlarında $15-16$ °C' de küçük mezgitlelerde midyenin tek ve ardıl yemlemede sindirimi (Doğruların başlangıç noktası her iki yemin ortalama ağırlığı 2.12 ± 0.04 g olduğu için 2.12 ' de sabitleştirilmiştir [43]. ■ Mide içeriği sıfır olduktan sonraki veriler analize alınmamıştır).

Tablo 4. 15-16 °C' de midyenin tek ve ardıl yemlemede sindirim oranı üzerine etkisinin istatistiksel analizi (GLM). İstatistiksel olarak önemli olan (*) ile gösterilmiştir.

Kaynak	S.D.	Kareler Top.	Düzenlenmiş Kareler Top.	Düzenlenmiş Kareler Ort.	F	P
Deney	1	0.19551	0.36022	0.36022	7.92	0.048
Zaman	6	4.58676	4.01092	0.66849	14.70	0.011*
Balık	1	0.00001	0.00001	0.00001	0.00	0.988
Hata	4	0.18189	0.18189	0.04547		
Toplam	12	4.96418				

Tablo 5' de hamsi ve midyenin tek ve ardıl yemlemede elde edilen sindirim oranları ve istatistiksel parametreler verilmiştir.

Tablo 5. Laboratuvar şartlarında 15-16 °C' de hamsi ve midyenin tek ve ardıl yemlemede elde edilen sindirim oranları ve istatistiksel parametreler. b: bütün hamsi, ms: midyeden sonraki hamsi, mö:midye verilmeden önceki hamsi, H+M: hamsi ve midye.

Beslenme Şekli	Sıcaklık (° C)	S.O.(g/saat) Normal	S.O.(g/saat) Sabitleştirilmiş	R ²	P	n
Tek yem.						
Hamsi	15	0.063±0.008		0.86	0.001	11
Midye	16	0.075±0.007		0.94	0.001	8
Ardıl Yem.						
Hamsi (b)	15	0.047±0.007	0.063	0.82	0.001	9
Hamsi (ms)	15	0.030±0.004	0.057	0.84	0.001	9
Hamsi (mö)	15	0.161±0.020	0.186	0.97	0.015	4
Midye	15	0.047±0.009	0.057	0.76	0.002	9
H+M	15	0.095±0.018		0.81	0.002	9

4. İRDELEME VE DEĞERLENDİRME

Seyhan [4] tarafından yapılan bir çalışmada, çaça (*Sprattus sprattus*) balığının mezgitler tarafından sindirilmesinde önemli faktörlerden birisinin de bu balığın doku yapısının olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca çaça derisinin sindirimi sınırlayan bir faktör olduğu da belirtilmiştir. Bu iddiaların benzer doku özelliği gösteren hamsi için de geçerli olup olmadığını araştırmak amacı ile bu araştırmada besin olarak hamsi kullanılmıştır. Bir diğer neden de hamsinin, Karadeniz' de mezgitler için en önemli besin kaynaklarından birisi olmasıdır. Literatür çalışmaları farklı yemlerin sindirim oranlarının farklı olacağını göstermektedir. Bu nedenle hamsinin yanında, sindirim oranının yüksek olacağı tahmin edilen midye de özellikle seçilmiştir. Ayrıca kolayca temin edilebilmesi de yem seçiminde önemli faktör olmuştur.

4.1. Çalışmayı Olumsuz Yönde Etkileyen Faktörler

1. Laboratuvar Donanımının Yeterli Olmaması : İmkansızlıklar nedeniyle laboratuvarda gerekli araç ve gereçlerin eksik olması, sıcaklığın sindirim oranı üzerine etkisinin araştırılmasını engellemiştir.

Laboratuvarda su sirkülasyonunun olmaması nedeniyle akvaryumlardaki sular taşımak suretiyle, hava şartlarına bağlı olarak gün aşırı veya iki günde bir değiştirilmiştir. Su sirkülasyonunun olmamasının, başlangıçta deney sonuçlarını olumsuz etkileyebileceği düşünülmüşse de, Seyhan [4]' in araştırma sonuçlarıyla bu araştırmadaki deney sonuçları karşılaştırıldığında benzer bulguların ortaya çıktığı görülmüştür.

Beslenme fizyolojisi ile ilgili çalışmalarında Seyhan [4], mezgit balıklarında (aynı ağırlıkta) % 25' lik bir varyasyon görülebildiğini belirtmiş ve bu çalışmada da benzer bir sonuç alınmıştır. Bu bireysel varyasyona rağmen Seyhan [4]' in çalışması referans kabul edilmiş ve geliştirdiği modelle bu çalışmanın sonuçları mukayese edilmiştir.

$$\text{Sindirim Zamanı} = 126.47 W^{-0.111} S^{0.26} e^{-0.068T} \quad (15)$$

Burada :

W=balık ağırlığı (g), S=mide içeriği (g), T=sıcaklık (°C) olarak verilmiştir.

Bu formül araştırmadaki verilere uygulandığında, Seyhan [4]' in araştırmasına yakın bir sonuç olduğu gözlenmiştir (Tablo 6).

Tablo 6. Bu araştırma sonucu elde edilen sindirim zamanlarının Seyhan tarafından 1994' te elde edilen sindirim zamanıyla (saat) karşılaştırılması

	Model (Seyhan [4])	Bu çalışma
Derisiz (Hamsi)	37*	30
Derili (Hamsi)	37*	34-38
Midye	33	28-34

(* Derisiz hamsinin sindirim oranı ile derili hamsinin sindirim oranı arasında % 12.7' lik bir fark vardır. Bundan dolayı modelde elde ettiğimiz her iki değer de aynıdır.)

Elde ettiğimiz sonuçlara göre ortam şartı olarak suyun sirküle edilip edilmemesi deney sonucunu etkilemediği söylenebilir.

2. Balık Sayısındaki Azlık Nedeniyle Deneyler Arasında Zorunlu Olarak Ara Verilmesi : Midenin yıkanması esnasında özofagus ve midenin iç yüzeyi zedelenmeye maruz kalabilir. Bu nedenle iç zedelenmenin iyileşmesi için iki deney arasında balıklar iki hafta dinlendirilmiştir. Balık besleme fizyolojisinde sonuçları etkileyecek benzer problemlerin (eğer varsa) iki haftalık dinlenme süresi ile ortadan kaldırıldığı gösterilmiştir [4].

3. Balık Sayısının Yeterli Olmaması : Yeterli sayıda balık avlanılamayışı, balıkların avlandıktan sonra laboratuvar şartlarına istenilen ölçüde uyum sağlayamaması ve bunun yanında az da olsa bir kısım balığın (5 adet) ölmesi, balık sayısında azalmaya neden olmuştur. Balıkların yeterli sayıda olmaması nedeni ile balık büyüklüğünün sindirim oranı üzerine etkisi araştırılamamıştır. Ayrıca balık sayısındaki azlık, araştırmanın geniş kapsamlı olmasına engel teşkil etmiştir.

4.2. Mezgitlerde Sindirim Fonksiyonunun Tanımlanması

Balıklarda sindirim fizyolojisi çalışmalarında, tek yemle yemleme tekniğinde mide içeriğinin zamana bağlı olarak azaldığı bilinmektedir [88].

Mide içeriklerinin zamana bağılı olarak azalması, en iyi Jones [44] tarafından doğrusal sindirim fonksiyonu olarak tanımlanmıştır. Bu fikre Gadidae' ler için çalışan Seyhan [4], Daan [7], Robb [88] ve Bromley [92]' de katılmışlardır.

Yazın doğada yem çeşidinin fazla olması nedeniyle sindirim oranının hesaplanması ardıl yemlemeye dayandırılmasına rağmen, kışın doğal sindirim oranının tahmini ise tek yemleme tekniğine dayandırılmıştır [88].

Olson ve Mullen [89] sindirim boyunca mide hareketlerinin neden sabit kaldığını açık olarak ifade edememişlerdir. Bununla beraber mezgitlerde verilerin en iyi şekilde tanımlanmasını, zamana bağılı doğrusal (lineer) fonksiyonla ifade etmişlerdir.

Mezgitler için zamana karşı ortalama mide içeriklerini gösteren eğriler arası ilişkiler incelendiğinde, en uygun olanının doğrusal sindirim modeli olduğu görülmüştür. Bu modelde mide içeriğinin sıfır olmasından sonraki değerler analize konulmamıştır.

Sindirim oranının yem miktarına bağılı olduğu kum balığı (*Ammodytes türleri*) ile beslenen *Scophthalmus maximus*' larda gözlenmiştir [11].

Bu çalışmada da, mide içeriğinin zamana bağılı doğrusal olarak azaldığı gözlenmiştir. Diğer balık türlerinde sindirim fonksiyonu Tablo 7' de verilmiştir. Bu tabloda düşük enerji içeriğine sahip kolayca sindirilebilen küçük organizmaların sindirimi eksponansiyel fonksiyonla tanımlanırken, solucan gibi enerji içeriği diğer küçük organizmalara göre yüksek olanların sindirimi en iyi lineer fonksiyonla belirlenmiştir [83].

Yem yüzey alanının geniş olması durumunda, aynı miktardaki ancak küçük parçacıklardan oluşan yemlere göre sindirim hızı daha yavaş olmaktadır. Bu da matematiksel olarak en iyi lineer ya da karekök modeliyle tanımlanmıştır [30, 90].

Yemin enerji içeriği sindirimde en önemli faktör olarak yer almaktadır. Yaş hamur ve ıslak pelet yüksek kül ve enerji içeriği (5-12 k joule/ml) nedeniyle eksponansiyel ya da karekök, yüksek enerjili (20 k joule/g) kuru pelet yemler (% 90 kuru) ise lineer ya da karekök fonksiyonuyla tanımlanır [9, 23, 83]. Bununla beraber daha sonraki çalışmalar, balıklarda sindirimin lineer olarak en iyi şekilde ifade edilmesini, mide kontraksiyonlarına ve örnekleme zamanına bağılı olduğunu belirtmiştir [4].

Tablo 7. Çeşitli balık türlerinde elde edilen sindirim fonksiyonları [23, 39, 45, 83].

Balık Türü	Av Çeşidi	Matematiksel Model
<i>Ictalurus melas</i>	küçük organizmalar*	eksponansiyel
<i>Perca fluviatilis</i>	küçük organizmalar*	karekök, lineer
<i>Salmo trutta</i>	küçük organizmalar*	eksponansiyel
<i>Salmo gairdneri</i>	küçük organizmalar*	lineer, karekök, eksponansiyel
<i>Lepomis macrochirus</i>	küçük organizmalar*	karekök, eksponansiyel
<i>Lepomis gibbosus</i>	küçük organizmalar*	lineer, karekök, eksponansiyel
<i>Deltontosteus qadrimaculatus</i>	küçük organizmalar*	lineer, karekök, eksponansiyel
<i>Gadus morhua</i>	küçük organizmalar*	lineer, karekök, eksponansiyel
<i>Lepomis macrochirus</i>	solucan	lineer, karekök
<i>Lepomis gibbosus</i>	solucan	lineer
<i>Gadus morhua</i>	geniş yüzeyli yemler**	lineer, karekök
<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	geniş yüzeyli yemler**	lineer, karekök
<i>Merlangius merlangus</i>	geniş yüzeyli yemler**	lineer
<i>Micropterus salmoides</i>	geniş yüzeyli yemler**	lineer, karekök, eksponansiyel
<i>Chaenobryttus glosus</i>	geniş yüzeyli yemler**	lineer
<i>Lepisosteus aeglefinus</i>	geniş yüzeyli yemler**	lineer
<i>Amia calva</i>	geniş yüzeyli yemler**	lineer
<i>Stizostedion vitreum vitreum</i>	geniş yüzeyli yemler**	lineer, karekök, eksponansiyel
<i>Perca fluviatilis</i>	geniş yüzeyli yemler**	karekök
<i>Ophiocephalus punctatus</i>	geniş yüzeyli yemler**	lineer, karekök
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	geniş yüzeyli yemler**	lineer, karekök
<i>Pleuronectes platessa</i>	yaş hamur	lineer, karekök, eksponansiyel
<i>Salmo gairdneri</i>	ıslak pelet	karekök, eksponansiyel
<i>Salmo gairdneri</i>	kuru pelet	lineer, karekök
<i>Perca flavescens</i>	kuru pelet	lineer, karekök
<i>Scophthalmus maximus</i>	pelet yem	eksponansiyel
<i>Scophthalmus maximus</i>	pelet yem	lineer
<i>Limanda limanda</i>	pelet ve Mytilus	lineer
<i>Rutilus rutilus</i>	Daphnia ve Chaoborus	eksponansiyel
<i>Leuciscus cephalus</i>	***	eksponansiyel
<i>Pachychilon pictum</i>	***	eksponansiyel
<i>Blennius pholis</i>	***	eksponansiyel
<i>Oncorhynchus kisutch</i>	***	eksponansiyel

* Küçük organizmalar: Tenebrio türleri ** Geniş yüzeyli yemler: Çeşitli balık türleri

*** Verilen yem çeşidi belirtilmemiş

4.3. Mezgitlerde Gıda Doyum Noktası

Hücre yapımı, büyüme, hareket ve üreme için gerekli enerji tüketilen yem miktarına bağlıdır. Balığa ve onun yem alımına etki eden pek çok faktör vardır (bkz. giriş).

Çalışmanın bu kısmı yenilebilen günlük maksimumu yem oranını ve mide kapasitesinin bulunmasına yardımcı olmuştur [4, 9, 50]. Yenilebilen günlük maksimum yem oranından yararlanarak balık stoklarının ölüm oranları hesaplanabilir.

Seyhan [4], 11° C' de mezgitle (305±56.90 g, n=8) üzerine yaptığı araştırmada tek yemle yapılan gıda doyum noktası eğrisini, sindirim eğrisine yaklaşık bulmuştur. Benzer sonuçlar 11-12 °C' de *Salmo gairdneri* ve 15 °C' de *Scophthalmus maximus* için de bulunmuştur [2, 50].

Bu araştırmada 11-13 °C' de mezgitlerde (48.0±8.30 g, n=12) gıda doyum noktası deneyinde yenilebilen maksimum günlük yem oranı 4.90±2.98 g olarak bulunmuştur. Balıkların bu değere belirlenmiş 30. saatte (bkz. metod) ulaştığı gözlenmiştir.

Bazı araştırmacılar tarafından *Scophthalmus maximus* üzerinde yapılan çalışmalarda da gıda doyum noktasının sindirim zamanıyla ilişkili olduğu gösterilmiştir [17, 19, 46].

4.4. Derinin Sindirim Üzerine Etkisi

Bu çalışmada, yem olarak verilen hamsi derisinin sindirim oranı üzerine etkisi araştırılmış olup bu etki önemli bulunmuştur. Derinin sindirim üzerine etkisiyle ilgili bir çalışmaya rastlanılmamış; ancak Seyhan [4], çaça (*Sprattus sprattus*) balığı kullanarak mezgitle üzerine yaptığı araştırmada derinin sindirim üzerine etkisinin var olduğunu iddia etmiştir.

Yapılan bu araştırmada derisi soyulmuş hamsinin (2.31±0.01 g) sindirimi 0.071 g/saat lik sindirim oranına sahipken, normal bir hamside (2.29±0.12 g) sindirim oranının 0.063 g/saat e düştüğü gözlenmiştir.

4.5. Farklı Yemlerin Sindirim Oranı Üzerine Etkisi

Yapılan çalışmalar sonucunda balıklarda farklı yemlerin sindirim oranı üzerine etkili olduğu bulunmuştur [44, 88, 92]. Laboratuvar şartlarında 10 °C' de Seyhan [4] yaptığı çalışmada çaça ve solucanı yem olarak kullanmış ve çaça balığının sindirimini daha uzun zamanda tamamladığını bulmuştur. Aynı şekilde bu çalışmada aynı ağırlıktaki hamsi ve midye farklı sindirim oranı ile sindirilmiştir.

Jobling [83] yaptığı araştırmada besin maddelerinin sindirilmesinde biyokimyasal özelliğin önemli bir faktör olduğunu belirtmiştir. Enerji içeriği yüksek olan besin maddelerinin sindirimi, enerji içeriği düşük olanlara göre daha uzun zaman almaktadır. Bu durum bu çalışmada kullanılan farklı enerji içeriğine sahip midye (70-101 kcal/100 g) ve hamsi (193.67 kcal/100 g)' nin farklı oranlarda sindirilmesinin nedenini açıklamaktadır [93, 94].

Ancak Robb [88] mezgitler üzerine yaptığı çalışmada yem olarak kullanılan clupeoid ve kum balığının birinci saatte aynı oranda sindirildiklerini belirtmiştir. Jones [44] *Melanogrammus aeglefinus*, *Gadus morhua* ve *Merlangius merlangus*, Macdonald ve arkadaşları [16] *Gadus morhua* ve *Macrozoarces americanus*, *Hippoglossoides plassoides* için farklı sindirim oranlarını, balık ve omurgasız gibi farklı yiyecek türleri kullanarak göstermişlerdir. Jobling [88] *Pleuronectes platessa* için avın enerji değeri ile sindirim oranı arasında ters ilişki olduğunu belirtmiştir.

4.6. Ardıl Yemlemenin Sindirim Oranı Üzerine Etkisi

Mezgitlerde yiyecek tüketimi avın sindirilme oranına bağlıdır. Fletcher ve arkadaşları [17] pelet yemle besledikleri *Limanda limanda* için yaptıkları çalışmada, ikinci yemin sindirim oranında gözle görünür bir farklılık olmamasına rağmen, birinci yemin sindirilmesinde bir yavaşlama olduğunu belirtmişlerdir. Benzer sonuçlar *Gadus morhua* için Tyler [6] tarafından bulunmuştur. Mezgitlerdeki bu çalışmanın sonuçları Fletcher ve arkadaşları [17] *Limanda limanda*, Persson [91] *Rutilus rutilus*, *Perca fluviatilis*, Talbot ve arkadaşları [9], *Salmo salar* ve Ruggerone [47] *Oncorhynchus kisutch* için desteklenmiştir. Seyhan [4] *Merlangius merlangus*' larla yapmış olduğu çalışmada benzer sonuçları bulmuştur.

Bu araştırmada elde edilen bulgular da önceki çalışmalarla uyum halindedir. Ardıl yemlemede 15 C' de hamsi (2.09±0.07 g) ve midye (2.12±0.06 g) kullanılarak, deney sonucunda mezgitlerdeki sindirimin ikinci yem tarafından etkilendiği, yani midyenin hamsinin sindirimini yavaşlattığı bulunmuştur.

Seyhan [4], 10.0-11.7 C' de mezgitlerde yaptığı çalışmada tek ve ardıl yemlemede solucanın sindirim oranı üzerine etkisinin önemsiz olduğunu bulmuştur. Benzer sonuç, Fletcher ve ark. [17] tarafından aynı şartlarda *Limanda limanda* için yapmış oldukları çalışmada gözlenmiştir.

Bu araştırmada tek ve ardıl yemlemede midyenin sindirim oranı üzerine etkili olduğu bulunmuştur. Aynı sonuç, *Oncorhynchus kisutch* için Ruggerone [47] tarafından ortaya çıkarılmıştır.

Seyhan [4]' in tek ve ardıl yemlemedeki solucanın sindirim oranı üzerine yapmış olduğu çalışma sonucuyla bu çalışmada midye için elde edilen bulgunun farklılığı;

- a) Farklı yemlerden,
- b) Balık sayısındaki azlık nedeniyle yeterli veri elde edilememesi,
- c) Balıklar arasındaki varyasyonun büyüklüğünden kaynaklandığı düşünölmektedir.

Seyhan [4] mezgitlerde, tek ve ardıl yemlemede aa balığı kullanarak yapmış olduğu çalışmada, ardıl yemlemedeki sindirimin tek yemlemedeki sindirimden daha yavaş olduğunu gözlemiştir. Hamsi kullanılarak yapılan bu çalışmada da benzer sonuç elde edilmiştir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada mezgitlerin beslenme fizyolojisi kısmi olarak çalışılmıştır. Mezgitlerde gıda doyum noktası ve sindirim oranını etkileyen parametrelerden deri, iki farklı doğal yem ve ardıl yemlemenin sindirim oranı üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu araştırma sonucunda;

a) 11-13 °C' de mezgitlerde (48.0 ± 8.30 g, $n=12$) yenilebilen maksimum günlük yem oranı vücut ağırlığının %10.2' si olarak bulunmuş ve balıkların bu maksimum günlük yem oranına belirlenmiş 30. saatte (bkz.metod) ulaştığı gözlenmiştir.

b) Derinin sindirimi etkileyen faktörlerden bir tanesi olduğu kanıtlanmıştır.

c) Midye (2.12 ± 0.003 g) 0.075 g/saat lik oranla sindirilirken, hamsi (2.29 ± 0.120 g) 0.063 g/saat te sindirilmiştir. Bu iki yemin sindirim oranlarındaki farklılık, yemlerin sahip olduğu farklı biyokimyasal içerikten kaynaklanmaktadır.

d) Mezgitlerde (47.0 ± 9.50 g, $n=9$) ardıl yemleme yapılması durumunda ikinci yemin birinci yemin sindirimini yavaşlattığı bulunmuştur.

Mide birinci yem için salgıladığı sindirim salgılarını ikinci yem için de kullanmaktadır. Bu da sindirim oranının düşmesine ve sindirim zamanının artmasına neden olmaktadır [88].

e) Midyenin, tek yemlemede 0.075 g/saat lik sindirim oranıyla 28 saatte, ardıl yemlemede 0.047 g/saat lik sindirim oranıyla 34 saatte sindirildiği gözlenmiştir. Benzer şekilde hamsi tek yemlemede 0.063 g/saat lik sindirim oranıyla sindirilirken ardıl yemlemede bu sindirim oranının 0.047 g/saat e düştüğü, yani sindirim zamanının uzadığı gözlenmiştir. Bu durum tek ve ardıl yemlemenin sindirim oranı üzerine etkisinin varlığını ortaya koymuştur.

6. ÖNERİLER

Balıkların beslenme fizyolojileri ve ekolojilerinin araştırılarak bulunması, yetiştiricilik, doğal stokların en etkili bir şekilde idaresi ve söz konusu olan stoğun devamlılığının sağlanması açısından temel bilgi kaynağı oluşturmaktadır.

Balıkçılık ekolojisinde predatörlük ve onların besinleri ile arasındaki ilişki önemli yer tutmaktadır. Bu ilişkide, özellikle ölüm oranlarının önemli bir bölümünü teşkil eden predatörlük (kısmi olarak doğal ölüm oranı) balık stoklarının yönetim stratejilerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır.

Bu çalışmadan yola çıkarak Karadeniz' de mezgıt stoğunun ne kadar gıda tükettiğini bulmak amacıyla laboratuvarında:

1. Beslenme fizyolojisi çalışmaları için mezgıt beslendiği ana avları kullanarak;

a) Sindirim oranına av miktarının (g) etkisinin bulunması,

b) Değişik sıcaklıklarda sindirim oranına farklı avların etkisinin ortaya çıkarılması,

c) Mezgitlerde beslenme fizyolojisi, özellikle sindirim çalışmaları matematiksel modelleme ile yapılması gerekmektedir.

2. Mezgit populasyonunun Karadeniz' deki beslenme ekolojisi, örneğin;

a) Ne yediği,

b) Ne zaman yediği,

c) Av - predatör ilişkisi,

d) Mevsimsel değişiklikler (av çeşitleri),

e) Günlük değişimler detaylı olarak incelenmelidir.

Bu bilgilerin ışığında; Karadeniz ekosistemini en iyi şekilde ifade edebilecek modelleme ile mezgitler için toplam gıda tüketiminin hesaplanması mümkün olur. Bu diğer önemli predatörler için de önemlidir.

Bu da balıkçılık ekolojisi çalışmalarında, son yıllarda büyük önem taşıyan MSVPA' daki parametrelerin, dolayısıyla da mezgitin beslendiği avların doğal ölüm oranlarının hesaplanmasını sağlayacaktır.

Türkiye balıkçılığında önemli bir yere sahip olan Karadeniz' de bu tür çalışmalar yaygınlaştırılarak;

- a) Gıda zincirinin çıkarılması,
- b) Ekonomik değere sahip türlerin yönetim stratejilerinin belirlenmesi sağlanabilir.

Son zamanlarda dünya kamuoyunda ekolojik çalışmaların önemi hızla artmıştır. Bu da doğal dengenin en iyi şekilde sağlanarak insanlığın hizmetine sunulması amacına yöneliktir.

Yukarıda özetlenen ve her birinin detaylı bir çalışma olacağına inandığım konuların Fakültemizce yapılması, gerekli araç ve gerecin yeterli düzeye gelmesi ile mümkün olabilecektir.

7. KAYNAKLAR

1. Hall, S.J. , Maximum Daily Ration and Pattern of Food Consumption in Had Dock, (*Melanogrammus aeglefinus* L.) and Dab (*Limanda limanda* L.), J. Fish. Biol. , 31 (1987) 479-491.
2. Grove, D.J. , Lazoides, L.G ve Nott, J. , Satiation Amount, Frequency of Feeding and Gastric Emptying Rate in *Salmo gairdneri*, J. Fish. Biol. , 12 (1978) 507-516.
3. Jobling, M. , Bioenergetics Feed Intake and Energy Partitioning, Fish Ecophysiology, J.C. Rankin ve F.B. Jensen, Chapman ve Hall, Fish and Fisheries, London, 1993.
4. Seyhan, K. , Gastric Emptying, Food Consumption and Ecological Impact of Whiting, *Merlangius merlangus* (L.) in the Eastern Irish Sea Marine Ecosystem, Ph. D. Thesis , University Collage of Northwales, U. K. ,1994.
5. Jobling, M., Christiansen, J. S. , Jcrgensen, E.H. ve Arnesen, A.M. , The Application of X- Radiography in Feeding and Growth Studies with Fish: A Summary of Experiments Conducted on Arctic Charr, Fisheries Science, 13 (1993) 223-237.
6. Tyler, A.V. , Rates of Gastric Emptying in Young Cod, J. Fish. Res. Bd. Can., 27 (1970) 1177-1189.
7. Daan, N. , A Quantitative Analysis of The Food Intake of North Sea Cod, (*Gadus moruha* L.), J. Sea Res. , 4 (1973) 479-517.
8. Elliott, J.M. ve Persson, L. , The Estimation of Daily of Food Consumption for Fish , J. Anim. Ecol. , 47 (1978) 977-993.
9. Talbot, C. , Laboratory Methods in Fish Feeding and Nutritional Studies, Fish Energetics, Tyler, P. ve Calow, P. , Croom Helm Ltd., Sidney, 1985.

10. Basimi, R.A. ve Grove, D.J. , Estimates of Daily Food Intake by An Inshore Population of *Pleuronectes platessa* L. off Eastern Anglesey, North Wales, J.Fish. Biol. , 27 (1985b) 505-520.

11. Bomley, P.J. , The Effect of Food Type, Meal Size and Body Weight on Digestion and Gastric Evacuation in Turbot (*Scophthalmus maximus* L.), J. Fish. Biol. , 30 (1987) 501-512.

12. Seyhan, K. ve Grove, D. J. , 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 Eylül 1993, Finland.

13. Mölnár, G. , Tamossy, E. ve Tölg, L. , The Gastric Digestion in Living Predatory Fish, The Biological Basis of Freshwater Fish Production, S.D. Gerkin, Blackwell Scientific Puplications, Oxford, 1967.

14. Steigenberger, L.W. ve Larkin, P.A. , Feeding Activity and Rates of Digestion of Northern Sguawfish (*Ptychocheilus oregonensis*), J. Fish. Res. Bd. Can., 31 (1974) 411-420.

15. Grove, D.J. ve Crawford, C. , Correlation Between Digestion Rate and Feeding Frequency in The Stomacless Teleost, *Blennius pholis* L. , J. Fish Biol. , 19 (1980) 63-71.

16. Macdonald, J.S., Wainwood, K. ve Green, R.H. , Rates of Digestion of Different Prey in Atlantic Cod (*Gadus morhua*), Ocean Pout (*Macrozoarces americanus*) and American Plaice (*Hippoglossoides platessoides*), Can. J. Fish. Aquat. Sci. , 39 (1982) 651-659.

17. Fletcher, D.J. , Grove. D.J. , Basimi, R.A. ve Ghaddaf, A. , Emptying Rates of Single and Double Meals of Different Food Quality from The Stomach of Dab (*Limanda limanda* L.), J. Fish. Biol. , 25 (1984) 435-444.

18. Edwards, D.J. , Effect of Temperature on Rate of Passage of Food Through The Alimentary Canal of the Plaice, *Pleuronectes platessa*, L., J. Fish. Biol. , 3 (1971) 433-439.

19. Jobling, M. , Gwyther, D. ve Grove, D.J. , Some Effect of Temperature, Meal Size and Body Weight on Gastric Evacuation Time in Dab (*Limanda limanda* L.), J. Fish Biol. , 10 (1977) 291-298.

20. dos Santos, J. ve Jobling, M. , Gastric Emptying in Cod (*Gadus morhua* L.): Effects of Food Particle Size and Diatery Energy Content, J. Fish. Biol. , 33 (1988) 511-516.

21. Singh-Renton, S. , Gadoid Feeding: An Emprical and Theoretical Study of Factors Effecting 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 , Buckingham , 1990.

22. Foster, J.R. , Pulsed Gastric Lavage: An Efficient Method of Removing The Stomach Content of Live Fish, Prog. Fish. Cult. , 39, 4 (1977) 166-169.

23. Persson, L. , The Effect of Temperature and Different Food Organisms on The Rate of Gastric Evacuation in Perch (*Perca fluviatilis*), Freshwater Biol. , 11 (1979) 131-138.

24. Hyslop, E.J. , Stomach Content Analysis-A review of Methods and Their Aplication, J. Fish. Biol. , 17 (1980) 429- 441.

25. Peters, D.S. ve Hass, D.E. , A Radioisotopic Method of Measuring Food Evacuation Time in Fish, Am. Fish. Soc. , 103 (1974) 626-629.

26. Cowey, C.B. ve Sargent, J.R. , Fish Nutrion, Advances in Marine Biology, F.S. Russel and M. Yonge, New York, 1972.

27. Kevern, N.R. , Feeding Rate of Carp Estimated by A Radioisotopic Method, Am. Fish. Soc. , 95 (1966) 363-371.

28. Kolhemainen, S.E. , Daily Feeding Rates of Bluegill (*Lepomis macrochirus*) Determined by A Refined Radioisotope Method, J. Fish. Res. Bd. Can. , 31 (1966) 67-74.

29. Aldman, G. , Studies on Gall Bladder and Stomach Motility of The Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*, with Special Reference to Cholecystokinin, Ph. D. Thesis, Göteborg University, Göteborg, 1994.

30. Pandian, T.J. , Transformation on Food in The Fish (*Megalops cyprinoides* I.) Influence of Quality of Food, Mar. Biol., 1 (1967) 60-64.

31. Kapoor, B.G., Smith, H. ve Verighina, I.A. , The Alimentary Canal and Digestion in Teleost, Adv. Mar. Biol., 13 (1974) 109-239.

32. Windell, T.J. , Ecology of Freshwater Fish Production, S.D. Gerking, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1978.

33. Fange, R. ve Grove, D.J. , Fish Physiology, W. Hoare, D.J. Randall, ve J.R. Brett, Academic Press, New York, 1979.

34. Smith, R.L. , Paul, J.M. , Paul, A.J. , Gastric Evacuation in Walleye Pollock (*Theragra chalcogramma*), Can. J. Aquat. Sci. , 46 (1989) 489-493.

35. Sharple, J.B. , Tiemer, D.W. ve Deyoe, J. , Effects of Temperature on The Rate of Digestion by Channel Catfish, Prog. Fish. Cult., 31 (1969) 131-138.

36. Brett, J.R. ve Higgs, D.A. , Effect of Temperature on The Rate of Gastric Digestion in Fingerling Sock Eye Salmon (*Oncorhynchus nerka*), Comp. Biochem. Physiol., 21 (1970) 125-132.

37. dos Santos, J. , Aspects of The Eco-Physiology of Predation in Atlantic Cod (*Gadus morhua* L.) , Dr. Scient. Thesis, NFH. Univ. of Tromso, Tromso, 1990.

38. Smith, H. , Influence of Temperature on The Rate of Gastric Juice Secretion in The Brown Bullhad (*Ictalurus nebulosus*), Comp. Biochem. Physiol. , 12 (1967) 125-132.

39. Elliott, J.M. , Rates of Gastric Evacuation in Brown Trout, *Salmo salar* L. Fresh Water Biol. , 2 (1972) 1-18.

40. Jobling, M. ve Davies, S.P. , Gastric Evacuation in Plaice (*Pleuronectes platessa* L.) Effects of Temperature and Meal Size, J. Fish. Biol., 14 (1979) 539-546.

41. Jobling, M. , Gastric Evacuation in Plaice (*Pleuronectes platessa* L.) Effects of Dietary Energy Level and Food Consumption, J. Fish. Biol. , 17 (1980.) 187-196.

42. Flowerdew, M.W. ve Grove, D.J. , 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. Biol. , 14 (1968) 229-238.

43. Ricker, W.E. , Lineer Regression in Fishery Research, J. Fish. Res. Board. Can., 30 (1973) 409-434.

44. Jones, R. , The Rate of Elemination of Food from The Stomach of Haddock (*Melanogrammus aeglefinus*), Cod (*Gadus morhua*) and Whitting (*Merlangius merlangus*) , J. Cons. Int. Explor. Mar., 35, 3 (1974) 225-243.

45. Windell, J.T. , Rate of Digestion in The Bluegill Sunfish, Invest. Indian Lakes and Streams, 7 (1966) 185-214.

46. Gwyther, D. ve Grove, D.J. , Gastric Emptying in *Limanda limanda* (L.) and Return of Appetite, J. Fish. Biol. , 18 (1981) 245-249.

47. Ruggerone, G.T. , Gastric Evacuation of Single and Multiple Meals by Piscivorous Coho Salmon, *Oncorhynchus kitsuch*, Env. Biol. Fishes, 260 (1989) 143-147.

48. Windell, J.T. , Norris, D.O. , Kitchell, J.F. ve Norris, J.S. , Digestive Response of Rainbow Trout, *Salmo gairdneri*, to Pellet Diets, J. Fish. Res. Board Can., 26 (1969) 1801-1812.

49. Grove, D.J. , Lozoides, L.G. ve Nott, J. , Satiacion Amount, Frequency of Feeding and Gastric Emptying Rate in *Salmo gairdneri*, J. Fish. Biol. , 12 (1978) 507-516.

50. Grove, D.J. , Moctezuma, M.A. , Flett, H.R.S. , Foott, J.S. , Watson, T. ve Flowerdew, M.W. , Gastric Emptying and The Return of Appetite in Juvenile Turbot, *Scophthalmus maximus* L., Fed on Artificial Diets, J. Fish. Biol. , 26 (1985) 339-354.

51. Bakova, E. , Daily Food Consumption and Digestive Rate in *Rutilus rutilus*, Rybnoje Khosyajstvo, 6 (1938) 116-128.

52. Baldwin, N.S. , Food Consumption and Growth of Brook Trout at Different Temperatures, Trans. Amer. Fish. Soc. , 86 (1956) 323-328.

53. Elliott, J.M. , Weight of Food and Time Required to Satiated Brown Trout, *Salmo trutta* L. , Freshwat. Biol. , 5 (1975) 51-64.

54. Thorpe, J.E. , Daily Ration for Adult Perch, *Perca fluviatilis* L. During Summer in Loch Leven, Scotland, J. Fish. Biol. , 11 (1977) 55-68.

55. De Silva, S.S. ve Wi Jeranate, M.J.S. , Studies on The Biology of Young Grey Mullet, *Mugil cephalus* L. , II. Food Intake and Feeding, Aquaculture, 12 (1977) 157-167.

56. Galbraith, M.G. , Size-selective Predation on *Daphnia* by Rainbow Trout and Yellow Perch, Trans. Am. Fish. Soc., 96 (1967) 1-10.

57. Ringler, N.H. ve Brodowski, D.F. , Functional Response of Brown Trout (*Salmo trutta* L.) to Invertebrate Drift, J. Freshwater Ecol. , 2 (1983) 45-57.

58. Krunk, H. , Diurnal Periodicity in The Activity of The Common Sole, *Solea solea*, J. Sea Res. , 2 (1963) 1-28.

59. Jobling, M. , Feeding Behaviour and Food Intake of The Dab (*Limanda limanda*), M. Sc. Thesis, University of Wales, U.K. , 1974.

60. Peter, R.E. , Fish Physiology, W.S. Hoar, D.J. Handall ve R.J. Brett, Vol. VIII , Academic Press, London, 1979.

61. Faris, A.A. , Some Effects of Acid Water on The Biology of *Gasterosteus aculeatus* (Pisces) , Ph. D. Thesis, University of Wales, U.K. , 1986.

62. Wotton, J.R. , Ecology of Teleost Fishes, Chapman ve Hall, Fish and Fisheries Series, London, 1990.

63. De Silva, S.S. ve Perra, P.A.B. , Studies on The Young Grey Mullet, *Mugil cephalus* L., I. Effect of Salinity on Food Intake, Growth and Food Conversion, Aquaculture, 7 (1976) 327-338.

64. Webb, P.W. , Fish Physiology, W.S. Hoar ve D.J. Randall, Academic Press, London, 1978.

65. Dill, L.M. , Adaptive Flexibility in The Foraging Behaviour of Fishes, Can. J. Fish. Aquat. Sci., 40 (1983) 398-408.
66. Metcalfe, N. B. , Huntingford, F.A. ve Thorpe, J.E. , The Influence of Predation Risk on The Feeding Motivation and Foraging Strategy of Juvenile Atlantic Salmon, Animal Behav., 35 (1987) 901-911.
67. Fenderson, O. C. , Evenhart, W.H. ve Muth, K.M. , Comparative, Agonistic and Feeding Behaviour of Hatchery-reared and Wild Salmon in Aquaria , J. Fish. Res. Board. Can. , 25 (1968) 1-14.
68. Olla, B. L. ve Samet, C. , Fish to Fish Attraction and The Facilitation of Feeding Behaviour As Mediated by Visual Stimuli in Striped Mullet, *Mugil cephalus*, J. Fish. Res. Board. Can., 31 (1974) 1621-1630.
69. Pitcher, T.J. , The Behaviour of Teleost Fishes, T.J. Pitcher, Croom Helm, London, 1986.
70. Fletcher, D.J. , The Physiological Control of Appetite in Fish, Comp. Biochemical Physiology, 78A, 4 (1984) 617-628.
71. Hunt, B.P. , Digestion Rate and Food Consumption of Florida Gar, Warmouth and Largemouth Bass, Trans. Amer. Fish. Soc. , 89 (1960) 206-210.
72. Brett, K.J. , Satiation Time, Appetite and Maximum Food Intake of Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*), J. Fish. Res. Bd. Can. , 28 (1971) 409-415.
73. Crawford, C. , Food Consumption and Digestion in *Blennius pholis*, M. Sc. Thesis, University College of North Wales, U.K. , 1977.
74. Magnuson, J.J. , Digestion and Food Consumption by Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis*), Trans. Amer. Fish. Soc. , 98, 3 (1969) 379-392.
75. Ware, D.M. , Predation by Rainbow Trout, *Salmo gairdneri*, The Influence of Hunger, Prey Density and Prey Size, J. Fish. Res. Board. Can., 29 (1972) 1193-1201.
76. Fletcher, D.J. , The Physiological Control of Appetite in Fish. , Comp. Biochemical Physiology, 4 (1984) 617-628.

77. Pivnička, K. , Cerny, K. , Hisek, K. , ve Schierlová, M. , The Illustrated Encyclopedia of Fishes, Pamela Bristow, First Edition, Chancellor Press, London, 1992.

78. Tyler, A.V. ve Dunn, R.S. , Ration, Growth and Mesures of Stomatic and Organ Condition in Relation to Meal Frequency in Winter Flounder (*Pseudopleuronectes americanus*) with Hypothses Regarding Population Homeostasis, J. Fish. Board. Can. , 33 (1976) 63-75.

79. Rozin, P.N. , Mayer, J. , Some Factors in Fluencing Short-Term Food Intake of The Gold Fish, Am. J. Physiol. , 206, 6 (1964) 1430-1436.

80. Lee, D.J. ve Putnam, G.B. , The Responses of Rainbow Trout to Varying Protein/Energy Rations in A Test Diet, J. Nutr. , 103 (1973) 916-922.

81. Lowell, R.T. , Factors Affecting Voluntary Food Consumption by Channel Catfish, Proc. A Cont. S. East Ass. Fish Wild. Agenc., 33 (1979) 563-571.

82. Iles, T.D. , Sea Fisheries Research, F.R. Harden Jones, Elek, London, 1974.

83. Jobling, M. , 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 (1987) 299-314.

84. Atay, D. , Deniz Balıkları ve Üretim Tekniği, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 943, Ders Kitabı No: 268, Ankara, 1985.

85. İsmen, A. , Short Communication Fecundity of Whiting, *Merlangius merlangus euxinus* (L.) on The Turkish Black Sea Coast, Fisheries Research, 1994.

86. Çelikkale, M.S. , İç Su Balıkları ve Yetiştiriciliği, Cilt 1, 2. Baskı, Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, Trabzon, 1994.

87. Wheeler, A. , The Fishes of The British Isles and North-West Europe, Macmillan and Co. Ltd., London, 1969.

88. Robb, A. P. , Gastric Evacuation in Whiting (*Merlangius merlangus* L.), ICES. CM 1990/G:15, Demersal Fish Committee, Session O, (mimo), 1990.

89. Olson, R. J. ve Mullen, A. J, Recent Developments for Making Gastric Evacuation and Daily Ration Determinations, Env. Biol. of Fish. , 16 (1986) 1-3.
90. Lambert, T.C. , Gastric Emptying Time and Assimilation Efficiency in Atlantic Mackerel, *Scomber scombrus*, Can. J. Zool. , 63 (1985) 817-820.
91. Persson, L. , Food Evacuation and Models for Multiple Meals in Fishes, Env. Biol. of Fish. , 10 (1984) 305-309.
92. Bromley, P. J. , Gastric Digestion and Evacuation in Whiting (*Merlangius merlangus* L.), J. Fish. Biol. , 33 (1988) 331-338.
93. Gögüş, A. K. , Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu Ders Teksirleri Seri No:19, Trabzon, 1988.
94. Karaçam, H. ve Boran, M. , Doğu Karadeniz Bölgesindeki Bazı Balıklarda Besin Elementleri ve Sindirilebilir Proteinler Üzerine Bir Araştırma, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, İzmir, 7, 25-28, (1990) 186-195.

8. EKLER

Ek Tablo 1. Laboratuvar şartlarında 11-13 °C' de mezgitlerde gıda doyum noktası

Balık Ağ. (g)	Verilen Yem (g) (midye)	4 saat sonra	8 saat sonra	12 saat sonra	18 saat sonra	24 saat sonra	30 saat sonra	36 saat sonra	29 saat sonra	48 saat sonra
59	4.065	5.738	0	2.457	2.764	3.97	2.229	1.449	7.236	3.929
43	4.740	2.963	0	0	4.373	1.041	2.340	2.028	2.994	2.821
32	4.571	3.301	0	2.693	3.187	0.891	3.141	1.384	3.124	3.393
47	5.858	0	1.504	1.377	4.012	3.097	6.038	3.393	7.141	4.809
34	4.789	2.179	0	1.601	1.798	1.393	4.925	3.741	3.375	2.084
51	3.358	0.496	0	0	2.92	5.346	6.946	1.266	4.954	4.561
53	13.588	0	0	0	0	7.050	6.682	7.289	5.576	6.593
50	5.365	0	0	0	0.763	2.822	5.967	2.452	2.524	2.440
57	1.376	0	0	0	0	1.777	3.518	0	3.381	1.540
51	2.669	0	0	0.389	1.510	2.064	2.905	0.755	3.465	1.314
46	4.192	0	0	1.454	3.521	2.267	4.607	0.971	2.453	4.198
54	4.229	0	0	1.024	2.383	3.227	4.041	0	2.793	2.438

Ek Tablo 2. Laboratuvar şartlarında 15 °C' de mezgitlerde hamsinin sindirimi

Balık Ağ. (g)	T (°C)	Verilen Yem (g)	Zaman (saat)	Mide İçeriği (g)
59	15	2.355	4	1.945
43	15	2.302	4	1.957
47	15	2.272	8	1.052
34	15	2.395	12	1.533
53	16	2.247	18	0.760
51	16	2.434	24	1.209
50	16	2.017	24	0.465
51	16	2.177	30	0.203
46	16	2.343	32	0.198

Ek Tablo 3. Laboratuvar şartlarında 15 °C' deki mezgitlerde derisiz hamsinin sindirimi

Balık Ağırlığı (g)	T (°C)	Verilen Yem (g)	Zaman (saat)	Mide İçeriği (g)
43	15	2.215	4	1.597
51	15	2.376	4	1.866
32	15	2.353	8	1.648
59	15	2.178	12	1.254
34	15	2.292	24	0.720
53	15	2.345	24	0.246
50	15	2.386	30	0.096
54	15	2.314	30	0

Ek Tablo 4. Laboratuvar şartları altında 16 °C' de mezgitlerde midyenin sindirimi

Balık Ağırlığı (g)	T (°C)	Verilen Yem (g)	Zaman (saat)	Mide İçeriği (g)
59	16	2.174	4	1.625
32	16	2.177	8	1.432
43	16	2.194	12	1.278
34	16	2.158	18	0.718
53	16	2.184	24	0.599
50	16	2.113	24	0
51	16	2.113	30	0.172

Ek Tablo 5. Mezgitlerde ardıl yemlemede midye ve hamsinin sindirimi
h: hamsi, m: midye, g: gram

Balık Ağ. (g)	T (°C)	Verilen Yem (h, g)	Zaman (Saat)	Mide İçeriği (h, g)	Verilen Yem (m, g)	Zaman (Saat)	Mide İçeriği (m, g)
32	15	2.170	4	1.446	2.116	0	2.116
53	15	2.047	4	1.444	2.068	0	2.068
34	15	2.035	8	1.380	2.020	4	1.047
59	15	2.010	12	1.116	2.112	8	1.004
50	15	2.142	18	0.890	2.145	12	1.164
57	15	2.054	18	0.820	2.101	12	1.215
51	15	2.150	24	1.154	2.079	18	0.759
43	15	2.018	30	0.564	2.187	24	0.740
51	15	2.177	36	0.470	2.208	30	0.254

9. ÖZGEÇMİŞ

1970 yılında Trabzon' da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Trabzon' da tamamladı. 1992' de Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksek Okulu' ndan mezun oldu.

Aynı yıl K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü' nde Yüksek Lisans eğitimine başladı. Mayıs 1994 tarihinde K.T.Ü. Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi' ne araştırma görevlisi olarak atandı. Halen bu göreve devam etmektedir.

