

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
(DOKTORA TEZİ)

ÇİPURA (*Sparus aurata*, L., 1758) BALIKLARININ DEĞİŞİK
SU SICAKLIKLARINDA VE YEM TİPLERİNDE SİNDİRİM
SÜRELERİNİN ARAŞTIRILMASI.

Aykut CİHANER

Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı
Bilim Dalı Kodu: 504.04.01
Sunuş Tarihi: 10 Eylül 2008

Tez Danışmanı. Yrd.Doç Dr. Ali Yıldırım Korkut

2008-İZMİR

I

Sayın Aykut CİHANER tarafından DOKTORA TEZİ olarak sunulan “Çipura (*Sparus aurata*, L., 1758) Balıklarının Değişik Su Sıcaklıklarında ve Yem Tiplerinde Sindirim Sürelerinin Araştırılması.” adlı bu çalışma, “Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği” nin 12 inci madde (c) ve (d) bentleri ve Enstitü yönergesinin ilgili hükümleri dikkate alınarak tarafımızdan değerlendirilmiş olup yapılan sözlü savunma sınavında aday oy ile başarılı bulunmuştur. Bu nedenle Aykut CİHANER’in sunduğu metin doktora tezi olarak kabulüne oy ile karar verilmiştir.

10/09/2008

Jüri Başkanı : Yrd.Doç.Dr. Ali Yıldırım KORKUT

Raportör Üye ; Yrd.Doç.Dr. Aysun KOP

Üye : Prof.Dr. Osman ÖZDEN

Üye : Yrd.Doç.Dr. Raşit GURBET

Üye ; Yrd.Doç.Dr. Selma KATALAY

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun/...../..... gün ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Süleyman BORUZANLI
Enstitü Sekreteri

Prof.Dr. Mehmet Ali UL
Enstitü Müdürü

II ÖZET

ÇİPURA (*Sparus aurata*, L., 1758) BALIKLARININ DEĞİŞİK SU SICAKLIKLARINDA VE YEM TİPLERİNDE SİNDİRİM SÜRELERİNİN ARAŞTIRILMASI.

CİHANER, Aykut

Doktora Tezi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği ABD.

Tez Yöneticisi: Yrd.Doç Dr. Ali Yıldırım Korkut

Eylül 2008, 68 sayfa

Bu tez çalışmasında, başlangıç canlı ağırlığı 6.436 ± 0.168 g olan cipuralar; farklı besin madde içeriklerine sahip, biri kontrol olmak üzere, üç deneme yemi ile beslenmiş, bu yemlerin sindirim süreleri ve içerisindeki besin maddelerini sindirim oranları belirlenmeye çalışılmıştır.

Denemenin ilk döneminde (0-45. günler) balıklar granül yem ile beslenmiş, ortalama 26.6°C su sıcaklığında yemin ilk sindirim süresinin 3.33 saat ile 4.66 saat arasında değiştiği bulunmuştur. Denemenin ikinci döneminde (45-90. günler) balıklar pelet yem ile beslenmeye devam edilmiş, ortalama 29.5°C su sıcaklığında ilk sindirim süresinin 4.68 saat ile 6.13 saat arasında değiştiği belirlenmiştir. Gruplar arası su sıcaklıklarında istatistiki bir farklılık bulunmamış, sindirim sürelerinin yemin içeriği ile ilgili olduğu düşünülmüştür.

90 gün boyunca yapılan sindirim denemesinde ise balıkların protein, yağ ve enerjiyi hangi oranda sindirebildiği hesaplanmaya çalışılmıştır. Eldeki bulgulara göre protein sindirilebilirliği %86.725-91.238 arasında , yağ sindirilebilirliği %92.709-95.304 arasında ve enerji sindirilebilirliği %75.851-81.323 arasında bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: cipura, sindirim süresi, sindirilebilirlik.

III

ABSTRACT

THE INVESTIGATION OF SEA BREAM'S DIGESTIVE TIME OF DIFFERENT FEED TYPES IN DIFFERENT WATER TEMPERATURES

CİHANER, Aykut

Ph.D Thesis., Department of Aquaculture

Supervisor: Prof.Dr Ali Yıldırım Korkut

September 2008, 68 pages

In this study; the sea bream whose mean weight was 6.436 ± 0.168 g, has been fed by three different feeds and their digestive time and total apparent digestibility rate have been investigated.

In 0-45 days, fishes have been fed by granul feeds in 26.6 °C water temperature. In that conditions digestive time has been determined between 3.33-4.66 hours. When the feed turned in to the pelleted form (days 45-90), digestive time has reached to 4.68-6.13 hours. There were no statistically significant difference between the groups; for that reason it was thought that fish feeds have made the difference for digestive time.

During 90 days of the trial, apparent digestibility of protein, fat and energy have been calculated. According to results; apparent digestibility of protein was 86.725-91.238%, apparent digestibility of fat was 92.709-95.304% and apparent digestibility of energy was 75.851-81.323%.

Key Words: Sea bream, digestive time, digestibility

IV TEŞEKKÜR

Bu tezin oluşmasında ve bugüne kadar yaptığımız bütün çalışmalarda büyük katkı ve emekleri bulunan danışmanım sayın Yrd.Doç.Dr. Ali Yıldırım KORKUT ve değerli hocam Aysun KOP'a,

Çalışmalarım sırasında her zaman yanımda bulunan, her aşamada destek ve yardımlarını gördüğüm sevgili dostum ve çalışma arkadaşım Araş.Gör.Dr.Özgür ALTAN'a,

Çalışmalarımın en başından en sonuna kadar büyük destek ve yardımlarını gördüğüm, en kıymetli varlıklarım eşim Tülay CİHANER ve kızım Gökçenur CİHANER'e teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY SAYFASI.....	I
ÖZET.....	II
ABSTRACT.....	III
TEŞEKKÜR.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VIII
RESİMLER DİZİNİ.....	IX
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	9
2.1. Çipuraların Büyüme-Gelişme ve Yem Değerlendirme Oranlarına İlişkin Çalışmalar.....	9
2.2. Sindirim ve Sindirilebilirlik Çalışmaları	11
3. MATERYAL VE YÖNTEMLER.....	18
3.1. Çalışma Yeri ve Balık Stoklama Koşulları.....	18
3.2. Denemede Kullanılan Balıklar.....	19
3.3. Denemede Kullanılan Yemler ve Yem Yapım Teknolojisi.....	20
3.4. Sindirim Süresi Belirleme, Fekes (dışkı) Toplama ve Sindirilebilirlik Hesaplama Yöntemi.....	25

VI

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)**Sayfa**

3.5. Yem ve Besin Madde Analiz Yöntemleri.....	27
3.6. Büyüme – Gelişme ve Yem Değerlendirilmesine İlişkin Hesaplama Yöntemleri.....	28
3.7. İstatistiki Analizler.....	30
4. BULGULAR.....	31
4.1. Balıkların Su Sıcaklığına Bağlı Sindirim Süresi Değişimi ile İlgili Bulgular.....	31
4.1.2. Balıkların Büyüme – Gelişme ve Yem Değerlendirme Oranlarına İlişkin Bulgular.....	37
4.1.3. Yemlerin ve İçerdiği Besin Maddelerinin Sindirim Oranlarına İlişkin Veriler.....	39
5. TARTIŞMA VE GENEL DEĞERLENDİRME.....	41
5.1. Yemin Sindirim Süresi ile İlgili Değerlendirmeler.....	41
5.2. Çipuraların Besin Maddelerini Sindirim Oranlarına İlişkin Değerlendirmeler.....	44
5.3. Balıkların Büyüme ve Gelişmeleri ile İlgili Değerlendirmeler.....	53
5.4. Yem Sindirilebilirliğinin Ekonomik Anlamda Değerlendirilmesi.....	53
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	55
7. KAYNAKLAR DİZİNİ.....	61
ÖZGEÇMİŞ.....	68

VII

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. 2006 Yılı Toplam Küresel Endüstriyel Yem Üretimi	4
Şekil 1.2. Yıllara Göre Balık Unu Fiyatları.....	6
Şekil 4.1.1. 0-45. Günler Arası 1. Grup Yem İle Beslenen Balıkların Su Sıcaklığı-Sindirim Süresi İlişkisi.....	32
Şekil 4.1.2. 0-45. Günler Arası 2. Grup Yem İle Beslenen Balıkların Su Sıcaklığı-Sindirim Süresi İlişkisi.....	33
Şekil 4.1.3. 0-45. Günler Arası 3. Grup Yem İle Beslenen Balıkların Su Sıcaklığı-Sindirim Süresi İlişkisi.....	33
Şekil 4.1.4. Besleme Grupları Arasındaki Sindirim Süresi Farklılıkları.....	34
Şekil 4.1.5. 45-90. Günler Arası 1. Grup Yem İle Beslenen Balıkların Su Sıcaklığı-Sindirim Süresi İlişkisi.....	35
Şekil 4.1.6. 45-90. Günler Arası 2. Grup Yem İle Beslenen Balıkların Su Sıcaklığı-Sindirim Süresi İlişkisi.....	35
Şekil 4.1.7. 45-90. Günler Arası 3. Grup Yem İle Beslenen Balıkların Su Sıcaklığı-Sindirim Süresi İlişkisi.....	36
Şekil 5.2.1. Besleme gruplarına göre ham proteinin sindirim oranları.....	45
Şekil 5.2.2. Besleme gruplarına göre ham yağın sindirim oranları.....	50
Şekil 5.2.3. Besleme gruplarına göre sindirilmiş enerji miktarları.....	52

VIII

CİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE

Sayfa

Çizelge 1.1. Dünya Su Ürünleri 2007 Yılı Üretimi	2
Çizelge 1.2. Yıllara Göre Türkiye Su Ürünleri Üretim Miktarları	2
Çizelge 1.3. Türkiye’de Balık Yemi Üreten Yem Fabrikaları ve Üretim Kapasiteleri.....	5
Çizelge 3.3.1. Denemede kullanılan yem formülasyonları.....	21
Çizelge 4.1.2.1. 1. Grup Yem İle Beslenen Balıkların Yem Değerlendirme Sonuçları.....	37
Çizelge 4.1.2.2. 2. Grup Yem İle Beslenen Balıkların Yem Değerlendirme Sonuçları.....	38
Çizelge 4.1.2.3. 3. Grup Yem İle Beslenen Balıkların Yem Değerlendirme Sonuçları.....	39
Çizelge 4.1.3.1. Besleme gruplarına göre besin maddelerinin ve enerjinin sindirim oranları.....	40

IX

RESİMLER DİZİNİ

RESİM

Sayfa

Resim 3.1.1. Çalışmada kullanılan tanklardan bir görünüm.....	18
Resim 3.1.2. Çalışma başlangıcındaki yavru çipura.....	19
Resim 3.3.1. Pelet Yemlerin Yapımında Kullanılan Laboratuvar Tipi Pelet Makinesi Düzeneği.....	24
Resim 3.3.2. Pelet Makinesinden Çıkan Yemlerin Kurutulduğu Kurutma Dolabı.....	24

1. GİRİŞ

Geçmişten günümüze dek canlı deniz kaynaklarının hiç tükenmeyeceği ve popülasyonların sürekli olarak kendisini yenileyeceği düşünülmektedir. Artan dünya nüfusunun su ürünlerini ucuz ve besleyici bir besin kaynağı olarak görmesi sonucu oluşan talep, buna karşılık insanoğlunun yaşam periyodu boyunca denizlere verdiği çevresel zararlar ve bunun beraberinde getirdiği olumsuz tablo, ister istemez su ürünleri yetiştiricilik sektörünün gelişimini sağlamıştır. Günümüzde su ürünleri yetiştiriciliği, tüm yan sanayi kolları ile birlikte, bir endüstri haline gelmiş durumdadır.

FAO'nun 2005 yılı verilerine göre dünyada üretilen toplam su ürünleri miktarının 160 milyon tona yaklaştığı, yetiştiricilik yolu ile üretilen miktarın da 63 milyon tondan fazla olduğu bildirilmektedir. Son FAO raporlarına göre 2030 yılında dünya nüfusu 8 milyara ulaşacak ve ihtiyaç duyulan besin miktarı günümüze kıyasla % 60 oranında artacaktır. Bu açığın kapatılmasında ise en büyük kaynak olarak sucul kaynakların ön plana çıktığı görülmektedir.

Yukarıda belirtilen dünyadaki toplam 160 milyon tonluk üretim miktarının %40'lık kısmı su ürünleri yetiştiriciliği ile sağlanmaktadır. Toplam üretim payı içerisinde geriye kalan 35 milyon tonluk miktar da balık unu, balık yağı gibi ürünlerin eldesinde kullanılmaktadır. Gerek insan gıdası gerekse de yan ürünlerin değerinin günümüzde yaklaşık 47 milyon Amerikan doları olduğu tahmin edilmektedir (FAO, 2008).

Çizelge 1.1. Dünya Su Ürünleri 2007 Yılı Üretimi. (FAO,2008).

YETİŞTİRİCİLİK (ton)	63.298.924
AVCILIK (ton)	93.253.246
TOPLAM (ton)	156.552.170

Su ürünleri yetiştiriciliği dünya çapında bu derece önemli bir sanayi kolu haline gelmiş durumdayken Türkiye'nin toplam üretim miktarlarına kısaca bir göz atmak yararlı olacaktır. TÜİK 2008'e göre yaklaşık 772.323 tonluk bir üretim gerçekleştirmiştir. Bu üretim içerisinde yetiştiricilikten elde edilen miktar 140 bin tona yaklaşmıştır. Yetiştiricilik dışında elde edilen tüm balıklar insan gıdası olarak tüketime sunulmaktadır. Bununla birlikte, sardalya ve hamsinin bol olarak avlandığı dönemlerde, Karadeniz bölgesinde yoğunlaşmış olan balık unu fabrikalarında işlenen balıklar, başta balık yemi yapımı olmak üzere, balık unu ve balık yağı kullanan yan sektörlerde değerlendirilmektedir.

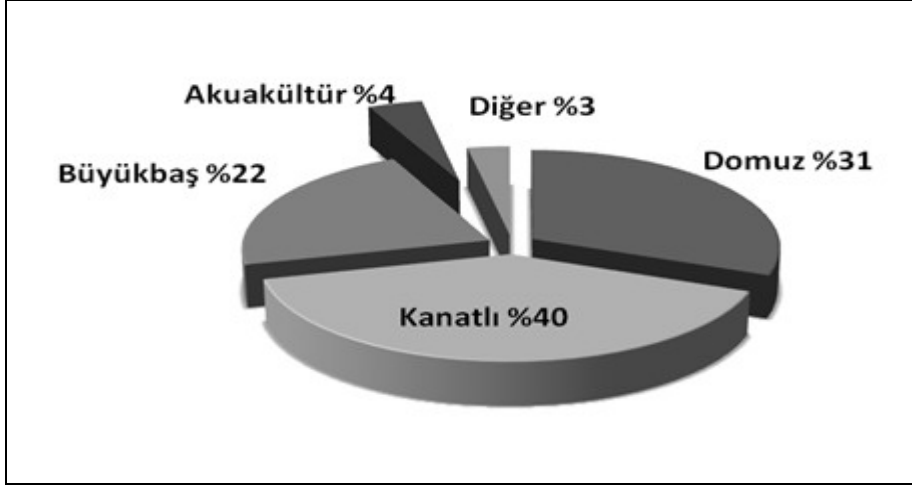
Çizelge 1.2. Yıllara Göre Türkiye Su Ürünleri Üretim Miktarları (ton) (TÜİK, 2008).

	AVCILIK	YETİŞTİRİCİLİK	TOPLAM
2003	507 772	79 943	587 715
2004	550 482	94 010	644 492
2005	426 496	118 277	544 773
2006	533 048	128 943	661 991
2007	632 450	139 873	772 323

Genel üretim miktarlarına ve sistemlerine bakıldığında ise Avrupa Birliği ülkeleri içerisinde Türkiye'nin başta deniz balıkları üretimi olmak üzere kayda değer bir üretime sahip olduğu görülmektedir. Ege Bölgesini kapsayan ve kısa adı SIPAM olan Kültür Balıkçılığını Geliştirmeye Yönelik Bilgi Erişim Sisteminde elde edilen sonuçlara göre sadece bu bölgede 57 adet yetiştirme (besi) işletmesinin, 10 adet de larva – yavru üretim işletmesinin bulunduğu belirlenmiştir. Bu işletmelerde 1-2000 ton arasında üretim yapıldığı görülmüştür. Türkiye geneline bakıldığında ise, henüz işletme ruhsatı bulunmayanlar da dahil olmak üzere, yaklaşık 600 adet işletmenin tatlı su, deniz balığı ve kabuklu üretiminde söz sahibi olduğu görülmektedir (Hoşsu ve Altan, 2002).

Dünyadan ve Türkiye'den verilen üretim miktarlarına dayalı örnekler de dikkate alındığında, su ürünleri yetiştiriciliğinin ekonomik işletme modelleri arasından sivriliş endüstriyel anlamda bir üretim sistemine doğru geçi yaptığı görülmektedir. Bu gelişmeler ışığı altında su ürünleri yetiştiriciliği sektörüne hizmet veren alt grupların da gelişme gösterdiği söylenebilir. Bu sektörler içerisinde en önemli grubu yem sanayi oluşturmaktadır. 2006 yılı toplam küresel endüstriyel yem üretimi 635 milyon tondur. Bu miktarın %4'lük kısmını (yaklaşık 25 milyon ton) akuakültür yemleri oluşturmaktadır (World Feed Panorama: Gill, 2007). Bu toplam miktar içerisinde %60'lık bölümün Asya'da, %21'lik bölümün de Avrupa'da üretildiği belirlenmiştir. Söz konusu yem miktarlarının %40'ının karnivor (hayvansal kökenli canlılar ya da hammaddeler ile beslenen balıklar) balıkların beslenmesinde, %35'lik bir bölümün diğer beslenme özelliğine sahip balıkların beslenmesinde (herbivor-bitkisel kökenli canlılarla ya da hammaddelerle beslenen balıklar-, omnivor-hem bitkisel

hem de hayvansal kökenli canlılar ya da hammaddelerle beslenen balıklar), %25’lik bölümün ise karideslerin beslenmesinde kullanıldığı görülmüştür.



Şekil 1.1. 2006 Yılı Toplam Küresel Endüstriyel Yem Üretimi (635 Milyon Ton; Gill, 2007).

Dünyada su ürünleri yetiştiriciliğinin yarıdan fazla bir bölümü kontrolsüz ve yarı kontrollü yöntemlerle yapılmaktadır. Yetiştiricilikte yoğunluğun artmasına ve karnivor türlerin yetiştiriciliğinde karşılaşılan sorunların çözülmeye başlaması ile birlikte karma yemlere duyulan gereksinimin artması, karma yem sanayinin önemini arttırmaya başlamıştır (Tacon, 1996).

Türkiye’deki duruma bakıldığında, balık yemi sektörünün gelişimi Dünyadaki gelişime paralel seyretmektedir. Öngörülen yaklaşık 130 bin tonluk balık yemi tüketiminin yarıdan fazla bir bölümü Türkiye’de faal olarak çalışan ve balık yemi konusunda önde gelen 6 fabrika tarafından

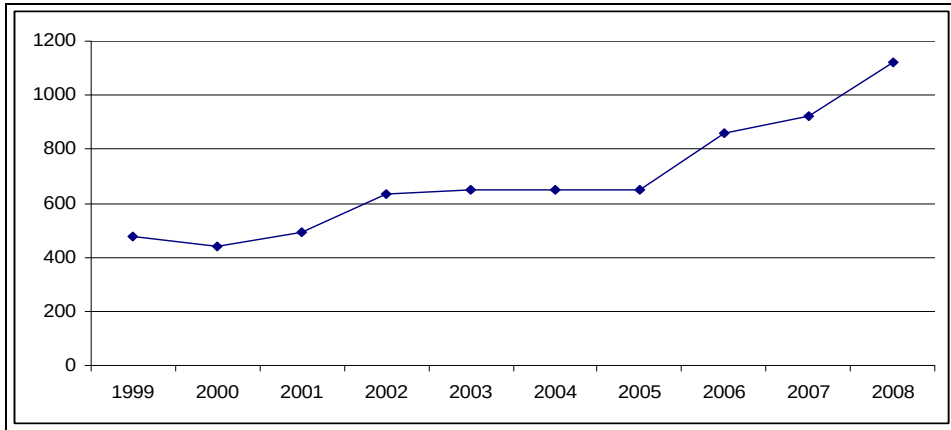
karşılanmaktadır (çizelge 1.3.). Bu yem fabrikalarının büyük bir çoğunluğunda ekstruder yem yapım sistemleri kullanılmaktadır. Ancak; ekstruder yem yapım sisteminin yüksek maliyetleri ve buna bağlı olarak yüksek satış fiyatları, halihazırda üreticileri ekstruder yemlerin yararları ile maliyeti arasındaki tercih yapmaya zorlayan bir husus olarak dikkat çekmektedir. Geriye kalan yem miktarı ise iki şekilde karşılanmaktadır. Birincisi; Türkiye'ye yurt dışından ithalat yolu ile de balık yemi getirilmekte ve lisans anlaşmaları yapılarak pazarlanabilmektedir. İkincisi ise; özellikle Türkiye'nin iç kesimlerinde büyük ve küçük baş hayvan yemi yapan fabrikalara balık yemi yaptırılmakta, işletmeler kendilerinin geliştirdiği ya da değişik kaynaklardan derledikleri yem formülasyonlarını bu fabrikalarda pelet yem haline dönüştürebilmektedir (Altan ve diğer., 2002).

Çizelge 1.3. Türkiye’de Balık Yemi Üreten Yem Fabrikaları ve Üretim Kapasiteleri (Anonim, 2008).

<u>Fabrika İsmi</u>	<u>Kapasitesi (ton/yıl)</u>
Sibal Yem	10.000
Çamlı Yem	25.000
Hakan Yem	5.000
Abalıoğlu	20.000
Kılıç Yem	30.000
Çağatay Yem	7.500

Balık yemi konusunda da, su ürünleri yetiştiriciliğinde olduğu gibi, sanayileşmeye yönelik üretim miktarlarının gündeme gelmesi ile birlikte, gerek yem yapım tekniklerinde gerekse de yemlerin besin madde içeriklerinde gözle görülür değişiklikler meydana gelmiştir. Bu değişiklikler içerisinde en önemli olanlarından biri, 90’lı yılların başından itibaren, balık

unu yerine kullanılabilir kaliteli besin madde içeriğine sahip ve balık ununa oranla daha ucuz maliyetli alternatif protein kaynaklarının araştırılmasıdır. Yapılan pek çok denemede soya ürünlerinin balık ununa, belirli kullanım oranları ölçüsünde, alternatif olabileceği ortaya çıkarılmıştır. Hatta bu çalışmaların bir kısmı ticari anlamda yem yapımı konusuna adapte edilebilmiştir. Diğer bir değişim ise, yem fabrikalarında üretilmiş yemlerin sindirim oranlarının belirlenmesi ve buradan hareketle yemlerin metabolik enerji değeri yerine daha somut bir veri olan sindirilebilir enerji deyiminin kullanılmasıdır. Bilindiği gibi, karma yemleri oluşturan hammaddelerin metabolik enerji değerleri uluslararası ölçütlere göre NRC (National Research Council) tarafından belirlenmiştir. Ancak; balık yemi yapımında kullanılan hammaddelerin besin madde içerikleri pek çok fizyolojik ve çevresel etki altında değişim göstermektedir. Örneğin balık unu, Güney Amerika ve Kuzey Avrupa ülkelerinde ticari anlamda sürekli bir döngü içerisinde üretilmektedir.



Şekil 1.2. Yıllara Göre Balık Unu Fiyatlarının Değişimi, (FOB,\$/ton).
(<http://hammersmithltd.blogspot.com>, August, 13th., 2008).

Özellikle bu ülkelerde son yıllarda çevre kanunlarının devreye girmesi ve doğal stokların koruma altına alınmasına bağlı olarak, fiyatlar baş döndürücü bir şekilde yükselmeye başlamıştır (Şekil 1.2.). Bununla birlikte; aynı tür balıktan dahi olsa sonuçta değişik ülkelerde üretilen balık unlarının besin madde içeriği birbirinden farklı olmaktadır. Aynı ülke içerisinde farklı mevsimlerde üretilen hammaddelerin besin madde içerikleri de farklılık göstermektedir. Metabolik enerji deyimi ile bu zorluklar kısmen çözümlenebilmekteydi. Ancak; su ürünleri yetiştiriciliğinde üretim sistemleri ve canlının besin madde gereksinimlerinin belirlenmesine yönelik sorunların gün geçtikçe aydınlığa kavuşması kesin olarak sindirilebilirlik kavramını da beraberinde getirmiştir. Besin madde ve enerji gereksinimi bilinen ya da en azından tahmin edilebilen balıkların beslendiği yemin besin madde içeriği de belli olduğu gibi sindirilebilirliğinin yani balığa hangi oranlarda besin maddesi ve enerji verebileceğinin de belli olması ihtiyacı doğmuştur. Metabolik enerji deyimi ile bir tahmin yapmak yerine sindirilebilir enerji kavramı kullanılarak kesin anlamda balığın verilen yemi ve yem içeriğindeki enerjiyi hangi oranlarda değerlendirebildiğinin belirlenmesi daha somut bir kavram olarak gündeme gelmiştir. Türkiye’de de gerek üreticiler gerekse de yem fabrikaları bu konuya gün geçtikçe daha duyarlı yaklaşmaya başlamışlardır. Özellikle yurt dışından ithal edilen yemlerin beyanlarında yer alan sindirilebilir enerji kavramı, pazarlama açısından büyük avantaj sağlamaktadır. Çünkü sindirilebilir enerji kavramının hesaplanmış ve satışta beyan edilmiş olması üreticinin kullandığı yemin etkinliğini net bir biçimde anlamasına yardımcı olmaktadır.

Bu tez çalışmasında, Türkiye'nin Ege ve Akdeniz kıyılarında doğal olarak bulunan, bu bölgeler ile Avrupa kıyılarında da ekonomik bir tür olması nedeni ile yoğun yetiştiricilik çalışmaları ile üretilen çipuralarda (*Sparus aurata*, L.,1758) farklı su sıcaklıklarında ve yem tiplerinde sindirim sürelerinin belirlenmesine ve besin maddelerinin sindirim oranlarının hesaplanmasına çalışılmıştır. Dünyadaki çalışmalara bakıldığında; ticari anlamdaki balık yoğunluğunda karnivor deniz balıkları ile yapılan çalışmaların sayısının çok az olduğu görülmüştür. Türkiye'de de sindirim konusunda yayınlanmış birkaç çalışma var olduğundan bu çalışmanın sonuçlarının hem Türkiye'deki araştırmacılara hizmet edeceği hem de uluslararası arenada çipuralar üzerine yapılmış az sayıdaki çalışmanın üzerine ekleneceğinin düşünülmesi gerekmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde, bu tez projesinin gündeme getirilmesine neden olan ve uygulama aşamasında da yol gösterici nitelikte olan literatür özetlerine yer verilmektedir. Geriye kalan tüm literatürler ise tartışma – sonuç bölümlerinde sunulacaktır.

Bundan önce yapılan sindirim ile ilgili çalışmalara en çok alabalık, sazan ve tilapia gibi tatlı su balıklarının konu edildiği görülmüştür. Bu tez çalışmasında ise Türkiye’deki popülaritesi ve ekonomik değeri hiç kaybolmayan bir tür olan çipura ile çalışılmıştır. Aşağıda sunulan çalışma özetleri ağırlıklı olarak çipura levrek, alabalık gibi karnivor ve predatör beslenme özelliğine sahip balıklarla ilgili çalışmaları kronolojik sıra ile içermektedir. Literatür bildirişlerinde sırası ile çipuraların büyüme-gelişme ve yem değerlendirme oranlarına ilişkin değerlendirmeler, besin maddelerinin sindirilebilirliği, sindirim denemelerinde kullanılan indikatör maddeler, sindirilebilirlik hesaplama yöntemleri ve büyüme gelişme konusunda sıcaklığın etkileri ile ilgili bilgiler sunulmaktadır.

2.1. Çipuraların Büyüme-Gelişme ve Yem Değerlendirme Oranlarına İlişkin Çalışmalar

Çipura, başta Akdeniz’e kıyısı olan ülkelerde olmak üzere tüm orta ve güney Avrupa ülkeleri için oldukça ekonomik bir deniz balığı türüdür. Bu nedenle yetiştiriciliğin sözü edilen bölgeler için yaygınlaşmaya başladığı günden bu yana sayısız çalışmaya konu olmuştur. Aşağıdaki özetlerde,

ipuraların büyüme-gelişme ve yem değerlendirme oranlarına ilişkin temel bilgilerin verildiği çalışmalardan ve denemelerden örnekler sunulmaktadır.

Metailler et al (1980); farklı gruplarda stokladıkları ve canlı ağırlıkları 9-29 g arasında değişen çipuraların beslenmesinde belirlenen yemleme oranlarına karşılık *adlibitum* (balıklar yem alımını kesinceye kadar) beslemenin başarısını incelemişlerdir. Canlı ağırlığın yüzdesine göre belirledikleri yemleme oranları %2.5, 4.0, 5.5, 7.0 ve 8.5 şeklindeyir. Tüm bu besleme oranları içerisinde en verimli büyüme gelişme verilerine canlı ağırlığın %5.5'i oranında yapılan beslemede ulaşmışlardır.

Barnabae (1985); ipuraların ana temininden pazarlama dönemine kadar geçen aşamaları özetlemiştir. Büyütme dönemlerinde balıkların havuz ya da ağ kafes gibi yetiştiricilik ortamlarında stoklama yoğunluğunun 10-15 kg/m³ olması gerektiğini bildirmiştir. Optimal yetiştirme koşullarının 24-26  C su sıcaklığında yapılabileceğini, 200 g'ın altındaki balık büyüklükleri için de yemlerin içeriğindeki ham protein oranının %45-50, ham yağ oranının ise %8-12 olması gerektiğini ve bu koşullar sağlandığı taktirde çipuraların yumurta alımından pazarlama aşamasına (yaklaşık 350 g canlı ağırlık) 18 ayda ulaşabileceğini belirtmiştir.

Hidalgo et al (1987); canlı ağırlıkları 20-30 g arasında değişen çipuraların yemleme oranları üzerine su sıcaklığının etkisini incelemişlerdir. Çalışmada 26 gün süre ile 15 ve 20  C'de beslenen balıkları için 15  C'de canlı ağırlığın %1.2'si, 20  C'de ise %1.7'si oranında besleme yapılması gerekliliği üzerinde durmuşlardır.

2.2. Sindirim ve Sindirilebilirlik Çalışmaları

Gerek balık yemi üreticileri, gerekse de balık besleme konusunda emek veren bilim adamları uzun yıllar yemlerin metabolik enerji değerlerinin bilinmesinin balıkların besin maddelerini hangi oranlarda kullanılabileceği konusunda fikir verebileceğini düşünmüşlerdir. Ancak; söz konusu hammaddelerin bölgesel ve mevsimsel anlamda dahi besin madde içeriklerinin değişken olması metabolik enerji deyiminin pratikteki uygulanabilirliği konusunda bir takım zorluklar ortaya çıkarmıştır. Buradan hareketle, balıkların besin maddelerini, daha da ötesinde, yemlerin içerisindeki hammaddeleri hangi oranda sindirebilecekleri konusu büyük önem kazanmıştır. Söz konusu bu değerlerin bilinmesi durumunda balıkların besin madde ve enerji gereksinimleri kolaylıkla ve net bir şekilde ortaya çıkarılabilecektir ve buna uygun formülasyonlar geliştirilebilecektir. Ancak; bu tür çalışmalara başlamadan önce yapılması gereken ilk araştırma balıkların beslenme özelliklerini ortaya çıkarmaktır.

Balıklar, beslenme özelliklerine göre üç grupta sınıflandırmaktadır. Bunlar, bitkisel kökenli canlılar ya da hammaddelerle beslenen balıklar, herbivorlar; sadece hayvansal kökenli canlılarla ya da hammaddelerle beslenen balıklar, karnivorlar ve her iki grup canlı ya da hammadde ile beslenen balıklar, omnivorlardır (De Silva and Anderson, 1995).

Su ürünleri yetiştiriciliği alanında sindirim çalışmalarında özellikle herbivor türlerden sazan ve tilapiadan, karnivor türlerden de gökkuşağı alabalığından yararlanılmıştır. Çünkü; bu türler ticari anlamda da kolay

yetiştiriciliğe alınabildiği gibi bilimsel çalışmalarda da stres faktörlerinden daha az etkilenmektedir.

Balıklar tarafından yemlerin ve daha da özelinde yem hammaddelerinin sindirilebilirliğinin belirlenmesinde çeşitli yöntemler vardır. Temel anlamda sindirilebilirlik, balığın yem ile aldığı besin madde miktarından ortama bıraktığı dışkıda bulunan besin madde miktarının çıkarılması ile elde edilen değerdir. Ancak; teorik anlamda çok basit bir şekilde anlatılabilecek bir çalışma olan sindirilebilirliğin pratikte bu derece kolay ve açık bir şekilde ifade edilmesi son derece zordur. En azından balıklar sucul bir canlıdır ve tüm metabolik faaliyetleri de suda devam etmektedir. Balıklar su ortamından aldıkları yemleri yine su ortamında değerlendirmekte ve metabolik atıklarını da yine su ortamına bırakmaktadır. Bu nedenle balıklara verilen yemlerin besin madde içerikleri kolayca belirlenebilse de eşitliği tamamlayabilmek için gerekli olan metabolik atıkların besin madde içeriği kesin bir şekilde saptanamamaktadır çünkü; fekes suya bırakıldığı andan itibaren içeriğindeki besin maddelerinin bir kısmında çözünme başlayacaktır. Doğal olarak da hesaplanmaya çalışılan sindirim oranları hatalı olacaktır. Özellikle bazı besin maddelerinin suda çözünmesinden kaynaklanan hataları en aza indirmek için yemlerin içerisine, teorik olarak balık tarafından sindirilmediği düşünülen ve miktarı bilinen indikatör (belirteç) bir maddenin eklenmesi ve fekeste de bu maddenin oranı bulunarak yemdeki miktara oranlanması sonucunda sindirim oranının bulunması mümkün olabilmektedir (zdemir, 2000; Hoşsu ve diğer.,2001; Altan, 2002).

Günümüzün modern balık besleme çalışmalarında dahili ve harici indikatör maddelerden yararlanılmaktadır. Dahili indikatörler, yemin içerisine dışarıdan herhangi bir madde katılmaksızın, doğrudan doğruya yemin içerisindeki sindirilmeyen kısımların oranının belirlenmesinden hareketle hesaplanabilen değerlerdir. Ham selüloz, asitte çözünmeyen kül, ham kül gibi değerler örnek olarak verilebilir. Harici indikatörler ise yem yapım aşamasında yemin içerisine katılan bileşiklerdir. En çok kullanılanları; kromik oksit, demir oksit, silisyum oksit ve baryum di karbonattır. İndikatör maddelerin seçiminde bazı faktörler rol oynadığını belirtmektedir. Örneğin indikatör madde denemeye alınan tür tarafından sindirilmemeli ve canlının sindirim fizyolojisini etkilememelidir. Sindirim süresince alınan yem ile birlikte eşit hızda hareket etmeli, yani yem yoğunluğu ile indikatör yoğunluğu birbirine yakın olmalı ve toksik bir etkide bulunmamalıdır (Halver, 1989).

Aşağıdaki çalışma özetlerinde çeşitli araştırmacıların sindirim ve sindirilebilirlik konusunda ulaştıkları sonuçlara yer verilmektedir.

Vens-Cappell (1985); silindir konik tanklarda stoklanan alabalıklarda fekes toplama yöntemlerinden ikisini incelemiş ve bu yöntemlerin protein sindirim oranını nasıl etkilediğini belirlemeye çalışmıştır. Birinci yöntemde fekes bağırsaktan sıvazlama yolu ile, ikincisinde ise sürekli sudan filtrasyon yolu ile toplanmıştır. Elde edilen sonuçlarda, sudan filtre edilen fekeslerde sindirim katsayısının, sıvazlama yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre %1-2.3 daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Sıvazlama yönteminin, diğer yönteme göre daha gerçekçi sonuçlar verdiği açıklanmıştır.

Hajen et al (1995); karnivor beslenme özelliğine sahip alabalıklar ile yaptığı çalışmada değişik hammaddelerin sindirilebilirlik oranlarını belirlemeye çalışmışlardır. Yapılan denemede dışkı toplama ve bağırsak diseksiyonu ile sindirilebilirlik tayini yoluna gidilmiş ve indikatör madde olarak da kromik oksitten yararlanılmıştır. Üzerinde çalışılan hammaddeler ise hayvansal kökenlilerden balık unu, kan unu ve tavuk artıkları unudur. Bitkisel kökenlilerden ise soya küspesi unu, buğday unu ve bakla unundan yararlanılmıştır. Elde edilen deneme sonuçlarına göre, en iyi sindirim oranlarına balık ununun ulaştığı ve yapısındaki ham protein ile brüt enerjiden balıkların daha kolay yararlandığı bulunmuştur. Kan unu ise kurutma koşulları uygun olduğunda balık tarafından kullanılabilen uygun bir hayvansal kökenli hammadde olarak sunulmaktadır. Buna karşılık bitkisel kökenli hammaddelerin oranı arttırıldığında balıkların iştahlarında azalmalar ortaya çıktığı belirtilmektedir.

Dias et al (1998); ticari yemlerin içerisindeki kum, selüloz, doğal zeolitler gibi istenmeyen ya da mümkün olan en az oranda bulunması istenen maddelerin levreklerde protein sindirimini nasıl etkilediği konusunu incelemişlerdir. Deneme süresince ortalama 7.0 g canlı ağırlığa sahip olan levrekler üç grupta ve her bir grupta 40 adet olmak üzere silindirekonik tanklarda stoklanmışlar ve ‰ 35 tuzlulukta ve 18 °C su sıcaklığında beslenmişlerdir. Araştırma sonuçlarında, %10-20 oranındaki istenmeyen bu maddelerin protein sindirim oranını etkilemediği, ancak bu oranın %20'nin üzerine çıkması durumunda protein sindiriminde düşük oranda azalma ve fekes bırakma süresinde artış görülmüştür.

Lupatsch et al (1997); çipuralar için üretilen karma yemlerdeki hammaddelerin sindirilebilirlik katsayılarını belirlemeye çalıştıkları denemede, balık unu, tavuk unu, et unu, kan unu, kalamar unu, soya unu ve buğday unu gibi hammaddelerle çalışmışlardır. Söz konusu hammaddelerin ham protein, ham yağ, amino asit, karbonhidrat ve enerji sindirilebilirliği ölçülmüştür. Elde edilen verilere göre, formülasyona bağlı olarak da değişmek üzere, ham protein sindirimi %79-90, ham yağ sindirimi %83-95, enerji sindirimi %72-88, karbonhidrat sindirimi ise %49-77 arasında bulunmuştur. Sindirilebilirlik hesaplamalarında kullanılan indikatör madde ise kromik oksittir.

Appleford and Anderson (1997); sazanlarda tuna balığı yağının sindirilebilirliğini incelemişlerdir. Deneme yemine %10 ve %15 oranında katılan balık yağının sindiriminin belirlenmesinde indikatör madde olarak kromik oksit kullanılmıştır. Çalışma sonundaki bulgulara göre, tuna yağının %10 oranında kullanılması durumunda sindirim oranının yaklaşık % 83, %15 oranında kullanılması durumunda ise yaklaşık %60 civarında olduğunu belirlemişlerdir.

Fernandez et. al. (1998); 10-25 g. ortalama sahip çipuralarda yem kompozisyonunun sindirilebilirliğe olan etkisini incelemişlerdir. Sindirilebilirlik hesaplama yöntemleri olarak bağırsak diseksiyonu, sıvazlama ve dışkı toplama yöntemleri kullanılmış, indikatör madde olarak yemlere kromik oksit eklenmiştir. Elde edilen sonuçlarda, sindirim katsayısının bağırsak boyunca arttığı görülmüştür.

Venturini et al (1999); sindirilebilirlik çalışmalarında sadece belirli indikatörlere gereksinim duyulmaksızın da sindirilebilirlik katsayısının hesaplanabileceğini belirtmektedirler. Araştırmacılar; levrek, alabalık ve mersin balıkları ile yaptıkları denemelerde kızıl ötesi spektroskopi, protein zincirinde sindirime bağlı oluşan değişiklikler ve protein zincirindeki aspartik asit oranını ölçerek de sindirilebilirlik ile ilgili yüksek doğruluk oranına sahip sonuçlara ulaşabildiklerini ancak bu yöntemlerin, indikatör kullanımına kıyasla çok daha zaman alıcı ve pahalı yöntemler olduğunu bildirmektedirler.

Robania et al (1995); pelet ve ekstruder yem yapım sistemleri ile üretilen karma yemlerin içerisinde buğday gluteninin kullanılıp kullanılmaması durumuna göre levreklerde meydana gelen plazma metabolitlerinin, amonyak atılımının ve yem sindiriminin değişimini incelemişlerdir. Deneme sonucunda buğday glutenin sindirilebilirlik katsayısı yüksek çıkmıştır. Balıkların feseslerinden suya geçen amonyak miktarında ise yem alımından 4-10 saat sonra belirgin bir artış gözlenmiştir.

Fountoulaki et. al (2005); 100-130 g. ortalama canlı ağırlığa sahip çipuraları ortalama 20 °C'de farklı yağ ve protein içerikleri ile beslemişlerdir. Nişasta oranının yüksek tutulduğu yemlerle beslenen balıklarda buna bağlı olarak yağ ve protein sindirilebilirliğinin de düşük olduğu belirlenmiştir.

Yufera et. al. (2004); larval ve erken juvenil dönemdeki çipuralarla yaptıkları çalışmada gastrointestinal pH ve balıkta salgılanan aside bağlı sindirilebilirliğin gelişimi ile ilgili bir deneme yapmışlardır. 0.04 g. ortalama

canlı ağırlıktan 100 g. ortalama canlı ağırlığa kadar besledikleri çipuraların bağırsak ve midelerinden düzenli olarak örnek almışlardır. Yaptıkları deneme süresinde aç bireylerin mide pH'larının 6.0-8.0 arasında değiştiğini, sindirimi kolaylaştıran hammaddelerin ağırlıklı olarak kullanıldığı içerikle beslenen balıklarda pH içeriğinin daha da düşük miktarlara ulaşabildiğini belirtmişlerdir.

Venou et.al. (2006); çipura yemlerinde artan seviyelerde soya küspesi unu kullanımının protein, yağ ve nişasta sindirilebilirliği üzerindeki etkisini izlemişlerdir. Çalışmada optimum soya küspesi seviyesinin %20-25 olduğu durumlara her üç besin maddesi için sindirilebilirlik katsayısı %88-94 arasında değişmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Yeri ve Balık Stoklama Koşulları

Bu tez çalışması, Haziran 2007 – Eylül 2007 ayları arasında 90 gün süresince, Milas bölgesinde kurulu bulunan özel bir işletmeye ait tesislerde yürütülmüştür. Araştırmada üç deneme yemi incelenmiş ve her bir deneme grubu için, üç paralelli çalışmak amacı ile toplam dokuz adet PVC'den yapılmış, silindir konik şekilli tank kullanılmıştır. (Resim 3.1.1).



Resim 3.1.1. Çalışmada Kullanılan Tanklardan Bir Görünüm.

Kullanılan tankların hacmi 2 metreküp, kullanılabilir su dolu hacimleri ise 1.8 metreküptür. Söz konusu tanklarda, kullanım amacına göre değişmek üzere, hem üstten hem de alttan su çıkışı verilebilmektedir.

3.2. Denemede Kullanılan Balıklar

Bilindiği gibi ipura, Türkiye’de başta Ege ve Akdeniz havzası için yetiştiriciliğe alınan önemli deniz balığı türlerinden biridir. Karnivor beslenme özelliğine sahip olması nedeni ile doğadaki yaşamında ağız açıklığına uygun hayvansal kökenli besinleri tercih eden ve yetiştiricilik koşullarında da 20-24 C’de en iyi yem alımına sahip olan bir türdür. Geçmişten günümüze dek sürdürülen pek çok sindirim denemesinde, karnivor balık türlerinin besin madde gereksinimlerinin ve bunların sindirim oranlarının tahmininde, hem kültür koşullarına hem de denemelerde oluşabilecek stres faktörlerine karşı dayanıklı türlerden biri olan alabalıklardan yararlanılmaktaydı.



Resim 3.1.2. Çalışma Başlangıcındaki Yavru ipura.

Ancak; aynı beslenme özelliğine sahip olsalar da türlerin ve yaşadıkları su ortamının birbirinden farklı olması, denemelerde kullanılan türler ile yetiştiriciliği yapılan türlerin metabolizmalarının birbirinden farklı olacağı tartışmasız bir gerçektir. Daha önce Türkiye’de deniz balıklarına ilişkin çok az sayıda sindirim denemesi yapıldığından gerek ilk çalışmalardan biri olması gerekse de Türkiye koşullarında çipuranın önemli bir tür olması açısından bu tez çalışmasının yapılması gündeme getirilmiştir. Denemede kullanılan tanklara, ortalama sindirim sürelerini tahmin etmek ve yemlerin sindirim oranlarını belirleyebilmek üzere, yukarıda sözü edilen tesiste yumurta alım aşamasından itibaren yetiştirmeye alınan ve granül ticari yeme adapte edilmiş, ortalama canlı ağırlığı 6.436 ± 0.168 g olan 4000 adet yavru çipura stoklanmıştır.

3.3. Denemede Kullanılan Yemler ve Yem Yapım Teknolojisi

Bu araştırmada çipuraların yavrularının, beslemeye alındıkları yemlerin içerisindeki ham protein, ham yağ ve ham selüloz gibi besin maddelerini hangi oranda ve su sıcaklığına bağlı olarak hangi sürelerde sindirebildiği ve yem ile verilen enerjinin hangi oranda kullanılabildiği konuları hakkında fikir edinebilmek için, ham protein kaynağı olarak balık unu ve soya küspesi ununun farklı oranlarda birbiri ile yer değiştirdiği üç farklı deneme yemi imal edilmiştir. Yemler, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Urla Tesislerinde bulunan Balık Besleme ve Yem Teknolojisi laboratuvarında üretilmiştir. Denemede kullanılan yemlerin formülasyonları ve besin madde içerikleri çizelge 3.3.1’de sunulmaktadır.

Çizelgeden de anlaşılacağı üzere, yemlerin içerisindeki asıl protein kaynağı olarak kullanılan balık unu ve soya küspesi oranlarında değişiklikler yapılarak farklı canlı ağırlığa sahip çipuralarda su sıcaklığına bağlı sindirim süresi ve besin maddelerinin sindirim oranının belirlenmesinin yanı sıra hayvansal protein kaynakları ve bitkisel protein kaynaklarının sindirimine ilişkin değerlendirmenin yapılmasına imkan verilmiştir.

1. Grup yem ticari olarak pazarlanmakta olan çipura yemlerinin içeriğine uygun oranlarda hazırlanmış ve kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Diğer gruplardaki hammadde oranlarının değişiminde kontrol grubu baz alınmış ve Altan (2002)'de belirtilen oranlardan yola çıkılarak diğer yem grupları hazırlanmıştır. Bunun yanı sıra formülasyonlar incelendiğinde kullanılan katkı maddesi miktarları (vitamin ve mineral premiksleri, balık yağı ve indikatör madde) tüm deneme gruplarında sabit tutulmuş ve bu değerlerin balıkların yemden yararlanma oranlarını değiştirmesi olasılığı dikkate alınmıştır. Yem yapım aşaması sırasında sindirilebilirlik tahmininde bulunabilmek için indikatör madde olarak SiO_2 'den yararlanılmış ve diğer katkı maddeleri ile birlikte karıştırılarak premiks şeklinde hammadde karışımı ile birleştirilmiştir.

Çizelge 3.3.1. Denemede Kullanılan Yem Formülasyonları.

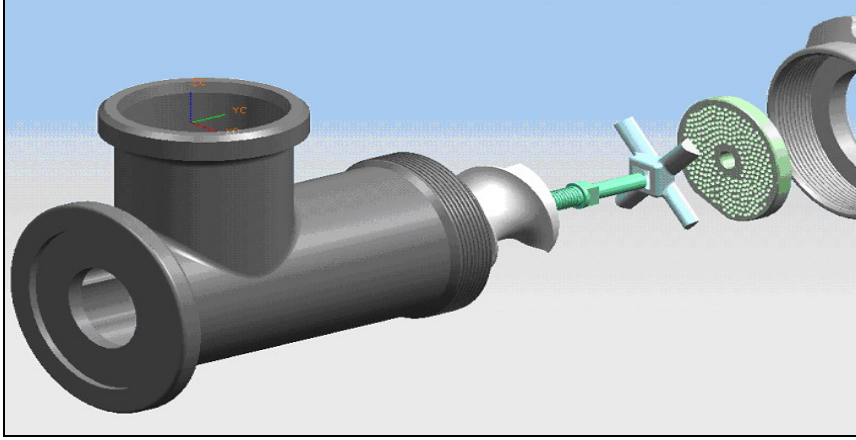
<u>HAMMADDE</u>	<u>1. GRUP</u>	<u>2. GRUP</u>	<u>3. GRUP</u>
Balık unu	57	41	25
Soya küspesi unu	25	41	57
Buğday unu	8	8	8
Balık yağı	6	6	6
Pelet bağlayıcı	1	1	1
Vitamin&mineral premiksi	2	2	2
İndikatör (SiO ₂)	1	1	1
Kuru madde (%)	91.582	91.240	91.297
Ham kül (%)	13.232	13.097	11.581
Ham protein (%)	46.000	44.250	42.250
Ham yağ (%)	10.780	8.540	9.030
Ham selüloz (%)	2.088	2.904	4.62
Nitrojeniz Öz Maddeler (Karbonhidrat) (%)	19.482	22.449	23.816
Metabolik Enerji Değeri (kcal/kg)	3291.072	3082.304	3059.656

Vitamin Premiksi İçeriği (IU/kg, mg/kg)(orijinal): Vitamin A 800000 IU, Vitamin D3 50000 IU, Vitamin E 15000 mg, Vitamin K3 2700 mg, Vitamin B1 5000 mg, Vitamin B2 4000 mg, Niacin 25000 mg, Ca-D-Pantetonat 15000 mg, Vitamin B6 3000 mg, Vitamin B12 3 mg, Folik asit 1000 mg, Biotin 50 mg, Kolin Klorid 200000 mg, Vitamin C 40000 mg.

Söz konusu yemlerin yapım aşamasında aşağıdaki işlem sırası izlenmiştir.

- a. Formülasyona göre katılacak hammaddeler 1.0 g hassasiyetli Buster terazide tartılarak 7 kg'lık bir karışım oluşturulmuş ve mikserde 5 dakika süre ile karıştırılmıştır (Esas karışım).

- b. Karmaya katılacak daha küçük miktarlardaki vitamin-mineral premiksi, pelet bağlayıcı ve indikatör olarak kullanılan SiO_2 , Mulle marka 1 g hassasiyetli terazide tartılmış ve kendi aralarında karıştırılmıştır (küçük karışım).
- c. Karışım sonucunda homojen bir yapıya kavuşan hammadde karışımından 1 kg'lık miktar ayrılmış ve bununla küçük karışımın homojen bir şekilde karışması sağlanmıştır (ön karışım).
- d. Hazırlanan ön karışım hammadde karışımı ile birleştirilerek gerekli yağ miktarı, balık yağı kullanılarak karmaya eklenmiştir.
- e. Son olarak karışıma peletleme kıvamına gelecek yapıyı (yarı sert hamur kıvamı) alıncaya kadar sıcak su eklenmiştir (her 7 kg yem karışımı için yaklaşık 2 litre).
- f. Öngörülen yağ ve su miktarları da karışım ile birlikte homojen bir özelliğe kavuşturduktan sonra, yem karışımı laboratuvar tipi pelet makinasından geçirilmiş ve pelet şeklindeki son ürün elde edilmiştir (Resim 3.3.1).
- g. Laboratuvar tipi pelet makinasından nemli olarak çıkan pelet yemler kurutma dolabında 45°C 'de bir gün süreyle kurutulmuştur (Resim 3.3.2). Bu sayede pelet yemler 30 kg'lık çuvallarda paketlemeye hazır hale gelmiştir.



Resim 3.3.1. Pelet Yemlerin Yapımında Kullanılan Laboratuvar Tipi Pelet Makinesi Düzeneginin Genel Görünüşü.



Resim 3.3.2. Pelet Makinesinden Çıkan Yemlerin Kurutulduğu Kurutma Dolabı.

Deneme başlangıcındaki ilk onbeş gün boyunca yapılan yemlemede, balıkların yeme adapte edilmesi amaçlanmıştır. Deneme yemlerine adapte olan balıklar, deneme süresince günde üç kez, sabah 8.30, öğlen 12.00 ve

akşam saat 16.30'da düzenli olarak ve aynı kişi tarafından, serbest yemleme (elle yemleme) yapılarak adlibitum (balıklar yem alımını kesinceye kadar) beslenmiştir. Beslemede en çok özen gösterilen konular, sabah yemlemeye başlamadan önce tank dibinde biriken atıkların sifonlanması, balıkların atılan yem taneciklerini tükettiğinin görülmesi ile yemlemeye devam edilmesi ve balığın yeme olan ilgisini kestiği anda da yemlemenin sona erdirilmesi olmuştur. Bu sayede tank dibinde hiçbir şekilde atık yem bulundurulmamış ve toplanan feses örneklerine tüketilmemiş yemin karışmasına izin verilmemiştir. Günlük ortalama verilen yem miktarı ile birlikte su sıcaklığı da düzenli olarak ölçüldüğünden, sindirim süresi, yemin sindirim oranı ve su sıcaklığı ilişkisi incelenmiştir.

Bunun yanı sıra her gün, her yemleme öncesi ve sonrasında su sıcaklığı ve çözülmüş oksijen miktarı Oxyguard multimetre ile ölçülmüştür. Çözülmüş oksijen değerleri ortalama olarak hesaplanmış olup, 6.2 ± 0.175 olarak bulunmuştur. Su özelliklerinden pH ve tuzluluk, işletmenin geçmişteki verilerine dayanılarak ve sabit kaldığı görülerek uzun aralıklarla ölçülmüş ve hiçbir değişim saptanmamıştır. Yapılan ölçümlerde tuzluluğun sabit ve binde 38; pH değerinin ise 7.5 olduğu saptanmıştır.

3.4. Sindirim Süresi Belirleme, Feses (dışkı) Toplama ve Sindirilebilirlik Hesaplama Yöntemi

Bu çalışmada, balıkların yemleri hangi sürede sindirmeye başladıkları, besin maddelerini hangi oranda sindirebildiklerini hesaplayabilmek için dışkı toplama yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem uyarınca, her sabah beslemeye başlamadan önce ve her akşam besleme sona erdikten sonra,

günde iki kez olmak üzere, tankların su çıkışlarına yerleştirilen süzgeçlerden fekesler toplanmıştır. Her bir deneme grubu için, aynı grup yem ile beslenen tanklardan elde edilen fekesler, ortalama bir sonuç elde edebilmek için birleştirilmiştir. Daha sonra her deneme grubundan toplanan fekeslerin içeriğindeki nemi uzaklaştırmak için, örnekler 105 °C'ye ayarlanmış etüvde 6 saat süreyle kurutulmuştur. Kurutma işleminden sonra örnekler -20°C'deki derin dondurucuya konulmuş ve besin madde analizleri yapılana kadar bu sıcaklıkta bekletilmiştir. Sindirim süresi belirleyebilmek için sabah ilk beslemenin ardından ilk dışkının süresi kaydedilmiştir.

İndikatör madde olarak SiO₂ 'nin kullanıldığı sindirilebilirlik hesaplamalarında, yemin ve toplanan fekeslerin enerji içeriği tahminlerinde aşağıdaki formüllerden yararlanılmıştır (Halver, 1989; De Silva and Anderson, 1995; Altan,2002; Korkut ve diğ., 2007).

Kuru Madde Sindirilebilirliği;

$$\text{KMS} = 100 - \{100 \times (\text{yemdeki indikatör} / \text{dışkıdaki indikatör})\}$$

Besin Maddesi Sindirilebilirliği;

$$\text{BMS} = 100 - \{100 \times (\% \text{yemdeki indikatör} / \% \text{dışkıdaki indikatör}) \times (\text{dışkıdaki besin maddesi} / \text{yemdeki besin maddesi})\}$$

Yemdeki ve Fekesteki Tahmini Enerji Değeri, (kcal/kg);

$$\text{TED} = (\% \text{Protein} \times 4.0) + (\% \text{Yağ} \times 8.0) + (\% \text{Karbonhidrat} \times 1.6) \times 1000$$

Sindirilebilir Enerji;

$SE = \text{Yemdeki enerji} - \text{Dışkıdaki enerji}$
--

3.5. Yem ve Besin Madde Analiz Yöntemleri

Yemlerin ham besin maddelerinin tayin metodunda 1864 yılından bu yana Weende Analiz Yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemin esası, çeşitli özellikler bakımından birbirine benzeyen besin maddelerinin bir araya getirilerek miktarlarının belirlenmesidir. Bu analiz metodunda, besin maddelerinin başına ham sözcüğü getirilmektedir. Bunun nedeni, aynı grupta bulunan yem maddelerinin farklı kimyasal yapı taşması ve aynı kimyasal yapıyı gösteren besin maddelerinin de farklı grupta bulunmasıdır. Bu yöntemin en önemli avantajı, kolay laboratuvar çalışmaları ile kısa sürede sonuç vermesidir. Bu nedenle günümüzde de güncelliğini korumaktadır. Bu yöntem sadece besin maddelerinin yapıtaşlarının belirlenmesi konusu ile ilgili analizlere yanıt verememektedir (yağ asitleri, amino asit ve vitamin analizleri gibi).

Denemede kullanılan yemlerin nem içeriklerini ve kuru madde oranını bulmak için, AOAC (1990)'a uygun olarak, ağırlığı bilinen yem, 105°C'de kurutma dolabında (etüvde) 24 saat süreyle tutulmuştur. Eksilen ağırlık % cinsinden hesaplanarak yem içeriğindeki nem ve kuru madde oranı hesaplanmıştır.

Yemlerin ham kül içerikleri AOAC (1990)'da belirtildiği üzere, ağırlığı bilinen karma yemin porselen yakma kaplarında, 550°C'de, 12 saat

süreyle, yakma (kül) fırınında yakılması ile bulunmuş ve sonuç % cinsinden ifade edilmiştir.

Ham protein, AOAC (1990)'a göre, ağırlığı bilinen yem örneğindeki toplam azotun Kjeldahl yöntemi ile bulunarak çıkan değerin 6.25 ile çarpılması ile hesaplanmış ve % cinsinden ifade edilmiştir .

Ham yağ, ağırlığı bilinen yem örneğinin soxhlet cihazında petrol eteri ile ekstraksiyona tabi tutulması ve örneğin yapısındaki yağın ayrıştırılması ile bulunarak % cinsinden ifade edilmiştir (Folch et al.,1957).

Ham selüloz, ağırlığı bilinen yem örneğinin önce zayıf asit daha sonra da zayıf baz ile muameleye tabi tutulup kalan bileşimin 550°C'de kül fırınında yakılması ve elde edilen değerin % cinsinden ifadesi ile bulunmuştur (AOAC, 1990).

Karbonhidrat, doğrudan analiz yöntemi ile bulunmamış, diğer besin maddesi gruplarının toplamının 100'den çıkarılması ile elde edilmiştir. Bu açıklama uyarınca aşağıdaki eşitlik yazılabilir (Halver, 1989);

$$\% \text{ Karbonhidrat} = 100 - (\% \text{ Protein} + \% \text{ Yağ} + \% \text{ Kül} + \% \text{ Selüloz} + \% \text{ Nem})$$

3.6. Büyüme – Gelişme ve Yem Değerlendirilmesine İlişkin Hesaplama Yöntemleri

Toplam 90 gün süren besleme denemesi süresince, ilki başlangıç ağırlığını tespit etmek üzere toplam dört kez canlı ağırlık değişimi

saptanmıştır. Canlı ağırlık ölçümleri yaş ağırlık alma yöntemi ile yapılmıştır (bulk weighting). Buna göre 10 litrelik plastik kovanın, su dolu ağırlığı alındıktan sonra, içerisine sayısı belirlenmiş olan yavru balıklar atılmış ve ağırlık değişimi ölçülmüştür. Bu tartım işlemi en az beş kez tekrarlanmış ve bu sayede tanktaki balık sayısının %10'dan fazla bir kısmının canlı ağırlık ortalaması alınmıştır. Ortalama canlı ağırlık değişiminin bu şekilde belirlenmesi sayesinde anesteziye sahip bir bileşik kullanılmamıştır. Balıklar tanklardan kova içerisine düğümsüz ağ kepçelerle alınmış ve balıkların vücuduna, özellikle de deri ve pul yapısına bir zarar verilmemiştir. Balıkların büyüme ve gelişme verileri, yemden yararlanma oranları, canlı ağırlık gelişimine göre spesifik büyüme oranı ve protein etki değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar aşağıdaki formüllere uygun olarak yapılmıştır (Cowey et al., 1985; New, M.B., 1987; Jobbling, 1994; Goddard, 1996; De Silva and Anderson, 1995; Altan, 2002; Korkut ve diğ., 2007).

Bireysel Ağırlık Kazancı (g/gün);

$$\text{BAK} = (\text{Populasyonun toplam ağırlık kazancı} / \text{Birey sayısı}) / \text{Gün}$$

Ağırlık Kazancı (%);

$$\% \text{ AK} = \{(\text{Son ağırlık} - \text{İlk ağırlık}) / \text{İlk ağırlık}\} \times 100$$

Spesifik Büyüme Oranı (%);

$$\text{SBO} = \{(\ln \text{Son ağırlık} - \ln \text{İlk ağırlık}) / \text{gün}\} \times 100$$

Yem Dönüşüm Oranı (YDO=FCR);

$$\text{FCR} = \text{Toplam kazanılan canlı ağırlık (kg)} / \text{Toplam verilen yem (kg)}$$

Protein Etkinlik Oranı;

$$\text{PEO} = \text{Bireysel canlı ağırlık kazancı(g)} / \text{Bireysel ham protein tüketimi(g)}$$

3.7. İstatistiki Analizler

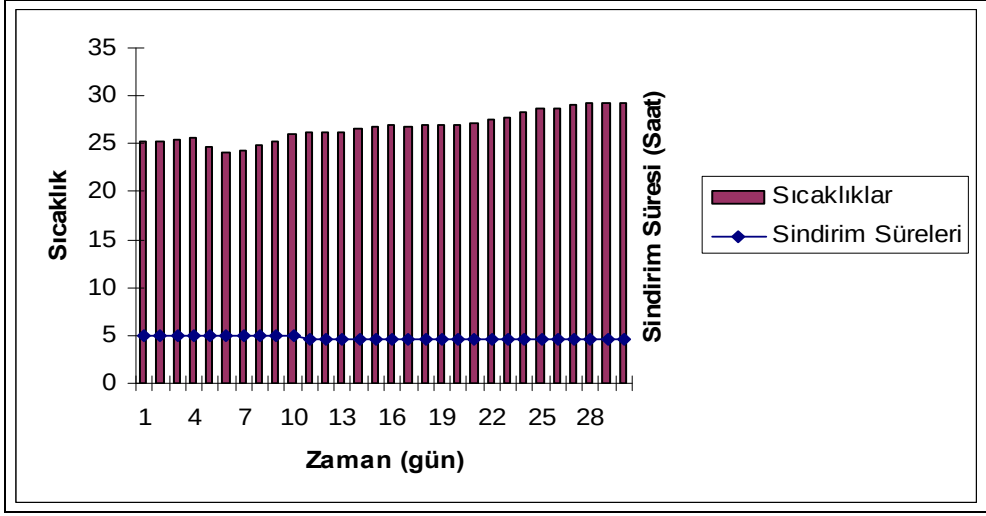
Elde edilen tüm bulguların değerlendirilmesinde SuperANOVA paketi (Abacus Concepts, Barking, CA, 1989) kullanılmıştır. Farklı yemlerle beslenen balıkların büyüme-gelişme ve sindirim oranlarının belirlenmesinde “Duncan’s New Multiple Range Test” kullanılmış ve ortalamalar arasında %5 olasılık oranı ön görülmüştür.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu tez çalışmasında, üç farklı formülasyonda hazırlanan deneme yemlerinin yavru çipuralar tarafından sindirim sürelerinin ve sindirim oranlarının belirlenmesine çalışılmıştır. Bu bölümde, doğrudan yemlerin sindirim oranları ile ilgili bulgulara geçmeden önce, su sıcaklığı ve sindirim süresi ile ilgili bulgulara ardından da büyüme-gelişme verileri ve yem performans ölçümlerinin sonuçlarına yer verilecektir. Söz konusu özellikler ile ilgili araştırma bulguları sunulduktan sonra, yemlerin sindirim oranları ile ilgili bulgulara geçilecektir.

4.1. Balıkların Su Sıcaklığına Bağlı Sindirim Süresi Değişimi ile İlgili Bulgular

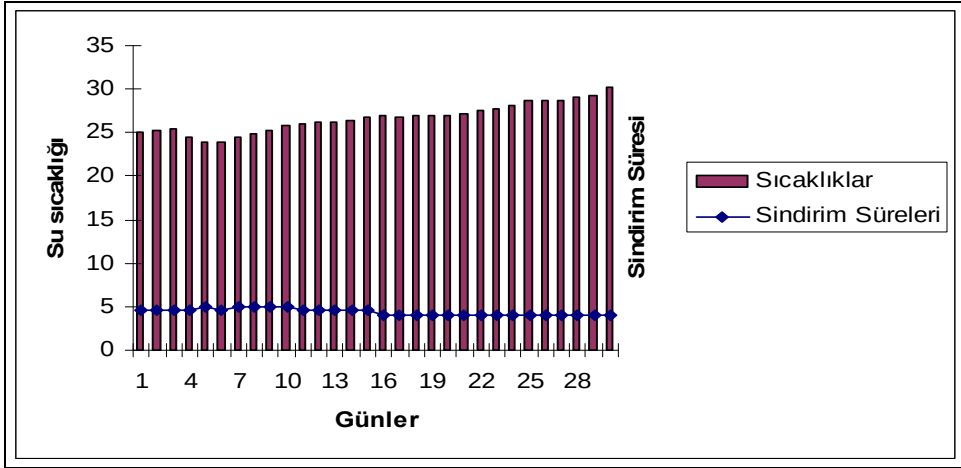
Çalışmanın ilk 45 günü kapsayan bölümünde balıklar granül 3 ve 4 no'lu yemlerle beslenmiştir. Bu dönemde, su sıcaklığı ve ilk sindirim süresi düzenli olarak ölçülmüştür. Buna göre 1.grup yem ile beslenen tanklardaki ortalama su sıcaklığı ve sindirim süresi verilerine ilişkin değişim Şekil 4.1.1.'de sunulmaktadır.



Şekil 4.1.1. 0-45. Günler Arası 1. Grup Yem İle Beslenen Balıkların Su Sıcaklığı-Sindirim Süresi İlişkisi

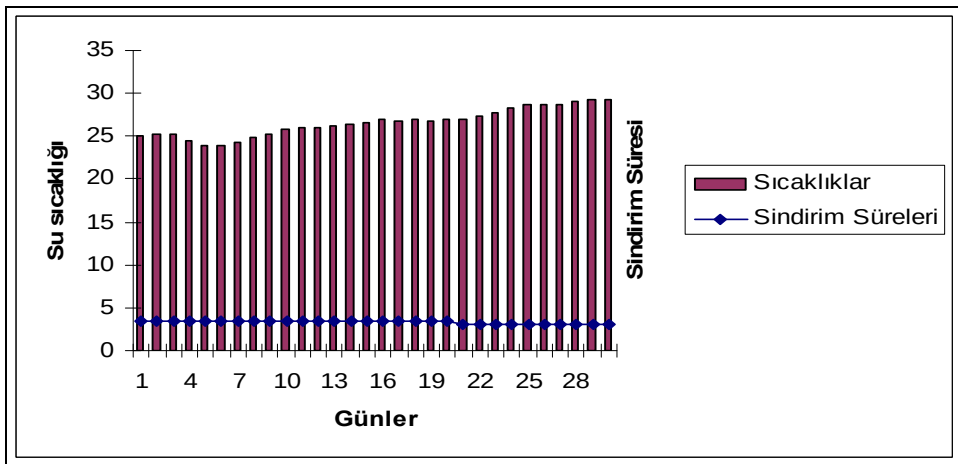
Çalışma süresince 1. grup yem ile beslenen tanklardaki ortalama su sıcaklığı 26.719 ± 1.576 °C (min. 24.01°C, max. 29.55 °C) olarak bulunmuş, bu sıcaklık değerlerinde ortalama sindirim süresi 4.66 ± 0.239 saat olarak gerçekleşmiştir.

2. grup yem ile beslenen balıkların bulunduğu tanklardaki ortalama su sıcaklığı 26.663 ± 1.653 °C (min. 23.9°C, max. 30.15 °C) olarak ölçülmüş, ortalama sindirim süresi ise 4.33 ± 0.379 saat olarak kaydedilmiştir.



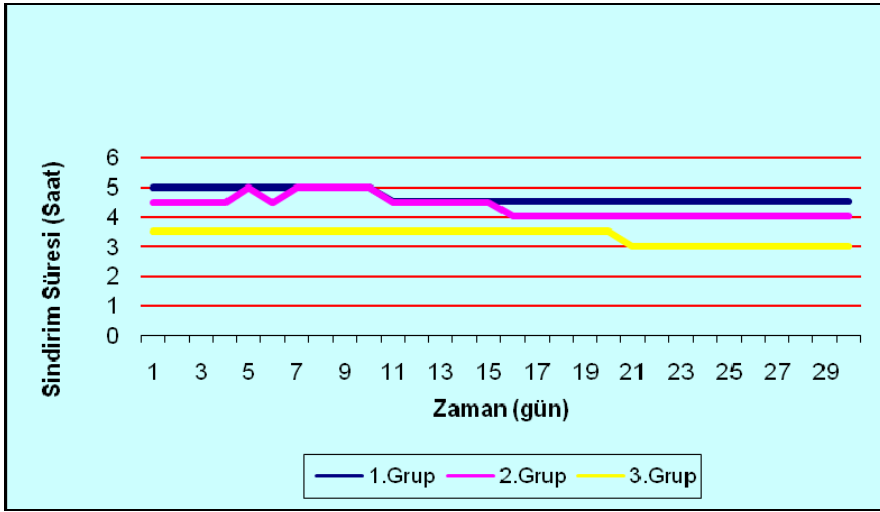
Şekil 4.1.2. 0-45. Günler Arası 2. Grup Yem İle Beslenen Balıkların Su Sıcaklığı-Sindirim Süresi İlişkisi

3. grup yem ile beslenen balıkların stoklandığı tanklardaki ortalama su sıcaklığı 26.599 ± 1.578 °C (min. 23.91°C, max. 29.26 °C) olarak bulunmuş ve ortalama sindirim süresi 3.33 ± 0.246 saat olarak ölçülmüştür.



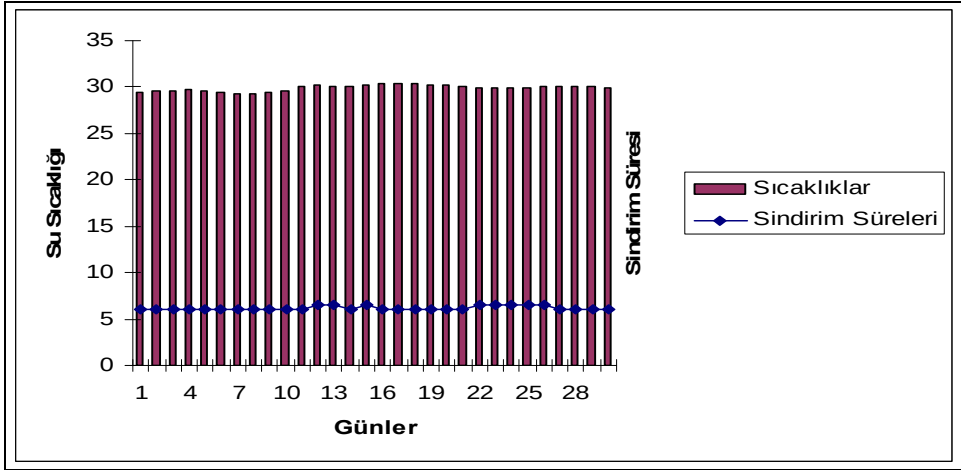
Şekil 4.1.3. 0-45. Günler Arası 3. Grup Yem İle Beslenen Balıkların Su Sıcaklığı-Sindirim Süresi İlişkisi

Yukarıda bildirilen araştırma bulgularına göre; tüm gruplar arasındaki su sıcaklığı farklılığı önemsiz bulunmuştur. 1. ve 2. grup yemle beslenen balıkların sindirim süreleri arasındaki fark önemsiz bulunmuş, buna karşılık 3. grup ile 1. ve 2. grup yemle beslenen balıkların sindirim süreleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($P<0.05$).



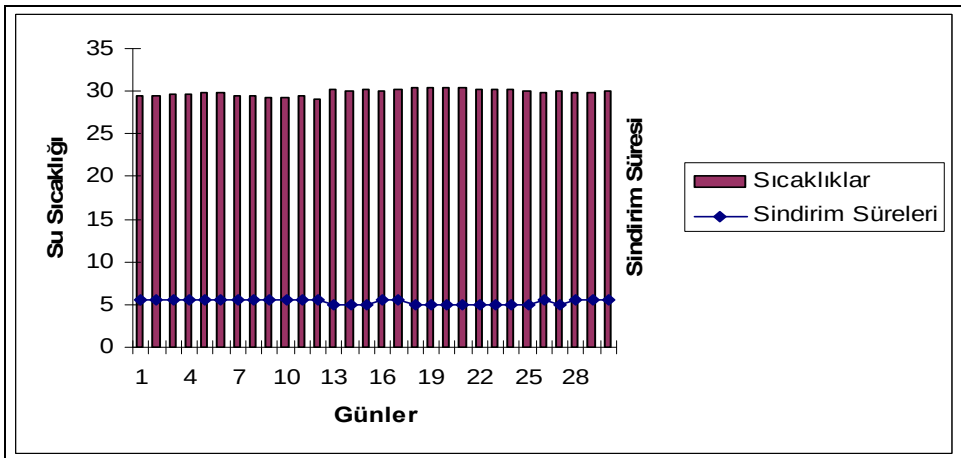
Şekil 4.1.4. Besleme Grupları Arasındaki Sindirim Süresi Farklılıkları.

Denemenin ikinci bölümünde (45-90. günler arası) balıklar pelet no 2 ve 3 ile beslenmeye başlamıştır. Bu dönemde su sıcaklığı değerlerinin de yükseldiği görülmüştür. Çalışma süresince 1. grup yem ile beslenen ergin balıkların stoklandığı tanklardaki ortalama su sıcaklığı 29.918 ± 0.33 °C (min. 29.25 °C, max. 30.45 °C) olarak bulunmuş, bu sıcaklık değerlerinde ortalama sindirim süresi 6.133 ± 0.224 saat olarak gerçekleşmiştir.



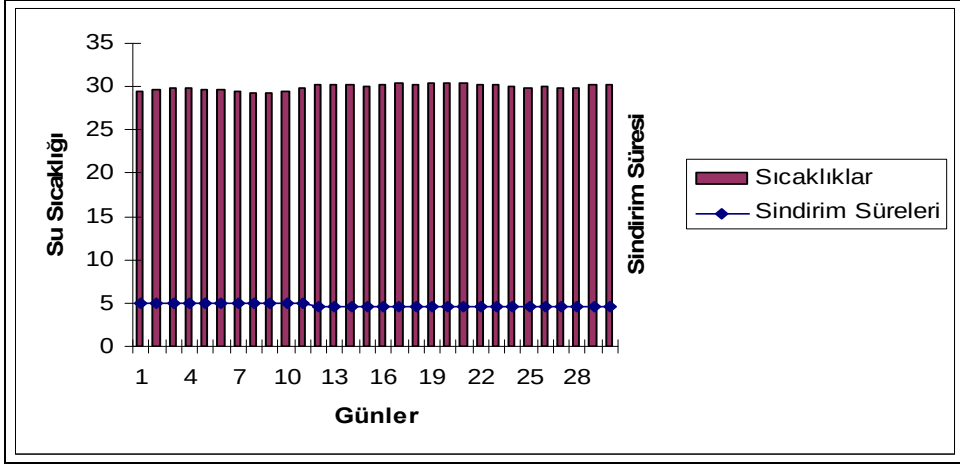
Şekil 4.1.5. 45-90. Günler Arasında 1. Grup Yem İle Beslenen Balıkların Su Sıcaklığı-Sindirim Süresi İlişkisi.

2. grup yem ile beslenen balıkların bulunduğu tanklardaki ortalama su sıcaklığı 29.24 ± 0.357 °C (min. 29.25 °C, max. 30.4 °C) olarak ölçülmüş, ortalama sindirim süresi ise 5.3 ± 0.249 saat olarak kaydedilmiştir.



Şekil 4.1.6. 45-90. Günler Arasında 2. Grup Yem İle Beslenen Balıkların Su Sıcaklığı-Sindirim Süresi İlişkisi.

3. grup yem ile beslenen balıkların stoklandığı tanklardaki ortalama su sıcaklığı 29.95 ± 0.36 °C (min. 29.283 °C, max. 30.483 °C) olarak bulunmuş ve ortalama sindirim süresi 4.683 ± 0.245 saat olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.1.7. 45-90. Günler Arasında 3. Grup Yem İle Beslenen Balıkların Su Sıcaklığı-Sindirim Süresi İlişkisi.

Ergin bireylerle ilgili yukarıda bildirilen araştırma bulgularına göre; tüm gruplar arasındaki su sıcaklığı farklılığı önemsiz bulunmuştur. 1. ve 2. grup yemle beslenen balıkların sindirim süreleri arasındaki fark önemsiz bulunmuş, buna karşılık 3. grup yem ile 1. ve 2. grup yemle beslenen balıkların sindirim süreleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($P < 0.05$).

4.1.2. Balıkların Büyüme–Gelişme ve Yem Değerlendirme Oranlarına İlişkin Bulgular

Çalışmanın başından sonuna dek geçen süre içerisinde büyüme gelişme verileri ile yem değerlendirilmesine ilişkin sonuçları kaydedebilmek için üç kez canlı ağırlık değişimi ölçülmüştür (ortalama alınmıştır).

Ölçüm sonuçlarına göre kontrol grubu (1.grup) yem ile beslenen yavru balıklar denemenin ilk döneminde (0-45. günler) başlangıçta 6.436 ± 0.168 g'dan 23.570 ± 1.337 g canlı ağırlığa ulaşmışlar ve ortalama 17.134 g canlı ağırlık artışı sağlamışlardır. İkinci bölümde (45-90. günler) daha yüksek su sıcaklığında ve daha büyük yemlerle besleme devam ettirilmiş, balıklar çalışma sonucunda 43.785 ± 1.464 g. ortalama canlı ağırlığa ulaşmıştır. İkinci dönemdeki canlı ağırlık artışı 20.215 g. olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.1.2.1. 1. Grup Yem İle Beslenen Balıkların Yem Değerlendirme Sonuçları.

İncelenen Kriterler	Ortalama
Yem Tüketimi (g)	5326 ± 1.355
Spesifik Büyüme Oranı (%)	2.682
Yem Dönüşüm Oranı	1.15
Yem Dönüşüm Etkinliği (%)	86.938
Canlı Ağırlığa Göre Günlük Verilen Yem Oranı (%)	3.082
Protein Etkinlik Oranı (PEO)	1.889
Canlı Ağırlık Kazancı (g)	37.349 ± 1.235

2. grup yem ile beslenen deneme grubundaki balıkların, 6.436 ± 0.168 g başlangıç ağırlığından 22.456 ± 1.925 g canlı ağırlığa ulaştığı ve ortalama

16.02 g canlı ağırlık kazancı sağladıkları görülmüştür. Çalışmanın ikinci bölümünde (45-90. günler) balıklar 41.2 ± 1.238 g. ortalama canlı ağırlığa ulaşmış, bu dönemdeki canlı ağırlık artışı 18.744 g. olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.1.2.2. 2. Grup Yem İle Beslenen Balıkların Yem Değerlendirme Sonuçları.

İncelenen Kriterler	Ortalama
Yem Tüketimi (g)	5534 ± 1.321
Spesifik Büyüme Oranı (SBO)	2.555
Yem Dönüşüm Oranı (YDO)	1.311
Yem Dönüşüm Etkinliği (%)	76.307
Canlı Ağırlığa Göre Günlük Verilen Yem Oranı (%)	3.297
Protein Etkinlik Oranı (PEO)	1.724
Canlı Ağırlık Kazancı (g)	34.764 ± 1.230

Üçüncü grup yem ile beslenen balıklar; çalışma başlangıcında ortalama 6.436 ± 0.168 g canlı ağırlığa sahipken çalışma sonunda

20.386 ± 0.983 g canlı ağırlığa ulaşmışlar ve ortalama 13.95 g canlı ağırlık artışı sağlamışlardır. Denemenin ikinci bölümünde balıklar 38.95 ± 1.646 g. ortalama canlı ağırlığa ulaşmış ve bu dönemdeki canlı ağırlık artışı ortalama 18.564 g olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.1.2.3. 3. Grup Yem İle Beslenen Balıkların Yem Değerlendirme Sonuçları.

İncelenen Kriterler	Ortalama
Yem Tüketimi (g)	5031±1.452
Spesifik Büyüme Oranı (SBO)	2.431
Yem Dönüşüm Oranı (YDO)	1.420
Yem Dönüşüm Etkinliği (%)	70.547
Canlı Ağırlığa Göre Günlük Verilen Yem Oranı (%)	3.453
Protein Etkinlik Oranı (PEO)	1.669
Canlı Ağırlık Kazancı (g)	32.514±1.367

Büyüme gelişme sonuçları ile ilgili yapılan istatistik analizlerinde balıkların beslendiği deneme gruplarından 1. ve 2. gruplarda farklılık önemli bulunmamış, 3. grubun ulaştığı veriler 1. ve 2. grubun değerlerinden önemli oranda farklı bulunmuştur ($P<0.05$).

4.1.3. Yemlerin ve İçerdiği Besin Maddelerinin Sindirim Oranlarına İlişkin Veriler

Bu tez çalışmasında, çipura yavrularının, içerisine indikatör madde katılarak verilen karma yem içeriğinde bulunan besin maddeleri (ham protein ve ham yağ) ile yemin enerji içeriğini hangi oranlarda değerlendirebildiğini bulmak için dışkı toplama metodu ile fekes toplanmış ve bunlar üzerinde besin madde analizleri yapılmıştır. Bölüm 3.1.2'de belirtilen formüllerden izlenebileceği üzere, indikatör madde yardımı ile sindirim katsayısı hesaplanmış ve buradan hareketle çipuraların besin maddelerini hangi oranlarda kullanabildiği ve besin maddelerinin hangi

oranlarda enerjiye dönüşebildiği hesaplanmıştır. Aşağıdaki çizelgede sindirim denemeleri sonucunda elde edilen veriler sunulmaktadır.

Çizelge 4.1.3.1. Besleme gruplarına göre besin maddelerinin ve enerjinin sindirim oranları.

<u>Analiz Grubu</u>	1.Grup yem	2. Grup Yem	3. Grup Yem
Kuru madde (%) (max)	91.582	91.240	91.297
Ham kül (%) (min)	13.232	13.097	11.581
Sindirim Katsayısı	0.19835	0.19952	0.17533
Ham protein (%) (Yemde) MİN	46.0	44.25	42.25
Protein Sindirim Oranı (%)	91.238	90.024	86.725
Sindirilmiş Protein (%)	44.269	40.278	38.753
Ham yağ (%) (Yemde) (min)	10.780	8.540	9.030
Yağ Sindirim Oranı (%)	93.325	95.304	92.709
Sindirilmiş Yağ (%)	10.06	8.138	8.642
Enerji içeriği (kcal/kg) (Yemde)	3291.072	3082.304	3059.656
Enerji Sindirim Oranı (%)	81.323	79.798	75.851
Sindirilmiş enerji (kcal/kg)	2676.4	2398	2350

Besin maddelerinin sindirim oranlarına ilişkin yapılan istatistiki analizlerde ortaya çıkan farklılıklar önemli olmamasına rağmen enerji sindirilebilirliği ile ilgili verilerde 1. grup ile 2. ve 3. grup arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

5. TARTIŞMA VE GENEL DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, üç farklı yem kullanılarak bu yemlerle beslenen çipuraların yem sindirim süreleri ile besin maddelerini sindirim oranları belirlenmiş ve büyüme gelişme verileri hesaplanmıştır. Toplam 90 gün süren çalışmanın ilk bölümünde (0-45. günler) balıklar granül yemler ile beslenmiş 45-90. günler arasında ise pelet yeme geçiş yapılmıştır. Hazırlanan pelet yemlerin içeriği, çalışmanın devamlılığı açısından granül yemler ile aynı tutulmuştur. Balıklar büyüdüğü için çalışma iki kısım olarak değerlendirilmiştir. Balıkların granül ve pelet yem ile beslendiği dönemlerde su sıcaklığına bağlı yem sindirim süresi belirlenmiştir. Besin maddelerinin sindirim oranı ve büyüme ile ilgili gelişmeler ise 90 günlük hesaplamalar üzerinden sunulmuştur.

Aşağıdaki bölümlerde sırası ile çipuraların yem tipine ve su sıcaklığına bağlı sindirim süreleri ile ilgili değerlendirmelere ardından da tüm çalışma boyunca süren sindirim denemesi ve balıkların büyüme gelişme verilerine ilişkin elde edilen bulguların yorumlanmasına değinilecektir.

5.1. Yemin Sindirim Süresi ile İlgili Değerlendirmeler

Denemenin ilk bölümünde ortalama canlı ağırlığı 6.436 ± 0.168 g. olan balıklar ile çalışılmaya başlanmıştır. 45 gün süresince yavru balıkların stoklandığı tanklarda ortalama su sıcaklığı 26.65°C olarak belirlenmiş ve bu su sıcaklığı koşullarında balıkların verilen yemi sindirim süreleri belirlenmiştir. Buna göre 1. grup yem ile beslenen bireyler ortalama 4.66 saat içerisinde ilk dışkı atımına başlamıştır. Ardından ikinci grup yem ile

beslenen bireyler 4.33 saat içerisinde dışkı bırakmış, son olarak da 3. grup yem ile beslenen balıklar 3.33 saat içerisinde dışkı bırakmaya başlamıştır.

Denemenin ikinci bölümünde su sıcaklığı biraz daha yükseltilmiş ve ortalama 29.5 °C su sıcaklığında, bu kez pelet yemlerle beslemeye geçilmiştir. Bu sıcaklıkta; 1. grup yem ile beslenen balıklar ilk dışkılamayı 6.13 saatte, 2. grup yem ile beslenen balıklar 5.3 saatte, 3. grup yem ile beslenen balıklar ise 4.68 saatte yapmışlardır.

Su sıcaklığı tüm tanklarda sabit tutulduğundan ve istatistiki açıdan gruplar arasında bir fark tespit edilemediğinden, sindirim süresinin yem içeriği ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Birinci grup yem ile yapılan beslemede hayvansal ve bitkisel kökenli hammaddelerin oranı 63:33 şeklinde değişmektedir. Bu grup yem hem ticari yem formülasyonlarına uygun hem de karnivor balıkların beslenme biçimine uygun olduğu düşünülerek kontrol grubu olarak seçilmiştir. Bu nedenle yemin metabolizmadaki kalış süresinin diğer gruplara oranla daha yüksek olduğu tahmin edilmektedir. İkinci grup yem içeriğine bakıldığında hayvansal ve bitkisel kökenli hammadde grubunun oranı 47:49 olarak değiştiği görülmüştür. 1. grup yemin sindirim süresi ile kıyaslandığında daha düşük bir süre geçmesine rağmen istatistiki anlamda birinci gruptan bir farklılık gözlenmemiştir. Üçüncü grup yemin hayvansal ve bitkisel hammadde oranı 31:65 şeklinde bulunmuştur. Formülasyonda hayvansal hammaddelerin iki katından fazla bir oranda bitkisel kökenli hammadde kullanılmıştır.

Yukarıdaki tespitlerden hareketle karnivor ve predatör beslenme özelliğine sahip çipuralar için yem içeriğinin son derece önemli olduğu ve balığın beslenme özelliğinden uzaklaşmaya başladığında sindirim süresinin kısaldığı görülmektedir. Benzer sonuçlar Aksnes and Opstvedt (1998) tarafından da bildirilmektedir. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada, karnivor balıkların yemlerinde kullanılan hayvansal kökenli hammaddelerin oranının ve bunların kalitesinin doğrudan doğruya yemin sindirim süresini ve sindirim oranını etkilediğini bildirmektedirler. Hayvansal kökenli hammadde oranını azalmaya başladığı deneme gruplarında sindirim süresi de kısalmakta, balıklar bu nedenle yüksek olsa dahi protein ve enerji içeriğini metabolizmada değerlendiremeden vücutlarından atmaktadır.

Halver (1972)'ye göre, yemin içerisinde kullanılan bitkisel kökenli hammaddelerin oranının yüksek olması, sindirim süresini azaltan ve balıkların o hammaddelerin içeriğindeki besin maddelerini kullanmasını kısıtlayan bir faktör olarak karşımıza çıktığını belirtmektedir.

Robaina et al. (1995); balık unu yerine soya küspesi kullanarak besledikleri çipuraların sindirim sistemi histolojisini incelediklerinde, balık ununun azaltılmaya başladığı deneme gruplarında yemin bağırsaktan geçiş süresinin de çok kısa olduğunu ve büyük ihtimalle bitkisel kökenli grubun sindirilemeden vücuttan dışarı atıldığını bildirmektedirler.

Kissil et al. (2000); çipuralarla yaptıkları çalışmada, yavru aşamadaki balıkların ticari toz ve granül yemi ortalama 4-6 saat arasında sindirerek dışkı bırakmaya başladığını bildirmektedirler. Balık büyüklüğü arttıkça,

balıkların ağız açıklığına uygun olarak pelet yeme geçildiğini, yem büyüklüğü arttıkça sindirim süresinin uzamaya başladığını bildirmektedirler.

Pereira et al (2003); çipuralarda mısır gluten unu ile yaptıkları çalışmada, mısır gluten oranının arttırılmaya başlandığı yem gruplarında sindirim süresinin ve yemden yararlanmanın azaldığını bildirmektedirler.

Glencross et al (2004); diğer bir Sparidae üyesi olan *Pagrus auratus* ile yaptıkları çalışmada yüksek oranda bitkisel kökenli hammadde içeren besleme gruplarında 22-24 °C su sıcaklığında sindirim süresinin 3 saat civarında gerçekleştiğini, aynı su sıcaklığında ağırlıklı olarak hayvansal kökenli besinlerle beslenen mercanlarda sindirim süresinin 5-8 saat arasında gözlemlendiğini bildirmektedirler.

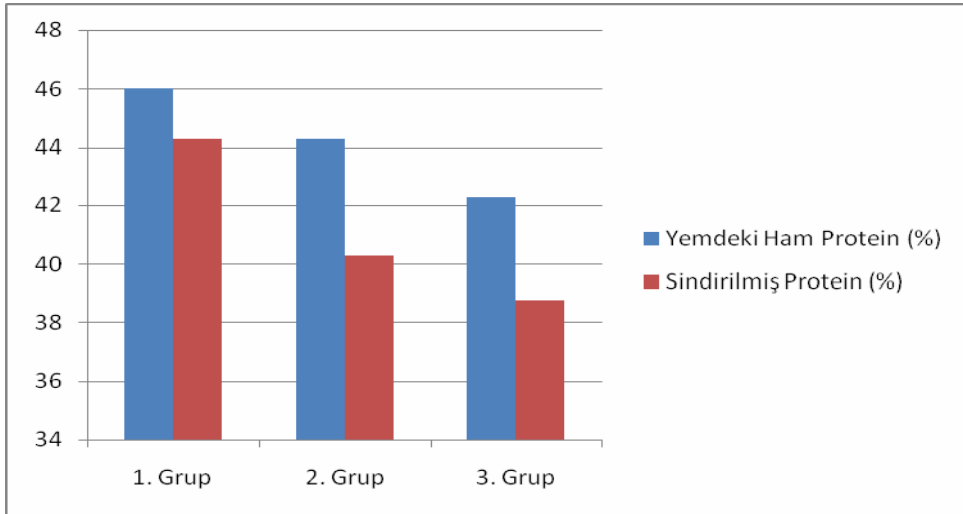
Yukarıdaki literatür bildirişleri rehberliğinde, bu çalışmada da benzer sonuçlara ulaşılmış, yem içeriğindeki bitkisel kökenli grupların oranının artmasıyla sindirim süresinin kısaldığı ve yemden yararlanmanın azalmaya başladığı sonucuna varılmıştır.

5.2. Çipuraların Besin Maddelerini Sindirim Oranlarına İlişkin Değerlendirmeler

90 gün boyunca balıkların beslenmesini takiben toplanan dışkılarda yapılan besin madde analizlerinin sonuçlarına göre protein, yağ ve enerji sindirim oranları belirlenmiştir. Birinci grup yem ile beslenen çipuralarda protein ve yağ sindirim oranları sırası ile %91.23 ve %93.325 olarak gerçekleşen bu grup çipuralarda enerji sindirilebilirliği de %81.32 olarak

gerçekleşmiştir. İkinci grup yem ile beslenen balıkların protein, yağ ve enerji sindirimleri sırasıyla %90.024, %94.304 ve %79.79 olarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde üçüncü grup yem ile beslenen balıklardan elde edilen değerler ise %86.25, %92.709, %75.851 olarak bulunmuştur.

Yukarıdaki veriler ışığında balıkların büyüme ve gelişmesini sağlayan en önemli besin maddesi olan proteinleri en iyi oranda birinci grup yem ile beslenen çipuraların sindirebildiği, ardından ikinci grup ve üçüncü grup ile beslenen balıkların geldiği sonucuna ulaşılmıştır. İstatistiki anlamda birinci ve ikinci gruplar arasında fark bulunamamış, bu gruplarla üçüncü grup balıklar arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$). Yağların sindirilebilirliğinde gruplar arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Enerji sindirilebilirliği incelendiğinde ise birinci ve ikinci gruplar arasında fark bulunmamış ancak; üçüncü grup ile diğer gruplar arasında istatistiki açıdan bulunan farkın anlamlı olduğu saptanmıştır ($P<0.05$).



Şekil 5.2.1. Besleme gruplarına göre ham proteinin sindirim oranları.

Beklenildiği gibi, ağırlıklı olarak hayvansal kökenli protein ile beslenen çipuralarda ham proteinin sindirim oranı diğer gruplara göre yüksek bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara paralel olarak; Hephher (1990), karnivor tatlı su balığı türlerinden olan gökkuşağı alabalıkları ile deniz balığı türlerinden olan çipuralarda ortalama ham protein sindiriminin %90-95 arasında gerçekleşebileceğini ve bu oranın yem kalitesi ile diğer besin maddelerinin kompozisyonlarına bağlı olduğundan söz etmektedir. Bunun yanı sıra Lupatsch et al (1997) ise çipuralarla yaptıkları deneme sonuçlarında protein sindirim oranının %79-90 arasında olduğunu bildirmektedirler.

Deneme süresince, hayvansal kökenli yem grubu ile beslenen çipuraların protein sindirim oranları yüksek bulunmuş, bitkisel kökenli grupların ağırlığı arttıkça sindirim oranının düşmeye başladığı gözlenmiştir.

Bu denemede bulunan sonucun tersine; Gomes Da Silva and Oliveira-Teles (1998), ortalama canlı ağırlığı 40 g olan ve çipuralar gibi karnivor beslenme özelliğine sahip levreklerle çeşitli hammaddelerin sindirim oranlarını belirlemeye çalışmışlardır. Yem yapımında hammadde olarak balık unu, hidrolize edilmiş balık proteini, kan unu, et unu, soya unu ve dekstrinden yararlanmışlardır. Söz konusu hammaddelerin değişik oranlarda kullanıldığı yemlerde toplam protein sindirimi %89-97 arasında değişmiştir ve soya unu sindirimine baktıklarında ise %38'lik düşük bir değere rastlamışlardır.

Sadece soya küspesi ununun değil, diğer bazı bitkisel kökenli protein kaynaklarının da, sanıldığı gibi aksine, karnivor beslenme özelliğine sahip

balıklar tarafından yüksek oranda sindirilebildiği belirtilmektedir. Örneğin Robania et al. (1999), 200 g ortalama canlı ağırlığa sahip levreklerde yemin içerisinde %30'a kadar kullanılabilecek buğday gluteni ununun sindirilebilirliğinin %100'e yakın olduğunu bildirmektedir. Lupatsch et al. (1997) ise çipuralarda balık unundaki ham proteinin %83, soya küspesi unundaki ham proteinin ise %86-88 oranında sindirilebildiğini belirtmektedirler.

Bu çalışmada protein sindirimini etkileyen proteaz enzimleri (protein sindiriminde rol alan enzimler) üzerine herhangi bir deneme yapılmamıştır. Ancak; De Silva and Anderson (1995), karnivor balıklarda protein sindiriminde görev alan enzimlerden başlıcalarının pepsin ve tripsin olduğunu bildirmektedirler. Pepsin, midede salgılanan en önemli proteaz enzimlerindendir. Infante and Cahu (1994), çipuralarda ilk pepsin aktivitesine larval aşamanın 24. gününden itibaren rastlandığını belirtmektedirler. Balık türüne bağlı olarak pepsinin pH'ı 2-4 arasında değişmektedir. Bağırsakta ise proteaz enzimlerinin bir çoğu sentezlenebilmektedir. Bu organdan alınan örneklerde tripsine, kemotripsine ve karboksipeptidaza rastlanmıştır. Bağırsaktaki protein sindirimine ait tüm aktiviteler 6-11 pH değerleri arasında seyretmektedir. Pankreas ise başlıca proteaz enzimlerinin sağlandığı organ olarak bilinmektedir ve buradaki enzim aktiviteleri pH 7 seviyesinde sürmektedir. Ancak; karaciğer, dalak ve safra kesesi de belirli oranlarda protein sindiriminde görev almaktadır.

Bu çalışmada genel olarak tüm deneme gruplarında belirlenen ortalama su sıcaklığı 26-30 °C olarak belirlenmiştir. Bu sıcaklık derecesi çipuraların optimum sıcaklık gereksinimleri göz önünde bulundurulduğunda

yüksek bir sıcaklık olarak göze çarpmaktadır. Genel anlamda sıcaklık değişiminin balıkların ham protein gereksinimi ve protein sindirilebilirliği üzerine etkisi hala araştırılmakta olan bir konudur. Hidelgo and Alliot (1987), Akdeniz sularında 5-27 °C 'ler arasında yaşayabilen bir tür olan çipuraların en iyi gelişimi 22 °C'de gösterdiğini ve bu sıcaklıkta verilecek yem içeriğinde de %50 ham protein bulunması gerekliliğinden söz etmektedir. Peres and Olivia-Teles (1999), ortalama 5.5 g canlı ağırlığa sahip çipuralar ile yaptıkları çalışmada, 18 °C ve 25°C'de %36, 42, 48 ve 56 protein seviyelerinde balıkların yemdeki proteini kullanma oranını belirlemeye çalışmışlardır. Her iki su sıcaklığında da %48 ve %56 oranında protein içeren yemlerle beslenen levreklerin spesifik büyüme oranları ve yem dönüşüm etkinliği değerlerini diğer yemleme gruplarından yüksek bulmuşlardır. Protein sindirilebilirliğinin su sıcaklığının artmasına bağlı olarak yükseldiği ancak proteinlerin kullanım etkinliğinin düşük su sıcaklıklarında daha yüksek olduğunu bildirmektedirler.

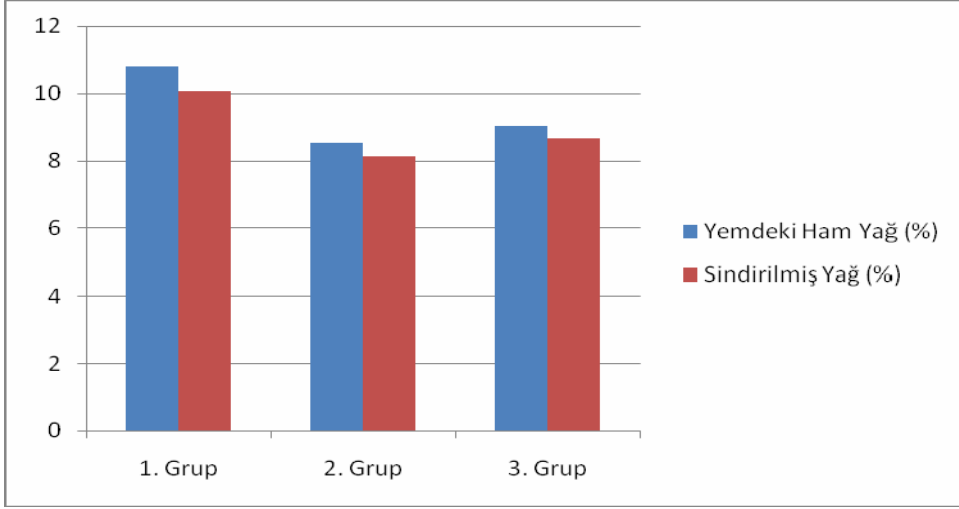
Farklı türlerle yapılan denemelerde de benzer sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin Choubert et al. (1982), 160 g ortalama canlı ağırlığa sahip gökkuşağı alabalıkları ile yaptıkları çalışmada, su sıcaklığının 10°C'den 18°C'ye çıkarılması ile protein sindirilebilirliğinin %86.9'dan %89.6'ya yükseldiğini belirtmektedirler. Hepher (1990) ise, tatlı su balığı türlerinden kanal yayınları 24°C su sıcaklığında %25-30 ham proteine gereksinim duyduğunu, su sıcaklığının daha da yükseltilmesi durumunda protein gereksinimlerinin %30-35'e yükseldiğini bildirmektedir.

Yukarıdaki protein sindirim oranı değerlendirilmelerine bakıldığında, çipuralar için, büyük ölçüde yemdeki protein kaynağına bağlı olmak üzere,

yem içeriğindeki ham protein değerin yavru aşamasında %42-47 arasında, büyüme periyodunda ise % 40-45 arasında olması gerektiği tavsiye edilmektedir (Davies, 2002; Hoşsu ve diğ., 2002).

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile yukarıda belirtilen literatürler ışığında ham protein sindirilebilirliği açısından genel bir değerlendirme yapılacak olursa, yüksek ham protein sindirilebilirliğinin hedeflendiği yemlerde yüksek kaliteli hammaddelerin kullanılması zorunluluğu ile karşılaşılmaktadır. Bunun yanı sıra karnivor beslenme özelliğine sahip balıkların yemlerinde bitkisel kökenli hammaddelerin kullanımına da yer verilecek ise bu hammaddelerin de mutlak surette balıkların kullanılabileceği forma getirilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Ham yağ sindirilebilirliği konusunda genel bir değerlendirme yapılacak olursa, çipuralarda ham yağ sindirilebilirliğinin oldukça yüksek olduğu sonucu ile karşılaşılmıştır. Bunun yanı sıra yem içerisinde ham yağ kaynağı olarak kullanılan balık yağının da çipuralar tarafından sorunsuz bir şekilde değerlendirilebildiği yargısı da çıkarılmıştır. Günümüzde, başta bitkisel kökenli yağ kaynakları olmak üzere, yemlerde alternatif yağ kaynaklarının kullanılabilirliği konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Ancak; balık yağının gerek kokusu gerekse de karnivorların metabolizmasında kolayca değerlendirilebilen uygun yağ asidi profiline sahip olması nedeni ile güncelliğini ve kullanım yaygınlığını korumakta olduğu da bir gerçektir.



Şekil 5.2.2. Besleme gruplarına göre ham yağın sindirim oranları.

Leger'e göre (1985), yağları sindiren enzimlere genel olarak lipaz adı verilmektedir. Lipaz tüm sindirim kanalı boyunca bulunabildiği gibi en aktif olduğu organ pankreastır çünkü; yemdeki yağların %80'lik bir kısmını oluşturan trigliseritler pankreastaki lipaz yardımı ile parçalanmaktadır. Bununla birlikte, karnivor balıklarda lipaz aktivitesinin omnivor ve herbivorlara oranla daha yüksek olduğunu bildirmektedir.

Bu çalışma süresince çipuraların yemdeki besin maddelerini sindirim oranlarından yola çıkarak enerjiyi hangi oranda sindirebildikleri de araştırılmıştır. Araştırma bulgularının değerlendirilmesine geçmeden önce yem enerjisi (alınan enerji), fekal enerji ve sindirilebilir enerji kavramlarından söz etmenin yararlı olacağı düşünülmüştür.

Yem enerjisi, diğer bir deyişle alınan enerji; balığa verilecek olan yemin toplam enerjisidir. Cho et al. (1982) ve Smith (1989), bu enerjiyi brüt

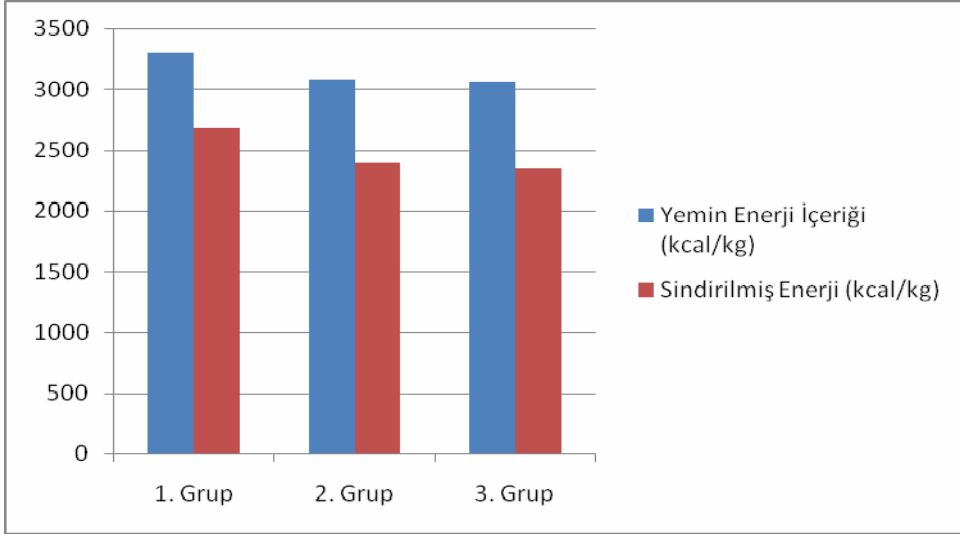
enerji olarak da tanımlamaktadırlar. Brüt enerji, yemdeki protein, yağ ve karbonhidratın yanması sonucunda ortaya çıkan enerjidir. Alınan enerji, direkt ve dolaylı olmak üzere iki şekilde hesaplanmaktadır. Birinci yöntemde, ağırlığı bilinen yem kalorimetre kabında yakılmakta ve bu yakma işlemi sırasında açığa çıkan ısı kalori cinsinden ölçülmektedir. İkinci yöntemde ise, besin madde içerikleri (% cinsinden ifade edilmek üzere; ham protein, ham yağ, ham selüloz, karbonhidrat) bilinen yem söz konusu besin maddelerinin enerji katsayıları ile çarpılmakta ve kilo kalori cinsinden ifade edilmektedir (bkz. Bölüm 3.4).

Fekal enerji, vücuttan atılan materyalin yapısındaki enerjidir. Fekal enerji deyimi sadece dışkı ile atılan amonyaklı bileşiklerdeki enerji anlamında kullanılmayıp, metabolik faaliyetler sırasında üretilen azotlu bileşikleri, enzim artıklarını ve metabolizmada değerlendirilmeyen tüm atık maddelerin yapısındaki enerji olarak bilinmelidir.

Sindirilebilir enerji ise, balık tarafından absorbe edilen yem enerjisidir. Pratikte sindirilebilir enerji, yem ile alınan enerjiden fekes ile atılan enerjinin çıkarılması ile hesaplanmaktadır. Sindirilebilir enerji daha sonra metabolizmanın enerji gereksinimini karşılamak üzere metabolize enerjiye dönüşmektedir. Geriye kalan enerji ise net enerji adını almaktadır. Net enerji de balıkların büyüme gelişmelerinde kullanılmakta, fazlası ise depo edilmektedir.

Birinci grup ile beslenen balıklarda elde edilen enerji sindirilebilirliğinin diğer gruplardan yüksek olması, uygun yem hammaddelerinin uygun besin madde içerikleri ile bir araya getirilmesi ve

çipuraların besin madde gereksinimlerini yüksek oranda sağlayabilmiş olması ile açıklanabilir. Bu grupta balıkların gereksinim duyduğu optimum enerji seviyesi de sağlandığından sindirilebilir enerji miktarının da yüksek olduğu düşünülmektedir.



Şekil 5.2.3. Besleme gruplarına göre sindirilmiş enerji miktarları.

Bu çalışmada elde edilen enerji sindirilebilirliği sonuçlarına paralel olarak, Lupatsch et al. (1997), çipuralarla yaptıkları denemede enerji sindirilebilirliğinin %71-%86 arasında değiştiğini bildirmektedirler. Lie (1997) ise karnivor balıklarda alınan enerjinin yaklaşık %20-40 arasında fekal enerjiye dönüştüğüne ve sindirilebilir enerji oranlarının %60-80 arasında olabileceğine dikkat çekmektedir.

5.3. Balıkların Büyüme ve Gelişmeleri ile İlgili Değerlendirmeler

Yavru bireylerle ve granül yem kullanılarak başlanan çalışmanın ilk bölümü olan 45. günün sonunda en iyi büyüme gelişme performansları

sayısal anlamda sırasıyla birinci, ikinci ve üçüncü grup yem ile beslenen balıklar göstermiştir. Buna karşılık istatistiki olarak birinci ve ikinci grup arasında bir farklılık bulunmamış, üçüncü grup ile beslenen balıkların verileri birinci ve ikinci grubunkinden düşük ve farklı bulunmuştur ($P<0.05$). Üçüncü grup ile beslenen balıkların genel karakteristiğine bakıldığında, protein ve enerji sindirilebilirliği açısından da kötü performans elde edildiği görülmektedir. Bu durum; üçüncü grup yemin içeriğinde bulunan yüksek orandaki bitkisel kökenli hammadde ile açıklanabilir. Bitkisel kökenli gruplar içerisindeki anti besinsel faktörler ve yüksek selüloz içeriği nedeni ile bu grup yem ile beslenen balıkların büyüme ve gelişme açısından diğer gruplardan geride kalması normal karşılanmalıdır.

5.4. Yem Sindirilebilirliğinin Ekonomik Anlamda Değerlendirilmesi

Bu çalışmanın sonunda her üç deneme grubu ile beslenen balıkların protein ve yağ sindirilebilirliğine ait ekonomik bir değerlendirme de yapılmıştır. Buna göre birinci grup yemde bir ton protein kaynağının 627 Amerikan Doları olduğu hesaplanmıştır. Buna göre sindirilebilir proteinin değeri 572 Amerikan Doları olarak bulunmuştur. İkinci grup yem için bir ton protein kaynağının maliyeti 451 Amerikan Dolarıdır, balıklar tarafından sindirilebilen değer ise 408.33 Amerikan Dolarıdır. Üçüncü grup yemin protein kaynağı maliyeti 275 Amerikan Dolarıdır, sindirilebilen değer ise 237.18 Amerikan Dolarıdır (1 ton balık unu-protein kaynağı=1100 Amerikan Doları/ton, 05.09.2008 itibariyle FOB fiyat; Anonim, 2008). Büyüme gelişme verileri ile yem maliyetleri arasındaki ilişkiye bakıldığında doğru orantılı bir ilişki olduğu, sindirim oranının artması ile birlikte

sindirilebilir grubun değerinin de arttığı görülmektedir. Ticari  retim koşullarında çok yoğun ve fazla sayıdaki balık ile çalışıldığında yüksek maliyetlere ulaşılmasına rağmen yem sindirim oranının yükseldiği belirlenmiştir. Aradaki büyüme gelişme verileri değerlendirilmeye alındığında ise elbette yüksek büyüme gelişme sağlayan bireylerin yüksek maliyetli ve yüksek sindirim oranına sahip yemlerle beslendiği görülmektedir. Bu ekonomik sonuçlar göstermektedir ki, kaliteli bir balık besleme aktivitesinde iyi kaliteli ve yüksek sindirilebilirlik oranına sahip yemler kullanılmalıdır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, farklı oranlarda bitkisel ve hayvansal kökenli protein içeren karma yemler ile 90 gün süresince beslenen ve başlangıçta ortalama canlı ağırlığı 6.4 g olan çipuralarda, yemlerin sindirim süresi ile besin maddelerinin ve enerjinin sindirim oranları belirlenmeye çalışılmıştır. Asıl konu başlığı yanı sıra, imal edilen karma yemlerin içeriğinde bitkisel ve hayvansal kökenli hammaddelerin, özellikle balık unu ve soya küspesi gibi ham protein kaynaklarının bulundurulmasının, karnivor bir balık türü olan çipuranın büyüme ve gelişiminde nasıl etkiler yaratacağı konusu da araştırılma fırsatı bulmuştur.

Balıklarda besin maddelerinin, daha sonrasında da karma yemin içeriğini oluşturan hammaddelerin sindirim oranlarının belirlenmesine yönelik çalışmalar oldukça yenidir. Özellikle 90'lı yıllardan itibaren su ürünleri yetiştiriciliğinin bir sanayi kolu durumuna gelmesi ve su ürünleri sanayinin etkileşimde bulunduğu en önemli sektör olan karma yem sektörünün sürekli geliştirilen yem formülleri ile desteklenmesi sindirim denemelerine de ışık tutmuştur. Karma yem sanayindeki gelişmelerin verimliliği ancak balık üzerinde denendikten sonra, yani balık beslendikten sonra anlaşılabilmektedir. Bu verimlilik de büyüme-gelişme verilerine bakılarak, yemlerin sindirim süresini ölçerek ve total sindirilebilirliği hesaplayarak anlaşılabilmektedir.

Sindirim çalışmaları ile karma yemin yapısında bulunan protein, lipid ve karbonhidrat gibi besin maddelerinden elde edilen enerji kaynaklarının kullanımı aydınlığa kavuşturulabilmektedir. Balıklar tüm yaşamsal aktiviteleri ile büyüme-gelişmelerini sağlayabilmek için mutlak surette

enerjiye gereksinim duymaktadır. Entansif yetiştiricilikte balıkların en önemli ve tek enerji kaynağı, karma yemlerin yapısındaki besin maddeleridir. Bu besin maddelerinin balık tarafından metabolizmada kullanım oranlarının bilinmesi, toplam enerji kullanımı konusunda da fikir verebilmektedir. Bu noktadan hareket ile karma yemlerde bulunması gereken besin madde miktarları formülasyonlarda dengelenebilmektedir. Böylece balıklara, karma yem içerisinde değerlendirebilecekleri kadar besin maddesi verilmiş olur.

Bu tez çalışmasının literatür hazırlıkları sürdürülürken geçmişte yayınlanan çok sayıda kaynak taranmış ve balıklarda besin maddelerinin sindirim oranlarının belirlenmesinde ve sindirim sürelerinin tahmininde sınırlı sayıda balık türü ile çalışıldığı görülmüştür. Karşılaşılan kaynaklarda, karnivor türlerden gökkuşaağı alabalığı, herbivor ve omnivor türlerden ise sazan ve tilapialarla ilgili deneme sonuçlarına rastlanmıştır. Deniz balığı türleri ile yapılan çalışmaların ise çok az sayıda olduğu belirlenmiştir. Deniz balığı türleri içerisinde çipura, başta Türkiye olmak üzere, tüm Akdeniz'e ve güney Avrupa'ya kıyısı olan ülkeler için ekonomik bir türdür. Bugüne kadar Türkiye'de deniz balıkları ile yapılan bir sindirim çalışmasına rastlanmadığından bu çalışmanın bir ilk teşkil edeceği ve sonrasında yapılacak denemeler için yol gösterici nitelikte olduğu varsayılabilir.

Bu çalışmada kullanılan yem grupları ile elde edilen sonuç göstermektedir ki; sanıldığıının aksine, bitkisel kökenli protein kaynakları da karnivor bir tür olan çipura tarafından sindirilebilmektedir. Ancak; bu tür bitkisel ham protein kaynaklarının yapısındaki sınırlayıcı etkiler belirlendikten ve iyileştirme çalışmalarından sonra kullanılması

gerekmektedir. Bunun yanı sıra, hayvansal kökenli protein kaynaklarının, başta balık unu olmak üzere, yüksek kaliteye sahip olması protein sindirilebilirliğini etkileyen önemli bir faktördür. Aksi durumlarda, yemin sindirim sisteminden geçişi son derece hızlanmakta, sindirim sistemini zorlayan özellikle ağırlıklı olarak bitkisel kökenli hammaddelerin kullanıldığı yem grupları çok hızlı bir şekilde vücuttan atılmaktadır. Bu hızlı geçiş sonunda, yemin içerisindeki besin maddelerinden yararlanma oranı da düşmekte, sonuç olarak büyüme ve gelişmede bozukluk ya da gerilik yaşanmaktadır.

Enerji sindirimine bakıldığında ise en iyi sonuçlar birinci grup yem ile beslenen balıklardan elde edilmiştir. Aynı zamanda, bu grup yem ile beslenen balıklar canlı ağırlık gelişimi açısından da en iyi verilere ulaşmıştır. Çipuralarda enerjinin sindirim oranına ilişkin sonuçlar, enerji sindiriminin yüksek olduğu yemler ile beslenen çipuraların daha iyi büyüme gelişme verilerine sahip olduğunu göstermektedir.

Çalışmanın genel bir değerlendirmesi yapılacak olursa, beslemeye alınan çipuralarda sindirim oranının yüksek ve büyüme-gelişmenin olumlu bir grafik çizebilmesi için enerji sindiriminin yüksek olması gerektiği söylenebilir. Bu da balık metabolizmasında değerlendirilmeye başlanan yemin normal şartlarda ve normal süresinde geçişinin sağlanabilmesiyle mümkün olabilmektedir. Sadece enerji içeren besin maddelerinin tek başlarına sindirim oranlarının yüksek olması, büyüme-gelişme oranlarının da yüksek olacağı anlamına gelmemektedir. Çünkü; hesaplamalar sonucunda yüksek oranda sindirilebildiği saptanan besin maddelerinin balık metabolizmasındaki kullanılabilirliği ve enerjiye dönüşüm oranı çok daha

önemli bir kriterdir. Bunun yanı sıra, özellikle büyüme-gelişme faktörü olan protein kaynaklarının yapısındaki amino asit profilinin de belirlenmesi ve amino asit yapısının uygun oranlarda kullanılacak hammaddelerle dengede tutulması önemli bir kriterdir. Bu nedenle, karma yem yapımında kullanılması planlanan hammaddelerin de tüm besin madde içeriklerinin belirlenmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada, özellikle ham protein kaynağı olarak soya küspesi ununun kullanıldığı üçüncü grup ile beslenen balıklarda, diğerlerine göre daha düşük büyüme-gelişme verileri elde edilmiştir. Soya küspesi unu gibi bitkisel kökenli ve hayvansal protein kaynaklarına oranla çok daha düşük maliyetli ham protein kaynaklarından yararlanabilmek için, önceki bölümlerde sözü edilen ısıt işlemlerden geçirmenin yanı sıra karma yemin içerisine ticari enzimler ilavesi ile de olumsuz faktörleri ortadan kaldırmak mümkün olabilir. Hali hazırda proteaz, lipaz, karbohidraz ve fitaz gibi enzimlerin ticari formları piyasada satılmaktadır. Bunun yanı sıra, özellikle yeme adaptasyon dönemlerinde karma yeme atraktant (cezbedici) maddelerin katılması ile çok daha yüksek yem değerlendirme oranlarına ulaşılabileceği düşünülmektedir. Bu sayede, uygun yem adaptasyon şartları ile karnivor balıklardan çipuraların bitkisel kökenli hammaddelere adapte edilebileceği sonucuna varılabilir.

Bu çalışmadan çıkarılabilecek diğer önemli bir sonuç da, besin maddelerinin yüksek sindirilebilirliği hedeflendiğinde kaliteli hammaddeler kullanılması gerektiğidir. Bu nedenle, ister hayvansal ister bitkisel kökenli hammaddeler ya da protein kaynaklarından yararlanılsın, kaliteden ödün

vermemek başarılı bir balık besleme uygulaması için önemli bir kriter olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yukarıdaki sonuçlara ilaveten; ekstruder yem yapım sistemi, yemin belirli sıcaklık ve basınçta peletlenmesi esasına dayanmaktadır. Bu sistemde, sıcaklık ve basınç kontrol edilebildiğinden, yem yoğunluğu ayarlanabilmekte ve balıkların beslenme özelliklerine uygun yemler imal edilebilmektedir. Yukarıda sayılan ve bitkisel kökenli hammaddelere göre değişen sınırlayıcı faktörlerin, ekstruder sistemler kullanılarak, ısıt işlemler yardımıyla ortadan kaldırılabilmesi ya da olumsuz faktörlerinin en aza indirilmesi mümkün görünmektedir. Bu sayede özellikle karnivor balıkların yemlerinde bitkisel kökenli hammaddelerin daha yüksek oranda kullanılması mümkün olabilecektir. Bu hammaddelerin başta soya küspesi unu gibi yüksek ham protein içeren hammaddelerden seçilmesi, günümüzde ticari yemlerde yüksek oranlarda kullanılan (genellikle %50 ve üzeri) balık unu miktarının da azaltılmasını sağlayabilecektir.

Bu çalışma ile ortaya çıkan bir sonuç da, karma yem sanayinde metabolik enerji değerinden sindirilebilir enerjiye geçişin sağlanması gerekliliğidir. Türkiye’de üretilen yemlerin tamamına yakın bir bölümünde kullanılan yem beyanlarında metabolik enerji deyimine rastlanmaktadır. Ne yazık ki bu deyim, aslına uygun olarak kullanılmamaktadır. Yem üreticileri metabolik enerjiyi karma yemin yapısındaki besin maddelerini belli katsayılarla çarparak beyanlarında belirtmektedirler. Oysa ki metabolik enerji, yemdeki besin maddelerinin yapısındaki enerjiden solungaçlardan ve fekes ile birlikte atılan enerjinin çıkarılması ile elde edilmektedir. Bu da

oldukça karmaşık ve belirlenmesi zor bir işlemler zinciri gerektirmekte ve sindirilebilir enerjinin hesaplanmasını gerektirmektedir.

Bu tip karmaşaları ortadan kaldırabilmek için sindirilebilir enerji kavramına önem vermek çok daha akılcı bir yoldur. Üretilen yemin ne kadarının balık tarafından sindirilebileceğinin belirtilmesi üretici açısından da çok yararlı bir bilgi olacaktır. Üretici, bu sayede verdiği yemin balık tarafından hangi oranda değerlendirilebileceğini bilecek ve buna göre bir besleme programı yapabilecektir. Ancak; yem üreticisi açısından bakıldığında sindirilebilir enerjinin hesaplanması ve yem kartlarında belirtilmesi o yemin bir üretim periyodu boyunca tam kontrollü (entansif) koşullarda balıklar üzerindeki büyüme-gelişme verilerinin izlenmesini gerektirmektedir. Bunun yanı sıra balıklardan atılan fekesin de toplanması ve fekeste besin madde analizlerinin yapılması öngörülmektedir. Böylesine uzun zaman ve maliyet gerektiren çalışmaların yapılabilmesi için uygun tesislerin de bulunması zorunludur. Her yem fabrikasının böyle bir tesis yapabilmesi ya da bir ar-ge (araştırma-geliştirme) birimi kurması mümkün olmadığına göre bu tür çalışmaları yapan üniversiteler, Araştırma Enstitüleri ve Su Ürünleri Fakülteleri ile işbirliği yoluna gitmek çok daha verimli bir çözüm olarak görülmelidir.

7. KAYNAKLAR DİZİNİ

Aksnes,A., Opstvedt,J.; 1998. Content of Digestible Energy in Fish Feed Ingredients Determined by the Ingredient–Substitution Method. Aquaculture 161, pp: 45-53.

Altan,Ö.; 2002. Levreklerde (*Dicentrarchus labrax*) Besin Maddelerinin Sindirimi Üzerine Araştırmalar. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. 115 sayfa. İzmir.

AOAC.; 1990. Official methods of analyses of the association of official analytical chemists, 15 th edition. Washington D.C.

Appleford,P., Anderson,T.; 1997. Apparent digestibility of tuna oil for common carp (*Cyprinus carpio*) effect of inclusion level and adaptation time. Aquaculture 148, pp:143-151.

Barnabae,G.; 1985. Rearing bass and bream. Station de biologie marine et lagunaire, d l’universite des sciences et techniques, du lanquedoc. Pp:649-686. Sete.

Cho,C.Y., Slinger,S.J., Bayley,H.S.; 1982. Bioenergetics of Salmonid Fishes: Energy Intake, Expenditure and Productivity. J. Biochem.Physiol. 73 B (1), pp: 25-41.

Choubert,G., De La Noue,J., Luquet,P. ; 1982. Digestibility in Fish Improved Device for the Automatic Collection of Faeces. Aquaculture 29, pp: 185-189.

Cowey,C.B., Mackie,A.M., Bell,J.G.; 1985. Nutrition and feeding in fish. Academic press publications. 489 pages. London.

Davies,S.; 2002. Animal By-Products as Alternatives to Fish Meal Protein in Diets for Commercial Fish Production. Aquaculture and Poultry Feed Short Course, August 10, Istanbul.

Deguera,S.; 1998. Effect of supplementary enzymes on the growth and feed utilisation of gilthead sea bream, *Sparus aurata*. Phd thesis, Institute of Aquaculture, University of Stirling. Scotland.

De Silva,S.S., Anderson,T.A.; 1995. Fish nutrition in aquaculture. Chapman and Hall, 319 pages. London.

Da Silva,A.P.,Oliva-Teles,A.;1998. Phosphorus availability of inorganic phosphates and fish meals in European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) juveniles. Aquaculture 267, issues: 1-4.

Dias,J., Alvarez,M.J., Diez,A., Arzel,J., Corraze,G., Bautista,J.M., Kaushik,S.J.; 1998. Regulation of Hepatic Lipogenesis by Dietary Protein/Energy in Juvenile Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*). Aquaculture 161, pp: 169-186.

FAO; 2008. The statistics of world fisheries and aquaculture. Rome.

Fauntoulaki,E., Alexis,A., Nengas,I., Venou,B.; 2005. Effect of Diet Composition on Nutrient Digestibility and Digestive Enzyme Levels of Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*,L.). Aquaculture Research 36: 1243-1251.

- Fernandez,F., Miguel,A.G., Guinea,J., Martinez,R.; 1998.** Digestion and Digestibility in Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*): The Effect of Diet Composition and Ration Size. *Aquaculture* 166: 67-84.
- Folch,J., Lees,M., Sloane,G.H.; 1957.** Simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J.Biol.Chem.* 226: 497-507.
- Glencross B., Hawkins W., & Curnow J., 2004.** Nutritional assessment of Australian canola meals. I. Evaluation of canola oil extraction method and meal processing conditions on the digestible value of canola meals fed to the red seabream (*Pagrus auratus* , Paulin). *Aquaculture Research* 35, 15-24.
- Goddard,S. 1996.** Feed management in intensive aquaculture. Chapman and Hall, 194 pp. London.
- Gomes-Da-Silva,J., Oliva-Teles,A.; 1998.** Apparent Digestibility Coefficients of Feedstuffs in Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Juveniles. *Aquatic Living Resources* (11) 3, pp: 187-191.
- Hajen,W.E., Higgs,D.A., Beames,R.M., Dosanjh,B.S.; 1995.** Digestibility of various feedstuffs by post juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in sea water. 2. Measurement of digestibility. *Aquaculture* 112, pp:333-348.
- Halver, J.E., 1972.** Fish Nutrition. 186 - 188 pp. London.
- Halver,J.E.; 1989.** Fish Nutrition (Second Edition). Academic Press Publications. London.

Hepher,B.; 1990. Nutrition of Pond Fishes. Cambridge University press. U.S.A.

Hidalgo,F., Alliot,E., Thebault,H.; 1987. Influence of water temperature on food intake, food efficiency and gross composition of juvenile sea bream (*Sparus aurata*). Aquaculture 6, pp:199-207.

Hoşsu,B, Altan,Ö.; 2002. SIPAM-Akdeniz Ülkeleri Kültür Balıkçılığı Bilgi Erişim Sistemi, 2002 yılı Ege Bölgesi Faaliyet Raporu, 20 sayfa (basılmamış). Ankara.

Hoşsu,B., Korkut,A.Y., Fırat,A.; 2001. Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I. 2. baskı, E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi yayın no:50, ders kitabı dizini no: 19. İzmir.

Hoşsu,B., Korkut,A.Y., Fırat,A.; 2002. Balıkların Beslenmesinde Temel Prensipler. Çiftlik Hayvanlarının Beslenmesinde Temel Prensipler ve Karma Yem Üretiminde Bazı Bilimsel Yaklaşımlar. Editör: Prof.Dr. H.Melih Yavuz, sayfa: 253-320. İstanbul.

<http://hammersmithltd.blogspot.com>, August, 13th., 2008

Infante,J.L.Z., Cahu,C.L.; 1994. Influence of Diet on Pepsin and Some Pancreatic Enzymes in Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*). Comparative Biochemistry and Physiology-A Physiology 109-2, pp:209-212.

Gill, M.; 2008. World Feed Panorama Feed International Volume 3, No:4 Washington.

Jobbling,M.; 1994. Fish bioenergetics. Chapman and Hall fish and fisheries series 13, 309 pages. Glasgow.

Kissil G.Wm., Lupatsch I., Higgs D.A., Hardy R.W., 2000. Dietary substitution of soy and rapeseed protein for fish meal, and their effects on growth and nutrient utilization in gilthead seabream *Sparus aurata* L. Aquaculture Research 31, 595-601.

Korkut A.Y., Fırat. A., Demirtaş. N., Cihaner A., 2007. Balık Beslemede Gelişim Performansının İzleme Yöntemleri E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 2007 E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences 2007 Cilt/Volume 24, Sayı/Issue (1-2): 201-205.

Leger,C.; 1985. Digestion, Absorption and Transport of Lipids. In: Nutrition and feeding of fish. Edited by: Cowey,C.B., Mackie,A.M., Bell, J.G. Academic Press, pp: 299-330.

Lie,O; 1997. Proteins in Fish Nutrition. El Curso de Master Internacional, Bloque de Nutricion de Pesces, Apuntes Impresado, 20 papers. Las Palmas de Gran Canaria.

Lupatsch,I., Kissil,Wm.G., Sklan,D., Pfeffer,E.; 1997. Appearent digestibility coefficients of feed ingredients and their predictability in compound diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*,L.). Aquaculture nutrition 3, pp:81-89.

Metailler,R., Dehapiot,T., Huelvan,C., Vendeville,J.E.; 1980. Influence of the feeding level on growth, feed conversion, protein efficiency and chemical composition of juvenile sea bream (*Sparus aurata*). Proceeding of World Mariculture Society no:1, pp:436-444. Cedex.

New, M.B.; 1987. Feed and feeding of fish and shrimp. United Nations development programme-aquaculture development and coordination programme-ADCP/REP/87/26, 275 pages. Rome.

NRC (National Research Council); 1993. Nutrition Requirements of Fish. National Academy Press, 114 pages. Washington D.C.

Özdemir, A.; 2000. Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W, 1792) beslenmesinde yüksek enerjili yemler ve protein / enerji metabolizması. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora tezi, 159 sayfa. İzmir.

Pereira, T.G. & Oliva-Teles, A., 2003. Evaluation of corn gluten meal as a protein source in diets for gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) juveniles. Aquaculture Research 34, 1111-1117.

Peres, H., Oliva-Teles, A.; 1999. Influence of Temperature on Protein Utilization in Juvenile Sea Bream (*Sparus aurata*). Aquaculture 170, no: 3-4, pp: 337-348.

Robaina, L., Izquierdo, M.S., Moyano, F.J., Socomo, J., Vergara, J.M., Montero, D., Palacios, F.H., 1995. Soybean and Lupin Seed Meals as Protein Sources in Diets for Gilthead Seabream (*Sparus aurata*): Nutritional and Histological Implications. Aquaculture 130, pp: 219 - 233.

Smith, R.R., 1989. Nutritional energetics, pp:1-29 in Fish nutrition second edition, edited by J.E. Halver, Academic Press INC. San Diego.

Tacon, A.G.J.; 1996. Global trends in aquaculture and aquafeed production. FAO/GLOBEFISH research programme report. Rome.

Tacon,A.G.J.; 1999. Trends in global aquaculture and aquafeed production:1984-1996 highlights., In: Aquaculture Feed Manufacturing Practice within the Mediterranean Region. Organized by CIHEAM in March 25-27. Zaragoza.

TÜİK; 2008. Haber Bülteni, Su Ürünleri 2007. Sayı:122, 23. Ankara.

Vens-Cappell,B.; 1985. Methodical studies on digestion in trout.1. Reliability of digestion coefficients in relation to methods for faeces collection. Aquacultural engineering 4, pp:33-49.

Venou B., Alexis M.N., Fountoulaki E. & Haralabous J., 2006. Effects of extrusion and inclusion level of soybean meal on diet digestibility, performance and nutrient utilization of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Aquaculture 261, 343-356.

Venturini,G., Giancesini,C., Ranghiero,G., Marcolin,R., Cenada,F.; 1999. Nuovi metodi di valutazione della digeribilità della farina di pesce per acquacoltura. Il-Pesce no:5, pp:83-89. Italy.

Yufera,M, Fernandez-Diaz,C., Vidaurreta,A., Cara, J.B., Moyano,F.C.; 2004. Gastrointestinal pH and Development of the acid Digestion in Larvae and Early Juveniles of *Sparus aurata*. Marine Biology 144: 863-869.

ÖZGEÇMİŞ

1969 yılında İzmir’de Doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini İzmir’in Bornova ilçesinde tamamladı. 1991 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümünden mezun oldu. Mezuniyetini takiben askerlik görevini tamamladı. 3 yıl süre ile özel sektörde çalıştıktan sonra 1993 yılında Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Bölümünde Uzman olarak çalışmaya başladı. 2001 yılına kadar Su Ürünleri Fakültesine bağlı SÜFA (HOMA) Dalyanında idarecilik yaptı. 1996 yılında aynı bölümde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. Yüksek lisansını 2001 yılında E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsün Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalında tamamladı. Hemen ardından aynı enstitü ve anabilim dalında doktora eğitimine başladı. Evli ve bir kız çocuk babasıdır.