

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

169304

**OT BALIĞI (*CTENOPHARYNGODON IDELLA VALENCIENNES*,
1844)'NİN ÇEŞİTLİ BİTKİSEL PROTEİNLERİ DEĞERLENDİRMESİ**

Ebru SERTEL

Tez Yöneticisi:

Yrd. Doç. Dr. Kenan KÖPRÜCÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI

ELAZIĞ, 2005

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**OT BALIĞI (CTENOPHARYNGODON IDELLA VALENCIENNES,
1844)'NİN ÇEŞİTLİ BİTKİSEL PROTEİNLERİ DEĞERLENDİRMESİ**

Ebru SERTEL

Yüksek Lisans Tezi
Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı

Bu tez, 07.07.2005 tarihinde aşağıda belirtilen jüri tarafından oybirliği / ~~oyçokluğu~~ ile başarılı / ~~başarısız~~ olarak değerlendirilmiştir.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Kenan KÖPRÜCÜ

Üye: *Prof. Dr. Dursun ŞEN*

Üye: *Yrd. Doç. Dr. Yazar ÖZDEMİR*

Üye:

Üye:

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 09.09.2005 tarih ve 2005-30/10 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

TEŐEKKÖR

Bu konunun araştırılmasında beni bilimsel çalışmaya sevk edip, konu seçimi ile araştırmamın planlanması, yürütölmesi ve tezin yazımında her türlü yardım ve katkılarını esirgemeyen danışman hocam sayın Yrd. Doç. Dr. Kenan KÖPRÜCÜ'ye, araştırmanın yapılabilmesi için gerekli altyapıyı sunan Su Ürünleri Faköltesi Dekanlığı'na ve Su Ürünleri Yetiştiriciliğı Bölümü'ne, çalışma için gerekli balık materyalini sağlayan DSİ IX. Bölge-Keban Barajı Su Ürünleri Şube Müdürlüğü'ne ve bu Yüksek Lisans Tez çalışmasını 1059 nolu proje ile maddi yönden destekleyen Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi (FÜBAP)'ne teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	II
TABLolar LİSTESİ.....	III
ÖZET.....	IV
ABSTRACT.....	V
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR BİLGİSİ.....	3
2.1. Ot Balığı (<i>Ctenopharyngodon idella</i>) Hakkında Genel Bilgiler.....	3
2.2. Balık Rasyonlarında Bitkisel Proteinlerin Kullanılması.....	4
2.3. Balıklarda Besin Maddelerinin Sindirim Derecelerinin Belirlenmesi.....	9
2.3.1. Balıklarda Dışkı Toplama Metotları.....	10
2.3.2. Sindirim İndikatörleri.....	12
3. MATERYAL VE METOT.....	13
3.1 Materyal.....	13
3.1.1. Balık Materyali.....	13
3.1.2. Yem Materyali.....	13
3.2. Metot.....	14
3.2.1. Denemenin Planlanması ve Kurulması.....	14
3.2.2. Araştırma Rasyonlarının Hazırlanması.....	15
3.2.3. Dışkı Örneklerinin Toplanması.....	19
3.2.4. Büyüme ve Yem Parametrelerinin Hesaplanması.....	20
3.2.4.1. Ağırlık Artışı.....	20
3.2.4.2. Oransal Büyüme (OB).....	20
3.2.4.3. Spesifik Büyüme Oranı.....	21
3.2.4.4. Kondisyon Faktörü.....	21
3.2.4.5. Yem Dönüşüm Oranı.....	21
3.2.4.6. Protein Etkinlik Oranı.....	22
3.2.4.7. Protein Değerlendirme İndeksi.....	22
3.2.4.8. Sindirim Katsayısı.....	22
3.2.5. Kimyasal Analizler.....	22
3.2.6. Araştırma Rasyonlarının Ekonomik Analizi.....	23
3.2.7. Verilerin Değerlendirilmesi.....	23
4. BULGULAR.....	24
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	31
KAYNAKLAR.....	38

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1. Ot balığı (<i>Ctenopharyngodon idella</i>).....	13
Şekil 3.2. Akvaryumdaki ot balıklarından (<i>Ctenopharyngodon idella</i>) bir görünüş.....	14
Şekil 3.3. Hamur haldeki yem materyalinin kıyma makinesinden geçirilerek pelet haline getirilmesi.....	17
Şekil 3.4. Hazırlanan peletlerin pişirme tepsilerine yerleştirilmesi.....	17
Şekil 3.5. Peletlenen yemlerin yem fırınında pişirilmesi.....	18
Şekil 3.6. Pişirilmiş pelet yemler.....	18



TABLÖLER LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1. Araştırma rasyonlarında kullanılan yem öğelerinin ham besin madde ve toplam enerji düzeyleri.....	15
Tablo 3.2. Kontrol ve deneme rasyonlarının yapısı (%).....	16
Tablo 3.3. Araştırma rasyonlarının ham besin madde ve toplam enerji düzeyleri.....	16
Tablo 3.4. Araştırma rasyonlarının ve kullanılan yem öğelerinin birim fiyatları.....	19
Tablo 4.1. Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre ortalama canlı ağırlıkları (g).....	24
Tablo 4.2. Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre ortalama toplam boyları (cm).....	25
Tablo 4.3. Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre ortalama canlı ağırlık artışları (g).....	25
Tablo 4.4. Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre ortalama oransal büyümeleri (%).....	26
Tablo 4.5. Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre günlük ortalama spesifik büyüme oranları (%).....	26
Tablo 4.6. Araştırma gruplarının aylara göre ortalama kondisyonları.....	27
Tablo 4.7. Araştırma gruplarındaki balıkların canlı ağırlığa göre günlük yem tüketimleri (g).....	27
Tablo 4.8. Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre ortalama yem dönüşüm oranları.....	27
Tablo 4.9. Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre protein etkinlik oranına ait ortalama değerler.....	28
Tablo 4.10. Araştırma gruplarındaki balıkların deneme sonundaki ortalama protein değerlendirme indeksi.....	28
Tablo 4.11. Araştırma gruplarındaki balıkların dışkı örneklerindeki ham besin madde, toplam enerji ve kromoksit düzeyleri.....	29
Tablo 4.12. Kontrol ve deneme yemlerindeki besin maddeleri ve enerjinin sindirilme oranları.....	29
Tablo 4.13. Araştırma gruplarındaki balıkların denemenin başlangıcında ve sonunda tüm vücut etindeki ham besin madde (kuru maddenin %'si olarak) ve enerji (kcal/kg) düzeyleri.....	30
Tablo 4.14. Araştırma rasyonlarının ekonomik analizine ait değerler.....	30

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

OT BALIĞI (*CTENOPHARYNGODON IDELLA* VALENCIENNES, 1844)'NİN ÇEŞİTLİ BİTKİSEL PROTEİNLERİ DEĞERLENDİRMESİ

Ebru SERTEL

Fırat Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı

2005. Sayfa: 44

Bu çalışmada, çeşitli bitkisel proteinlerin ot balığı (*Ctenopharyngodon idella*)'nın büyüme (canlı ağırlık, toplam boy, canlı ağırlık artışı, oransal büyüme, spesifik büyüme oranı ve kondisyon faktörü), yem değerlendirme (yem tüketimi, yem dönüşüm oranı, protein etkinlik oranı, protein değerlendirme indeksi, araştırma rasyonlarındaki besin maddeleri ve enerjinin sindirilme oranları) ve et kalitesine (ham protein, ham yağ, kül, ham lif, azotsuz öz madde, su ve enerji) olan etkileri araştırıldı.

Bu amaçla, %40 oranında ham protein ve 3469 kcal/kg toplam enerji içeren bir kontrol rasyonu hazırlandı. Kontrol rasyonundaki balık unu proteininin %50'si yerine soya küspesi (%42,0), mısır unu (%65,3), pamuk tohumu küspesi (%55,9) ve ayçiçeği tohumu küspesi (%57,9) katılarak sırasıyla 1, 2, 3 ve 4 nolu deneme rasyonları oluşturuldu. Kontrol ve deneme rasyonlarının ham protein ve toplam enerji düzeyleri eşitlendi. Denemeler üç tekrar halinde gerçekleştirildi. Balıklara canlı ağırlıklarının yüzdesi oranında hesaplanan yem miktarı, 25±1 °C su sıcaklığında, günde üç öğün halinde 5 ay süreyle verildi.

Kontrol ve deneme gruplarının: canlı ağırlık, toplam boy, canlı ağırlık artışı, oransal büyüme, spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü, yem tüketimi, yem dönüşüm oranı, protein etkinlik oranı, yemlerdeki besin maddelerini ve enerjiyi sindirme oranları arasındaki farklılıklar önemli bulundu ($p<0,05$). En yüksek değerler kontrol grubundan elde edildi. Bunu sırasıyla; 1, 3, 4 ve 2 nolu deneme grupları izledi ($p<0,05$). Araştırma gruplarına ait balık etlerinin ham kül, lif ve azotsuz öz madde oranları arasındaki farklılıkların önemli ($p<0,05$), protein değerlendirme indeksi, balık etinin ham protein, ham yağ, su ve enerji düzeyleri arasındaki farklılıkların ise önemsiz ($p>0,05$) olduğu tespit edildi.

Bu çalışmada elde edilen verilerin ışığı altında, ot balığının soya küspesi, pamuk tohumu küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi ve mısır ununu yüksek oranda değerlendirdiği sonucuna varıldı.

Anahtar Kelimeler: Ot balığı, *Ctenopharyngodon idella*, bitkisel protein kaynakları, büyüme, yem değerlendirme, et kalitesi.

ABSTRACT

Master Thesis

UTILIZATION OF SEVERAL PLANT PROTEINS BY GRASS FISH (*CTENOPHARYNGODON IDELLA* VALENCIENNES, 1844)

Ebru SERTEL

Firat University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Aquaculture

2005. Page: 44

In this study, it was investigated the effects of several plant proteins on the growth (live weight, total length, live weight gain, relative growth rate, specific growth rate and condition factor), feed utilization (feed intake, feed conversion ratio, protein efficiency ratio, protein productive value, apparent digestibility ratio of nutrients and energy in the experimental rations) and meat quality (crude protein, fat, ash, fiber, nitrogen free extract, moisture and total energy) of grass fish (*Ctenopharyngodon idella*).

For this purpose, a control ration, contain 40% crude protein and 3469 kcal/kg total energy was prepared. Soybean meal (42.0%), corn meal (65.3%), cotton seed meal (55.9%) and sunflower seed meal (57.9%) were added in the experimental rations 1, 2, 3 and 4 respectively instead of 50% fish meal protein used in the control ration. Crude protein and total energy levels of control and test rations were equalized. Tree replicates were conducted for each trials. The feed calculated as a percentage of the live weight was given to fishes three times in a day during 5 months at 25 ± 1 °C of water temperature.

There was a significant differences between test groups and control group in the live weight, total lenght, live weight gain, relative growth rate, spesific growth rate, condition factor, feed intake, feed conversion ratio, protein efficiency ratio, apparent digestibility ratio of nutrients and energy in the experimental rations ($p<0.05$). The highest values were obtained from control group that was followed by test groups 1, 3, 4 and 2 respectively ($p<0.05$). There was a significant differences between the crude ash, fiber and nitrogen free extract values in the fish meat of the experimental groups ($p<0.05$), but these relations were not significant for the protein productive value and crude protein, fat, moisture and total energy in fish meat ($p>0.05$).

Under the light of this study results, it is concluded that soybean meal, cotton seed meal, sunflower seed meal and corn meal were highly utilized by grass fish.

Key Words: Grass fish, *Ctenopharyngodon idella*, plant protein sources, growth, feed utilization, meat quality.

1. GİRİŞ

İnsanların protein ihtiyaçlarının karşılanmasında kaliteli bir protein kaynağı olan balık etinin önemli bir yeri vardır. Bu ihtiyaç büyük ölçüde balık yetiştiriciliği ile karşılanabilecektir. Yetiştiricilikte ise balık beslenmesinde kullanılan rasyonun başta protein olmak üzere diğer besin maddeleri ve enerji düzeylerinin dengeli olması büyük önem taşır.

Bu denge ise rasyondaki besin maddeleri ve enerjinin balıklar tarafından sindirilme düzeyleriyle yakından ilgilidir. Rasyonun yapısına ve kimyasal kompozisyonuna bağlı olarak; balıklarda verim gücü, et kalitesi, yem tüketimi, yem değerlendirme ve besin maddelerinin sindirilme oranları etkilenmektedir (Cho ve diğ., 1985).

Balık rasyonlarının hazırlanmasında balık unu, yüksek düzeyde protein içermesi, dengeli bir aminoasit kompozisyonuna sahip olması ve balıklar tarafından lezzetli bulunması nedeniyle vazgeçilmez bir protein kaynağı olarak tercih edilmektedir (Erdem ve diğ., 1980). Fakat, başta balık unu olmak üzere hayvansal kaynaklı yem maddelerinin temin edilmesindeki güçlük ve yüksek fiyat nedeniyle, günümüzde daha ucuz ve temini kolay olan alternatif bitkisel kaynaklı proteinlerin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (Çelikkale, 1988). Soya fasulyesi, mısır gluteni, pamuk tohumu küspesi, yer fıstığı unu, ayçiçeği tohumu küspesi, kolza ve bakla gibi bitkisel proteinlerin balık rasyonlarında, balık ununun bir kısmı yerine kullanımı giderek artmaktadır. Bunlardan özellikle de soya küspesi kullanılarak optimum büyümeyi sağlayacak yönde çalışmalar yapılmaktadır (Dabrowska ve Wojno, 1977; Viola ve diğ., 1983; Hilton ve Slinger, 1986; Stickney, 1986; Alexis ve diğ., 1988; Higuera ve diğ., 1988; Hossain ve Jauncey, 1989; Hajen ve diğ., 1993; NRC, 1999; Gomes ve diğ., 1993; Tacon, 1994; Xie ve Jokumsen, 1997; Xie ve diğ., 2001). Kullanılan protein kaynağının yapısı, besin maddeleri düzeyleri ve kompozisyonu, işleme tekniği, balıkların beslenme alışkanlıkları, sindirim sistemlerindeki farklılıklar bitkisel proteinlerin değerlendirilmesini etkilemektedir.

Midesiz balıklar tarafından alınan yemdeki proteinler; sindirim kanalından salgılanan proteazlar denilen hidrolitik enzimlerin etkisiyle önce peptitlere, daha sonra aminoasitlere ayrılırlar. Serbest aminoasitler bağırsak mukozasından emilip, doku ve organlara kan yoluyla taşınarak yeni protein sentezinde kullanılırlar. Bu nedenle aminoasitlerin özellikle de esansiyel aminoasitlerin düzenli olarak alınması gereklidir. Çünkü, bu aminoasitler büyüme ve üreme süresince yeni protein sentezinde veya kaybolan proteinlerin yerine sürekli olarak kullanılırlar. Bir protein kaynağının biyolojik değeri, sahip olduğu aminoasit kompozisyonuna ve bu aminoasitlerin canlı tarafından

kullanılabilirliğine bağlıdır. Bu nedenle, balık yemlerinde yeterli düzeyde ve kalitede protein bulunmaması; zayıf yem etkinliğine, büyümenin azalmasına veya durmasına, yaşam için daha gerekli olan dokulardan proteinlerin çekilmesinden dolayı ağırlık kayıplarına neden olur (Halver, 1989; Çetinkaya, 1995; DeSilva ve Anderson, 1995; Sarı ve Çakmak, 1996; Lovell, 1998; NRC, 1999; Köprücü, 2000; Halver ve Hardy, 2002; Hoşsu ve diğ. 2003).

Bu araştırmada kullanılan ot balığı (*Ctenopharyngodon idella* Valenciennes, 1844) yetiştiriciliği yapılan herbivor balıklar içerisinde önem taşımaktadır. *Ctenopharyngodon idella*, Uzak-Doğu kökenli olup Avrupa ülkelerine 1970'li yıllarda getirilerek yetiştiriciliğine başlanılmıştır. Özellikle; Macaristan, Slovakya, Çek Cumhuriyeti, Romanya, Bulgaristan ve Almanya'da yaygın olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ayrıca, bir günde canlı ağırlığının %120'si kadar ot yediğinden bazı su kaynaklarında aşırı otlanmanın önlenmesi, bahar ve yaz başlangıcında aşırı derecede üreyen fitoplanktonun kontrolü amacıyla *C. idella* kullanılarak da balık eti üretimi sağlanmaktadır (URL 1; Çelikkale, 1988). FAO (2000) istatistiklerine göre, 1998 yılında avcılık ve yetiştiricilik yolu ile dünyada toplam 2,894,000 ton *C. idella* elde edilmiş olup, bunun değeri yaklaşık olarak 2,655,000 dolardır. Yine, FAO (2000) istatistiklerine göre, 1999 yılında Akdeniz ülkelerinin toplam *C. idella* üretimi 1,553,000 tondur. Bu balık türü ülkemizde doğal bir yayılım göstermez. Ancak, bazı Su Ürünleri Araştırma İstasyonlarında bulunmaktadır. Bölgemizde ise *C. idella* üretimi, Devlet Su İşleri 9. Bölge Keban Barajı Su Ürünleri Şube Müdürlüğü Üretim Tesislerinde yapılmaktadır. Bu türün yetiştiriciliğinin yapılması ve doğal suların balıklandırılması çalışmalarında değerlendirilmesi su ürünleri üretimimizin artırılmasında önemli bir katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmada, *C. idella*'nın çeşitli bitkisel proteinleri (soya küspesi, mısır unu, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği küspesi) değerlendirebilirliği; balığın büyüme (canlı ağırlık, toplam boy, canlı ağırlık artışı, oransal büyüme, spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü), yem değerlendirme (yem tüketimi, yem dönüşüm oranı, protein etkinlik oranı, protein değerlendirme indeksi, yemlerdeki besin maddeleri ve enerjinin sindirilme oranları) ve balık etinin kimyasal kalitesine (ham protein, ham yağ, kül, ham lif, azotsuz öz madde, su ve enerji) olan etkileri tespit edilerek araştırıldı. Ayrıca, araştırma rasyonlarının ekonomik analizleri yapıldı.

2. LİTERATÜR BİLGİSİ

2.1. Ot Balığı (*Ctenopharyngodon idella*) Hakkında Genel Bilgiler

Çayır sazanı, ot sazanı olarak da bilinen sazangiller familyasına (Cyprinidae) ait olan bu tür 1844 yılında Cuvier ve Valenciensis tarafından tanımlanarak *Ctenopharyngodon idella* olarak adlandırılmıştır (Pieterse ve Murphy, 1990). Sistematikteki yeri aşağıda belirtilmiş (URL 2):

Alem	: Animalia
Şube	: Chordata
Alt Şube	: Vertebrata
Üst Sınıf	: Osteichthyes
Sınıf	: Actinopterygii
Alt Sınıf	: Neopterygii
Üst Takım	: Ostariophysi
Takım	: Cypriniformes
Aile	: Cyprinidae
Cins	: Ctenopharyngodon
Tür	: <i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844)

Vücut uzun yapılı, kolayca dökülebilen büyük pullarla kaplıdır. Yüzgeçleri kısa ve kuvvetlidir. Yüzgeçleri D III 7, A III 8 ışnlı, yan çizgi 43-45 adet pulludur. Başın önü geniş, ağız yarı uç durumlu, sırt yuvarlak ve solungaç kapağı ışnlıdır. Dış görünüş olarak tatlı su kefaline benzer. Ortalama 40-80 cm boy ve 2-5 kg ağırlıkta olur. En çok 125 cm boy, 30-40 kg ağırlığa ulaşabilir (URL 1; Atay, 1990; Page ve Burr, 1991).

Genellikle ılık suları tercih ederler ve seksüel olgunluğa bu şartlarda ulaşırlar. Tropikal ve subtropikal şartlarda 2-3 yılda, daha soğuk iklimlerde ise 6-8 yılda cinsel olgunluğa ulaşırlar. Genellikle dişiler 5 yaşında 8-12 kg ağırlığında, erkekler ise dişilerden 1-2 yıl önce cinsel olgunluğa ulaşırlar. Yumurta verimleri 120.000 adet/kg'dır. Yumurtaları pelajik olup, çapları 0,9-1,4 mm arasında değişir. Döllenen yumurtalar 26 °C sıcaklıkta 110 saatte yaklaşık 4-5 günde açılarak, larvalar serbest yüzer hale gelir. Vejetasyonu bol olan akarsu ve göllerde yaşarlar (URL 1; Atay, 1987; Celayir, 2001).

Esas olarak su bitkileri ile beslenen herbivor bir balıktır. Boyu 11 mm'ye kadar olan yavrular copepod ve rotifer larvaları, 12-19 mm olanlar küçük kladosea ve rotiferlerle, 20-30 mm olanlar kladosea, copepod, kronomid ve bentik organizmalar ile bitki tomurcukları, 30-150 mm arasında olanlar yumuşak su bitkileri, yaprakları, filizleri ve 150 mm'den büyük olanlar ise yüksek yapılı bitkilerle beslenirler (Atay, 1987). *Ctenopharyngodon idella*'nın uzunluğu 5 cm'nin üzerinde olduğunda besininin hemen hemen tamamını su bitkileri oluşturur. Bu bitkilerden *Hydrilla verticillata*, *Potamogeton* spp., *Elodea* spp., *Ceratophyllum demersum*'u yaygın olarak tüketirler (URL 1; URL 2; Shireman ve Smith, 1983).

2.2. Balık Rasyonlarında Bitkisel Proteinlerin Kullanılması

Balık rasyonlarında, balık ununun bir kısmı yerine alternatif bitkisel protein kaynakları yaygın olarak kullanılmakta ve balıkların büyümeleri üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yapılmış birçok araştırmaya rastlanmaktadır.

Öztürk ve Atay (1977), gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) rasyonlarında pamuk tohumu ve ayçiçeği tohumu küspelerinin ayrı ayrı ve birlikte kullanım olanaklarını araştırmışlardır. Bu çalışmada %60 oranında balık unu içeren bir kontrol rasyonundaki balık unu miktarı %20, %30, %40 ve %50'ye düşürülerek, eksilen protein pamuk tohumu küspesi veya %50 oranlarında ayçiçeği ve pamuk tohumu küspelerinden karşılanmıştır. Sonuç olarak, bitkisel protein oranının artırılmasına paralel olarak gökkuşağı alabalığının büyümesinin gerilediği, ancak ülkemizde önemli miktarlarda üretilen bu bitkisel protein kaynaklarının balık rasyonlarında kullanılma potansiyelinin geliştirilmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Dabrowski ve Kozak (1979), canlı ağırlığı 0,4 g olan ot balığı (*Ctenopharyngodon idella*) yavrularının rasyonlarında protein kaynağı olarak balık unu ve soya küspesinin kullanılması üzerine yaptıkları bir çalışmada; %30, %40, %50 oranlarında balık unu ve %40, %50, %60 oranlarında soya küspesi içeren, ham protein düzeyleri sırasıyla. %34,3, %43,7, %46,0, %28,9, %31,9 ve %34,2 olan altı farklı rasyon kullanmışlardır. Yetmiş gün süren deneme sonunda %40 oranında balık unu içeren ve ham protein düzeyi %43,7 olan rasyonla beslenen balıklardan en yüksek oransal büyüme (%67,68) ve protein etkinlik oranı (1,26) sağlanmıştır. Bu gruptaki balıkların etindeki (kuru maddede) ham protein %70,88, ham yağ %18,05, ham kül %12,75 ve su oranı %79,47 olarak tespit edilmiştir. Soya küspesinin %40 oranında kullanılması %50 ve %60 oranlarında soya küspesi içeren rasyonlara göre balıkların oransal büyüme (%46,62) ve protein etkinlik oranı (0,91) bakımından daha yüksek sonuç vermiştir. Soya küspesini %40 oranında içeren rasyonla beslenen balıkların

etindeki (kuru maddede) ham protein %63,26, ham yağ %19,63, ham kül %15,75 ve su oranı %80,46 olarak bulunmuştur.

Law (1986). ortalama ağırlığı 15,3 g olan ot balıklarının (*Ctenopharyngodon idella*) balık unu, soya, mısır, Hindistan cevizi ve pirinç unlarındaki besin maddelerini ve enerjiyi sindirme oranlarını tespit etmiştir. Buna göre *C. idella*; balık unundaki proteini %90,81, yağı %100, azotsuz öz maddeyi %37,43, kuru maddeyi %68,13 ve enerjiyi %83,37 oranında sindirmektedir. Soya, unundaki protein %96,21, yağ %98,79, karbonhidrat (azotsuz öz madde) %63,37, kül %54,61, kuru madde %81,76 ve enerji %82,71; mısır unundaki protein %50,61, yağ %19,52, karbonhidrat %63,37, %87,85, kül %32,87, kuru madde %64,76 ve enerji %55,07; Hindistan cevizindeki protein %65,35, yağ %100, kuru madde %9,10 ve enerji %18,74; pirinç unundaki protein %71,11, yağ %73,42, kuru madde %4,77 ve enerji %21,54 oranında sindirilmektedir.

Tatar (1980). %40 ham protein ve 2660 kcal/kg toplam enerji içeren bir rasyonda, balık unu miktarını %60'dan %30'a düşürerek eksilen proteini karşılayacak oranda mısır gluteni (%14,9) ve et-kemik unu (%19,6) ilave etmiştir. Başlangıç ağırlığı 18 g olan gökkuşağı alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) 7 ay süren deneme sonunda, kontrol ve deneme grubundaki oransal büyümelerinin sırasıyla %91,4 ve %90,6, yem dönüşüm oranları ise sırasıyla 2,7 ve 3,1 olarak tespit edilmiştir. Kontrol ve deneme rasyonuyla beslenen balıkların etinde (kuru maddede) sırasıyla; ham protein %79,5 ve %78,6, ham yağ %12,1 ve %11,1, su %75,2 ve %74,9 olarak saptanmıştır.

Üçyıldız (1983), %37 ham protein, 3650 kcal/kg toplam enerji ve %60 balık unu içeren bir kontrol rasyonunda; balık ununun %50'si yerine eksilen proteini karşılayacak oranda ayçiçeği tohumu küspesi (%4), pamuk tohumu küspesi (%14,3) ve mısır unu (%14,6) katmışlardır. Başlangıç ağırlığı 35 g olan gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*), 168 gün süren deneme sonunda kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla; %699,1 ve %646,7 oranında oransal büyüme, 1,9 ve 2,1 yem dönüşüm oranı ve balık etlerinde (kuru maddede) %78,6 ve 78,8 ham protein, %10,2 ve 10,5 ham yağ, %5,0 ve 5,3 ham kül elde edilmiştir.

Alexis ve diğ. (1985), gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) rasyonlarında aminoasit katkılı bitkisel (mısır gluteni, soya unu, keçiyoynuzu, buğday) ve hayvansal yan ürünleri (tavukçuluk yan ürünleri, kemik unu) farklı kombinasyonlarda kullanmışlardır. Araştırma sonucunda, keçiyoynuzu ağırlıklı rasyonların en düşük büyümeyi sağladığı, soya fasulyesi ve mısır gluteni içeren rasyonla beslenen alabalıkların ticari bir rasyon (%30 tavukçuluk yan ürünleri unu, %12 keçiyoynuzu, %20 mısır gluteni, %27,9 buğday unu, %1,4 kemik unu ve %0,5 metiyonin + %2 lizin) ile beslenen alabalıklarla mukayese edilebilecek en iyi sonuçları verdiği ve bu rasyonun yem dönüşüm oranının 1.29 olduğu belirtilmektedir.

Alexis ve diğ. (1988), mısır gluteni, keçiboynuzu, soya küspesi, buğday unu ve domates posasının gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) rasyonlarında kullanılması üzerine yaptıkları bir çalışmada; %25 oranında balık unu ve %43 mısır gluteni içeren rasyondaki proteinin sindirilme oranını %85 olarak tespit etmişlerdir.

Dabrowski ve diğ. (1989), %35 balık unu içeren bir rasyonda balık ununun %25, %50 ve %100'ü yerine soya küspesi katmışlardır. Balık ununun %25'i yerine soya küspesi içeren rasyonda özellikle metiyonin, lösin ve treonin aminoasitleri düzeyinin azaldığı, %50 oranında kullanılmasının büyümeyi azalttığı ve balık ununun tamamı yerine katılmasının ise gökkuşağı alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) büyümesini önemli derecede geriletmediği ve yüksek oranda ölümlerin meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Ufodike ve Marty (1989), gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) rasyonlarında ucuz karbonhidrat kaynağı olarak %20 oranında mısır ve patates kullanılmasının protein ve karbonhidrat sindirimini olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir.

Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) rasyonlarındaki protein kaynaklarının büyüme, yem dönüşüm ve enerji kullanımı üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada (Morales ve diğ. 1994), iki ayrı kontrol grubu oluşturulmuştur. Birinci kontrol rasyonunda protein kaynağı tamamen balık unundan, ikinci kontrol rasyonundaki ise kazeinden sağlanmıştır. Diğer rasyonlarda sırasıyla %35,60 balık unu sabit kalacak şekilde %18,18 oranında kazein, %31,66 oranında pamuk tohumu, %43,21 oranında bakla ve %23,41 oranında mısır gluteni kullanılmıştır. Sonuç olarak, sırasıyla bu rasyonlarda; protein sindirim oranı %83,65, %97,23, %88,34, %81,18, %85,18 ve %88,93, yağ sindirim oranı %88,00, %93,59, %93,58, %93,39, %88,69 ve %91,39, protein etkinlik oranı 2,39, 2,75, 2,49, 2,23, 1,60 ve 2,47, yem dönüşüm oranı 1, 1,17, 1,06, 0,93, 0,92 ve 1,05, spesifik büyüme oranı ise %1,97, %1,74, %1,94, %2,01, %2,21 ve %1,88 olarak tespit edilmiştir.

Gomes ve diğ. (1995), gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) rasyonlarında balık unu yerine bitkisel proteinlerin kullanımının sindirim ve büyüme performansı üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, balık ununun %66'sı yerine bakla (%3), bezelye (%5,4), mısır gluteni (%25) ve tam yağlı soya (%22,4) içerecek şekilde bitkisel protein kaynakları birlikte kullanılmış ve kontrol rasyonu ile kıyaslandığında büyüme üzerinde negatif bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir. Bu rasyonun spesifik büyüme oranının %2,63 ve protein etkinlik oranının ise 2,25 olduğu belirlenmiştir.

Kaushik ve diğ. (1995), gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) rasyonlarında balık ununun bir kısmı veya tamamı yerine soya proteini kullanılmasının; büyüme, protein kullanımı, kolesterol ve et kalitesine etkisini araştırmışlardır. Rasyonların ham protein oranları %46 olarak

eşitlenmiştir. Denemede kullanılan rasyonlar; %100 balık unu (BU), %33 soya protein konsantrasyonu (SPK)+%67 BU, %67 SPK+%33 BU, %100 SPK, %25 soya unu (SU)+%75 BU, %50 SU+%50 BU, %100 kazein (K) ve %50 K+%50 SU içerecek şekilde oluşturulmuştur. Deneme sonunda bu rasyonların protein etkinlik oranları sırasıyla; 1,95, 1,90, 2,02, 2,07, 1,89, 1,77, 1,52 ve 1,98 olarak belirlenmiştir. Ayrıca balık etindeki (kuru maddede) ham protein oranları sırasıyla; %58,22, %56,82, %56,29, %55,17, %58,67, %62,28, %61,13 ve %59,80, ham yağ oranları ise sırasıyla; %32,24, %34,74, %37,11, %36,99, %31,67, %30,10, %29,24 ve %33,66 olarak tespit edilmiştir.

Çakmak (2000), gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) rasyonuna (%42,4 ham protein ve %32 balık unu içeren) %15 oranında mısır gluteninin güvenle katılabileceğini, bu oranın %30'a çıkarıldığında balıkların büyüme ve yem değerlendirmesinin düştüğünü bildirmiştir. Ortalama ağırlığı 26 g olan gökkuşağı alabalıklarının, 11,3 °C su sıcaklığında, %15 mısır gluteni içeren rasyonla beslenmesi sonucu; aylık ortalama oransal büyümeyi %22,43, yem dönüşüm oranını 1,90, kondisyon faktörünü 1.18 ve rasyondaki kuru madde, protein, yağ ve kül sindirim oranlarını sırasıyla; %61,07, %82,15, %79,91 ve %11,66 olarak saptamıştır.

Boonyaratpalin ve diğ. (1998), Asya deniz levreği (*Lates calcarifer*) rasyonlarında balık ununun bir kısmı yerine geçen farklı soya unu ürünlerinin büyüme ve sindirilebilir protein üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada; kontrol grubundaki balık ununun %15'ini karşılayacak düzeylerde %21 ekstrude soya unu, %27 tam yağlı soya unu, %28,5 sulu tam yağlı soya unu, %27,5 ham tam yağlı soya unu kullanılmıştır. Sonuçta, protein etkinlik oranı sırasıyla; 2,98, 2,98, 2,78, 2,79 ve 1,32, sindirilebilir protein oranı ise sırasıyla; %92,8, %94,2, %92,3, %94,4 ve %73,7 olarak saptanmıştır. Buna göre, *Lates calcarifer*'in rasyonlarında ham tam yağlı soya unu dışında diğerlerinin balık ununun %15'i yerine kullanılabileceği belirtilmiştir.

Regost ve diğ. (1999), kalkan balığı (*Psetta maxima*) rasyonlarında balık ununu %20, %40 ve %57'si oranında mısır gluteni kullanılarak yaptıkları bir çalışmada; %20 oranında mısır gluteni katılan rasyonla beslenen balıkların büyüme performansının kontrol rasyonuyla beslenenlere yakın olduğunu belirlemişlerdir. Bu rasyonla beslenen balıkların spesifik büyüme oranı %1,14, protein etkinlik oranı 2,22 ve rasyondaki proteinin sindirilme oranı %88,5 olarak bulunmuştur. Balık ununun %100'ü yerine mısır gluteni kullanılması büyümeyi olumsuz etkilemiştir. Rasyonlarda mısır glutenin artması besin maddeleri ve enerji sindirimini düşürmüştür. Sonuç olarak, rasyondaki balık ununun üçte biri yerine mısır gluteninin kullanılabileceği bildirilmiştir.

Carter ve Hauler (2000), Atlantik salmon (*Salmo salar*) rasyonlarında balık unu yerine bitkisel protein kaynaklarının kullanımı üzerine yaptıkları bir çalışmada; balık unu yerine soya

küspesi unu, acı bakla ve çayır bezelyesini %25 ve %33 oranlarında kullanmışlardır. Yapısında %25 ve %33 oranlarında soya küspesi içeren rasyonların sırasıyla; yem dönüşüm oranları 1,04 ve 0,98, protein sindirim oranları %95,31 ve %95,86, sindirilebilir enerji oranı %88,98 ve %89,73 olarak bulunmuştur.

Elangovan ve Shim (2000), sakal balığı (*Barbodes altus*) yavrularının rasyonlarına balık unu yerine, artan düzeylerde soya küspesi kullanımının büyüme ve vücut kompozisyonu üzerine etkilerini inceledikleri bir çalışmada; ham protein oranları sırasıyla %60 ve %54,4 olan balık unu ve soya küspesi kullanılarak %42 oranında protein içeren rasyonlar hazırlanmıştır. Balık unu oranı %73 olan bir kontrol rasyonunda, balık ununun %27, %37 ve %52'si yerine soya küspesi kullanılmıştır. Kontrol ve deneme rasyonlarıyla beslenen balıkların sırasıyla; spesifik büyüme oranı %3,35, %3,34, %3,35 ve %2,67, yem dönüşüm oranı 1,50, 1,48, 1,49 ve 2,01, protein etkinlik oranı 1,57, 1,59, 1,57 ve 1,11, balık etindeki (kuru maddede) ham protein oranı %62,20, %63,82, %67,12 ve %67,49, ham yağ oranı %28,99, %27,06, %26,13 ve %27,90, ham kül oranı %13,37, %13,59, %13,56 ve %13,06 olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak; *Barbodes altus*'un rasyonlarında balık unu yerine %37 oranında soya küspesinin kullanılabileceği belirtilmiştir.

Opstvedt ve diğ. (2003), Atlantik salmon (*Salmo salar*) rasyonlarında balık unu yerine bitkisel proteinlerin kullanılmasının besin kullanımına etkisini inceledikleri bir çalışmada; %89 oranında balık unu içeren kontrol rasyonundaki balık ununun %24 ve %49'u oranlarında tam yağlı soya unu ve mısır gluteni ilave etmişlerdir. Deneme sonunda kontrol rasyonu ile tam yağlı soya unu ve mısır gluteni içeren deneme rasyonları ile beslenen balıkların sırasıyla; spesifik büyüme oranı %1,50, %1,47 ve %1,41, yem dönüşüm oranı 0,75, 0,74 ve 0,80, kondisyon faktörü 1,14, 1,10 ve 1,09, protein etkinlik oranı 3,04, 3,07 ve 2,82, protein sindirim oranı %84,8, %83,3 ve %80,2, yağ sindirim oranı %92,3, %92,4 ve %91,0, enerji sindirim oranı %81,2, %81,2 ve %80,3, balık etindeki (kuru maddede) ham protein oranı %58,51, %59,09 ve %59,09, yağ oranı, %47,02, %47,48 ve %46,29, kül oranı, %6,56, %6,60 ve %6,92 olarak tespit edilmiştir.

Tantikitti ve diğ. (2005), Asya deniz levreği (*Lates calcarifer*) rasyonlarında soya protein seviyesinin büyüme performansı, nitrojen ve fosfor salgısına etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada, balık ununun %10, %20, %30, %40 ve %50'si yerine eksilen proteini karşılamak amacıyla soya unu kullanılmıştır. Sonuç olarak, balık unu proteininin %10'u yerine soya unu kullanılan rasyonla beslenen balıkların büyüme ve yem değerlendirme oranının kontrol rasyonuna eşdeğer olduğu belirlenmiştir. Bu rasyonla beslenen balıkların; spesifik büyüme oranı %4,22, yem dönüşüm oranı 0,94, protein etkinlik oranı %2,31, balık etindeki (kuru maddede) ham protein oranı %66,11, ham yağ oranı %14,32 ve ham kül oranı %19,44 olduğu belirlenmiştir.

Köprücü ve Özdemir (2005), Nil tilapia (*Oreochromis niloticus*)'nın çeşitli yem öğelerindeki besin maddeleri ve enerjiyi sindirmesi üzerine yaptıkları bir çalışmada; %15 balık unu, %43 soya küspesi içeren, ham proteini %43 ve toplam enerjisi 4700 kcal/kg olan bir kontrol rasyonu ile 15 g ağırlığında olan tilapia balıklarını 25 °C su sıcaklığında beslemişlerdir. Bu rasyondaki ham protein %87,1, yağ %90,6, lif %88,0, kül %63,5, azotsuz öz madde %88,7, kuru madde %89,0 ve enerji %81,8 oranında tilapia balığı tarafından sindirilmiştir. Ayrıca, soya küspesindeki ham protein %87,4, esansiyel aminoasitler %83,4-88,9, yağ %92,1, lif %95,2, kül %71,6, azotsuz öz madde %92,6, kuru madde %90,9 ve enerji %83,7 oranında; mısır glutenindeki ham protein %89,0, esansiyel aminoasitler %87,7-93,2, yağ %94,0, lif %96,1, kül %74,9, azotsuz öz madde %95,8, kuru madde %93,2 ve enerji %89,0 oranında sindirilmiştir.

2.3. Balıklarda Besin Maddelerinin Sindirim Derecelerinin Belirlenmesi

Balıklarda sindirim kanalına alınmış besinler, kanalın kendine özgü ritmik hareketleri ile kanal boyunca hareket ederler. Besinlerin bu hareketi, kas kontraksiyonları ile oluşan peristaltik kasılma ve gevşemelerle oluşur. Besinler bu hareketler sırasında çeşitli etkiler altında sindirilir ve emilirler. Sindirim; alınan yemin fiziksel yapısı, çeşidi ve bünyesindeki enzim aktivitesine bağlı olarak kanal boyunca bileşenlerine ayrılması ve bu işlemlerde doğrudan veya dolaylı olarak etkili olan salgılanma olaylarının tümüdür (Çetinkaya, 1995; Hoşsu ve diğ., 2003).

Sindirim kanalına giren besinlerin bir kısmı da herhangi bir parçalanmaya uğramadan, önemli bir sindirim safhası geçirmeden emilerek kan ve lenf dolaşım sistemlerine geçerler. Sindirim işlemi mekanik (fiziksel), sekreteriyal (kimyasal, enzimatik) ve mikrobiyolojik karakterdeki etkilerle oluşur. Mekanik sindirimde ağız ve yutakta bulunan dişler ve sindirim kanalının hareketleri etkilidir. Sekreteriyal sindirim; mide, bağırsak, pilorik çeka, karaciğer, pankreas tarafından salgılanan enzimlerin ve enzim olmayan diğer kimyasal maddelerin (HCl, safra) etkisi altında gerçekleşir. Balıkların pek azında görülen ve pratikte önemi bulunmayan mikrobiyal sindirim (ruminant hayvanlar için hayati öneme sahiptir) ise barsak florasını oluşturan bakterilerin faaliyetleriyle sağlanmaktadır. Vücutta sindirilemeyen maddeler absorbe edilemez ve dışkı olarak dışarı atılır (Halver, 1989; Çetinkaya, 1995; DeSilva ve Anderson, 1995; Lovell, 1998; NRC, 1999; Halver ve Hardy, 2002).

Sindirim denemeleri yemlerdeki besin maddelerinin ne ölçüde sindirildiğini yani, besin maddelerinin ne kadarının vücutta tutulduğunu tespit etmek amacıyla yapılır. Kara hayvanlarına

uygulanan standart sindirim metotlarını balıklara uygulamada birçok sorun vardır. Bunlardan başlıcaları şunlardır (Akyurt, 1993):

- Balıklarda ilk yem almaya başlayan yavrular, kara hayvanlarına oranla çok küçüktür. Bu nedenle, eğer ölçümler bireysel olarak yapılacaksa çok özel mikro tekniklere ihtiyaç vardır. Bu durum balıklarda örneklerin analizi için grup halinde çalışılmasını zorunlu kılmıştır.
- Balıklar tarafından suya bırakılan atık ürünlerini sudan tam olarak ayırmak zordur. Bu nedenle özel metotların geliştirilmesi gereklidir.
- Balıklar metabolik atık ürünlerinin büyük bir kısmını solungaçlarıyla dışarı atarlar.
- Balıklarda vücut sıcaklığı sabit olmayıp su sıcaklığına bağlı olarak değişir. Değişen su sıcaklığı da besin maddelerinin sindirim ve absorpsiyonunu etkiler.

Balıklarda sindirim denemeleri, in vivo (canlıda) ve in vitro (tüpte) olmak üzere iki yöntemle belirlenebilmektedir. Canlıda yapılan sindirim denemelerinde ise klasik yöntem (direkt metot) ve indikatör yöntemi (indirekt metot) kullanılmaktadır. Klasik yöntem (direkt metot) ile sindirim oranının tespitinde tüketilen yem ve atılan dışkı miktarının belirlenmesi büyük önem taşır. Bununla beraber, tüketilen yem miktarı ve atılan toplam dışkı miktarının tespitinde birçok hata ortaya çıkmaktadır. Öncelikle, balıklar tarafından tüketilen yem miktarının belirlenmesindeki güçlük ve atılan dışkının su ortamında parçalanması nedeniyle fekal kayıpların ihmal edilmesi nedeniyle bu yöntem birçok problem doğurmaktadır. Ayrıca, bunun gibi yöntemler pahalı olduğu ve dikkat gerektirdiğinden pek fazla kullanılmamaktadır (De Silva ve Anderson, 1995; Hoşsu ve diğ., 2003). İndikatör yöntemi (indirekt metot) klasik yöntemle birlikte en çok kullanılan metottur. Bu yöntemde yemlerde doğal olarak bulunan veya dışarıdan katılan ve hiç sindirilemeyen bazı bileşiklerden yararlanılır. Bu metot; yem ve dışkıda bulunan indikatöre düşen besin madde miktarının bulunarak, aradaki farkın yemde bulunan değere % olarak oranlanmasına dayanır (Akyurt, 1993; Çetinkaya, 1995; De Silva ve Anderson, 1995).

2.3.1. Balıklarda Dışkı Toplama Metotları

Balıklarla yapılan sindirim denemelerinde en zor iş, su ortamına bırakılan metabolik ürünleri sudan ayırmaktır. Çünkü su ortamında idrar, gübre, solungaçlardan atılan ürünler ile tüketilmeyen yem atıkları bulunur. Bu nedenle, bu maddeleri sudan ayırabilecek birçok metot geliştirilmiştir. Bunlar:

Diseksiyon Metodu: Balıklar öldürülerek sindirim kanalının son 1-1,5 cm'lik kısmındaki dışkı örnekleri analiz edilmek üzere alınır (Smith ve Lovell, 1973; Austreng, 1978; Windell ve Foltz, 1978; Henken ve diğ., 1985; Spyridakis ve diğ., 1989).

Karın Bölgesine Masaj Yapılarak Sağım: Balıklara anestezi uygulandıktan sonra karın bölgesinde (anüsün 3 cm gerisinden) anüse doğru hafif bir basınçla sıvazlanması (elin iç kısmı ile masaj yapılması) ile dışkı örnekleri alınır (Austreng, 1978; Windell ve Foltz, 1978; Vens-Cappel, 1985; Spyridakis ve diğ., 1989).

Anal Emme: Cam kanül anestezi halindeki balığa takılarak bağırsağın posterior kısmında mevcut olan dışkı materyali hafif emmeyle alınır (Lovell, 1977; Windell ve Foltz, 1978; Brown ve diğ., 1985; Spyridakis ve diğ., 1989).

Sifonlama Metodu: Balıklar yemlendikten bir süre sonra (balıklar yem alımını bırakınca) yem ve metabolik atıklar akvaryumdan uzaklaştırılır. Daha sonra, balıkların ortama bıraktığı dışkı suda fazla bekletilmeden sifonlanarak alınır (Hossain ve Jauncey, 1989; Spyridakis ve diğ., 1989).

Sürekli Filtrasyon: Tanklardan su ile birlikte sürekli filtre edilen dışkı örnekleri Choubert ve diğ. (1982) tarafından icat edilen deneysel bir aletle damıtılmak suretiyle bir kefeye toplanır (Spyridakis ve diğ., 1989).

Aktarma (Çöktürme) Metodu: Orijinal adı "Guelph Sistemi" olan bu metot ilk defa Cho ve Slinger (1979) tarafından kullanılmıştır. Bu metotla, dip kısmı eğimli ve 150 L kapasiteli tankın dip kısmından akan su, çöktürme sütunundan geçirilerek dışkı materyali biriktirilir (Spyridakis ve diğ., 1989; Hajen ve diğ., 1993; DeSilva ve Anderson, 1995; Halver ve Hardy, 2002).

Metabolizma Odası: Balık bir tanka yerleştirilir ve bu tanka içinde kloroform bulunan bir tüp monte edilir. Tanktan sifonlanan su bu tüpe gelir ve dışkı burada toplanır (Akyurt, 1993).

Dışkı toplama yöntemlerindeki farklılık besin maddelerinin sindirilme katsayılarında farklılığa yol açmaktadır. Bu amaçla yapılan birçok araştırmada kullanılan dışkı toplama metoduna göre farklı sindirim katsayıları bulunmuştur. Örneğin; Hajen ve diğ. (1993), *Oncorhynchus tshawytscha*'la yaptıkları sindirim denemesinde, dışkı örneklerinin toplanması için çöktürme (Guelph), diseksiyon ve sağım metotlarını kullanmışlardır. Bu metotlara göre protein sindirim katsayısı sırasıyla; %87,4, %75,0 ve %70,5 olarak tespit edilmiştir. Spyridakis ve diğ. (1989), *Dicentrarchus labrax*'ın protein ve yağ sindirim katsayılarını tespit etmek amacıyla; diseksiyon, sağım, vakum, sifonlama, sürekli filtrasyon ve çöktürme metotlarını karşılaştırmışlardır. Bu metotlara göre protein sindirim katsayıları sırasıyla; %82,5, %84,4, %86,6, %90,4, %90,6 ve %94,2, yağ sindirim katsayıları ise sırasıyla; %94,1, %95,0, %96,3, %96,0, %97,3 ve %97,1 olarak bulunmuştur.

2.3.2. Sindirim İndikatörleri

Hayvanların büyüklüğüne göre besin ihtiyacı araştırılmalı ve yenen besinin içeriği, absorpsiyonu ve tutulan kısmı tayin edilmelidir. Evcil hayvanlarda sindirim tayini ve bütün dışkıların toplanması rutin olarak devam ettirilebilir fakat balıklarda su ortamında bunun yapılması, hesaplanması çok zordur. Bu yüzden genellikle sindirim tayinlerinde external ve internal sindirim indikatörleri kullanılmaktadır. Bu indikatörler (Morales ve diğ., 1999):

- Sindirilemez ve absorbe edilemez olmalı,
- Yemin organoleptik özelliğini değiştirmemeli,
- Deneysel hayvanların fizyolojisini etkilememeli,
- Sindirim kanalından geçiş süresi, besin maddeleri ile eşit olmalı,
- Toksik olmamalı,
- Sindirim kanalına ve absorpsiyon yollarına zarar vermemeli,
- Sabit kimyasallıkta ve analizlere uygun olmalıdır.

Balıklarda yapılan sindirim denemelerinde, external indikatör olarak, en yaygın şekilde kromoksit (Cr_2O_3) kullanılmaktadır (balık türlerine göre değişmekle birlikte rasyonlarda %0,5-1 oranında). Bunun dışında, titanyum dioksit (TiO_2) (Lied ve diğ., 1982; Weatherup ve McCracken, 1998), polietilen (Tacon ve Rodrigues, 1984), demir tozları (Talbot ve Higgins, 1983), Yttrium oksit (Y_2O_3) (Bjerkeng ve diğ., 1997; Refstie ve diğ., 1997; Storebakken ve diğ., 1998; Hillestad ve diğ., 1999). Ytterbium oksit (Yb_2O_3) (Refstie ve diğ., 1997), demir-nikel alaşımı (Kabir ve diğ., 1998) da sindirim düzeylerinin belirlenmesinde indikatör madde olarak kullanılmaktadır.

İnternal indikatör olarak ise; asitte çözünmeyen kül (Bowen, 1981; DeSilva ve Perea, 1983; Atkinson ve diğ., 1984; Tacon ve Rodrigues, 1984; Morales ve diğ., 1999), ham selüloz (Buddington, 1979; DeSilva ve Perea, 1983; Tacon ve Rodrigues, 1984; DeSilva ve diğ., 1997; Morales ve diğ., 1999). aside dayanıklı organik madde (Buddington, 1980; DeSilva ve Perea, 1983) balıkların sindirim denemelerinde kullanılmaktadır.

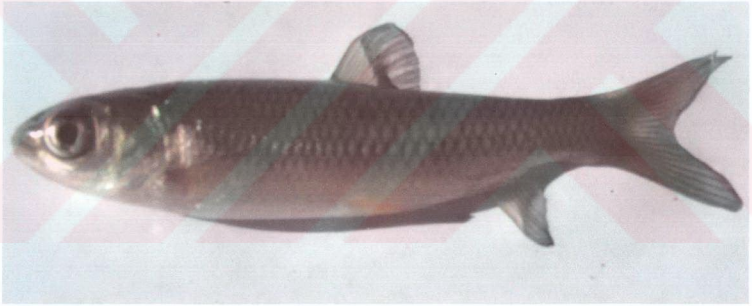
3. MATERYAL VE METOT

Bu araştırma, Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Akvaryum Laboratuvarı'nda Aralık 2004-Nisan 2005 tarihleri arasında yürütüldü.

3.1. Materyal

3.1.1. Balık Materyali

Çalışmada, DSI IX. Bölge-Keban Barajı Su Ürünleri Şube Müdürlüğü'ne ait üretim tesislerinden sağlanan aynı dönem çıkışlı, ağırlıkları ($3,5 \pm 0,1$ g) ve uzunlukları ($6,7 \pm 0,2$ cm) birbirine yakın olan toplam 300 adet yavru ot balığı (*Ctenopharyngodon idella*) kullanıldı (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Ot balığı (*Ctenopharyngodon idella*).

3.1.2. Yem Materyali

Araştırma rasyonlarında kullanılan balık unu, soya küspesi, mısır unu, pamuk tohumu küspesi, ayçiçeği küspesi, buğday kepeği, mineral karması ve soya yağı Elazığ Yem Sanayii A.Ş.'den, vitamin karması (Roche) ve kromoksit (Merck) aracı bir firmadan temin edildi.

3.2. Metot

3.2.1. Denemenin Planlanması ve Kurulması

Deneme süresi 5 ay olarak planlanan bu çalışmada; yavru ot balıkları adet/m³ stoklama oranında tesadüf parselleri deneme planına göre cam akvaryumlara stoklandı (Şekil 3.2). Üç tekrar olarak yürütülen çalışmada araştırma grupları için 60x30x25 cm boyutlarında olan toplam 15 adet cam akvaryum kullanıldı. Her akvaryuma 20 adet *C. idella* yerleştirildi. Balıkların ağırlıkları 0,01 g hassasiyetli dijital bir terazide tartılarak, toplam boyları ise 1 mm taksimatlı ölçüm tahtası kullanılarak belirlendi.



Şekil 3.2. Akvaryumdaki ot balıklarından (*Ctenopharyngodon idella*) bir görüntü.

Balıklara ağırlıklarının tartılması ve boylarının ölçülmesi işlemlerinden önce anestezi (100 mg benzocaine/ L) uygulandı (Mattson ve Ripley, 1989). Denemeler 25±1 °C su sıcaklığında gerçekleştirildi. Akvaryumlar hava pompası yardımıyla havalandırıldı ve su sıcaklığı ısıtıcı kullanılarak ayarlandı. Suyun sıcaklığı 1 °C taksimatlı termometre ve pH'sı portatif pH metre, çözünmüş oksijen düzeyi (mg/L) ise portatif oksijen metre ile tespit edildi. Balıklara verilecek günlük yem miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplandı. Bu miktarlar balıklara günde üç öğün halinde verildi (Çetinkaya, 1995).

$$\text{Günlük yem miktarı (g/gün)} = [\text{Ortalama su sıcaklığı (°C)} / 10] \times [\text{Toplam balık ağırlığı (g)} / 100]$$

3.2.2. Araştırma Rasyonlarının Hazırlanması

Çalışmada, %40 oranında ham protein, 3469 kcal/kg toplam enerji içeren ve protein kaynağı olarak balık unu kullanılan bir kontrol rasyonuna (Dabrowski, 1977; Takeuchi ve diğ., 1979; NRC, 1992; Shilo ve Sarig, 1989); yemdeki balık ununun %50'si yerine eksilen proteini (%19,3) karşılayacak oranlarda (Xie ve diğ., 2001) soya küspesi (%42,0), mısır unu (%65,3), pamuk tohumu küspesi (%55,9) ve ayçiçeği tohumu küspesi (%57,9) (Tablo 3.1) ayrı ayrı katılarak sırasıyla 1, 2, 3 ve 4 nolu deneme rasyonları oluşturuldu (Tablo 3.2). Araştırma rasyonlarının protein ve toplam enerji düzeyleri eşitlendi (Tablo 3.3). Ayrıca, kontrol ve deneme rasyonlarındaki besin maddesi ve enerjinin sindirilme oranlarının belirlenmesi amacıyla indikatör madde olarak %1 oranında kromoksit (Cr_2O_3) bu rasyonlara ilave edildi. Araştırma rasyonlarının ve kullanılan yem öğelerinin birim fiyatları Tablo 3.4'de gösterildi.

Tablo 3.1. Araştırma rasyonlarında kullanılan yem öğelerinin ham besin madde ve toplam enerji düzeyleri.

Ham Besin Maddeleri (%) ve Enerji (kcal/kg)	Balık Unu	Soya Küspesi	Mısır Unu	Pamuk Tohumu Küspesi	Ayçiçeği Tohumu Küspesi	Buğday Kepeği
Protein	71,02	45,95	29,56	34,53	33,33	11,47
Yağ	4,09	1,23	10,26	1,50	2,09	4,25
Kül	14,75	6,29	4,77	6,60	5,47	4,68
Lif	0,97	5,66	9,85	11,95	8,21	7,50
Azotsuz Öz Madde	12,25	31,09	38,46	36,42	43,93	62,20
Nem	8,00	9,77	7,10	9,00	7,00	9,90
Toplam Enerji	4692	2590	3385	2450	2565	1250

Rasyonları oluşturan yem maddeleri uygun bir karışımın sağlanması için öğütülerek uygun partikül büyüklüğüne (1-4 mm) getirildi. Sonra, bu yem maddeleri belirlenen oranlarda tartılarak homojen bir karışım sağlanacak şekilde karıştırıldı. Daha sonra, belirlenen miktarlarda vitamin ve mineral karmalarını içeren karışım, sıcaklığı 20 °C olan suda eritildi. Bu karışım, homojen hale getirilmiş olan yem maddelerine 1/1 oranında ilave edilen su ile birlikte karıştırılarak katıldı. Hamur haline getirilen materyal kıyma makinesinden geçirilerek pelet haline getirildi (Şekil 3.3). Hazırlanan peletler tepsilere yerleştirilip (Şekil 3.4), yem fırınında 60 °C'de 24 saat bekletilerek

(Şekil 3.5 ve 3.6) kurutuldu (Haşimoğlu ve Aksoy, 1977). Pelet büyüklüğü, balık ağırlığı dikkate alınarak hazırlandı (New, 1987). Yemler kullanılıncaya kadar plastik muhafaza kapları içerisinde ve 4 °C'de muhafaza edildi.

Tablo 3.2. Kontrol ve deneme rasyonlarının yapısı (%).

Rasyon Öğeleri	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Balık (hamsi) unu	50,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Soya küspesi	-	42,00	-	-	-
Mısır unu	-	-	65,30	-	-
Pamuk tohumu küspesi	-	-	-	55,90	-
Ayçiçeği tohumu küspesi	-	-	-	-	57,90
Buğday kepeği	39,50	18,40	6,60	6,00	5,26
Soya yağı ^a	7,40	11,50	-	10,00	8,74
Antioksidan ^b	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Vitamin karması ^c	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Mineral karması ^d	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Kromoksit (Cr ₂ O ₃)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

a) Soya yağı 8500 kcal/kg toplam enerji içermektedir.

b) Butilen Hidroksi Toluene (BHT); 125 000 mg /kg.

c) Vitamin Karması (mg/kg); Vitamin A 800 000 IU, vitamin D 90 000 IU, vitamin E 200 IU, vitamin K 400, riboflavin 360, niasin 2 000, kolin klorid 16 000, pantothenik asit 700, pridoksin 20, vitamin B12 500.

d) Mineral Karması (mg/kg); Mn 7 000, Zn 30 000, Fe 2 000, Cu 200, I 100, Co 20.

Tablo 3.3. Araştırma rasyonlarının ham besin madde ve toplam enerji düzeyleri.

Ham Besin Maddeleri (%) ve Enerji (kcal/kg)	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Protein	40,00	39,98	39,92	39,96	39,94
Yağ	11,12	13,82	8,00	12,12	11,20
Kül	9,22	7,19	7,18	7,66	7,10
Lif	3,45	4,00	7,17	7,37	5,39
Azotsuz Öz Madde	30,98	29,81	32,56	27,65	31,22
Kuru Madde	94,77	94,80	94,83	94,76	94,85
Toplam Enerji	3469	3468	3466	3468	3467



Şekil 3.3 Hamur haldeki yem materyalinin kıyma makinesinden geçirilerek pelet haline getirilmesi.



Şekil 3.4 Hazırlanan peletlerin pişirme tepsilerine yerleştirilmesi.



Şekil 3.5. Peletlenen yemlerin yem fırınında pişirilmesi.



Şekil 3.6. Pişirilmiş pelet yemler.

Tablo 3.4. Araştırma rasyonlarının ve kullanılan yem öğelerinin birim fiyatları.

Rasyonlar ve Öğeleri	Birim Fiyat (YTL/kg)
Kontrol	1,366
Deneme 1	1,243
Deneme 2	1,099
Deneme 3	1,134
Deneme 4	1,087
Balık (hamsi) unu	1,400
Soya küspesi	0,500
Mısır unu	0,350
Pamuk tohumu küspesi	0,250
Ayçiçeği tohumu küspesi	0,200
Buğday kepeği	0,160
Soya yağı	1,250
Antioksidan	10,00
Vitamin karması	40,00
Mineral karması	10,00

3.2.3. Dışkı Örneklerinin Toplanması

Balıklar kontrol ve deneme yemleri ile beslendikten 4 gün sonra dışkı örnekleri sifonlama yöntemine göre toplanmaya başlandı (Hossain ve Jauncey, 1989; Spyridakis ve diğ., 1989). Bu arada, balıkların akvaryumdaki su ortamına bıraktığı dışkıların dağılımdan alınması ve böylece besin maddesi kayıplarının minimum düzeyde tutulması amacıyla dışkıların toplanması için en uygun sifonlama süresi belirlendi. Bu amaçla, balıkların mevcut ortam şartlarında bağırsak boşaltım süreleri (yaklaşık 8 saat) tespit edildi. Balıklar için hesaplanan günlük yem miktarı günde üç öğün halinde olmak üzere sırasıyla; 8.30, 13.30 ve 17.30 saatlerinde balıklara verildi. İkinci yemlemeden bir müddet sonra (balıklar yem alımını bıraktınca) yaklaşık olarak saat 14.30'da akvaryumlar sifonlanarak yem kalıntıları ve metabolik atıklar ortamdaki uzaklaştırıldı. Son yemleme yapılmadan önce saat 17.00'da akvaryumlar sifonlanmak suretiyle dışkı örnekleri toplandı. Sifonlama

işlemlerinden sonra akvaryumlardan eksilen su (yaklaşık olarak %10 oranında) taze su ile tamamlanarak, çalışma süresince su şartlarının uygun düzeyde tutulması sağlandı. Çalışma süresince ve günlük periyotlarla yukarıda ifade edildiği şekilde akvaryumlardan sifonlama yapılmak suretiyle dışkı örnekleri toplanıp, süzildükten sonra derin dondurucuda (-35 °C’de) muhafaza edildi.

3.2.4. Büyüme ve Yem Parametrelerinin Hesaplanması

Araştırmada kullanılan; soya küspesi, mısır unu, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği küspesi proteinlerin *C. idella* tarafından değerlendirilebilirliğini belirlemek amacıyla; balığın ağırlık artışı, oransal büyüme, spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü, yem dönüşüm oranı, protein etkinlik oranı, protein değerlendirme indeksi, yemlerdeki besin maddeleri ve enerjinin sindirilme oranları aşağıda belirtilen formüllere göre hesaplandı:

3.2.4.1. Ağırlık Artışı

Balıkların ağırlık artışlarının belirlenmesinde NRC (1990) tarafından belirtilen yöntem kullanıldı. Buna göre, canlı ağırlık artışı (CAA); balıkların periyot sonundaki ortalama mutlak ağırlığından periyot başındaki ortalama mutlak ağırlığının çıkarılmasıyla bulundu. Ortalama canlı ağırlık ise toplam ağırlığın fert sayısına bölünmesiyle tespit edildi.

$$CAA = W_t - W_{t-1}$$

W_t : Periyot sonundaki ortalama mutlak ağırlık (g).

W_{t-1} : Periyot başındaki ortalama mutlak ağırlık (g).

3.2.4.2. Oransal Büyüme (OB)

Balıkların oransal büyümelerinin belirlenmesinde Çelikkale (1988) tarafından belirtilen yöntem kullanıldı. Buna göre, oransal büyüme deneme boyunca kazanılan ortalama ağırlığın deneme başı ortalama ağırlığına oranlanmasıyla belirlendi. Oransal büyüme aşağıdaki eşitlikle bulundu.

$$OB = [(W_t - W_{t-1}) / W_{t-1}] \times 100$$

W_t : Periyot sonundaki ortalama mutlak ağırlık (g).

W_{t-1} : Periyot başındaki ortalama mutlak ağırlık (g).

3.2.4.3. Spesifik Büyüme Oranı

Ağırlıkça spesifik büyüme oranı (SBO) balığın bir günde kendi ağırlığının yüzde kaçını kadar büyüttüğünü ifade etmekte ve balık büyümesini ifade açısından daha rasyonel bir parametre olarak kullanılmaktadır (Halver, 1989).

$$\text{Ağırlıkça SBO} = [(\text{Log}_e W_t - \text{Log}_e W_{t-1}) / T] \times 100$$

W_t : Periyot sonundaki ortalama mutlak ağırlık (g).

W_{t-1} : Periyot başındaki ortalama mutlak ağırlık (g).

T : Periyodik süre (gün).

3.2.4.4. Kondisyon Faktörü

Kondisyon faktörünün hesaplanmasında Halver (1972) tarafından belirtilen formül kullanıldı. Böylece, balığa verilen yemin balığın kondisyonu üzerindeki etkisi kantitatif olarak belirlendi. Kondisyon faktörü (K) aşağıdaki eşitlikle bulundu.

$$K = (W / L^3) \times 100$$

W : Balığın mutlak ağırlığı (g).

L : Balığın mutlak total boyu (cm).

3.2.4.5. Yem Dönüşüm Oranı

Yem dönüşüm oranı (YDO) bir birim canlı ağırlık artışı için ne kadar yem tüketildiğini ifade eder. Yem dönüşüm oranı; periyot süresince tüketilen toplam yem miktarı ve balıkların o periyotta sağladıkları toplam canlı ağırlık artışı kullanılarak aşağıdaki formül yardımıyla tespit edildi (Halver, 1989).

$$YDO = Y / (W_t - W_{t-1})$$

Y : Periyot süresince harcanan yem miktarı (g).

W_t : Periyot sonundaki ortalama mutlak ağırlık (g).

W_{t-1} : Periyot başındaki ortalama mutlak ağırlık (g).

3.2.4.6. Protein Etkinlik Oranı

Protein etkinlik oranı, yem proteinlerinin ne ölçüde balık etine dönüştüğünün genel bir göstergesidir. Bu parametre, kullanılan protein kaynaklarının etkinliği ve biyolojik değerleri hakkında önemli bilgiler verir. Protein etkinlik oranı (PEO) aşağıdaki formül yardımıyla hesaplandı (Çetinkaya, 1995).

$$PEO = \text{Ağırlık artışı (g)} / [\text{Yem tüketimi (g)} \times \text{Yemin ham protein oranı (\%)}]$$

3.2.4.7. Protein Değerlendirme İndeksi

Protein değerlendirme indeksi protein etkinlik oranına göre daha spesifik bir parametre olup, yem protein oranının balık eti protein oranını nasıl etkilediğini araştırmak için başvurulan bir parametredir. Bu parametre de, kullanılan protein kaynaklarının etkinliği ve biyolojik değerleri hakkında önemli bilgiler verir. Protein değerlendirme indeksi (PDİ) aşağıdaki formül yardımıyla hesaplandı (Çetinkaya, 1995).

$$PDİ = \text{Balık etindeki protein oranı (\%)} / \text{Verilen yemdeki protein oranı (\%)}$$

3.2.4.8. Sindirim Katsayısı

Denemelerde kullanılan yemlerdeki proteinlerin sindirilme oranları aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplandı (Cho ve Slinger, 1979).

$$ADC = 100 \times [1 - (F/D) \times (Di/Fi)]$$

ADC: Yemin sindirim katsayısı (%), D: Yemdeki besin maddesi veya enerji (%), F: Dışkıdaki besin maddesi veya enerji (%), Di: Yemdeki indikatör (%), Fi: Dışkıdaki indikatör (%).

3.2.5. Kimyasal Analizler

Kontrol ve deneme rasyonları ve balık dışkılarındaki kromoksit miktarları Petry ve Rapp (1971) tarafından bildirilen yöntemle göre belirlendi. Çalışmada kullanılan yem öğelerinin,

hazırlanan rasyonların, deneme başında ve sonunda balıklardan alınan et örneklerinin; ham protein, ham yağ, ham kül, ham lif, azotsuz öz madde, kuru madde, su ve toplam enerji düzeyleri AOAC (1995) metotlarına göre belirlendi. Protein analizlerinde 'Mikro Kjeldahl', enerjinin belirlenmesinde ise 'Bomba Kalorimetresi' kullanıldı.

3.2.6. Araştırma Rasyonlarının Ekonomik Analizi

Araştırma rasyonlarının ekonomik analizi FAO/UNDP (1985)'de belirtilen metoda göre yapıldı. Deneme süresince her gruptaki tüketilen toplam yemin Yeni Türk Lirası (YTL) değeri deneme sonunda balıklardan elde edilen toplam canlı ağırlık artışına bölünerek, bir birim balık eti üretimi için yem maliyeti hesaplandı. Sonuçlar YTL/kg olarak verildi.

3.2.7. Verilerin Değerlendirilmesi

İncelenen parametrelere ait değerlerin aritmetik ortalaması ve standart hatasının hesaplanması, gruplar arası farklılığın önem derecesinin tespit edilmesi amacıyla uygulanan "Varyans Analizi" ve "Duncan Testi" bilgisayar ortamında SPSS 10.0 paket programı (SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA) kullanılarak yapıldı. Gruplar arası farklılıklar 0,05 önem derecesine göre değerlendirildi.

4. BULGULAR

Bu çalışmada, *C. idella* için kontrol rasyonu olarak kullanılan yemdeki balık ununun %50'si yerine eksilen proteini (%19,3) karşılayacak oranlarda soya küspesi (%42,0), mısır unu (%65,3), pamuk tohumu küspesi (%55,9) ve ayçiçeği tohumu küspesi (%57,9) katılmasının; balığın büyüme (canlı ağırlık artışı, oransal büyüme, spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü), yem değerlendirme (yem dönüşüm oranı, protein etkinlik oranı, protein değerlendirme indeksi, yemlerdeki besin maddeleri ve enerjinin sindirilme oranları) ve balık etinin kimyasal kalitesi (ham protein, ham yağ, kül, azotsuz öz madde, su ve enerji) üzerine olan etkileri tespit edildi.

Araştırma gruplarındaki balıkların; canlı ağırlıkları Tablo 4.1'de, toplam boyları Tablo 4.2'de, canlı ağırlık artışları Tablo 4.3'de, oransal büyümeleri Tablo 4.4'de, spesifik büyüme oranları Tablo 4.5'de, kondisyon faktörleri Tablo 4.6'da, canlı ağırlığa göre günlük yem tüketimleri Tablo 4.7'de, yem dönüşüm oranları Tablo 4.8'de, protein etkinlik oranları Tablo 4.9'da, protein değerlendirme indeksi Tablo 4.10'da, dışkı örneklerindeki ham besin madde, toplam enerji ve kromoksit düzeyleri Tablo 4.11'de, araştırma yemlerindeki besin maddeleri ve enerjinin sindirilme oranları Tablo 4.12'de, denemenin başlangıcında ve sonunda balık etlerindeki ham besin madde ve enerji düzeyleri Tablo 4.13'de, araştırma rasyonlarının ekonomik analizleri Tablo 4.14'de verildi.

Çalışma süresince, balıkların beslenmesinde kullanılan rasyonların pelet büyüklüğü 0,5-1,5 mm arasında değişmektedir. Kontrol ve 1, 2, 3, 4 nolu deneme gruplarına ait akvaryumlardaki suyun sıcaklığı 25 ± 1 °C olup, pH'sı 7,10-7,24 ve çözünmüş oksijen düzeyi 7,95-8,10 mg/L arasında değişmektedir.

Tablo 4.1. Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre ortalama canlı ağırlıkları (g).

Aylar *	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Aralık (1)	60	5,00 $\pm$ 0,26 ^a	4,59 $\pm$ 0,19 ^b	4,35 $\pm$ 0,15 ^c	4,61 $\pm$ 0,22 ^b	4,50 $\pm$ 0,16 ^{bc}
Ocak (2)	60	7,23 $\pm$ 0,41 ^a	6,57 $\pm$ 0,37 ^b	5,41 $\pm$ 0,29 ^d	6,36 $\pm$ 0,35 ^{bc}	5,98 $\pm$ 0,30 ^c
Şubat (3)	60	10,85 $\pm$ 0,56 ^a	9,40 $\pm$ 0,45 ^b	6,84 $\pm$ 0,32 ^e	8,79 $\pm$ 0,42 ^c	7,97 $\pm$ 0,38 ^d
Mart (4)	60	16,45 $\pm$ 1,02 ^a	13,38 $\pm$ 0,90 ^b	8,80 $\pm$ 0,46 ^e	12,20 $\pm$ 0,81 ^c	10,65 $\pm$ 0,70 ^d
Nisan (5)	60	25,40 $\pm$ 2,00 ^a	19,15 $\pm$ 1,54 ^b	11,28 $\pm$ 0,79 ^e	17,10 $\pm$ 1,50 ^c	14,33 $\pm$ 1,14 ^d

* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama ($\pm$ standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ($p < 0,05$).

Beş ay süren deneme sonunda en yüksek canlı ağırlık kontrol grubundan sağlanırken, bunu sırasıyla 1, 3, 4 ve 2 nolu deneme grupları izledi (Tablo 4.1). Kontrol ve 1, 2, 3 ve 4 nolu deneme gruplarındaki balıkların deneme sonunda kazandıkları ortalama canlı ağırlıkları arasındaki farklılıklarının tüm gruplar arasında önemli olduğu tespit edildi ($p<0,05$).

Araştırma sonucunda, en yüksek toplam boy değeri de yine kontrol grubundaki balıklardan elde edildi. Bunu sırasıyla 1, 3, 4 ve 2 nolu deneme grupları izledi (Tablo 4.2). Araştırma gruplarındaki balıkların deneme sonunda kazandıkları ortalama toplam boyları arasındaki farklılıklar (1-3 ve 2-4 nolu deneme grupları hariç) önemli bulundu ($p<0,05$).

Tablo 4.2 Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre ortalama toplam boyları (cm).

Aylar*	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Aralık (1)	60	7,55±0,22 ^a	7,36±0,18 ^a	7,34±0,15 ^a	7,37±0,19 ^a	7,34±0,16 ^a
Ocak (2)	60	8,50±0,30 ^a	8,28±0,29 ^{ab}	7,88±0,20 ^b	8,15±0,25 ^b	8,05±0,27 ^b
Şubat (3)	60	9,54±0,41 ^a	9,19±0,37 ^{ab}	8,48±0,31 ^c	9,01±0,36 ^b	8,77±0,33 ^{bc}
Mart (4)	60	10,59±0,68 ^a	10,10±0,65 ^{ab}	9,17±0,38 ^c	9,92±0,47 ^b	9,53±0,40 ^{bc}
Nisan (5)	60	12,00±0,79 ^a	11,27±0,74 ^b	9,93±0,49 ^d	10,89±0,73 ^b	10,32±0,69 ^{cd}

* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama ($\pm$ standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ($p<0,05$).

Tablo 4.3. Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre ortalama canlı ağırlık artışları (g).

Aylar*	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Aralık (1)	3	1,50	1,09	0,85	1,11	1,00
Ocak (2)	3	2,23	1,98	1,06	1,75	1,48
Şubat (3)	3	3,62	2,83	1,43	2,43	1,99
Mart (4)	3	5,60	3,98	1,96	3,41	2,68
Nisan (5)	3	8,95	5,77	2,48	4,90	3,68
Ortalama	15	4,38±1,34 ^a	3,13±0,81 ^b	1,56±0,30 ^c	2,72±0,67 ^c	2,17±0,47 ^d

* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama ($\pm$ standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ($p<0,05$).

Deneme sonunda, ortalama canlı ağırlık artışı (Tablo 4.3), oransal büyüme (Tablo 4.4) ve günlük spesifik büyüme oranları (Tablo 4.5) bakımından en yüksek değerler kontrol grubundan sağlandı. Bunu sırasıyla 1, 3, 4 ve 2 nolu deneme grupları izledi. Araştırma gruplarındaki balıkların canlı ağırlık artışı, oransal büyüme ve günlük spesifik büyüme oranlarına ait ortalama değerleri arasındaki farklılıkların önemli olduğu belirlendi ($p<0,05$).

Tablo 4.4. Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre ortalama oransal büyümeleri (%).

Aylar*	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Aralık (1)	3	42,86	31,14	24,29	31,71	28,57
Ocak (2)	3	44,60	43,14	24,37	37,96	32,89
Şubat (3)	3	50,07	43,08	26,43	38,21	33,28
Mart (4)	3	51,61	42,34	28,66	38,79	33,63
Nisan (5)	3	54,41	43,12	28,18	40,16	34,55
Ortalama	15	48,71±2,17 ^a	40,56±2,36 ^b	26,39±0,92 ^e	37,37±1,46 ^c	32,58±1,04 ^d

*Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (± standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli (p<0,05).

Tablo 4.5. Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre günlük ortalama spesifik büyüme oranları (%).

Aylar*	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Aralık (1)	3	0,52	0,39	0,31	0,40	0,36
Ocak (2)	3	0,53	0,52	0,32	0,46	0,41
Şubat (3)	3	0,57	0,52	0,37	0,47	0,41
Mart (4)	3	0,60	0,51	0,37	0,48	0,42
Nisan (5)	3	0,63	0,52	0,36	0,49	0,43
Ortalama	15	0,57±0,06 ^a	0,49±0,05 ^b	0,35±0,04 ^e	0,46±0,05 ^c	0,41±0,04 ^d

*Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (± standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli (p<0,05).

Tablo 4.6'daki veriler incelendiğinde; araştırma gruplarındaki balıkların beş aya ait ortalama kondisyon değerleri arasındaki farklılıkların önemli olduğu (p<0,05, kontrol-deneme 1 ve 1-3-4 nolu deneme grupları hariç) görülmektedir. En yüksek ortalama kondisyon değeri kontrol grubundan sağlanırken, bunu sırasıyla 1, 3, 4 ve 2 nolu deneme grupları izlemektedir.

Araştırma gruplarındaki balıkların deneme sonunda canlı ağırlığa göre ortalama günlük yem tüketimleri (Tablo 4.7) bakımından en yüksek değer kontrol grubundan sağlandı. Bunu sırasıyla 1, 3, 4 ve 2 nolu deneme grupları izledi. Araştırma gruplarındaki balıkların canlı ağırlığa göre ortalama günlük yem tüketimleri arasındaki farklılıkların önemli olduğu tespit edildi (p<0,05, 1-3-4 nolu deneme grupları hariç).

Kontrol ve deneme gruplarındaki balıkların beş aya ait ortalama yem dönüşüm oranları arasındaki farklılıkların önemli olduğu (p<0,05, kontrol-deneme 1 grupları hariç) belirlendi (Tablo 4.8). En iyi ortalama yem dönüşüm oranı kontrol grubundan sağlanırken, bunu sırasıyla 1, 3, 4 ve 2 nolu deneme grupları izlemektedir.

Tablo 4.6. Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre ortalama kondisyonları.

Aylar*	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Aralık (1)	60	1,16±0,09	1,15±0,08	1,10±0,07	1,16±0,09	1,14±0,07
Ocak (2)	60	1,18±0,12	1,16±0,10	1,11±0,08	1,17±0,10	1,15±0,11
Şubat (3)	60	1,25±0,15	1,21±0,13	1,12±0,11	1,20±0,13	1,18±0,12
Mart (4)	60	1,39±0,24	1,30±0,22	1,14±0,13	1,25±0,16	1,23±0,14
Nisan (5)	60	1,47±0,26	1,34±0,24	1,15±0,17	1,32±0,24	1,30±0,23
Ortalama	5	1,29±0,14 ^a	1,23±0,09 ^{ab}	1,12±0,02 ^c	1,22±0,07 ^b	1,20±0,07 ^b

* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (± standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli (p<0,05).

Tablo 4.7. Araştırma gruplarındaki balıkların canlı ağırlığa göre günlük yem tüketimleri (g).

Aylar	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Aralık (1)	3	1,75	1,68	1,70	1,75	1,77
Ocak (2)	3	2,50	2,30	2,18	2,31	2,25
Şubat (3)	3	3,87	3,29	2,71	3,18	2,99
Mart (4)	3	5,96	4,70	3,42	4,40	3,99
Nisan (5)	3	9,12	6,69	4,40	6,10	5,33
Ortalama*	15	4,64±1,33 ^a	3,63±0,82 ^b	2,88±0,48 ^c	3,55±0,78 ^b	3,27±0,64 ^b

* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (± standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli (p<0,05).

Tablo 4.8. Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre ortalama yem dönüşüm oranları.

Aylar	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Aralık (1)	3	1,17	1,36	2,27	1,56	1,84
Ocak (2)	3	1,12	1,16	2,06	1,32	1,52
Şubat (3)	3	1,07	1,16	1,90	1,31	1,50
Mart (4)	3	1,07	1,18	1,77	1,29	1,49
Nisan (5)	3	1,04	1,16	1,77	1,28	1,45
Ortalama*	15	1,09±0,02 ^d	1,20±0,04 ^d	1,95±0,09 ^a	1,35±0,05 ^c	1,56±0,07 ^b

* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (± standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli (p<0,05).

Araştırma sonucunda, en yüksek protein etkinlik oranı (Tablo 4.9) ve protein değerlendirme indeksi (Tablo 4.10) kontrol grubundaki balıklardan sağlandı. Bunu sırasıyla 1, 3, 4 ve 2 nolu deneme grupları izledi. Araştırma gruplarındaki balıkların deneme sonundaki ortalama protein

etkinlik oranları arasındaki farklılıkların önemli olduğu ($p<0,05$), ortalama protein değerlendirme indeksleri arasındaki farkın ise önem taşımadığı tespit edildi.

Tablo 4.9. Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre protein etkinlik oranına ait ortalama değerler.

Aylar	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Aralık (1)	3	1,43	1,08	0,84	1,06	0,94
Ocak (2)	3	1,49	1,44	0,81	1,26	1,10
Şubat (3)	3	1,56	1,43	0,88	1,28	1,11
Mart (4)	3	1,57	1,41	0,96	1,29	1,12
Nisan (5)	3	1,64	1,44	0,94	1,34	1,15
Ortalama*	15	1,54±0,04 ^a	1,36±0,07 ^b	0,89±0,03 ^c	1,25±0,05 ^c	1,08±0,03 ^d

* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama ($\pm$ standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ($p<0,05$).

Tablo 4.10. Araştırma gruplarındaki balıkların deneme sonundaki ortalama protein değerlendirme indeksi

Parametre	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
PDI*	9	1,72±0,08 ^a	1,67±0,08 ^a	1,65±0,07 ^a	1,67±0,07 ^a	1,66±0,07 ^a

* Aynı satırdaki ortalama ($\pm$ standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemsiz ($p>0,05$).

Araştırma gruplarındaki balıkların dışkı örneklerindeki ham besin madde, toplam enerji ve kromoksit düzeyleri Tablo 4.11’de, 25 ± 1 °C su sıcaklığında bulunan *Ctenopharyngodon idella*’nın kontrol ve 1, 2, 3, 4 nolu deneme yemlerindeki besin maddeleri ve enerjiyi sindirme oranları ise Tablo 4.12’de verilmiştir. Tablo 4.12’deki veriler incelendiğinde; kontrol ve deneme yemlerindeki proteinin sindirilme oranları arasındaki farklılıkların önemli olduğu ($p<0,05$, 3-4 nolu deneme 1 yemleri hariç) görülmektedir. En yüksek protein sindirim oranı kontrol yeminden sağlanırken, bunu sırasıyla 1, 3, 4 ve 2 nolu deneme yemleri izlemektedir. Araştırma yemlerindeki yağın sindirilme oranları ve kontrol grubu hariç deneme yemlerindeki azotsuz öz maddenin sindirilme oranları arasındaki farklılıklar ise önemsizdir ($p>0,05$). Kontrol ve deneme yemlerindeki enerjinin sindirilme oranları arasındaki farklılıkların da önemli olduğu ($p<0,05$, 1-3-4 ve 2-4 nolu deneme yemleri hariç) görülmektedir. En yüksek enerji sindirim oranı kontrol yeminden elde edilirken, bunu sırasıyla 1, 3, 4 ve 2 nolu deneme grupları izlemektedir.

Tablo 4.11. Araştırma gruplarındaki balıkların dışkı örneklerindeki ham besin madde, toplam enerji ve kromoksit düzeyleri.

Ham Besin Maddeleri (%), Enerji ve Kromoksit (%)	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Protein	3	17,03	18,93	24,52	19,08	21,75
Yağ	3	1,92	1,88	1,46	1,50	1,02
Kül	3	17,28	15,16	16,48	15,56	16,03
Lif	3	11,33	13,18	16,81	16,60	14,10
Azotsuz Öz Madde	3	49,46	47,47	38,10	43,80	46,28
Kuru Madde	3	97,02	96,62	97,37	96,54	97,18
Toplam Enerji (kcal/kg)	3	242,88	502,86	678,99	521,24	554,72
Kromoksit	3	0,129	0,232	0,318	0,251	0,264

Tablo 4.12. Kontrol ve deneme yemlerindeki besin maddeleri ve enerjinin sindirilme oranları.

Besin Maddeleri (%) ve Enerji*	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Protein	3	94,50 ^a	89,00 ^b	80,45 ^d	88,03 ^{bc}	85,60 ^c
Yağ	3	97,77 ^a	96,73 ^a	94,20 ^a	96,89 ^a	97,60 ^a
Kül	3	75,82 ^a	51,08 ^b	27,01 ^d	49,01 ^b	40,40 ^c
Lif	3	96,07 ^a	92,96 ^{ab}	86,44 ^c	88,86 ^{bc}	89,91 ^{bc}
Azotsuz Öz Madde	3	79,41 ^a	63,06 ^b	62,79 ^b	60,24 ^b	62,56 ^b
Kuru Madde	3	86,79 ^a	76,36 ^b	67,35 ^c	74,43 ^b	72,95 ^b
Enerji Sindirim Oranı (%)	3	93,00 ^a	85,50 ^b	80,41 ^c	84,97 ^{bc}	84,00 ^{bc}
Sindirilebilir Enerji (kcal/kg)	3	3226,00 ^a	2965,14 ^b	2787,00 ^c	2946,76 ^b	2912,28 ^{bc}

* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama ($\pm$ standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ($p < 0,05$).

Kontrol ve 1, 2, 3, 4 nolu deneme gruplarındaki balıkların deneme sonunda tüm vücut etindeki ham protein, yağ, su ve toplam enerji düzeylerine ait değerler arasındaki farklılıklar önemsizdir ($p > 0,05$). Ham kül, lif (1-3, 2-4 ve 3-4 nolu deneme grupları hariç) ve azotsuz öz madde (1-3-4 ve 2-3-4 nolu deneme grupları hariç) düzeylerine ait değerler arasındaki farklılıkların ise önemli olduğu tespit edildi ($p < 0,05$, Tablo 4.13).

Tablo 4.13. Araştırma gruplarındaki balıkların denemenin başlangıcında ve sonunda tüm vücut etindeki ham besin madde (kuru maddenin %'si olarak) ve enerji (kcal/kg) düzeyleri.

Ham Besin Maddeleri ve Enerji*	N	Başlangıç	Deneme Sonu				
			Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Protein	9	67,07 (±3,23)	68,60 ^a (±3,52)	66,94 ^a (±2,90)	65,98 ^a (±2,74)	66,62 ^a (±2,85)	66,35 ^a (±2,80)
Yağ	9	13,17 (±0,63)	14,20 ^a (±0,79)	14,55 ^a (±0,86)	14,76 ^a (±0,96)	14,60 ^a (±0,89)	14,68 ^a (±0,93)
Kül	9	1,48 (±0,06)	1,75 ^a (±0,08)	1,48 ^b (±0,07)	1,35 ^d (±0,05)	1,43 ^{bc} (±0,07)	1,40 ^{cd} (±0,06)
Lif	9	0,75 (±0,03)	0,82 ^a (±0,04)	0,72 ^b (±0,02)	0,66 ^d (±0,01)	0,70 ^{bc} (±0,01)	0,68 ^{cd} (±0,01)
Azotsuz Öz Madde	9	17,53 (±3,94)	14,63 ^c (±2,75)	16,31 ^b (±3,46)	17,25 ^a (±3,66)	16,65 ^{ab} (±3,50)	16,89 ^{ab} (±3,58)
Su	9	77,09 (±2,37)	75,67 ^a (±1,44)	75,54 ^a (±1,40)	75,32 ^a (±1,48)	75,61 ^a (±1,46)	75,14 ^a (±1,50)
Toplam Enerji	9	5606 (±26,00)	5665 ^a (±23,53)	5675 ^a (±24,07)	5679 ^a (±24,53)	5675 ^a (±24,13)	5678 ^a (±24,37)

* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (± standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli (p<0,05).

Tablo 4.14. Araştırma rasyonlarının ekonomik analizine ait değerler.

Araştırma Rasyonları	N	1 kg balık eti üretimi için yem maliyeti (YTL)*
Kontrol	3	2,171±0,18 ^c
Deneme 1	3	1,788±0,24 ^d
Deneme 2	3	2,778±0,01 ^a
Deneme 3	3	2,219±0,22 ^c
Deneme 4	3	2,459±0,24 ^b

* Aynı kolondaki farklı harflere ait ortalama (± standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli (p<0,05).

Araştırmada, 1 kg balık eti üretimi için yem maliyeti bakımından en ekonomik sonuç soya küspesi içeren 1 nolu deneme rasyonu ile beslenen gruptan sağlandı (Tablo 4.14). Bunu sırasıyla kontrol, 3, 4 ve 5 nolu deneme grupları izledi (p<0,05, kontrol-3 nolu deneme grubu hariç).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırmada, yaklaşık olarak %40 oranında ham protein ve 3469 kcal/kg toplam enerji içeren kontrol (%50 balık unu), 1 (%25 balık unu + %42 soya küspesi), 2 (%25 balık unu + %65,30 mısır unu), 3 (%25 balık unu + %55,90 pamuk tohumu küspesi) ve 4 (%25 balık unu + %57,90 ayçiçeği tohumu küspesi) nolu deneme rasyonlarıyla yavru ot balıklarının (*C. idella*) beslenmesi neticesinde; balığın büyüme (canlı ağırlık, toplam boy, canlı ağırlık artışı, oransal büyüme, spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü), yem değerlendirme (yem tüketimi, yem dönüşüm oranı, protein etkinlik oranı, protein değerlendirme indeksi, yemlerdeki besin maddeleri ve enerjinin sindirilme oranları) ve balık etinin kimyasal kalitesine (ham protein, ham yağ, kül, ham lif, azotsuz öz madde, su ve enerji) ait elde edilen değerler karşılaştırıldığında, en başarılı sonucun kontrol rasyonuyla beslenen balıklardan sağlandığı, bunu sırasıyla 1, 3, 4 ve 2 nolu deneme gruplarındaki balıkların izlediği tespit edildi. Ancak, 1 kg balık eti üretimi için yem maliyeti bakımından en ekonomik sonuç 1 nolu deneme rasyonu ile beslenen gruptan sağlandı. Bunu sırasıyla kontrol, 3, 4 ve 5 nolu deneme gruplarının izlediği görüldü.

Dabrowski ve Kozak (1979), %40 oranında balık unu içeren ve ham protein düzeyi %43,7 olan bir kontrol rasyonuyla beslenen ot balığı (*C. idella*) yavrularından en yüksek aylık ortalama oransal büyüme (%29,01) ve protein etkinlik oranı (%1,26) sağlandığını, bu balıkların etinde %70,88 ham protein, %18,05 ham yağ, %12,75 ham kül ve %79,47 oranında su bulunduğunu tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada, yavru *C. idella* rasyonlarında protein kaynağı olarak soya küspesinin %40 oranında kullanılmasının daha yüksek oranlarda soya küspesi içeren rasyonlara göre balıkların aylık ortalama oransal büyüme (%19,98), protein etkinlik oranı (0,91) ve balık etinin ham protein (%63,26), ham yağ (%19,63), ham kül (%15,75) ve su (%80,46) oranları bakımından daha yüksek sonuç verdiğini belirlemişlerdir.

Bu çalışmada, kontrol (%50 balık unu) ve 1 nolu deneme rasyonuyla (%25 balık unu + %42 soya küspesi) beslenen *C. idella* yavrularından elde edilen sırasıyla; aylık ortalama oransal büyüme (%48,71±2,17 ve %40,56±2,36) ve protein etkinlik (1,54±0,04 ve 1,36±0,07) oranları, Dabrowski ve Kozak (1979)'ın kontrol ve %40 soya küspesi içeren deneme rasyonu ile beslenen *C. idella* yavrularından sağladığı değerlerden yüksek, kontrol ve 1 nolu deneme gruplarındaki balıkların etinin ham protein (%68,60±3,23 ve %66,94±2,90), ham yağ (%14,20±0,79 ve %14,55±0,86), ham kül (%1,75 ±0,08 ve %1,48±0,07) ve su (%75,67±1,44 ve 75,54±1,40) oranlarından ise düşüktür. Ayrıca, bu çalışmada kullanılan rasyonların ham protein düzeyi (%40) Dabrowski ve Kozak

(1979)'dan düşük, kontrol ve 1 nolu deneme rasyonlarında kullanılan balık unu (%50) ve soya küspesi (%42) miktarları ise daha yüksektir.

Dabrowski ve diğ. (1989), %35 balık unu içeren bir rasyondaki balık ununun %25'i yerine soya küspesi katılmasının rasyondaki özellikle metiyonin, lösin ve treonin aminoasitleri düzeyini düşürdüğü, daha yüksek oranlarda katılmasının ise gökkuşağı alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) büyümeyi önemli derecede gerilettiğini ve ölümlerin meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Viola ve diğ. (1982) ise soya küspesindeki lisin'in diğer aminoasitlerle mukayese edildiğinde sazan (*Cyprinus carpio*) tarafından daha düşük oranda sindirildiğini bildirmişlerdir.

Kaushik ve diğ. (1995), ham protein oranı %46 olan ve %67 soya protein konsantrasyonu (SPK)+%33 balık unu, %100 SPK ve %50 kazein+%50 soya unu içeren rasyonlarla beslenen gökkuşağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) sırasıyla; protein etkinlik oranlarını 2,02, 2,07 ve 1,98, etteki ham protein oranlarını %56,29, %55,17 ve %59,80, ham yağ oranlarını, %37,11, %36,99 ve %33,66 olarak saptamışlardır. Bu çalışmada, 1 nolu deneme (%25 balık unu + %42 soya küspesi) rasyonu ile beslenen *C. idella* yavrularından elde edilen; protein etkinlik oranı ($1,36 \pm 0,07$), etteki ham yağ oranı ($\%14,55 \pm 0,86$), Kaushik ve diğ. (1995)'nin gökkuşağı alabalıklarından sağladığı değerlerden düşük, 1 nolu deneme grubundaki balık etinin ham protein oranı ($\%66,94 \pm 2,90$) ise daha yüksektir.

Boonyaratpalin ve diğ. (1998), Asya deniz levreği (*Lates calcarifer*) rasyonlarında balık ununun %15'i yerine soya ununun kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Rasyonda balık ununun %15'i yerine %21 ekstrude soya unu, %27 tam yağlı soya unu ve %28,5 sulu tam yağlı soya unu kullanarak sırasıyla; protein etkinlik oranını 2,98, 2,98, 2,78 ve 2,79, sindirilebilir protein oranını %92,8, %94,2, %92,3 ve %94,4 olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada, 1 nolu deneme rasyonu ile beslenen *C. idella* yavrularından elde edilen; protein etkinlik ($1,36 \pm 0,07$) ve protein sindirim ($\%89,00$) oranları, Boonyaratpalin ve diğ. (1998)'nin mevcut değerlerinden düşüktür.

Carter ve Hauler (2000), Atlantik salmon (*Salmo salar*) rasyonunda balık ununun %25'i yerine soya küspesi ilave ederek; yem dönüşüm oranını 1,04, protein sindirim oranını %95,31 ve sindirilebilir enerji oranını %88,98 olarak bulmuşlardır. Bu çalışmada, 1 nolu deneme rasyonu ile beslenen *C. idella* yavrularından elde edilen; protein ($\%89,00$) ve enerji ($\%85,50$) sindirim oranları, Carter ve Hauler (2000)'in Atlantik salmon balıklarından sağladığı değerlerden düşük, 1 nolu deneme rasyonunun yem dönüşüm oranı ($1,20 \pm 0,04$) ise daha yüksektir.

Elangovan ve Shim (2000), sakal balığı (*Barbodes altus*) yavrularının rasyonunda, balık ununun %37'si oranında soya küspesi kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Bu rasyon ile beslenen balıkların spesifik büyüme oranını %3,35, yem dönüşüm oranını 1,49, protein etkinlik oranını 1,57,

balık etindeki ham protein oranını %67,12, ham yağ oranını %26,13 ve ham kül oranını %13,56 olarak saptamışlardır. Bu çalışmada, 1 nolu deneme rasyonuyla beslenen *C. idella* yavrularından elde edilen; spesifik büyüme oranı ($0,49 \pm 0,05$), yem dönüşüm oranı ($1,20 \pm 0,04$), protein etkinlik oranı ($1,36 \pm 0,07$), etteki ham protein ($66,94 \pm 2,90$), yağ ($14,55 \pm 0,86$) ve kül ($1,48 \pm 0,07$) oranları, Elangovan ve Shim (2000)'in bildirdiği mevcut değerlerinden düşüktür.

Opstvedt ve diğ. (2003), Atlantik salmon (*Salmo salar*) rasyonunda balık ununun %24'ü oranında tam yağlı soya unu ve %49'u oranında mısır gluteni katılabileceğini, bu rasyonlarla beslenen balıkların sırasıyla; spesifik büyüme oranının %1,47 ve %1,41, yem dönüşüm oranının 0,74 ve 0,80, kondisyon faktörünün 1,10 ve 1,09, protein etkinlik oranının 3,07 ve 2,82, protein sindirim oranının %83,3 ve %80,2, yağ sindirim oranının %92,4 ve %91,0, enerji sindirim oranı %81,2 ve %80,3, balık etindeki ham protein oranının %59,09 ve %59,09, yağ oranının %47,48 ve %46,29, kül oranının %6,60 ve %6,92 olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmada, 1 nolu deneme rasyonuyla beslenen *C. idella* yavrularından elde edilen; protein etkinlik oranı ($1,36 \pm 0,07$), etteki ham yağ ($14,55 \pm 0,86$) ve kül ($1,48 \pm 0,07$) oranları, Opstvedt ve diğ. (2003)'nin Atlantik salmon (*Salmo salar*) balıklarından sağladığı değerlerden düşük, 1 nolu deneme grubundaki spesifik büyüme oranı ($0,49 \pm 0,05$), kondisyon faktörü ($1,23 \pm 0,09$), yem dönüşüm oranı ($1,20 \pm 0,04$), balık etinin ham protein oranı ($66,94 \pm 2,90$), yemdeki protein (%89,00), yağ (%96,73) ve enerjinin (%85,50) sindirilme oranları ise daha yüksektir.

Tantikitti ve diğ. (2005), Asya deniz levreği (*Lates calcarifer*) rasyonlarında balık ununun %10'u yerine soya unu kullanılabileceğini, bu rasyonlarla beslenen balıkların; spesifik büyüme oranının %4,22, yem dönüşüm oranının 0,94, protein etkinlik oranının %2,31, balık etindeki ham protein oranının %66,11, ham yağ oranının %14,32 ve ham kül oranının %19,44 olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada, 1 nolu deneme rasyonuyla beslenen *C. idella* yavrularından elde edilen; yem dönüşüm oranı ($1,20 \pm 0,04$), etteki ham protein ($66,94 \pm 2,90$) ve yağ ($14,55 \pm 0,86$) oranları, Tantikitti ve diğ. (2005)'nin Asya deniz levreğinden sağladığı değerlerden yüksek, 1 nolu deneme grubundaki spesifik büyüme oranı ($0,49 \pm 0,05$), protein etkinlik oranı ($1,36 \pm 0,07$) ve balık etinin ham kül oranı ($1,48 \pm 0,07$) ise daha düşüktür.

Tatar (1980), %30 balık unu %14,9 mısır gluteni ve %19,6 et-kemik unu içeren, ham protein oranı %40 ve toplam enerji miktarı 2660 kcal/kg olan bir rasyonla beslenen gökkuşağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*); aylık ortalama oransal büyüme oranını %12,94, yem dönüşüm oranını 3,1, balık etindeki ham proteini %78,6 ve ham yağ oranını %11,1 olarak saptamıştır. Bu çalışmada, 2 nolu deneme rasyonuyla (%25 balık unu + %65,30 mısır unu) beslenen yavru ot balıklarından elde edilen; yem dönüşüm oranı ($1,95 \pm 0,09$) ve etteki ham yağ oranı

(14,76±0,96), Tatar (1980)'ın gökkuşığı alabalığından sağladığı değerlerden düşük, 2 nolu deneme grubundaki ortalama oransal büyüme oranı (%26,39±0,92) ve balık etinin ham protein oranı (%65,98±2,74) ise daha yüksektir.

Alexis ve diğ. (1988), gökkuşığı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) %25 balık unu ve %43 mısır gluteni içeren bir rasyondaki proteini %85 oranında sindirdiğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmada, yavru ot balıklarının 2 nolu deneme rasyonundaki (%25 balık unu + %65,30 mısır unu) proteini sindirme oranı (%80,45), Alexis ve diğ. (1988)'nin gökkuşığı alabalığından elde ettiği değerden düşüktür. Bunun nedeni, mısır ununun mısır glutenine göre balıklar tarafından sindirilmesi oranının daha düşük olmasına ve 2 nolu deneme rasyonuna daha yüksek oranda (%65,30 mısır unu) katılmasına bağlanabilir.

Çakmak (2000), gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) rasyonuna %15 oranında mısır gluteninin güvenle katılabileceğini, bu oranın %30'a çıkarıldığında balıkların büyüme ve yem değerlendirmesinin düştüğünü bildirmiştir. Gökkuşığı alabalıklarının %15 oranında mısır gluteni içeren rasyonla beslenmesi sonucu; aylık ortalama oransal büyümeyi %22,43, yem dönüşüm oranını 1,90, kondisyon faktörünü 1,18 ve rasyondaki kuru madde sindirim oranını %61,07, protein sindirim oranını %82,15, yağ sindirim oranını %79,91, kül sindirim oranını %11,66 olarak belirlemiştir. Bu çalışmada, %65,30 oranında mısır unu içeren 2 nolu deneme rasyonuyla beslenen yavru ot balıklarından elde edilen; yem dönüşüm oranı (1,95±0,09), kondisyon faktörü (1,12±0,02) ve protein sindirim oranı (%80,45), Çakmak (2000)'ın gökkuşığı alabalığından tespit ettiği yem değerlerden düşük, 2 nolu deneme grubundaki ortalama oransal büyüme oranı (%26,39±0,92), kuru madde (%67,35), yağ (%94,20) ve kül (%27,01) sindirim oranları ise daha yüksektir.

Ufodike ve Marty (1989), gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) rasyonunda ucuz karbonhidrat kaynağı olarak %20 oranında mısır ve patates unlarının kullanılmasının protein ve karbonhidrat sindirimini olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Gomes ve diğ. (1995) ise, %25 oranında mısır gluteni içeren bir rasyonla beslenen gökkuşığı alabalıklarında spesifik büyüme oranını %2,63 ve protein etkinlik oranını 2,25 olarak belirlemişlerdir. Regost ve diğ. (1999) ise, kalkan balığı (*Psetta maxima*) rasyonlarında balık ununun %20'si yerine mısır gluteni katılmasının büyüme performansını olumsuz etkilemediğini, bu rasyonla beslenen balıkların spesifik büyüme oranının %1,14, protein etkinlik oranının 2,22 olduğunu ve rasyondaki proteinin %88,5 oranında sindirildiğini saptamışlardır. Regost ve diğ. (1999), kalkan balığı rasyonlarında mısır gluteninin daha yüksek oranlarda kullanılmasının besin maddeleri ve enerji sindirimini düşürdüğünü bildirmişlerdir. Bu çalışmada, %65,30 oranında mısır unu içeren 2 nolu deneme rasyonuyla beslenen *C. idella* yavrularından elde edilen; ortalama spesifik büyüme (%0,35±0,04), protein

etkinlik ($0,89 \pm 0,03$) ve protein sindirim (%80,45) oranları, Gomes ve diğ. (1995)'nin gökkuşaağı alabalığında, Regost ve diğ. (1999)'nin ise kalkan balığında tespit ettikleri mevcut değerlerden düşüktür.

Law (1986), yavru ot balığının (*C. idella*) balık, soya ve mısır ularındaki besin maddelerini ve enerjiyi yüksek oranda sindirdiğini tespit etmiştir. Buna göre; balık unundaki protein %90,81, yağ %100, azotsuz öz madde %37,43, kuru madde %68,13 ve enerji %83,37; soya unundaki protein %96,21, yağ %98,79, karbonhidrat (azotsuz öz madde) %63,37, kül %54,61, kuru madde %81,76 ve enerji %82,71; mısır unundaki protein %50,61, yağ %19,52, karbonhidrat %63,37, %87,85, kül %32,87, kuru madde %64,76 ve enerji %55,07 oranında sindirilmektedir. Law (1986)'ın bu bulguları, balık unu, soya küspesi ve mısır ununun kullanıldığı sırasıyla kontrol, 1 ve 2 nolu deneme rasyonlarından elde edilen besin maddeleri ve enerji sindirim oranlarındaki farklılıkları (Tablo 4.12) açıklamaktadır.

Köprücü ve Özdemir (2005), Nil tilapia (*Oreochromis niloticus*)'nın %15 balık unu, %43 soya küspesi içeren bir rasyondaki ham proteini %87,1, yağı %90,6, lifi %88,0, külü %63,5, azotsuz öz maddeyi %88,7, kuru maddeyi %89,0 ve enerjiyi %81,8 oranında sindirdiğini belirlemişlerdir. Bu çalışmada, *C. idella* yavrularının 1 nolu deneme (%25 balık unu + %42 soya küspesi) rasyonundaki proteini (%89,00), yağı (%96,73), lifi (%92,96) ve enerjiyi (%85,50) sindirme oranları, Köprücü ve Özdemir (2005)'in tilapia balığından sağladıkları mevcut değerlerden yüksek, 1 nolu deneme rasyonundaki kül (%51,08), azotsuz öz madde (%63,06) ve kuru madde (%76,36) sindirim oranları ise daha düşüktür.

Morales ve diğ. (1994), %35,60 oranında balık unu ve %31,66 oranında pamuk tohumu içeren bir rasyonla beslenen gökkuşaağı alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*); spesifik büyüme oranını %2,01, yem dönüşüm oranını 0,93, protein etkinlik oranını 2,23, protein sindirim oranını %81,18 ve yağ sindirim oranını %93,39 olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada, %55,90 oranında pamuk tohumu küspesi içeren 3 nolu deneme rasyonu ile beslenen *C. idella* yavrularından elde edilen ortalama spesifik büyüme ($0,46 \pm 0,05$) ve protein etkinlik ($1,25 \pm 0,05$) oranları, Morales ve diğ. (1994)'nin gökkuşaağı alabalığından sağladıkları değerlerden düşük, 3 nolu deneme grubundan elde edilen yem dönüşüm ($1,35 \pm 0,05$), protein sindirim (%88,03) ve yağ sindirim (%96,89) oranları ise daha yüksektir.

Öztürk ve Atay (1977), gökkuşaağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) rasyonlarında pamuk tohumu ve ayçiçeği tohumu küspelerinin ayrı ayrı veya birlikte kullanılma oranının %20'den daha düşük olduğunu, bu oranın üstündeki ilavelerin gökkuşaağı alabalığının büyümesinin gerilettiğini, ancak ülkemizde önemli miktarlarda üretilen bu bitkisel protein kaynaklarının balık rasyonlarında

kullanılma potansiyelinin geliştirilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Üçyıldız (1983), %30 balık unu, %4 ayçiçeği tohumu küspesi, %14,3 pamuk tohumu küspesi ve %14,6 mısır unu içeren, ham protein oranı %37 ve toplam enerji miktarı 3650 kcal/kg olan bir rasyonla beslenen gökkuşağı alabalıklarında; aylık ortalama oransal büyüme oranını %115,5, yem dönüşüm oranını 2,1, balık etindeki ham proteini %78,8, ham yağı %10,5 ve ham külü %5,3 olarak belirlemiştir. Bu çalışmada, 3 (%25 balık unu + %55,90 pamuk tohumu küspesi) ve 4 (%25 balık unu + %57,90 ayçiçeği tohumu küspesi) nolu deneme rasyonlarıyla beslenen yavru ot balıklarından elde edilen; ortalama oransal büyüme (sırasıyla; $37,37 \pm 1,46$ ve $32,58 \pm 1,04$), yem dönüşüm (sırasıyla; $1,35 \pm 0,05$ ve $1,56 \pm 0,07$), balık etinin ham protein (sırasıyla; $66,62 \pm 2,85$ ve $66,35 \pm 2,80$) ve kül (sırasıyla; $1,43 \pm 0,07$ ve $1,40 \pm 0,06$) oranları, Üçyıldız (1983)'ın gökkuşağı alabalığından elde ettiği değerlerden düşük, 3 ve 4 nolu deneme gruplarındaki *C. idella* yavrularının etinde tespit edilen ham yağ (sırasıyla; $14,60 \pm 0,89$ ve $14,68 \pm 0,93$) oranları ise daha yüksektir.

NRC (1999)'ye göre, protein bakımından zengin olan yem öğelerindeki proteinlerin sindirilme oranları %75-95 arasında değişmektedir. Pamuk tohumu küspesi, mısır gluteni, mısır unu, soya küspesi ve balık unundaki proteinlerin omnivor, karnivor ve herbivor balık türleri için sindirilme oranları belirlenmiştir. Örneğin; protein sindirim oranı, gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) için pamuk tohumu küspesinde %76, mısır gluteninde %87 (NRC, 1999), tilapia (*Oreochromis niloticus*) için mısır ununda %83-84, soya küspesinde %91-94 ve balık ununda %84,8-86'dır (Hanley, 1987). Köprücü ve Özdemir (2005)'e göre, Nil tilapia (*Oreochromis niloticus*)'nın soya küspesindeki ham proteini %87,4, esansiyel aminoasitleri %83,4-88,9, yağı %92,1, lifi %95,2, külü %71,6, azotsuz öz maddeyi %92,6, kuru maddeyi %90,9 ve enerjiyi %83,7 oranında; mısır glutenindeki ham proteini %89,0, esansiyel aminoasitleri %87,7-93,2, yağı %94,0, lifi %96,1, külü %74,9, azotsuz öz maddeyi %95,8, kuru maddeyi %93,2 ve enerjiyi %89,0 oranında sindirmektedir. Balık rasyonlarında kullanılan protein kaynağının yapısı, besin maddeleri düzeyi ve kompozisyonu, işleme tekniği, balıkların beslenme alışkanlıkları, sindirim sistemlerinin anatomik ve fizyolojik yapısının yanı sıra dışkı toplama metotları, suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri besin maddelerinin sindirim oranını etkileyen başlıca faktörlerdir.

NRC (1999)'nin bildirdiğine göre, soya küspesi özellikle metiyonin, lösin ve treonin, mısır unu lisin, pamuk tohumu ve ayçiçeği tohumu küspeleri ise metiyonin aminoasitleri bakımından yetersizdir. Bu durum kontrol, 1, 2, 3 ve 4 nolu deneme gruplarından sağlanan büyüme, yem değerlendirme ve et kalite parametrelerine ait değerler arasındaki farklılıkları açıklayabilir.

Bu araştırmada tespit edilmiş olan parametrelere ait değerler ile diğer araştırmacıların saptadıkları bulgular arasındaki farklılıkların nedeni; farklı yaş, büyüklük ve kondisyondaki

balıkların ve farklı balık türlerinin kullanılmasına, yemleme düzeyi ve sıklığındaki farklılıklara, araştırma koşullarının (su kalitesi; sıcaklık, çözünmüş oksijen vs.) birbirleriyle uyumlu olmamasına, kullanılan rasyonların başta protein (özellikle esansiyel aminoasit düzeyleri) olmak üzere besin maddeleri ve enerji düzeylerinin ve bunların sindirilme oranlarının farklı olmasına, balık unu, soya küspesi, pamuk tohumu küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi ve mısır ununun farklı oranlarda kullanılmış olmasına bağlanabilir.

Bu çalışmada, kontrol ve deneme rasyonlarıyla beslenen grupların büyüme, yem değerlendirme ve et kalitesine ait tespit edilen verilerin ve ilgili literatür bilgisinin ışığı altında; yavru ot balıklarının (*C. idella*) soya küspesi, pamuk tohumu küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi ve mısır unundaki besin maddelerini ve enerjiyi yüksek oranda sindirdiği, 1 kg balık eti üretimi için en düşük yem maliyetinin %25 balık unu + %42 soya küspesi içeren 1 nolu deneme rasyonu ile beslenen gruptan sağlandığı, bu bitkisel protein kaynaklarının bazı esansiyel aminoasitler bakımından yetersizliklerinin giderilmesine paralel olarak bunların biyolojik etkinliklerinin yükseltilebileceği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Akyurt, İ., 1993, Balık Besleme, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Erzurum, 219 s.
- Alexis, M.N. Paparaskeva-Papoutsoglou, E. and Theocari, V., 1985, Formulation of practical diets for rainbow trout (*Salmo gairdneri*) made by partial or complete substitution of fish meal by poultry by-products and certain plant by-products, *Aquaculture*, 50, 61-73.
- Alexis, M., Filioglou, M. and Theocari, V., 1988, Apparent digestibility measurements of feedstuffs having potential for use in rainbow trout diets, *Thalassogrophica*, 11, 1, 19-26.
- AOAC, 1995, Official Methods of Analysis. 16 th Edn., Association of Official Analytical Chemists (AOAC), Arlington, V.A.
- Atay, D., 1987, İçsu Balıkları Üretim Tekniği. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 1035, Ankara, 467 s.
- Atay, D., 1990, Balık Üretimi. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü, Yayın No. 2, Eğirdir, 304 s.
- Atkinson, J.L., Hilton, J.W. and Slinger, S.J., 1984, Evaluation of acid-insoluble ash as an indicator of feed digestibility in rainbow trout (*Salmo gairdneri*), *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 41, 1384-1386.
- Austreng, E., 1978, Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of contents from different segments of gastrointestinal tract, *Aquaculture*, 13, 265-272.
- Bjerkeng, B., Folling, M., Lagocki, S., Storebakken, T., Olli, J.J. and Alsted, N., 1997, Bioavailability of all E-astaxanthin and Z-isomers of astaxanthin in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture*, 157, 63-82.
- Boonyaratpalin, M., Suraneiranat, P. and Tunpibal, T., 1998, Replacement of fish meal with various types of soybean products in diets for the Asian seabass, *Lates calcarifer*, *Aquaculture*, 161, 67-78.
- Bowen, S.H., 1981, Digestion and assimilation of periphytic detrital aggregate by *Tilapia mossambica*, *Trans. Am. Fish. Soc.*, 110, 239-245.
- Brown, B.P., Stronge, R.J. and Rabbins, K.R., 1985, Protein digestibility coefficients for yearling channel catfish fed high protein feedstuffs, *Prog. Fish Cult.*, 47, 2, 94-97.
- Buddington, R.K., 1979, Digestion of an aquatic macrophyte by *Tilapia zilli* (Gervais), *J. Fish Biol.*, 15, 449-455.
- Buddington, R.K., 1980, Hydrolysis-resistant organic matter as a reference for measurement of fish digestive efficiency, *Trans. Am. Fish. Soc.* 109, 653-656.

- Carter, C.G. and Hauler, R.C., 2000, Fish meal replacement by plant meals in extruded feeds for Atlantic salmon, *Salmo salar* L., Aquaculture, 185, 299-311.
- Celayir, Y., 2001, Ot sazani (*Ctenopharyngodon idella* Val. 1844) üretim tekniği, XI. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 04-06 Eylül, Hatay, s.924-929.
- Cho, C.Y. and Slinger, S.J., 1979, Apparent digestibility measurement in feedstuffs for rainbow trout. In: J.E. Halver and K. Trews (Ed.), *Finfish Nutrition and Fish Feed Technology*, Vol. II, Berlin, pp. 239-247.
- Cho, C.Y., Cowey, C.B. and Watanabe, T., 1985, *Finfish Nutrition in Asia: Methodological Approaches to Research and Development*. Ottawa, Ont., IDRC, 154 p.
- Choubert, G., De La Noüe, J. ve Luquet, P., 1982, Digestibility in Fish: Improved device for the automatic collection of faeces. Aquaculture, 29: 185-189.
- Çakmak, M.N., 2000. Farklı oranlarda mısır gluteni içeren rasyonların gökkuşağı alabalığında (*Oncorhynchus mykiss* W.) büyüme ve sindirim üzerindeki etkisinin eksternal ve internal indikatörler yardımıyla araştırılması. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 58 s.
- Çelikkale, M.S., 1988, İç Su Balıkları ve Yetiştiriciliği. K.T.Ü. Sürmene Deniz Bilimler ve Teknolojisi Yüksek Okulu, Cilt: 1, Yayın No: 2, Trabzon, 419 s.
- Çetinkaya, O., 1995, Balık Besleme. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No: 9, Van, 137 s.
- Dabrowska, H. and Wojno, T., 1977, Studies on the utilization by rainbow trout (*Salmo gairdneri*, R.) of feed mixtures containing soybean meal and addition of amino acids, Aquaculture, 10, 297-310.
- Dabrowski, K., 1977, Protein requirements of grass carp fry (*Ctenopharyngodon idella*), Aquaculture, 12, 1, 63.
- Dabrowski, K. and Kozak, B., 1979, The use of fish meal and soybean meal as a protein source in the diet of grass carp fry, Aquaculture, 18, 107-114.
- Dabrowski, K., Poczyczynski, P., Köck, G. and Berger, B., 1989, Effect of partially replacing fish meal protein on growth, food utilization and proteolytic enzyme activities in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). New in vivo test for exocrine pancreatic secretion, Aquaculture, 77, 29-49.
- De Silva, S.S. and Perera, M.K., 1983, Digestibility of an aquatic macrophyte by the cichlid *Etroplus suratensis* (Bolch) with observations on the relative merits of three indigenous components as markers and daily changes in protein digestibility, J. Fish Biol. 23, 675-684.

- De Silva, S.S. and Anderson, T.A., 1995, Fish Nutrition in Aquaculture. First Edition, Chapman and Hall, London, 319 p.
- De Silva, S.S., Deng, D.F. and Rajendram, V., 1997, Digestibility in goldfish fed diets with and without chromic oxide and exposed to sublethal concentrations of cadmium, Aquacult. Nutr., 3, 109-114.
- Elangovan, A. and Shim, K.F., 2000, The influence of replacing fish meal partially in the diet with soybean meal on growth and body composition of juvenile tin foil barb (*Barbodes altus*), Aquaculture, 189, 133-144.
- Erdem, M., Atay, D. ve Erer, H., 1980, Alabalık rasyonlarında balık unu yerine mısır gluteni ve melas mayasının kullanılmasının balıkların kimyasal ve histopatolojik yapılarına etkileri, Tar. Orm., Cilt: 4, 47-48.
- FAO, 2000, Yearbook of Fisheries Statistics: Aquaculture Production, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- FAO/UNDP, 1985, Fish Feed Technology. Aquaculture Development and Coordination Programme, Rome, 395 p.
- Gomes, E.F., Corraze, G. and Kaushik, S., 1993, Effects of incorporation of coextruded plant protein (rapeseed and peas) on growth nutrient utilization and muscle fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), Aquaculture, 113, 339-353.
- Gomes, E.F., Rema, P. and Kaushik, S.J., 1995, Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): digestibility and growth performance, Aquaculture, 130, 177-186.
- Hajen, W.E., Higgs, D.A., Beames, R.M. and Dosonjih, B.S., 1993, Digestibility of various feedstuffs by post-juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in sea water: 2. Measurement of digestibility, Aquaculture, 112, 333-348.
- Halver, J.E., 1972, Fish Nutrition. Academic Press Inc., New York, 723 p.
- Halver, J.E., 1989, Fish Nutrition. Second Edition, Academic Press Inc., New York, 789 p.
- Halver, J.E. and Hardy, R.W., 2002, Fish Nutrition. Third Edition, Academic Press Inc., New York, 824 p.
- Hanley, T., 1987, The digestibility of foodstuffs and the effects of feeding selectivity on digestibility determination in tilapia, *Oreochromis niloticus* L., Aquaculture, 66, 163-179.
- Haşimoğlu, S. ve Aksoy, A. 1977, Rasyon Hesaplama Metotları ve Yemleme Prensipleri. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No: 224, Erzurum, 439 s.

- Henken, A.M., Kleingeld, D.W. and Tijssen, P.A.T., 1985, The effect of feeding level on apparent digestibility of dietary dry matter, crude protein and gross energy in the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822), *Aquaculture*, 51, 1-11.
- Higuera, M., Garcia-Galego, M., Sanz A., Cardenete, G., Suarez, M.D. and Moyono, F.J., 1988, Evaluation of lupin seed meal as an alternative protein source in feeding of rainbow trout (*Salmo gairdneri*), *Aquaculture*, 71, 37-50.
- Hillestad, M., Torbjorn, A. and Berge, G.M., 1999, Determination of digestibility of commercial salmon feeds, *Aquaculture*, 179, 81-94.
- Hilton, J.W. and Slinger, S.J., 1986, Digestibility and utilization of canola meal in practical type diets for rainbow trout (*Salmo gairdneri*), *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 43, 1149-1155.
- Hossain, M.A. and Jauncey, K., 1989, Studies on the protein, energy and amino acid digestibility of fish meal, mustard oilcake, linseed and sesame meal for common carp (*Cyprinus carpio* L.), *Aquaculture*, 83, 59-72.
- Hoşsu, B., Korkut, A.Y. ve Fırat, A., 2003, Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I (Balık Besleme Fizyolojisi ve Biyokimyası). Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No: 50, Bornova, İzmir, 276 s.
- Kabir, N.M.J., Wee, K.L. and Maguire, G., 1998, Estimation of apparent digestibility coefficient in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) using different markers: 1. Validation of microtracer F-Ni as a marker, *Aquaculture*, 167, 259-272.
- Kaushik, S.J., Cravedi, J.P., Lalles, J.P., Sumpter, J., Fauconneau, B. and Laroche, M., 1995, Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth, protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, *Aquaculture*, 133, 257-274.
- Köprüçü, K., 2000, Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W.) rasyonlarına farklı oranlarda sentetik esansiyel aminoasitlerin katılmasının büyüme performansına etkisi. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 90 s.
- Köprüçü, K. and Özdemir, Y., 2005, Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), *Aquaculture*, (in pres, Corrected Prof).
- Law, A.T., 1986, Digestibility of low-cost ingredients in peleted feed by grass carp (*Ctenopharyngodon idella* C. et V.), *Aquaculture*, 51, 97-103.
- Lied, E., Julshamn, K. and Braekkan, O.R., 1982, Determination of protein digestibility in Atlantic cod (*Gadus morhua*) with internal and external indicators, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 39, 854-861.

- Lovell, R.T., 1977, Digestibility of nutrients in feedstuffs for catfish. In: R.R. Stickney and R.T. Lovell (Ed.), Nutrition and Feeding of Channel Catfish, South. Coop. Ser., Bull. 218, 33-37.
- Lovell, T., 1998, Nutrition and Feeding of Fish. Second Edition, Kluwer Academic Publishers, London, 261 p.
- Mattson, N.S. and Riple, T.H., 1989, Metomidate, a better anaesthetic for cod (*Gadus morhua*) in comparison with benzocain, M.S. 222, chloro butanol and phenoxyethanol, Aquaculture, 83, 89-94.
- Morales, A.E., Cardenete, G., De la Higuera, M. and Sanz, A., 1994, Effects of dietary protein source on Growth, feed conversion and energy utilization in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, Aquaculture, 124, 117-126.
- Morales, A.E., Cardenete, G., Sanz, A., and De la Higuera, M., 1999, Re-evaluation of crude fibre and acid-insoluble ash as inter markers alternative to chromic oxide in digestibility Studies with rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), Aquaculture, 179, 71-79.
- NRC, 1990, Nutrient Requirement of Coldwater Fishes. National Research Council, National Academy Press, Third Printing, Washington D.C., 63 p.
- NRC, 1992, Nutrient Requirement of Warmwater Fishes and Shellfishes. National Research Council, National Academy Press, Revised Edition, Washington D.C., 94 p.
- NRC, 1999, Nutrient Requirement of Fish. National Research Council, National Academy Press, Second Printing, Washington D.C., 114 p.
- New, M., 1987, Feed and Feeding of Fish and Shrimp. ADCP/REP/87/26, Rome, pp. 235-245.
- Opstvedt, J., Aksnes, A., Hope, B. and Pike, I.H., 2003, Efficiency of feed utilization in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed diet with increasing substitution of fish meal with vegetable proteins, Aquaculture, 221, 365-379.
- Öztürk, A. ve Atay, D., 1977, Alabalık rasyonlarında balık ununun bir kısmı yerine pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesinin ayrı ayrı ve birlikte kullanılma olanakları. TUBİTAK VHAG, Proje No: VHAG-276, 47 s.
- Page, L.M. and Burr, B.M., 1991, A Field Guide to Freshwater Fishes North America North of Mexico. Peterson Field Guide Series, Houghton Mifflin and Company, Boston, 432 p.
- Petry, H. And Rapp, W., 1971, Zur Problematik der Chromoxidbestimmung in Verdauungsversuchen. Z. Tierphysiol. Tierernähr. U. Futtermittelkd., 27, 4, 181-189.
- Pieterse, A.H. and Murphy, K.J., 1990, Aquatic Weeds: The Ecology and Management of Nuisance Aquatic Vegetation. Oxford University Press, 593 p.

- Refstie, S., Helland, S.J. and Storebakken, T., 1997, Adaptation to soybean meal in diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture*, 153, 3-4, 263-272.
- Regost, C., Arzel, J. and Kaushik, S.J., 1999, Partial or total replacement of fish meal in diet for turbot (*Psetta maxima*), *Aquaculture*, 180, 99-117.
- Sarı, M. ve Çakmak, M.N., 1996, Balık Besleme. Fırat Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 37, Elazığ, 270 s.
- Shilo, M. and Sarig, S., 1989, Fish Culture in Warmwater Systems: Problems and Trend. NRC Press. Inc., Boca Raton, Florida, 259 p.
- Shireman, J.V. and Smith, C.R., 1983, Synopsis of Biological Data on the Grass Carp, *Ctenopharyngodon idella* (Cuvier and Valenciennes, 1844). FAO Fisheries Synopsis 135, 86 p.
- Smith, B.W. and Lovell, R.T., 1973, Determination of apparent protein digestibility in feeds for channel catfish, *Trans. Am. Fish. Soc.*, 102, 4, 831-835.
- Spyridakis, P., Metailler, R., Gabaudan, J. and Riaza, A., 1989, Studies on nutrient digestibility in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*).1: Methodological aspects concerning faeces collection, *Aquaculture*, 77, 61-70.
- Stickney, R., 1986, Culture of Nonsalmonid Freshwater Fishes. Boca Raton, FL. CRC Press, Washington, pp. 58-72.
- Storebakken, T., Shearer, K.D., Refstie, S., Lagocki, S. and McCool, J., 1998, Interactions between salinity, dietary carbonhydrate source and carbohydrate concentration on the digestibility of macronutrients and energy in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture*, 163, 347-359.
- Tacon, A.G.J. and Radrigues, A.M.P., 1984, Comparison of chromic oxide, crude fibre, polyethylene ve acid-insoluble ash as dietary markers for the estimation of apparent digestibility coefficients in rainbow trout, *Aquaculture*, 43, 391-399.
- Tacon, A.G.J., 1994, Feed Ingredients for Canivorous Fish Species Alternatives to Fish Meal ve Other Fishery Resources. FAO Fisheries Circular, No: 881, Rome, 35 p.
- Takeuchi, T., Watanabe, T. and Ogino C., 1979, Optimum ratio of dietary energy to protein for carp, *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 45, 983-987.
- Talbot, C. and Higgins, P.J., 1983, A radiographic method for feeding studies on fish using metallic iron powder as a marker, *J. Fish Biol.*, 23, 211-220.

- Tantikitti, C., Sangpong, W. and Chiavareesajja, S., 2005, Effects of defatted soybean protein levels on growth performance and nitrogen and phosphorus excretion in Asian seabass (*Lates calcarifer*), *Aquaculture*, 248, 1-4, 41-50.
- Tatar, O., 1980, Rasyonlarda balık unu yerine et-kemik unu ve mısır gluteninin kullanılmasının alabalıklar üzerine etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fak., Ankara, 34 s.
- Ufodike, E.B.C. and Marty, A.J., 1989, Effect of potato and corn gluten on protein and carbohydrate digestibility by rainbow trout, *Prog. Fish. Cult.*, 51, 113-114.
- URL 1, Denizce, <http://www.denizce.com/tbalikgoster.asp?adi=OT%20SAZAN>
- URL 2, www.itis.usda.gov/servlet/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=163537-33k
- Üçyıldız, E., 1983, Alabalık rasyonlarında balık unu yerine lizin katkılı protein kaynaklarının kullanım olanakları, *Doğa Bilim Dergisi, Veteriner ve Hayvancılık*, 7, 81-88.
- Vens-Cappel, B., 1985, Methodical studies on digestion in trout. 1. Reliability of digestion coefficients in relation to methods for faeces collection, *Aquacult. Eng.*, 4, 33-49.
- Viola, S., Mokady, S., Rappaport, U. and Arieli, Y., 1982, Partial and complete replacement of fish meal by soybean meal in feeds for intensive culture of carp, *Aquaculture*, 26, 223-236.
- Viola, S., Mokady, S. and Arielli, Y., 1983, Effects of soybean processing methods on the growth of carp (*Cyprinus carpio*), *Aquaculture*, 32, 27-38.
- Weatherup, R.N. and McCrocken, K.J., 1998, Comparison of estimates of digestibility of two diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), using two markers and two methods of faeces collection, *Aquacult. Res.*, 29, 7, 527-533.
- Windell, J.T. and Foltz, J.A., 1978, Methods of fecal collection ve nutrient leaching in digestibility studies, *Prog. Fish Cult.*, 40, 2, 51-55.
- Xie, S. and Jokumsen, A., 1997, Replacement of fish meal by potato protein concentrate in diets for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum): growth, feed utilization and body composition, *Aquaculture Nutrition*, 3, 65-69.
- Xie, S., Zhu, X., Cui, Y. and Yang, Y., 2001, Utilization of several plant proteins by gibel carp (*Carassius auratus gibelio*), *J. Appl. Ichthyol.*, 17, 70-76.

ÖZGEÇMİŞ

Elazığ'da 1979 yılında doğdum. İlk ve ortaöğrenimimi tamamladıktan sonra 1998 yılında Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesine kayıt yaptırdım. 2002 yılında mezun oldum. 2003 yılı Şubat ayında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans yapmaya hak kazandım.

Ebru SERTEL

Yüksek Lisans Öğrencisi

