T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI ORANLARDA MISIR GLÜTENİ İÇEREN RASYONLARIN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞINDA (*Oncorhynchus mykiss* W.) BÜYÜME VE SİNDİRİM ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN EKSTERNAL VE İNTERNAL İNDİKATÖRLER YARDIMIYLA ARAŞTIRILMASI

M. Nuri ÇAKMAK

DOKTORA TEZİ

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI

96748

ELAZIĞ

2000

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI ORANLARDA MISIR GLÜTENİ İÇEREN RASYONLARIN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞINDA (*Oncorhynchus mykiss* W.) BÜYÜME VE SİNDİRİM ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN EKSTERNAL VE İNTERNAL İNDİKATÖRLER YARDIMIYLA ARAŞTIRILMASI

M. Nuri ÇAKMAK

DOKTORA TEZİ

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez, ...Tarihinde, Aşağıda Belirtilen Jüri Tarafından Oybirliği/Oyçokluğu İle Başarılı / Başarısız Olarak Değerlendirilmiştir.

(İmza)	(İmza)	(İmza)
Danışman	Üye	Üye
Yrd. Doç. Dr. Yaşar ÖZDEMİR		

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ...../...../.....tarih ve .....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

ÖZET

DOKTORA TEZİ

FARKLI ORANLARDA MISIR GLÜTENİ İÇEREN RASYONLARIN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞINDA (*Oncorhynchus mykiss* W.) BÜYÜME VE SİNDİRİM ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN EKSTERNAL VE İNTERNAL İNDİKATÖRLER YARDIMIYLA ARAŞTIRILMASI

M. Nuri ÇAKMAK

Fırat Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı
2000, Sayfa: 59

Bu araştırma, farklı oranlarda alabalık rasyonlarına katılan mısır gluteninin ham besin maddelerinin sindirim dereceleri ve büyüme üzerindeki etkisini eksternal ve internal indikatörler aracılığıyla incelemek amacıyla yürütüldü. Araştırma gruplarını mısır glüteni oranları oluşturdu. Buna göre mısır glüteni katılmayan grup Kontrol grubunu, % 15 mısır glüteni katılan grup Deneme I, % 30 mısır glüteni katılan grup Deneme II grubunu oluşturdu. Sindirim katsayısının belirlenmesinde eksternal indikatör olarak kromoksit, internal indikatör olarak ham selüloz ile asitte çözünmeyen kül kullanıldı ve balıklardan dışkı örnekleri masaj metodu ile alındı. Ham yağ, dışında en yüksek ham besin maddesi sindirilme dereceleri Kontrol ve Deneme I grubunda elde edilirken ($p>0.05$) en düşük sindirilme dereceleri Deneme II grubunda elde edildi. Kromoksit ve ham selüloz indikatörleri arasında fark saptanmazken, asitte çözünmeyen kül indikatörü ile en yüksek sindirim katsayıları elde edildi. Deneme sonunda gruplarda ortalama canlı ağırlıklar Kontrol, Deneme I ve Deneme II gruplarında sırası ile 313.49±

0.98, 311.18±0.94 g ve 221.44±0.86 g olarak belirlendi. Yemden yararlanma oranları gruplarda sırası ile ortalama 1.88, 1.91 ve 2.37 olarak belirlendi. Sonuç olarak, % 15 oranında alabalık rasyonlarına katılan mısır glüteninin balık unu yerine rahatlıkla kullanılabileceği kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mısır glüteni, sindirim, indikatörler, gökkuşağı alabalığı.

ABSTRACT

PhD Thesis

INVESTIGATION EFFECTS OF DIETS CONTAINING DIFERENT LEVELS OF CORN GLUTEN ON GROWTH AND DIGESTIBILITY IN RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss* W.) WITH EXTERNAL AND INTERNAL MARKERS

M. Nuri ÇAKMAK

Fırat University
Graduate Scholl of Natural and Applied Sciences
Depertment of Aquaculture
2000, Page: 59

This study was conducted to investigate the effects of corn gluten and crude nutrient matters added in rainbow trout ratios at increasing proportions on digestibility levels by means of external and internal indicators. Experimental groups were consisted of corn gluten ratios. According to this, control group Treatment I and Treatment II were formed from an added corn gluten 15 % added corn gluten and 30 % added corn gluten, respectively. To determine digestibility coefficients chromic oxide was added as external indicator, crude cellulose was used as internal indicator and feces examples from fish were taken by means of strpping method. Highest digestibility levels of crude nutrient matter except crude fat was observed in control group and lowest digestibility levels were found in second experimental group. Although there was no statistically significant differences between chromic oxide and cellulose ($p>0.05$) highest digestibility coefficients was observed with acid insoluble ash ($p<0.05$). In this study, weight of fish in control, Treatment I and Treatment II were found to be 313.49±0.98,

311.18±0.94 and 221.44±0.86 g respectively. Feed conversion ratio in groups were occured 1.88, 1.91 and 2.37 respectively. In conclusion, it can be said that corn gluten added to rainbow trout diets at % 15 proportion can be used instead of fish meal.

Key words: Corn gluten, digestibility, indicators, rainbow trout.

ÖNSÖZ

Taşıdığı esansiyel öğeler ile değerli bir besin kaynağı olan balık etinin, insanlara sunulmasında balık yetiştiriciliğinin önemi her geçen gün artmaktadır. Balık yetiştiriciliğinde giderleri azaltmak amacıyla, büyük oranlarda balık rasyonlarına katılan balık ununun azaltılarak, yerine alternatif protein kaynaklarının kullanılması için yapılan çalışmalar uzun yıllardır devam etmektedir. Balık rasyonlarında kullanılacak olan protein kaynaklarının ucuz olması, iyi bir amino asit kompozisyonuna sahip olması ve balıklar tarafından kolay değerlendirilebilir olması rasyonlar hazırlanırken göz önünde bulundurulan başlıca faktörlerdendir. Bu nedenle ülkemizde üretilen birçok yem ham maddesinin balık rasyonlarında kullanılabilmesi için bu ham maddelerin balıklardaki sindirilebilir düzeylerinin belirlenmesi önem taşımaktadır.

Araştırma konusunun belirlenmesinde ve yürütülmesinde her türlü yardım ve katkısını esirgemeyen danışman hocam sayın Yrd. Doç. Dr. Yaşar ÖZDEMİR' e, değerli yardımlarını esirgemeyen sayın Doç. Dr. Kazım ŞAHİN' e, çalışma süresince yardımlarını esirgemeyen Su Ürünleri Fakültesi Akademik ve İdari personeline teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET....III
ABSTRACT....IV
TEŞEKKÜR....V
ŞEKİLLER LİSTESİ....VI
TABLOLAR LİSTESİ....VII
1. GİRİŞ....1
2. LİTERATÜR BİLGİSİ....5
2.1. Balık Rasyonlarında Mısır Gluteninin Kullanımı....5
2.2. Balıklarda Besin Maddelerinin Sindirim Derecelerinin Belirlenmesi....10
2.2.1. Balıklarda dışkı toplama metotları....11
2.2.1.1. Diseksiyon metodu....11
2.2.1.2. Masaj (Sağım, Sıvazlama)....12
2.2.1.3. Vakum metodu....12
2.2.1.4. Otomatik Kollektör....12
2.2.1.5. Sifonlama metodu....13
2.2.1.6. Aktarma (Çöktürme) metodu....13
2.2.1.7. Metabolizma Odası....14
2.2.1.8. Ağ Kepçe İle Toplama (Netting)....14
2.2.2. Sindirim indikatörleri....16
3. MATERYAL VE METOD....20
3.1. Materyal....21
3.1.1. Deneme Yeri....20
3.1.2. Deneme Süresi....20
3.1.3. Balık Materyali....20
3.1.4. Yem Materyali....20
3.1.5 . Deneme Yemleri....22
3.1.6. Deneme Tekneleri ve Kullanılan Suyun Özellikleri....26
3.1.7. Fotoperyot....26

3.2. Metot....26
3.2.1. Balıkların Gruplandırılması....26
3.2.2. Yem Tüketiminin Tespit Edilmesi....27
3.2.3. Canlı Ağırlıkların Tespit Edilmesi....27
3.2.4. Yem Değerlendirme Oranının Hesaplanması....27
3.2.5. Kondüsyon Faktörünün Hesaplanması....27
3.2.6. Balıklardan Dışkı Örneklerinin Alınması....28
3.2.7. Sindirim Katsayısının Hesaplanması....28
3.2.8. İstatistiksel Analizler....29
3.2.9. Analitik İşlemler....30
4. SONUÇLAR....31
4.1. Denemede Kullanılan Suyun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri....31
4.2. Ham Besin Maddelerinin Sindirim Derecelerinin Belirlenmesi....32
4.2.1. Kuru madde sindirimi....32
4.2.2. Ham protein sindirimi....34
4.2.3. Ham yağ sindirimi....36
4.2.4. Ham kül sindirimi....37
4.2. Büyüme Parametreleri....39
5. TARTIŞMA....43
5.1. Kuru madde sindirimi....43
5.2. Ham protein sindirimi....43
5.3. Ham yağ sindirimi....45
5.4. Ham kül sindirimi....46
5.5. Kullanılan İndikatörlerin Karşılaştırılması....47
5.6. Büyüme Parametreleri....48
KAYNAKLAR....50

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Diseksiyon metodunun uygulanışı....11
Şekil 2.2. Balıklarda sağımla (masaj) dışkı alma şekilleri....12
Şekil 2.3. GUELPH sistem dışkı toplama tankları....13
Şekil 2.4. Balıklar için dizayn edilmiş metabolizma odası....14
Şekil 4.1. Gruplarda üç farklı indikatöre göre tespit edilen kuru madde sindirilme derecesi (%)....33
Şekil 4.2. Gruplarda üç farklı indikatöre göre ham proteinin sindirilme derecesi (%) ..35
Şekil 4.3. Gruplarda üç farklı indikatöre göre belirlenen ham yağın sindirilme derecesi (%)....37
Şekil 4.4. Gruplarda iki farklı indikatöre göre ham külün sindirilme derecesi (%) 38

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1. Deneme yemlerinde kullanılan yem ham maddelerinin yapısı.....21
Tablo 3.2. Deneme yemlerinde kullanılan yem ham maddelerinin esansiyel amino asit kompozisyonları.....22
Tablo 3. 3. Deneme yemlerinin yapısı.....23
Tablo 3.4. Deneme yemlerinin tablo değerlerinden hesaplama yolu ile bulunan esansiyel amino asit kompozisyonları.....24
Tablo 4. 1. Araştırmada kullanılan suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri.....31
Tablo 4.2. Deneme periyodu boyunca deneme teknelerine gelen suda belirlenen sıcaklık pH ve oksijen düzeyleri.....32
Tablo 4. 3. Gruplarda ham selüloz, Cr_2O_3 ve asitte çözünmeyen kül indikatörleri ile hesaplanan kuru madde sindirim katsayıları.....33
Tablo 4. 4. Gruplarda ham selüloz, Cr_2O_3 ve asitte çözünmeyen kül indikatörleri ile hesaplanan ham protein sindirim katsayıları.....34
Tablo 4. 5. Gruplarda ham selüloz, Cr_2O_3 ve asitte çözünmeyen kül indikatörleri ile hesaplanan ham yağ sindirim katsayıları.....36
Tablo 4. 6. Gruplarda ham selüloz, Cr_2O_3 ve asitte çözünmeyen kül indikatörleri ile hesaplanan ham kül sindirim katsayıları.....38
Tablo 4. 7. Kontrol ve deneme gruplarının aylık ortalama canlı ağırlıkları.....39
Tablo 4. 8. Gruplarda tespit edilen aylık ortalama canlı ağırlık artışları.....40
Tablo 4. 9. Gruplarda tespit edilen aylık ortalama yem dönüşüm oranları.....41
Tablo 4.10. Kontrol ve deneme gruplarının aylık ortalama kondüsyonları.....42
Tablo 4.11. Kontrol ve deneme gruplarının ortalama total uzunlukları.....42

1. GİRİŞ

Dünyadaki toplam su ürünleri üretimi göz önüne alındığında, son yıllarda balık yetiştiriciliği hızlı bir büyüme göstermektedir. Balık yetiştiriciliği yolu ile elde edilen üretim son on yılda, yıllık % 5-10 arasında büyüme göstermiştir (Heggerbert, 1996). Avcılık yoluyla elde edilen üretimde ise gelecekteki on yıl boyunca ortalama yıllık artış % 0.3 olarak beklenmektedir (Shang, 1996). Bu da avcılık üretiminin gelecekte balığa olan ihtiyacın karşılanmasına ayak uyduramayacağını, bu nedenle de insan beslenmesinde hayvansal protein ihtiyacının karşılanması bakımından kültür balıkçılığının büyük bir önem taşıdığını göstermektedir.

Ticari balık yetiştiriciliğinde, tüm işletme masrafları içerisinde yem giderleri % 60-70 oranla en önemli bölümü oluşturmaktadır (Atay ve Tatar 1980). Balık yetiştiriciliğini ekonomik şekilde yapabilmek için, yem maliyetinin azaltılması, balıkların besin madde ihtiyaçlarını tam olarak içeren ve balık tarafından kolay sindirilebilen dengeli rasyonların hazırlanması gerekmektedir. Yoğun yetiştiricilik yapılan ortamlarda bulunan balıkların, dışarıdan verilen yemler dışında üzerinden beslenebileceği bir kaynak bulunmadığı için, bu balıklara verilecek yemler balığın tüm besin madde ihtiyaçlarını karşılayacak özelliklerde olmalıdır. Balık yetiştiriciliğinde, özellikle intensif yetiştiricilik sistemlerinde, birim su kitlesinde yoğun şekilde balık stoklandığı için, böylesi ortamlarda bulunan balıkların normal fizyolojik fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri, hastalık ve stres faktörlerine karşı dirençli olabilmeleri için balıkların tüm besin ihtiyaçlarını optimum düzeyde sağlayan dengeli rasyonlara ihtiyaç vardır.

Balıklar, beslenmeleri açısından değerlendirildiğinde çiftlik hayvanlarından rasyonlarında proteine daha yüksek oranda ihtiyaç duymalarıyla farklılık gösterirler. Memeli ve kuşlar tipik olarak % 10-12 oranında ham protein içeren yemlerle maksimum büyümeyi başarırken, balıklar maksimum büyüme sağlamak için yemlerinde % 35-55 oranında ham proteine ihtiyaç gösterirler (Bowen, 1987). Balık rasyonlarındaki bu yüksek protein ihtiyacını karşılamak için hayvansal ve bitkisel birçok yem ham maddesi balık rasyonlarında kullanılmaktadır. Öte yandan, bir protein kaynağının biyolojik değeri, sahip olduğu amino asit kompozisyonuna ve bu amino asitlerin canlı tarafından kullanılabilirliğine bağlıdır. Proteindeki bir esansiyel amino asidin eksikliği o

proteinin zayıf kullanımına, sonuç olarak da yavaş büyümeye ve düşük rasyon etkinliğine sebep olmaktadır ki bu nedenle amino asitlerin bu etkisine "limitize edici" etki adı verilmektedir (Anderson ve diğ., 1992).

Balık rasyonlarında yaygın olarak kullanılan, ideal besinsel kompozisyona sahip olan ve balıklar tarafından çok iyi değerlendirilen yem ham maddelerinin başında balık unu gelmektedir. Nitekim, kültürü yapılan değişik balık türlerinin rasyonlarında % 30-60 arasında balık unu kullanılmaktadır (Shang, 1996). Balık unu tüketiminde karnivor balıklar en büyük paya sahiptirler. İntensif karnivor balık yetiştiricilik sistemlerinde balık unu ve balık yan ürünleri karma yemlerde temel protein ve lipid kaynağıdırlar. Örneğin, balık ürünleri, kültürü yapılan karnivor balık türlerinin rasyonlarının ağırlık olarak % 70' lik kısmını oluşturabilmektedir. Günümüzde balık ürünlerinin yüksek oranda akuatik rasyonlara katılması, bu ürünlerin ideal besinsel kompozisyonlara sahip olmalarından ve yıllarca pazarlarda kolayca bulunmalarından kaynaklanmaktadır. Bundan daha önemlisi, karnivor balıkların, kültürü yapılan diğer herbivor ve omnivor türlerle mukayese edildiğinde, daha yüksek bir pazar bulması bu balıkların rasyonlarında balık unu ve balık yağı kullanımını teşvik eden faktörlerden biridir. Balık unu, balık rasyonları için ideal bir protein ve lipit kaynağı olmasına rağmen, balıkçılık endüstrisinin gelecekte temin edilmesi gittikçe zorlaşan, bu pahalı ve sınırlı maddeye bağlılığını azaltmaya acil ihtiyaç vardır. Bu ham madde, hayvancılık sektöründe de yaygın olarak kullanılmakta olup, 1990 yılında toplam dünya balık unu üretiminin % 86' sının tavuk, domuz ve ruminant rasyonlarında kullanıldığı belirtilmiştir (Tacon, 1994).

Giderek büyümekte olan balık yetiştiriciliği sektörünün, balık ununa olan ihtiyacı artıracağı kaçınılmazdır. Ülkemizde de, gerek iç sularımızda ve gerekse de denizlerimizde kurulan balık üretim tesisleri her geçen gün daha çok ilgi çekmekte ve sayıca artış göstermektedir. Buna paralel olarak balık yemi ve dolayısıyla balık ununa olan talep artmaktadır. Ülkemiz halen balık unu ithalatçısı durumunda olup balık rasyonlarında kullanılan balık ununun bir kısmının alternatif protein kaynaklarıyla karşılanması yem maliyetinin azaltılmasına yardımcı olacaktır. Nitekim, bitkisel protein kaynakları olan yağlı tohum küspeleri, değirmencilik ve nişastacılık yan ürünleri hayvansal protein kaynaklarına göre daha ucuz olmaktadır. Özellikle, balık rasyonlarında kullanılan bitkisel kökenli proteinlere esansiyel amino asit ilave edilmesi

ve yeni işleme teknolojilerinin uygulanması bu protein kaynaklarının değerliliğini artırdığı yapılan pek çok çalışma sonucunda görülmüştür (Dabrowska ve Wojno, 1977; Kanid'yev ve Sklyarov, 1977; Murai, 1992). Balık rasyonlarında balık ununa alternatif olarak en çok kullanılan bitkisel protein kaynakları soya fasulyesi, mısır glüteni, ayçiçeği tohumu küspesi, kolza, pamuk tohumu küspesi ve baklanın yanı sıra patates proteini konsantresidir (Alexis ve diğ., 1988; Cardenete ve diğ., 1993; Gomes ve diğ., 1993; Xie ve Jokumsen 1997; Higuera ve diğ., 1988).

Bir yem maddesi veya rasyonun mükemmel bir besin kompozisyonuna sahip olması, o yemin çok iyi bir yem olduğu anlamına gelmez. Bu yem veya rasyonun kalitesi, bunu tüketen canlıya olan yarayışlılık derecesine bağlıdır. Kimyasal analizlerle, yemler ve yemlerle birlikte alınan besin maddelerinin kalitesi üzerine bilgi edinebiliriz. Ancak, bunların hayvansal organizmaya gerçek yarayışlılık derecesi organizma içerisinde kullanılabilen yani, organizmada kaçınılmaz kayıplardan sonra sindirilen, emilen ve metabolizlenen miktarları ile ölçülür. Söz konusu kayıplardan en önemlisi, emilmeyen ve dışkı ile atılan kısımdır. Bu ise, sindirim denemeleri ile elde edilir. Bir rasyon ya da yemin değeri, tüketilen değil balıklar tarafından kullanılan miktarına bağlıdır (Sarı ve Çakmak, 1996). Karma yemlerin hazırlanmasında ilk aşama ve en önemli konuların başında ham madde seçimi gelmektedir. Hazırlanacak yemin kalitesi, seçilen ham maddelerin kalitelerine bağlı olarak düşük veya yüksek olarak belirlenecektir. Ham madde seçiminde dikkat edilecek özelliklerin başında yemin sindirilme derecesi gelmektedir (Nicolas, 1991). Balıklar tarafından çok iyi sindirilebilen rasyonların hazırlanması, yetiştiricilik tesislerinden çıkan suların limnolojik problemler doğurmaması açısından da önem taşımaktadır (Cho, 1993). Bununla birlikte, tüm hayvanlarda olduğu gibi, balıklarda da, yemlerin gerçek kullanılan miktarlarını belirlemek oldukça güç, zaman alıcı ve pahalı araştırmaları gerektirir. Bir yemin sindirimi, tüketilen yeme ve yemin sindirim enzimlerinin aktivitesine olan hassasiyetine, sindirim enzimlerinin aktivitesine ve yemin sindirim enzimlerinin aktivitesine maruz kalma süresi gibi temel faktörlere bağlıdır. Bu temel faktörler balık türü, çevre şartları ve yem gibi birçok ikincil faktörler tarafından etkilenir. (Hepher, 1988).

Mısır glüteni, fabrikasyon tekniği ve elde ediliş şekline göre mısır glüten yemi ve mısır glüten unu olmak üzere iki kısıma ayrılır. Mısır glüten yemi nişasta ve

embriyonun ayrılmasından sonra geriye kalan kısım olup, % 20 dolayında ham protein içerir. Mısır glüten unu ise, nişasta, embriyo ve kepeğin ayrılmasından sonra elde edilip, % 40-60 ham protein içerir (Ergün ve diğ., 1999). Bazı yazarlar tarafından araştırmalarda kullanılan mısır gluteninin oldukça yüksek protein düzeylerine sahip olduğu görülmektedir. Bu yazarlardan Moyano ve diğ., (1991; 1992a) % 74.2; Gomes ve diğ., (1995) % 66.6; Gomes ve diğ., (1998) % 62; Shimeno ve diğ., (1993) % 70.3; Robiana ve diğ., (1997) % 85.37 ve Morales ve diğ., (1994) % 71.74 ham protein içeren mısır glüteni kullandıklarını belirtmişlerdir. Mısır glüteni yüksek oranda protein içermesi yanında selülozca fakir, glutamik asit, B ve E vitaminlerince zengindir. Bilinen herhangi bir antinutrisyonel faktör taşımamaktadır. Bununla birlikte, lizince fakir bir maddedir (Regost ve diğ., (1999). Ayrıca 130 mg/kg düzeyinde pigment maddesi olan ksantofil taşımaktadır (Sarı ve Çakmak, 1996).

Balık ununa göre daha ucuz olan mısır gluteninin gerek alabalık ve gerekse de kültürü yapılan diğer balık türlerinin rasyonlarında kullanımının artırılması ile ilgili yapılan bazı araştırmalarda balık rasyonlarında kullanım miktarları ile ilgili farklı oranlar tavsiye edilmiştir. Ancak, ülkemizde, mısır glüteni ve diğer alternatif protein kaynaklarının farklı oranlarda alabalık rasyonlarında kullanılmasının büyüme performansları ve rasyon maliyeti üzerindeki etkisi incelenmesine rağmen, alabalık veya diğer kültürü yapılan balık türlerinin rasyonlarına katılan bu protein kaynağının rasyonlardaki ham besin maddelerinin sindirilebilme düzeyleri üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalara rastlanmamıştır. Ayrıca, alabalık rasyonlarının sindirim düzeylerinin belirlenmesinde eksternal veya internal birçok indikatör kullanılmakta ve bazı araştırmacılar farklı önerilerde bulunmaktadırlar (Tacon ve Rodriguez, 1984; Morales ve diğ., 1999).

Tüm bu bilgilerin ışığı altında, bu çalışma, alabalıklarda balık unu yerine, maliyeti daha düşük olan mısır gluteninin, farklı oranlarda rasyona katılmasının, eksternal ve internal indikatörler yardımıyla ham besin maddelerinin sindirilme derecelerinin belirlenmesi ile balıkların büyümeleri üzerine olan etkilerini ele almak amacıyla yürütülmüştür. Ayrıca, ham besin maddelerinin sindirilme derecelerinin belirlenmesinde kullanılan asitte çözünmeyen kül, ham selüloz ve kromoksit indikatörlerinin kullanılabilirliği araştırılmıştır.

2. LİTERATÜR BİLGİSİ

2.1. Balık Rasyonlarında Mısır Gluteninin Kullanımı

Balık rasyonlarında, balık unu yerine kullanılabilecek alternatif protein kaynaklarıyla ilgili olarak yapılan bazı araştırmaları şu şekilde sıralayabiliriz.

Öztürk ve Atay (1977) tarafından alabalık rasyonlarında pamuk tohumu ve ayçiçeği tohumu küspelerinin ayrı ayrı ve birlikte kullanım olanakları ile ilgili yapılan bir çalışmada kontrol rasyonuna % 60 oranında balık unu katılmış, 2, 3, 4 ve 5. rasyonlarda balık unu oranı sırasıyla % 50, 40, 30 ve 20' ye düşürülmüş ve bu azaltmadan doğan ham protein eksikliğini karşılayacak düzeyde pamuk tohumu küspesi katılmıştır. Aynı yöntemle 6, 7, 8 ve 9. rasyonlarda balık unu yerine ayçiçeği tohumu küspesi, 10, 11, 12 ve 13. rasyonlarda balık ununun azaltılmasından kaynaklanan protein eksikliği % 50' şer oranda pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesinden karşılanmıştır. Sonuç olarak rasyonlarda bitkisel protein miktarının artırılması ile büyümenin gerilediği ancak ülkemiz şartları ve ekonomik durumu göz önüne alınıp, alabalık rasyonlarında balık ununun bir kısmı yerine pamuk ve ayçiçeği tohumu küspelerinin ayrı ayrı ve birlikte kullanılabilme olanaklarının mümkün olduğu belirtilmiştir.

Erkoyuncu (1977) tarafından alabalıklarda yapılan bir araştırmada rasyona % 55 oranında katılan balık ununun sırasıyla % 45, 35 ve 25 oranına azaltılıp yerine mısır glüteni ilave edilmesi ile melas ve her iki ham maddenin kombine kullanılma olanaklarını araştırmıştır. Sonuçta, % 55 balık unu düzeyinin % 45 ve %35 düzeyine düşürülmesi ve yerine mısır glüteni ile melas mayasının ayrı ayrı veya kombine kullanılması ile balıkların performansının ve yem tüketiminin olumsuz yönde etkilenmediği, en iyi yemden yararlanmanın balık ununun % 35' e düşürüldüğü ve yerine mısır gluteninin kullanıldığı grupta tespit edildiği bildirilmiştir.

Atay ve Tatar (1980) % 60 oranında balık unu içeren kontrol rasyonundaki balık ununun % 50' si yerine mısır glüteni ve et-kemik ununun alabalık rasyonlarına emniyetle katılabileceğini, balık ununun tamamı yerine mısır glüteni ve et-kemik ununun katılmasının elverişli olmayacağını bildirmişlerdir. Kontrol ve balık ununun azaltılarak yerine % 14.87, % 22.31 ve % 29.75 oranında mısır glüteni katılan

rasyonların yem dönüşüm katsayıları sırasıyla ortalama 2.71, 3.10, 3.30 ve 6.24 olarak belirlenmiştir.

Mısır gluteninin balık rasyonlarında kullanım olanakları ve balıkların büyümeleri üzerindeki etkisini incelemek amacıyla da yapılmış olan araştırmaları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

Gropp ve diğ., (1979) tarafından yapılan ve balık unu yerine tavukçuluk yan ürünleri, mısır glüteni, soya, et-kemik unu ve maya gibi farklı protein kaynaklarının balık unu yerine kullanılabilme imkanları ile ilgili yapılan çalışmada, mısır gluteninin rasyon proteininin % 25' ini oluşturacak şekilde kullanılabileceği bildirilmiştir Rasyonlara balık unu yerine mısır glüteni katılan rasyonların yem dönüşüm katsayıları kontrol grubu için 1.59 olarak mısır glüteni içeren rasyonlar için ise 1.51 ve 1.55 olarak belirlenmiştir.

Alexis ve diğ., (1985) alabalık rasyonlarında amino asit katkılı bitkisel ve hayvansal yan ürünleri (tavukçuluk yan ürünleri, kemik unu, mısır glüteni, soya unu, keçi boynuzu ve buğday) farklı kombinasyonlarda kullanarak hazırladıkları rasyonlar ile ticari bir rasyon ve % 57 oranında balık unu içeren rasyonları karşılaştırmışlardır. Araştırma sonucunda, keçi boynuzu ağırlıklı rasyonların en düşük büyümeyi sağladığı, soya fasulyesi ve mısır glüteni içeren rasyonla beslenen alabalıkların (% 30 tavukçuluk yan ürünleri unu, % 12 keçi boynuzu, % 20 mısır glüteni, % 27.9 buğday unu, % 1.4 kemik unu ve % 0.5 metiyonin + % 2 lizin) ticari rasyonla beslenen alabalıklarla mukayese edilebilecek en iyi sonuçları verdiğini ve bu rasyonun yem dönüşüm katsayısının 1.29 olduğunu belirtmektedirler.

Alexis ve diğ., (1988), mısır glüteni, keçi boynuzu, soya fasulyesi küspesi, buğday unu, domates posasının gökkuşağı alabalıklarında sindirim katsayılarını belirledikleri çalışmada, % 43 oranında mısır glüteni ve % 25 oranında balık unu içeren rasyonda ham proteinin sindirim katsayısını % 85 olarak bulmuşlardır.

Ufodike ve Matty (1989) alabalık rasyonlarında karbonhidrat kaynağı olarak farklı oranlarda kullandıkları patates ve mısırın, protein ve karbonhidrat sindirimi üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada rasyonda % 20 oranında patates ve mısır katılmasının sindirimi olumlu yönde etkilediğini, alabalık rasyonlarında % 20-30 oranında patates ve mısırın ucuz karbonhidrat kaynağı olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Alabalık rasyonlarındaki balık unu oranını azaltarak bitkisel protein oranını artırmak amacıyla, Moyano ve diğ., (1992a) tarafından yapılan bir araştırmada, bakla, soya unu, mısır glüteni ve patates konsantresi kullanılmıştır. Rasyonlar, % 50, % 70 ve % 100 oranında bitkisel proteinden oluşacak şekilde farklı kombinasyonlarda, % 50.2 ham protein bulunduracak şekilde izonitrojenöz ve izokalorik olarak hazırlanmıştır. Bu araştırmada % 50 bitkisel protein taşıyan iki rasyon hazırlanmıştır. % 50 oranında bitkisel protein taşıyan birinci rasyon % 31.4 balık unu, % 23.7 mısır glüteni ve % 5.5 patates konsantresinden, % 50 bitkisel proteinden oluşan ikinci rasyon ise % 32.4 balık unu, % 32.6 bakla, % 11.9 mısır glüteninden oluşmaktadır. % 70 bitkisel proteinden oluşan rasyon % 19.1 balık unu, % 26.6 bakla, % 20.8 mısır glüteni ve % 5.5 patates konsantresinden oluşturulmuştur. % 100 oranında bitkisel proteinden oluşan rasyonların birincisi % 18.8 soya unu, % 27.2 bakla, % 23.7 mısır glüteni, % 8.2 patates konsantresi, % 0.7 L-metiyonin' den, ikincisi % 32.6 bakla, % 32.7 mısır glüteni, % 8.2 patates konsantresi, % 0.6 L-metiyoninden ve % 100 oranında bitkisel protein taşıyan üçüncü rasyon % 28.2 soya unu, % 32.7 mısır glüteni, % 8.2 patates konsantresi, % 0.4 L-metiyoninden oluşturulmuştur. Kontrol rasyonu ise % 62.7 balık unu, % 6.3 nişasta, % 16.3 selülozdan oluşturulmuştur. Bu araştırmanın sonucuna göre, bitkisel protein oranları % 50 veya % 70 olan rasyonların büyümeyi olumsuz etkilemediği, bu rasyonların balıklar tarafından kullanımının, ticari bir alabalık yemi ve tamamen balık ununda oluşan kontrol rasyonuyla elde edilen büyüme ile mukayese edildiğinde benzer sonuçlar verdiğini belirtmektedirler. Bu rasyonlardan % 11.9 ve % 32.7 mısır glüteni içeren rasyonların yem etkinliği 0.78 ve 0.73 olarak belirlenmiştir.

Yapılan diğer bir araştırmada Moyano ve diğ., (1992b) tarafından alabalık rasyonlarında balık unu yerine mısır glüteni ve konsantre patates proteini kullanılarak iki farklı rasyon grubu oluşturulmuştur. Bunların dışında yine tamamen balık unu ve dekstrinden oluşan % 35 ve % 45 ham protein içeren iki kontrol rasyonu hazırlanmıştır. Mısır glüteni içeren rasyon gruplarında protein kaynağı olarak yalnızca balık unu ve mısır glüteni kullanılmıştır. Mısır glüteni içeren rasyonların ilk üçü % 35 ham protein içerecek şekilde hazırlanmıştır. İlk üç rasyon sırasıyla % 45.1, % 39.3 ve % 33.7 balık unu içermektedir. Azalan balık unu yerine rasyon proteininin % 20, 30 ve 40' lık kısmını % 35 ham protein düzeyini sağlayacak şekilde sırasıyla, % 10.3, 15.5 ve 20.8 oranında mısır glüteni katılmıştır. Aynı rasyon düzenleme metoduyla son üç rasyon

% 45 ham protein içerecek şekilde hazırlanmıştır. Son üç rasyon sırasıyla % 57.9, 50.7 ve 43.4 balık unu içermektedir. Azalan balık ununun yerine rasyon proteinin % 20, 30 ve 40' lık kısmını sağlayacak şekilde % 13.3, % 20 ve % 26.6 oranlarında mısır glüteni katılmıştır. Yukarıda bahsedilen balık unu - mısır glüteni rasyon kombinasyonları konsantre patates proteini için de kullanılmıştır. Bu araştırmanın sonucuna göre konsantre patates proteininin alabalık rasyonlarında kullanılması önerilmemekle birlikte, rasyon proteininin % 40'ını oluşturacak şekilde mısır glüteninin alabalık rasyonlarında rahatlıkla kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Mısır glüteni içeren rasyonlardaki yem etkinlik oranları 0.69 ile 0.92 arasında, ham protein sindirim katsayıları % 83.4 ile 89.1 arasında değişim göstermiştir.

Shimeno ve diğ., (1993) sarıkuyruk balıklarının (*Seriola quinqueradiata*) rasyonlardaki balık unu yerine soya unu, et-kemik unu ve mısır glüteni kullandıkları araştırmada, artan oranlarda rasyonlara katılan mısır glüteninin (% 10, % 20, % 30) zayıf amino asit profilinden ötürü ağırlık artışı ve yem dönüşümünü, düşük oranlarda da olsa olumsuz yönde etkilediğini ve % 20 oranında soya+mısır glüteni içeren grubun % 20 soya ile balık unundan oluşan gruba yakın büyüme sağladığını tespit etmişlerdir. Sonuç olarak soya ile birlikte ucuz protein kaynağı olarak bu maddelerin, balık unu yerine yüksek oranlarda sarıkuyruk balıklarının rasyonlarında kullanılabileceğini bildirmektedirler.

Morales ve diğ., (1994) tarafından yapılan alabalık rasyonlarındaki protein kaynaklarının büyüme, yem dönüşümü ve enerji kullanımı üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmada protein kaynağı olarak balık unu, kazein, pamuk tohumu küspesi ve bakla kullanılmıştır. Birinci rasyondaki ham protein tamamen balık ununda, ikinci rasyondaki kazeinden sağlanmıştır. Daha sonraki dört rasyonda % 35.60 oranındaki balık unu sabit kalacak şekilde sırasıyla, % 18.18 oranında kazein içeren rasyon üçüncü rasyonu, % 31.66 oranında pamuk tohumu içeren rasyon dördüncü rasyonu, % 43.21 oranında bakla içeren rasyon beşinci rasyonu ve % 23.41 oranında mısır glüteni içeren rasyon altıncı rasyonu oluşturmuştur. Sonuç olarak mısır glüteni içeren rasyonun yem dönüşüm oranını 1.05, ham protein sindirim katsayısını % 88.93, ham yağ sindirim katsayısını % 88.0 olarak bulmuşlardır.

Gomes ve diğ., (1995) alabalıklarda yaptıkları bir çalışmada, % 0, % 33, % 66 ve % 100 oranında bitkisel protein (bezelye, mısır glüteni, tam yağlı soya, bakla) içeren

rasyonların alabalıklarda büyüme, performans ve sindirim üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada, balık unu yerine % 66 oranında bitkisel protein (% 25 mısır glüteni, % 22.4 tam yağlı soya, % 3 bakla, % 20 balık unu, % 0.5 lizin, % 0.2 metiyonin) içeren rasyonun, kontrol rasyonu ile mukayese edildiğinde büyüme üzerinde negatif etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Mısır glüteninin sindirim katsayısını ise 70:30 oranını kullanarak % 95.3 olarak, % 38.0 mısır glüteni içeren rasyonun yem dönüşüm katsayısını, 2.18 olarak bulmuşlardır.

Gomes ve diğ., (1998) tarafından hayvansal (et unu, iki farklı balık unu), bitkisel (mısır glüteni, farklı şekillerde işlenmiş üç soya unu) ve yem ham maddelerinin kombinasyonundan oluşan 11 farklı rasyonun sindirilme derecelerinin in vivo ve in vitro olarak incelendiği araştırmada, in vivo, 70:30 oranı ve otomatik kollektör kullanılarak yapılan sindirim denemesinde mısır glütenindeki ham proteininin sindirim katsayısı % 95.30, in vitro sindirim katsayısı ise % 81.13 olarak tespit edilmiştir. Bu denemelerin devamı olarak, protein kaynaklarının kombinasyonuyla hazırlanan 11 rasyonun da in vivo ve in vitro sindirim katsayıları incelendiğinde, % 25 ve % 38 oranında mısır glüteni içeren iki rasyondaki ham protein sindirim katsayıları birinci rasyondaki in vitro ham protein sindirim katsayısı % 68.99, in vivo sindirim katsayısı % 85.80, ikinci rasyonun in vitro ham protein sindirim katsayısı % 72.55, in vivo sindirim katsayısı ise % 86.70 olarak belirlenmiştir. Bu araştırmanın sonucuna göre in vivo ve in vitro sindirim katsayıları arsındaki korelasyonun çok zayıf olduğu ve kullanılan in vitro metodun alabalıklar için uygun olmadığı sonucuna varılmıştır.

Regost ve diğ., (1999) *Psetta maxima*' da yaptıkları bir çalışmada, balık ununun tamamı veya bir kısmı yerine rasyonun % 20, 40 ve 57' sini oluşturacak şekilde mısır glüteni kullanmışlardır. Deneme sonunda *Psetta maxima* rasyonlarına % 20 oranında mısır glüteni katılan rasyonun balık ununa dayalı rasyon ile beslenen balıklara benzer büyüme performansı gösterdiğini bulmuşlardır. Rasyonlarda mısır glüteninin artması ham besin maddeleri ve enerji sindirimini düşürmüştür. Bu çalışmanın sonucuna göre rasyondaki balık ununun üçte biri yerine mısır glüteninin kullanılabileceğini belirtmektedirler.

2.2. Balıklarda Besin Maddelerinin Sindirim Derecelerinin Belirlenmesi

Balıkların sindirim sistemleri evcil hayvanlarınkinden farklı olduğu için, beslenmeleri de bazı farklılıklar gösterir. Söz gelimi, yüksek düzeyde nişasta taşıyan tahıl taneleri çiftlik hayvanları tarafından kolayca değerlendirilirken, balıklar bu besin maddesini pek fazla değerlendiremezler. Balık beslemede kullanılan yemlerin sindirilme dereceleri henüz yeterince tespit edilememiştir. Diğer hayvanlara ilişkin değerlerin kullanılması ise, rasyon düzenlemelerinde önemli yanılgılara yol açar. Bu bakımdan mümkün olduğunca yemlerin bu canlılara ilişkin değerlerinden yararlanmak gerekir.

Yemlerle alınan besin maddelerinin bir kısmı dışkı ile atılırken, bir kısmı da sindirim kanalından kan ve lenf yoluna geçer ve bu dilime sindirilmiş gözü ile bakılır. Yemlerde ve dışkıda bulunan besin maddelerinin farkı, söz konusu yemin sindirilen miktarını ve % olarak tanımlanması da sindirim katsayısını (sindirilme derecesi, sindirilme oranı) verir.

Dışkı içerisindeki sindirim enzimleri, ölmüş bağırsak hücreleri, parazit, bakteri, protozoon gibi yemlerden kaynaklanmayan, diğer bir deyişle metabolik (endojen) kökenli maddeler de atılır. Bu nedenle burada, adı geçen tüm sindirim değerleri görünür veya izafi (apparent) sindirim değerleridir.

Balıklarda sindirim denemeleri in vivo (canlıda) ve in vitro (tüpte) olmak üzere iki grupta yapılır. Canlı üzerinde (in vivo) yapılan sindirim denemelerinde iki yöntem kullanılır (Sarı ve Çakmak, 1996).

1. **Klasik Yöntem (direkt metot):** Tüketilen yem ve atılan tüm dışkı miktarının belirlenmesini gerektirir. Bu metot, bazı araştırmacılar (De la Noüe ve Choubert, 1986) tarafından kullanılmasına rağmen, balıklarda kullanılması yaygın (pratik) değildir. Çünkü, akuatik ortam balıklar tarafından tüketilen tüm yem ve atılan dışkı miktarının kantitatif olarak belirlenmesi açısından birçok problem doğurmaktadır.

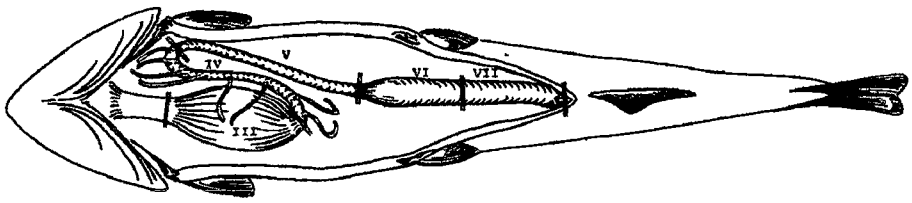
2. **İndikatör Yöntemi (indirekt metot):** En yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Tüketilen yem ve atılan dışkı miktarının belirlenmesi bu yöntemde gerekmez ve yem ve dışkıdaki indikatör miktarlarının belirlenmesi gerekir. Daha sonra, yem ve dışkıda belirlenen indikatör ve besin maddesi oranlarına göre Maynard ve Losli (1969) tarafından kullanılan formüller yardımıyla sindirim katsayısı (%) hesaplanır (Sarı ve Çakmak, 1996).

2.2.1. Balıklarda dışkı toplama metotları

Balıklarda yapılan sindirim denemelerinde karşılaşılan en önemli problemlerden biri de uygun dışkı toplama metodunun seçimidir. Çünkü balık tarafından akuatik ortama bırakılan dışkının su içerisinde dağılmadan ve içerdiği sindirilmeyen besin öğelerinin suda kaybolmadan ortamdan derhal alınması gerekmektedir. Bu problemleri aşmak için balıklarda bir çok metot geliştirilmiştir.

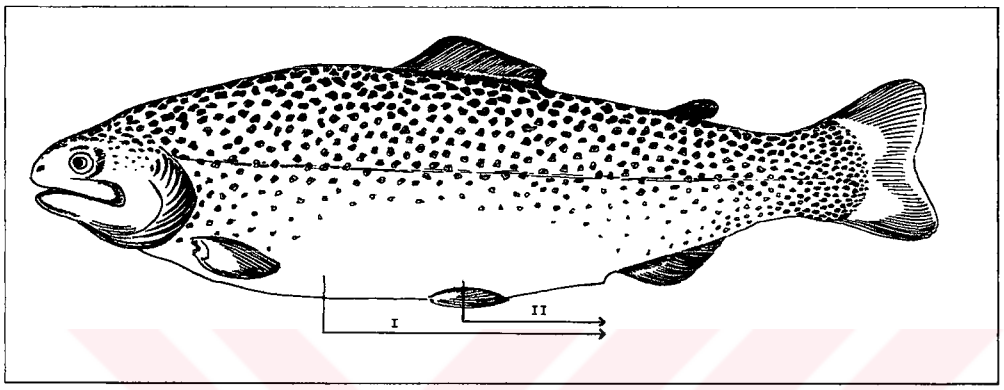
Balıklarda uygun dışkı örneklemeleri yapabilmek için farklı araştırmacılar tarafından farklı metotlar kullanılmıştır. Balıklarda yapılan sindirim denemelerinde yaygın olarak kullanılan dışkı toplama metotları şu şekilde sıralanabilir. Bunlar;

2.2.1.1. Diseksiyon metodu: Bu metotta balıklar, deneme rasyonlarıyla beslendikten belirli bir süre sonra öldürülerek sindirim kanalının anüsten itibaren en son 1-1.5 cm' lik kısmının içeriği analiz edilmek üzere alınır (Şekil 2.1., VII. segment).



Şekil 2.1. Diseksiyon metodunun uygulanışı (Austreng, 1978).

Bu metotta, çoğu zaman bir balıktan alınan dışkı miktarı yapılacak olan analizler için yeterli olmadığından, aynı segmentten alınan birkaç balığın dışkısı birleştirilerek analiz edilecek miktar elde edilir (Smith ve Lovell, 1973; Austreng, 1978; Windell ve diğ., 1978; Dabrowski ve Dabrowska, 1981; Dabrowski, 1983; 1986; Fernandez ve diğ., 1996).



Şekil 2.2. Balıklarda sağımla (masaj) dışkı alma şekilleri (Austreng, 1978).

I. uygulamada; balıklardan yumurta sağımı yapılır gibi pektoral ve ventral yüzgeçlerden anüse doğru masaj (sıvazlama) uygulanır.

II. uygulamada; sıvazlama sadece ventral yüzgeçten anüse doğru uygulanır.

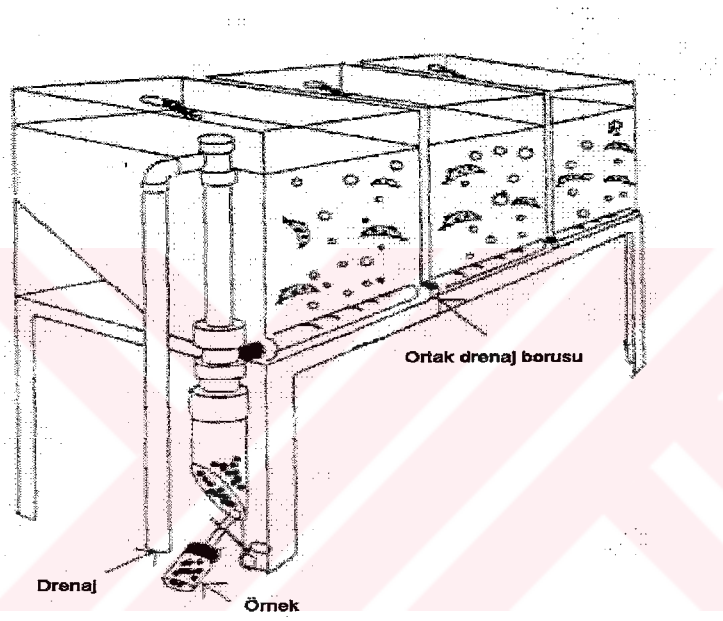
2.2.1.2. Masaj (Sağım, Sıvazlama) metodu: Balıklar anestetik maddelerle bayıltıldıktan sonra, karın kısmının anüse doğru (1-2.5 cm) hafif sıvazlanması ile (Şekil 2.2) dışkı örnekleri alınır (Austreng, 1978; Windell ve diğ., 1978; Vens-Cappel, 1985; Spyridakis ve diğ., 1989).

2.2.1.3. Vakum metodu: Bu metotta bir cam kanül, anestezi altındaki balığın anüsüne takılıp hafif vakum uygulanarak bağırsakların posterior kısmandaki dışkı örnekleri alınır (Windell ve diğ., 1978; Brown ve diğ., 1985; Spyridakis ve diğ., 1989).

2.2.1.4. Otomatik kollektör metodu (Sürekli Filtrasyon): Sindirim denemesi yapılan balıkların bulunduğu ortamdaki suyun, sürekli olarak ortam dışına akıtılarak, suyla

birlikte taşınan dışkının dışarıda Choubert ve diğ., (1982) tarafından geliştirilen alet (aparat), üzerinde bulunan elekler aracılığıyla dışkı örneklerinin filtre edilmesi ile örnekler toplanır.

2.2.1.5. Sifonlama metodu: Bu metotta, balıklar yemlendikten sonra belirli bir süre beklenir. Sonra tank içinde yem ve diğer atıklar kalmayacak şekilde temizlenir ve balıkların tank ortamına bıraktıkları dışkı örnekleri mümkün olduğunca derhal ortamdan sifonlanmak suretiyle toplanırlar (Spyridakis ve diğ., 1989; Fernandez ve diğ., 1996).

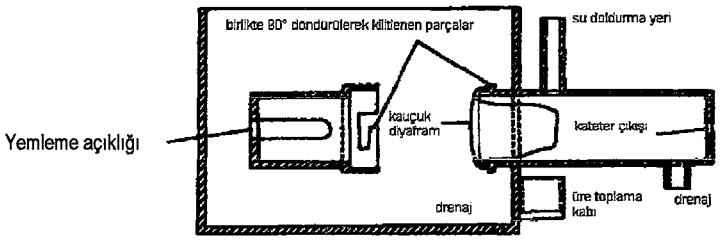


Şekil 2.3. GUELPH sistem dışkı toplama tankları Cho ve diğ., (1982).

2.2.1.6. Aktarma (Çöktürme) metodu: Bu metot, eğimli tabana sahip tankların tabanından akan suyun bir çöktürme kolonuna geçirilerek burada, dışkı materyalinin çöktürülerek biriktirilmesi esasına dayanır. Bu metot ilk defa Cho ve diğ., (1982) tarafından kullanılmış olup, orijinal adıyla GUELPH sistem olarak adlandırılmaktadır (Şekil 2.3). Ayrıca Satoh ve diğ., (1992) tarafından yine aynı şekilde dizayn edilmiş tanktan çıkan suyun özel filtre materyali içeren tüplerden geçirilerek oluşturulan dışkı toplama sistemi TUF sistem olarak adlandırılmaktadır (Spyridakis ve diğ., 1989; Hajen ve diğ., 1993).

2.2.1.7. Metabolizma Odası: Bu metotta sadece bir balık kullanılmaktadır. Balığın kafası, bir akvaryumun yan camında bulunan bir açıklıktan akvaryum içinde kalacak şekilde, vücudunun diğer kısmı ise yine buraya bağlı akvaryum dışında bir odacık içinde kalacak şekilde özel olarak dizayn edilmiş bir sistemden oluşmaktadır (Şekil 2.4).

Bu sistem, balığın solungaç, dışkı ve üre salgılarını (atıklarını) ayrı ayrı toplama imkanı verebilmektedir (Smith, 1971; 1976; Smith ve diğ., 1980).



Şekil 2.4. Balıklar için dizayn edilmiş metabolizma odası (Smith, 1971).

2.2.1.8. Ağ Kepçe İle Toplama (Netting): Bu metotta, balıklar yemlendikten bir süre sonra, tank içerisinde yem ve diğer atıklar kalmayacak şekilde tamamen temizlenerek, balıklar tarafından ortama bırakılan dışkı örnekleri ağ kepçelerle toplanmaktadır (Windell ve diğ., 1978).

Balıklarda yapılan sindirim denemelerinde belirlenen sindirim katsayıları uygulanan dışkı toplama tekniklerine göre farklılıklar göstermektedir. Bu amaçla, yukarıda bahsedilen dışkı toplama metotlarının sindirim katsayıları üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yapılan birçok araştırmada, metotlar mukayeseli olarak kullanılmış ve kullanılan dışkı toplama metoduna göre aynı rasyon için farklı sindirim katsayıları elde edilmiştir. Bu konu ile ilgili yapılan bazı araştırmaları ve sonuçlarını şu şekilde sıralayabiliriz:

Smith ve Lovell, (1973), kanal yayın balıklarında (*Ictalurus punctatus*) % 40 ham protein içeren bir rasyonun ham protein sindirim derecesini, midede % 61.4, ince bağırsakta % 72.2, kalın bağırsakta % 86.5, rektumda % 91.6 ve tank içinden örneklerin sifonlanarak toplandığı metotta sindirim katsayısını % 98.3 olarak bulmuşlardır.

Austreng, (1978), iki ayrı masaj (sağım) uygulaması ile farklı sindirim katsayıları elde etmiştir (Şekil 2.2.). I. uygulamada ham protein sindirim katsayısını % 86.5 olarak tespit ederken, II. uygulamada % 87.2 olarak bulmuştur. Diseksiyon metodunda ise, sindirim kanalı 5 kısma ayrılmıştır (Şekil 2.1.). Şekil 1'de III, IV, V, VI ve VII olarak numaralandırılan kısımlardaki ham protein sindirim katsayıları hesaplandığında sırasıyla % 16.5, 47.8, 72.2, 83.5 ve 84.5 olarak tespit etmiştir.

Windell ve diğ., (1978), alabalıklarda yaptıkları sindirim denemesinde, diseksiyon, vakum, ağ kepçeyle toplama (netting) ve masaj (sağım) metodunu karşılaştırdıkları araştırmada, aynı rasyonun ham protein sindirimi diseksiyon metodunda % 90.2, vakumlama metodunda % 90.4, ağ kepçeyle toplama metodunda % 94.6 ve masaj (sağım) metodunda % 77.5 olarak bulmuşlardır. Kuru madde, ham protein ve ham yağ sindirim katsayıları, diseksiyon ve vakum metotları ile hesaplandığında sindirim katsayıları arasındaki farkın önemli olmadığı bildirilmiştir.

Vens-Cappel, (1985), gökkuşağı alabalığında yaptığı sindirim denemesinde, dışkı örneklerinin toplanması için sağım ve otomatik kollektör metotlarını kullanmıştır. Otomatik kollektör kullanılarak toplanan dışkı örneklerinden hesaplanan ham protein sindirim katsayısını % 89.5 olarak, sağım metodu kullanarak elde edilen dışkı örneklerinden hesaplanan ham protein sindirim katsayısını da % 88.6 olarak farklı olduğunu tespit etmiş, sonuç olarak sağım metodunun alabalıklarda daha güvenilir olduğunu belirtmiştir.

Spyridakis ve diğ., (1989), *Dicentrarchus labrax*' ta altı farklı dışkı toplama tekniğinin protein ve lipit sindirim katsayıları üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Aynı rasyonun sindirim düzeyinin belirlenmesinde diseksiyon, sağım (masaj), vakum, sifonlama, otomatik kollektör ve çöktürme metotlarının kullanıldığı çalışmada, ham protein sindirim katsayıları yukarıdaki metot sırasıyla % 82.5, 84.4, 86.6, 90.4, 90.6, 94.2, lipit sindirim katsayıları yine aynı sırayla % 94.1, 95.0, 96.3, 96.0, 97.3 ve 97.1 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak *Dicentrarchus labrax* için en uygun metodun otomatik kollektör olduğu belirtilmiştir. Protein sindiriminde kollektör ve sifonlama metotları arasındaki fark, yağ sindiriminde ise vakum, kollektör ve çöktürme metotları arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.

Fernandez ve diğ., (1996) ise, *Dicentrarchus labrax*' ta diseksiyon, masaj ve sifonlama metotlarını karşılaştırmalı olarak kullandıkları araştırmada, diseksiyon

metodunda kuru madde sindirim katsayısını, sindirim kanalının ön bölümünde % 26.8, orta bölümünde % 42.6 ve son bölümünde % 56.5 olarak, masaj metodunda % 57.2, öğleden sonra tank içinden yapılan sifonlamada % 70.5, sabah yapılan sifonlamada ise % 74.0 olarak bulmuşlardır. Aynı sıralamayla azot (protein) sindirim katsayıları % 55.4, % 69.0, % 77.9, % 79.9, % 88.5, % 92.3 olarak belirlemişlerdir.

2.2.2. Sindirim indikatörleri

Çiftlik hayvanlarında eksternal ve internal birçok sindirim indikatörü kullanılmaktadır (Kotb ve Luckey, 1972). Bu indikatörlerin bazıları balıklarda yapılan sindirim denemelerinde de kullanılmıştır. Bu indikatörlerde bulunması gereken özellikler şöyle sıralanmaktadır.

1. Sindirilemez olmalı,
2. Deney hayvanının fizyolojisini etkilememeli,
3. Sindirilemeyen yem materyali ile birlikte sindirim kanalından aynı oranda hareket etmeli,
4. Yemin organoleptik özelliğini değiştirmemeli,
5. Toksik olmamalıdır.

Balık yemlerinin sindirim düzeylerinin belirlenmesinde, internal indikatör olarak asitte çözünmeyen kül (AÇK), (Bowen, 1981; De Silva ve Perera, 1983; Atkinson ve diğ., 1984; De Silva ve diğ., 1984; Morales ve diğ., 1999), aside dayanıklı organik madde (ADOM), (Buddington, 1979; Buddington, 1980; De Silva ve Perera, 1983; De Silva ve diğ., 1984), ham selüloz (HS), (Buddington, 1979; Bergot, 1981; De Silva ve Perera, 1983; De Silva ve Perera, 1984; Tacon ve Rodriguez, 1984, De Silva ve diğ., 1990; Morales ve diğ., 1999) balıklarda yapılan sindirim denemelerinde kullanılmaktadır.

Eksternal indikatör olarak, en yaygın şekilde kullanılan madde kromoksit (Cr_2O_3) tir. Bunun dışında demir tozları (Talbot ve Higgins, 1983), Titanyum dioksit (TiO_2), (Lied ve diğ., 1982; Weatherup ve Mc Cracken, 1998), Polietilen, (Tacon ve Rodriguez, 1984), Yitrium oksit (Y_2O_3), (Sugiura ve diğ., 1998; Storebakken ve diğ.,

1998, Hillestad ve diğ., 1999), Yiterbium oksit (Yb_2O_3), (Refstie ve diğ., 1997) balıklarda yapılan muhtelif sindirim denemelerinde kullanılmıştır.

Son yıllarda n-alkanlar (C_{28}-C_{32}) balıklarda yapılan sindirim denemelerinde eksternal indikatör olarak kullanılmaktadır (Gudmundsson ve Halldorsdottir, 1995; Gudmundsson ve diğ., 1995; Gudmundsson ve diğ., 1998).

Balıklarda ham besin maddelerinin sindirim derecelerini belirlemek amacıyla rasyonlara katılan indikatörler farklı sindirim katsayıları verebilmektedir. Bunu belirlemek için yukarıda bahsedilen indikatörler farklı kompozisyondaki birçok rasyonda mukayeseli olarak kullanılmış ve farklı sonuçlar elde edilmiştir. Her bir indikatör bazı avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Bu konuda yapılmış olan araştırmaları şu şekilde sıralayabiliriz.

Buddington, (1980), aside dayanıklı organik madde (ADOM) ile Cr_2O_3' ü alabalık ve üç tilapia türünde (*T. aurea, T. mossambica* ve *T. nilotica*) sindirim indikatörü olarak kullanmıştır. Araştırma sonucuna göre, rasyondaki ham külün absorbe edildiğini ve sindirim indikatörü olarak kullanılamayacağını, aside dayanıklı organik maddenin Cr_2O_3' den daha etkili bir sindirim indikatörü olduğunu belirtmektedir. Tüm türler için aside dayanıklı organik madde ile hesaplanan sindirim katsayılarının, Cr_2O_3 ile hesaplanan sindirim katsayıları arasında önemli bir farkın olmadığı aynı araştırmacı tarafından bildirilmiştir.

De Silva ve Perera, (1983), *Etroplus suratensis*' de akuatik bir bitkinin sindirimini internal indikatörler (aside dayanıklı organik madde, ham selüloz ve asitte çözünmeyen kül) kullanarak tespit etmişlerdir. Bu araştırmanın sonucuna göre asitte çözünmeyen külün en yüksek sindirim katsayısını verdiğini, aside dayanıklı organik maddenin en elverişli indikatör olduğunu tespit etmişlerdir.

Tacon ve Rodriguez, (1984), alabalıklarda bir bazal rasyona % 0.5 Cr_2O_3, % 0.5 polietilen, % 0.5 asitte yıkanmış kül katarak I. rasyonu aynı maddelerin her birini % 1 oranında katarak II. rasyonu, yine aynı maddeleri % 2 oranında katarak III. rasyonu oluşturmuşlardır. Bu üç rasyonda internal indikatör olarak da ham selülozu kullanmışlardır. Değerlendirilen bu dört indikatör arasında Cr_2O_3 ve ham selüloz en güvenilir sindirim katsayılarını vermişlerdir. Bununla birlikte % 2 seviyesindeki Cr_2O_3 içeren rasyonun tüm sindirim katsayıları diğer indikatörlerden yüksek çıkmıştır. Hem

asitte çözünmeyen kül ve hem de polietilen indikatörleri ile hesaplanan sindirim katsayıları diğer indikatörler ile hesaplanan sindirim katsayılarından düşük çıkmıştır. Sonuç olarak bu araştırmalar ışığında balıklarda yapılan sindirim denemelerinde, ham selülozun pratik yetiştiricilik şartlarında besin maddelerinin sindiriminin belirlenmesinde ümit vaat edici bir internal indikatör olarak kullanılabileceği önerilmektedir.

Atkinson ve diğ., (1984), gökkuşağı alabalığında, GUELPH dışkı toplama metodunu ve asitte çözünmeyen kül ile Cr_2O_3' i indikatör olarak kullandıkları çalışmada, her iki indikatörden hesapladıkları ham protein, kuru madde ve enerji sindirim katsayıları arasında ististiksel açıdan önemli bir farklılığın olmadığını bulmuşlardır. Ayrıca, yapılan bu araştırmada rasyondaki asitte çözünmeyen kül oranını artırmak amacıyla diatome kökenli bir silisyum kaynağı olan celite maddesi kullanılmıştır. Sonuç olarak rasyonlardaki asitte çözünmeyen kül oranının artırılmasının bu maddenin sindirim indikatörü olarak hassasiyetini artırdığı ve kromoksit indikatörüne alternatif olabileceğini belirtmektedirler.

De Silva (1985) tilapia balıklarında, akuatik bir bitkinin sindirimini, ham selüloz, asitte çözünmeyen organik madde ve asitte çözünmeyen kül indikatörlerini kullanarak yaptığı sindirim denemesinde, aside dayanıklı organik madde ve ham selüloz indikatörleri ile birbirlerine yakın sindirim katsayıları elde ederken, asitte çözünmeyen kül indikatörü ile hesaplanan sindirim katsayılarının daha yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Kabir ve diğ., (1998), alabalıklarda yeni bir sindirim indikatörü olarak demir-nikel alaşımını kullanmışlardır. Gökkuşağı alabalığı yemlerine % 0.5, 1 ve 2 oranında demir-nikel alaşımını katarak farklı dışkı toplama metotları ve aralıkları ile (6 saat, 24 saat), Cr_2O_3 ve asitte çözünmeyen kül indikatörlerini mukayese etmişlerdir. Demir-nikel alaşım indikatörüyle, tüm dışkı toplama metotları (masaj ve GUELPH sistem) ve toplama aralıklarında hesapladıkları sindirim katsayıları ile Cr_2O_3 ile hesaplanan sindirim katsayıları arasındaki farkın önemsiz olduğunu bulmuşlardır. Asitte çözünmeyen kül indikatörüyle hesaplanan ham protein sindirim katsayısı, demir-nikel alaşımı ve Cr_2O_3 indikatörleri ile hesaplanan katsayılardan önemli şekilde yüksek çıkmıştır. Sonuç olarak % 1 oranındaki demir-nikel alaşımı indikatörünün alabalıklar için ümit vaat eden eksternal indikatör olduğunu belirtmektedirler.

Gudmundsson ve diğ., (1998), Cr_2O_3, *Salvelinus alpinus*' da celite ve n-alkanları, araştırmada kullandıkları rasyonların sindirim katsayısının belirlendiği araştırmada, indikatörleri mukayeseli olarak kullanmışlardır. Bu araştırmanın sonucuna göre Cr_2O_3, celite, C_{28} ve C_{32} indikatörleri ile hesaplanan tüm sindirim katsayıları arasındaki farkların istatiksel olarak önemsiz olduğunu tespit etmişlerdir.

Morales ve diğ., (1999), ham selüloz, Cr_2O_3 ve asitte çözünmeyen kül' ü alabalıklarda altı farklı rasyon kullanarak yaptıkları sindirim denemelerinde mukayeseli olarak kullanmışlardır. Birinci rasyon kontrol grubunu oluşturmakta, diğer beş rasyon farklı oranlarda balık ununun % 40'ı yerine mısır glüteni, pamuk tohumu, bakla, soya unu ve ayçiçeği tohumu içeren rasyonlardan oluşmaktadır. Bu rasyonlardaki ham protein, azotsuz öz madde, kuru madde ve enerji sindirimleri ham selüloz, asitte çözünmeyen kül ve Cr_2O_3 indikatörleri kullanılarak belirlenmiştir. Tüm rasyonlar için asitte çözünmeyen kül indikatörü ile hesapladıkları ham protein, azotsuz öz madde, kuru madde ve enerji sindirim katsayılarını Cr_2O_3' e göre daha yüksek bulmuşlardır. Tüm rasyonlardaki besin öğelerinin ham selüloz indikatörü ile hesaplanan sindirim katsayıları Cr_2O_3 ile hesaplanan katsayılara benzer çıktığı halde, soya fasulyesi ve ayçiçeği tohumu küspesi içeren rasyonlarda ham selüloz indikatörü ile hesaplanan katsayılar, Cr_2O_3 indikatörü ile hesaplanan katsayılara göre daha düşük çıkmıştır. Sonuç olarak asitte çözünmeyen külün alabalıklardaki sindirim denemelerinde uygun olmadığını, ham selülozun etkili bir internal indikatör olduğunu belirtmektedirler.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme Yeri

Deneme Elazığ ilinin Kuzey Batısında, Elazığ iline 15 km mesafede, Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Cip Balık Üretim Tesisi ve Fakülte laboratuvarlarında yürütülmüştür.

3.1.2. Deneme Süresi

Deneme Eylül 1996 - Eylül 1997 tarihleri arasında yürütülmüştür.

3.1.3. Balık Materyali

Araştırmanın balık materyalini, Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Cip Balık Üretim Tesisinden temin edilen, yumurtadan aynı zamanda çıkmış olan, içerisinde yaklaşık 10 000 adet balık bulunan iki havuzdan Atay ve Tatar (1980) ve Çelikkale (1982) tarafından kullanılan yöntemlerle seçilen, ortalama canlı ağırlıkları 26 ± 0.14 g ve ortalama total boyları 12.26 ± 0.03 cm olan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W.) oluşturdu.

3.1.4. Yem Materyali

Araştırmada kullanılan ham madde materyalini balık unu, mısır glüteni, soya fasulyesi küspesi, et-kemik unu, buğday unu, bitkisel yağ ve yem katkı maddeleri oluşturmuştur. Rasyonlarda kullanılan ham madde materyali Elazığ Yem Fabrikasından temin edildi. Rasyonlarda azaltılan balık unu yerine kullanılan mısır glüteni Adana Nişasta ve Alkoloid Fabrikasından temin edildi. Deneme II rasyonuna

katılan ticari sentetik L-lizin mono hidroklorid, Elazığ Köytür Yem Fabrikasından temin edildi.

Araştırmada kullanılan yem maddelerinin ham besin madde bileşimleri Tablo 3.1.' de sunulmuştur.

Tablo 3.1. Deneme yemlerinde kullanılan yem ham maddelerinin yapısı, %

	Balık Unu	Mısır Glüteni	Soya Fasülyesi Küspesi	Et-Kemik Unu	Buğday Unu
Kuru Madde	89	91	89	92	89
Metabolize En.*	3698	3335	2952	2663	1226
Ham Protein	59.13	60.08	41.56	34.8	13.34
Ham Yağ	9.0	1.34	1.3	12.26	1.4
Ham Selüloz	1.0	2.0	5.9	2.2	4.3
Ham Kül	14.8	2.2	6.0	31.5	2.7

*NRC (1990) tablo verileri (kcal/kg).

Araştırma rasyonlarında kullanılan besin ham maddelerinin amino asit kompozisyonları, NRC (1990) tarafından belirtilen tablo değerlerinden derlenerek Tablo 3.2.' de sunulmuştur. Araştırma rasyonlarının esansiyel amino asit kompozisyonları, Tablo 3.2.' de belirtilen ham madde amino asit kompozisyonları ve ham maddelerin araştırma rasyonlarındaki oranları göz önünde bulundurularak hesaplandı. Deneme yemlerinin esansiyel amino asit kompozisyonları da Tablo 3.4.' de sunulmuştur.

Tablo 3.2. Deneme yemlerinde kullanılan yem ham maddelerinin esansiyel amino asit kompozisyonları, % (NRC, 1990).

Amino asitler	Balık Unu	Mısır Glüteni	Soya F.K.	Et-Kem. Unu	Buğday Unu
Arjinin	3.77	2.08	3.07	3.49	0.92
Histidin	1.61	1.40	1.14	0.96	0.38
İzolöysin	3.10	2.54	2.63	1.64	0.67
Löysin	4.99	10.23	3.62	3.06	1.08
Lizin	5.04	1.01	2.79	2.90	0.67
Metiyonin	1.99	1.78	0.65	0.65	0.18
Sistin	0.60	0.99	0.56	0.50	0.22
Fenilalanin	2.78	4.02	2.20	1.70	0.64
Tirosin	2.24	3.19	1.55	0.79	0.40
Treonin	2.76	2.22	1.72	1.65	0.54
Triptofan	0.75	0.30	0.61	0.30	0.20
Valin	3.50	3.09	2.28	2.45	0.75

3.1.5. Deneme Yemleri

Deneme yemlerini araştırmada kullanılan mısır glüteni oranları oluşturdu. Mısır glüteni, balık unu oranının azaltılması ölçüsünde, yer değiştirme metodu ile yerine artan oranlarda rasyonlara katıldı (Öztürk ve Atay, 1977; Atay ve Tatar, 1980; Alexis ve diğ., 1985; Robiana ve diğ., 1997). Buna göre, mısır glüteni katılmayan rasyon Kontrol grubunu, balık unu yerine % 15 oranında mısır glüteni katılan rasyon Deneme I grubunu, balık unu yerine % 30 oranında mısır glüteni kullanılarak hazırlanan rasyon Deneme II grubunu oluşturdu. Deneme yemlerinin oluşumu Tablo 3.3.' de sunulmuştur.

Tablo 3.3. Deneme yemlerinin yapısı, (%).

Yem Maddeleri	Kontrol	Deneme I	Deneme II
Balık Unu	47.20	32.00	17.00
Mısır Glüteni	-	15.00	30.00
Soya Fasulyesi Küspesi	20.00	20.00	20.00
Et-Kemik Unu	12.60	12.60	12.60
Buğday Unu	12.00	11.20	9.50
Yağ	6.00	7.00	8.00
Antibiyotik (zinc bacitracin)	0.10	0.10	0.10
Antioksidan [1]	0.10	0.10	0.10
Vitamin Karışımı[2]	0.90	0.90	0.90
Mineral Karışımı[3]	0.10	0.10	0.10
Kromoksit (Cr_2O_3)	1.00	1.00	1.00
Lizin	-	-	0.70
Toplam	100.00	100.00	100.00
Kimyasal Analizler (%, Kuru madde)			
Kuru Madde	92.22	92.40	93.60
Ham Protein	42.40	42.65	42.92
Ham Yağ	12.30	12.06	11.92
Metabolize Enerji (kcal/kg) **	3310.60	3331.40	3320.20
Ham Kül	13.48	12.60	11.20
Ham Selüloz	3.07	2.98	3.10
Azotsuz Öz Madde*	21.15	22.16	24.42
Cr_2O_3	0.98	0.99	1.01
Asitte Çözünmeyen Kül	0.81	0.66	0.58

[1]Butylated hydroxytoluene.
[2]Vitamin Karışımı (mg/kg): Tokoferol 30 000, Menadion 3 000, Riboflavin 6000, Pridoksin, 5 000, Kobalamin 15, Askorbik asit 15 000, Niasin 25 000, Biotin 40, Folik asit 1 000, Kolin klorid 3 000, Ca-D-Pantotenat 8 000, Retinol 12 000 000 IU, Kalsiferol 2 000 000 IU.
[3]Mineral Karışımı (mg/kg): Mn 80 000, Fe 35 000, Zn 50 000, Cu 5 000, I 2 000, Co 400, Se 150.

* Fark yöntemi ile hesaplandı.

** Tablo değerlerinden hesaplandı NRC (1990).

Rasyonlar, hazırlanırken NRC, (1990) ve New, (1987) tarafından belirtilen kriterler göz önüne alınarak % 12 ham yağ, % 42 ham protein, 3300 kcal/kg metabolize enerji içerecek şekilde hazırlandı. Rasyonların amino asit kompozisyonları ise Lovell (1989) tarafından belirtilen ihtiyaç düzeyleri göz önünde bulundurularak düzenlendi (Tablo 3.4).

Tablo 3.4. Deneme yemlerinin tablo değerlerinden hesaplama yolu ile bulunan esansiyel amino asit kompozisyonları (%).

	Kontrol	Deneme I	Deneme II
Arjinin	2.95	2.69	2.43
Histidin	1.16	1.13	1.09
İzolösin	2.29	2.21	2.12
Lösin	3.59	4.38	5.16
Lizin	3.37	2.79	2.17
Metiyonin	1.17	1.15	1.12
Sistin	0.48	0.53	0.59
Fenilalanin	2.04	2.22	2.41
Tirosin	1.52	1.67	1.80
Treonin	1.92	1.84	1.76
Triptofan	0.54	0.48	0.41
Valin	2.52	2.45	2.39

Kontrol: Kontrol rasyonuna mısır glüteni konulmadı ve rasyonun protein içeriğini ağırlıklı olarak balık unu oluşturdu. Denemede kullanılan kontrol rasyonu şu şekilde hazırlandı. NRC (1990) ve New (1987) tarafından alabalıklar için belirtilen ihtiyaç düzeyleri göz önüne alınarak, Elazığ Yem Fabrikası tarafından ticari olarak üretilen ve % 47.2 oranında balık unu içeren alabalık pelet yemi formülünün, buğday unu dışında aynı oran ve aynı ham maddeler kullanılarak kontrol rasyonu meydana getirildi. Fabrika formülünde % 13 oranında bulunan buğday unu % 1 oranında azaltılarak yerine eksternal indikatör olarak Cr_2O_3 katıldı. Eksternal indikatör olarak % 1 oranında kullanılan kromoksit ve rasyon öğeleri tamamen homojen bir karışım halini alıncaya kadar karıştırıldı. Daha sonra karışıma 1:1 oranında su ilave edilerek hamur haline getirildi. Hamur haline getirilen karışım bir kıyma makinesinden

geçirilerek peletlendi. Kıyma makinesinden alınan pelet yemler kurutma fırınının tepsilerine alınarak yem fırınında kurutuldu. İnternal indikatör olarak pelet yemdeki mevcut ham selüloz ile asitte çözünmeyen kül kullanıldı.

Deneme I: Tablo 3.3.'de belirtildiği gibi, % 47.20 oranındaki balık unu oranı dışında, kontrol rasyonunu teşkil eden aynı ham madde ve katkı maddeleri kullanılarak ve enerji düzeyleri dengelenmek suretiyle ikinci rasyon oluşturuldu. Birinci rasyondaki % 47.20 oranındaki balık unu, % 32' ye düşürülerek yerine, bitkisel kökenli protein kaynağı olarak mısır glüteni kullanıldı. Bu rasyona da kontrol rasyonunda belirtildiği şekilde % 1 oranında eksternal indikatör olarak kromoksit (Cr_2O_3) katıldı. Bu rasyonun hazırlanmasında, kontrol rasyonunun hazırlanmasında olduğu gibi, tüm rasyon öğeleri bir araya getirildikten sonra, karışım su ilavesi ile hamur haline getirildi, kıyma makinesinden geçirilerek peletlendi ve yem fırınında kurutuldu.

Deneme II: Bu rasyonda da yine diğer iki rasyonda kullanılan aynı ham madde ve katkı maddeleri kullanıldı. Kontrol rasyonunda % 47.20 oranında bulunan balık unu oranı % 17' e düşürülerek yerine bitkisel kökenli protein kaynağı olarak mısır glüteni % 30 oranında kullanıldı. Daha sonra bu rasyona da Kontrol ve Deneme I rasyonlarında uygulandığı gibi, eksternal indikatör olarak % 1 oranında (Cr_2O_3) katıldı. Rasyonların amino asit kompozisyonları, rasyonlarda kullanılan protein kaynaklarının NRC (1990) tarafından belirtilen tablo analiz değerleri göz önünde tutularak hesaplandı. Lovell (1989) tarafından belirtilen amino asit ihtiyaç düzeylerine göre bu rasyonda görülen lizin eksikliğini gidermek amacıyla rasyona sentetik (L-lizin monohidroklorid) amino asit katkısı yapıldı. Kontrol ve Deneme I için uygulanan karıştırma, peletleme ve kurutma işlemleri bu rasyon için de uygulandı.

Rasyonların tüm öğeleri ve katkı maddeleri Tablo 3.3.' de belirtilen oranlarda bir araya getirilerek homojen bir karışım halini alıncaya kadar karıştırıldı. Bir miktar su ilave edilmesi ile karışım hamur haline getirildi. Daha sonra, hamur haline getirilen yemler bir kıyma makinesinden geçirilerek peletlendi. Kurutma fırınının tepsilerine alınan yaş peletler 50 °C'ye ayarlı fırında 24 saat süreyle kurutuldu. Kurutulan 4 mm

çapındaki peletler ortalama 10 mm uzunlukta olacak şekilde kırıldı (NRC, 1990). Bu işlemlerden sonra yem torbalarına konan yemler serin ve kuru bir ortamda tüketilene kadar muhafaza edildi.

3.1.6. Deneme Tekneleri ve Kullanılan Suyun Özellikleri

Denemede, 53 cm x 50 cm x 195 cm boyutlarında yaklaşık 516 L hacimli 6 adet fiberglas tekne kullanıldı. Deneme tekneleri boş bir yavru büyütme havuzuna yerleştirildi. Tüm teknelere eşit miktarlarda verilen su (1 kg balık için 1.2 L/dk), ana depodan gelen bir borudan dağıtıldı. Su sıcaklığı civalı termometre, pH portatif pH metre ile ölçüldü. Çözünmüş oksijen Winkler Meetodu ile tayin edildi ve Tablo 4.1.' de gösterilen analizler yapıldı (APHA, 1985).

3.1.7. Fotoperyot

Deneme süresince balıklar normal gün ışığı aydınlatmasına (ortalama 12 saat gündüz: 12 saat gece) maruz kaldılar (Castell ve Tiews, 1980).

3.2. Metod

3.2.1. Balıkların Gruplandırılması: Teknelere konulan balıkların gruplandırılması tesadüfi yöntem ile yapıldı (Atay ve Tatar 1980; Çelikkale 1982). Balık boylama aracıyla seçilen ve ortalama 26 ± 0.14 g ağırlıkta olan 180 balık küçük bir havuza alındı. Buradan her tekne için tesadüfi olarak seçilen 30 'ar balık, her tekerrür için hazırlanmış olan teknelere yerleştirildi. Grup sayısı üç olup her grup ikişer tekerrürden oluşmaktadır. Teknelere yerleştirilmeden önce balıkların bireysel ağırlık ve uzunluğu ölçüldü. Tartım işleminden sonra balıklar 1/15 000' lik malaşit yeşili solüsyonundan geçirilerek teknelere yerleştiridi. Bir aylık alıştırma periyodundan sonra deneme başlatıldı.

3.2.2. Yem Tüketiminin Tespit Edilmesi

Balıkların yemlenmesi elle doyuncaya kadar yapıldı. Bu amaçla gruplar için belirli miktarda tartılmış pelet yem ayrı ayrı kaplara alınarak her ölçüm periyodunda kaplarda kalan yem tekrar tartılarak dönemlere göre yem tüketimi hesaplanmıştır.

3.2.3. Canlı Ağırlıkların Tespit Edilmesi

Balıkların, deneme başlatıldıktan sonra aylık periyotlarla tartımları ve uzunluk ölçümleri yapıldı. Tartım işleminde 0.5 g hassasiyetli dijital terazi total boy ölçümünde 1 mm ölçekli ölçüm tahtası kullanıldı. Her tartımda, her teknede bulunan balıkların bireysel olarak ağırlık ve uzunluk ölçümleri yapıldı. Ölçüm işlemlerini kolaylıkla yapabilmek için balıklara anestezi (0.5 ml/L phenoxyethanol) uygulandı (Sedgvick, 1995).

3.2.4. Yem Değerlendirme Oranının Hesaplanması

Her periyot için tüketilen yem miktarı belirlendikten sonra yem değerlendirme sayısı Çelikkale, (1982) tarafından belirtilen aşağıdaki formüle göre hesaplandı.

YDO = Harcanan yem (g) / Canlı ağırlık kazancı (g)

YDO : Yem değerlendirme oranı

3.2.5. Kondüsyon Faktörünün Hesaplanması

Kondüsyon faktörünün hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanıldı.

$$K = \frac{W}{L^3} \times 100$$

W : Balığın mutlak ağırlığı (g)

L : Balığın total boyu (cm)

3.2.6. Balıklardan Dışkı Örneklerinin Alınması

Araştırma rasyonlarındaki ham besin maddelerinin sindirim derecelerinin tespiti amacıyla, denemenin başlangıcından itibaren Kasım ayı boyunca balıklardan dışkı örnekleri Şekil 2.2.'de gösterilen sağım metodu kullanılarak alındı (Austreng 1978; Windell ve diğ., 1978; Vens-Cappel, 1985; Spyridakis ve diğ., 1989). Örnekler haftada dört kez olmak suretiyle, anüsün ortalama 1.5 cm önünden başlayarak anüse doğru sıvazlama yapılarak, rektumdaki dışkı örnekleri petri kutuları içine alındı. Örnekler her sağım öncesi balıkların çırpınmalarını engellemek için anestezi (0.5 ml/L phenoxyethanol) uygulandıktan sonra alındı (Sedgvick, 1995). Dışkı örneklerinin, mukoz ve balıklardan dökülen pullarla karışmaması için balıkların vücut yüzeyleri bir havlu aracılığıyla kurutuldu.

3.2.7. Sindirim Katsayısının Hesaplanması

Ham besin maddelerinin rasyondaki sindirim katsayılarının hesaplanması için, önce o besin maddesinin yemdeki yüzde oranı daha sonra da aynı besin maddesinin dışkıdaki yüzde oranı belirlendi. Aynı yem ve dışkı örneğinde yine aynı şekilde, kullanılan sindirim indikatörünün yüzde oranları belirlenerek aşağıda Maynard ve Losli (1969) tarafından verilen formüller aracılığıyla o besin maddesinin sindirim katsayısı (yüzdesi) hesaplandı.

$$\text{Sindirim Katsayısı, \%} = 100 - 100 \times \left(\frac{\text{Rasyondaki İndikatör, \%}}{\text{Dışkıdaki İndikatör, \%}} \times \frac{\text{Dışkıdaki besin maddesi, \%}}{\text{Yemdeki besin maddesi, \%}} \right)$$

Rasyonlardaki kuru madde sindiriminin belirlenmesi amacıyla yine Maynard ve Losli (1969) tarafından verilen formül kullanıldı. Bu amaçla önce yemdeki yüzde oranı belirlenen indikatörün daha sonra dışkıdaki yüzde oranı belirlenerek aşağıdaki formül aracılığıyla kuru madde sindirim katsayısı (yüzdesi) belirlendi.

$$\text{Kuru Madde Sindirim Katsayısı, } (\%) = 100 - 100 \text{ x} \left(\frac{\text{Rasyondaki İndikatör, \%}}{\text{Dışkıdaki İndikatör, \%}} \right)$$

Dışkı toplama periyodu boyunca balıklardan bir haftada dört kez olmak üzere, beş hafta boyunca dışkı örnekleri alındı. Birinci haftada her tekneden ayrı ayrı olmak üzere, dört kez alınan örnekler biriktirilerek birinci tekerrürü, ikinci haftada alınan örnekler biriktirilerek ikinci tekerrürü, üçüncü haftada alınan örnekler biriktirilerek üçüncü tekerrürü, dördüncü haftada alınan örnekler biriktirilerek dördüncü tekerrürü ve beşinci haftada alınarak biriktirilen örnekler beşinci tekerrürü oluşturdu (Tacon ve Rodriguez, 1984; De la Noüe ve Choubert, 1986; Gaylord ve Gatlin, 1996; Morales ve diğ., 1999). Her tekerrürde ve her tekneden alınan örnekler ayrı ayrı petri kutularında biriktirildi ve numaralandı. Böylece her tekneden, içinde bir hafta boyunca biriktirilmiş dışkı örneği bulunan 5 petri kutusu elde edilmiş oldu. Numaralanarak petri kutularına alınan dışkı örnekleri daha sonra –30 °C'de analiz edilinceye kadar dipfrizde saklandı (Tacon ve Rodriguez, 1984; Spyridakis ve diğ., 1989). Örnekler, analiz işlemlerine geçmeden önce buradan alınarak 60 °C' ye ayarlı etüvde kurutulduktan sonra desikatörde soğutuldu (Windell ve diğ., 1978). Dışkı analizlerine başlanmadan önce kuru maddeyi elde etmek amacıyla 100 °C'de 24 saat süreyle kurutuldu (Austreng, 1978; De la Noüe ve Choubert, 1986; Weatherup ve McCracken, 1998; Morales ve diğ., 1999). Her tekerrürde ve her tekneden alınan ve içinde bir hafta boyunca biriktirilmiş dışkı örnekleri bulunan her petri kutusunda ham besin maddesi analizleri yapıldı.

3.2.8. İstatistiksel Analizler

Gruplar arasındaki fark varyans analizi ve Duncan's Multiple Range test ile belirlendi (Düzgüneş ve diğ., 1993). Bu hesaplamaları yapabilmek için SPSS 6.0 bilgisayar proğramından faydalanıldı.

3.2.9. Analitik İşlemler

Yem ve dışkı örneklerindeki ham besin maddeleri Akkılıç ve Sürmen (1979) ve New (1987) tarafından belirtilen yöntemlerle yapıldı. Ham selüloz tayini De Silva (1985)' e göre, ham kül tayini New (1987)' e göre, asitte çözünmeyen kül tayini Van Keulen ve Young (1977) ve Atkinson ve diğ., (1984) tarafından belirtilen yönteme göre, kromoksit tayini ise Furukawa ve Tsukahara (1966) tarafından belirtilen metoda göre yapıldı.

4. SONUÇLAR

4.1. Denemede Kullanılan Suyun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Yapılan araştırmada kullanılan suyun belirlenen fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 4.1.' de sunulmuştur.

Tablo 4.1. Araştırmada kullanılan suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Sıcaklık	11.3 °C
pH	7.54
Oksijen	8.68 mg/L
Koku ve tat	Kokusuz
Sertlik (Ca+Mg)	25.0 FS°
Kalsiyum (Ca^{+2})	138.0 mg/L
Magnezyum (Mg^{+2})	40.9 mg/L
Karbonat ($CO_3^{=}$)	0.0 mg/L
Bikarbonat (HCO_3)	393 mg/L
Klorür (Cl^-)	25.5 mg/L
Elektriksel İletkenlik (25 °C)	746 µmho/cm
Toplam Çöz. Katı Madde (TDS)	37.5 mg/L
Organik Madde (MnO_4)	2.9 mg/L O_2
Amonyak (NH_3)	0.0 mg/L
Nitrit (NO_2)	0.0 mg/L
Fosfat(PO_4)	0.0 mg/L
Nitrat (NO_3)	0.0029 mg/L

Sindirimin incelendiği periyot ve diğer periyotlar boyunca tüm teknelerde aynı olmak üzere, kullanılan suda ölçülen oksijen, sıcaklık ve pH değerlerinin aylık ortalamaları Tablo 4.2.' de sunulmuştur. Tabloda da izleneceği üzere sindirimin incelendiği Kasım ayı boyunca teknelere verilen suyun sıcaklığının ortalama 12.2±0.3 °C, pH' nın 7.56±0.002 ve O_2' nin 8.64±0.04 mg/L olduğu tespit edildi.

Tablo 4.2. Deneme periyodu boyunca deneme teknelerine gelen suda belirlenen sıcaklık, pH ve oksijen düzeyleri.

Aylar	Sıcaklık (°C)	Oksijen (mg/L)	pH
Eylül	13.4±0.6	8.51±0.04	7.32±0.02
Ekim	13.0±0.3	8.55±0.02	7.64±0.04
Kasım	12.2±0.3	8.64±0.04	7.56±0.02
Aralık	11.9±0.4	8.71±0.05	7.45±0.10
Ocak	10.8±0.7	8.72±0.06	7.77±0.03
Şubat	8.9±0.5	8.93±0.02	7.63±0.14
Mart	9.5±0.4	8.94±0.03	7.62±0.03
Nisan	10.8±0.4	8.80±0.04	7.34±0.08
Mayıs	11.5±0.5	8.61±0.07	7.75±0.05
Haziran	12.6±0.3	8.42±0.08	7.64±0.01
Temmuz	13.3±0.7	8.11±0.02	7.66±0.08
Ağustos	15.2±0.4	8.04±0.05	7.75±0.11
Ortalama	11.9±0.48	8.58±0.078	7.60±0.044

4.2. Ham Besin Maddelerinin Sindirim Derecelerinin Belirlenmesi

Gruplardaki ham besin öğelerinin sindirim düzeylerini belirlemek amacıyla, Kasım ayı boyunca balıklardan alınan dışkı örnekleri analiz edilerek kontrol ve deneme rasyonlarındaki ham besin maddelerinin sindirim katsayıları hesaplandı.

4.2.1. Kuru madde sindirimi

Araştırma gruplarında ham selüloz, kromoksit ve asitte çözünmeyen kül indikatörlerine göre hesaplanan kuru madde sindirim katsayıları Tablo 4.3.' de verilmiştir.

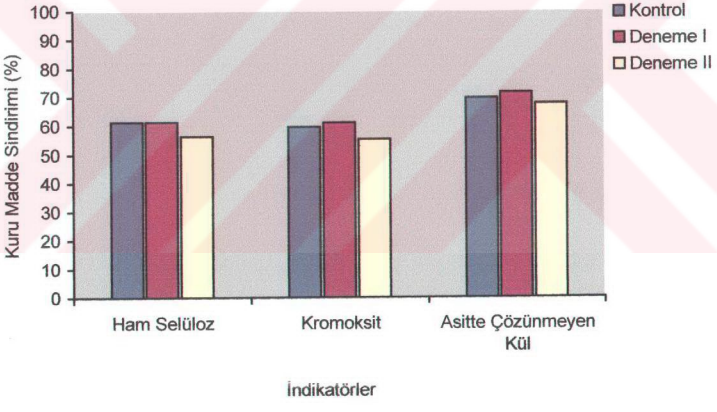
Tablo 4.3. Gruplarda ham selüloz, Cr_2O_3 ve asitte çözünmeyen kül indikatörleri ile hesaplanan kuru madde sindirim katsayıları (%), (ortalama±SH, n=5).

İndikatörler	Kontrol	Deneme I	Deneme II	p
Ham Selüloz	$61.42^{b\,x}$ (±0.52)	$61.33^{b\,x}$ (±0.18)	$56.27^{a\,x}$ (±0.42)	<0.01
Cr_2O_3	$59.65^{b\,x}$ (±0.26)	$61.07^{b\,x}$ (±0.14)	$55.21^{a\,x}$ (±0.28)	<0.01
Asitte Çözünmeyen Kül	69.58^{y} (±0.12)	71.43^{y} (±0.23)	67.64^{y} (±0.33)	-

$^{a, b}$ Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$).

$^{x, y}$ Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$).

Tablo 4.3.' de üç farklı indikatöre göre gruplarda belirlenen kuru madde sindirim düzeyleri ayrıca grafik olarak Şekil 4.1.' de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Gruplarda üç farklı indikatöre göre tespit edilen kuru madde sindirilme derecesi, (%).

Kuru madde sindirim katsayıları ham selüloz ve kromoksit indikatörleri için gruplarda % 56 - 62 arasında değişmektedir. Kuru madde sindirimi, ham selüloz

indikatörü ile hesaplandığında, Kontrol, Deneme I, Deneme II rasyonları için sırası ile % 61.42, 61.33 ve 56.27 olarak bulunmuştur. Bu indikatöre göre hesaplanan kuru madde sindirim katsayısı Kontrol ve Deneme I gruplarında benzer çıkarken, Deneme II grubunda düşük çıkmıştır. Aynı durum, kromoksit ve asitte çözünmeyen kül indikatörü ile hesaplanan katsayılar için de söz konusudur. Kromoksit indikatörü ile hesaplanan kuru madde sindirim katsayıları aynı gruplarda sırası ile % 59.65, % 61.07 ve % 55.21 olarak bulunmuştur. Tablodan da görüleceği üzere, Deneme II grubunun kuru madde sindirim katsayısı Kontrol ve Deneme I gruplarına oranla daha düşük çıkmıştır. Her grup için bu iki indikatör ile hesaplanan sindirim katsayıları arasındaki fark önemsiz bulunurken ($p>0.05$), asitte çözünmeyen kül indikatörü ile hesaplanan sindirim katsayıları diğer iki indikatöre göre yüksek çıkmıştır ($p<0.05$). Kuru madde sindiriminin asitte çözünmeyen kül indikatörü ile hesaplanan sindirim katsayıları Kontrol, Deneme I ve Deneme II rasyonları için sırasıyla % 69.58, % 71.43 ve % 67.64 olarak bulunmuştur.

4.2.2. Ham protein sindirimi

Araştırma gruplarında, ham selüloz, Cr_2O_3 ve asitte çözünmeyen kül indikatörlerine göre hesaplanan ham protein sindirim katsayıları Tablo 4.4.' de sunulmuştur.

Tablo 4.4. Gruplardaki ham selüloz, Cr_2O_3 ve asitte çözünmeyen kül indikatörleri ile hesaplanan ham protein sindirim katsayıları (%), (ortalama±SH, n=5).

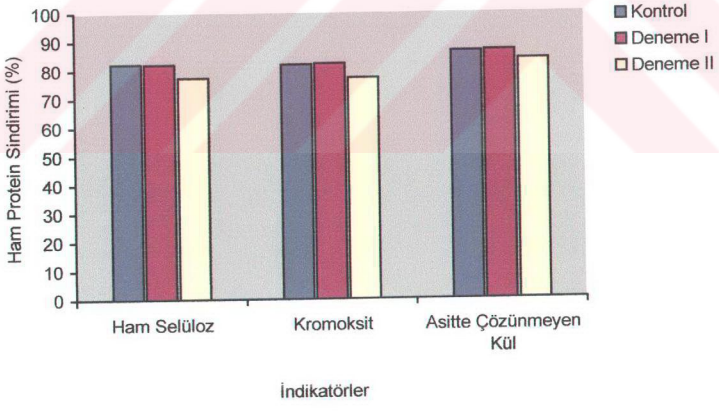
İndikatörler	Kontrol	Deneme I	Deneme II	p
Ham Selüloz	$82.20^{b\,x}$ (±0.19)	$82.08^{b\,x}$ (±0.11)	$77.34^{a\,x}$ (±0.42)	<0.01
Cr_2O_3	$81.83^{b\,x}$ (±0.12)	$82.15^{b\,x}$ (±0.19)	$77.11^{a\,x}$ (±0.35)	<0.01
Asitte Çözünmeyen Kül	$86.26^{b\,y}$ (±0.11)	$86.66^{b\,y}$ (±0.27)	$83.48^{a\,y}$ (±0.09)	<0.01

$^{a,\,b}$ Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$).

$^{x,\,y}$ Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$).

Kontrol ve araştırma rasyonlarıyla beslenen balıklarda kromoksit ve ham selüloz indikatörleriyle hesaplanan ham protein sindirim katsayıları % 77 - 83 arasında değişmektedir (Tablo 4.4.). Rasyonlardaki internal indikatör olan ham selüloz indikatörü ile hesaplanan ham protein sindirim katsayıları, Kontrol, Deneme I ve Deneme II gruplarında sırası ile % 82.20, % 82.08 ve % 77.34 olarak bulunmuştur. Araştırma rasyonlarının kromoksit indikatörü ile hesaplanan ham protein sindirim katsayıları ise aynı gruplarda sırası ile % 81.83, % 82.15 ve % 77.11 olarak hesaplanmıştır. Araştırma rasyonlarının asitte çözünmeyen kül indikatörü ile hesaplanan ham protein sindirim katsayıları ise diğer iki indikatör ile tespit edilen sindirim katsayılarından daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Bu indikatör ile hesaplanan sindirim katsayıları Kontrol, Deneme I, Deneme II grupları için sırası ile % 86.26, % 86.66 ve % 83.48 olarak tespit edilmiştir.

Kontrol ve araştırma rasyonlarının ham selüloz, Cr_2O_3 ve asitte çözünmeyen kül indikatörlerine göre hesaplanan ham protein sindirim katsayılarının grafik olarak gösterilişi Şekil 4.2.' de görülmektedir.



Şekil 4.2. Gruplarda üç farklı indikatöre göre ham proteinin sindirilme derecesi (%).

4.2.3. Ham yağ sindirimi

Kontrol ve deneme rasyonlarının ham selüloz, kromoksit ve asitte çözünmeyen kül indikatörü ile belirlenen ham yağ sindirim katsayıları Tablo 4.5.' de sunulmuştur. Tablo 4.5.' den görüleceği üzere, kullanılan indikatörlere göre belirlenen ham yağ sindirim katsayısı % 79 - 85 arasında değişmiştir. Rasyonlarda internal olarak bulunan ham selüloz indikatörü ile hesaplanan ham yağ sindirim katsayısı Kontrol, Deneme I ve Deneme II gruplarında sırasıyla % 80.15, % 79.70 ve % 78.82 olarak tespit edilmiştir. Kromoksit indikatörü ile hesaplanan ham yağ sindirim katsayıları, Kontrol, Deneme I ve Deneme II gruplarında sırası ile % 79.35, % 79.91 ve % 78.44 olarak bulunmuştur.

Tablo 4.5. Gruplarda ham selüloz, Cr_2O_3 ve asitte çözünmeyen kül indikatörleri ile hesaplanan ham yağ sindirim katsayıları, % (ortalama±SH, n=5).

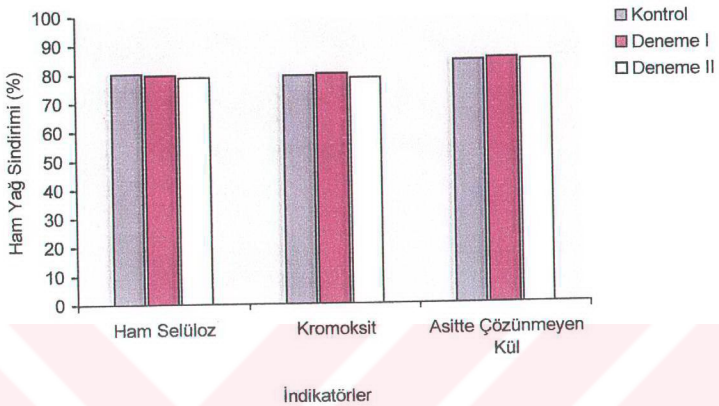
İndikatörler	Kontrol	Deneme I	Deneme II	p
Ham Selüloz	80.15^{x} (±0.11)	79.70^{x} (±0.10)	78.82^{x} (±0.32)	-
Cr_2O_3	79.35^{x} (±0.44)	79.91^{x} (±0.36)	78.44^{x} (±0.54)	-
Asitte Çözünmeyen Kül	84.28^{y} (±0.35)	85.03^{y} (±0.24)	84.35^{y} (±0.63)	-

- $p > 0.05$

$^{x, y}$ Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$).

Asitte çözünmeyen kül indikatörü ile hesaplanan ham yağ sindirim katsayıları Kontrol, Deneme I ve Deneme II rasyonları için sırası ile % 84.28, % 85.03 ve % 84.35 olarak bulunmuştur. Kontrol, Deneme I ve Deneme II rasyonlarının ham selüloz ve kromoksit indikatörleri aracılığıyla hesaplanan ham yağ sindirim katsayıları arasındaki fark önemsiz çıkarken, asitte çözünmeyen kül indikatörü ile hesaplanan ham yağ sindirim katsayısı diğer iki indikatörle belirlenen sindirim katsayısından daha yüksek çıkmıştır ($p<0.05$).

Kontrol ve araştırma rasyonlarının ham selüloz, kromoksit ve asitte çözünmeyen kül indikatörlerine göre hesaplanan ham yağ sindirim katsayılarının grafik olarak gösterilişi Şekil 4.3.' de görülmektedir.



Şekil 4.3. Gruplarda üç farklı indikatöre göre belirlenen ham yağ sindirilme derecesi (%).

4.2.4. Ham kül sindirimi

Araştırma gruplarında üç farklı indikatöre göre hesaplanan ham kül sindirim katsayıları Tablo 4.6. 'da sunulmuştur.

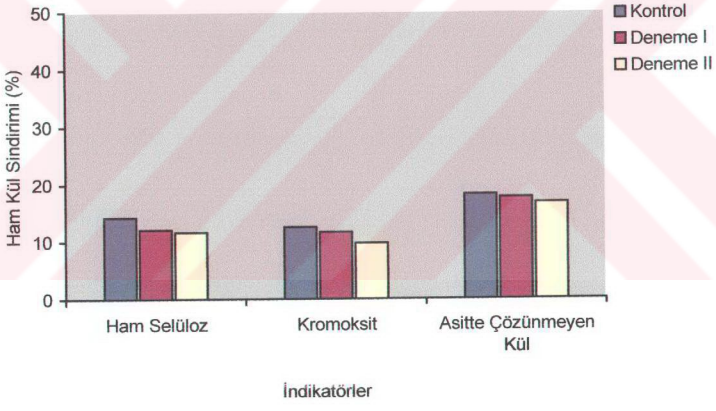
Kontrol, Deneme I ve Deneme II gruplarında, ham selüloz indikatörü ile hesaplanan ham kül sindirim katsayıları sırası ile, % 14.24, % 12.13 ve % 11.69 olarak, kromoksit indikatörü ile, % 12.54, % 11.66 ve % 9.72 olarak belirlenmiştir. Asitte çözünmeyen kül indikatörü ile belirlenen ham kül sindirimi gruplarda sırası ile % 18.21, % 17.68 ve % 16.75 olarak belirlenmiştir. Ham selüloz ve kromoksit indikatörleri arasında fark görülmezken, asitte çözünmeyen kül indikatörü ile belirlenen ham kül sindirim katsayısı diğer iki indikatörle mukayese edildiğinde yüksek çıkmıştır ($p<0.05$).

Tablo 4.6. Gruplarda ham selüloz, Cr_2O_3 ve asitte çözünmeyen kül indikatörleri ile hesaplanan ham kül sindirim katsayıları (%), (ortalama±SH, n=5).

İndikatörler	Kontrol	Deneme I	Deneme II
Ham Selüloz	14.24 ^{x} (±0.52)	12.13 ^{x} (±0.12)	11.69 ^{x} (±0.56)
Cr_2O_3	12.54 ^{x} (±0.26)	11.66 ^{x} (±0.14)	9.72 ^{x} (±0.62)
Asitte Çözünmeyen Kül	18.21 ^{y} (±0.28)	17.68 ^{y} (±0.33)	16.75 ^{y} (±0.48)

$^{x, y}$ Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$).

Üç farklı indikatöre göre hesaplanan ham kül sindirim katsayılarının grafik olarak Şekil 4.3.' de görülmektedir.



Şekil 4.4. Gruplarda üç farklı indikatöre göre ham külün sindirilme derecesi (%).

4.3. Büyüme Parametreleri

Gruplarda aylık canlı ağırlık ortalamaları Tablo 4.7.' de gösterilmektedir. Yapılan araştırma sonunda elde edilen ortalama canlı ağırlıklar Kontrol, Deneme I ve Deneme II gruplarında 313.49±0.98, 311.18±0.94 ve 221.44± 0.86 g olarak belirlenmiştir.

Aylara göre canlı ağırlıklara göz atıldığında, Kontrol ve Deneme I grupları arasında önemli bir fark tespit edilmezken, Deneme II grubunun canlı ağırlık artışı diğer gruplara göre daha düşük bulunmuştur ($p<0.05$).

Tablo 4.7. Kontrol ve deneme gruplarının aylık ortalama canlı ağırlıkları, g (n=30, ortalama±SH).

Periyotlar	Kontrol	Deneme I	Deneme II	p
Eylül	32.23±0.54	31.86±0.87	30.18±0.44	-
Ekim	43.14±0.76	42.36±0.53	37.86±0.89	0.05
Kasım	61.22±0.32[a]	60.35±0.74[a]	52.23±0.55[b]	0.01
Aralık	82.46±0.54[a]	82.38±1.55[a]	70.14±1.26[b]	0.01
Ocak	107.11±1.28[a]	105.43±.0.63[a]	87.24±0.92[b]	0.001
Şubat	132.95±1.78[a]	130.36±1.14[a]	105.38±0.58[b]	0.001
Mart	161.08±1.79[a]	160.11±0.51[a]	125.25±0.36[b]	0.001
Nisan	193.27±0.43[a]	190.21±0.66[a]	147.75±1.57[b]	0.001
Mayıs	226.42±0.92[a]	223.04±0.83[a]	170.63±0.84[b]	0.001
Haziran	259.33±1.03[a]	254.24±0.69[a]	188.11±0.93[b]	0.001
Temmuz	286.66±0.84[a]	285.43±1.03[a]	206.36±1.01[b]	0.001
Ağustos	313.49±0.98[a]	311.18±0.94[a]	221.44±0.86[b]	0.001

[a, b] Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$).

Gruplarda aylara göre bir balığın aylık ortalama canlı ağırlık artışları Tablo 4.8.' de, yemden yararlanma değerleri ise Tablo 4.9.' da verilmiştir. Tablodan izlendiği gibi ortalama canlı ağırlık artış değerleri sırasıyla Kontrol, Deneme I ve Deneme II gruplarında sırasıyla 23.95±2.35 g, 23.76±2.36 g ve 16.28±1.52 g olarak

saptanmıştır. Görüldüğü üzere % 30 oranında mısır glüteni içeren Deneme II grubunda canlı ağırlık artışlarının diğer gruplara nazaran daha az olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 4.8. Kontrol ve deneme gruplarının ortalama canlı ağırlık artışları, g.

Periyotlar	Kontrol	Deneme I	Deneme II
Eylül	6.23	5.86	4.18
Ekim	10.91	10.50	7.68
Kasım	18.08	17.99	14.37
Aralık	21.24	22.03	17.91
Ocak	24.65	23.05	17.10
Şubat	25.84	24.93	18.14
Mart	28.13	29.75	19.87
Nisan	32.19	30.10	22.50
Mayıs	33.15	32.83	22.88
Haziran	32.91	31.20	17.48
Temmuz	27.33	31.19	18.25
Ağustos	26.83	25.75	15.08
Ortalama	23.95±2.35	23.76±2.36	16.28±1.52

Tablo 4.9.' da yemden yararlanma değerleri sırasıyla Kontrol ve deneme gruplarında 16.28±1.52, 1.91±0.02 ve 2.37±0.004 olarak belirlenmiştir. Balıklar grup yemlemelerine tabi tutulduğu için yemden yararlanma bakımından gruplar arasında istatistiksel analiz yapılmamıştır.

Tablo 4.9. Gruplarda tespit edilen aylık ortalama yem dönüşüm oranları.

Periyotlar	Kontrol	Deneme I	Deneme II
Eylül	1.96	1.85	1.99
Ekim	1.79	1.93	2.14
Kasım	1.88	1.87	2.37
Aralık	1.65	2.05	2.29
Ocak	2.12	2.11	2.46
Şubat	2.08	1.98	2.41
Mart	1.85	1.97	2.35
Nisan	1.93	1.86	2.53
Mayıs	1.78	1.96	2.40
Haziran	1.86	1.83	2.63
Temmuz	1.97	1.91	2.50
Ağustos	1.73	1.71	2.39
Ortalama	16.28±1.52	1.91±0.02	2.37±0.004

Tablo 4.10' da Kontrol, Deneme I ve Deneme II gruplarının aylara göre ortalama 1.22±0.012, 1.22±0.013 ve 1.21±0.012 olan kondüsyon katsayıları arasında farklılıkların önemli olmadığı görülmektedir ($p>0.05$).

Tablo 4.10. Kontrol ve deneme gruplarının aylık ortalama kondüsyonları

Periyotlar	Kontrol	Deneme I	Deneme II
Eylül	1.12±0.004	1.14±0.008	1.12±0.003
Ekim	1.19±0.002	1.18±0.005	1.16±0.002
Kasım	1.20±0.001	1.20±0.009	1.26±0.005
Aralık	1.25±0.006	1.17±0.004	1.19±0.005
Ocak	1.24±0.007	1.26±0.004	1.25±0.008
Şubat	1.29±0.002	1.25±0.003	1.28±0.002
Mart	1.27±0.003	1.26±0.002	1.24±0.001
Nisan	1.20±0.006	1.21±0.007	1.20±0.003
Mayıs	1.19±0.006	1.28±0.003	1.26±0.004
Haziran	1.22±0.004	1.20±0.004	1.19±0.005
Temmuz	1.26±0.003	1.26±0.002	1.25±0.001
Ağustos	1.25±0.001	1.27±0.006	1.20±0.003
Ortalama	1.22±0.012	1.22±0.013	1.21±0.012

Tablo 4.11' de de görüldüğü üzere 4. Aydan itibaren gruplardaki total boy uzunlukları arasında önemli fark gözlenmiştir.

Tablo 4.11. Kontrol ve deneme gruplarının aylık ortalama total uzunlukları (cm).

Periyotlar	Kontrol	Deneme I	Deneme II	p
Eylül	14.25	14.11	13.87	-
Ekim	15.16	15.20	14.96	-
Kasım	16.97	16.88	16.11	-
Aralık	18.93	18.97	18.15	-
Ocak	20.24^{a}	20.22^{a}	19.07^{b}	0.05
Şubat	21.87^{a}	21.73^{a}	20.33^{b}	0.05
Mart	23.25^{a}	23.14^{a}	21.45^{b}	0.05
Nisan	24.78^{a}	24.32^{a}	23.14^{b}	0.01
Mayıs	25.94^{a}	25.75^{a}	24.21^{b}	0.01
Haziran	27.46^{a}	27.38^{a}	25.03^{b}	0.001
Temmuz	28.32^{a}	28.20^{a}	26.05^{b}	0.001
Ağustos	29.34^{a}	29.03^{a}	26.73^{b}	0.001

5. TARTIŞMA

Bu araştırma, alabalık rasyonlarına farklı oranlarda katılan mısır gluteninin ham besin maddelerinin sindirilme dereceleri üzerindeki etkisini eksternal ve internal indikatörler aracılığıyla tespit edilmesi ile büyüme üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yürütüldü.

5.1. Kuru madde sindirimi

Araştırma rasyonlarının kromoksit indikatörü ile hesaplanan kuru madde sindirim katsayılarına bakıldığında (Tablo 4.3.) Kontrol ve Deneme gruplarında bu katsayıların sırasıyla % 59.65, % 61.07, % 55.21 olduğu görülmektedir. Kuru madde bakımından Kontrol ve Deneme I gruplarında önemli bir fark tespit edilmezken Deneme II grubunda diğer gruplara oranla önemli bir düşüş görülmüştür ($p<0.05$). Bu farklılık, % 30 oranında kullanılan mısır glüteninin granüllü yapıda olmasının sindirilme derecesini düşürmesine bağlanabilir (Regost ve diğ., 1999). Bu bulgular yapılan pek çok çalışma ile benzerlik göstermektedir. Nitekim, alabalıklarda yaptıkları sindirim denemelerinde kuru madde sindirim katsayısını Windell ve diğ., (1978) % 54.7, Cho ve Slinger (1978) % 60.8, Tacon ve Rodriguez (1984) % 53.53, Alexis ve diğ., (1985) 63.5, Satoh ve diğ., (1992) % 57.9, Olivia-Teles ve Rodrigues (1993) % 55.5, Kabir ve diğ., (1998) % 58.87 olarak belirlemişlerdir. Bunun dışında alabalıklarda Cho ve diğ., (1974) % 77.2, Cho ve Kaushik (1990) % 69, Lanari ve diğ., (1996) % 67.92, Morales ve diğ., (1999) % 67.59, ve Weatherup ve McCracken (1998) % 66.8 düzeyinde kuru madde sindirimi tespit etmiştir.

5.2. Ham protein sindirimi

Balık rasyonlarının en önemli bölümünü proteinler oluşturmakta ve bundan dolayı da rasyonlarda kullanılan protein kaynaklarının sindirimi en önemli besin maddesi sindirimini oluşturmaktadır. Araştırmada, kromoksit indikatörü ile belirlenen ham protein sindirim katsayısı Kontrol, Deneme I ve Deneme II gruplarında sırası ile % 81.83, % 82.15 ve % 77.11 olarak belirlenmiştir. Kontrol ve Deneme I rasyonları için

kromoksit indikatörü ile belirlenen sindirim katsayıları arasındaki fark önemsiz bulunurken, % 30 mısır glüteni içeren Deneme II rasyonun sindirim katsayısındaki düşme önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Bu farklılık araştırmada kullanılan mısır glüteninin kalitesinden yani partikül büyüklüğünden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü yemlerin sindirimini etkileyen faktörlerden birisi de yemlerin partikül büyüklüğüdür (Hepher, 1988; Regost ve diğ., 1999). Bu bulgular benzeri yaklaşımla yapılan araştırma bulguları ile paralellik göstermektedir. Nitekim, benzeri rasyonlar kullanarak ve balıklardan dışkı örneklerini masaj metodu ile alarak yaptıkları çalışmalarda Higuera ve diğ., (1977) rasyondaki ham protein sindirim katsyısını % 81.1, Windell ve diğ., (1978) % 80.5, Austreng (1978) % 84.5, Dabrowski ve Dabrowska (1981) % 83.89; Alexis ve diğ., (1988) % 85, Mundheim ve Opstvedt (1989) % 82.7 olarak, Sugiura ve diğ., (1998) % 84.9, Moyano ve diğ., (1992b) % 83.4, otomatik kollektör metodunu kullanan, Vens-Cappel (1985) % 80.3, Vens-Cappell (1986) % 83.84, Gomes ve diğ., (1998) % 85.8 olarak bulmuşlardır. Yine, metabolizma odası kullanarak sindirim denemesi yapan Smith ve diğ., (1980) mısır glüteninin ham protein sindirim kasayısını % 82.4 olarak belirlerken, Gomes ve diğ., (1998) alabalıklarda in vivo, 70:30 oranı ve otomatik kollektör kullanarak mısır glüteninin sindirim katsayısını % 95.30 ve in vitro sindirim denemesinde % 81.30 olarak bulmuşlardır. Aynı araştırmada % 25 mısır glüteni içeren rasyonun ham protein sindirimi % 85.8 olarak belirlenmiştir. Lanari ve diğ., (1993) guelph sistem kullanarak mısır glüteni içeren rasyonda ham protein sindirimini % 85.51 olarak belirlemişlerdir.

Cho ve Slinger (1978) Guelph sistem kullanarak mısır glüteninin sindirim katsayısını % 93, yine Cho ve diğ., (1982); Cho ve Kaushik (1990) alabalıklarda yaptıkları sindirim denemesinde aynı dışkı toplama sistemi ve 70:30 oranını kullanarak mısır glüteni içeren rasyonların ham protein sindirim katsayısını % 96 olarak belirlemişlerdir. Guelph sistem dışkı toplama metodu kullanan Lanari ve diğ., (1995) % 93.8, Watanabe ve diğ., (1993) % 90.9, Watanabe ve Pogmaneerat (1993) % 90, Lanari ve diğ., (1996) % 87.4, Morales ve diğ., (1994; 1999) % 88.93 olarak belirlemişlerdir. Otomatik kollektör metodunu (Choubert ve diğ., 1982) kullanan Gomes ve diğ., (1995) ise mısır glüteni içeren rasyonun ham protein sindirim katsayısını % 95.3 olarak bulmuşlardır. Ufodike ve Matty (1989) mısır unu içeren rasyonların ham protein sindirim katsayısını % 90.1 olarak belirlemişlerdir.

Yapılan bu çalışmalardaki sindirim katsayıları arasındaki fark büyük oranda kullanılan dışkı toplama tekniklerinden kaynaklanmaktadır (Cho ve Kaushik 1990; Hardy 1997). Çünkü sindirim denemelerinde kullanılan dışkı toplama metoduna göre sindirim katsayıları oldukça farklılık göstermektedir. Nitekim, balıkların su ortamında bulunmalarından dolayı, kullanılan dışkı toplama metoduna bağlı olarak dışkı suyla temas ediyorsa içerdiği öğelerin bir kısmı suya kaybolabilmekte, bu da yüksek sindirim katsayılarına yol açabilmektedir (Windell ve diğ., 1978; Spyridakis ve diğ., 1989; Fernandez ve diğ., 1996).

Alabalık dışında, kültürü yapılan diğer türlere bakıldığında, mısır glüteninin *Seriola quinqueradiata* dışındaki türlerde iyi sindirildiği görülmektedir. Nitekim, Robiana ve diğ., (1997), *Sparus aurata*'da masaj metodu kullanarak yaptıkları sindirim denemesinde, sırasıyla; % 10.54, % 15.81 ve % 21.08 oranlarında % 85.37 ham protein içeren mısır glüteni kattıkları rasyonların ham protein sindirim katsayılarını yine aynı sırayla; % 92.0, % 88.55 ve % 91.65, Anderson ve diğ., (1992) masaj metodunu kullanarak yaptıkları sindirim denemesinde, farklı protein kaynaklarının *Salmo salar*'da protein ve amino asit sindirimini inceledikleri çalışmada, mısır glüteninin ham protein sindirim katsayısını % 95.0, ringa, balık ununun ham protein sindirim katsayısını % 93.8 olarak, Sugiura ve diğ., (1998) *Oncorhynchus kisutch*'da ve alabalıkta, 70:30 oranı ve Guelph dışkı toplama metodunu kullandıkları sindirim denemesinde mısır glüteninin ham protein sindirim katsayısını sırasıyla % 91.9 ve % 97.3, aynı şekilde Masumoto ve diğ., (1996) tarafından *Seriola quinqueradiata*'da farklı protein kaynaklarının protein ve amino asit sindirim katsayılarının incelendiği çalışmada mısır glüteninin ham protein sindirim katsayısı % 55.1 olarak bulunurken, kazeinin % 99, kahverengi balık ununun % 94.2, tam yağlı soyanın % 90.2 olarak bulunmuştur. Regost ve diğ., (1999) tarafından Guelph dışkı toplama sistemi kullanılarak *Psetta maxima* rasyonlarına % 20, % 40 ve % 57 oranlarında mısır glüteni katılan rasyonların ham protein sindirim katsayıları sırasıyla; % 88.5, % 79.1 ve % 73.9 olarak bulunmuştur. Yine, Brown ve diğ., (1985) tarafından *Ictalurus punctatus*' da yapılan sindirim denemesinde mısır glüteninin ham protein sindirim katsayısı % 92 olarak belirlenirken, balık ununun sindirim katsayısı % 86 olarak belirlenmiştir.

5.3. Ham yağ sindirimi

Araştırmada, kromoksit indikatörü kullanılarak Kontrol, Deneme I ve Deneme II gruplarında ham yağ sindirim katsayıları sırası ile % 79.35, % 79.91, % 78.44 olarak tespit edilmiştir. Gruplar arasında ham yağ sindirimi açısından önemli bir fark görülmemiştir. Bu da alabalıkların, yağları erime derecelerine bağlı olarak oldukça yüksek düzeylerde sindirebilmelerine bağlanabilir (Atherton, 1975). Nitekim, Austreng ve diğ., 1980 ve (NRC, 1990) tarafından da aynı durum net olarak ortaya konulmuştur. Austreng (1978) tarafından alabalıklarda masaj metodu kullanılarak elde edilen % 85, Austreng ve diğ., (1980) tarafından diseksiyon metodu kullanılarak elde edilen % 85.9, Alexis ve diğ., (1988) tarafından masaj metodu kullanılarak elde edilen % 78.6, Windell ve diğ., (1978) tarafından diseksiyon metodu ile % 83.9, Ellis ve Smith (1984) tarafından elde edilen % 86.3 olarak belirlenen ham yağ sindirim katsayıları deneme gruplarındaki ham yağ sindirim katsayıları ile paralellik göstermektedir. Yine, Cho ve diğ., (1974) alabalıklarda ham yağ sindirim katsayısı % 89.1, Higuera ve diğ., (1977) % 93.4, Guelph sistem kullanılarak Cho ve Slinger (1979) tarafından % 97, Cho ve Kaushik (1990) tarafından % 93, Lanari ve diğ., (1995) tarafından % 89, Satoh ve diğ., (1992) tarafından yine aynı sistem kulanılarak % 95.4 olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar arasında, ham yağ sindiriminde görülen farklı katsayılar ham protein sindiriminde olduğu gibi kullanılan farklı dışkı toplama metodundan, sindirim denemelerinde kullanılan balıkların bulunduğu suyun sıcaklığından ve rasyonlarda kullanılan yağların farklı erime derecelerine sahip olmalarından kaynaklanmaktadır (NRC 1990; Cho ve Kaushik 1990).

5.4. Ham kül sindirimi

Kontrol ve deneme gruplarındaki ham kül sindirim katsayılarına göz atıldığında ham selüloz ve kromoksit indikatörlerine göre sırayla Kontrol, Deneme I ve Deneme II gruplarındaki ham kül sindirim katsayıları % 12.54, % 11.66 ve % 9.72 olduğu görülmektedir. Alabalık rasyonlarındaki ham kül sindirimini inceleyen Tacon ve Rodriguez (1984) tarafından elde edilen sindirim katsayıları ile mukayese edildiğinde

bu yazarlar tarafından üç farklı rasyon için elde edilen % 11.10, % 8.67 ve % 15.68' lik sindirim katsayıları ile benzerlik göstermektedir.

5.5. Kullanılan indikatörlerin karşılaştırılması

Sindirim katsayılarına göz atıldığında (Tablo 4.3., Tablo 4.4., Tablo 4.5. ve Tablo 4.6.) ham selüloz ve kromoksit indikatörleri ile hesaplanan sindirim katsayıları arasında önemli bir fark bulunmadığı ($p>0.05$), asitte çözünmeyen kül indikatörü ile hesaplanan sindirim katsayıları ile bu indikatörlerle hesaplanan sindirim katsayıları arasındaki farkın ise önemli olduğu görülmektedir. Kontrol ve araştırma gruplarında kullanılan internal indikatör ham selüloz ile eksternal indikatör kromoksit arasında Buddington (1980), De Silva ve Perera (1983), Tacon ve Rodriguez (1984), Morales ve diğ., (1999) tarafından da belirtildiği gibi çok iyi bir uyum olduğu gözlenmiştir. Bilindiği üzere ham selüloz lignin, hemiselüloz, selüloz, kitin gibi maddeleri kapsamakta ve zayıf asit ile alkalilerde çözünmemektedir. Ham selüloz kısa bir sindirim kanalına sahip olan ve sindirim organlarında mikrobiyal sindirim mevcut olmayan alabalıklar tarafından sindirilememektedir (Bergot, 1981). Bu nedenle, ham selüloz alabalık rasyonlarında sindirim indikatörü olarak rahatlıkla kullanılabilmektedir. Bu araştırmada elde ettiğimiz sindirim katsayılarına göz atıldığında ham selüloz ve kromoksit indikatörleri ile hesaplanan sindirim katsayıları arasındaki farkın önemsiz olduğu görülürken, asitte çözünmeyen kül indikatörü ile hesaplanan sindirim katsayıları ile uyumlu olmadığı görülmektedir. Asitte çözünmeyen kül indikatörü ile hesaplanan ham besin öğelerinin sindirim katsayıları kromoksit ve ham selüloz indikatörleri ile hesaplanan sindirim katsayılardan daha yüksek çıkmıştır. Asitte çözünmeyen kül indikatörünün sindirim kanalından sindirilen materyale göre anormal geçiş hızlarından kaynaklanabilir. Atkinson ve diğ., (1984) alabalık rasyonlarında asitte çözünmeyen kül indikatörü (celite ilaveli) ile kromoksit indikatörleri arasında uyum gözlerken, Tacon ve Rodriguez (1984) asitte çözünmeyen kül indikatörünün ham selüloz ve kromoksit indikatörlerinden daha düşük sindirim katsayısı verdiğini belirtmektedir. Morales ve diğ., (1999) ise alabalıklarda aynı rasyonlarda kullandığı ham selüloz, asitte çözünmeyen kül ve kromoksit indikatörlerinden, ham selüloz ve kromoksit indikatörlerinin benzer katsayılar verdiğini asitte çözünmeyen külün ise daha yüksek

katsayılar verdiğini belirtirken, De Silva ve Perera (1983) ise aynı rasyonlarda asitte çözünmeyen külün asitte çözünmeyen organik madde ve ham selüloza göre daha yüksek sindirim katsayısı verdiğini belirtmektedir. Farklı şekilde De Silva ve diğ., (1990) *Orechromis aureus*' da yaptığı sindirim denemesinde ham selüloz indikatörünün kromoksitten daha yüksek sindirim katsayısı verdiğini belirtmektedir. Asitte çözünmeyen kül indikatörünün sindirim denemelerinde güvenle kullanılabilmesi için rasyonlardaki oranlarının mutlaka yükseltilmesi gerekmektedir. Nitekim, birçok araştırmacı asitte çözünmeyen kül indikatörünün hassasiyetini artırmak amacıyla, rasyonlara diyatome kökenli silisyum kaynağı olarak celite maddesini veya asitte yıkanmış kum ilave etmişlerdir (Tacon ve Rodriguez (1984); Gudmundsson ve Halldorsdottir, 1995; Gudmundsson ve diğ., 1995; Gudmundsson ve diğ., 1998).

5.6. Büyüme parametreleri

Araştırma sonunda elde edilen ortalama canlı ağırlıklar Kontrol, Deneme I ve Deneme II gruplarında sırasıyla 313.49±0.98, 311.18±0.94, 221.44±0.86 g olarak saptandı. Kontrol ve Deneme I grupları arasında önemli bir fark tespit edilmezken ($p>0.05$), Deneme II grubundaki ortalama canlı ağırlığın diğer iki gruba göre düşük olduğu saptanmıştır ($p<0.01$). Bu farklılıklar Deneme II grubundaki % 30 oranında bulunan mısır glüteninin ham besin maddelerinin sindirilme derecelerinin farklılığına ve lizin dışında marjinal değerlerde bulunan amino asitlere bağlanabilir. Nitekim, Tablo 4.3. ve Tablo 4.4.' e göz atıldığında kuru madde ve ham protein sindirilme düzeyleri Deneme II grubunda daha düşük bulunmuştur. Araştırma bulguları farklı düzeylerde mısır glüteni ve bitkisel protein içeren rasyonların balıklarda büyüme üzerinde etkilerini saptamak amacıyla yapılan bulgular ile uyum içindedir. Nitekim, Atay ve Tatar (1980) tarafından belirtildiği gibi, % 29.4 mısır glüteni + % 39.14 et-kemik unu içeren rasyonlarla beslenen balıklarda, balık ununun tamamı yerine mısır glüteni ve et-kemik unu kullanılması canlı ağırlık artışında düşmeye neden olmuştur. Benzer şekilde Öztürk ve Atay (1977) tarafından alabalık rasyonlarına artan oranlarda katılan pamuk tohumu ve ayçiçek tohumu küspeleri büyümede gerilemeye neden olmuştur. Erkoyuncu (1977) tarafından da balık ununun % 55' ten % 35' e düşürülerek yerine mısır glüteni kullanılması diğer oranlara nazaran tavsiye edilmiştir.

Aylar ortalaması dikkate alındığında Kontrol rasyonunun Yem değerlendirme sayısı 1.88, Deneme I grubunun 1.91 ve Deneme II grubunun 2.37 olduğu görülmektedir. Kontrol ve Denme I grubundan elde edilen değerler, Sarıhan ve Tekelioğlu (1980), Gropp ve diğ., (1979), Atay ve Tatar (1980), Kanidyev ve Sklyarov (1977), Cho ve diğ., (1974) tarafından bulunan değerlerle uyum göstermesine rağmen, rasyonlarında yüksek oranlarda mısır glüteni bulunduran rasyonlarla deneme yapan Moyano ve diğ., (1992a), Regost ve diğ., (1999), Fauconneau (1988), Morales ve diğ., (1994), Gomes ve diğ., (1995) tarafından bulunan değerlerle uyum sağlamamıştır. Bu durumun kullanılan farklı ham protein düzeylerindeki ve kalitesindeki mısır glüteni ve farklı deneysel şartlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Yemden yararlanma bakımından Kontrol ve Deneme I grupları arasında önemli bir fark tespit edilmezken, Deneme II grubu ile diğer gruplar arasında önemli bir fark tespit edilmiştir. Diğer bir deyişle balık unu ve % 15 mısır glüteni içeren gruplarda yem değerlendirmesi hemen hemen aynı düzeyde olmuştur. Alexis ve diğ., (1985), Lanari ve diğ., (1993), Watanabe ve Pongmaneerat (1993), Watanabe ve diğ., (1993), Lanari ve diğ., (1996), Morales ve diğ., (1999) tarafıdan mısır glüteninin alabalık rasyonlarında kullanılması ile ilgili yapılan çalışmalarda Deneme I grubunduki sonuçlara benzer bulgular elde edilmiştir.

Sonuç olarak, alabalık rasyonlarına % 15 oranında katılan mısır glüteninin herhangi bir amino asit ilavesi yapılmadan diğer hayvansal kökenli protein kaynakları ile rahatlıkla kullanılabileceği kanısına varılmıştır. Ancak, % 30 oranında rasyona katılan mısır glüteninin aynı oranda değerlendirilmediği, ham besin maddelerinin sindirilme derecelerini düşürdüğü, büyümede gerilemeye yol açtığı ancak bu orandaki mısır glüteninin diğer esansiyel amino asitlerle desteklenmesi, ham madde kalitesinin de iyi olması gerektiği belirtilebilir. Ayrıca, alabalık rasyonlarında ham selüloz indikatörünün ekstra bir masraf yapılmadan sindirim indikatörü olarak kromoksit gibi güvenle kullanılabileceği söylenebilir.

KAYNAKLAR

Akkılıç, M. ve Sürmen, S., 1979, Yem maddeleri ve hayvan besleme laboratuvar kitabı. A.Ü. Veteriner Fakültesi, yayın no: 357, Ankara, 208 s.

Ergün, A., Çolpan, İ., Yıldız, G., Küçükersan, S., Muğlalı, H., Doğan, Ş.D., Yalçın, S., Küçükersan, M.K., Önol, A. ve Şehu, A. 1999, Yemler yem hijyeni ve teknolojisi. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 264 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 substition 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. Thalassographica, 11, 1, 19-26.

Anderson, J. S., Lall, S.P., Anderson, D.M. and Chandrasoma, J., 1992, Apparent and true availability of amino acids from common feed ingredients for atlantic salmon (*Salmo salar*) reared in sea water. Aquaculture, 108, 111-124.

American Public Health Association (APHA), 1985, Standart methods for the examination water and wastewater., 16 th. Ed., WPCF., Washington, 1268 p.

Atay, D. ve Tatar, O., 1980, Rasyonlarda balık unu yerine et-kemik unu ve mısır glüteni kullanılmasının alabalıklar üzerine etkileri. Doğa Vet. Hay./Tar. Orm., 4, 22-30.

Atherton, W. D., 1975, The effect of different levels of dietary fat on the growth of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). J. Fish Biol., 7 (5): 565-571.

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 the gastro intestinal tract. Aquaculture, 13, 265-272.

Austreng, E., Skrede, A. and Eldegård, Å., 1980, Digestibility of fat and fatty acids in rainbow trout and mink. Aquaculture, 19, 93-95.

Bergot, F., 1981, Digestibility of a purified cellulose by the rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and the common carp (*Cyprinus carpio*). Reprod. Nutr. Develop., 21, 1, 83-93.

Bowen, S. H., 1981, Digestion and assimilation of periphytic detrital aggregate by *Tilapia mossambica*. Trans. Am. Fish. Soc., 110: 239-245.

Bowen, S. H., 1987, Dietary protein requirements of fishes- a reassessment. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 44, 1995-2001.

Brown, P. B., Strange, R.J. and Robbins, 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 zillii* (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.

Cardenete, G., Morales, A.E., Higuera, M.De la and Sanz, A., 1993, Nutritive evaluation sunflower meal as a protein source for rainbow trout. In: S.J. Kaushik and Luquet (eds.), Fish Nutrition in Practice, Biarritz (France), June 24-27, 1991, P. INRA, Paris (Les Colloques, no 61), 927-931.

Castell, J. D. and K. Tiews, 1980, Report of the EIFAC, IUNS and ICES working group on the standardization of methodology in fish nutrition research. Hamburg Federal Republic of Germany, 21-23 March, 1979. EIFAC Tech. Pap., (36):24 p.

Cho, C.Y., Bayley, H.S., Slinger, S.J., 1974, Partial replacement of herring meal with soybean meal and other changes in a diet for rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Can. J. Fish. Aquat. Sci.,13: 1523-1528.

Cho, C.Y. 1993, Digestibility of feedstuffs as a major factor in aquaculture waste management. In: Fish Nutrition in Practice, Biarritz (France), June 24-27, 1991, eds. S.J. Kaushik and Luquet, P. INRA, Paris (Les Colloques, no 61), 365-374.

Cho, C.Y. and Slinger, S.J., 1979, Apparent digestibility measurement in feedstuffs for rainbow trout, In: Halver, J.E., Tiews, K., (Eds.), Proc. World Symp. on Finfish nutrition and fishfeed technology, Hamburg, 20-30 June 1978, Vol II, 239-247.

Cho, C.Y. ve Kaushik,S. J., 1990, Nutrition energetics in fish: energy and protein utilization in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). World Rev. Nutr. Diet., 61, 132-172.

Cho, C.Y., Slinger, S.T. ve Bayley., H.S., 1982, Bioenergetics of salmonid fishes: Energy intake, expenditure and productivity. Comp. Biochem. Physiol., 73B, 25-41.

Choubert, G., de la Noue, J. and Luquet, P., 1982, Digestibility in fish: Improved device for the automatic collection of feces. Aquaculture, 29, 185-189.

Çelikkale, M. S., 1982, Kafeslerde alabalık yetiştiriciliğinde değişik stok ve yemleme tekniklerinin karşılaştırılması. A.Ü. Ziraat Fak. Yay. 820, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler, 484, ANKARA.

Çelikkale, M. S., 1988, İçsu balıkları ve yetiştirirciliği. KTÜ Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksek Okulu, KTÜ Basımevi, Cilt I, Yayın no. 2, Trabzon, 419s.

Dabrowska, H. and Wojno, T., 1977, Studies on the utilisation by rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich.) of feed mixtures containing soy bean meal and an addition of amino acids. Aquaculture, 10, 297-310.

Dabrowski, K., 1983, Comparative aspects of protein digestion and amino acid absorption in fish and other animals. Comp. Biochem. Physiol., 74A, 417-425.

Dabrowski, K., 1986, Protein digestion and amino acid absorption along the intestine of the common carp (*Cyprinus carpio* L.) a stomachless fish: a in vivo study. Reprod. Nutr. Dévelop., 26, 3, 755-766.

Dabrowski, K. and Dabrowska, H., 1981, Digestion of protein by rainbow trout (*Salmo gairdneri* Ric.) and absorption of amino acids within the alimentary tract. Comp. Biochem. Physiol., 69A, 99-111.

De Silva, S. S., 1985, Evaluation of the use of internal and external markers in digestibility studies. In: Cho, C.Y., Cowey, C.B., Watanabe, T. (eds)., Finfish nutrition in Asia: Methodological approaches to resesrch and development, IDRC-233e, Ottawa, Canada, 96-102.

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 Parera. M. K., 1984, Digestibility in *Sarotherodon niloticus* fry: effect of dietary protein level and salinity with further observations on variability in daily digestibility. Aquaculture, 38, 293-306.

De la Noüe, J. and Choubert, G., 1986, Digestibility in rainbow trout: Comparison of the direct and indirect methods of measurement. Prog. Fish. Cult. 48, 3, 190-195.

De Silva, S. S., Perera, M. K. and Maitipe, P., 1984, The composition, nutritional status and digestibility of the diets of *Sarotherodon mossambicus* from nine man-made lakes in Sri Lanka. Environmental Biology of Fishes, 11: 205-219.

De Silva, S. S., Shim, K.F. and Ong, A.K., 1990, An evaluation of the methods used in digestibility estimations of a dietary ingredient and comparisons on external and internal markers and time of faeces collection in digestibility studies in fish, *Orechromis aureus*. Reproduction, Nutrition and Development, 30, 215-26.

Düzgüneş, O., Kesici, T. ve Gürbüz, F., 1993, istatistik metotları. II Baskı, A.Ü. Ziraat Fakültesi, yayın no: 1291, Ankara, 218 s.

Ellis, R. W. and Smith, R. R., 1984, Determining fat digestibility in trout using a metabolic chamber, Prog. Fish. Cult., 46, 116-119.

Erkoyuncu, 1977, Alabalık rasyonlarına bir kısmı yerine mısır glüteninin ve melas mayasının ayrı ayrı ve birlikte kullanılma olanakları. Doktora tezi, A.Ü. Ziraat Fak.

Fauconneau, B., 1998, Partial substitution of protein by a single amino acid or an organic acid in rainbow trout, Aquaculture, 70, 97-106.

Fernandez, F., Miquel, A.G., Cumplido, L.R., Guinea, J. ve Ros, E., 1996, Comparisons of faecal collection methods for digestibility determinations in gilthead sea bream. J. Fish Biol., 49, 735-738.

Furukawa, A. and Tsukahara, H., 1966, On the acid digestion method for the determination of chromic oxide as an index substance in the study of digestibility in fish feed. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 32, 502-506.

Gaylord, T. G. ve Gatlin, D. M., III., 1996, Determination of digestibility coefficients of various feedstuffs for red drum (*Sciaenops ocellatus*). Aquaculture, 139: 303-314.

Gomes, E. F., Corraze, G. and Kaushik, S., 1993, Effects of incorporation of co-extruded plant protein (rapeseed adn peas) on growth nutrient utilization and muscle fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 113, 339-353.

Gomes, E. F., Olivia Teles, A., Gouveia, A. and Rema, P., 1998, In vivo and in vitro digestibility of diets and feedstuffs for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). J. Appl. Ichthyol., 14, 109-111.

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.

Gropp, J., Koops, H., Tiews, K. and Beck, H., 1979, Replacement of fish meal in trout feed by other feedstuffs. In: T.V.R. Pillay and W.A. Dill (Eds.), Advances in Aquaculture, pp. 596-601. Farnham, England, Fishing News Books.

Gudmundsson, O. and Halldorsdottir, K., 1995, The use of *n*-alkanes as markers for determination of intake and digestibility of fish feed. J. Appl. Ichthyol., 11, 354-358.

Gudmundsson, O., Halldorsdottir, K. ve Bjornsson, H., 1998, Comparison of chromic oxide celite and *n*-alkanes as dietary markers for digestibility determination in fish. 8 th World Conference on Animal Production, June 28-July 4 1998, Seoul National University, Seoul, Korea.

Gudmundsson, O., Tryggvadottir, S. V., Petursdottir, Th. ve Halldorsdottir, K., 1995. Measurements of feed intake and excretion in fish using radiography or chemical indicators. Watt. Sci. Tech., 31, 10, 131-136.

Hajen, W. E., Beames, R. M., Higgs, D. A. and Dosanjh, B. S., 1993, Digestibility of various feedstuffs by post-juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in sea water. 1. Validation of technique. Aquaculture, 112, 321-332.

Hardy, R. W., 1997, Understanding and using digestibility coefficients in fish nutrition. Aquaculture Magazine (May/June) 1997, 84-88.

Heggerbert, T.G., 1996, Role of aquaculture in world fisheries, In: Heggerbert, T.G., (editor)., The role of aquaculture in world fisheries, Proceedings of the World Fisheries Congress, Theme 6, Oxford & IBH Publising Co. Pvt. Ltd., New Delhi, 1-6.

Hepher, B., 1988, Nutrition of pond fishes. Cambridge University Press, Cambridge, 388 s.

Higuera, M. De La., Murillo, A., Varella, G. ve Zamora, S., 1977, The influence of high dietary fat levels on protein utilisation by trout (*Salmo gairdneri*). Comp. Biochem. Physiol., 56A(1): 37-41.

Higuera, M. de la, Garcia-Gallego, M., Sanz, A., Cardenete, G., Suarez, M. D. and Moyano, 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. ve Berge, G. M., 1999, Determination of digestibility of commercial salmon feeds. Aquaculture, 179: 81-94.

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.

Kanid'yev, A. N. and Sklyarov, V. Ya., 1977, A study of effectiveness of granulated feeds based on vegetable protein with added synthetic amino acids for rainbow trout (*Salmo gairdneri*). J. Icht., 17(3), 464-470.

Kotb, A.R. and Luckey, T.D., 1972, Markers in nutrition. Nutrition Abstracts and Reviews., 42, 813-845.

Lanari, D., D' Agaro, E., and Ballestrazzi, R., 1993. Effect of protein level in high energy feeds on effluent water quality and performance and digestibility in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). R. Riv. Ital. Acquacolt., 28, 3, 127-141.

Lanari, D., D' Agaro, E.D. and Ballestrazzi, R., 1995, Effect of dietary DP/DE ratio on apparent digestibility, growth and nitrogen and phosphorus retention in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Aquacult. Nutr. 1, 2, 105-110.

Lanari, D., D' Agaro, E. ve Turri, C., 1996, Effect of means of offering diets containing different protein concentrations to salmonids. Riv. Ital. Acquacolt., 31(1): 5-22.

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, T., 1989, Nutrition and feeding of fish. An AVI Book, Published by Van Nostrand Reinhold, New York, 260 p.

Masumoto, T., Ruchimat, T., Ito, Y., Hosokawa, H. and Shimeno, S., 1996, Amino acid availability values for several protein sources for yellowtail (*Seriola quinqueradiata*). Aquaculture, 146, 109-119.

Maynard, L.A. and Losli, J.K., 1969, Animal Nutrition, Sixth Edition, McGraw-Hill, New York, 613 s.

Morales, A.E., Cardanete, G., De la Higuera, M. and Sanz, A., 1994, Effects of dietary protein source on growth, feed conversion and energy utilisation 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 inert markers alternative to chromic oxide in digestibility studies with rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 179, 71-79.

Moyano, F.J. Cardenete, G. ve De la Higuera, M. 1991. Nutritive and metabolic utilisation of proteins with high glutamic acid content by the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Comp. Biochem. Physiol., 100A (3): 759-762.

Moyano, F. J., Cardenete, G. and De la Higuera, M., 1992a, Nutritive value of diets containing a high percentage of vegetable proteins for trout, (*Oncorhynchus mykiss*). Aquat. Living Resour., 5, 1, 23-29.

Moyano, F.J. Cardenete, G. and De la Higuera, M., 1992b, Use of two vegetable by-products as protein sources in rainbow trout. Anim. Prod., 55, 2, 277-284.

Mundheim, H. ve Opstvedt, J., 1989, Effect of dietary level of protein and fiber on apparent protein destibility in the rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and salmon (*Salmo salar*) and comparison of protein digestibility in mink (*Mustela vison*), rainbow trout and salmon. Proceedings of the third international symposium on feeding and nutrition in fish, August 28-September 1, 1989, Toba, JAPAN. Takeda, M., Watanabe, T. eds. 1990. pp. 195-200.

Murai, T., 1992, Protein nutrition of rainbow trout. Aquaculture, 100, 191-207.

New, M.B., 1987, Feed and Feeding of Fish and Shrimp, ADCP/REP/87/26,FAO, UNDP, Rome.

Nicolas, R., 1991, Su ürünleri yetiştiriciliğinde karma yemler ve kullanımı. Eğitiminin 10. yılında Su Ürünleri Sempozyumu, 12-14 Kasım, Ege Ün. Basımevi, İzmir.

NRC, 1990, Nutrient Requirements of Coldwater Fishes, No 16, National Academy Press, Washington DC, 63 s.

Olivia-Teles, A., Rodrigues, A.M. 1993. The effect of high temperature and diet protein level on metabolic utilisation of diets by rainbow trout. In: S.J. Kaushik and Luquet (eds.), Fish Nutrition in Practice, Biarritz (France), June 24-27, 1991, P. INRA, Paris (Les Colloques, no 61), 301-306.

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. TÜBİTAK VHAG, Proje no: VHAG-276, 47 s.

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 by corn gluten meal in diet for turbot (*Psetta maxima*), Aquaculture, 180: 99-117.

Robiana, L., Moyano, F.J., Izquierdo, M.S., Soccoro, J., Vergara, J.M. and Montero, D., 1997, Corn gluten meal and bone meals as protein in diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*): Nutritional and histological implications. Aquaculture, 157, 347-359.

Sarı, M. ve Çakmak, M.N., 1996, Balık Besleme. Fırat Üniv. Yay., Yayın No. 37, Elazığ, 270 s.

Sarıhan, E. ve Tekelioğlu, N., 1980, Fiber glass teknelerde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği, Vet. Hay./ Tar.Orm., 4, 104-108.

Satoh, S., Cho, C.Y. and Watanabe, T., 1992, Effect of fecal timing on digestibility of nutrients in rainbow trout diet with the Guelph and TUF feces collection systems. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 58, 6, 1123-1127.

Sedgvick, S.D., 1995, Trout farming handbook. Fishig News Books, Osney Mead, Oxford, 164 s.

Shang, Y.C., 1996, The role of aquaculture in world fisheries. In: Heggerbert, T.G., (editor)., The role of aquaculture in world fisheries, Proceedings of the World Fisheries Congress, Theme 6, Oxford & IBH Publising Co. Pvt. Ltd., New Delhi, 24-42.

Shimeno, S., Mima, T., Imanaga, T. and Tomaru, K., 1993, Inclusion of combination of defatted soybean meal, meat meal and corn gluten meal to yellowtail diets. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 59, 11, 1889-1895.

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.

Smith, R. R., 1971, A method for measuring digestibility and metabolisable energy of fish feeds. Prog. Fish-Cult., 33, 3, 132-134.

Smith, R. R., 1976, Metabolizable energy for feedstuffs for trout. Feedstuffs, 48, 23, 16-17.

Smith, R. R., Peterson, M.C. and Allerd, A.C., 1980, The effect of leaching on apparent digestion coefficients in determining digestibility and metabolizable energy of feedstuffs for salmonids. Prog. Fish-Cult., 42, 4, 195-199.

Smith, R. R., Kincaid, H.L., Regenstein, J.M. and Rumsey, G.L., 1988, Growth, carcass composition and taste of rainbow trout of different strains fed diets containing primarily plant or animal protein. Aquaculture, 70, 4, 309-321.

Spyridakis, P., Metailler, R. and Riaza, A., 1989, Studies on nutrient digestibility in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). 1. Methodological aspects concerning faeces collection. Aquaculture, 77, 61-70.

Storebakken, T., Shearer, K.D., Refstie., Lagocki, S. and Mc Cool, J., 1998, Interactions between salinity, dietary carbohydrate source and carbohydrate concentration on the digestibility of macronutrients and energy in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 163, 3-4, 345-357.

Sugiura, S. H., Dong, F. M., Rathbone, C. K. and Hardy, R. W., 1998, Apparent protein digestibilty and mineral availabilities in various feed ingredients for salmonid feeds. Aquaculture, 159, 177-202.

Tacon, A.G.J. and Rodrigues, A.M.P., 1984, Comparison of chromic oxide, crude fibre, polyethylene and 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 carnivorous fish species alternatives to fishmeal and other fishery resources. FAO Fisheries Circular. No. 881. Rome, FAO, 35 p.

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.

Ufodike, E.B.C., and Matty, A.J., 1989, Effect of potato and corn gluten on protein and carbohydrate digestibility by rainbow trout. Prog. Fish. Cult., 51, 113-114.

Van Keulen, J. and Young, B. A., 1977, Evaluation of acid insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. J. Anim Sci., 44, 2, 282-287.

Vens-Cappel, B., 1985, Methodological studies on digestion in trout. 1. Reliability of digestion coefficients in relation to methods for feces collection. Aquacultural Enginneering, 4, 33-39.

Vens-Cappel, B., 1986, The effects of extrusion and pelleting of feed for trout on the digestibility of protein amino acids and energy and on feed conversion. Aquaculture Eng., 3, 71-89.

Watanabe, T. and Pongmaneerat, J., 1993, Potential of soybean meal as a protein source in extruded pellets for rainbow trout. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 59, 8, 1415-1423.

Watanabe, T., Pongmaneerat, J., Sato, S. ve Takeuchi, T., 1993, Replacement of fish meal by alternative protein sources in rainbow trout diets. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 59, 9, 1573-1579.

Weatherup,R.N. and McCracken, 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., Foltz, J.W. and Sarokon, J.A., 1978, Methods of fecal collection and 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 cocentrate in diets for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum): growth, feed utilization and body composition. Aquaculture Nutrition, 3, 65-69.