

GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI DİYETLERİNDE BALIK UNUNUN BİR KISMI YERİNE SOYA KÜSPESİ VE TAM YAĞLI SOYA KULLANIMININ FOSFOR SİNDİRİMİ VE BALIK ETİNDEKİ FOSFOR MİKTARINA ETKİLERİ

Ayşe Gül HARLIOĞLU*

ÖZET

Bu çalışmada, gökkuşığı alabalığı diyetine ilave edilen soya küspesi ve tam yağlı soyanın besin maddeleri ve fosforun sindirilme oranları ile balık etindeki fosfor miktarı üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla %49,52 ham protein ve 4,287 kkal/g toplam enerji içeren kontrol diyeti hazırlanmıştır. Kontrol diyetindeki balık ununun %15'i yerine soya küspesi (SK) ve tam yağlı soya (TYS) ilave edilen diyetler oluşturulmuştur. Kontrol, SK ve YYS ile beslenen balıklarda besin maddeleri ve fosfor sindirim oranları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. ($p<0,05$). Ayrıca, balık etindeki fosfor miktarı bakımından kontrol ile SK ve YYS diyetleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. ($p<0,05$). Bununla birlikte, çalışma sonucunda fosfor sindirim katsayısının YYS ile beslenen balıklarda SK ile beslenen balıklardan istatistiksel olarak daha düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Anahtar Kelimeler: Gökkuşığı alabalığı, *Oncorhynchus mykiss*, fosfor, sindirilebilirlik, soya küspesi, tam yağlı soya

ABSTRACT

EFFECT OF PARTIAL REPLACEMENT OF DIETARY FISH MEAL WITH SOYBEAN MEAL AND FULL FAT SOYA ON DIGESTIBILITY OF PHOSPHORUS AND PHOSPHORUS RETENTION IN RAINBOW TROUT

In this study, the effect of partial replacement of dietary fish meal with soybean meal and full fat soya on digestibility of nutrients, phosphorus and

* Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Anabilim Dalı, 23119- ELAZIĞ.
E-mail: aharlioglu@firat.edu.tr

phosphorus retention in rainbow trout were investigated. For this purpose, a control ration was prepared. It contained 49.52% crude protein and 4.287 kcal/g total energy. Fifteen percentage of fish meal of the control diet were replaced with soybean meal and full fat soya to produce experimental diet 1 and 2. There was a significant difference in the apparent digestibility coefficients of nutrients and phosphorus between the fish fed control diet and experimental diets ($p<0.05$). In addition, phosphorus in fish meat of the experimental groups were significantly different between the fish fed control diet ($p<0.05$). At the end of this study it was found that the apparent digestibility coefficients of phosphorus was significantly lower in the fish fed full fat soya than the fish fed soybean meal ($p<0.05$).

Keywords: Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, phosphorus, digestibility, soybean meal, full fat soya

GİRİŞ

Fosfor, balıkların beslenmesinde diğer minerallerden daha fazla esansiyel öneme sahip olan bir mineraldir. Fosfor organizmada molekül halinde nükleik asitlerin ve bazı proteinlerin yapılarında bulunur ve hücre içi metabolizma faaliyetlerinin düzenlenmesini sağlar. Ayrıca, kemik formasyonu ile kas ve sinir sistemi fonksiyonlarında yer alır ve organizmada protein, yağ ve karbonhidrat metabolizmalarında görev alarak enerjinin serbest hale geçmesini ve taşınmasını sağlar (NRC, 1993; Luo vd., 2009). Dolayısıyla, fosforun yapısal ve fizyolojik önemi nedeniyle balıklara yeterli düzeyde verilmesi gereklidir. Balıklar diğer sucul canlılar gibi sudaki fosforu absorbe edebilmelerine rağmen doğal sularda bulunan fosfor miktarının düşük olması ve absorbe edilen oranın az olması nedeni ile balıklar için gerekli olan fosforun diyetlerle birlikte verilmesi gerekmektedir. Diyetlerde bulunması gerekli olan fosfor miktarının gökkuşığı alabalığı için 5-8 g/kg arasında değiştiği bilinmektedir (Riche ve Brown, 1999; Satoh vd., 2003).

Balıklara verilen yemlerde başta balık unu olmak üzere, hayvansal kaynaklı diğer yem maddelerinin de mevsimsel olarak temin edilmesindeki güçlükler, talebin fazla olması ve fiyatlarının da yüksek oluşları nedenleriyle, günümüzde daha ucuz ve kolay temin edilebilir bitkisel kaynaklı proteinler balık unu yerine kullanılmaktadır (Mambrini vd., 1999; Carter ve Hauler,

2000; Dersjant-Li 2002; Tankitti vd., 2005). Bitkisel protein bakımından soya kaliteli protein içeriği nedeniyle tercih edilen yem hammaddesi özelliğini kazanmıştır (Anaç ve Ertürk, 2003; Ergün vd., 2004). Yapılan araştırmalar sonucunda balık diyetlerinde soyanın %25-40 oranlarında kullanılabileceği bildirilmektedir (Vielma vd., 2000). Diğer yandan, soya tripsin inhibitörü, lektin, oligosakkaritler ve nişasta olmayan polisakkaritler, saponin, fitatlar ve alerjik etki yapabilen proteinler gibi birçok beslenmeyi sınırlandırıcı anti-besinsel faktörler de içermektedir (Dersjant-Li 2002; Albrektsen vd., 2006).

Soya içerisinde bulunan toplam fosfor da fitik asite bağlı fosfor formunda olup balıklar gibi monogastrik hayvanlar tarafından değerlendirilememektedir (NRC, 1993; Vielma vd., 2000). Bu durum ekonomik ve çevresel açıdan önemli sorunlar meydana getirmektedir. Fosfor bakımından yeterli düzeyde beslenemeyen balıklarda ise kemiklerde deformasyonlar, büyümede ve yemin değerlendirilmesinde azalmalar, karkas yağ miktarının artması ve hastalıklara karşı direncin azaldığı görülmektedir (Vielma vd., 2000; Satoh vd., 2002; Luo vd., 2009).

Bu çalışma ile gökkuşuğu alabalığı diyetine ilave edilen soya küspesi ve tam yağlı soyanın besin maddeleri ve fosforun sindirilme oranları ile balık etindeki fosfor miktarı üzerine olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma, Devlet Su İşleri 9. Bölge, Keban Barajı Su Ürünleri Şube Müdürlüğü tesisinde (Elazığ) yapılmıştır. SK ve TYS diyetlerinin hazırlanmasında, %49 ham protein ve 3690 kcal/kg sindirilebilir enerji içeren kontrol diyetindeki (Cho vd., 1985) balık ununun %15'i yerine soya küspesi ve tam yağlı soya ayrı ayrı ilave edilerek sırasıyla SK ve TYS diyetleri hazırlanmıştır (Tablo 1). Kontrol, SK ve TYS diyetlerinin ham protein ve toplam enerji düzeyleri eşitlenmiş ve hazırlanan diyetlerin protein oranını dengelemek amacıyla mısır gluteni, kontrol, SK ve TYS diyetlerinde sırasıyla %6, %11 ve %17 oranlarında kullanılmıştır. Toplam enerji düzeylerinin dengelenmesi amacıyla balık yağı, kontrol ile SK ve TYS diyetlerine sırasıyla %11, %10 ve %2 oranlarında kullanılmış, bu diyetlere sırasıyla %0,07, %0,24 ve %0,09 metiyonin ilave edilmiş ve besin maddeleri ile fosforun sindirilme oranla-

rının belirlenmesi amacıyla indikatör madde olarak %1 oranında kromoksit (Cr_2O_3) diyetlere katılmıştır. Yem maddeleri belirlenen oranlarda tartılarak homojen bir karışım sağlanacak şekilde karıştırıldıktan sonra belirlenen miktarlarda vitamin ve mineral karmaları diyetlere ilave edilmiştir. Homojen hale getirilmiş olan yem maddelerine 1/1 oranında su ilave edilerek karıştırılarak hamur haline gelen materyal kıyma makinesinden geçirilerek pelet haline getirilmiştir. Hazırlanan peletler tepsilere yerleştirilip, yem kurutma fırınında $60\text{ }^\circ\text{C}$ 'de 24 saat bekletilerek kurutulmuştur. (Haşimoğlu ve Aksoy, 1977). Yemler kullanılıncaya kadar plastik muhafaza kapları içerisinde $4\text{ }^\circ\text{C}$ 'de muhafaza edilmiştir.

Balıklar kontrol, SK ve TYS diyetleriyle beslenmeye başladıktan 7 gün sonra dışkı örnekleri sifonlama yöntemine göre toplanmaya başlanmıştır (Spyridakis vd., 1989). Çalışma süresince ve günlük periyotlarla sifonlama yapılmak suretiyle toplanan dışkı örnekleri, süzülükten sonra $60\text{ }^\circ\text{C}$ 'lik kurutma fırınında 24 saat bekletilmiş ve numaralandırılarak derin dondurucuda (Beko BK 3405 CF, D marka) $-20\text{ }^\circ\text{C}$ 'de muhafaza edilmiştir.

Üç tekerrür olarak yürütülen çalışmada ortalama $49,98\pm 0,32$ g ağırlığında olan toplam 270 adet gökkuşığı alabalığı $200\times 40\times 40$ cm boyutlarında fiberglas teknelere yerleştirilmiştir. Balıkların canlı ağırlıkları $0,01$ g hassasiyetli dijital terazide (Shimadzu UW620H) tartılarak belirlenmiştir. Günlük yem miktarı balıkların toplam ağırlıkları ve yemleme katsayısı belirlenerek balıklara günde üç öğün halinde olmak üzere 5 ay süreyle verilmiştir (Çetinkaya, 1995). Çalışma süresince su sıcaklığı ortalama $9,1\text{ }^\circ\text{C}$, pH (Checker marka pH metre) 7,8, çözülmüş oksijen (YSI-54 marka oksijen metre) $7,45\text{ mg/L}$ olarak kaydedilmiştir.

Araştırma diyetlerinin, balık eti örneklerinin ve balık dışkısında ham besin madde düzeylerinin belirlenmesi AOAC (1995) metodu ile kromoksit (Cr_2O_3) tayini ise Furukawa ve Tsukahara (1966) tarafından belirtilen yöntemlere göre gerçekleştirilmiştir. Protein analizi Kjeldahl yöntemi ile yağ yakma, distilasyon ve titrasyon işlemleri uygulanarak yapılmış, ham besin maddeleri düzeylerinin tespitinde kül fırını (Shimadzu marka), ham yağ miktarının belirlenmesinde soxhlet ekstraksiyon cihazı (Gerharth marka), enerji düzeylerinin belirlenmesinde "Bomb Kalorimetresi" (Julius

Ayşe Gül HARLIOĞLU

Peters marka), kromoksit (Cr_2O_3) tayininde ise spektrofotometre (Baush and Lomb marka) kullanılmıştır. Araştırma diyetlerinin, balık eti ve balık dışkısında bulunan fosfor miktarının belirlenmesi analizi Türkiye Bilimsel Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Marmara Araştırma Merkezi (MAM) Gıda Enstitüsü'nde AOAC (2005), yöntemi ile numuneden 0,5 gr tartılıp üzerine nitrik asit ve hidrojen peroksit ilave edildikten sonra mikro dalga ile çözünürleştirme cihazında (Milestone Ethos plus) çözündürülerek spektrofotometrede (UV cihazı, Schimadzu) ölçüm yapılarak belirlenmiştir.

Sindirilebilir enerjinin hesaplanmasında Çetinkaya (1995) tarafından belirtilen yöntem kullanılmış ve sindirilebilir enerji balıklar tarafından alınan yemin toplam enerji kapsamı ile dışkının enerji kapsamı arasındaki fark belirlenerek tespit edilmiştir. Araştırma diyetlerindeki ham besin maddeleri ve fosforun sindirilme oranları aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Cho ve Slinger 1979).

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

ADC : Yemin sindirim katsayısı (%),

D : Yemdeki besin maddesi veya fosfor (%),

F : Dışkıdaki besin maddesi veya fosfor (%),

Di : Yemdeki indikatör (%),

Fi : Dışkıdaki indikatör (%)

İncelenen parametrelere ait değerlerin aritmetik ortalaması ve standart hatasının hesaplanması, gruplar arası farklılığın önem derecesinin tespit edilmesi amacıyla uygulanan “One-Way Anova” ve “Duncan Testi” bilgisayar ortamında SPSS 12.0 paket programı (SPSS Inc. Chicago, Illinois) kullanılarak yapılmıştır. Gruplar arası farklılıklar 0,05 önem derecesine göre değerlendirilmiştir.

Tablo 1. Kontrol, Soya Küspesi (SK) ve Tam Yağlı Soya (TYS) Diyetlerinin Yapısı (%)**Table 1.** The Contents of Control, Soybean Meal and Full Fat Soya Diets (%)

Yem öğeleri	Kontrol	SK	TYS
Balık unu	43	28	28
Soya küspesi	25	40	-
Tam yağlı soya	-	-	40
Mısır gluteni	6	11	17
Buğday kepeği	11,83	7,66	9,81
Balık yağı	11	10	2
Metiyonin	0,07	0,24	0,09
Antioksidan ^a	0,10	0,10	0,10
Vitamin karması ^b	1,00	1,00	1,00
Mineral karması ^c	1,00	1,00	1,00
Kromoksit (Cr O ₂) ₃	1,00	1,00	1,00

^a Butilen Hidroksi Toluen (BHT); 125.000 mg/ kg

^b Vitamin Karması (mg kg⁻¹); Riboflavin 4 000, Pridoksin 3 000, cyanokobalamin 10, Askorbik asit 50 000, Niasin 10 000, Biotin 150, Tiamin 1 000, Folik asit 1 000, Kolin 1 000, Pantothenik asit 20 000, Myoinositol 300 000, Retinol 2 500 000 IU, Kalsiferol 2 400 000 IU, Tokoferol 50 000 IU.

^c Mineral Karması (mg kg⁻¹); Mn 13 000, Fe 60 000, Zn 30 000, Mg 5, K 70, Na 60, Cu 3 000, I 1100, Co 400, Se 300.

BULGULAR

Araştırma diyetlerinin ham besin maddeleri oranları, toplam enerji düzeyleri ve fosfor miktarları Tablo 2’de görülmektedir.

Kontrol, SK ve TYS diyetlerindeki besin maddeleri ve fosforun sindirilme oranları ile sindirilebilir enerji düzeyleri ise Tablo 3’te görülmektedir. Bulgular, kontrol SK ve TYS diyetlerindeki protein sindirim oranları arasındaki farklılığın önemli ($p < 0,05$) olduğunu göstermektedir. En yüksek protein

sindirim oranı kontrol diyetinden sağlanırken, bunu sırasıyla SK ve TYS diyetleri izlemektedir. Çalışma sonunda yağ, kül, azotsuz öz madde ve fosfor sindirim oranları arasındaki farklılıkların da önemli ($p<0,05$) olduğu görülmektedir. Ayrıca, bulgular SK ilave edilen diyetle beslenen balıklarda fosfor sindiriminin TYS ile beslenen balıklardan istatistiksel olarak daha yüksek olduğunu göstermektedir ($p<0,05$).

Diğer taraftan, kontrol grubunda bulunan balıkların etindeki fosfor miktarının SK ve TYS gruplarındaki balıkların etlerinden istatistiksel olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). SK ve TYS grupları arasında ise balık etindeki fosfor düzeyine ait ortalama değerler arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu kaydedilmiştir ($p>0,05$) (Tablo 4). Bununla birlikte, balık etindeki protein miktarının ise tam yağlı soya ilave edilen balıklarda azaldığı ve bu farkın istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) olduğu tespit edilmiştir. Kontrol, SK ve TYS grupları karşılaştırıldığında, balık etindeki yağ ve kül miktarının oranları arasındaki farkın ise istatistiksel olarak önemsiz ($p>0,05$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 2. Araştırma Diyetlerinin Ham Besin Madde Oranları (% Kuru Madde), Toplam Enerji Düzeyleri (kkal/kg) ve Fosfor Miktarı (G/Kg).

Table 2. Proximate Composition (dry matter %), Total Energy Levels (kkal/kg) and Phosphorous Contents of Experimental Diets

Ham besin maddeleri (%) enerji (kkal/kg)	Kontrol	SK	TYS
Protein	49,52	50,79	50,83
Yağ	12,87	12,92	10,44
Kül	11,51	10,68	9,73
Lif	5,04	4,12	4,51
Azotsuz öz madde	13,60	13,86	17,00
Kuru madde	92,54	92,37	92,51
Toplam enerji	4287	4302	4313
Fosfor	14,70	13,03	12,01

Tablo 3. Kontrol, Soya Küspesi ve Tam Yağlı Soya diyetlerindeki Besin Maddeleri ve Fosforun Sindirilme Oranları (%) ile Sindirilebilir Enerji Düzeyleri (kkal/kg).

Table 3. Apparent Digestibility of Nutrients, Phosphorous and Digestibility Levels of Energy (kkal/kg) of Control, Soybean Meal and Full Fat Soya Diets

Ham besin maddeleri ve Sindirilebilir enerji ^a (N) ^b	Kontrol	SK	TYS
Protein	89,44±0,12 ^a	85,30±0,26 ^b	79,91±0,25 ^c
Yağ	93,01±0,12 ^a	90,59±0,24 ^c	90,84±0,72 ^b
Kül	53,04±0,24 ^a	40,17±0,32 ^c	43,72±0,38 ^b
Azotsuz öz madde	72,69±0,81 ^b	64,78±0,21 ^c	72,95±0,22 ^a
Fosfor	54,23±0,52 ^a	37,10±0,47 ^b	34,06±0,66 ^c
Sindirilebilir enerji	3690±9,66	3673±12,12	3668±15,58

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

^bN=9.

Tablo 4. Gökkuşığı Alabalığının Deneme Sonunda Balık Etindeki Ham Besin Maddeleri (kuru maddenin %'si olarak) ve Fosfor Miktarı (mg/g)
Table 4. Proximate Composition (dry matter %) and Phosphorous Content (mg/g) of the Muscle of Rainbow Trout at the end of th Experiment

Ham besin maddeleri, fosfor ve enerji ^a	N ^b	Kontrol	SK	TYS
Protein	9	81,79±0,57 ^a	80,60±0,58 ^a	78,14±1,02 ^b
Yağ	9	10,37±0,63	11,40±0,59	10,39±0,66
Kül	9	4,05±0,47	4,24±0,45	4,82±0,40
Azotsuz öz madde	9	2,90±0,26 ^b	2,99±0,29 ^b	5,82±0,30 ^a
Kuru madde	9	22,15±0,80	22,17±0,81	22,97±0,95
Fosfor	6	2,59±0,01 ^a	2,44±0,02 ^b	2,41±0,03 ^b

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

^b N, tekrar sayısı.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışma kontrol diyetindeki balık unununun %15 oranında azaltılıp, yerine soya küspesi ve tam yağlı soya ilave edilerek hazırlanan diyetlerin gökkuşığı alabalığında besin maddeleri ve fosforun sindirilme oranları ve balık etinde protein ve fosfor düzeylerinde önemli değişikliğe neden olduğunu göstermiştir.

Bu araştırmada, bitkisel soya kullanımına bağlı olarak protein sindiriminin azaldığı ve tam yağlı soyada sindirim oranının daha düşük olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, Opstvedt vd. (1998) tarafından yapılan çalışmada da diyetlerde tam yağlı soyanın kullanılması ile Atlantik salmonlarında (*Salmo salar*) protein sindiriminde önemli düzeyde azalma olduğu rapor edilmiştir. Soya, balık diyetlerinde balık unu yerine kullanılan bitkisel protein değeri yüksek ve esansiyel aminoasitler bakımından uygun

olan yem hammaddelerinden biridir. Fakat kullanılan soyanın besin değerini olumsuz olarak etkileyen anti besinsel faktörler (tiripsin inhibitörü, fitik asit, lektinler, oligosakkaritler, nişasta olmayan polisakkaritler gibi) bulunmaktadır (Dersjant-Li, 2002; Özlüer vd., 2007). Yemlerde kullanılan bitkisel proteinlerde toplam fosfor, fitik asite bağlı fosfor (fitat fosforu) formundadır ve balıklar gibi monogastrik hayvanlar tarafından fitik asidi hidrolize ederek fosfordan yararlanmalarını sağlayan fitaz enzimine çok az veya sahip olmadıkları için etkin bir şekilde yararlanılmamaktadır (Forde-Skjaervik vd., 2006; Dalsgaard vd., 2009). Ayrıca, fosfor balıklarda amino asit, lipid ve karbonhidrat metabolizmasında önemli rol oynamaktadır. Forde-Skjaervik vd. (2006), soya küspesi ilave edilen diyetle 84 gün süresince beslenen Atlantik kod balığı (*Gadus morhua*)'nda fosfor, protein ve yağ sindirimini azaldığını belirlemişlerdir. Vielma vd (2000) tarafından fitatların diğer minerallerin kullanımını da etkilediği ve tiripsini bağlayarak balıkların protein kullanımını azalttığı bildirilmiştir.

Luo vd. (2009) tarafından sarı yayın balığı (*Pelteobagrus fulvidraco*) üzerinde yapılan çalışmada balık etindeki protein miktarının diyetdeki fosfor miktarının artmasına paralel olarak $140,4 \text{ g kg}^{-1}$ 'den $151,9 \text{ g kg}^{-1}$ 'a yükseldiği tespit edilmiştir. Araştırmalar sonucunda diyetlerdeki fosfor miktarının azalması, yağ asitlerinin β -oksidasyonu ile inhibe olmasına ve bu durumda balıklar tarafından enerji kaynağı olarak lipidlerin kullanımının azalarak proteinin enerji kaynağı olarak kullanılmasına neden olduğu belirtilmiştir (Luo vd., 2009; Roy ve Lall 2003). Bu çalışmada da gökkuşuğu alabalığının etindeki protein miktarı ile diyetdeki fosforun sindirim oranı arasında paralel bir artış belirlenmiştir.

NRC (1993) tarafından balıklarda yağların sindirimi %85-95 arasında olması gerektiği bildirilmiştir. Bu çalışmada yağın sindirilme oranı soya küspesi ve tam yağlı soya kullanımına bağlı olarak düşmesine rağmen NRC (1993) tarafından bildirilen oranlarla uyum göstermektedir. Ancak, balık etinde bulunan yağ miktarının istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte yükselme gösterdiği belirlenmiştir. Nwana vd. (2010) sazan (*Cyprinus carpio*) üzerinde yaptıkları bir çalışmada balıklarda yetersiz fosfor alımına bağlı olarak kaslarda yağ miktarının arttığı, fosfor miktarı $23,4 \text{ g kg}^{-1}$ olan diyetle beslenen balıklarda balık etindeki yağ miktarı %7,30 (yağ madde)

iken fosfor miktarı $1,30 \text{ g kg}^{-1}$ olan diyetle beslenen balıklarda %12,8 seviyesine yükseldiği tespit edilmiştir. Ayrıca, Nwanna vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada sazanlarda diyetteki fosfor artışına bağlı olarak fosfor sindirim katsayısının arttığı ve balık etindeki fosfor miktarının da arttığı belirlenmiştir. Bu çalışmada da fosfor sindiriminin artmasına bağlı olarak balık etindeki fosfor miktarının arttığı görülmüştür.

Bu çalışmada soya küspesi ile beslenen balıklardaki fosfor sindiriminin tam yağlı soya ile beslenen balıklardan daha yüksek olduğu bulunmuştur. Satoh vd. (2002) tarafından yapılan çalışma sonucunda gökkuşuğu alabalığında fosfor sindirimi; $150 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de ekstrüzyon işleminden geçirilen soya ile beslenen balıklarda %57,5, ekstrüzyon işleminden geçirilmeyen soya ile beslenen balıklarda ise %37,4 olarak tespit edilmiştir. Satoh vd. (2002) ekstrüzyon işleminden geçirilen soyada fosfor sindiriminin daha yüksek olduğu ve uygulanan sıcaklığın soyadaki fitik asit miktarının azalmasına neden olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca, Satoh vd. (2002) uygulanan sıcaklık ile fitik asitten inositol tetra veya pentafosfatın oluştuğunu ve serbest fosforik asit miktarının artması ile fosforun kullanılabilirliğinin arttığını bildirilmişlerdir. Bu çalışmada soya küspesinin $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'den $150 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye yükseltilerek ekstrüzyon işleminden geçirilmiş olması fosfor sindiriminin tam yağlı soyadan daha yüksek olmasında etkili olduğu düşünülmektedir.

Diğer taraftan, Forde-Skjaervik vd. (2006), tarafından Atlantik kod balığı üzerinde soya küspesi ve biyolojik olarak işleminden geçirilmiş soya ile yapılan çalışma sonucunda, fosfor sindirimi %53,7 ve %51,1 olarak bulunmuş ve aralarında istatistiksel açıdan bir fark belirlenememiştir. Fitik asit miktarı soya küspesinde $11,6 \text{ g kg}^{-1}$ (kuru madde) olarak belirlenirken, biyolojik olarak işleminden geçirilmiş soyada ise $2,3 \text{ g kg}^{-1}$ (kuru madde) olarak belirlenmiştir. Fosfor sindirimleri arasındaki farkın olmaması soyada bulunan fitik asitin fosfor sindirimini etkileyen tek faktör olmadığı, bu olayda başka faktörlerin de etken olabileceği, Forde-Skjaervik vd. (2006) tarafından belirtilmiştir.

Fosfor sindiriminin artırılması için yeşillere formik asit, sitrik asit, mikrobiyal fitaz, fungal fitaz ilave edilmesi üzerindeki çalışmalar devam etmektedir (Vielma vd., 2000; Satoh vd., 2002; Dalsgaard vd., 2009; Sardar

vd., 2007). Ancak Dalsgaard vd. (2009), tarafından gökkuşığı alabalığında diyetlere fungal fitazların ilavesi üzerine yapılan araştırmada bu maddelerin balıkların kullanılabilir fosfor seviyesinin üzerinde ihtiyaç düzeyinden fazla olmaması gerektiği bildirilmektedir. Aksi takdirde ortamda askıda veya çözümlenmemiş fosfor atıklarının artmasına sebep olacağı belirtilmektedir. Bu nedenle, balıklarda diyetlerde kullanılan yem maddelerinin fosfor bakımından değerlendirilebilirliğinin belirlenmesi önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışmada %49,52 oranında ham protein içeren kontrol diyetindeki balık ununun %15'i yerine soya küspesi ve tam yağlı soya ilave edilerek oluşturulan diyetlerde protein, yağ ve fosfor sindirimini azaldığı belirlenmiştir. Fosfor sindirimi bakımından soya küspesinin sindirimini tam yağlı soyanın sindiriminden daha yüksek olduğu ve fosfor sindirimini artırılmasına yönelik olarak yapılacak çalışmalarda bu durumun değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Balık işletmelerinde fosforun çevreye atılımı, yem kayıpları, metabolik atıklar sonucu olmakta ve su kalitesini etkilemektedir. Bu nedenle, balıkların yemlerdeki fosforu kullanımına yönelik yapılacak araştırmalar hem balık besleme hem de çevrenin korunması açısından olumlu sonuçlar verebilecektir.

KAYNAKÇA

Albrektsen, S., Mundheim, H. ve Aksnes, A., (2006). Growth, feed efficiency, digestibility and nutrient distribution in Atlantic cod (*Gadus morhua*) fed two different fish meal qualities at three dietary levels of vegetable protein sources, *Aquaculture* **261**, 626-640.

Anaç, H. ve Ertürk, Y.E., (2003). Soya fasulyesi. Tarımsal Ekonomi ve Araştırma Enstitüsü Yayınları, 2, 6, 4s.

AOAC, (Association of Official Analytical Chemists) (1995). Official Methods of Analysis, of *AOAC International*, 16 th Edition., Arlington, V.A.

AOAC, (Association of Official Analytical Chemists) (2005). Official Methods of Analysis of AOAC International, 18 th Edition. Gaithersburg, Maryland, USA, AOAC International.

Carter, C.G. ve Hauler R.C., (2000). Fish meal replacement by plant meals in extruded feeds for Atlantic salmon, *Salmo salar* L., *Aquaculture*,

185, 299-311.

Cho, C.Y., Cowey, C.B. ve Watanabe, T., (1985). *Finfish Nutrition in Asia: Methodological Approaches to Research and Development*, Ottawa, Ont., IDRC.

Cho, C.Y. ve Slinger S.J., (1979). Apparent digestibility measurement in feedstuffs for rainbow trout. In: J. Halver and K. Tiews (Editors). *Proc. World Symp. on Finfish Nutrition and Fish feed Technology*. Vol. II. Heenemann, Berlin, 239-247.

Çetinkaya, O., (1995). Balık Besleme, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Van, Yayın no, 9.

Dalsgaard, J., Ekmann, K.S., Pedersen, P.B. ve Verlhac V., (2009). Effect of supplemented fungal phytase on performance and phosphorus availability by phosphorus-depleted juvenile rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*), and on the magnitude and composition of phosphorus waste output, *Aquaculture*, **286**, 105-112.

Dersjant-Li, Y., (2002). The use of soy protein in aquafeeds, *Avances en Nutricion Avances en nutricion acuicola VI. Memoras de VI. Simposium Internacional de nutricion Acuicola* 3 al 6 de., 541-558 .

Ergün, A., Çolpan, İ., Yıldız, G., Küçükersan, S., Tuncer, Ş., Yalçın, S., Küçükersan, M.K. ve Şehu, A., (2004). *Yemler ve Yem Hijyeni ve Teknolojisi*, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi.

Forde-Skjaervik, O., Refstie, S., Aslaksen, M.A. ve Skrede, A., (2006). Digestibility of diets containing different soybean meals in Atlantic cod (*Gadus morhua*); comparison of collection methods and mapping of digestibility in different sections of the gastrointestinal tract, *Aquaculture*, **261**, 241-258.

Furukawa, A. ve Tsukahara, H., (1966). On the acid digestion of chromic oxide as an index substance in the study of digestibility of fish feed, *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, **32**, 86, 502-506.

Haşimoğlu, S. ve Aksoy A., (1977). *Rasyon Hesaplama Metotları ve Yemleme Prensipleri*. A.Ü. Ziraat Fakültesi, Yayın No: 224, Erzurum.

Luo, Z., Tan, X.Y., Liu, X. ve Wang M., (2009). Dietary total phosphorus requirement of juvenile yellow catfish *Pelteobagrus fulvidraco*, *Aquaculture*

Int. Doi:10.1007/s 10499-009-9310-2.

Mambrini, M., Roem, A.J., Cravedi, J.P., Lalles, J.P. ve Kaushik S.J., (1999). Effects of replacing fish meal with soy protein concentrate and of DL-methionin supplementation in high-energy, extruded diets on the growth and nutrient utilization of rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*), *Journal of Animal Science*, **77**, 2990-2999.

NRC, Nutrient Requirements of Fish. National Research Council (NRC), (1993). National Academy Press, Washington, D.C.

Nwanna, L.C., Kühlwein H., Schwarz F.J., (2010). Phosphorus requirement of common carp (*Cyprinus carpio* L.) based on growth and mineralization, *Aquaculture Research*, **41**, 401-410.

Opstvedt, J., Aksnes, A., Hope, B. ve Pike I.H., (2003). Efficiency of feed utilization in Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.), *Aquaculture*, **221**, 365-379.

Özlüer Hunt, A., Özkan, F. ve Altun T., (2007). Balık yemlerinde beslenmeyi sınırlandırıcı maddeler ve etkileri, Ulusal Su Günleri 16-18 Mayıs 2007, 634-642, Antalya.

Riche, M. ve Brown P.B., (1999). Incorporation of plant protein feeds-tuffs into fish meal diets for rainbow trout increases phosphorus availability, *Aquaculture Nutrition* **5**, 101-105.

Roy, P.K. ve Lall S.P., (2003). Dietary phosphorus requirement of juvenile haddock (*Melanogrammus aeglefinus* L.), *Aquaculture*, **221**, 451-468.

Sardar, P., Randhawa, H.S., Abid, M. ve Prabhakar S.K., (2007). Effect of dietary microbial phytase supplementation on growth performance nutrient utilization, body compositions and haemato-biochemical profiles of *Cyprinus carpio* (L.) fingerlings fed soy protein-based diet, *Aquaculture Nutrition* **13**, 444-456.

Satoh, S., Takanezawa, M., Akimoto, A., Kiron, V. ve Watanebe, T., (2002). Changes of phosphorus absorption from several feed ingredients in rainbow trout during growing stages and effect of extrusion of soybean meal, *Fisheries Science* **68**, 325-331.

Satoh, S., Hernandez, A., Tokoro, T., Morishita, Y., Kiron, V. ve Watanabe T., (2003). Comparison of phosphorus retention efficiency between

Ayşe Gül HARLIOĞLU

rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed a commercial diet and low fish meal based diet, *Aquaculture* **224**, 271-282.

Spyridakis, P., Metailler, R., Gabaudan, J. ve Riazza, A., (1989). Studies on nutrient digestibility in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) Methodological aspects concerning faces collection, *Aquaculture*, **77**, 61-70.

Tankitti, C., Sangpong, W. ve Chiavareesajja S., (2005). Effects of defated soybean protein levels on growth performance and nitrogen and phosphorus excretion in Asian seabass (*Lates calcarifer*), *Aquaculture*, **248**, 41-50.

Vielma, J., Makinen, T., Ekholm, P. ve Koskela, J., (2000). Influence of dietary soy and phytase levels on performance and body composition of large rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*) and algal avability of phosphorus load, *Aquaculture* **183**, 349-362.