

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Bezelye protein konsantresinin granyöz (*Argyrosomus regius*) balıklarında büyüme performansı, biyolojik parametreler, vücut kompozisyonu ve amonyak boşaltımı üzerine etkileri

Effects of dietary pea protein concentrate on growth performance, biological parameters, body composition and total ammonia-nitrogen excretion of meagre (*Argyrosomus regius*)

Derya Güroy¹ • Serhan Mantoğlu² • Onur Karadal^{1*}

¹ Yalova Üniversitesi, Armutlu Meslek Yüksekokulu, Su Ürünleri Bölümü, 77500, Armutlu, Yalova, Türkiye

² Yalova Üniversitesi, Armutlu Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, 77500, Armutlu, Yalova, Türkiye

* Corresponding author: onurkaradal@yalova.edu.tr

Received date: 10.05.2016

Accepted date: 07.11.2016

How to cite this paper:

Güroy, D., Mantoğlu, S. & Karadal, O. (2017). Effects of dietary pea protein concentrate on growth performance, biological parameters, body composition and total ammonia-nitrogen excretion of meagre (*Argyrosomus regius*). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(1): 17-23.
doi:10.12714/egejfas.2017.34.1.03

Öz: Balık yemlerinde yem maliyetini düşürmek için uygulanan stratejilerden birisi de balık unu yerine alternatif bitkisel/hayvansal hammaddelerin kullanımıdır. Granyöz balığı, verimli et kalitesi ve lezzeti ile birçok ülkede talep gören ve kültür koşulları altında hızlı gelişim gösteren potansiyel bir türdür. Bu sebeple balık unu yerine bezelye protein konsantresinin (BPK) granyöz balığının (*Argyrosomus regius*) büyümesi, vücut kompozisyonu ve amonyak boşaltımı üzerine olan etkilerini belirlemek için bir besleme denemesi yürütülmüştür. Kontrol gruplarında temel protein kaynağı olarak balık unu bulunan bir yem kullanılmıştır. Balık unu proteinini yerine %15 (BPK15), %30 (BPK30), %45 (BPK45) ve %60 (BPK60) oranında 4 farklı deneme yemi hazırlanmıştır. Deneme 450 L hacme sahip dairesel fibreglas tankların bulunduğu kapalı devre deniz sisteminde yürütülmüştür. Her tankta 18 adet balık stoklanmış ve deneme üç tekrarlı olarak 15 adet tankta, 12 hafta boyunca yürütülmüştür. BPK15 yemi ile beslenen balıkların spesifik büyüme oranı (SBO) kontrol yemi ile karşılaştırıldığında aralarında farklılık bulunmamıştır ($P>0.05$). Kontrol yemi, BPK15 ve BPK30 yemleriyle beslenen balıkların yem değerlendirme oranı, BPK45 ve BPK60 yemleriyle beslenen balıklarınkinden önemli derecede daha düşüktür ($P<0.05$). Toplam amonyak boşaltımı yemdeki bezelye protein konsantresi seviyesiyle birlikte artmıştır. Sonuç olarak, granyöz balıkları yeminde balık unu proteinini yerine %15 oranında bezelye protein konsantresinin kullanılması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Granyöz, *Argyrosomus regius*, bezelye protein konsantresi, büyüme performansı, amonyak boşaltımı

Abstract: Using of alternative plant/animal based (except fish meal) raw materials is one of the most important application for decreasing feed cost in finfish feeds. Meagre which is demanded from many countries because of its efficient meat quality and flavor and showed rapid growth under culture conditions is a potential species. A nutrition trial with meagre, *Argyrosomus regius* was undertaken to evaluate the effect of replacing dietary fishmeal (FM) protein with pea protein concentrate (PPC). A diet with FM as the main protein source was used for the control diet (FM). Four experimental diets were formulated to progressively replace 15% (PPC15), 30% (PPC30), 45% (PPC45) and 60% (PPC60) of FM protein. The study was carried out in 450-L fiberglass tanks connected to a closed recirculation system. Eighteen fish per tank were randomly distributed into 15 tanks with three replicates. The diets were tested in triplicate for 12 weeks. The specific growth rate (SGR) of fish fed diet PPC15 were not significantly different compared to fish fed the FM diet ($P>0.05$). Meagre fed FM, PPC15 and PPC30 had significantly lower FCR compared with fish fed PPC45 and PPC60 ($P<0.05$). Total ammonia-nitrogen (TAN) excretion increased with elevated dietary PPC inclusion. In conclusion, using 15% of pea protein concentrate in meagre feeds has been recommended.

Keywords: Meagre, *Argyrosomus regius*, pea protein concentrate, growth performance, total ammonia-nitrogen excretion

GİRİŞ

Su ürünleri yetiştiriciliği, hayvansal kökenli gıda kaynakları arasında daha sağlıklı bir besin kaynağı olması, yüksek kazanç sağlaması ve üretime yönelik iş imkanları yaratmasından dolayı son 30 yılda dünyada hızlı bir gelişme kaydetmiştir. Türkiye ve Akdeniz su ürünleri yetiştiriciliğinde akla ilk gelen türler levrek (*Dicentrarchus labrax*) ve çipura (*Sparus aurata*). 2014 yılı

verilerine göre dünyada levrek 314 bin çipura ise 158 bin ton dolayında üretilmiştir (FAO, 2016). Son yıllarda deniz balıkları sektöründe yaşanan pazar doygunluğu sorununu aşmak için çipura ve levrek türlerine alternatif türlerin yetiştiricilik ve ar-ge çalışmalarına hız verilmiştir. 2005 yılından itibaren kültüre alınan potansiyel deniz balıklarından granyöz (*Argyrosomus*

regius) ve sinaritin (*Dentex dentex*) üretimleri istatistiklere girmeye başlamıştır. Bu türlerin toplam üretim değerleri 2005 yılında 2000 ton, 2015 yılında 2800 ton olarak kayıtlara geçmiştir (TurkStat, 2016).

Sciaenidae familyası içerisinde yer alan granyöz, verimli et kalitesi ve lezzeti ile başta Avrupa ülkeleri olmak üzere birçok ülkede oldukça fazla talep gören ekonomik bir türdür (Vallés ve Estévez, 2013). Kültür koşulları altında hızlı gelişim göstermesinden dolayı özellikle Akdeniz'deki alternatif balık türleri arasında ilk sırada yer almaktadır (Emre vd., 2016). Ülkemiz yetiştiricilik tesislerinden bazıları iyi bir anaç yönetimi uygulayarak granyöz balığından yumurta almayı başarmış, kaliteli larva üretimini gerçekleştirmiş ve ağ kafeslerde balığın ticari yetiştiricilik faaliyetine başlanmıştır. Bir balık türünün kültüre alınması ve sürdürülebilir yetiştiriciliğinin yapılabilmesi için iyi bir anaç ve larva yönetiminin yanı sıra türe özel yem formülasyonu ve yemleme rejiminin uygulanması şarttır. Dünyada hızla gelişen yetiştiricilik sektörünün hammadde ihtiyacını karşılayacak balık unu ve yağ stoklarının yeterli olmadığı bilinmektedir (Welch vd., 2010). Bu nedenle de, yem üreticilerinin maliyet ile ilgili bu problemlerini çözebilmek için balık yemlerinde balık unu yerine çeşitli bitkisel kaynakların ne oranda kullanılmasının belirlenmesine yönelik araştırmalar önem kazanmaktadır (Güroy vd., 2012).

Bezelye (*Pisum sativum*) başta Kanada ve Avrupa olmak üzere dünyada hayvan yemlerinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmış önemli bir hammaddedir. Bezelyenin protein içeriği yağlı tohumlarınkinden daha düşük, tahıllarından ise yüksek olmasına rağmen balık yemlerinde de kullanılmaya başlanılmıştır. Bezelye tanelerinden, bezelye unu, bezelye protein konsantresi ve bezelye protein izolatu gibi ürünler elde edilmektedir. Bezelye protein konsantresinin protein içeriğinin yüksek olması ve besleyici olmayan besinsel faktörleri bezelye ununa göre daha az oranda içermesi, bu hammaddenin balık yemlerinde balık unu yerine kullanıma potansiyelini arttırmaktadır. Bununla birlikte, bu hammaddenin balıklarda kullanımı üzerine sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır (Sánchez-Lozano vd., 2009; 2011; Penn vd., 2011).

Bu çalışmada, balık unu yerine farklı oranlarda bezelye protein konsantresi içeren yemlerin, yavru granyöz balıklarının büyüme performansı, yem kullanımı, vücut kompozisyonu, biyolojik parametreleri ve amonyak boşaltımı üzerine olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Deneme Yeri

Besleme denemesi, Yalova Üniversitesi Armutlu Meslek Yüksekokulu bünyesinde bulunan Su Ürünleri Uygulama Ünitesi Deniz ve İç Su Balıkları Yetiştiriciliği Birimi'nde, her biri 450 L su hacmine sahip 18 adet fiberglas tanktan oluşan bir kapalı devre deniz sisteminde yürütülmüştür. Denizden 2 HP gücündeki pompa motoru ile çekilen su, kum filtresi ve ultraviyole filtreden geçirildikten sonra ana su tankına iletilmiştir. Kapalı devre sisteme alınan su, 1 HP gücündeki

pompalar ile tanklara transfer edilmiş, tanklarda çıkan atık su biyolojik filtre, kum filtresi, UV ve 12 kW gücündeki elektrikli ısıtıcıdan geçtikten sonra tekrar tanklara verilmiştir.

Deneme Balıkları

Denemede kullanılan balıklar özel bir deniz balığı kuluçkhanesinden (İzmir, Türkiye) temin edilmiştir. Denemede, tanklara 18 adet yavru balık konulmuş ve 12 hafta boyunca beslenmişlerdir. Besleme denemeleri başlamadan iki hafta önce, balıklar deneme ortamına adapte edilerek ticari bir levrek yemi (%45 protein, %14 yağ; Çamlı Yem, İzmir, Türkiye) ile beslenmiştir. Besleme denemesinde, büyümenin takibi için balıklar iki hafta aralıklarla tartılarak toplu ağırlıkları kaydedilmiştir.

Deneme Dizaynı

Denemede, yemdeki balık unundan gelen proteinin yerine 5 farklı oranda (%0, 15, 30, 45 ve 60) bezelye protein konsantresi (BPK) ilave edilmiştir. Denemede yaklaşık ağırlığı 14 gram olan 270 adet yavru granyöz balığı 15 adet 400 litrelik tanka eşit olarak dağıtılmıştır. Balıklar günde üç kez doyana kadar beslenmişlerdir. Deneme tanklarının pozisyon etkisini en aza indirmek için deneme gruplarındaki tankların yerleri rastgele belirlenmiştir. Besleme denemesinde, su sıcaklığı, pH ve çözünmüş oksijen günlük olarak ölçülmüştür. Deneme süresince su sıcaklığı $24,8 \pm 1,0$ °C, pH 7,8 ve oksijen 7,3 mg/L olarak sabit tutulmuştur. Balıkların yem tüketim miktarları günlük olarak kaydedilmiştir. Tüm deneme grupları üç tekrarlı olarak dizayn edilmiştir. Besleme denemesinde fotoperiyot, 12 saat gündüz:12 saat gece şeklinde uygulanmıştır.

Deneme Yemleri

Yem yapımında hammadde olarak balık unu (hamsi, menşei: Karadeniz Bölgesi), soya unu, mısır gluteni, buğday unu, balık yağı (hamsi, menşei: Karadeniz Bölgesi), vitamin ve mineral premiksleri kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan hammaddelerin besin kompozisyonları Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Deneme yemlerinde kullanılan hammaddelerin kimyasal kompozisyonları (%)

Table 1. Chemical proximate compositions of raws used in experimental diets (%)

Hammadde	Kuru Madde	Ham Protein	Ham Yağ	Ham Kül
Balık unu	91,65	75,59	9,04	12,82
Buğday gluten	90,00	76,88	5,00	1,00
Mısır gluten	88,97	62,96	0,67	1,80
Soya unu	84,95	50,46	1,92	3,00
Buğday unu	88,11	14,07	1,48	2,00
Bezelye Pro. K.	88,18	52,00	4,40	4,00

Yem formülasyonu, hammaddelerinin analiz sonuçlarına göre düzenlenmiştir (Tablo 2). Yemler, Yalova Üniversitesi Armutlu Meslek Yüksekokulu Yem Üretim Laboratuvarı'nda üretilmiştir. Yem yapımından önce, kullanılacak olan

hammadeler valsı değirmende öğütülmüştür. Önce büyük, daha sonra da küçük partiküllü hammadeler mikserde (Dirmak) karıştırılarak üzerlerine su ve yağ ilavesi ile hamur haline getirilmiştir. Hamur, soğuk ekstrüderden geçirilerek 1 mm halinde kesilmiştir. Kurutma dolabında 40 °C'de yaklaşık 24 saat süresince kurutulmuştur. Kurutulan yemler deneme başlangıcına kadar -25 °C'de saklanmıştır.

Tablo 2. Deneme yemlerinin formülasyonu ve kimyasal kompozisyonu
Table 2. Formulation and chemical composition of experimental diets

Hammadde	Kontrol	BPK15	BPK30	BPK45	BPK60
Balık unu	43,00	37,00	31,00	25,00	19,00
Bezelye protein konsantresi	0,00	9,00	18,00	27,00	35,00
Buğday glüten	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Mısır glüten	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Soya unu	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Buğday unu	16,00	13,00	10,00	7,00	5,00
Balık yağ	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00
Vitamin	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Mineral	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Vitamin C	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Kolin klorit	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Dikalsiyum fosfat	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Kimyasal Kompozisyon (%)					
Nem	5,98	6,14	6,05	5,97	6,09
Ham Protein	48,92	48,64	48,37	48,09	47,43
Ham Yağ	18,61	18,42	18,23	18,04	17,82
Ham Kül	6,38	5,55	4,72	3,89	3,08
NÖM*	26,09	27,39	28,68	29,98	31,67

*Nitrojeniz Öz Madde: 100 – (Ham Protein + Ham Yağ + Ham Kül)

Örnekleme ve Analiz Yöntemleri

Deneme sonunda balıklar 1 gün aç bırakıldıktan sonra her tanktan 3 adet balık alınarak analizleri yapılana kadar -25 °C'de saklanmıştır. Saklanan balıkların çatal boyları (cm) balık ölçüm tahtası ile total ağırlık, iç organ ve karaciğer ağırlıkları Precisa XT 4200 C marka 0,01 g hassasiyetli elektronik terazi kullanılarak ölçülmüştür. Deneme başında ve sonunda rastgele alınan balık örneklerinin, denemelerde kullanılan hammadelerin ve yemlerin kimyasal kompozisyonları AOAC (2000) prosedürüne göre yapılmıştır.

Amino Asit Analizi

Yemlerin hidroliz aşaması AOAC (2000)'e göre yapılmıştır. Deneme yemlerinin amino asit kompozisyonu ise Tablo 3'de verilmiştir. 30 mg protein olacak şekilde tartılan örnek hidroliz tüpüne aktarılmış ve üzerine 10 mL, 6 N HCl ilave edilmiştir. Havası alınan hidroliz vialleri etüvde 110 °C'de 24 saat hidroliz edilmiş ve santrifüj yapılarak uzaklaştırılmıştır. Süzülen örnekten, HCl evaporatörde yüksek vakum altında 60 °C'de uçurulmuş geriye kalan kalıntı pH'ı 2,2 olan sodyum sitrat tampon çözeltisiyle seyreltilmiştir. Örneklerin analizi, TUBITAK MAM'nde yapılmıştır.

Tablo 3. Deneme yemlerinin amino asit profili (g / 100 g N)
Table 3. Amino acid profile of experimental diets (g / 100 g N)

	Kontrol	BPK15	BPK30	BPK45	BPK60
Metionin	1,29	1,24	1,19	1,13	1,08
Sistein	0,60	0,55	0,50	0,46	0,41
Lizin	3,25	3,18	3,10	3,03	2,93
Triptofan	0,51	0,46	0,40	0,35	0,30
Treonin	1,83	1,65	1,47	1,29	1,11
İzolösin	1,99	1,80	1,61	1,42	1,23
Histidin	1,19	1,07	0,95	0,83	0,71
Valin	3,22	2,87	2,51	2,15	1,80
Lösin	3,78	3,45	3,13	2,81	2,49
Arginin	3,22	2,87	2,52	2,17	1,82
Fenilalanin	2,01	1,84	1,67	1,50	1,34

Azot Boşaltımı

Balıkların su ortamındaki amonyak boşaltım miktarı hesaplanarak gruplar arasında yemlerin sindirimi sırasında suya bırakılan toplam amonyak miktarı karşılaştırılmıştır. Besleme çalışmasından sonraki 3 gün boyunca midede kalan tüm yemin boşaltılması için balıklar beslenmemiştir. Daha sonra, 4. günün sabahında tankların zemini tamamen temizlenmiş ve balıklar doyana kadar deneme yemleri ile beslenmişlerdir. Yemleme işleminden 30 dakika sonra kapalı devre sistem kapatılarak tankların suyu kesilmiş ve tanklarda kalan yemler sifon yardımıyla alınmıştır. Güroy vd. (2016)'da belirtildiği gibi, toplam amonyak boşaltım seviyesi Hach Lange NH₃-N (LCK 304) kitleri ile spektrofotometrede (Hach Lange DR 2800) analiz edilmiştir. Başlangıç ölçümünden 6 saat sonra aynı işlem tekrarlanarak gruplar arasındaki azot boşaltım miktarları aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$A = [(N_2 - N_1) \times V_2] / W / T_2 - 1$$

A: Amonyak boşaltım oranı (toplam NH₃-N µg / Balık ağırlığı / Saat)

N1: Periyot başlangıcında sudaki amonyak konsantrasyonu (µg olarak, toplam NH₃-N mL⁻¹)

N2: Periyot sonu sudaki amonyak konsantrasyonu (µg olarak, toplam NH₃-N mL⁻¹)

V2: Su hacmi (mL)

W: Balıkların toplam canlı ağırlığı (g)

T2-1: Örnekleme periyotları arasında geçen süre (saat)

Veri Analizleri

Deneme süresince elde edilen sonuçlar büyüme ve yem değerlendirilmesiyle bağlantılı olmak üzere bazı besleme parametreleri kullanılmıştır. Bu parametreler aşağıda açıklanmıştır:

Ortalama Vücut Ağırlığı = Balıkların toplam ağırlığı (g) / Balık sayısı

Spesifik Büyüme Oranı = [Ln (Son ağırlık) - Ln (İlk ağırlık)] / Deneme gün sayısı x 100

Yem Dönüşüm Oranı = Tüketilen yem (g) / Ağırlık artışı (g)

Kondisyon Faktörü = Vücut ağırlığı (g) / (Çatal boy, cm)³ x 100

Hepatosomatik indeks = Karaciğer ağırlığı (g) / Balık ağırlığı (g) x 100

Viserosomatik indeks = İç organ ağırlığı (g) / Balık ağırlığı (g) x 100

İstatistiksel Analizler

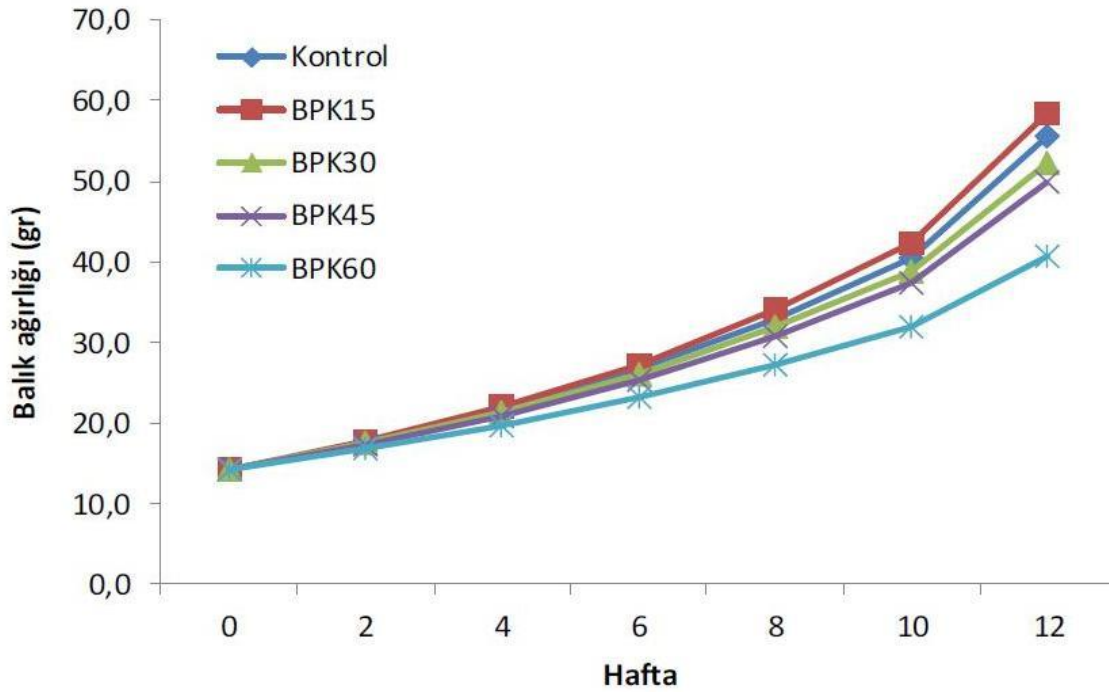
Farklı yemlerin balıkların büyüme performansı, yem tüketimi, besin kullanımı, vücut kompozisyonu ve besin sindirilebilirliği üzerine olan etkilerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Gruplar arasındaki farklılığın tespitinde ise Duncan testinden yararlanılmıştır. Verilerin bilgisayar

ortamında istatistiksel değerlendirilmesi Statgraphics Centurion XVI paket programıyla sağlanmış ve grafikler MS Office Excel programıyla oluşturulmuştur. Tüm testlerde yanılma düzeyi P<0,05 olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Büyüme Performansı ve Yem Kullanımına Ait Bulgular

Farklı oranlarda balık unu yerine bezelye protein konsantresi içeren yemlerle beslenen granyöz balıklarının büyüme performansı ile ilgili veriler Tablo 4'te sunulmuştur. Bütün balıklar yemleri iştahla tüketmişler ve deneme süresince hiçbir ölü balığa rastlanmamıştır. 12 hafta boyunca deneme yemleri ile beslenen balıklar 2 hafta aralıklarla tartılarak ağırlık artışları belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Deneme süresince granyöz balıklarının ağırlık artışı
Figure 1. Weight increase of meagre during the experiment

Balık unu proteini yerine %15 (BPK15), 30 (BPK30), 45 (BPK45) ve 60 (BPK60) oranlarında bezelye protein konsantresi (BPK) içeren yemlerle beslenen balıkların son ağırlıkları sırasıyla 55,5 g, 58,4 g, 52,2 g, 49,8 g ve 40,7 g olarak ölçülmüştür. BPK15 grubunun son ağırlık ve spesifik büyüme oranı BPK30, BPK45 ve BPK60 gruplarından daha yüksek bulunmuştur (P<0,05). Kontrol grubu ile BPK15 gruplarının büyüme performansları arasında bir farklılık olmamakla birlikte kontrol grubu BPK30, BPK45 ve BPK60 gruplarından daha iyi büyüme performansı sergilemiştir. BPK60 grubunda yem tüketiminin diğer gruplara göre daha düşük olduğu bulunmuştur. Deneme yemleri ile beslenen granyöz balıklarının yem dönüşüm oranı 0,95 ile 1,43 arasında değişmiş olup en yüksek yem dönüşüm oranı BPK60 grubunda

elde edilmiştir. BPK45'in yem dönüşüm oranı BPK60'dan daha düşük olup diğer gruplardan daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 4. Deneme yemleri ile beslenen granyözlerin 12 hafta sonunda büyüme performansı (n=3)

Table 4. Growth performance of meagre after 12 weeks of feeding on experimental diets (n=3)

	Kontrol	BPK15	BPK30	BPK45	BPK60
İlk Ağırlık (g)	14,2	14,2	14,3	14,2	14,2
Son Ağırlık (g)	55,5 ^{cd}	58,4 ^d	52,2 ^c	49,8 ^b	40,7 ^a
Spesifik Büyüme Oranı (%/gün)	1,51 ^{cd}	1,57 ^d	1,44 ^c	1,39 ^b	1,17 ^a
Yem Tüketimi (g)	43,1 ^b	42,0 ^b	41,3 ^b	42,4 ^b	38,0 ^a
Yem Dönüşüm Oranı	1,04 ^a	0,95 ^a	1,09 ^a	1,19 ^b	1,43 ^c

Biyolojik Parametrelere Ait Bulgular

12 hafta boyunca beslenen granyözlerin kondisyon parametrelerine ilişkin bilgiler Tablo 5'te sunulmuştur. Düşük oranda bezelye protein konsantresi içeren yemle (BPK15) beslenen balıkların kondisyon faktörü yüksek oranda bezelye protein konsantresi içeren yemle beslenen balıklara göre daha yüksek bulunmuştur ($P<0,05$). Deneme yemleri ile beslenen balıkların iç organ oranı (%) 9,55 ile 11,68 arasında değişmiştir. Karaciğer sağlık durumunu gösteren hepatosomatik indeks değeri yemdeki bezelye protein konsantresinin yükselmesi ile artmıştır. Bu değerın yükselmesi balıkların sağlık durumunun gittikçe azaldığının bir ifadesi olarak kabul edilmektedir.

Tablo 5. Deneme yemleri ile beslenen granyözlerin 12 hafta sonunda biyolojik parametreleri (n=6)

Table 5. Biological parameters of meagre after 12 weeks of feeding on experimental diets (n=6)

	Kontrol	BPK15	BPK30	BPK45	BPK60
Kondisyon Faktörü	1,01 ^{ab}	1,11 ^b	1,01 ^{ab}	0,98 ^{ab}	0,82 ^a
Viserosomatik İndeks	9,55 ^a	8,74 ^{ab}	9,97 ^{ab}	9,01 ^{ab}	11,68 ^b
Hepatosomatik İndeks	1,23 ^a	1,46 ^{ab}	1,46 ^{ab}	1,52 ^b	1,65 ^b

Vücut Kompozisyonuna Ait Bulgular

Tablo 6'da farklı yemlerle beslenen alabalıkların kimyasal kompozisyonu ile ilgili veriler sunulmuştur. Deneme gruplarının nem, protein, yağ ve kül oranları arasında herhangi istatistiki bir fark bulunamamıştır ($P>0,05$).

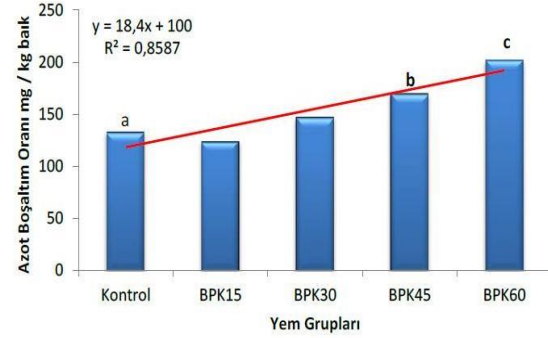
Tablo 6. Deneme yemleri ile beslenen granyözlerin 12 hafta sonunda tüm vücut besin maddeleri miktarı (n=6)

Table 6. Whole body proximate composition of meagre after 12 weeks of feeding on experimental diets (n=6)

	Kontrol	BPK15	BPK30	BPK45	BPK60
Nem	65,81	65,47	64,25	64,77	65,75
Ham Protein	18,74	17,45	17,63	18,51	16,72
Ham Yağ	14,75	14,92	14,17	13,69	14,61
Ham Kül	2,07	2,18	1,93	2,10	2,30

Azot Boşaltımı

Deneme yemleri ile beslenen granyöz balıklarının azot boşaltımı ile ilgili veriler Şekil 2'de sunulmuştur. Yemdeki bezelye protein konsantresi seviyesinin artması ile azot boşaltımı artmıştır. Yüksek bezelye protein konsantresi içeriğine sahip grubun azot boşaltımı düşük seviyelerde BPK içeren grubun azot boşaltım oranına göre önemli derecede daha yüksek bulunmuştur ($P<0,05$). Bezelye protein konsantresi ve azot boşaltımı arasındaki ilişki $y = 18,4x + 100$; $r^2 = 0,8587$ olarak tanımlanmıştır.



Şekil 2. Deneme yemleri ile beslenen granyöz balıklarının azot boşaltımı ve bezelye protein konsantresi düzeyi arasındaki ilişki
Figure 2. The relationship between total ammonia-nitrogen excretion and pea protein concentrate of meagre fed with experimental diets

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada çipura ve levrek türlerine ilave olarak son yıllarda üretilmeye başlanan granyöz balığı yemlerinde bezelye protein konsantresi kullanımının üzerine bir araştırma yürütülmüştür. Balık yemlerinde yem maliyetini düşürmek için uygulanan stratejilerden birisi de alternatif bitkisel/hayvansal hammaddelerin kullanımıdır. Son yıllarda, teknolojik yöntemlerle yüksek protein ve düşük karbonhidrat içeriğine sahip bitkisel protein konsantrelerinin balık ununa alternatif olabileceği düşünülmektedir (Güroy vd., 2013; Buentello vd., 2015). Örneğin, soya protein konsantresi balık unu yerine kısmi olarak sarı kuyruk, *Seriola lalandi* (Bowyer vd., 2013; Bansemir vd., 2015; Kissinger vd., 2016), kırmızı mercan, *Pagrus major* (Takagi vd., 2001), Japon pisi balığı, *Paralichthys olivaceus* (Deng vd., 2006), Atlantik salmonu, *Salmo salar* (Storebakken vd., 2000) ve cobia, *Rachycentron canadum* (Salze vd., 2010) gibi deniz balıklarında kullanılmıştır.

Bu çalışmada, balık unu proteinin %25'i (yeme ilave %9) yerine kullanılan bezelye protein konsantresi granyöz balıklarının son vücut ağırlığı, spesifik büyüme oranı ve yem değerlendirme oranını iyileştirmiştir. Daha önce bitkisel protein konsantrelerinin az oranda ilavesiyle diğer balık türlerinde yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar gibi bu çalışmada da büyüme performansının olumlu etkilendiği görülmektedir. Örneğin; Sánchez-Lozano vd. (2011) ortalama ağırlığı 52 g olan çipuraların (*Sparus aurata*) yemlerine balık unu proteini yerine 4 farklı oranda ilave edilen (%0, 20, 40 ve 60) bezelye protein konsantresinin 218 gün süresince etkileri araştırılmıştır. En düşük spesifik büyüme oranı (%0,88) %60 yem grubunda elde edilmesine rağmen, gruplar arasında istatistiksel bir farklılığa rastlanılmamıştır. Sánchez-Lozano vd. (2011), balık unu yerine %40 oranında BPK'nın balıkların ağırlık kazanımı, yem dönüşüm oranı ve protein verimlilik oranını negatif etkilemeden ikame edilebileceği sonucuna varmışlardır. Yine aynı türle Sánchez-Lozano vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada, büyük çipuraların (başlangıç ağırlığı, 174 g) yemine balık unu yerine kısmi oranda bezelye protein konsantresi (BPK) ve pirinç protein konsantresi (PPK)

karışımını balıkların büyümesi üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. BPK ve PPK karışımı balık unu yerine %30, 60 ve 90 oranında metiyonin ve lizin takviyesi ile ikame edilmiştir. %90 yem grubu hariç balıkların büyümesi arasında farklılık bulunmamıştır. Yemdeki bezelye protein konsantrisinin oranı arttıkça balıkların büyüme performansında düşüş meydana gelmektedir. Benzer şekilde, Penn vd. (2011) bezelye protein konsantrisi, soya protein konsantrisi ve mısır glütinin Atlantik salmonu (*Salmo salar*) yemlerinde hem tek olarak yüksek seviyede hem de düşük seviyede birlikte kullandıkları çalışmada, Atlantik salmonu yemlerinde bezelye protein konsantrisi yüksek oranda kullanıldığında büyüme performansını olumsuz yönde etkilediğini bulmuşlardır. Yüksek oranda bezelye protein konsantrisi içeren yemlerle beslenen balıklarda büyüme performansının düşmesi yemdeki amino asit profilinin düşmesine bağlanabilir (Cheng vd., 2003; Hansen vd., 2007). Bu çalışmada lizin ilk olarak sınırlanan aminoasit olarak ortaya çıkmıştır. Kontrol yeminin lizin içeriği 3,25 iken BPK60 yeminde 2,93 olarak analiz edilmiştir. Ayrıca, arjinin ve fenilalanin gibi diğer iki önemli temel amino asitte benzer bulgular edilmiştir. Yemlerde düşük oranda balık unu kullanıldığında olumsuz etkilerin meydana gelmemesi ve ekonomik kayıpların yaşanmaması için bu tip yemlere dışarıdan amino asit ilave edilebilir.

Bu çalışmada, en yüksek oranda bezelye protein konsantrisi içeren yemle beslenen balıklarda yem tüketimi diğer yem gruplarına göre önemli oranda azalmıştır. Yüksek oranda bezelye protein konsantrisi içeren yemlerle beslenen balıkların daha düşük büyüme performansı, daha düşük elde edilebilir enerjiye bağlı olarak ortaya çıkmış olabilir. Balık yemlerine yüksek oranda bitkisel protein ilavesinin lezzetliliği (palatabilité) etkilediği bilinmektedir (Phumee vd., 2011). Düşük oranda balık unu içeren yemlerle beslenen balıkların yem tüketimini arttırmak için amino asit ilavesi dışında yemlere cezbedici katkı maddeleri (betain, nükleotid, organik asitler vb) de ilave edilebilir (Smith vd., 2007; Grey vd., 2009; Kader vd., 2010).

Amonyak, balıkta protein katabolizmasının bir son ürünü olarak üretilir ve amonyağın boşaltımı protein sentezi düşük

olduğunda yüksek bulunur (Engin ve Carter, 2001; 2005). Bu çalışmada, yemdeki bezelye protein konsantrisi ile birlikte toplam amonyak-nitrojen (TAN) boşaltımı da artmıştır. TAN boşaltımı verileri ile büyüme ve besin kullanımı iyi bir ilişki mevcut olup, yüksek oranda bezelye protein konsantrisi içeren yemlerle beslenen balıklarda görülen düşük büyüme performansı amino asit dengesizliğinden dolayı olup, tüm bu olumsuzluklar bu gruplardaki TAN boşaltım düzeyini de arttırmıştır. Kontrol yemi ile kıyaslandığında, balık yemindeki bitkisel kökenli hammaddelerin düzeyi arttıkça TAN boşaltım oranının arttığı bulunmuştur. Örneğin, soya unu içeren yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalığında, O. mykiss (Yang vd., 2011), çipurada, S. aurata (Robaina vd., 1995) ve Asya deniz levreğinde, Lates calcarifer (Tantikitti vd., 2005), mısır glütini (Ballestrazzi vd., 1994) ve bitkisel protein karışımı (Kaushik vd., 2004) ile beslenen Avrupa deniz levreğinde TAN boşaltım oranı kontrol grubuna göre artmıştır.

Bu çalışma, bezelye protein konsantrisinin granyöz yemlerinde kullanımı üzerine yapılmış ilk araştırma özelliğindedir. Sonuç olarak, granyöz balıkların yemine ilave edilen bezelye protein konsantrisi, balıkların büyüme performansını, yem kullanımını, ve HSI değerini olumlu yönde etkilemiştir. Çalışmadan elde edilen verilere göre, balık unu yerine kullanılan az orandaki bezelye protein konsantrisinin (%15) granyöz balığının büyüme performansını olumsuz yönde etkilemediğini göstermektedir. Bununla birlikte, yeme yüksek oranda ilave edilen bezelye protein konsantrisinin balıkların büyüme performansını düşürdüğü bulunmuştur. Bu çalışmanın sonuçlarına göre granyöz balıklarında %45-60 oranında bezelye protein konsantrisinin kullanılması için amino asit ve cezbedici katkı maddelerinin ilavesiyle başka çalışmaların yapılması önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Yalova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2011/BAP/018 No'lu proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- AOAC. (2000). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 19th edn. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Ballestrazzi, R., Lanari, D., Agaro, D.E. & Mion, A. (1994). The effect of dietary protein level and source on growth, body composition, total ammonia and reactive phosphate excretion of growing sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 127:197-206. doi: [10.1016/0044-8486\(94\)90426-X](https://doi.org/10.1016/0044-8486(94)90426-X)
- Bansemmer, M., Forder, R., Howarth, G., Suijter, G., Bowyer, J. & Stone, D. (2015). The effect of dietary soybean meal and soy protein concentrate on the intestinal mucus layer and development of subacute enteritis in Yellowtail Kingfish (*Seriola lalandi*) at suboptimal water temperature. *Aquaculture Nutrition*, 21:300-310. doi: [10.1111/anu.12160](https://doi.org/10.1111/anu.12160)
- Bowyer, J., Qin, J., Smullen, R., Adams, L., Thomson, M. & Stone, D. (2013). The use of a soy product in juvenile yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*) feeds at different water temperatures: 2. Soy protein concentrate. *Aquaculture*, 410-411:1-10. doi: [10.1016/j.aquaculture.2013.06.001](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.06.001)
- Buentello, A., Jirsa, D., Barrows, F.T. & Drawbridge, M. (2015). Minimizing fish meal use in juvenile California yellowtail, *Seriola lalandi*, diets using non-GM soybeans selectively bred for aquafeeds. *Aquaculture*, 435:403-411. doi: [10.1016/j.aquaculture.2014.10.027](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.10.027)
- Cheng, Z.J., Hardy, R.W. & Usry, J.L. (2003). Effects of lysine supplementation in plant protein-based diets on the performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and apparent digestibility coefficients of nutrients. *Aquaculture*, 215(1-4):255-265. doi: [10.1016/S0044-8486\(02\)00166-7](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00166-7)
- Deng, J., Mai, K., Ai, Q., Zhang, W., Wang, X., Xu, W. & Liufu, Z. (2006). Effects of replacing fish meal with soy protein concentrate on feed intake and growth of juvenile Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, 258:503-513. doi: [10.1016/j.aquaculture.2006.04.004](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.04.004)
- Emre, Y., Kurtoğlu, A., Emre, N., Güroy, B. & Güroy, D. 2016. Effect of replacing dietary fish oil with soybean oil on growth performance, fatty acid composition and haematological parameters of juvenile meagre, *Argyrosomus regius*. *Aquaculture Research*. doi: [10.1111/are.12677](https://doi.org/10.1111/are.12677)

- Engin, K. & Carter, C.G. (2001). Ammonia and urea excretion rates of juvenile Australian short-finned eel (*Anguilla australis australis*) as influenced by dietary protein level. *Aquaculture*, 194:123-136. doi: [10.1016/S0044-8486\(00\)00506-8](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00506-8)
- Engin, K. & Carter, C.G. (2005). Fish meal replacement by plant and animal by-products in diets for the Australian short-finned eel, *Anguilla australis australis* (Richardson). *Aquaculture Research*, 36:445-454. doi: [10.1111/j.1365-2109.2004.01224.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2004.01224.x)
- FAO. (2016). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <<http://www.fao.org/statistics>> (25.04.2016).
- Grey, M., Forster, I., Dominy, W., Ako, H. & Giesen, A.F. (2009). Validation of a feeding stimulant bioassay using fish hydrolysates for the pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 40(4):547-555. doi: [10.1111/j.1749-7345.2009.00264.x](https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2009.00264.x)
- Güroy, B., Mantoğlu, S., Merrifield, D.L. & Güroy, D. (2016). Effects of dietary Nutrafito Plus on growth, haematological parameters and total ammonia-nitrogen excretion of juvenile striped catfish *Pangasianodon hypophthalmus*. *Aquaculture Research*, 47(6):1770-1777. doi: [10.1111/are.12634](https://doi.org/10.1111/are.12634)
- Güroy, D., Güroy, B., Merrifield, D.L., Tekinay, A.A., Davies, S.J. & Şahin, İ. (2012). Effects of fish oil and partial fish meal substitution with oilseed oils and meals on growth performance, nutrient utilization and health of the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture International*, 20(3):481-497. doi: [10.1007/s10499-011-9479-z](https://doi.org/10.1007/s10499-011-9479-z)
- Güroy, D., Şahin, İ., Güroy, B., Merrifield, D.L., Bulut, M. & Tekinay, A.A. (2013). Replacement of fishmeal with rice protein concentrate in practical diets for European sea bass *Dicentrarchus labrax* reared at winter temperatures. *Aquaculture Research*, 44(3):462-471. doi: [10.1111/j.1365-2109.2011.03053.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.03053.x)
- Hansen, A.-C., Rosenlund, G., Karlsen, Ø., Koppe, W. & Hemre, G.-I. (2007). Total replacement of fish meal with plant proteins in diets for Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) I - Effects on growth and protein retention. *Aquaculture*, 272(1-4):599-611. doi: [10.1016/j.aquaculture.2007.08.034](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.08.034)
- Kader, M., Koshio, S., Ishikawa, M., Yokoyama, S. & Bulbul, M. (2010). Supplemental effects of some crude ingredients in improving nutritive values of low fishmeal diets for red sea bream, *Pagrus major*. *Aquaculture*, 308:136-144. doi: [10.1016/j.aquaculture.2010.07.037](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.07.037)
- Kaushik, S.J., Covès, D., Dutto, G. & Blanc, D. (2004). Almost total replacement of fishmeal by plant protein sources in the diet of a marine teleost, the European seabass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*, 230:391-404. doi: [10.1016/S0044-8486\(03\)00422-8](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00422-8)
- Kissinger, K., García-Ortega, A. & Trushenski, J.T. (2016). Partial fish meal replacement by soy protein concentrate, squid and algal meals in low fish-oil diets containing Schizochytrium limacinum for longfin yellowtail *Seriola rivoliana*. *Aquaculture*, 452:37-44. doi: [10.1016/j.aquaculture.2015.10.022](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.10.022)
- Penn, M.H., Bendiksen, E.Å., Campbell, P. & Krogdahl, Å. (2011). High level of dietary pea protein concentrate induces enteropathy in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*, 310:267-273. doi: [10.1016/j.aquaculture.2010.10.040](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.10.040)
- Phumee, P., Wei, W.Y., Ramachandran, S. & Hashim, R. (2011). Evaluation of soybean meal in the formulated diets for juvenile *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878). *Aquaculture Nutrition*, 17(2):214-222. doi: [10.1111/j.1365-2095.2009.00729.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2009.00729.x)
- Robaina, L., Izquierdo, M.S., Moyano, F.J., Socorro, J., Vergara, J.M., Montero, D. & Fernandez-Palacios, H. (1995). Soybean and lupin seed meals as protein sources in diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*): Nutritional and histological implication. *Aquaculture*, 130:219-233. doi: [10.1016/0044-8486\(94\)00225-D](https://doi.org/10.1016/0044-8486(94)00225-D)
- Salze G., McLean, E., Battle, P.R., Schwarz, M.H. & Craig, S.R. (2010). Use of soy protein concentrate and novel ingredients in the total elimination of fish meal and fish oil in diets for juvenile cobia, *Rachycentron canadum*. *Aquaculture*, 298:294-299. doi: [10.1016/j.aquaculture.2009.11.003](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.11.003)
- Sánchez-Lozano, N.B., Martínez-Llorens, S., Tomás-Vidal, A. & Cerdá, M.J. (2009). Effect of high-level fish meal replacement by pea and rice concentrate protein on growth, nutrient utilization and fillet quality in gilthead seabream (*Sparus aurata*, L.). *Aquaculture*, 298:83-89. doi: [10.1016/j.aquaculture.2009.09.028](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.09.028)
- Sánchez-Lozano, N.B., Martínez-Llorens, S., Tomás-Vidal, A. & Jover Cerdá, M. (2011). Amino acid retention of gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) fed with pea protein concentrate. *Aquaculture Nutrition*, 17(2):604-614. doi: [10.1111/j.1365-2095.2010.00803.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2010.00803.x)
- Smith, D.M., Tabrett, S.J., Glencross, B.D., Irvin, S.J. & Barclay, M.C. (2007). Digestibility of lupin kernel meals in feeds for the black tiger shrimp, *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 264:353-362. doi: [10.1016/j.aquaculture.2006.12.002](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.12.002)
- Storebakken, T., Shearer, K.D. & Roem, A.J. (2000). Growth, uptake and retention of nitrogen and phosphorus, and absorption of other minerals in Atlantic salmon *Salmo salar* fed diets with fish meal and soy protein concentrate as the main sources of protein. *Aquaculture Nutrition*, 6:103-108. doi: [10.1046/j.1365-2095.2000.00135.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.2000.00135.x)
- Takagi, S., Shimeno, S., Hosokawa, H. & Ukawa, M. (2001). Effect of lysine and methionine supplementation to a soy protein concentrate diet for red sea bream *Pagrus major*. *Fisheries Science*, 67(6):1088-1096. doi: [10.1046/j.1444-2906.2001.00365.x](https://doi.org/10.1046/j.1444-2906.2001.00365.x)
- Tantikitti, C., Sangpong, W. & Chiavareesaja, S. (2005). Effects of defatted soybean protein levels on growth performance and nitrogen and phosphorus excretion in Asian seabass (*Lates calcarifer*). *Aquaculture*, 248:41-50. doi: [10.1016/j.aquaculture.2005.04.027](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.04.027)
- TurkStat. (2016). Turkish Statistical Institute. <<http://www.turkstat.gov.tr>> (25.04.2016).
- Vallés, R. & Estévez, A. (2013). Light conditions for larval rearing of meagre (*Argyrosomus regius*). *Aquaculture*, 376-379:15-19. doi: [10.1016/j.aquaculture.2012.11.011](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.11.011)
- Welch, A., Hoenig, R., Stieglitz, J., Benetti, D., Tacon, A., Sims, N. & O'Hanlon, B. (2010). From fishing to the sustainable farming of carnivorous marine finfish. *Reviews in Fisheries Science*, 18(3):235-247. doi: [10.1080/10641262.2010.504865](https://doi.org/10.1080/10641262.2010.504865)
- Yang, Y.H., Wang, Y.Y., Lu, Y. & Li, Q.Z. (2011). Effect of replacing fish meal with soybean meal on growth, feed utilization and nitrogen and phosphorus excretion on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture International*, 19:405-419. doi: [10.1007/s10499-010-9359-y](https://doi.org/10.1007/s10499-010-9359-y)