

## Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) Yavru Yeminde Gümüş Balığı (*Atherina boyeri* Risso, 1810) Unu Kullanımının Karaciğer Histolojisi Üzerine Etkisi

\*Erkan Gümüş<sup>1</sup>, M. Rüştü Özen<sup>2</sup>, B. Ahmet Balcı<sup>1</sup>, Ramazan İkiz<sup>1</sup>, Baki Aydın<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 07058 Antalya, Türkiye

<sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Isparta, Türkiye

\*E mail: egumus@akdeniz.edu.tr

**Abstract:** *The effects on using sand smelt (Atherina boyeri Risso, 1810) meal in practical diets for carp fry (Cyprinus carpio L., 1758) on liver histology.* Sand smelt (*Atherina boyeri* Risso, 1810) meal (SSM) was tested to replace fish meal (FM) in practical diets for carp fry, *Cyprinus carpio* L., 1758. Triplicate groups of fish were fed each of five isonitrogenous (38%), isolipidic (10%) and isoenergetic (3750 kcal DE g<sup>-1</sup>) diets formulated in which SSM replaced 0.0, 25, 50, 75, and 100% of the protein supplied by FM. Twenty five fish fry were placed in each of the aquarium (65 L) and each diet was fed manually to apparent satiation twice daily for three months. At the end of the experiment, there was determined to live weight, condition factor, hepatosomatic index, and viscerosomatic indeks of experimental groups. The results indicate that fish fed SSM up to 75% exhibited better growth values (P<0.05) than those fed the others. At the end of the experiment, there were no significant (P>0.05) differences in the hepatosomatic index (HSI) among groups following inclusion of SSM in fish diet. The findings of the examination of the liver verified that it has been observed normal lipid accumulation in hepatosit cells, bile channels, hepatopancreatic cell groups, partly connective tissue and existence of blood vessels instead of lipid degeneration. Results of the present study appear to indicate that replacement of commercial fish meal with sand smelt meal in diets has no adverse effects on growth and liver histology of carp fry according to the histological data similar with HSI.

**Key Words:** *Cyprinus carpio*, sand smelt meal, *Atherina boyeri*, liver histology, hepatosomatic index.

**Özet:** Aynalı sazan (*Cyprinus carpio*, L., 1758) yavru yeminde gümüş balığı (*Atherina boyeri* Risso, 1810) ununun %0.0, 25, 50, 75 ve 100'lük oranlarda ticari balık unu yerine kullanılarak protein (%38), yağ (%10) ve enerji (3750 kcal SE g<sup>-1</sup>) düzeyleri benzer hazırlanmış beş farklı rasyon ile yavrular 90 gün süreyle beslenmiştir. Denemede, her birinde 25 yavru bulunan 65 litrelik 15 akvaryumda, üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Buna göre deneme gruplarında büyüme, kondisyon faktörü, hepatosomatik indeks ve visserosomatik indeks değerleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre %75'e varan oranda balık unu yerine gümüş balığı unu ilave edilmiş rasyonların yavruların büyümesini olumlu yönde etkilemiştir (P<0.05). Deneme sonunda elde edilen hepatosomatik indeks (HSI) bulgularında gruplar arası farkın ve gümüş balığı ununun etkisinin önemsiz olduğu hesaplanmıştır (P>0.05). Karaciğerin yapılan incelemelerinden edinilen bulgular da bunu doğrulamakta olup; bir yağ dejenerasyonu yerine hepatosit hücrelerinde olağan yağ birikimi, safra kanalları, hepatopankreatik hücre grupları ile yer yer bağ doku ve kan damarlarının varlığı gözlemlenmiştir. Elde edilen HSI bulgularına paralellik gösteren histolojik bulgulara göre gümüş balığı ununun ticari balık unu yerine kullanımının sazan yavrusunun büyümesi ve karaciğer histolojisi açısından olumsuz bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Aynalı sazan, gümüş balığı unu, *Atherina boyeri*, karaciğer histolojisi, hepatosomatik indeks.

### Giriş

Akuakültür endüstrisinin gelişimine bağlı olarak balık yemlerine olan talep de artış göstermektedir. Balık yemi üretimi büyük oranda balık unu ve balık yağı temininin sürekliliğine bağlıdır (Hardy 2006). Aşırı avcılığa bağlı stokların azalması, iklimsel değişiklik gibi çeşitli faktörlerden dolayı balık unu eldesi sınırlı düzeyde kalmaktadır. Diğer taraftan balık unu kullanımına olan talep artış göstermekte ve buna bağlı olarak su ürünleri yetiştiricilik endüstrisinin balık unu ve balık yağı talebinin karşılanmasında sıkıntı çekilmektedir (Dong ve diğ. 1993, Kissil ve diğ. 2000). Balık yemlerinde, balık unu ve yağının kullanımının azaltılması veya bunların yerine bitkisel ve hayvansal kökenli hammadde kaynaklarının kullanımına yönelik araştırmalar ön plana

çıkıştır (El-Saidy ve Gaber 1997, Hardy 2006). Pek çok hayvansal ve bitkisel hammadde kaynakları balık unu yerine kısmen ya da tamamen kullanılmak amacıyla değerlendirilmiş ve bir çok kaynaktan olumlu sonuçlar alınmıştır (Gaber 1996, Abdelghany 2003, Muzinic ve diğ. 2006, Ahmad 2008, Gümüş ve diğ. 2009).

Araştırmacılar ve yetiştiriciler için hedef, her zaman en düşük maliyet ile iyi kalitede bir üretim gerçekleştirmektir. Bu nedenle, üretim sürecinde ucuz protein ve enerji kaynağı arayışı her geçen gün artmaktadır.

Akuakültürde kullanılan balık yemlerinin maliyetinin yüksek olması dolayısıyla küçük üreticilerin kullanacakları yemleri kendilerinin üretmesi yönünde teşvik edilmeleri gereklidir. Gümüş balığı unu, bu konuda iyi bir alternatif kaynak oluşturabilir.

Gümüş balığı (*Atherina boyeri* Risso, 1810) biyolojik özellikleri uzantısında nehir, göl, havuz, rezervuar gibi kaynaklarda bol miktarda bulunan bir türdür (Küçük ve diğ. 2006). Son yıllarda Gümüş balığı endüstrisi hızlı bir artış göstermiştir. Gümüş balığı avcılığının toplam içsu balık avcılığındaki oranı 2007 yılında yaklaşık %15 olup, avcılık yoluyla elde edilen üretim miktarı 6540 ton olarak gerçekleşmiştir (TFS 2008). Avlanan gümüş balığı halkımız tarafından yaygın olarak tüketilmediğinden ya yem balığı olarak, ya da yurt dışına satılarak değerlendirilmektedir. Dolayısıyla gümüş balığı yerel balık üretimi açısından önemli bir potansiyeldir. Gümüş balığının besin kalitesinin yüksek olması (protein içeriği >%70) yanında fiyatının ucuz olması, ekonomik balık yemi üretimi açısından önemli bir alternatif hammadde kaynağı olduğunu göstermektedir.

Yemlerinde farklı besin kaynaklarının kullanılması, balıkların metabolik aktiviteleri açısından ayrı bir önem taşır. Konuyla ilgili araştırmalarda istenilen düzeyde gelişimi sağlayabilecek bazı alternatif hammadde kaynaklarının, balıklarda dokusal yapıda bazı problemlere neden olduğu belirlenmiştir. Özellikle besinlerin protein, yağ ve karbonhidrat içeriklerinde yapılan değişimler, başta karaciğer ve kas dokuları olmak üzere birçok dokuda deformasyonlara ve hatta zamana bağlı olarak balıkların ölümlerine yol açabilmektedir. Bu deformasyonların belirlenebilmesi için histolojik yöntemler kullanılmaktadır (Kamacı 2003).

Bilindiği gibi, gelişimi doğrudan etkileyen beslenme sürecinde temel metabolik işlevlerin pek çoğu karaciğerde gerçekleşir ve beslenme değişimleri de bu organı önemli ölçüde etkiler. Karaciğer dokusunda meydana gelebilecek histopatolojik oluşumlar balığın tüm fizyolojisini etkiler ve gelişimi yavaşlatabilir, hatta ölüme neden olabilir. Bu nedenle

çalışmamızda, balık karaciğerlerindeki değişimler incelenerek farklılıklar ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu noktadan hareketle gerçekleştirilen çalışmada, beslenmelerinde balık unu yerine farklı oranlarda gümüş balığı unu (GBU) kullanımının, aynalı sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) yavrularının gelişimi ve karaciğer histolojisi üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Gümüş balıkları 2008 yılında Eğirdir Gölü'nden (Isparta, Türkiye) avlanmıştır. Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Laboratuvarında Abdelghany (2003)'nin bildirdiği yonteme göre balık unu haline getirilmiştir. Bunun için avlanan gümüş balıkları 70 °C'de etüvde 24 saat süre ile kurutulmuştur. Deneme yemleri hazırlanmadan önce kullanılacak olan yem hammaddeleri çekiçli değirmenden geçirilerek 0,5 mm parçacık büyüklüğüne indirgenmiştir. Her deneme yemine ait yem hammaddeleri homojen olarak karıştırılarak 2 mm çaplı et kıyma makinesinden geçirilerek pelet yem yapılmıştır. Pelet yemler 70 °C'de 24 saat süre ile etüvde kurutulduktan sonra 0.8-1 mm'lik çapa sahip parçacık büyüklüğüne indirgenmiş ve plastik torbalarda denemede kullanıncaya kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir. Deneme grubu yemler hazırlanırken balık unu proteininin yerine %0.0 (Kontrol grubu), 25, 50, 75 ve %100 oranında gümüş balığı unu (GBU) ilave edilerek protein (%38), yağ (%10) ve enerji (3750 kcal DE g<sup>-1</sup>) düzeyleri eşit beş farklı yem hazırlanmıştır. Kontrol yemi, hayvansal protein kaynağı olarak %44.99 balık unu içermektedir. Sindirilebilir enerji değerleri NRC (1993)'de bildirilen yonteme göre hesaplanmıştır. Hazırlanan beş farklı yemin kimyasal kompozisyonları Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Farklı oranlarda gümüş balığı unu ilave edilmiş deneme yemlerinin kimyasal kompozisyonları<sup>1</sup> (%).

	Balık unu proteini yerine ilave edilen Gümüş Balığı unu (%)				
	0.0 (Kontrol)	25	50	75	100
Nem	8.451±0.08	7.768±0.27	8.465±0.76	7.799±0.12	7.254±1.06
Ham protein	38.05±0.07	37.80±0.43	37.95±0.14	37.81±0.34	38.17±0.19
Ham yağ	9.738±0.39	9.910±0.34	10.09±0.67	10.30±0.44	9.920±0.34
Ham kül	12.27±0.06	12.52±0.47	11.72±0.17	10.82±0.00	11.06±0.18
Ham selüloz	3.236±0.03	3.615±0.37	4.382±0.37	4.491±0.08	5.110±0.06
NFE	28.23±0.29	28.37±1.04	27.39±1.08	28.76±0.07	28.47±1.02
SE kcal/g	3727.7±2.92	3735.5±2.64	3724.6±1.57	3785.3±2.08	3758.0±5.73

<sup>1</sup>Değerler üç tekrarın analizinin ortalamalarıdır (ortalama ± SD). NFE= nitrojeniz öz madde, SE=sindirilebilir enerji.

Deneme, Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Laboratuvarında, 1 Temmuz- 31 Eylül 2008 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Aynalı sazan yavruları Akdeniz Su Ürünleri Araştırma Enstitüsünden temin edilmiştir. Kullanılabilir hacimleri 65 L olan 15 akvaryumun her birine 0.300 ± 0.65 g ağırlığında 25 yavru yerleştirilmiştir. Yavruların günde iki kez ve doyuncaya kadar, üç ay süreyle beslendiği denemede, kontrol grubu olarak (GBU oranı %0.0) ayrılmış, diğer gruplara %25, 50, 75 ve %100 oranında GBU eklenen yem verilmiştir.

Balıkların ağırlık artışı ve kondisyon faktörünün belirlenmesi amacıyla, uygulama süresi sonunda her bir deneme grubundaki balıkların boy ve ağırlık ölçümleri

yapılmıştır. Kontrol ve deneme grubu yavruların hepatosomatik indeks (HSI) ve visserosomatik indeks (VSI) değerlerinin belirlenmesi amacıyla kontrol ve her bir deneme grubundan alınan 15 yavrunun ağırlığı ölçüldükten sonra karaciğer ve diğer iç organların ağırlığı belirlenmiştir. Deneme yemlerinin kimyasal kompozisyonlarından kuru madde, protein, yağ, kül, karbonhidrat gibi parametrelerin tayini AOAC (1995)'e göre yapılmıştır.

Kontrol ve deneme grubu yavrulardan alınan karaciğer dokuları Luna (1982), Demir (2001) ve Mc Millan (2007)'in bildirdiği yöntemlere uygun olarak tesbit edildikten sonra doku takipleri yapılmış ve parafin bloklara alınmıştır. Rotary mikrotomda 5 mikron inceliğinde kesitleri alınan örnekler

Harris'in Haematoxylin-Eosin (H+E) boyama yöntemi ile boyanıp Kanada Balzamu ile kapatılarak binoküler fotomikroskopta (Olympus CX41) incelenip mikrofotografı çekilmiştir (Luna 1982, Demir 2001, Mc Millan 2007).

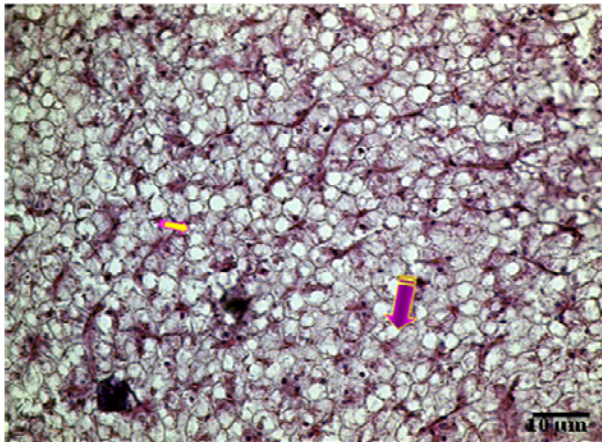
Analiz verileri SPSS 15.0 (SPSS INC. Chicago, IL, USA) istatistik programında ANOVA'dan yararlanılarak değerlendirilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklar Duncan's *post hoc* testi kullanılarak %5 düzeyde karşılaştırılmıştır (Steel ve diğ. 1996).

## Bulgular

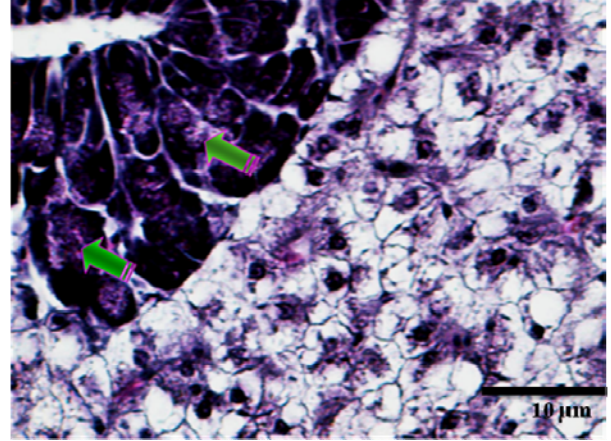
Farklı oranlarda GBU içeren yemlerle beslenen aynalı sazın yavrularının büyüme performansı ve yem değerlendirmeleri kontrol grubuyla karşılaştırılarak Tablo 2'de verilmiştir. Tüm grupların 0.296-0.301 g arasında ölçülen başlangıç ağırlıkları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ( $P>0.05$ ). Deneme sonu ağırlık artışlarında ise önemli farklılıklar saptanmıştır ( $P<0.05$ ). Deneme sonu ağırlıklar 4.996-6.177 g arasında değişiklik göstermiştir. Deneme sonunda, grupların HSI değerleri arasında önemli farklılık bulunmamaktadır ( $P>0.05$ ).

Farklı oranlarda GBU içeren yemlerinin deneme grubu balıklarının karaciğer histolojileri üzerine etkileri Şekil 1-6'da izlenmektedir. Buna göre, kontrol grubundaki balıklara ait karaciğer kesitlerinde incelenmesinde hepatositlerde hafif bir yağlanma gözlenmiştir (Şekil 1). Bu gruptaki balıkların karaciğer hücreleri arasında lokalize olan hepatopankreas salgı hücreleri salgı ile dolu durumda aktif halde izlenmektedir (Şekil 2).

Denemede balık unu proteini yerine %25 oranında GBU içeren yemle beslenen balıklara ait doku kesitlerinin incelenmesinde, parankimada yağlanma (Şekil 3) ve hepatositlerde yağ birikimi nedeniyle nükleusların hücrenin periferine doğru itildiği belirlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 1. Kontrol grubu (%0.0 GBU) balıkların karaciğer hücrelerinde hafif yağlanma, (Ok), H+E.



Şekil 2. Kontrol grubu (%0.0 GBU) balık örneği karaciğer parankimasında yerleşen hepatopankreas hücrelerinde salgı aktivitesi, (Ok), H+E.

%50, %75 ve %100 GBU ilave edilmiş yemlerle beslenen deneme gruplarında yapılan incelemelerde, ilk deneme grubu örneklerinde olduğu gibi, geniş vakuoller nedeniyle proliferen hücrelerde nükleusun periferine doğru itildiği dikkati çekmektedir (Şekil 5-7). Ayrıca hepatopankreas hücrelerinde de, ilk deneme grubuna benzer şekilde belli bir salgı aktivitesini işaret eden görünüm not edilmiştir (Şekil 6).

## Tartışma ve Sonuç

Balıklar, içinde buldukları ortamda meydana gelen değişikliklere en uygun şekilde ve bazen çok hızlı cevap vermektedir. Balık unu proteininin yerine farklı oranlarda gümüş balığı unu içeren deneme yemlerinin aynalı sazın yavrularının büyümesi ve yemi kullanma üzerine etkilerinin önemli olduğu görülmüştür ( $P<0.05$ ). Yapılan denemede balık unu protein yerine %75'e varan oranda GBU ilavesinin büyüme ve gelişmeyi olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Tüy unu, tavuk kesim atıkları unu, et unu, kırmızı yengeç unu, hindi unu, gambusya unu ve orkinos karaciğer unu gibi hayvansal kökenli hammaddeler ile çeşitli balık türlerinde yapılan çalışmalarda (Kikuchi ve diğ. 1994, Kikuchi ve diğ. 1997, Webster ve diğ. 2000, Abdelghany 2003, Zhou ve diğ. 2005, Tan ve diğ. 2005, Gaber 1996, Muzinic ve diğ. 2006, Yang ve diğ. 2006, Ahmad 2008, Gümüş ve diğ. 2009) rapor edilen sonuçlar, sunulan araştırma sonuçlarıyla paraleldir.

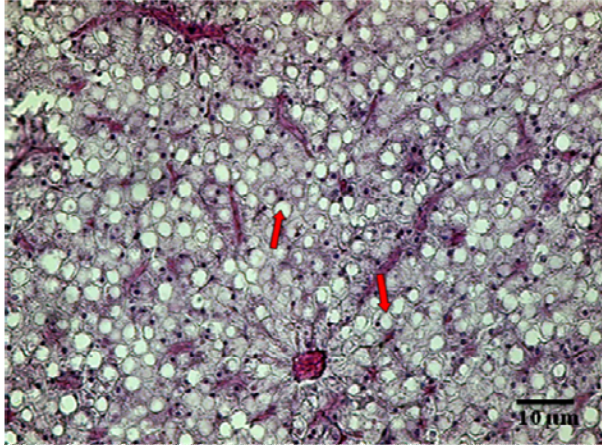
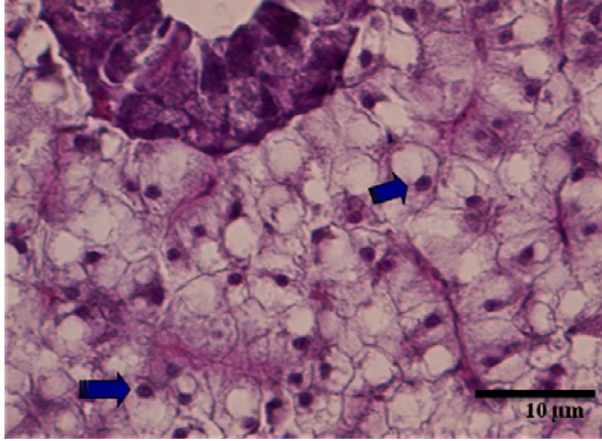
Kondisyon faktörü, hepatosomatik indeks ve visserasomatik indeks değerlerinin yemdeki protein, karbonhidrat ve yağ gibi besinsel faktörlerden etkilendiği bildirilmektedir (Jover ve diğ. 1999, Kim ve Lall 2001). Sunulan çalışmada ise balık unu protein yerine farklı oranlarda GBU ilave edilen yemlerin, KF ve HSI değerlerini önemli ölçüde etkilemediği, ancak VSI değerinde azalmaya yol açtığı belirlenmiştir ( $P<0.05$ ).



**Tablo 2.** Farklı oranlarda gümüş balığı unu ilave edilmiş deneme yemleriyle beslenen aynalı sazan yavrularının büyüme performansı.

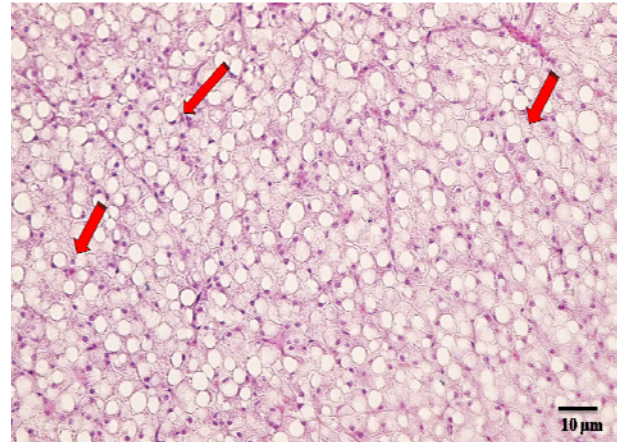
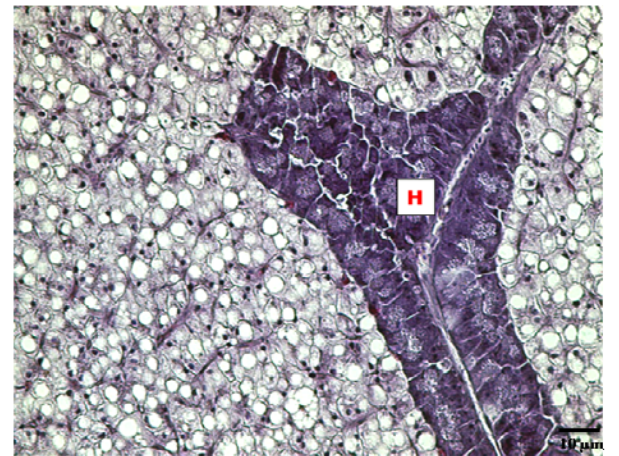
Parametre	Balık unu proteini yerine ilave edilen Gümüş Balığı unu (%)				
	0.0 (Kontrol)	25	50	75	100
DBA (g)	0.296±0.006	0.29±0.008	0.301±0.007	0.296±0.003	0.298±0.005
DSA (g)	6.177±0.156 <sup>a</sup>	4.996±0.166 <sup>c</sup>	5.752±0.128 <sup>ab</sup>	6.135±0.365 <sup>a</sup>	5.562±0.222 <sup>bc</sup>
KF	1.465±0.096	1.364±0.043	1.394±0.014	1.434±0.076	1.437±0.047
HSI (%)	2.148±0.171 <sup>ab</sup>	2.363±0.523 <sup>a</sup>	1.886±0.073 <sup>ab</sup>	1.736±0.242 <sup>ab</sup>	1.444±0.099 <sup>a</sup>
VSI(%)	10.62±0.69 <sup>a</sup>	9.32±0.465 <sup>ab</sup>	9.174±0.242 <sup>ab</sup>	8.421±0.979 <sup>bc</sup>	7.061±0.704 <sup>c</sup>

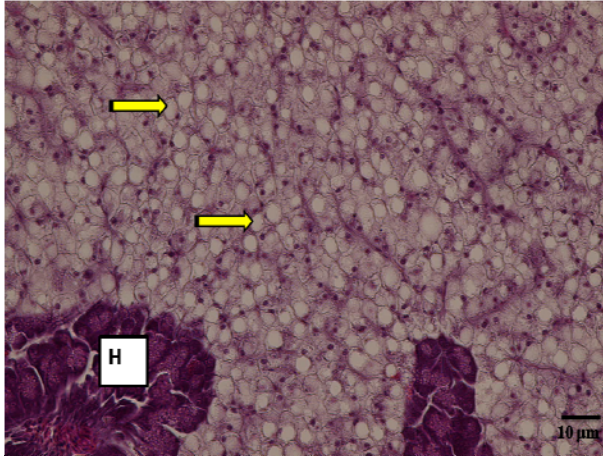
<sup>1</sup>Değerler üç tekrarın analizlerinin ortalamalarıdır (ortalama ± SD). <sup>a-c</sup>Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). DBA= deneme başı ağırlık (g); DSA= deneme sonu ağırlık (g); KF (kondisyon faktörü)=DSA (g)/deneme sonu boy (cm) x 100; HSI (hepatosomatik indeks)=Karaciğer ağırlığı (g)/ DSA (g) x 100; VSI (visserosomatik indeks)= iç organların ağırlığı (g)/DSA (g) x 100.

**Şekil 3.** %25 GBU ile beslenen deneme grubu balıkların karaciğer hücrelerinde yağlanma, (Ok), H+E.**Şekil 4.** %25 GBU ile beslenen deneme grubu balıkların karaciğer hücrelerinde yağlanma ve nukleusların periferde doğru itilmiş görünümü, (Ok), H+E.

Kamacı (2003) çipura balıklarında iki farklı yemin, içerdikleri farklı besin maddelerine ve özellikle artan protein ve yağ miktarlarına bağlı olarak, hücre dejenerasyonları oluşturduğunu belirtirken, bizim çalışmamızda sazan yavrularında balık unu proteini yerine gümüş balığı ununun farklı oranlarda kullanılması sonucu, karaciğerde olağan dışı bir yağlanmanın meydana gelmediği, dolayısıyla ancak histopatolojik bir durumun söz konusu olmadığı sonucuna varılmıştır. Gelişmekte olan her balıkta gözlenen büyüme ve diğer metabolik aktiviteler için gerek duyulan enerjinin dönüşüm merkezinin karaciğer dokusu olduğu dikkate

alınca, bu dönemde karaciğerin yağlı görünümü herhangi bir patolojik durum değil aksine, olağan gelişim sürecinin bir ifadesi olarak değerlendirilmiştir. Buna göre tüm deneme gruplarının karaciğerlerinde ve her büyüme evresinde görülen olağan yağlanma; histopatolojik bir yağ dejenerasyonu değildir. Ayrıca deneme grubu balıklarının HSI değerleri arasında istatistiksel farkın olmaması da bu histopatolojik bulguları desteklemektedir. Sonuç olarak; balık unu proteini yerine ilave edilen gümüş balığı ununun farklı oranlarının aynalı sazan yavrularının karaciğer histolojileri üzerinde belirgin bir histopatoloji oluşturmadığı açıktır.

**Şekil 5.** %50 GBU ile beslenen deneme grubu balıkların karaciğer hücrelerinde yağlanma, (Ok), H+E.**Şekil 6.** %75 GBU ile beslenen deneme grubu balıkların karaciğer hücrelerinde yağlanma, (Ok), H: Hepatopankreas, H+E.



Şekil 7. %100 GBU ile beslenen deneme grubu balıkların karaciğer hücrelerinde yağlanma, (Ok), H: Hepatopankreas, H+E.

Balık üretiminde beslenme faktörlerinin etkisini ortaya koyan temel parametre, kullanılan besinin istenen düzeyde gelişimi sağlayıp sağlamadığının meristik karakterlerle belirlenmesidir. Ancak, istenilen verimlilikte bir yemin, istenmeyen bazı histopatolojik sonuçlara ve bu uzantıda fizyolojik değişimlere neden olabileceği her zaman vardır. Buna göre, yem ve rasyon çalışmalarının mutlaka histolojik çalışmalarla desteklenmeleri gerektiği ortadadır.

### Kaynakça

- Abdelghany, A.E., 2003. Partial and complete replacement of fish meal with gambusia meal in diets for red tilapia (*Oreochromis niloticus* X *O.mosambicus*). *Aquaculture Nutrition* 9, 145-154.
- Ahmad, M.H., 2008. Evaluation of gambusia, *Gambusia affinis*, fish meal in practical diets for fry Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Journal of The World Aquaculture Society* 39, 243-250.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1995. *Official Methods of Analysis* 16th edn. AOAC, Arlington, VA, USA.
- Demir, R., 2001. Histological painting techniques. *Palme Yayınları*: 180 s. Ankara, 320 s.
- Dong, F. M., N. F. Hardy, F. T. Barrows, B. A. Rasco, W. T. Fairgrieve and I. P. Foster, 1993. Chemical Composition and Protein Digestibility of Poultry By-product Meals for Salmonid Diets. *Aquaculture* 116, 149-158.
- El-Saidy, D.M.S. and M.M.A. Gaber, 1997. Total replacement of fish meal by soybean meal, with various percentages of supplemental L-methionine, in diets for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* fry. *Annals of Agriculture Science, Moshtohor* 35, 1223-1238.
- Gaber, M.M., 1996. Partial and complete replacement of fish meal by poultry by-product and feather meal in diets of Nile tilapia, (*Oreochromis niloticus* L.). *Annals of Agriculture Science of Moshtohor* 35, 203-214.
- Gümüş, E., Y. Kaya, B.A. Balcı and B.B. Acar, 2009. Partial replacement of fishmeal with tuna liver meal in diets for common carp fry, *Cyprinus carpio* L., 1758. *Pakistan Veterinary Journal* 29, 154-160.
- Hardy, R.W., 2006. Worldwide fish meal production outlook and the use of alternative protein meals for aquaculture. En. Editores: L. Elizabeth Cruz Suarez, Denis Ricque Marie, Mireya Tapia Salazar, Martha G. Nieto Lopez, David A. Villarreal Cavazos, Ana C. Puello Cruz y Armando Garcia Ortega, *Avances en Nutrición Acuicola VIII. VIII Simposium Internacional de Nutrición Acuicola*. 15-17 Noviembre. Universidad Autónoma de Nuevo Leon, Monterrey, Nuevo Leon Mexico. ISBN 970-694-333-5.
- Jover, M., A. Garcia-Gomez, A. Tomas, A. De la Dandra and L. Perez, 1999. Growth of mediterranean yellowtail (*Seriola dumerilii*) fed extruded diets containing different levels of protein and lipid. *Aquaculture* 179, 25-33.
- Kamacı, H.O., 2003. Investigation of liver histology and development connected to the different food sea bream (*Sparus aurata* L. 1758) fingerling captured by nature. *Ege Üniversitesi Fen Bil. Enst. Doktora tezi*, Bornova-İZMİR.
- Kikuchi, K., T. Furuta, and H. Honda, 1994. Utilization of feather meal as a protein source in the diet of juvenile Japanese flounder. *Fisheries Science* 60, 203-206.
- Kikuchi, K., T. Sato, T. Furuta, I. Sakaguchi, and Y. Deguchi, 1997. Utilization of meat and bone meal as a protein source in the diet of juvenile Japanese flounder. *Fisheries Science* 63, 29-32.
- Kim, J.-D. and S.P. Lall, 2001. Effects of dietary protein level on growth and utilization of protein and energy by juvenile haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). *Aquaculture* 195, 311-319.
- Kissil, G.W., I. Lupatsch, D. A. Higgs, and R. Hardy, 2000. Dietary substitution of soy and rapeseed protein concentrates for fish meal, and their effects on growth and nutrient utilization on gilthead seabream *Sparus aurata* L. *Aquaculture Research* 31, 593-601.
- Küçük, F., İ. Güllü, S.S. Güllü, E. Gümüş, O. Demir, 2006. Effect on fishing and lake ecosystem of sand smelt (*Atherine boyeri* Risso, 1810) as an invasive species in Lake Eğirdir. I. National Fishing and Reservoir Management Symp. 7-9 February, Antalya, Turkey, pp. 119-128, (In Turkish).
- Luna, G.L., (ed.) 1982. *Manual of histologic staining methods*. American Registry of Pathology, McGraw-Hill, pp. 251.
- McMillan, D.B., 2007. *Fish Histology; Female Reproductive Systems*. issues in Environmental Science and Technology, Publisher: Springer, ISBN: 1402054157, Pages: 598.
- Muzinic, L. A., L. S. Thompson, S. Metts, S. Dasgupta and C. D. Webster, 2006. Use of turkey meal as partial and replacement of fish meal in practical diets for sunshine bass (*Morone chrysops* X *M. saxatilis*) grown in tanks. *Aquaculture Nutrition* 12, 71-81.
- NRC (National Research Council), 1993. *Nutrient Requirements of Fish*. National Academy Press, Washington, D.C., USA.
- Steel, R.G.D., J. H. Torrie, and D. A. Dickey, 1996. *Principles and Procedures of Statistics. A biometrical approach*. 3rd Ed., McGraw Hill Book Company Inc., New York, USA.
- Tan, B., K. Mai, S. Zheng, Q. Zhou, L. Liu and Y. Yu, 2005. Replacement of fish meal by meat and bone meal in practical diets for the white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone). *Aquaculture Research* 26, 439-444.
- TFS (Turkstat Fisheries Statistics), 2008. *Fishery statistics*. Agricultural Ministry. Ankara, Turkey.
- Webster, C. D., K. R. Thompson, A. M. Morgan, E. J. Grisby, and A. L. Gannam, 2000. Used of hempseed meal poultry by-product meal and canola meal in practical diets without fish meal for Sunshine Bass. (*Morone chrysops* X *M. saxatilis*) fed practical diets. *Aquaculture* 188, 299-309.
- Yang, Y., S. Xie, Y. Cui, X. Zhu, W. Lei and Y. Yang, 2006. Partial and total replacement of fish meal with poultry by-product meal in diets for gibel carp, *Carassius auratus gibelio* Bloch. *Aquaculture Research* 37, 40-48.
- Zhou, Q.C., K.S. Mai, B.P. Tan and Y.J. Liu, 2005. Partial replacement of fishmeal by soybean meal in diets for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture Nutrition* 11, 175-182.