

## Balıklarda Çevresel Faktörlerin ve Hormonların Sindirim Kanalı Üzerine Etkisi

Burcu Ergöz<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Tuşba, Van

\*e-mail: burcu\_ergozz@hotmail.com

Geliş tarihi/Received:23/08/2021

Kabul tarihi/Accepted:29/09/2021

### Özet

Tüm omurgalılarda olduğu gibi balıklarda da besinlerin sindiriminin gerçekleştiği organ sindirim kanalıdır. Bu kanal balıkların beslenme farklılıklarına göre morfolojik, histolojik ve hormonal olarak değişim gösterir. Bu değişim aynı beslenme tipine sahip farklı türler arasında da görülmektedir.

Balıklarda sindirim kanalı türden türe farklılık göstermektedir. Beslenme şekillerine göre bağırsak uzunlukları ve kıvrımları farklıdır. Bazı balık türlerinde ise gerçek mide yapısı bulunmazken hormonal ve enzimsel olarak farklılaşmış mide benzeri yapıya sahiptir.

Sindirim kanalında besin alımı, açlık ve tokluk durumlarda, enzim salınımı gibi fonksiyonları yerine getirmekten sorumlu hormonlar mevcuttur. Bu hormonlar hipotalamustan salgılanarak sinir iletimi ile sindirim kanalına etki edebilirken, sindirim kanalı üzerinden salgılananlarda mevcuttur.

Bu derlemenin amacı çevresel faktörlerin ve hormonların balıklarda sindirim kanalı üzerine morfolojik, histolojik ve hormonal olarak etkileri incelemektir

**Anahtar Kelimeler:** Balık, Sindirim kanalı, Çevresel faktörler, Hormon, Histoloji

## Effect of Environmental Factors and Hormones on Digestive Canal in Fish

### Abstract

As in all vertebrates, the digestive tract is the organ where the digestion of food takes place in fish. This channel shows morphological, histological and hormonal changes according to the nutritional differences of the fish. This variation is also seen between the same diet and different species.

Fish digestive tract differs from species to species. Intestine lengths and folds are different according to nutrition types. Some fish species, on the other hand, do not have a true stomach structure, but have a hormonally and enzymatically differentiated stomach-like structure.

There are hormones in the digestive tract that are responsible for performing functions such as enzyme release in food intake, hunger and satiety. While these hormones can affect the digestive tract by nerve conduction by being secreted from the hypothalamus, they are present in those secreted through the digestive tract.

The aim of this review is to examine the morphological, histological and hormonal effects of environmental factors and hormones on the digestive tract of fish.

**Keywords:** Fish, Digestive tract, Environmental factors, Hormone, Histology

### Giriş

Tüm canlı organizmalar yaşamlarını sürdürmek için enerjiye ihtiyaç duyarlar ve aldıkları bu enerjiyi öncelikle yaşamsal metabolizma faaliyetlerini (solunum, sindirim, boşaltım, üreme, dolaşım vb.) gerçekleştirmek için kullanırlar. Bu işlevleri gerçekleştirdikten sonra kalan enerjiyi büyüme yani doku kazanımı için harcarlar.

Büyüme genel anlamda uzunluk ve ağırlık artışı olarak kabul edilse de bu balıklar için ağırlık artışı olarak ifade edilir (Korkut ve ark. 2007).

Balıklarda besine olan gereksinim veya beslenmek için ortamdan gıdaların aranması genellikle yumurtadan çıktıktan kısa bir süre sonra başlamaktadır. Balıklar yumurtadan çıktığı andan olgunlaşana kadar bazı morfolojik ve fizyolojik değişimler geçirirler. Bu değişimler sindirim organının morfolojisinde, sindirim işleminde, besin maddesi ihtiyaçlarında ve yeme alışkanlıklarında görülür (dos Santos ve ark. 2011).

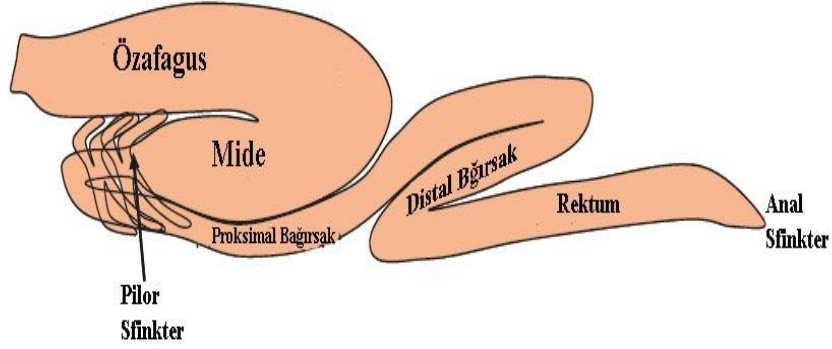
Yumurtadan çıkan larvaların dışarıdan besin alma zamanları balık türlerine ve su sıcaklığına göre değişim gösterir. Bu periyodun uzun veya kısa olması özellikle yumurtadan çıkan larvaların karınları altında bulunan vitellüs kesesinin büyüklüğüne bağlıdır. Örneğin, Denizalası (*Salmo trutta labrax*) larvaları genellikle 1,5 ay kadar vitellüs kesesini absorbe ederek beslenir ve bu süre boyunca hareketsiz kalırlar. Sazan balığında (Cyprinidae) ise, vitellüs kesesinin absorpsiyonu sadece 2-3 gün devam eder. Sürenin kısa olması vitellüs keselerinin küçüklüğünden kaynaklanmaktadır. Van balığında (*Alburnus tarichi*) ise dış beslenmenin 6. günde başladığı ve besin kesesinin 9. günde tamamen absorbe edildiği görülmüştür (Oğuz, 2018; Ünal ve ark. 2001).

Balıklarda besin ve beslenme alışkanlıkları, populasyon düzeylerini, büyüme oranını ve balıkların kondisyonunu belirler. Bir türün beslenme alışkanlığı; mevsimle, yaşamsal dönemi ve ortamdaki mevcut besin durumu ile değişebilir. Beslenmede en önemli faktör günün hangi zamanında olduğudur. Ictalurus gibi balıklar yemlerini koku ile bulurlar ve ağırlıklı olarak gece beslenirler. Turna balıkları (*Esox americanus*) ve diğer predatörler ise besinleri görerek ve gün uzunluğuna bağlı olarak besin alırlar. Lamprey ve Somon (Salmonidae) gibi bazı balıklar beslenmelerini yumurtlama dönemleri süresince toplu olarak sonlandırır. Ilıman bölgelerde yaşayan balıkların çoğu bahar aylarında, çevresel koşullar değiştiğinde yeni bir büyüme döneminin başlaması ile aktif olarak beslenirler (Demir, 1992).

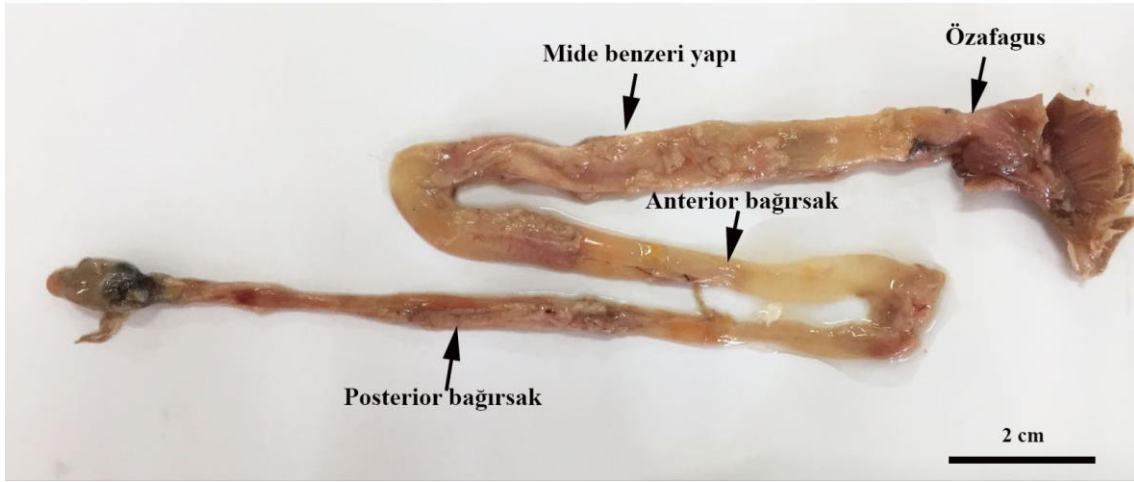
## Sindirim Sistemi Yapıları

Tüm omurgalılarda olduğu gibi balıklarda da sindirim sistemi yemek borusundan anüse kadar uzanır. Sindirim kanalı özafagus, mide, onu takip eden bağırsak ve anüsten oluşmaktadır (Demirsoy, 1998). Balıkların beslenme şekilleri, dişlerin farklı şekillenmesinde, midenin büyüklüğünde ve bağırsak uzunluğunda da etkilidir (Becker, 2010). Balıklarda türlere göre sindirim kanalı morfolojik olarak çeşitlilik göstermektedir.

Bazı balık türlerinde gerçek bir mide yapısı mevcuttur. Bu yapı türden türe farklılık gösterir. Mide bazı balık türlerinde korpus, fundus ve pilorik olarak adlandırılan üç kısımdan oluşmaktadır. Korpus kısmı yemek borusunun mideye bağlandığı ilk kısım olup sindirimde görev almaktadır. Fundus bölgesi ise gıdaların yutulması sırasında yutulan havanın toplandığı kısımdır. Pilorik bölge ise midenin bağırsağa yakın kısmını oluşturan ve bol miktarda mukus hücresi barındıran kısımdır (Şekil 1) (Canan ve ark. 2012; Matheus ve ark. 2021). Sazangillerde (Cyprinidae) olduğu gibi bazı balık türlerinde ise gerçek mide bulunmaz. Bu balık türlerinde özafagusun bitiminde, genişlemiş yapıda ve histolojik, enzimsel, hormonal farklılık gösteren kısım mide görevini üstlenmektedir (Şekil 2).

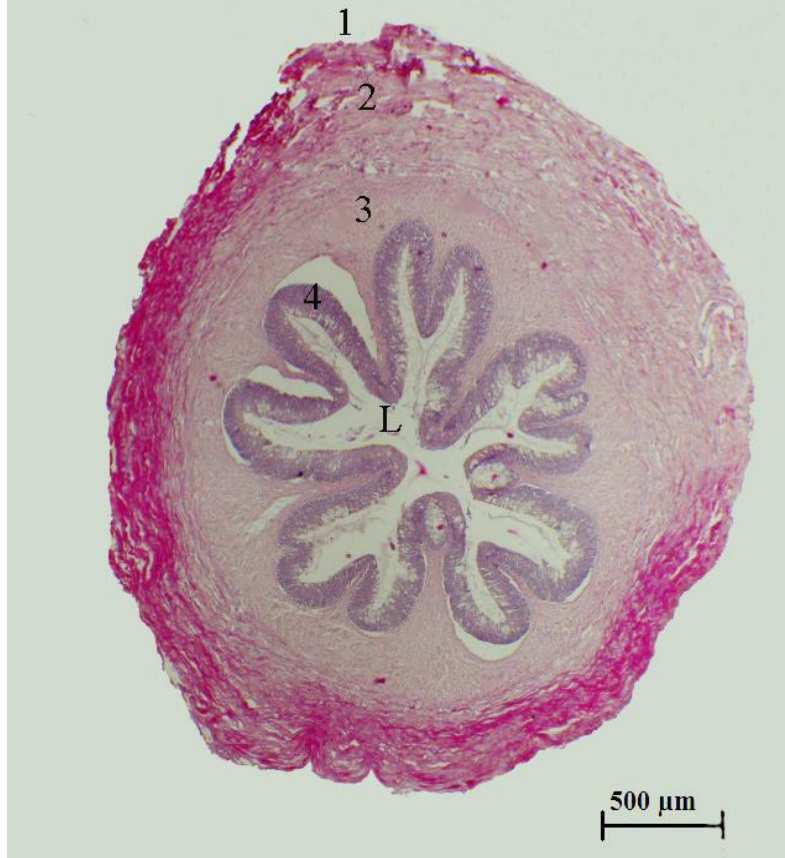


Şekil 1. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) sindirim kanalı (Olsson 2011).



Şekil 2. Van balığı sindirim kanalı (Ergöz ve Oğuz 2018).

Balıklarda sindirim kanalı histolojisi diğer tüm omurgalı canlılarda olduğu gibi dört kısımdan oluşmaktadır. En dış kısımda sindirim kanalını saran seröz tabakasıdır. Seröz tabakasının alt kısmında ise kas hücrelerinden oluşan muskularis tabakası mevcuttur. Submukoza tabakası ise kan damarlarından ve bağ dokudan oluşmaktadır. En iç kısımda ise lümeneye yakın mukoza tabakası bulunmaktadır. Bu tabaka ise lümen kısmında kıvrımlar oluşturur ve mukus hücreleri bulundurur (Şekil 3) (Genten ve ark., 2009).



Şekil 3. Kemikli balık sindirim kanalının enine kesiti (1. Seröz tabakası, 2. Muskularis tabakası, 3. Submukoza tabakası, 4. Mukoza tabakası, L. Lümen) (Ergöz ve Oğuz 2018).

Balık, ağız açıklığı oluştuğu andan itibaren dışarıdan besin almaya başlar. Besin alması ya da sindirim fonksiyonlarının gerçekleşmesinde çevresel faktörler ve endokrin sistem etkilidir.

### Balık Beslenmesine Etkili Olan Bazı Çevresel Faktörler

#### a) Sıcaklık

Balık türlerine göre tolerans sıcaklıkları değişebilir. Örneğin Gökkuşığı alabalığı 20°C'ye kadar yaşayabilir. Gökkuşığı alabalık yavruları 14-16 °C su sıcaklıklarında 18-20 günden itibaren yem almaya başlayabilirler. Gökkuşığı alabalığı erişkin alabalıklarda, en iyi yemleme 12-18°C'lik su sıcaklığında yapılır. Sıcaklık artışı ile besin alımı da maksimuma doğru artar ve daha sonra termal üst sınıra gidildikçe bu artışta bir azalma görülür (Jobling, 1997).

#### b) pH

Balıkların yaşayabildikleri pH aralıkları türden türe göre değişim göstermektedir. Bugüne kadar Türkiye'de, 248'i tatlı sularda, 279'u geçiş bölgelerinde (acı su), 434'ü ise denizel ortamlarda yaşayan 694 balık türü kaydedilmiştir. Balıklar, ekstrem ortamlara uyum sağlayarak yaşamlarını, besin alarak büyümelerini gerçekleştirebilirler (Galvani, 2006). Bu ekstrem şartlara uyum sağlayan bazı balıklara, Güney Amerika'da

yaşayan Astronot balığı (*Astronotus ocellatus*) pH'sı 6.5 olan daha asitli suyu tercih ederken, Koi balığı (*Cyprinus carpio carpio*) pH'ı 7.5 ve sıcaklığı 15°C olan bir suda büyür, pH 8.2'e kadar olan suyu tolere edebilir, pH'ı 8.5'e kadar bazik olan ve sıcaklığı ise 48°C olan suyu tercih eden Çiklit (*Cyprichromis Leptosoma*) örnek olarak verilebilir (Almeida-Val 2000; Heydarnejad 2012).

#### c) **Kirlilik**

Konutlar, endüstri kuruluşları, termik santraller, gübreler, kimyasal mücadele ilaçları, tarımsal sanayi atık suları, nükleer santrallerden çıkan sıcak sular ve toprak erozyonu gibi süreçler ve maddeler su kirliliğini meydana getiren başlıca kaynaklardır (Puyol, 2017). Su kirliliğinin balığın bazı fonksiyonlarını etkilediği bilinmektedir. Balık beslenmesinde de su kirliliği olumsuz etki oluşturmaktadır. Suda askıda kalan atıklar suyun bulanmasına ve balığın beslenmesinin zorlaşmasına neden olmaktadır. Tarımsal faaliyetlerde kullanılan azotlu gübreler sularda ötrifikasyona neden olmaktadır. Ötrifikasyon da suda bulanıklık oluşturur ve suyun oksijen seviyesini azalttığı için balık beslenmesine olumsuz etki eder. Beton yapımında akarsudan çıkarılan kum ve çakıl, suyu bulanıklaştırabilmekte ve bu da balığın besin bulmasını olumsuz etkilemektedir (Kara, 2006).

#### d) **Parazit**

Balıklarda parazit enfeksiyonun da beslenme üzerine etkileri bulunmaktadır. Alabalık sindirim kanalı parazit enfeksiyonundan sonra bombesin salgılayan hücrelerinin sayısında önemli bir azalmaya neden olmuştur. Ancak kolesistokininin ve gastrin benzeri maddeler içeren endokrin hücrelerinin yoğunluklarında ise bir artış olduğu görülmektedir (Bosi ve ark., 2005).

### **Besin Alımını Etkileyen Hormonlar**

Memelilerde olduğu gibi, balıklarda da besin alımının kontrolü hipotalamus bölgesinde gerçekleştirilir. Balıklarda besin alımı ve büyüme, hipotalamus ve nöropeptitler arasındaki bağlantılar ile düzenlenmektedir (Lin ve ark 2000).

### **Nöropeptit Y**

Balıklarda hipotalamustan veya sindirim kanalından sentezlenen bir hormondur. Polipeptid yapıda olan hormon 36 aminoasitten oluşur. Besin alımını artıran en önemli peptitlerden biridir (Yılmaz, 1999). Balıklarda nöropeptit Y'nin iki reseptör alt tipi bilinmektedir. Bunlardan Y1 benzeri reseptör, bazı balık türlerinde (Larhammar ve ark. 2001), Y2 benzeri reseptör ise sadece zebra balığı (*Danio rerio*) ve Gökkuşluğu alabalığında tanımlanmıştır (Fredriksson ve ark. 2004). Atlantik Morina balığı (*Gadus morhua*) (Kehoe ve Volkoff, 2007), kaplan kirişi (*Galeocerdo cuvier*) (Kamijo ve ark. 2011), Brezilya pisi balığı (*Platichthys flesus*) (Campos ve ark. 2012) ve kanal yayın balığı (*Siluris glanis*) (Peterson ve ark. 2012) nöropeptit Y beyin ekspresyon seviyeleri, beslenme süresi boyunca artış gösterirken, beslenme sonrasında azalır. Ayrıca nöropeptit Y'nin balıklarda kısa süreli iştahı stimüle edici bir rol oynadığını gösterir (Bertucci ve ark. 2019).



## Galanin

Galanin, 30 aminoasit içeren bir peptit olup, memeliler, kuşlar, sürüngenler ve balıkların çeşitli gruplarında tanımlanmıştır (Wynick ve ark. 2001). İştahı artırmak ve metabolizmayı düzenlemek için beyin ve periferik dokularda etkili olmaktadır (Fang ve ark. 2012; Lang ve ark. 2014). GAL enjeksiyonları, Japon balığı (*Carassius auratus*) (de Pedro ve ark. 1995) ve Kadife balığının (*Tinca tinca*) (Guijarro ve ark. 1999) gıda alımını uyarır. Uzun süreli gıda yoksunluğu, akvaryum balıklarında beyin galanin mRNA ekspresyonunu etkilemese de, kısa süreli açlık yaşayan balıklarda galanin ekspresyon seviyeleri azalır. Bu da galaninin kısa süreli iştah düzenleyicisi olduğunu düşündürür (Unniapan ve ark. 2004).

## Ghreltin

Ghreltin, mide boşken salgılanmaya başlar. Beyin hücrelerine sinyaller ulaşarak açlık hissi artar. Besin alınmaya başladığında bu hormonun salgılanması durur. Mide boşken salgılanmaya başlayan hormon, beyin hücrelerine ulaşarak açlık hissini artırır ve gastrik asit üreterek vücudu sindirime hazırlar (Pusztai ve ark. 2008). Besin alındığında salgılanmayı durdurur. Bu hormonun antagonisti ise doyma hissini sağlayan ve yemek yedikten sonra salgılanan leptin hormonudur. Ghreltin hormonunun eksikliğinde büyüme ve gelişmede anormallik, vücudun enerji metabolizmasında sorunlar, yetersiz beslenme, gibi sorunlar olurken; fazlalığında aşırı yeme isteğiyle birlikte görülen kontrolsüz kilo artışı ve iskelet gelişiminde olumsuz sonuçlar görülür. Gökkuşuğu alabalığında, plazma ghreltin seviyeleri 1-3 hafta aşırı açlıktan sonra azalmıştır (Jönson ve ark. 2007).

## Leptin

Leptin hormonu, vücuttaki tokluk hissinden sorumlu olan hormondur. Leptin, obezite geni tarafından şifrelenen bir proteindir. Temel olarak yağ hücreleri tarafından salgılanır, fakat bununla birlikte beyin ve midesel epiteller gibi diğer dokular tarafından da salgılanır (Harvey ve Ashford, 2003). Leptin, balıklarda çok işlevli bir hormondur ve sadece gıda alımı ve vücut ağırlığının değil, aynı zamanda üreme, gelişme ve stres tepkilerinin düzenlenmesinde rol oynar (Volkoff 2016). Coho salmonu (*Oncorhynchus kisutch*) (Baker ve ark. 2000) ve Kedi balığı (*Siluriformes*) (Silverstein ve Plisetskaya 2000) ile yapılan çalışmalarda, leptin uygulamasının besin alımı ve ağırlık kaybı üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir.

## Oreksinler

Oreksinler, oreksin-A ve oreksin-B olarak 33 ve 28 aminoasit içeren iki peptittir. Oreksin-A ve oreksin-B merkezi sinir siteminde bulunmasının yanı sıra, adrenal bez ve ince bağırsak gibi ekstra hipotalamik bölgelerde de bulunmaktadır. Oreksinler yeme-içme davranışında, enerji homeostazında, uyku/uyanıklık regülasyonunda görev almakla birlikte kardiyovasküler ve nöroendokrin sistem üzerine de etki etmektedirler. Oreksin-A davranışsal olarak doygunluk hissini azaltarak da yiyecek alımını arttırmaktadır. Oreksin-B'den çok oreksin-A'nın deney hayvanlarında yiyecek alımının arttığı belirtilmektedir (Karadağ ve ark., 2009). Japon balığında, oreksin A'nın uyarısı ile artan

besin alımı leptin hormonu tarafından engellenir. Böylece, balıklarda enerji dengesinin kontrolünde, diğer peptiderjik nöronlar ile oreksin arasında fonksiyonel bağıllık olduğu görülmektedir (Volkoff ve ark. 2005).

## **Bombesin**

Bombesin, 14 aminoasit içeren polipeptittir. Bombesin besin alımını engelleyen hormondur. Bombesin ile aynı etkiye sahip bir diğer hormon da gastrin salınan peptid (GRP) hormonudur ve gastrointestinal kanaldan salınır. Bu polipeptit, gastrin salınımını güçlü olarak uyarır ve artırır (Yılmaz 1999).

## **Gastrin / Kolesistokinin**

Gastrin, birkaç kolesistokinin içeren geniş bir sinyal peptid ailesine ait peptittir (Jonsson ve Holmgren 2011). Bu yüzden ise, gastrin ve kolesistokinin homolog oldukları düşünülmektedir. Gastrin midede asit salgısını artıran hormondur. Gastrin salınımı yemeklerin kokusu alınmaya ya da düşünölmeye başlandığı andan itibaren salgılanmaya başlar. Kolesistokinin proksimal bağırsak tarafından salgılanır. Kolesistokinin mide salgı ve hareketlerini kısıtlar (Xu ve Volkoff 2009).

## **Kortizol**

Kortizol balıklarda baş böbreğin interrenal hücreleri tarafından sentezlenen bir kortikosteroid hormondur. Kortizol diğer canlı gruplarında olduğu gibi, balıklarda da stres durumunda salgılanan bir hormondur. Bu nedenle stres hormonu olarak bilinir. Çevresel strese maruz kalan balıklarda da besin alımının azaldığı gözlenmiştir. Balıklarda besin alımının kontrolünde glukokortikoidlerin etki mekanizmaları, doza bağılı ve düzenli artış ya da azalış göstermektedir (Bernier, 2006).

## **Sonuç**

Balıklarda sindirim kanalı türlere göre farklılık gösterir. Bu farklılıklar bağırsak uzunluğu, beslenme alışkanlıkları, endokrin salgıları, mide enzim salgıları ve bağırsak hareketleridir. Farklı habitat ve stres durumları aynı türlerde bile farklı etkilere neden olabilir.

Bu çalışmada çevresel faktörlerin ve hormonların farklı balık türlerindeki sindirim kanalında morfolojik, histolojik ve sitolojik değişimlerinin belirlenmesi amaçlandı.

## **Kaynaklar**

- Almeida-Val, V. M. F., Val, A. L., Duncan, W. P., Souza, F. C., Paula-Silva, M. N., Land, S. (2000). Scaling effects on hypoxia tolerance in the Amazon fish *Astronotus ocellatus* (Perciformes: Cichlidae): contribution of tissue enzyme levels. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 125(2), 219-226.
- Baker, D. M., Larsen, D. A., Swanson, P., Dickhoff, W. W. (2000). Long-term peripheral treatment of immature coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) with

- human leptin has no clear physiologic effect, *Gen. Comp. Endocrinol.* 118, 134–138.
- Becker, A. G., Gonçalves, J. F., Garcia, L. O., Behr, E. R., Graça, D. L., Filho, M. K., Martins, T., Baldisserotto, B. (2010). Morphometric parameters comparisons of the digestive tract of four teleosts with different feeding habits. *Ciência Rural*, 40, 862-866.
- Bernier, N. J. (2006). The corticotropin-releasing factor system as a mediator of the appetite-suppressing effects of stress in fish. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 146, 45-55.
- Bertucci, J. I., Blanco, A. M., Sundarrajan, L., Rajeswari, J. J., Velasco, C., Unniappan, S. (2019). Nutrient regulation of endocrine factors influencing feeding and growth in fish. *Frontiers in endocrinology*, 10.
- Bosi, G., Di Giancamillo A., Arrighi S., Domeneghini C. (2004). An immunohistochemical study on the neuroendocrine system in the alimentary canal of the brown trout, *Salmo trutta*, L., 1758. *General and Comparative Endocrinology* 138, 166–181.
- Campos, V. F., Robaldo, R. B., Deschamps, J. C., Seixas, F. K., McBride, A. J. A., Marins, L. F., et al. (2012). Neuropeptide Y gene expression around meal time in the Brazilian flounder *Paralichthys orbignyanus*. *J Biosci* 37, 227–32. doi:10.1007/s12038-012-9205-7.
- Canan, B., Nascimento, W. S., Silva, B. N., Chellappa S. (2012). Morphohistology of the digestive tract of the damselfish *Stegastes fuscus* (Osteichthyes: Pomacentridae). *The Scientific World Journal*. 9-10.
- Demir, N. (1992). *İhtiyoloji*. İÜ Fen Fakültesi.
- Demirsoy, A. (1998). *Yaşamın temel kuralları Genel Biyoloji/ Genel Zooloji Cilt-1/ Kısım-2*. Meteksan A.Ş: 105. 9. Baskı – Ankara.
- Ergöz, B., Oğuz, A. R. (2018). Comparison of the histological changes in the digestive tract of Lake Van Fish (*Alburnus tarichi* Guldenstädt, 1814) during reproductive migration. *Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Journal of Agricultural Sciences*, 28 (Special Issue), 125-134.
- Fang, P., Yu, M., Guo, L., Bo, P., Zhang, Z., Shi, M. (2012). Galanin and its receptors: a novel strategy for appetite control and obesity therapy. *Peptides* 36, 331–9. doi:10.1016/j.peptides.2012.05.016
- Fredriksson, R., Larson, E. T., Yan, Y. L., Postlethwait, J. H., Larhammar, D. (2004). Novel neuropeptide Y Y2-like receptor subtype in zebrafish and frogs supports early vertebrate chromosome duplications, *J. Mol. Evol.* 58, 106–114.
- Fugi, R., Agostinho, A., Hahn, N. S. (2001). Trophic morphology of five benthic feeding fish species of a tropical floodplain. *Brazilian Journal of Biology*, 61, 27-33.
- Galvani, A. (2006). The challenge of the food sufficiency through salt tolerant crops. In *Life in Extreme Environments* (pp. 437-450). Springer, Dordrecht.
- Genten, F., Terwinghe, E., Danguy, A. (2009). *Atlas of Fish Histology*. Science Publishers, Enfield, NH, USA.
- Gonzalez Neves dos Santos, A. F., Neves dos Santos, L., Gerson Araújo, F. (2011). Digestive tract morphology of the Neotropical piscivorous fish *Cichla kelberi* (Perciformes: Cichlidae) introduced into an oligotrophic Brazilian reservoir. *Revista de Biología Tropical*, 59(3), 1245-1255.
- Guijarro, A. I., Delgado, M. J., Pinillos, M. L., López-Patiño, M. A., Alonso Bedate, M., De Pedro, N. (1999). Galanin and  $\beta$ -endorphin as feeding regulators in



- cyprinids: effect of temperature. *Aquac Res* 30, 483–9. doi:10.1046/j.1365-2109.1999.00360.x.
- Harvey, J., Ashford, M. L. (2003). Leptin in the CNS: much more than a satiety signal, *Neuropharmacology* 44, 845–854.
- Heydarnejad, M. S. (2012). Survival and growth of common carp (*Cyprinus carpio* L.) exposed to different water pH levels. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 36(3), 245-249.
- Jobling, M. (1997). *Temperature and growth: modulation of growth rate via temperature change*. In: Wood, C.M., McDonald, D.G. (Eds.), *Global Warming: Implications for Freshwater and Marine Fish*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 225–253.
- Kamijo, M., Kojima, K., Maruyama, K., Konno, N., Motohashi, E., Ikegami, T., Matsuda, K. (2011). Neuropeptide Y in tiger puffer (*Takifugu rubripes*): distribution, cloning, characterization, and mRNA expression responses to prandial condition. *Zoological science*, 28(12), 882-891.
- Kara, M. A., Ennahachi, M., Fockens, P., ten Kate, F. J., Bergman, J. J. (2006). Detection and classification of the mucosal and vascular patterns (mucosal morphology) in Barrett's esophagus by using narrow band imaging. *Gastrointestinal endoscopy*, 64(2), 155-166.
- Karadağ, M. G., Aksoy, M. (2009). Yeni keşif nöropeptitlerden: Oreksin. *Gözde Tıp Dergisi*, (24), 79-87..
- Kehoe, A. S., Volkoff, H. (2007). Cloning and characterization of neuropeptide Y (NPY) and cocaine and amphetamine regulated transcript (CART) in Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 146(3), 451-461.
- Korkut, A. Y., Kop, A., Demirtaş, N., Cihaner, A. (2007). Balık Beslemede Gelişim Performansının İzlenme Yöntemleri. *Su Ürünleri Dergisi*, 24(1), 201-205.
- Lang, R., Gundlach, A. L., Holmes, F. E., Hobson, S. A., Wynick, D., Hökfelt, T., et al. 2014. Physiology, signaling, and pharmacology of galanin peptides and receptors: three decades of emerging diversity. *Pharmacol Rev* 67, 118. doi:10.1124/pr.112.006536.
- Larhammar, D., Wraith, A., Berglund, M. M., Holmberg, S. K. S., Lundell, I. (2001). *Peptides* 22, 295–307.
- Lin, X., Volkoff, H., Narnaware, Y., Bernier, N. J., Peyon, P., Peter, R. E. (2000). Brain regulation of feeding behavior and food intake in fish. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 126(4), 415-434.
- Matheus, V. A., Faccioli, C. K., Chedid, R. A., Senhorini, J. A., Vicentini, I. B. F., Vicentini, C. A. (2021). Morphological and histochemical features of the digestive tract of *Leiarius marmoratus* (Gill, 1870). *Journal of Fish Biology*.
- Oguz A. R., (2018). Development of osmoregulatory tissues in the Lake van fish (*Alburnus tarichi*) during larval development. *Fish Physiology And Biochemistry*, 44(1), 227-233.
- Olsson, C., (2011). *Encyclopedia of Fish Physiology Gut Anatomy And Morphology Gut Anatomy.*, 1268–1275. doi:10.1016/B978-0-12-374553-8.00071-X.
- Peterson, B. C., Waldbieser, G. C., Riley, L. G., Upton, K. R., Kobayashi, Y., Small, B. C. (2012). Pre- and postprandial changes in orexigenic and anorexigenic

- factors in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Gen Comp Endocrinol* 176, 231–9. doi:10.1016/j.ygcen.2012.01.022.
- Pusztai, P., Sarman, B., Ruzicska, E., Toke, J., Racz, K., Somogyi, A., Tulassay, Z. (2008). Ghrelin: a new peptide regulating the neurohormonal system, energy homeostasis and glucose metabolism. *Diabetes/metabolism research and reviews*, 24(5), 343-352.
- Puyol, D., Batstone, D. J., Hülsen, T., Astals, S., Peces, M., Krömer, J. O. (2017). Resource recovery from wastewater by biological technologies: opportunities, challenges, and prospects. *Frontiers in microbiology*, 7, 2106.
- Silverstein, J. T., Plisetskaya, E. M. (2000). The effects of NPY and insulin on food intake regulation in fish. *Am. Zool.* 40, 296–308.
- Unniappan, S., Cerda-Reverter, J. M., Peter, R. E. (2004). In situ localization of preprogalanin mRNA in the goldfish brain and changes in its expression during feeding and starvation. *Gen Comp Endocrinol* 136, 200–7. doi:10.1016/j.ygcen.2003.12.010.
- Ünal, G., Çetinkaya, O., Kankaya, E., Elp, M. (2001). Histological study of the organogenesis of the digestive system and swim bladder of the *Chalcalburnus tarichi* Pallas, 1811 (Cyprinidae). *Turkish Journal of Zoology* (1300-0179), 25, 217.
- Volkoff, H. (2016). The neuroendocrine regulation of food intake in fish: a review of current knowledge. *Frontiers in neuroscience*, 10, 540.
- Volkoff, H., Canosa, L. F., Unniappan, S., Cerda-Reverter, J. M., Bernier, N. J., Kelly, S. P., Peter, R. E. (2005). Neuropeptides and the control of food intake in fish. *General and comparative endocrinology*, 142(1-2), 3-19.
- Wynick, D., Thompson, S. W., McMahon, S. B., (2001). The role of galanin as a multi-functional neuropeptide in the nervous system, *Curr. Opin. Pharmacol.* 1, 73–77.
- Xu, M. Y., Volkoff, H. (2009). Molecular characterization of ghrelin and gastrin-releasing peptide in Atlantic cod (*Gadus morhua*): cloning, localization, developmental profile and role in food intake regulation. *General and Comparative Endocrinology* 160, 250–258.
- Yılmaz B. 1999. Hormonlar ve üreme fizyolojisi. Ankara Üniversitesi, *Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı*, 1. Baskı, ISBN 975-96982-0-X.