

Marmara Gölü (Manisa) ve Homa Lagünü (İzmir)'nden Yakalanan Gümüş Balığı (*Atherina boyeri* Risso, 1810)'nın Boy-Ağırlık İlişkisi ve Kondisyonu

Ali İLHAN, Dilek İLHAN*

Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Bornova, İzmir, TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 07.03.2018

*Sorumlu Yazar: d.uckun.ilhan@gmail.com

Kabul Tarihi: 07.06.2018

Özet

Bu çalışmada, tatlısu ve tuzlusu karakterindeki iki farklı ortamdan yakalanan Gümüş balığının boy-ağırlık ilişkisi ve kondisyonunun belirlenmesi ve karşılaştırılması amaçlanmıştır. Balık örnekleri, Nisan 2015 döneminde, Marmara Gölü ve Homa Lagünü'nden tül ırgır ile yakalanmıştır. Marmara Gölü'nden 185 adet ve Homa Lagünü'nden 172 adet olmak üzere toplam 357 Gümüş balığı, cinsiyet farkı gözetilmeksizin incelenmiştir. Total boy ve ağırlık dağılımı Marmara Gölü'nde 5.6-8.2 cm ve 1.30-3.99 g, Homa Lagünü'nde ise 3.7-9.9 cm ve 0.32-6.30 g olarak belirlenmiştir. Boy-ağırlık ilişkisi eşitlikleri Marmara Gölü için; $W=0.0059L^{3.118}$ ($sh(b)=0.068$), $r=0.920$, Homa Lagünü için; $W=0.0077L^{2.925}$ ($sh(b)=0.062$), $r=0.929$ olarak hesaplanmıştır. Marmara Gölü örneklerinde pozitif allometrik, Homa Lagünü örneklerinde ise izometrik büyüme modeli gözlenmiştir. Kondisyon faktörü değerleri, Marmara Gölü örnekleri için 0.62-0.90, Homa Lagünü örnekleri içinse 0.38-0.94 aralığında değişim göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: *Atherina boyeri*, Boy-Ağırlık İlişkisi, Kondisyon, Marmara Gölü, Homa Lagünü

Length-Weight Relationship and Condition of Big-Scale Sand Smelt (*Atherina Boyeri* Risso, 1810) from Marmara Lake (Manisa) and Homa Lagoon (İzmir)

Abstract

In this study, length-weight relationship and condition of big-scale sand smelt from two different localities with freshwater and saltwater characteristics were analysed and compared. Fish samples were collected by using trawl net from both Marmara Lake and Homa Lagoon in April 2015. A total of 357 big-scale sand smelt were sampled of which 185 from Marmara Lake and 172 from Homa Lagoon were examined without regarding of sexes. Total length and weight distribution of the specimens were found to vary from 5.6 cm to 8.2 cm and 1.30 g to 3.99 g for Marmara Lake, from 3.7 cm to 9.9 cm and 0.32 g to 6.30 g for Homa Lagoon, respectively. The length-weight relationship equations were estimated as $W=0.0059L^{3.118}$ ($sh(b)=0.068$), $r=0.920$ for Marmara Lake and as $W=0.0077L^{2.925}$ ($sh(b)=0.062$), $r=0.929$ for Homa Lagoon. The samples from Marmara Lake showed positive allometric growth, while the samples from Homa Lagoon showed isometric growth. The condition factor value varied between 0.62 and 0.90 for Marmara Lake and varied between 0.38 and 0.94 for Homa Lagoon.

Key words: *Atherina boyeri*, Length-Weight Relationship, Condition, Marmara Lake, Homa Lagoon.

1. Giriş

Gümüş balığı (*Atherina boyeri*), yanal serideki pul sayısı, solungaç diken sayısı ve anal yüzgeçteki yumuşak ışın sayısının farklılığı ile diğer Atherinidae familyası üyelerinden ayrılır. Küçük boylu balıklar olup, sıcak denizlerde ve denizle bağlantısı bulunan göllerde yaşamını sürdürür. Başlıca gıdasını küçük krustaseler ve böcek larvaları oluşturur. Üreme periyodu Mayıs'tan Eylül'e kadar sürmektedir. Kısa ömürlü balıklardan olup, ortalama 1-2 yıl olmakla birlikte 4 yaşına kadar yaşayabilirler (Kottelat ve Freyhof, 2007). Akdeniz sahilleri boyunca, Karadeniz, Azak ve Hazar Denizi havzalarında, Portekiz, Yunanistan, İtalya ve Türkiye'nin lagüner sahaları ile göllerinde dağılım göstermektedirler. Türkiye denizlerinde yaygın olan bu tür, iç sularımıza da girmiş olup, Köyceğiz, Sapanca, İznik, Küçükçekmece ve Büyükçekmece, Eğirdir gibi göllere iyi adapte olduğu ve yoğun populasyonlar oluşturduğu bilinmektedir (Geldiay ve Balık, 2007; Özeren, 2009; Küçük ve ark., 2012; Yağcı ve ark., 2015; Saç ve ark., 2016). Gümüş balığının, kısa yaşam süresi, erken eşeyssel olgunluğa erişme, uzun üreme periyodu gibi yaşam döngüsü özelliklerine bağlı olarak, Türkiye iç suları için ciddi bir istilacılık potansiyeline sahip olduğu, ortamda yaşayan endemik türler ve ekonomik balık türleri ile rekabete girmesi halinde de biyolojik çeşitlilik ve ekosistem üzerinde olumsuz etkilere yol açabileceği belirtilmektedir (Ekmekçi ve ark., 2013). Küçük boylu oldukları için insan gıdası yönünden fazla önemleri olmasa da, bol miktarda avlandıklarında balık unu yapımında ve yetiştiriciliği yapılan balıklara yem olarak değerlendirilirler (Geldiay ve Balık, 2007). IUCN Red List'te LC (Least Concern=En az endişe duyulan) kategorisinde yer almaktadır (Freyhof ve Kottelat, 2008). Marmara Gölü'ndeki varlığı da ilk kez İlhan ve Sarı (2013) tarafından bildirilen Gümüş balığının göldeki populasyon yapısı hakkında henüz detaylı çalışma bulunmamaktadır.

Günümüze değin Gümüş balığının, tatlı, acı ve tuzlu sulardaki populasyonlarının eşey oranları, üremesi, beslenmesi, büyümesi, morfolojik özellikleri, yaş belirlemesi, mortalitesi, göçleri, biyometrisi ve moleküler yapısı üzerine birçok çalışma yapılmıştır (Boscolo, 1970; Castel ve ark., 1977; Marfin, 1982; Henderson ve ark., 1988; Fernandez-Delgado ve ark., 1988; Rosecchi ve Crivelli, 1992; Creech, 1992; Trabelsi ve ark., 1994; Tomasini ve ark., 1996; Leonardos ve Sinis, 2000; Bardin ve Pont, 2002; Tomasini ve Laugier, 2002; Andreu-Soler ve ark., 2003; Bartulovic ve ark., 2004, 2006; Koutrakis ve ark., 2004; Sezen, 2005; Özeren, 2009; Çetinkaya ve ark., 2011; Küçük ve ark., 2012; Saç ve ark., 2015, 2016; Yağcı ve ark., 2015, Gençoğlu ve Ekmekçi, 2016; Bostancı ve ark., 2017).

Boy-ağırlık ilişkisine ait bulgular, balık biyolojisi açısından oldukça önemlidir. Boy-ağırlık ilişkisi parametreleri (a ve b), balığın boyundan ağırlığının tahmin edilmesine, kondisyon indeksinin hesaplanmasına, farklı habitatlardaki populasyonların morfolojilerinin ve yaşam süreçlerinin

karşılaştırılmasına imkan verir (Petraakis ve Stergiou, 1995). Ayrıca boy-ağırlık ilişkisi verileri ile üzerinde çalışılan türün büyüme tipi de (izometrik veya allometrik) belirlenebilir (Ricker, 1975).

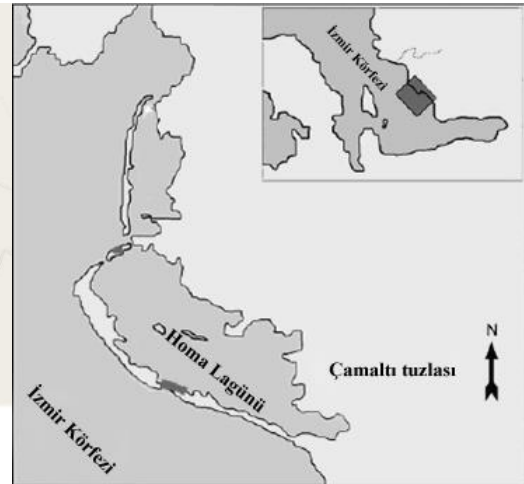
Bu çalışmada, primer deniz balığı olmakla birlikte tatlısulara oldukça başarılı şekilde adaptasyon gösteren Gümüş balığının, tipik bir tatlı su gölü olan Marmara Gölü ve tuzlusu karakterindeki Homa Lagünü'nden yakalanan bireylerinin boy-ağırlık ilişkisi ve kondisyonunun belirlenmesi ve karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Marmara Gölü, Gediz Nehri havzasında yer alan bir alüvyon set gölüdür (Şekil 1). Manisa ili, Salihli ve Gölarmara ilçeleri sınırları arasında yer alan Marmara Gölü, kapalı havza konumundayken, 1944 yılında başlayan çalışmalar sonucunda bir rezervuar şekline dönüştürülmüştür. Bu düzenlemeden sonra gölün minimum işletme kodunda alanı 31.7 km², derinliği 0.84 m, göl tam dolu olduğunda maksimum işletme kodunda alanı 73 km², derinliği ise 6.7 m'ye ulaşmaktadır; maksimum koda gölün ortalama derinliği ise 4.72 m civarındadır (Altınayar ve ark., 1994). Yıllık tuzluluk değişimi % 2-3 arasında değişen tipik bir tatlısu rezervuarı durumundadır (Sarı ve ark., 2015). Homa Lagünü ise, Gediz Deltasında, İzmir Körfezi'nin kuzeybatısında yer almaktadır (Şekil 2). Yüzey alanı olarak oldukça büyük bir alanı kaplamakla birlikte, ortalama derinliği 0.5-1 m arasında değişen, en derin yerleri ise 1.5 m civarında olan sığ bir sucul alandır. Tuzluluğu mevsimlere ve yıllara göre oldukça değişkenlik göstermekle birlikte (% 38-100), tatlısu girişinin neredeyse yok denecek seviyede olması sebebiyle tuzluluk açısından tipik bir denizel ortam durumundadır (Sunlu ve Egemen, 1998; Sabancı, 2012).



Şekil 1. Marmara Gölü



Şekil 2. Homa Lagünü

Gümüş balığının sürü oluşturma davranışı göstermesi nedeniyle avcılığında ıgırıp kullanımı en etkili yöntem olarak bilinmektedir. Bu çalışmada da, balıkların örneklenmesinde kanatları 10, torbası 5 olmak üzere 25 m uzunluğunda ve 3 mm tor göz açıklığındaki tül ıgırıp kullanılmıştır. Her iki lokalitede de ıgırıpın uygulanabileceği uygun littoral bölgeler istasyon olarak seçilmiştir. Yakalanan balıklar % 4'lük formaldehit ile tespit edilerek laboratuvara getirilmiş ve cinsiyet farkı gözetilmeksizin incelenmiştir. Balıkların boy ölçümleri 1 mm hassasiyetteki balık ölçüm cetveli, ağırlık ölçümü ise 0.01 g hassasiyetteki dijital terazi ile yapılmıştır. Ayrıca ortamın tuzluluk, çözünmüş oksijen ve pH gibi parametre değerleri "WTW 3430 multiparameter" cihazı ile yerinde ölçülmüştür.

Boy-ağırlık ilişkisinin incelenmesinde $W=a*L^b$ denkleminde yararlanılmıştır (Ricker, 1975). Burada "W" gram cinsinden balığın total ağırlığını, "L" cm cinsinden balığın total uzunluğunu, "a" ve "b" katsayıları ise büyüme parametrelerini ifade etmektedir. Fulton kondisyon faktörünün hesaplanmasında;

$$K = (W*100)/L^3$$

formülü kullanılmıştır (Bagenal, 1978). Burada "W" gram cinsinden balığın total ağırlığını, "L" cm cinsinden balığın total uzunluğunu ifade etmektedir.

Türün büyüme tipini belirlemek amacıyla; $t_s = b - 3/sh(b)$ eşitliğinden yararlanılmıştır (Sokal ve Rohlf, 1987). Burada t_s ; t-test değeri, b; eğim değeri ve sh(b); ise (b) eğim değerinin standart hatasıdır. Büyümenin izometrik ya da allometrik olduğuna karar vermek için, hesaplanan t-test değeri tablodaki kritik değerle karşılaştırılmıştır.

Tüm hesaplamalar "Microsoft Office Excel 2003" programı kullanılarak yapılmıştır.

3. Bulgular

Balıkların yakalandığı dönemde tuzluluk değerleri Marmara Gölü'nde % 2, Homa Lagününde ise % 40 olarak ölçülmüştür. Marmara Gölü'nden 185, Homa Lagünü'nden 172 adet olmak üzere toplam 357 birey incelenmiştir. Örneklerin total boy, ağırlık ve kondisyon değerleri sırasıyla Marmara Gölü için 5.6-8.2 cm, 1.30-3.99 g ve 0.62-0.90 yıl⁻¹, Homa Lagünü için 3.7-9.9 cm, 0.32-6.30 g ve 0.38-0.94 yıl⁻¹ arasında değişim göstermiştir (Tablo 1).

Boy-ağırlık ilişkisi denklemleri Marmara Gölü için; $W=0.0059 L^{3.1182}$ (sh(b)=0.1222), $r=0.920$, Homa Lagünü için; $W=0.0077L^{2.9245}$ (sh(b)=0.0750), $r=0.929$ olarak hesaplanmıştır. Büyüme tipi testi sonucuna göre, Marmara Gölü örneklerinin pozitif allometrik (t-test, $t > t_{0.05}$, $185=1.66$), Homa Lagünü örneklerinin ise izometrik (t-test, $t < t_{0.05}$, $172=1.66$) büyüme gösterdiği belirlenmiştir. Hem hesaplanan kondisyon faktörü değerleri hem de büyüme modeli farklılığı göz

önüne alındığında gümüş balıklarının Marmara Gölü'nde Homa Lagünü'ne göre daha iyi gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir.

Tablo 1. Marmara Gölü ve Homa Lagünü *A. boyeri* Boy-Ağırlık İlişkisi ve Kondisyon Değerleri

	n	TB (cm)	Ağ (g)	K (yıl ⁻¹)	a	b	sh(b)	r	t-test
		Min-Maks Ort±ss	Min-Maks Ort±ss	Min-Maks Ort±ss					
Marmara Gölü	185	5.6-8.2 6.75±0.506	1.30-3.99 2.34±0.572	0.62-0.90 0.75±0.052	0.0059	3.118	0.122	0.920	A+
Homa Lagünü	172	3.7-9.9 7.01±1.073	0.32-6.30 2.47±1.009	0.38-0.94 0.67±0.071	0.0077	2.925	0.075	0.929	I

TB: Total Boy, Ağ: Ağırlık, K: Kondisyon, ss: Standart Sapma, a ve b: regresyon parametreleri, sh(b): eğimin standart hatası, r: korelasyon katsayısı, t-test, A+: Pozitif Allometrik, I: İzometrik.

4. Tartışma ve Sonuç

Literatürde gümüş balığı küçük boylu bir tür olarak tanımlanmasına rağmen 20 cm total boya ulaşabildiği de rapor edilmiştir (Billard, 1997). Çalışmada elde edilen örneklerin total boyları Marmara Gölü'nde 5.6-8.2 cm, Homa Lagünü'nde 3.7-9.9 cm arasında değişim göstermiştir. Hem Türkiye hem de Avrupa sularında türe ait çalışmalarda total boy dağılımının 0.8-12.9 cm arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Tablo 2). Boy değerleri açısından bakıldığında özellikle minimum boy değerindeki farklılık, örneklemede kullanılan araç ve yöntemden kaynaklanmış olabilir.

İlgili türün incelenen periyottaki kondisyonunu ifade eden, boy-ağırlık ilişkisi parametrelerinden "a" değeri, Marmara Gölü örnekleri için 0.0059, Homa Lagünü örnekleri için 0.0077 olarak hesaplanmıştır. Günümüze değin yapılan çalışmalarda, bu değer 0.00002 - 0.0159 arasında değişim gösterdiği rapor edilmiştir (Tablo 2). Söz konusu değerde gözlenen bu farklılık, incelenen birey sayısı, lokalite ve inceleme zamanı gibi faktörlerin etkisi ile oluşmuş olabilir.

Boy-ağırlık ilişkisi denklemindeki eğim "b" değeri ise çalışmamızda Marmara Gölü örnekleri için 3.118, Homa Lagünü örnekleri için 2.925 olarak hesaplanmıştır. Diğer çalışmaların sonuçları incelendiğinde söz konusu değer 2.660-3.485 arasında değişim gösterdiği ve büyük farklılıklar olmadığı görülmektedir (Tablo 2).

Türün kondisyon faktörü değerleri Marmara Gölü'nde 0.62-0.90, Homa Lagünü'nde ise 0.38-0.94 arasında değişim göstermektedir. Türün kondisyon değerinin, yapılmış olan diğer çalışmalarda 0.16-0.85 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Tablo 2). Kondisyon faktörü değerlerinde gözlenen bu farklılıklar, örnekleme zamanı, gonad gelişimi, stokların beslenme koşulları ve ortamların besin öğelerinin değişiklik göstermesi ile açıklanabilir.

Çalışmada, uygulanan büyüme tipi testi sonucuna göre Marmara Gölü örneklerinin pozitif allometrik, Homa Lagünü örneklerinin ise izometrik büyüme gösterdiği belirlenmiştir. Aynı türe ait populasyonlarda gözlenen büyüme modeli farklılığı, yakalanan birey sayısı, cinsiyet, bölge,

mevsim, habitat, midenin dolu veya boş olması, gonadların olgunluğu, bireylerin kondisyonu ve boy aralığındaki değişimler gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır (Tesch, 1971). Bu çalışmada da, incelenen birey sayısı ve örneklerin yakalanma zamanı benzer olmakla birlikte, iki bölgenin habitat yapılarının farklı olması büyüme tipi farklılığına neden olduğu düşünülmektedir. Nitekim, daha önceki çalışmalarda da, farklı lokalitelerden farklı büyüme tipleri rapor edilmiştir (Tablo 2).

Sonuç olarak, örihalin bir tür olan *Atherina boyeri*, denizle bağlantılı göllerde yaşamını sürdürmekle birlikte, özellikle son yıllarda tatlısu karakterindeki göllerimizde de zengin popülasyonlar oluşturmuştur (Küçük ve ark., 2012; Kırankaya ve ark., 2014; Yağcı ve ark., 2015; Gençoğlu ve Ekmekçi, 2016). Küçük boylu olmaları nedeniyle ülkemizde insan gıdası olarak değerlendirilmese de zaman zaman çeşitli Avrupa ülkelerine ihracı ile ticari bir değer yaratmaktadır. Ayrıca, Marmara Gölü'nde yeni görülmeye başlayan türün avcılığı yapılmamakla birlikte, göldeki predatör türlerden Sudak (*Sander lucioperca*) için bir besin kaynağı olması yönüyle de önem arz etmektedir. Ancak, türün beslenmesinde küçük krustaseler, kurtlar ve yumuşakçaların yanısıra balık larvalarının (Muus ve Nielsen, 1999) da yer alması göldeki balık stokları için olumsuzluk yaratabilir. Homa Lagünü tuzluluk açısından denizel ortam özelliği gösterdiği için ortamın doğal türlerinden biri konumundadır. Bu nedenle de buradaki gümüş balıklarının, ortamdaki predatör türlerin besin kaynağı olmaktan öte, ticari bir değeri yoktur.

Ayrıca, bu çalışma ile *A. boyeri*'nin Marmara Gölü'nde Homa Lagünü'ne göre daha iyi gelişim gösterdiklerinin tespit edilmesi, türün denizel kökenli olmasına rağmen tatlısulara adaptasyon başarısının bir göstergesi olarak değerlendirilebilir.

Tablo 2. Farklı lokalitelerde *A. boyeri* türüne ait boy-ağırlık ilişkisi parametreleri ve kondisyon değerleri

Lokalite	Boy	Boy (cm) Min.-Maks.	n	a	b	sh(b)	r	k	BT	Araştırmacı
Mesolongi ve Etolikon Lagünü (Yunanistan)	TB	1.4-10.3	426	0.0042	3.150		0.950		A+	Leonardos ve Sinis, 2000
Rihios Lagünü (Yunanistan)	TB	2.5-10.7	158	0.0096	2.891		0.981			Koutrakis ve Tsikliras, 2003
Mola Neretra Nehri (Hırvatistan)	TB	3.1-11.6	1200	0.0034	3.243	0.329	0.964		A+	Bortulović ve ark., 2004
Vistonis Gölü (Yunanistan)	TB	1.3-10.5	1056	0.000002	3.220		0.980	0.53-0.63	A+	Koutrakis ve ark., 2004
Homa Lagünü	TB	2.4-10.3	1640	0.0052	3.085		0.985	0.16-0.85		Sezen, 2005
Cetina Nehirağzı (Hırvatistan)	TB	2.5-10.6	385	0.0095	2.850		0.981			Dulčić ve Glamuzina, 2006
Ömerli Baraj Gölü	TB	7.7-12.9	442	0.0159	2.660	0.189	0.826		A-	Tarkan ve ark., 2006
Küçükçekmece Gölü	TB	3.9-11.1	15	0.0035	3.310	0.139	0.992		A+	Tarkan ve ark., 2006
İzmit Gölü	TB	0.8-11.5	922	0.0040	3.209		0.978	0.41-0.79		Özeren, 2009
Çandarlı Körfezi (Ege Denizi)	TB	1.0-9.4	1558	0.0043	3.187		0.972			Gürkan ve ark., 2010
Erdek Körfezi (Marmara Denizi)	TB	2.5-11.2	606	0.0045	3.215	1.034	0.974		I	Keskin ve Gaygusuz, 2010
Marmara Denizi	TB	7.6-11.7	14	0.0015	3.485	0.220	0.992		A+	Bök ve ark., 2011
Hirfanlı Baraj Gölü	TB	4.1-11.0	323	0.0040	3.238	0.034	0.970	0.62	A+	Kırankaya ve ark., 2014
Marmara Gölü	TB	3.7-8.7	101	0.0084	2.908	0.050	0.971		A-	İlhan ve Sarı, 2015
Hirfanlı Baraj Gölü (Juvenil)	TB	0.6-3.6	69	0.000002	3.500	<0.001	0.973		A+	
	(♀)	TB	288	0.000002	3.293	0.025	0.976		A+	Gençoğlu ve Ekmekçi, 2016
	(♂)	TB	264	0.000002	3.231	0.013	0.978		A+	
Marmara Gölü	TB	5.6-8.2	185	0.0059	3.118	0.068	0.920	0.62-0.90	A+	Bu çalışma
Homa Lagünü	TB	3.7-9.9	172	0.0077	2.925	0.062	0.929	0.38-0.94	I	

a ve b: regresyon parametreleri, sh(b): eğimin standart hatası, r: korelasyon katsayısı, k: kondisyon faktörü, BT: büyüme tipi (A+: Pozitif Allometrik, A-: Negatif Allometrik, I: İzometrik).

Kaynaklar

- Altınayar, G., Yıldırım, S., Ertem, B., ve Aydoğan, F. (1994). *Marmara Gölünde Su Yabancı Otları Sorunları Nedenleri ve Çözüm Yolları Üzerine Çalışmalar*. DSİ Genel Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, Ot Kontrolü ve Bitkisel Kaplama Şube Müdürlüğü, 191 s.
- Andreu-Soler, A., Oliva-Paterna, F. J., Fernandez-Delgado, C., and Torralva, M. (2003). Age and growth of the sand smelt, *Atherina boyeri* (Risso, 1810), in the Mar Menor coastal lagoon (SE Iberian Peninsula). *Journal of Applied Ichthyology*, 19: 202-208. DOI: 10.1046/j.1439-0426.2003.00477.x.
- Andreu-Soler, A., Oliva-Paterna, F. J., and Torralva, M. (2006). A review of length-weight relationships of fish from the Segura River basin (SE Iberian Peninsula). *Journal of Applied Ichthyology*, 22: 295-296. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2006.00719.x.
- Bagenal, T. (1978). Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. *Blackwell Scientific Publications*, London, 365 pp.
- Bardin, O., and Pont, D. (2002). Environmental factors controlling the spring immigration of two estuarine fishes *Atherina boyeri* and *Pomatoschistus* spp. into a Mediterranean lagoon. *Journal of Fish Biology*, 61 (3): 560-578. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2002.tb00896.x.
- Bartulovic, V., Glamuzina B., Conides A., Dulčić J., Lučić, D., Njire J., and Kozul, V. (2004). Age, growth, mortality and sex ratio of sand smelt, *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Pisces: Atherinidae) in the estuary of the Mala Neretva River (middle-eastern Adriatic, Croatia). *Journal of Applied Ichthyology*, 20: 427-430. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2004.00560.x.
- Bartulović, V., Glamuzina, B., Conides, A., Gavrilović, A., and Dulčić, J. (2006). Maturation, reproduction and recruitment of the sand smelt, *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Pisces: Atherinidae) in the estuary of Mala Neretva River (Southeastern Adriatic, Croatia). *Acta Adriatica* 47 (1): 5-11.
- Billard, R. (1997). *Les poissons d'eau douce des rivières de France. Identification, inventaire et répartition des 83 espèces*. Lausanne, Delachaux & Niestlé, 192p.
- Boscolo, L. (1970). Osservazione sulla biologia e sulla pesca dell' *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Osteichthyes, Atherinidae) vivente nelle acque dell' Alto Adriatico. *Bolletino di Pesca Piscicola Idrobiologica*, 25, 61-67.
- Bostancı, D., Yedier, S., Konaş, S., Kurucu, G., Polat, N. (2017). Regional variation of relationship between total length and otolith sizes in the three *Atherina boyeri* Risso, 1810 populations, Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(1): 11-16.
- Bök, T. D., Göktürk, D., Kahraman, A. E., Aliçlı, T. Z., Acun, T., and Ateş, C. (2011). Length-weight relationships of 34 fish species from the Sea of Marmara. Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10 (23): 3037-3042. DOI: 10.3923/javaa.2011.3037.3042.
- Castel, J., Cassifour, P., and Labourg, P. J. (1977). Croissance et modifications du regime alimentaire d'un teleosteen Mugiliforme: *Atherina boyeri* Risso, 1810. *Dans les etangs saumâtres du bassin d'Arcachon, Vie et Milieu*, Series (3-A) 27, 385-410.
- Çetinkaya, S., Uysal, R., Yeğen, V., Cesur, M., and Bostan, H. (2011). The growth characteristics of sand smelt (*Atherina boyeri*, Risso 1810) in Lake İznik (Türkiye). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 11: 641-648. DOI: 10.4194/1303-2712-v11_4_19.
- Creech, S. (1992). A study of the population of *Atherina boyeri* Risso, 1810 in Aberthaw Lagoon, on the Bristol Channel, in South Wales. *Journal of Fish Biology*, 41(2): 277-286. DOI: 10.1111/j.1095-8649.1992.tb02657.x.
- Dulčić, J., and Glamuzina, B. (2006). Length-weight relationships for selected fish species from three eastern Adriatic estuarine systems (Croatia). *Journal of Applied Ichthyology*, 22: 254-256. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2006.00633.x.
- Ekmekçi, F. G., Kırankaya, Ş. G., Gençoğlu, L., Yoğurtçupğlu, B. (2013). Türkiye İçsularındaki İstilacı Balıkların Güncel Durumu Ve İstilanın Etkilerinin Değerlendirilmesi. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 28:105-140.
- Fernandez-Delgado, C., Hernando, J. A., Herrera, M., and Bellido, M. (1988). Life history patterns of the sand smelt *Atherina boyeri* Risso, 1810 in the estuary of the Guadalquivir River, Spain. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 27: 697-706. doi:10.1016/0272-7714(88)90076-5.
- Freyhof, J., Kottelat, M. 2008. *Atherina boyeri*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008:e.T2352A9434124. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T2352A9434124.en>. (Erişim Tarihi: 27 Eylül 2016).

- Geldiay, R., and Balık, S. (2007). *Türkiye Tatlısu Balıkları*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları no: 46 Ders Kitabı Dizini no: 16 Bornova-İzmir 644 s.
- Gençoğlu, L., and Ekmekçi, F. G. (2016). Growth and reproduction of a marine fish, *Atherina boyeri* (Risso 1810), in a freshwater ecosystem. *Turkish Journal of Zoology*, 40: DOI: 10.3906/zoo-1406-42.
- Gürkan, Ş., Bayhan, B., Akçınar, S. C., and Taşkavak, E. (2010). Length-weight relationship of fish from shallow waters of Çandarlı Bay (North Aegean Sea, Turkey). *Pakistan Journal of Zoology*, 42 (4): 495-498.
- Henderson, P. A., Holmes, R. H. A., and Bamber, R. N. (1988). Size-selective overwintering mortality in the sand smelt, *Atherina boyeri* Risso and its role in population regulation. *Journal of Fish Biology*, 33 (2): 221-233. DOI: 10.1111/j.1095-8649.1988.tb05465.x.
- İlhan, A., ve Sarı H. M. (2013). Marmara Gölü Balık Faunası ve Balıkçılık Faaliyetleri. *Ege J Fish Aqua Sci* 30 (4): 187-191. DOI: 10.12714/egejfas.2013.30.04.08.
- İlhan, A., and Sarı, H. M. (2015). Length-Weight Relationships of Fish Species in Marmara Lake, West Anatolia, Turkey. *Croatian Journal of Fisheries*, 73 (1): 30-32. <http://dx.doi.org/10.14798/73.1.784>.
- Keskin, Ç., and Gaygusuz, Ö. (2010). Length-weight relationships of fishes in shallow waters of Erdek Bay (Sea of Marmara, Turkey). *IUFS Journal of Biology*, 69 (2): 87-94.
- Kırankaya, Ş. G., Ekmekçi, F. G., Yalçın-Özdilek, Ş., Yoğurtçuoğlu, B., and Gençoğlu, L. (2014). Condition, Length-Weight and Length-Length Relationships for Five Fish Species from Hirfanlı Reservoir, Turkey. *Journal of Fisheries Sciences.com* 8(3): 208-213. DOI: 10.3153/jfsc.com.201426.
- Kottelat, M., and Freyhof, J. (2007). *Handbook of European freshwater fishes*. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland. 646 p.
- Koutrakis, E. T., and Tsikliras, A. C. (2003). Length-weight relationships of fishes from three northern Aegean estuarine systems (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 19: 258-260. DOI: 10.1046/j.1439-0426.2003.00456.x.
- Koutrakis, E. T., Kamidis, I. N., and Leonardos D. I. (2004). Age, growth and mortality of a semi-isolated lagoon population of sand smelt, *Atherina boyeri* (Risso, 1810) (Pisces: Atherinidae) in an estuarine system of northern Greece. *Journal of Applied Ichthyology* 20 (5): 382-388. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2004.00583.x.
- Küçük, F., Güçlü, S. S., Gülle, İ., Güçlü, Z., Çiçek, N. L., & Diken, G. (2012). Reproductive features of big Scale-sand Smelt, *Atherina boyeri* (Risso, 1810), an exotic fish in Lake Eğirdir (Isparta, Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 12: 729-733. DOI: 10.4194/1303-2712-v12_3_22.
- Leonardos, I., and Sinis, A. (2000). Age, growth and mortality of *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Pisces: Atherinidae) in the Mesolongi and Etolikon lagoons (W. Greece). *Fisheries Research*, 45: 81-91.
- Marfin, J. P. (1982). Les problemes au polymorphisme de l'espece *Atherina boyeri* Risso, 1810. *Cybiurn*, 6(4), 19-26.
- Muus, B.J. and J.G. Nielsen, 1999. Sea fish. Scandinavian Fishing Year Book, Hedehusene, Denmark. 340 p.
- Özeren, S. C. (2009). Age, Growth and Reproductive Biology of the Sand Smelt *Atherina boyeri*, Risso 1810 (Pisces: Atherinidae) in Lake İznik, Turkey. *Journal of Fisheries International* 4 (2): 34-39.
- Petrakis, G., and Stergiou, K. I. (1995). Weight-length relationships for 33 fish species in Greek waters. *Fisheries Research*, 21: 465-469.
- Ricker, W. E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada* 191: 1-382.
- Rosecchi, E., and Crivelli, A. J. (1992). Study of a sand smelt (*Atherina boyeri* Risso, 1810) population reproducing in fresh water. *Ecology of Freshwater Fish*, 1 (2): 77-85. DOI:10.1111/j.1600-0633.1992.tb00076.x.
- Sabancı, F. (2012). An illustrated survey on the morphological characters in three species of the diatom genus *Mastogloia* (Bacillariophyceae). *Turkish Journal of Botany* 36: 727-737. DOI:10.3906/bot-1111-18.
- Saç, G., Gaygusuz, Ö., and Tarkan, A. S. (2015). Reoccurrence of a commercial euryhaline fish species, *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Atherinidae) in Büyükçekmece Reservoir (İstanbul, Turkey). *Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research* 1(4): 203-208. DOI: 10.3153/JAEFR15020.
- Saç, G., Aydoğan, K., Özuluğ, O., and Özuluğ, M. (2016). Resettlement of *Atherina boyeri* Risso, 1810 in Büyükçekmece Reservoir (İstanbul, Turkey). *FishTaxa*, 1(1): 27-28.
- Sarı, H. M., Ustaoglu, M. R., ve İlhan, A. (2015). *Marmara Gölü Balık Faunasının Günümüzdeki Durumu, Bölgesel ve Mevsimsel Dağılımları*. E.Ü. Bilimsel Araştırma Proje Raporu, No: 2011/SÜF/040. 31 s.
- Sezen, B. (2005). *İzmir Homa Lagünü Gümüş Balığı (Atherina boyeri Risso, 1810) Populasyonunun Biyolojik Özelliklerinin İncelenmesi*. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. (Yüksek Lisans Tezi), 85 s.

- Sokal, R. R., and Rohlf, F. J. (1987). *Introduction to Biostatistics*, 2 nd Edition. Freeman, New York, 363 p.
- Sunlu, U., and Egemen, Ö. (1998). Investigation on the pollution situation and the heavy metal levels of some commercial fish in Homa Fisheries Lagoon and the different region of İzmir Bay (Aegean Sea). *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15 (3-4): 241-261.
- Tarkan, A. S., Gaygusuz, Ö., Acıpınar, H., Gürsoy, Ç., and Özuluğ, M. (2006). Length-weight relationship of fishes from the Marmara region (NW-Turkey). *Journal of Applied Ichthyology*, 22: 271-273. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2006.00711.x.
- Tesch, F. W. (1971). Age and growth. In: Methods for assessment of fish production in fresh waters. W. E. Ricker (Ed.). *Blackwell Scientific Publications*, Oxford, pp. 99–130.
- Tomasini, J. A., Collart, D., and Quignard, J. P. (1996). Female reproductive biology of sand smelt in brackish lagoons of southern France. *Journal of Fish Biology*, 49(4): 594-612. DOI: 10.1111/j.1095-8649.1996.tb00057.x.
- Tomasini, J. A., and Laugier, T. (2002). Male reproductive strategy and reserve allocation in sand smelt from brackish lagoons of southern France. *Journal of Fish Biology*, 60(3): 521-531. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2002.tb01681.x
- Trabelsi, M., Kartas, F., and Quignard, J. P. (1994). Comparaison du regime alimentaire d'une population marine et d'une population lagunaire d'*Atherina boyeri* des cotes Tunisiennes. *Vie Milieu*, 44(2): 117-123.
- Yağcı, M. A., Alp, A., Yağcı, A., Cesur, M., and Bilgin, F. (2015). Growth and reproduction of sand smelt *Atherina boyeri* Risso, 1810 in Lake Egirdir, Isparta, Turkey. *Indian Journal of Fisheries* 62(1): 1-5.