

Article Arrival Date

10.04.2021

Article Type

Research Article

Article Published Date

20.06.2021

Doi Number: <http://dx.doi.org/10.38063/ejons.410>

BAYINDIR ÇAYI (ANKARA) BALIK BİYOÇEŞİTLİLİĞİ

FISH BIODIVERSITY IN BAYINDIR STREAM (ANKARA)

Kübra AYDEMİR^{1*}Nurcan UZEL¹Ali GÜL¹¹ Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

0000-0002-4005-6848

ÖZET

Bu araştırma, Kirmir Çayı kollarından Bayındır Çayı'ndaki balık biyoçeşitliliği ve türlerin bazı biyolojik özellikleri ile çeşitlilik indekslerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma Nisan-Kasım 2017 ayları arasında gerçekleştirilmiştir. Örneklerin avlanmasında elektroşoker cihazı ve kepçeler kullanılmıştır. Balıklar %4'lük formaldehit içinde laboratuvara getirilerek teşhisleri yapılmış ve metrik ve meristik özellikleri belirlenmiştir. Bayındır Çayı'nda; Cyprinidae familyası (4) *Alburnoides fasciatus*, *Alburnus escherichii*, *Capoeta tinca* ve *Squalius pursakensis*; Nemacheilidae familyası (1) *Oxynoemacheilus angorae* ve Cobitidae familyası (1) *Cobitis simplicispina* olmak üzere 3 familyaya ait 6 tür tespit edilmiştir. Türlerden populasyon yoğunluğu en yüksek *S. pursakensis* (%31) ve en düşük *C. simplicispina* (%2) olarak belirlenmiştir. Çeşitlilik indekslerinden Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi 1,533; Simpson çeşitlilik indeksi 4,182, Margalef tür zenginliği indeksi 2,301 ve Pielou'nun düzenlilik indeksi 0,856 olarak tespit edilmiştir. Bayındır Çayı'ndaki balık populasyonlarının homojen dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Bayındır Çayı'nın biyolojik çeşitliliği Simpson çeşitlilik indeksine göre yüksek, Shannon-Wiener çeşitlilik indeksine göre ise daha düşük bulunmuştur. Bayındır Çayı balık türlerinin yayılım, beslenme ve üreme faaliyetleri açısından önemli bir alan olarak değerlendirilmiş olup ihtiyofauna çeşitliliğinin korunması açısından izleme çalışmaları yapılması önemli ve yararlı olacaktır.

216

Anahtar Kelimeler: Balık faunası, Bayındır Çayı, biyoçeşitlilik

ABSTRACT

This research was carried out to determine fish biodiversity in Bayındır Stream, which is one of the branches of Kirmir Stream, and some biological characteristics and diversity indexes of the species. The study was conducted between April-November 2017. Electroshocker device and ladles were used in the hunting of the specimens. Fishes were brought to the laboratory in 4% formaldehyde, they were diagnosed, and their metric and meristic properties were determined. In Bayındır Stream, 6 species belonging to three families were identified and they are: Cyprinidae familia (4) *Alburnoides fasciatus*, *Alburnus escherichii*, *Capoeta tinca* and *Squalius pursakensis*; Nemacheilidae familia (1) *Oxynoemacheilus angorae* and Cobitidae familia (1) *Cobitis simplicispina*. Among the species, the highest population density was determined as the *S. pursakensis* (31%) and the lowest is *C. simplicispina* (2%). From the diversity indices, it is determined that Shannon-Wiener diversity index is 1,533; The Simpson diversity index is 4.182, the Margalef species richness index is 2.301 and Pielou's regularity index is 0.856. The fact that fish populations in Bayındır Stream show a homogeneous distribution is detected. Biodiversity of Bayındır Stream is high according to the Simpson diversity index and low for the Shannon-Wiener

diversity index. Bayındır Stream has been considered as an important area in terms of distribution, feeding and breeding activities of fish species, and monitoring studies will be important and useful in terms of preserving ichthyofauna diversity.

Keywords: Fish fauna, Bayındır Stream, biodiversity

1. GİRİŞ

Türkiye iç sularını oluşturan lotik ve lentik sistemlerin zamana bağlı olarak sürekli ve yavaş bir değişim içinde olması bu sistemde yaşayan canlıları da etkileyerek çok zengin bir biyolojik çeşitliliğin oluşmasına neden olur. Birçok canlı türüne ev sahipliği yapan su ekosistemleri içerisinde en yaygın yere sahip olan canlılar ise balıklardır. Canlı organizmalar için çok önemli kaynak olan su, tarımda, endüstride, enerji üretiminde kullanılmasının yanı sıra, barındırdığı sucul canlılığın devamı içinde korunması gereken önemli bir kaynaktır. Sucul ekosistemler insanların yarattığı kirlilik ve bilinçsiz kullanım nedeniyle tahribata uğramaktadır. Bu tahribattan en çok etkilenen tatlısu kaynakları ise barındırdığı balık türleridir. Türkiye iç suları balık türleri açısından zengin durumda olmasına rağmen türler ve populasyonları çevresel tehditlerin etkisi ile büyük zarar görmektedir. Bu nedenle tatlısu ihtiyofaunasını oluşturan türlerin periyodik olarak araştırılması ve takip edilmesi önemli görülmektedir.

Ekolojik açıdan büyük öneme sahip olan biyolojik çeşitlilik; genetik çeşitlilik, tür çeşitliliği, ekosistem çeşitliliği ve ekolojik olaylar çeşitliliği olmak üzere dört alt boyutu kapsayan oldukça geniş bir kavramdır (Polat, 2017). Bir ekosistemdeki tür çeşitliliği düzeyinin bilinmesi zaman içerisinde türlerde meydana gelen değişimlerin belirlenmesini ve yorumlanmasını kolaylaştırmaktadır. Bunun yanı sıra ekosistemin sürdürülebilirliği ve barındırdığı canlılık için gerekli önlemlerin alınmasını sağlamaktadır. Tür çeşitliliği bileşenlerinden alfa çeşitliliği bir alan içerisindeki çeşitliliği; beta çeşitliliği alanlar arası tür çeşitliliği miktarını; gama çeşitliliği ise toplam çeşitliliği ifade etmektedir (Hashemi, 2010). Bu çalışmada Bayındır Çayı'ndaki türlerin sayısı ve dağılımı lokal olarak tespit edildiğinden alfa çeşitliliği incelenmiş ve buna yönelik bazı tür çeşitliliği indeksleri hesaplanmıştır.

217

Türkiye'de tatlısu balık faunası ile ilgili ilk çalışmanın Abbolt tarafından 1835 yılında yapıldığı bildirilmektedir (Geldiay ve Balık, 2007). 1939-1945 yılları arasında, Alman Zoolog Curt Kosswig'in çabaları ve ekibinde bulunan yerli araştırmacılar Türkiye tatlısu balık faunası konusunda bir seri araştırmalar ortaya koymuşlardır (Geldiay ve Balık 2009).

Türkiye iç su potansiyeli açısından oldukça zengin durumdadır. Ancak bu potansiyel çevresel tehditler karşısında olumsuz etkilenmektedir. Türkiye yaklaşık 200 doğal göl, 555 baraj gölü ve 664 gölete sahiptir. Yaklaşık 178 000 km uzunluğunda akarsu hacmi olup, yaklaşık 25 akarsu havzası mevcuttur (Geldiay ve Balık, 2009; Yerli, 2015; DSİ, 2021). Türkiye'de yaklaşık 26 önemli havza bulunmaktadır. Bu havzalardan biride Sakarya havzasıdır. Sakarya Nehri çok sayıda akarsudan kaynak almakta ve balık taksonları açısından Türkiye için en zengin nehir konumundadır.

Türkiye iç su balıklarının sistematigi konusunda 1856 yılından günümüze kadar yapılmış çok sayıdaki çalışma incelenmiş ve yapılan değerlendirmeler sonucunda, Türkiye iç sularındaki balık taksonları ile ilgili bilgiler verilmektedir. Kuru vd. (2014) Türkiye iç suları balık taksonları ile ilgili çalışmalarında, 27 familyaya 371 tür; Çiçek vd. (2015, 2016) ise Türkiye tatlısularında 31 familyaya ait 377 tür bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu türlerden yaklaşık 159 türün (%42,17) endemik olduğu bildirilmektedir (Çiçek vd., 2018).

Kuru vd. (2001) Sakarya Havzası tatlısularında 10 familyaya ait 42 taksonun bulunduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada havza içerisindeki akarsu, göl ve gölet gibi çeşitli su sistemleri bu değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Havzadaki bazı türlerin üremek için göçücü olduğu, bazı türlerin aşılama yoluyla bulunduğu belirtilmektedir. Yılmaz vd. (1996) Sakarya Nehri Kirmir Çayı'nda *Capoeta tinca*, *Alburnoides bipunctatus*, *Leuciscus cephalus* kaydı vermektedirler. Erk'akan (1981,

1983) Sakarya Havzası'nda çeşitli balık türlerine ilişkin bilgiler vermektedir. Korkmaz ve Zencir (2016) Sakarya Nehri'nin kollarından biri olan Kirmir Çayı'nda Cyprinidae, Cobitidae ve Nemacheilidae olmak üzere 3 familyaya ait 9 tür bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Bir sucul ekosistemdeki fiziksel, kimyasal ve ekolojik özelliklerin değişmesi bazen bir balık popülasyonunun büyük oranda küçülmesine ya da tamamen ortadan kalmasına neden olabilir. Bu nedenle iç sulardaki balık faunasının bilinmesi, endemik, lessepsian ve yok olma riski olan türlerin belirlenmesi, stok değerlendirmesi yapılabilmesi ve ihtiyofaunanın karşılaştığı tehditlere karşı önlemlerin alınabilmesi açısından önem taşır.

Balık faunası içerisinde eşeysel dimorfizm, polimorfizm ve yaş farklılıkları nedeniyle aynı türe ait bireyler arasında morfolojik farklılıklar oluşabilmektedir. Bu nedenle balık türlerinin tanımlanmasında morfolojik, fizyolojik ve ekolojik farklılıklar dikkate alınmaktadır.

Sakarya Nehri'nin önemli kollarından Kirmir Çayı'nın su kaynağını oluşturan çaylardan birisi de Bayındır Çayı'dır. Alanyazın taraması sonucunda Sakarya Nehri için çok sayıda çalışma bulunmakla birlikte bu çaydan kayıt verilmediği ve biyoçeşitlilik indeksi hesaplamalarının daha çok orman ekosistemlerinde yapıldığı, ihtiyofaunanın biyoçeşitlilik indekslerine ilişkin çalışmaların oldukça az olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle çalışmada, Bayındır Çayı'ndaki balık türlerinin belirlenmesi, morfometrik ve meristik özelliklerin tespit edilmesi ve bazı biyoçeşitlilik indekslerinin hesaplanması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma Nisan-Kasım 2017 tarihleri arasında Sakarya Nehri Kirmir Çayı'nın bir kolu olan Bayındır Çayı'nda gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Çay üzerinde belirlenen 3 farklı istasyonda (1. İst. 36T447336 / 4469578, 2. İst. 36T453485 / 4468245, 3. İst. 36T454558 / 4463321) avlama yapılmıştır. Balıkların avlanmasında 12 volt DC 5 amperlik Samus marka 725 MP ve PWM2 model sırt tipi elektroşoker cihazı ve çeşitli göz açıklıklarına sahip kepçeler kullanılmıştır. Avlanan balıkların boy ve ağırlık değerleri arazide ölçülmüş, morfometrik özellikler için yeterli sayıda örnek alınarak diğer bireyler en kısa sürede suya geri bırakılmıştır. Alınan örnekler %4'lük formaldehit içinde muhafaza edilerek laboratuvara getirilmiştir. Balık örneklerinin teşhisi için geniş bir alanyazın taraması yapılmış ve çeşitli çalışmalardan yararlanılmıştır (Ekmekçi ve Özeren 2003, Kuru 2004, Geldiay ve Balık 2009, Özuluğ ve Freyhof 2011, Kuru vd. 2014, Yerli vd. 2015, Çiçek vd. 2015, Turan vd. 2017, Gül vd. 2017). Ağırlık ölçümleri $\pm 0,01$ g hassasiyetli terazide yapılmıştır. Morfometrik özellikler ± 1 mm hassasiyetle ölçülmüştür. Meristik özelliklerin sayımında pens, preparasyon iğnesi, el büyüteci, ışık ve stereo mikroskoptan yararlanılmıştır. Morfometrik özelliklerden standart boy (SB), baş boyu (BB), vücut yüksekliği (VY), göz çapı (GÇ) ve interorbital mesafe (İM) mm cinsinden ölçülmüştür. Meristik özelliklerden; dorsal yüzgeç (D), anal yüzgeç (A), pektoral yüzgeç (P), ventral yüzgeç (V) ışın sayıları, Line lateral pul sayısı (L. Lat) ve omur sayıları belirlenmiştir. Çeşitlilik indeksleri kapsamında;

Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi (H');

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

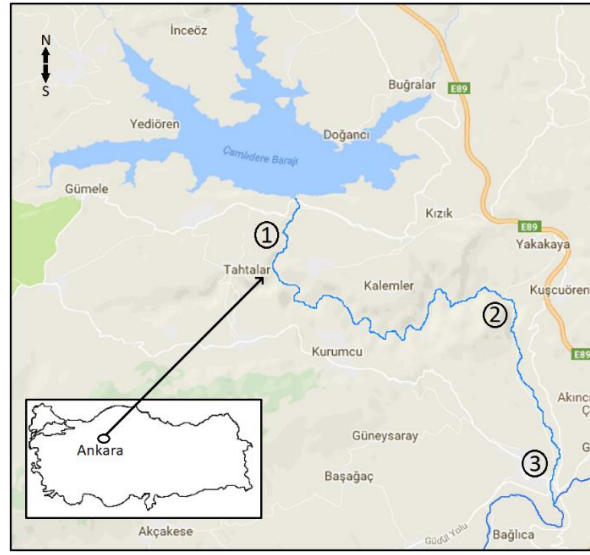
formülü ile hesaplanmıştır. Bu formülde H' Shannon-Wiener indeksinin değerini, p_i bir türün popülasyondaki nispi bolluğunu, S popülasyondaki toplam tür sayısını ifade etmektedir. Simpson Çeşitlilik İndeksi (1/D);

$$D = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır. Formülde yer alan D Simpson indeksinin değerini, p_i bir türün popülasyondaki nispi bolluğunu, S ise popülasyondaki tür sayısını ifade etmektedir. Elde edilen sonuçların daha kolay analiz edilebilmesi için indeks 1/D şeklinde hesaplanmıştır.

Margalef Tür Zenginliği İndeksi (d); $d = (S-1) / \log N$ eşitliğinden bulunmuştur. Burada S, populasyondaki tür sayısını, N ise tüm türlere ait toplam birey sayısını ifade etmektedir.

Pielou'nun Düzenlilik (Homojenlik) İndeksi (J'); $J' = H' / \ln S$ formülü ile hesaplanmıştır. Bu formülde H' Shannon-Wiener indeksinin değerini, S ise populasyondaki tür sayısını göstermektedir.



Şekil 1. Bayındır Çayı haritası

3. BULGULAR

Bu çalışmada, Cyprinidae familyasından 4 tür; *Squalius pursakensis* (Hanko, 1925), *Capoeta tinca* (Heckel, 1843), *Alburnoides fasciatus* (Nordmann, 1840), *Alburnus escherichii* (Steindachner, 1897), Nemacheilidae familyasından 1 tür; *Oxynoemacheilus angorae* (Steindachner, 1897) ve Cobitidae familyasından 1 tür; *Cobitis simplicispina* (Hanko, 1925) olmak üzere 3 familyaya ait 6 tür tespit edilmiştir.

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Class: Osteichthyes

Order: Cypriniformes

Family: Cyprinidae

***Squalius pursakensis* (Hanko, 1925)**



Şekil 3. *S. pursakensis* (Orijinal)

N: 46, SB: 91.70 ± 9.93 mm (75-117), SB/VY: 4.28 (3.71-4.70), SB/BB: 3.55 (2.54-4.00), BB/GÇ: 4.58 (3.29-6.50), BB/İM: 2.58 (2.27-3.55), İM/GÇ: 1.78 (1.40-2.25), D: I-III, 7-10, A: I-II, 7-10, P: I, 10-16, V: I, 7-11, L.Lat: 40-45, Omur sayısı: 39-41

S. pursakensis'in vücut yapısı ince, uzun, basıktır. Vücut rengi dorsalde kahverengi olup mavi-yeşil yansımalar gösterirken, karın bölgesi gümüşü beyazdır. Ağız terminal konumludur ve çevresinde bıyık bulunmaz. Yanal çizgi tamdır.

***Capoeta tinca* (Heckel, 1843)**



Şekil 4. *C. tinca* (Orijinal)

N: 42, SB: 92.26 ± 14.56 mm (65-136), SB/VY: 4.13 (3.52-5.91), SB/BB: 4.11 (3.68-4.50), BB/GÇ: 4.86 (4.20-5.60), BB/İM: 2.22 (1.90-2.63), İM/GÇ: 2.19 (2.00-2.50), D: II-III, 7-9, A: I-III, 5, P: I, 14-18, V: I, 8, L.Lat: 70-85, Omur sayısı: 36-43

C. tinca'nin vücudu mekik şeklindedir. Ağız ventral konumludur ve iki çift bıyık bulunur. Dudaklar fazla gelişmemiştir. Vücut rengi dorsalde koyu kahverengi, karın bölgesinde ise daha açıktır. Yanal çizgi tamdır.

***Alburnus escherichii* (Steindachner, 1897)**



Şekil 5. *A. escherichii* (Orijinal)

N: 22, SB: 86.27 ± 8.69 mm (70-101), SB/VY: 4.31 (3.50-5.00), SB/BB: 4.17 (3.50-4.59), BB/GÇ: 3.52 (3.00-4.00), BB/İM: 2.91 (2.57-3.50), İM/GÇ: 1.20 (1.00-1.40), D: II, 7-9, A: I-II, 12-14, P: I, 13-14, V: I, 6-8, L.Lat: 46-51, Omur sayısı: 36-37

A. escherichii'nin vücudu iğ şeklinde olup yanlardan yassılaştırmıştır. Vücut rengi sırt bölgesinde yeşilimsi gri, yanlarda ve karın bölgesinde gümüşüdür. Yüzgeçlerin bağlantı yerlerinde turuncu renklenmeler görülmektedir. Anal yüzgeç kaidesi nispeten uzundur. Ağız terminal konumludur ve bıyık bulunmaz. Yanal çizgi tamdır.

***Alburnoides fasciatus* (Nordmann, 1840)**Şekil 6. *A. fasciatus* (Orijinal)

N: 30, SB: 73.20 ± 5.39 mm (62-83), SB/VY: 3.40 (3.09-3.70), SB/BB: 3.82 (3.55-4.16), BB/GÇ: 3.72 (3.17-4.25), BB/İM: 2.70 (2.25-3.17), İM/GÇ: 1.38 (1.17-1.60), D: II-III, 8, A: I-II, 11-14, P: I, 12-14, V: I, 7, L.Lat: 44-49, Omur sayısı: 39-41

A. fasciatus'un vücudu yanlardan yassılaştırmıştır. Vücudun üst kısmı gümüşü, alt kısmı beyaz renklidir. Yanal çizgi üzerindeki pulların çift sıralı şekilde olması en karakteristik özelliğidir. Ağız terminal konumludur ve çevresinde bıyık bulunmaz.

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Class: Osteichthyes

Order: Cypriniformes

Family: Nemacheilidae

221

***Oxyemacheilus angorae* (Steindachner, 1897)**Şekil 7. *O. angorae* (Orijinal)

N: 6, SB: 66.83 ± 3.19 mm (64-72), SB/VY: 6.08 (5.42-6.90), SB/BB: 4.13 (3.79-4.33), BB/GÇ: 5.39 (5.00-6.33), BB/İM: 4.04 (3.75-5.33), İM/GÇ: 1.33 (1.00-1.67), D: II, 7-8, A: I-II, 5, P: I, 8-11, V: I, 5-6, L. Lat: 43-54

O. angorae’nin vücudu nispeten yuvarlaktır. Vücudun yan taraflarında, yanıl çizgi boyunca uzanan siyah kahverengimsi benekler bulunur. Baş yan taraflardan yassılaşımış ve ağız etrafında üç çift bıyık bulunur.

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Class: Osteichthyes

Order: Cypriniformes

Family: Cobitidae

***Cobitis simplicispina* (Hanko, 1925)**



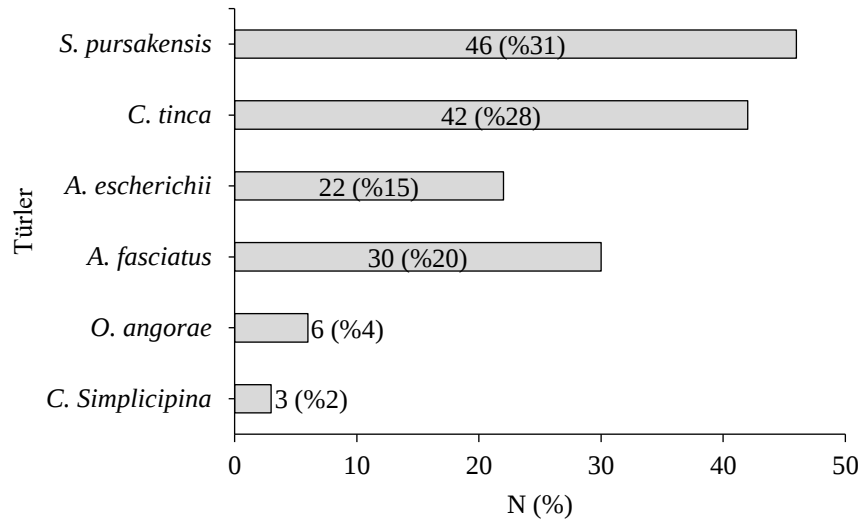
Şekil 8. *C. simplicispina* (Orijinal)

N:3, SB: 80 mm, SB/VY: 6.66, SB/BB: 5, BB/GÇ: 8, BB/İM: 5.33, İM/GÇ: 1.5, D: I, 5, A: I, 5, P: I, 8, V: I, 5, Omur sayısı: 41-42

C. simplicispina’da vücut ince, uzun ve çok küçük pullarla örtülüdür. Vücut rengi açık kahverengi ve açık sarı tonlarda olup, üzerinde düzensiz koyu renkli benekler bulunur. Gözler altındaki suborbital dikenler basit olup ucu çatallı değildir. Ağız ventral konumludur ve etrafında 3 çift bıyık bulunur.

Bayındır Çayı’nda tespit edilen türlerin populasyon yoğunluklarının dağılımı Şekil 2’de verilmiştir. *S. pursakensis* %31 ile en baskın türdür. *O. angorae* %4 ve *C. simplicispina* %2 ile yoğunluğu en az türler olarak tespit edilmiştir.

Bayındır Çayı’ndaki balık türlerinin Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi (H') 1,533; Simpson çeşitlilik indeksi ($1/D$) 4,182; Margalef tür zenginliği indeksi (d) 2,301 ve Pielou’nun düzenlilik indeksi (J') 0,856 olarak hesaplanmıştır (Tablo 1, 2 ve 3).



Şekil 2. Bayındır Çayı’ndaki balık türlerinin dağılımı

Tablo 1. Shannon-Wiener çeşitliliği indeksi değerleri

Tür	Birey Sayısı	$p_i (n/N)$	$p_i \log p_i$
<i>Squalius pursakensis</i>	46	0,309	-0,363
<i>Capoeta tinca</i>	42	0,282	-0,357
<i>Alburnus escherichii</i>	22	0,148	-0,282
<i>Alburnoides fasciatus</i>	30	0,201	-0,323
<i>Oxyneomacheilus angorae</i>	6	0,040	-0,129
<i>Cobitis simplicispina</i>	3	0,020	-0,079
Toplam	149	1	-1,533

223

Tablo 2. Simpson çeşitlilik indeksi değerleri

Tür	p_i^2
<i>Squalius pursakensis</i>	0,095
<i>Capoeta tinca</i>	0,079
<i>Alburnus escherichii</i>	0,022
<i>Alburnoides fasciatus</i>	0,041
<i>Oxyneomacheilus angorae</i>	0,002
<i>Cobitis simplicispina</i>	0,000
Toplam	0,239
1/D	4,182

Tablo 3. Margalef tür zenginliği ve Pielou'nun düzenlilik indeks değerleri

Margalef tür zenginliği indeksi			
Tür sayısı (S)	Toplam birey sayısı (N)	log N	Tür zenginliği (d)
6	149	2,173	2,301
Pielou'nun düzenlilik indeksi			
Tür sayısı (S)	Shannon-Wiener indeksi (H')	ln S	Düzenlilik (J')
6	1,533	1,792	0,856

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu araştırma ile Bayındır Çayı'nın balık faunası belirlenmiş ve biyoçeşitlilik indeksleri hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda Bayındır Çayı'nda Cyprinidae familyasından 4 tür, Nemacheilidae familyasından 1 tür ve Cobitidae familyasından 1 tür olmak üzere toplam 6 tür tespit edilmiştir. Bayındır Çayı balık faunasını ağırlıklı olarak Cyprinidae familyası üyelerinin oluşturduğu ve popülasyondaki baskın türün *S. pursakensis* olduğu tespit edilmiştir.

Genellikle akarsuların bol oksijenli ve hızlı akan kısımlarında yaşayan *C. tinca*'nin diagnostik özellikleri Sakarya havzasında D: III-IV 8, A: III 5, P: I, 1-20, V: I 8-9, L. Lat: 69-80 (Turan vd., 2006), Samsun ili tatlı sularında D: III-V 7-9, A: III 5, P: I 14-20, V: II 7-9, L. Lat: 67-88 (Uğurlu, 2006), İznik Gölü'nde D: III-IV 7-8, A: II-III 5, L. Lat: 68-81 (Özuluğ vd., 2005), Elekçi Irmağı'nda D: III-IV 7-8, A: III 5, P: I 18-19, V: II 7-9, L. Lat: 68-70 (Yılmaz, 2016), Miliç Irmağında D: III-IV 7-8, A: III 5, P: I 15-17, V: II 7-8, L. Lat: 65-76 (Uğurlu ve Polat, 2006), Karabdal Çayı'nda D: IV 9, A: III 5, P: I 17-19, V: II 8, L. Lat: 69-86 (Uğurlu ve Polat, 2008) olarak belirtilmiştir. Farklı lokalitelerdeki *C. tinca* popülasyonu ile Bayındır Çayı popülasyonu arasında diagnostik değerlerin benzerlik gösterdiği ancak yanal çizgi üzerindeki pul sayıları arasında farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bu farklılık habitatlardaki ekolojik özellik farklılığından kaynaklanabilir.

A. escherichii'nin diagnostik özellikleri Porsuk Çayı'nda (Sakarya), D: III 8, A: III 12-14, P: I 16, V: I 8-9, L. lat.: 48-50 (Anonim, 2015); Mogan Gölü'nde D: II 7-9, A: II-III 9-13, P: I 11-14, V: I 6-8, L. lat.: 46-54 (Gül vd., 2017) ve Asartepe Baraj Gölü'nde D: II 8-9, A: II-III 9-12, P: I 12-14, V: I 6-8, L. lat.: 48-53 (Saylar vd., 2018) olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar ile Bayındır Çayı popülasyonundaki değerler büyük ölçüde benzerlik göstermektedir.

O. angorae'nin diagnostik özellikleri Sakarya Nehri'nin kollarından Göynük Çayı'nda D: II 8, A: II 5, P: I 10, V: I 7, L. Lat: 46-70 (Koyun vd., 2018); Asartepe Baraj Gölü'nde D: III 7-8, A: III 5, P: I 9-10, V: I 7, L. Lat: 43-54 (Saylar vd., 2018); Uzunçayır Baraj Gölü'nde D: II, 8, A: II, 5, P: II, 5, V: I, 6 (Çoban vd., 2013) ve Batı Karadeniz tatlısularında D: III 7-9, A: II 5-6, P: I 8-11, V: I 5-7 (İlhan, 2006) olarak belirtilmiştir. Farklı bölgelerde yapılan bu çalışmalarda belirlenen diagnostik özellikler Bayındır Çayı popülasyonu ile paralellik göstermektedir. Uzunçayır Baraj Gölü'ndeki pektoral yüzgeç ışın sayısının Bayındır Çayı popülasyonundaki ışın sayısından daha düşük olduğu anlaşılmıştır. Farklı lokalitelerdeki abiyotik faktör farklılıklarının morfolojik özellikler üzerinde etkili olduğu değerlendirilmiştir.

A. fasciatus'un diagnostik özellikleri Uzunçayır Baraj Gölü'nde D: III, 8-11, A: III, 11-13, P: I, 11-13, V: II, 6-7, L. lat.: 45-50 (Çoban vd., 2013); İyidere Deresi'nde D: III 7-8, P: I 12-13, V: I 6-8 A:

III 13-15 L. lat.: 42-47 (Pilatin, 2015) ve Batı Karadeniz tatlısularında D: III 7-10, A: II 10-16, P: I 11-15, V: I 6-7, L. lat.: 40-55 (İlhan, 2006) olarak tespit edilmiştir. Literatürde verilen değerler ile Bayındır Çayı populasyonunda yüzgeçlerdeki dallanmamış ışınlar arasında farklılık olduğu ve diğer meristik özelliklerin benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

S. pursakensis endemik tatlısu balıklarından biridir. *S. pursakensis*'in diagnostik özellikleri Uzunçayır Baraj Gölü'nde D: III, 7-9, A: III, 8-10, P: I, 15-17, V: II, 8-9, L. lat.: 44-52 (Çoban vd., 2013); Samsun ili tatlısularında D: III, 7-8, A: III, 7-9, L. lat.: 41-47 (Uğurlu, 2006); Batı Karadeniz tatlısularında D: III, 8-9, A: III, 8-9, P: I, 13-18, V: I 7-9, L. lat.: 40-48 (İlhan, 2006) ve Asartepe Baraj Gölü'nde D: II-III 8-9, A: II-III 8-9, P: I 15-17, V: I-II 7-8, L. lat.: 42-44 (Saylar vd., 2018) olarak bildirilmiştir. *S. pursakensis* için bu çalışmadaki değerler ile literatür bilgileri benzerlik göstermektedir.

Akarsuların yavaş akan, sığ kesimlerinde genellikle soliter yaşam süren *C. simplicispina*'nın diagnostik özellikleri Batı Karadeniz tatlısularında D: II 7, A: II 5-6, P: I 7-8, V: I 5-6 (İlhan, 2006) ve Asartepe Baraj Gölü'nde D: III 7-8, A: III 5, P: I 7, V: II 6 (Saylar vd., 2018) olarak belirtilmiştir. Bu çalışmada tespit edilen dorsal ve anal yüzgeç ışınları dışında kalan diğer meristik özellikler literatür ile benzerlik göstermektedir.

Biyçeşitlilik derecesinin sayısal bir değer olarak belirtilmesi ve farklı sistemlerin çeşitlilik derecelerinin istatistiksel olarak karşılaştırılabilmesi için çeşitlilik indekslerinin kullanıldığı belirtilmektedir (Odum ve Barrett, 2008). Bu amaçla kullanılan indekslerden biride Shannon-Wiener çeşitlilik indeksidir. Bu indeksin bir üst sınırı bulunmamakla birlikte elde edilen değer genellikle 0-5 arasında değiştiği bilinmektedir. Bu değer 5'e yaklaşması çeşitliliğin yükseldiğini, 0'a yaklaşması ise çeşitliliğin azaldığını göstermektedir (Jost, 2007; Chiarucci vd., 2011). Tür çeşitliliğini ve dağılım eşitliğini birleştiren bir değer olan Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi (H') $>3,99$ olduğunda etkisiz; 3-3,99 arasında çok az etkili; 2-2,99 arasında orta derecede etkili ve <2 olduğunda ise ciddi olarak etkili olduğu bildirilmektedir (Namin ve Spurny 2004). Bu durumda Bayındır Çayı ihtiyofaunasının abiyotik faktörlerden önemli derecede etkilendiği söylenebilir ($H' = 1,533$).

Simpson çeşitlilik indeksi bir populasyonda bulunan ikinci bir türün başlangıçtaki ile aynı çıkma olasılığını belirlemek için kullanılmaktadır (Gülsoy ve Özkan, 2008). Bu indeks $1/D$ şeklinde hesaplandığında elde edilen değer artması, daha yüksek çeşitliliği ifade etmektedir. Bayındır Çayı'nda Simpson çeşitlilik indeksinin yüksek çıkması ($1/D = 4,182$), buradaki balıkların birey sayısının türler arasındaki dağılımının dengeli olduğunu göstermektedir. Bayındır Çayı'nın biyolojik çeşitliliği Simpson çeşitlilik indeksine göre yüksek, Shannon-Wiener çeşitlilik indeksine göre ise kısmen daha düşük bulunmuştur. Aynı lokalitede Shannon-Wiener ve Simpson çeşitlilik indekslerinin kısmen farklı olmasının nedeni Simpson indeksinin baskın olan türleri daha fazla temsil etmesi, Shannon-Wiener indeksinin ise ender ve dominant olan türleri ayırmaksızın sonuç vermesi olabilir. Shannon-Wiener indeksi bu özelliği nedeniyle daha objektif sonuçlar vermekte ve biyçeşitlilik çalışmalarında daha çok tercih edilmektedir (Liang vd., 2007).

Bayındır Çayı'nda tespit edilen çeşitlilik indeks değerleri ile Kirmir Çayı'ndaki (Korkmaz ve Zencir, 2016) balık türlerinin biyçeşitliliğine ilişkin veriler karşılaştırıldığında; Shannon-Wiener çeşitlilik indeksinin yakın değerlerde olduğu, Simpson çeşitlilik indeksinin ise farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Biyçeşitlilik indekslerinin karşılaştırılması

Çeşitlilik İndeksleri	Lokalite
	Kirmir Çayı
	(Korkmaz ve Bayındır Çayı Zencir, 2016)

Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi	1,67±0,12	1,533
Simpson Çeşitlilik İndeksi	0,76±0,03	4,182

Kirmir Çayı ve Bayındır Çayı'nda Simpson Çeşitlilik indeksinin farklı bulunması çalışmalarda kullanılan formüllerin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Kirmir Çayı'nda Simpson indeksi 1-D formülü ile hesaplanırken, Bayındır Çayı'nda 1/D formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Aynı formül kullanıldığında Bayındır Çayı'nda Simpson indeksinin Kirmir Çayı ile çok yakın olduğu anlaşılmaktadır (0,761).

Bayındır Çayı'nda Margalef tür zenginliği indeksi (d) 2,301 olarak hesaplanmıştır. Alanların tür bakımından ne kadar zengin olduğunu belirlemede Margalef tür zenginliği indeksi kullanılmaktadır. Limitsiz olan bu indeksin değerinin artması komünitedeki tür sayısının arttığını ve buna bağlı olarak tür zenginliğinin de arttığını göstermektedir (Margalef, 1957).

Dominansinin türlere göre dağılımı konusunda fikir veren ve 0-1 arasında limitli olan Pielou'nun düzenlilik indeksi (J'), Bayındır Çayı'nda 0,856 olarak hesaplanmıştır. Bir ekosistemde bulunan her tür eşit sayıda birey ile temsil edildiğinde bu değer 1'e eşit olmaktadır (Pielou, 1960). Bu durumda Bayındır Çayı'ndaki balık türlerinin homojen dağılım gösterdiği söylenebilir.

Bayındır Çayı'nın çevresindeki gerek tarım gerekse yerleşim kaynaklı çevresel tehditlere açık bir alana sahip olduğu gözlemlenmiştir. Balık tür çeşitliliği bakımından verimli bir alan olduğu değerlendirilmiştir. Bağlantılı olduğu Kirmir Çayı ile ilişkisi Bayındır Çayını balık türlerinin yayılım, beslenme ve üreme faaliyetleri açısından önemli kılmaktadır. Bu nedenle ihtiyofauna çeşitliliğinin korunması açısından izleme çalışmaları yapılması önemli ve yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

226

- Anonim, (2015). Anadolu incibalıği (*Alburnus nasreddini*) tür eylem planı, 101, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, V. Bölge Müdürlüğü, Afyonkarahisar Şube Müdürlüğü.
- Chiarucci, A., Bacaro, G. & Scheiner, S. M. (2011). Old and new challenges in using species diversity for assessing biodiversity. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 366(1576), 2426-2437.
- Çiçek, E., Birecikligil, S. & Fricke, R. (2015). Freshwater fishes of Turkey: a revised and updated annotated checklist. Biharean Biologist, 9(2), 141-157.
- Çiçek, E., Birecikligil, S., Öztürk, S., Seçer, B. ve Celepoğlu, Y. (2016). Nevşehir ili balık faunası için koruma ve izleme programı önerileri. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(1), 1-9.
- Çiçek, E., Fricke, R., Sungur, S. & Eagderi, S. (2018). Endemic freshwater fishes of Turkey. Journal of Fish Taxonomy, 3(4); 1-39.
- Çoban, M. Z., Gündüz, F., Yüksel, F., Demirel, F., Yıldırım, T. ve Kurtoğlu, M. (2013). Uzunçayır baraj gölü (Tunceli) balık faunası. *Yunus Araştırma Bülteni*, 2, 35-44.
- DSİ, 2021. Toprak Su Kaynakları. <https://dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/754>. Erişim Tarihi: 05.04.2021.
- Ekmekçi, F. G., & Özeren, S. C. (2003). Reproductive biology of *Capoeta tinca* in Gelingullu Reservoir, Turkey. FOLIA ZOOLOGICA-PRAHA-, 52(3), 323-328.
- Erk'akan F. (1981). Sakarya havzası balıklarının (Pisces) sistematigi ve biyo-ekolojik ilişkileri üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Zooloji Bölümü, Ankara, 77-82.
- Erk'akan F. (1983). Sakarya havzası balıklarının (Pisces) sistematigi ve biyo-ekolojik ilişkileri üzerine araştırmalar. Doğa Bilim Dergisi, Veteriner ve Hayvancılık, 7, 141-154.

- Geldiay, R. ve Balık, S. (2007). Türkiye tatlısu balıkları. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No: 46, Ders Kitabı Dizini No: 16, V. Baskı, s. 644, İzmir.
- Geldiay, R. ve Balık, S. (2009). Türkiye tatlısu balıkları. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No: 46, s. 644, İzmir.
- Gül, A., Benzer, S., Saylar, Ö., Gül, G. ve Yılmaz, M. (2017). Mogan Gölü balık faunası, BAUN Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19(1), 91-103.
- Gülsoy, S. ve Özkan, K. (2008). Tür çeşitliliğinin ekolojik önemi ve kullanılan bazı indisler, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 1, 168-178.
- Hashemi, S.A. (2010). Evaluating plant species diversity and physiographical factors in naturel broad leaf forest. American Journal of Environmental Sciences, 6(1), 20-25.
- İlhan, A. (2006). Batı Karadeniz bölgesi tatlısu balıklarının taksonomik ve ekolojik özelliklerinin araştırılması. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Jost, L. (2007). Partitioning diversity into independent alpha and beta components. Ecology, 88(10), 2427-2439.
- Korkmaz, A. Ş. ve Zencir Tanır, Ö. (2016). Kirmir Çayı (Sakarya Nehri)'ndaki balık türlerinin biyoçeşitliliği. LIMNOFISH-Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research, 2(3), 145-151.
- Koyun, M., Gül, B. ve Korkut, N. (2018). The fish fauna of Göynük stream (Bingöl). Commagene Journal of Biology, 2(1), 39-47.
- Kuru, M. (2004). Türkiye içsu balıklarının son sistematik durumu. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24(3).
- Kuru, M., Balık, S., Ustaoglu, M. R., Ünlü, E., Taşkavak, E., Gül A., Yılmaz, M., Sarı, H. M., Küçük, F., Kutrup, B. ve Hamalosmanoğlu, M. (2001). Türkiye’de bulunan sulak alanların Ramsar sözleşmesi balık kriterlerine göre değerlendirilmesi projesi. T.C. Çevre Bakanlığı Çevre Koruma Genel Müdürlüğü ve Gazi Üniversitesi Vakfı, Ankara.
- Kuru, M., Yerli, S. V., Mangıt, F., Ünlü, E. & Alp, A. (2014). Fish biodiversity in inland waters of Turkey. Journal of Academic Documents for Fisheries And Aquaculture, 3, 93-120.
- Liang, J., Buongiorno, J., Monserud, R. A., Kruger E. L. & Zhou, M. (2007). Effects of diversity of tree species and size on forest basal area growth, recruitment and mortality. Forest Ecology and Management, 243, 116-127.
- Margalef, R. (1957). La Teoria De La Informacion En Ecologia. Mem. Real Acad. Cienc. Artes Barcelona, 32:373-449 Çeviri: W. Hall, Gen, 3:36-71.
- Namin, J. I., & Spurny, P. (2004). Fish community structure of the middle course of the Becva River. Czech Journal of Animal Science-UZPI, 49(1), 43-50.
- Odum, E. P. & Barrett, G. W. (2008). Ekoloji’nin temel ilkeleri (K. Işık, Çev.). Ankara: Palme.
- Özulug, M., & Freyhof, J. (2011). Revision of the genus *Squalius* in Western and Central Anatolia, with description of four new species (Teleostei: Cyprinidae). Ichthyological Exploration of Freshwaters, 22(2), 107.
- Özulug, M., Altun, Ö. & Meriç, N. (2005). On the fish fauna of Lake İznik. (Turkey). Turkish Journal of Zoology, 29(4), 371-375.
- Pielou, E. C. (1960). A single mechanism to account for regular, random and aggregated populations. Journal of Ecology, 48, 574-584.

- Pilatin, E. (2015). İyidere Deresi'nde dağılım gösteren *Alburnoides fasciatus* (Nordmann, 1840) türünün morfolojik, genetik ve biyo-ekolojik yönden incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.
- Polat, N. (2017). Biyoçeşitlilik ve önemi. Cevdet Yılmaz ve Hasan Korkmaz (Ed.), Terme'nin Biyoçeşitlilik ve Doğal Ortam Özellikleri içinde (s. 3-11). Trabzon: Serander.
- Saylar, Ö., Gül, G., Yılmaz, M. ve Gül, A. (2018). Asartepe baraj gölü (Ankara) balık faunası. LIMNOFISH-Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research, 4(2), 90-97.
- Turan, D., Kaya, C., Bayçelebi, E., Bektaş, Y. & Ekmekçi, F.G. (2017). Three new species of *Alburnoides* from the Southern Black Sea Basin (Teleostei: Cyprinidae). Zootaxa, 4242(3); 565-577.
- Turan, D., Kottelat, M., Ekmekçi, F. G. ve İmamoğlu, H. O. (2006). A review of *Capoeta tinca*, with description of two new species from Turkey (Teleostei: Cyprinidae). Revue suisse de zoologie, 113(2), 421-436.
- Uğurlu S. (2006). Samsun ili tatlı su balık faunasının tespiti, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Samsun, s. 96-147.
- Uğurlu, S., & Polat, N. (2006). Miliç ırmağı (Terme, Samsun) balık faunası. Su Ürünleri Dergisi, 23(3), 441-444.
- Uğurlu, S., & Polat, N. (2008). Fish Fauna of the Karaabdal Stream (Samsun-Turkey). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 8(1), 121-124.
- Yerli, S. V. (2015). The ecology of inland fisheries of Turkey. Freshwater Fisheries Ecology Chapter 3.21. John F. Craig (Eds.), John Wiley ve Sons Ltd, 304-310p., Scotland.
- Yılmaz, E. (2016). Elekçi ırmağı (Fatsa/Ordu) balık faunası. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, 11(2), 1-13.
- Yılmaz, M., Gül, A. ve Solak, K. (1996). Sakarya nehri Kirmir çayında yaşayan in balığı *Capoeta tinca* (Heckel, 1843)'nın bazı biyolojik özelliklerinin incelenmesi. Türk Zooloji Dergisi, 20(3), 355-359.