

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**TÜRKİYE'DE İSTİLACI BİR BALIK TÜRÜ OLAN *Gambusia holbrooki*'NİN
ILGIN GÖLÜ (ILGIN, KONYA) POPULASYONUNUN BAZI BİYOLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

GÜLŞEN MÜGE KAHRAMAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

DANIŞMAN
Prof. Dr. Filiz KUTLUYER KOCABAŞ
Prof. Dr. Mehmet KOCABAŞ

TUNCELİ-2025

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE'DE İSTİLACI BİR BALIK TÜRÜ OLAN *Gambusia holbrooki*'NİN
ILGIN GÖLÜ (ILGIN, KONYA) POPULASYONUNUN BAZI BİYOLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Gülşen Müge KAHRAMAN
(220106117)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Filiz KUTLUYER KOCABAŞ
Prof. Dr. Mehmet KOCABAŞ**

TUNCELİ-2025

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE'DE İSTİLACI BİR BALIK TÜRÜ OLAN *Gambusia holbrooki*'NİN
ILGIN GÖLÜ (ILGIN, KONYA) POPULASYONUNUN BAZI BİYOLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Gülşen Müge KAHRAMAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

Bu tez / / 2025 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği/oyçokluğu** ile kabul edilmiştir.

İmza:.....

İmza:.....

İmza:.....

Prof. Dr. Mine ERİŞİR
(Fırat Üniversitesi)

Prof. Dr. Filiz KUTLUYER
KOCABAŞ
(Munzur Üniversitesi)

Prof. Dr. Volkan KIZAK
(Munzur Üniversitesi)

BAŞKAN

DANIŞMAN

ÜYE

Bu seminer, Enstitümüz Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Doç. Dr. Nagihan KARAASLAN AYHAN

Enstitü Müdürü

Bu çalışma, Munzur Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: YLMUB024-06

NOT: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı “Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu”ndaki hükümlere tabidir.

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

İmza

Gülşen Müge KAHRAMAN

Danışman

Prof. Dr. Filiz KUTLUYER KOCABAŞ

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması Munzur Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı'nda yürütülmüştür. Araştırma giderleri ise MUNİBAP tarafından desteklenen YLMUB024-06 nolu “Türkiye'de İstilacı Bir Balık Türü Olan *Gambusia holbrooki*'nin Ilgın Gölü (Ilgın, Konya) Populasyonunun Bazı Biyolojik Özelliklerinin Araştırılması” adlı projeden karşılanmıştır.

Bu tez çalışmasında, Türkiye'de istilacı bir balık türü olan *Gambusia holbrooki*'nin Ilgın Gölü (Ilgın, Konya) populasyonunun bazı biyolojik özelliklerinin ortaya koymayı amaçlanmıştır.

Tüm bu süreçte benden desteğini esirgemeyen ve her konuda yardımcı olan tez danışmanlarım Sayın Prof. Dr. Mehmet KOCABAŞ ve Prof. Dr. Filiz KUTLUYER KOCABAŞ'a teşekkür ederim.

Gülşen Müge KAHRAMAN
TUNCELİ – 2025

İÇİNDEKİLER

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	iv
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR LİSTESİ	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. <i>Gambusia holbrooki</i>	3
1.2. İstilacı Türlerin Ekosistem Üzerindeki Etkileri	4
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	7
2.1. Çalışma Alanı ve Balık Örneklemesi	7
2.2. Morfometrik ölçümler	8
2.3. Cinsiyet belirleme.....	8
2.4. Veri Analizi	9
3. BULGULAR.....	10
3.1. Örneklem Alanı ile İlgili Bulgular	10
3.2. Su Kalitesi.....	15
3.3. Morfometrik Ölçümler	16
4. TARTIŞMA	20
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	24
KAYNAKLAR.....	25

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. <i>Gambusia holbrooki</i> (Orijinal)	3
Şekil 2.1. Ilgın Gölü'nden (Ilgın, Konya) avlanan balık örnekleri.	8
Şekil 3.1. Mayıs ayı örnekleme.	10
Şekil 3.2. Haziran ayı örnekleme.	11
Şekil 3.3. Temmuz ayında yaşanan kuraklık fotoğrafları.	11
Şekil 3.4. Ağustos ayı örnekleme.	12
Şekil 3.5. Eylül ayı örnekleme.	12
Şekil 3.6. Ekim ayı örnekleme.	12
Şekil 3.7. Kasım ayına ait örnekleme fotoğrafları.	13
Şekil 3.8. Aralık ayına ait örnekleme fotoğrafları.	13
Şekil 3.9. Ocak ayına ait örnekleme fotoğrafları.	13
Şekil 3.10. Şubat ayına ait örnekleme fotoğrafları.	14
Şekil 3.11. Mart ayına ait örnekleme fotoğrafları.	14
Şekil 3.12. Nisan ayına ait örnekleme fotoğrafları.	14
Şekil 3.13. Ilgın Gölü (Ilgın, Konya)'nden yakalanan <i>G. holbrooki</i> 'ye ait aylık total boy ile ağırlık arasındaki lineer regresyon.	19

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Fiziko-kimyasal parametrelerin aylık ölçüm sonuçları.	15
Tablo 3.2. Ilgın Gölü (Ilgın, Konya)’nden yakalanan <i>G. holbrooki</i> ’ye ait morfometrik ölçümler.	16



KISALTMALAR LİSTESİ

TB	: Total boy
KF	: Kondisyon Faktörü
mg	: Miligram
°C	: Santigrat



ÖZET

Gambusia holbrooki (Girard, 1859), Poeciliidae familyasına ait bir balık türüdür ve dünya çapında yerli türlere zarar veren istilacı bir tür olarak bilinmektedir. Küresel dağılımı büyük ölçüde çok sayıda sucul yaşam alanına sivrisinek kontrolü için kasıtlı olarak getirilmesine atfedilmektedir. Bu çalışmada, *G. holbrooki* örnekleri Mayıs 2024 ile Nisan 2025 arasında belirlenen alandan örneklenmiştir. *G. holbrooki*'nin boy-ağırlık ilişkisi ve kondisyon faktörü incelenmiştir. Örnekleme alanından 103 erkek ve 215 dişi olmak üzere toplam 318 birey yakalanmıştır. Örneklenen örneklerin boy, ağırlık ve kondisyon faktörü ortalamaları sırasıyla $5,44\pm0,87$ cm, $1,66\pm0,86$ g, $1,00\pm0,35$ 'tir. Popülasyon yapısının analizi, erkek-dişi oranının 1,00:2,08 olduğunu ortaya koymuştur. Sonuç olarak, bu çalışma, türlerin çeşitli içsu kütlelerindeki biyolojisi ve fenotipik adaptasyonu hakkında bilgi sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: *Gambusia holbrooki*, Ilgın Gölü, popülasyon.

ABSTRACT

Investigation of Some Biological Characteristics of the Ilgın Lake (Ilgın, Konya) Population of *Gambusia holbrooki*, an Invasive Fish Species in Turkey

Gambusia holbrooki (Girard, 1859) belongs to the Poeciliidae family and is known around the world as an invasive species harmful to native species. Its global distribution is largely attributed to its intentional introduction for mosquito control in numerous aquatic habitats. Specimens of *G. holbrooki* were sampled from the designated area between May 2024 and April 2025 as part of this study. This study examined the length–weight relationship and condition factor of *G. holbrooki*. A total of 318 individuals were captured from the sampling area, consisting of 103 males and 215 females. The means of length, weight and condition factor of the sampled specimens were 5.44 ± 0.87 cm, 1.66 ± 0.86 g, 1.00 ± 0.35 , respectively. Analysis of the population structure revealed a male-to-female ratio of 1.00:2.08. In conclusion, this study offers insights into the biology and phenotypic adaptability of the species in diverse inland water bodies.

Key words: *Gambusia holbrooki*, Ilgın Lake, population.

1. GİRİŞ

Canlıların fiziksel niteliklerindeki farklılıklar, ekoloji ve biyocoğrafya disiplinlerinin temel inceleme alanları arasındadır. Enlem doğrultusunda tür çeşitliliğinin Ekvator'a yaklaştıkça artması ve daha soğuk ya da yüksek enlemli bölgelerde organizmaların beden büyüklüklerinin değişmesi gibi olgular üzerine pek çok bilimsel çalışma gerçekleştirilmiştir. İklimsel değişimlerin etkileri ile bu etkilerin tatlı su ve deniz yaşamında görülen istilacı türlerle olan ilişkileri öngörülme çalışılmaktadır.

İstilacı türler, dünya çapında biyoçeşitliliğe yönelik artan bir tehdit teşkil etmekte olup hem ekonomik hem de ekolojik açıdan ciddi etkiler oluşturmaktadır ve küresel değişim sürecinin bir parçası haline gelmiştir. İnsan faaliyetlerinin bir sonucu olarak ortaya çıkan bu türler, çevre açısından büyük bir sorun oluşturmakta ve habitat kaybından sonra, yerel türler için en önemli tehdit unsuru olarak kabul edilmektedir. İstilacı türler yerli türlerle rekabet eder, habitatları değiştirir, hatta yerli türlerin yok olmasına neden olur. Birçok istiladan ciddi ekonomik kayıplar meydana gelmektedir. İstilacı türlerin sayısı, ekonomik gelişimle bağlantılı olarak artmakta olup sanayi devriminden bu yana bu artış sürekli bir şekilde devam etmektedir. Küreselleşme ve uluslararası ticaretin büyümesiyle birlikte, farklı ekosistemlerdeki tür çeşitliliği giderek daha benzer hale gelmektedir. Bu kapsamda, bu potansiyel Ilgın Gölü'ndeki kolonileşen istilacı *G. holbrooki*'nin biyolojik özelliklerinin ilk kez belirlenecektir.

Sivrisinek balıkları, trofik basamaklara ve ekosistemin işleyişinde değişikliklere neden olan genel avcılardır. Örneğin, sivrisinek balıklarının avlaması, zooplankton yoğunluklarında bir azalmaya neden olabilir. Bunun bir sonucu olarak da zooplanktonun azalmasına bağlı olarak fitoplanktonun artmasına bağlı olarak ötrofikasyonun artmasına neden olur (Margaritora ve ark., 2001). Araştırmalar, sivrisinek balığının yayılmasının, birçok yerli amfibi türlerinin popülasyonunun sayısının düşmesine yol açtığını göstermektedir. Bu durum, bazı amfibilerin tamamen yok olmasına neden olabilmektedir. Bu etki, özellikle amfibi yumurtaları ve larvalarına yönelik yırtıcı baskı ile bağlantılıdır. Bu tür predatörlük, amfibi çeşitliliği ve yapısı üzerinde büyük bir rol oynamaktadır. Ayrıca, sivrisinek balıklarının yayılması, dünya çapında yerli ve endemik balık türlerinin azalmasına ve tükenmesine yol açmaktadır. Bu konuda yapılan çalışmalar, pek çok örneği gözler önüne sermektedir (Hamer ve ark., 2002; Kats ve Ferrer, 2003; Pyke, 2008; Stockwell ve Henkanaththegedara, 2011).

Balıklarda biyolojik özelliklerin belirlenmesi, büyüme oranlarının sunulması, yaşama oranlarının belirlenmesi ve diğer birçok populasyon parametresi gibi çalışmalar populasyon yapısı için temel verilerdir. Biyolojik verilerin, hemen hemen her tür balıkçılık araştırmasında çeşitli uygulama alanları vardır. Morfolojik veriler, farklı çevrelerde bulunan populasyonların geçmişleri ve yapılarını karşılaştırma fırsatı sunar (Moutopoulos ve Stergiou, 2002). Aynı türün değişik yaşam alanlarındaki populasyonları arasında biyolojik özellikler sayesinde karşılaştırmalar yapmak mümkündür (Sangun ve ark., 2007). Bir balığın uzunluğu ile ağırlığı arasındaki bağlantı, populasyonun mevcut durumu ve gelecekteki olasılıkları hakkında önemli veriler ortaya koymaktadır (Petrakis ve Stergiou, 1995).

Bilindiği kadarıyla Türkiye'deki doğal tatlı su kaynakların hemen hemen birçoğunda baskın olarak bulunan *G. holbrooki* populasyonunun daha fazla araştırılması gerekmektedir (Ekmekçi ve ark., 2013; Özuluğ ve ark., 2013). Bu türün özellikle populasyon yapısı hakkında şimdiye kadar geniş kapsamlı bir araştırma yapılmamıştır. Türkiye'de bu türün tatlısu ortamlara ilk kez girmesinin üzerinden neredeyse bir asırdan fazla bir süre geçmiş olmasına rağmen, populasyonlarına dair ayrıntılı bilimsel çalışmalar yeterince gerçekleştirilmemiştir. Türkiye'deki tatlısu kaynaklarında *G. holbrooki*'ye ilişkin biyolojik özellik verileri yetersiz kalmaktadır. Türkiye'deki diğer göllerde *G. holbrooki* türüne ait populasyonların incelenmesi, gelecekte yapılması gereken bir araştırma olarak öne çıkmaktadır. İstilacı türlerin ise, populasyonlarının düzenli olarak takibi önemli bir gerekliliktir. Bu nedenlerden dolayı, bu çalışmada *G. holbrooki* populasyonunun Ilgın Gölü'ndeki durumunun ortaya koyulması için seçilmiştir.

Tatlı su ekosistemlerinde, istilacı türlerin artışı ve yerli türlerin kaybolması, biyolojik çeşitliliği ve ekosistem işlevlerini tehdit eden önemli bir unsur haline gelmiştir. Yerli olmayan türlerin istilaları, ekosistem süreçleri üzerindeki zararlı etkileri ve ekonomik sonuçları nedeniyle yaygın bir endişe kaynağıdır ve insan faaliyetleri son zamanlarda türlerin doğal dağılma bariyerlerini aşarak kasıtlı ve kazara yayılmasını hızlandırmıştır. *Gambusia holbrooki* ve *Gambusia affinis* türlerinden oluşan sivrisinek balığı, sadece Amerika Birleşik Devletleri ve Meksika'da doğal olarak bulunur. Bununla birlikte, sivrisineklerle mücadele amacıyla 50'den fazla farklı ülkeye insan eliyle taşınmış ve Balıklandırma yapılmıştır. Bu balık türü, istilacı olduğu bölgelerde en yaygın tatlı su balığı olarak yayılmıştır ve dünyanın en tehlikeli 100 yabancı türü arasında yer almaktadır (Atıcı ve ark., 2018). Bu sebeplerden dolayı, etkili kontrol stratejilerinin uygulanması için istilacı bir balık türü olan *G. holbrooki* türünün populasyonunun biyolojik özelliklerinin belirlenmesi önem taşımaktadır.

G. holbrooki'nin ülkemizdeki farklı sulak alanlardaki varlığı ve biyolojik parametreler (uzunluk-ağırlık ilişkileri, kondisyon faktörü, cinsiyet oranı ve üreme) ve habitat özelliklerine ilişkin çalışmalar yapılmıştır. Bu, istilacı balık türünün popülasyon özellikleri, etkili kontrol stratejilerinin uygulanması için gereklidir. Bu araştırma, Türkiye'deki Ilgın Gölü'nde sulak alanlarda yaşam alanı oluşturan istilacı *G. holbrooki* türünün biyolojik özelliklerini ilk kez belirlemeyi hedeflemiştir.

1.1. *Gambusia holbrooki*

Kuzey Amerika kökenli olan Poeciliidae ailesi, *Gambusia holbrooki* (Şekil 1.1) ve *G. affinis* gibi yaklaşık 30 farklı türü içermektedir (Wooten ve ark., 1988). *G. holbrooki*, tatlı su ekosistemlerinde en yaygın balık türü olarak bilinir ve dünya çapında birçok bölgede yerleşik popülasyonlar kurmuştur (Atici ve ark., 2018). Bu balıklar düşük oksijen, yüksek sıcaklık ve yüksek tuzluluk gibi çevre koşullarına oldukça toleranslı olup çok kolay üreme yeteneğine sahiptirler (Peterson ve Peterson, 1990; Pyke, 2005; Alcaraz ve Garcia-Berthou, 2007). Dünya çapında akarsular, göller, bataklıklar, kaplıcalar, menderesler, soğutma kanalları, pirinç tarlaları, süs havuzları, haliçler, kıyıya yakın deniz habitatları ve tuz gölleri gibi çok çeşitli habitatlarda yaşarlar (Pyke, 2005, 2008).



Şekil 1.1. *Gambusia holbrooki* (NSW, 2017).

G. holbrooki ovovivipardır (Krumholz, 1948; Pyke, 2005; Patimar ve ark., 2011; Norazmi-Lokman ve ark., 2016), bu da yavrularının daha büyük olmaları, daha erken beslenmeye başlamaları, büyümeleri ile daha hızlı ve çevik avcılar olmaları nedeniyle istilacı bir tür olmasına neden olmuştur (Cabral ve Marques, 1999). Dişilerin, sekiz yavruya kadar sperm depolama kapasitesi, türün sahip olduğu avantajlardan biridir (Constantz, 1984). Erkek

sayısının düşmesi veya sert bir kışın ardından hayatta kalan dişiler, depo ettikleri sperm sayesinde üreme sürecine devam edebilirler (Nguyen ve ark., 2021).

Sıtmanın biyolojik kontrolü amacıyla, *G. holbrooki* türü 1920'lerin başında dünya çapında tatlı su kaynaklarına yerleştirilmiştir (Krumholz, 1948). Türkiye'de ise, Fransızlar bu türü 1930'ların başında Amik Gölü'ne (Hatay) getirmiştir (Krupp, 1992; Çetinkaya, 2006). Bu istilacı tür, Amik Gölü dışında zamanla Antalya Havzası, Muğla bölgesi, Eğirdir-Kovada Gölleri, Yuvarlak Dere, Dipsiz-Çine Çayı, Porsuk Baraj Gölü, Van Gölü havzası, Sapanca Gölü Havzası, Akşehir Gölü Seyhan Baraj Gölü'ne kadar geniş bir alana yayılmıştır (Çetinkaya, 2006; Ekmekçi vd., 2013; Ergüden, 2013; Elp ve ark., 2016).

1.2. İstilacı Türlerin Ekosistem Üzerindeki Etkileri

İstilacı türler, yabancı veya yerli olmayan türler olarak da bilinir. Çevreye, ekonomiye veya insan sağlığına zarar verme potansiyeline sahip, yerli olmadıkları ekosistemlere getirilen organizmalardır (Anderson ve ark., 2014). Bu türler, kaynaklar için yerli türlerle rekabet edebilir, ekosistem işlevlerini bozabilir, yaşam alanlarını değiştirebilir ve hatta yerli türlerin yok olmasına neden olarak küresel biyoçeşitlilik için önemli bir tehdit oluşturabilir (Bampfylde ve ark., 2010; Barney ve ark., 2013). İstilacı türlerin tanıtılması, habitat koşullarında değişikliklere yol açarak ekosistemleri, özellikle korunan alanlarda, daha fazla sızmaya ve yerel olmayan türlerin yayılmasına karşı daha savunmasız hale getirebilir (Bode ve ark., 2015). İstilacı türlerin yerel bitki toplulukları üzerindeki etkisi çevresel faktörlere bağlı olarak değişebilir, ancak biyoçeşitlilik üzerindeki genel etkileri kritik bir konu olmaya devam etmektedir (Wilsey). Ekolojik etkilerin ötesinde, istilacı türler tarım, balıkçılık ve uluslararası ticaret gibi sektörlerde önemli ekonomik kayıplara da neden olur (Boher ve ark., 2016; Sesay ve ark., 2024).

Dünyanın dört bir yanında yayılan yerli olmayan istilacı türler, küresel biyoçeşitlilik ve ekosistemler için en büyük tehditlerden birini oluşturmaktadır (IPBES Secretariat, 2019, 2023). Genellikle güçlü büyümeleri ve verimli üremeleri nedeniyle çarpıcı bolluklara ulaşan istilacı türler, istila ettikleri ekosistem üzerinde biyokütle yapısını, biyoçeşitliliği ve/veya ekosistemin gerçekleştirdiği işlevleri (örneğin, birincil üretim veya besin geri dönüşümü) etkilemek de dahil olmak üzere derin etkilere sahiptirler (Hejda ve ark., 2009; Vilà ve ark., 2011; Cameron ve ark., 2016; Gallardo ve ark., 2016; Walsh ve ark., 2016; Bradley ve ark., 2019; Linders ve ark., 2019; Peller ve Altermatt, 2024). Ekosistemlerin ötesindeki etkileri

genellikle göz ardı edilen istilacı türlerin, yerleştiği alanlarda yarattığı dramatik etkiler geniş çapta incelenmiş ve bilinmektedir.

Ekolojik etkiler açısından, istilacı türler kaynaklar için yerel türlerle rekabet edebilir ve bu da topluluk kompozisyonunda ve yapısında değişikliklere yol açabilir. Yerel türlerin kurulmasını ve büyümesini engelleyebilir ve bu da istilacılar ile yerel bitki biyokütlesi arasında olumsuz ilişkilere yol açabilir (Crowley ve ark., 2016). Ek olarak, istilacı türler istila edilen alanlarda yoğun monodominant topluluklar oluşturabilir ve istila edilen habitatın biyoçeşitliliğini ve ekosistem işlevlerini etkileyebilir (Cuthbert ve ark., 2022). İstilacı ve yerel türler arasındaki rekabet yoğun olabilir ve bu da yerel türlerin üreme başarısını ve performansını etkileyebilir (Dawson ve ark., 2015; Peller ve Altermatt, 2024)

İstilacı türler kazara veya kasıtlı olarak ortama girebilir ve yerel ekosistemler üzerindeki etkileri, ortama giriş biçimine göre değişebilir (DeGolia ve ark., 2019). Örneğin, istilacı türlerin yerel türlere kıyasla allopatik (zıttı ile iyileştirme) potansiyeli, Akdeniz ekosistemlerinde yerel türlerin yer değiştirmesini etkileyebilir (Dickey ve ark., 2020). Dahası, istilacı türlerin sıcaklık değişiklikleri gibi çevresel stres faktörlerine verdiği fizyolojik tepkiler, yeni ortamlardaki başarılarını etkileyebilir (Fenesi ve ark., 2023). İstilacı türler, özellikleri, popülasyon dinamikleri ve ekolojik etkileri bakımından yerel türlerden farklıdır. Bu farklılıkları anlamak, istilacı türlerin yerel ekosistemler üzerindeki olumsuz etkilerini azaltabilme adına yerel türlerin etkili yönetimini, koruyabilme stratejileri belirlemek için çok önemlidir (Peller ve Altermatt, 2024).

İstilacı türlerin yerel biyoçeşitlilik üzerindeki etkisini değerlendirmek için ekolojik araştırmalar, modelleme ve genetik analizler gibi çeşitli yöntemler kullanılır. Ekolojik araştırmalar, istilacı türlerin ekolojik etkilerinin anlaşılmasında istilacı türlerin istilalarından kaynaklanan yerel biyoçeşitlilikteki değişiklikleri gözlemlemek önemli bir rol oynar (Laverty ve ark., 2017). Modelleme yaklaşımları, istilacı türlerin ekolojik etkilerinin tahmin edilmesine yardımcı olarak mevcut ve potansiyel istilacıların değerlendirilmesine imkân tanır (Lazzaro ve ark., 2020). Genetik analizler, istilacı türlerin yerel biyoçeşitliliği etkileme mekanizmalarına ilişkin çözüm önerileri ortaya çıkararak, uygulanan etkiler hakkında daha derin bir anlayış sunar (Lee ve ark., 2020). Ayrıca, işlevsel tepkilerin kullanımı ve istilacı türlerin bolluğu, ekolojik etkilerinin değerlendirilmesinde ve yerel ekosistemler üzerindeki etkilerinin tahmin edilmesinde yardımcı olabilir (Leffler ve ark., 2014). Göreceli Etki Potansiyeli (RIP) gibi metrikler geliştirilerek, istilacı türlerin ekolojik etkileri işlevsel ve sayısal tepkilerine göre ölçülebilir (Liu ve ark., 2023). Bu yaklaşımlar, istilacı türlerin

etkilerine dair mekanik bir anlayış sağlayarak risk değerlendirmelerine ve yönetim önceliklendirmesine yardımcı olur (Lodge ve ark., 2006; Peller ve Altermatt, 2024).

Ekolojik araştırmalar, modelleme, genetik analizler ve fonksiyonel yanıt değerlendirmelerinin birleşimi, istilacı türlerin yerel biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi için kapsamlı bir çerçeve sunarak etkili koruma ve yönetim stratejilerine olanak tanır (Peller ve Altermatt, 2024).

Etkili istilacı tür yönetimi, yerel, ulusal ve uluslararası düzeylerde politikaların, düzenlemelerin ve iş birliklerinin bir kombinasyonunu gerektirir. Paydaşlar, toplu eylem, sınır ötesi çabalar ve veri paylaşım uygulamaları benimseyerek istilacı türleri önleme, tespit etme ve kontrol etme kapasitelerini artırabilir ve nihayetinde ekosistemler ve ekonomiler için oluşturdukları tehditleri azaltabilirler.



2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanı ve Balık Örneklemesi

Balık örnekleri ($n = 360$), Ilgın Gölü'nden (Ilgın, Konya) Mayıs 2024-Nisan 2025 tarihleri arasında aylık olarak 3 farklı istasyondan elektroşok cihazı (SAMUS 725 MP portatif elektroşok cihazı; 650W, 12V DC, frekans 50-55 Hz) ve özel pinter sepeti kullanılarak avlanmıştır (Şekil 2.1 ve 2.2). Toplanan balıklar önce fotoğraflanmış (Şekil 2.3) ağırlıkları alınarak %4'lük formaldehit solüsyonunda fiks edildikten sonra laboratuvara nakledilmiştir. YSI-Proplus marka taşınabilir çok parametrelili cihaz kullanılarak, suyun sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen ve elektriksel iletkenlik değerleri her ay ölçülmüştür.



Şekil 2.1. Ilgın Gölü'nden (Ilgın, Konya) elektroşok ile balık örnekleme.



Şekil 2.2. Ilgın Gölü'nden (Ilgın, Konya) balık örneklemede kullanılan pinter (URL 1, 2025)



Şekil 2.3. Ilgın Gölü'nden (Ilgın, Konya) avlanan balık örnekleri.

2.2. Morfometrik ölçümler

Total boy (TB), dijital bir kumpas (± 0.01 mm) kullanılarak ölçülmüştür. Toplam ağırlık (A), hassas terazi ($\pm 0,001$ g) ile belirlenmiştir. LWR'yi balıklarda belirlemek amacıyla, allometrik büyüme modeli ($W = aTB^b$) denklemi uygulanmıştır (Le Cren, 1951; Pajuelo ve Lorenzo, 1998). Fulton Kondisyon Faktörü (K), $KF = (W/L^3) \times 100$ formülüyle hesaplanarak bulunmuştur; burada W, balığın ağırlığı (gram), L ise balığın toplam uzunluğudur (cm) (Ricker, 1975).

2.3. Cinsiyet belirleme

Anal yüzgecin morfolojik yapısı, sivrisinek balıklarının cinsiyetini belirlemeye olanak sağlar, bu da seksüel dimorfizmi ortaya koyar (Turner, 1941). Erkek balıklar, gonopodyumları tam olarak gelişmişse olgun olarak sınıflandırılır (Strange, 1996; Norazmi-Lokman ve ark., 2016). Tüm bireylerin toplam uzunluğu (cm) ve toplam ağırlığı (g) ölçülmüştür ve cinsiyet belirlenmediğinde olgunlaşmamış olarak sınıflandırılmıştır. Cinsiyet oranı tüm popülasyon için aylara göre hesaplanmıştır (Zar, 1999).

2.4. Veri Analizi

Bu çalışmada, popölasyon parametrelerine ait ortalama, standart sapma, regresyon ve korelasyon hesaplamaları, Microsoft Excel 2016 programı ile gerçekleştirilmiştir.



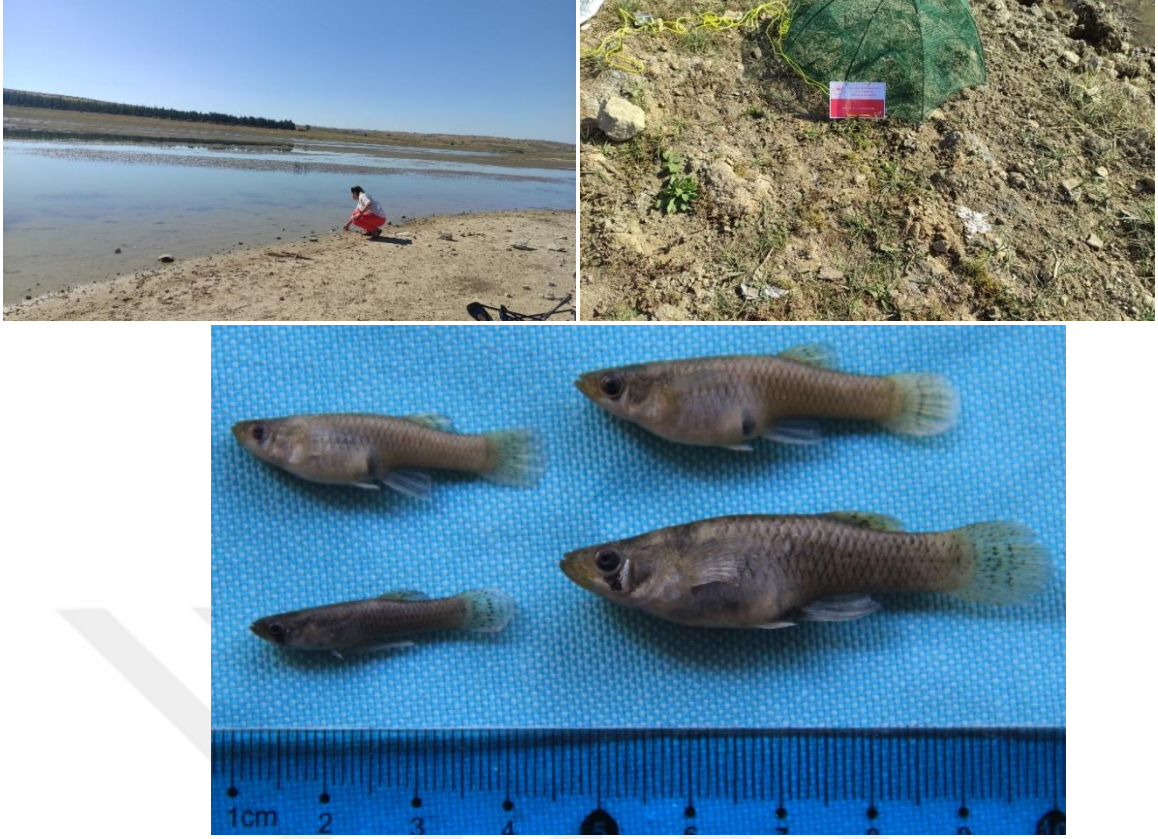
3. BULGULAR

3.1. Örnekleme Alanı ile İlgili Bulgular

Örneklemler Mayıs 2024-Nisan 2025 aylarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.13.12). Yapılan ölçümler ve gözlemler sonucunda Ilgın Gölü'nün özellikle bahar ve yaz mevsimine bağlı olarak tarımsal sulamada kullanılması, buharlaşma ve su girdisinin azlığı gölün flora ve fauna dengesinin bozulmasının yanında su kalitesinin gözle görülür oranda düşmesine sebep olmuştur. Ilgın Gölü'nde besleyici tuzların gölü zenginleştirilmesiyle alg üretimi artmış ayrıca dibe çöküp ayrılarak oksijen miktarını azalttığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla çürümeden dolayı bentikte hidrojen sülfür (H_2S) gazı birikmesi olduğu belirlenmiştir. Bu zehirli gazda suyun karışmasıyla zaman zaman yüzeye çıkarak kötü kokuların yayılmasına ve balık ölümlerine sebep olmaktadır. Bahsi geçen gölde, seston miktarının yoğunluğundan dolayı suyu bulanıktır ve dip siltasyonla kaplıdır. Gölde pembe kırmızı gövde ve yeşil yapraklarıyla dikkati çeken sucul bitki *Myriophyllum spicatum* aşırı çoğalmış ve gölün tamamını kapladığı gözlemlenmiştir. Sucul bitkilerin artışı sonucu avcılığı olumsuz etkilediği avcılık yapan teknelerin suya giriş ve çıkışlarında zorluklar yaşandığı, aynı zamanda balıkçı ağlarını kullanılmaz duruma sokarak maddi hasar oluşturduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 3.1. Mayıs ayı örnekleme alanı



Şekil 3.2. Haziran ayı örneklemesi.



Şekil 3.3. Temmuz ayında yaşanan kuraklık.



Şekil 3.4. Ağustos ayı örneklemesi.



Şekil 3.5. Eylül ayı örneklemesi.



Şekil 3.6. Ekim ayı örneklemesi.



Şekil 3.7. Kasım ayına ait örnekleme fotoğrafları.



Şekil 3.8. Aralık ayına ait örnekleme fotoğrafları.



Şekil 3.9. Ocak ayına ait örnekleme fotoğrafları.



Şekil 3.10. Şubat ayına ait örnekleme fotoğrafları.



Şekil 3.11. Mart ayına ait örnekleme fotoğrafları.



Şekil 3.12. Nisan ayına ait örnekleme fotoğrafları.

3.2. Su Kalitesi

Mayıs 2024-Nisan 2025 tarihleri arasında aylık su kalite parametreleri Tablo 3.1’de sunulmuştur.

Tablo 3.1. Fiziko-kimyasal parametrelerin aylık ölçüm sonuçları.

Tarih	Çözünmüş Oksijen (mg/L)	Su sıcaklığı (°C)	pH	Elektriksel iletkenlik (µS/cm)
Mayıs 2024	9,7	20,5	8,35	179
Haziran 2024	8,8	27,0	8,86	160
Temmuz 2024	8,5	29,0	9,24	165
Ağustos 2024	8,6	27,5	9,31	170
Eylül 2024	8,1	25,5	8,56	155
Ekim 2024	9,0	16,5	8,29	247
Kasım 2024	9,9	10,1	8,50	256
Aralık 2024	10,2	9,8	8,25	270
Ocak 2025	10,3	9,5	8,35	268
Şubat 2025	9,8	10,1	8,15	260
Mart 2025	10,1	13,5	8,65	235
Nisan 2025	9,8	14,5	8,45	230

3.3. Morfometrik Ölçümler

İlgın Gölü (İlgın, Konya)'nden yakalanan *G. holbrooki*'ye ait aylık morfometrik ölçümler Tablo 3.2'de sunulmuştur. Örnekleme alanından 103 erkek birey ve 215 dişi birey olmak üzere toplamda 318 birey yakalanmıştır. Avlanan bireylerde total boy ortalama $5,44 \pm 0,87$ cm, ağırlık $1,66 \pm 0,86$ g, kondisyon faktörü $1,00 \pm 0,35$ olarak belirlenmiştir.

Tablo 3.2. İlgın Gölü (İlgın, Konya)'nden yakalanan *G. holbrooki*'ye ait morfometrik ölçümler.

	Örnek sayısı		Total boy (cm)			Ağırlık (g)			Kondisyon faktörü			Erkek: Dişi
	Erkek	Dişi	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.	
Mayıs 2024	10	52	3,90	6,60	$5,34 \pm 0,67$	0,44	2,50	$1,47 \pm 0,44$	0,35	2,19	$0,96 \pm 0,22$	1:5,2
Haziran 2024	7	15	4,10	6,70	$5,83 \pm 1,21$	0,80	2,80	$1,90 \pm 1,00$	0,58	1,34	$0,93 \pm 0,22$	1:2,14
Temmuz 2024	6	51	3,10	6,50	$5,38 \pm 0,63$	0,70	2,50	$1,55 \pm 0,35$	0,80	1,14	$1,04 \pm 0,51$	1:8,5
Ağustos 2024	2	4	4,10	4,60	$4,30 \pm 0,22$	0,80	2,00	$1,40 \pm 0,51$	1,16	2,05	$1,71 \pm 0,41$	1:2
Eylül 2024	6	15	5,50	6,65	$5,73 \pm 0,87$	1,40	2,75	$2,02 \pm 1,03$	0,66	1,85	$1,05 \pm 0,35$	1:2,66
Ekim 2024	6	10	4,30	6,50	$5,34 \pm 0,62$	0,91	2,25	$1,49 \pm 0,42$	0,85	1,19	$0,97 \pm 0,10$	1:1,66
Kasım 2024	11	28	4,30	6,50	$5,39 \pm 0,55$	0,90	2,20	$1,53 \pm 0,39$	0,80	1,14	$0,96 \pm 0,08$	1:0,39
Aralık 2024	13	3	3,50	6,67	$5,50 \pm 0,96$	0,16	2,04	$1,03 \pm 0,55$	0,14	1,33	$0,71 \pm 0,48$	1:0,23
Ocak 2025	6	20	3,90	6,65	$5,49 \pm 0,86$	0,80	3,80	$2,13 \pm 0,99$	0,90	1,62	$1,19 \pm 0,15$	1:2,5
Şubat 2025	6	5	3,90	6,70	$5,25 \pm 1,14$	0,70	2,70	$2,22 \pm 1,54$	0,90	2,19	$1,36 \pm 0,40$	1:1,2
Mart 2025	6	3	4,70	6,30	$5,54 \pm 0,67$	1,00	2,60	$1,84 \pm 0,65$	0,87	1,16	$1,04 \pm 0,10$	1:2
Nisan 2025	24	9	3,90	6,30	$4,68 \pm 0,51$	0,55	2,66	$1,27 \pm 0,8$	0,90	1,52	$1,19 \pm 0,14$	1:0,38

Mayıs ayında dişi bireylerde total boy ortalama $5,57\pm0,43$ cm, ağırlık $1,60\pm0,33$ g, kondisyon faktörü $0,99\pm0,14$, erkek bireylerde total boy ortalama $4,16\pm0,32$ cm, ağırlık $0,81\pm0,31$ g, kondisyon faktörü $1,11\pm0,44$ olarak belirlenmiştir.

Haziran ayında dişi bireylerde total boy ortalama $6,50\pm0,81$ cm, ağırlık $2,34\pm0,91$ g, kondisyon faktörü $0,83\pm0,18$, erkek bireylerde total boy ortalama $4,39\pm0,22$ cm, ağırlık $0,97\pm0,21$ g, kondisyon faktörü $1,14\pm0,11$ olarak belirlenmiştir.

Temmuz ayında dişi bireylerde total boy ortalama $5,52\pm0,46$ cm, ağırlık $1,62\pm0,30$ g, kondisyon faktörü $0,96\pm0,10$, erkek bireylerde total boy ortalama $4,15\pm0,60$ cm, ağırlık $0,98\pm0,24$ g, kondisyon faktörü $1,69\pm1,48$ olarak belirlenmiştir.

Ağustos ayında dişi bireylerde total boy ortalama $4,60\pm0,11$ cm, ağırlık $2,00\pm0,35$ g, kondisyon faktörü $2,05\pm0,37$, erkek bireylerde total boy ortalama $4,19\pm0,10$ cm, ağırlık $1,19\pm0,39$ g, kondisyon faktörü $1,60\pm0,41$ olarak belirlenmiştir.

Eylül ayında dişi bireylerde total boy ortalama $6,23\pm0,35$ cm, ağırlık $2,39\pm1,00$ g, kondisyon faktörü $0,98\pm0,39$, erkek bireylerde total boy ortalama $4,48\pm0,29$ cm, ağırlık $1,12\pm0,26$ g, kondisyon faktörü $1,22\pm0,14$ olarak belirlenmiştir.

Ekim ayında dişi bireylerde total boy ortalama $5,75\pm0,33$ cm, ağırlık $1,78\pm0,23$ g, kondisyon faktörü $0,94\pm0,10$, erkek bireylerde total boy ortalama $4,65\pm0,21$ cm, ağırlık $1,02\pm0,08$ g, kondisyon faktörü $1,01\pm0,09$ olarak belirlenmiştir.

Kasım ayında dişi bireylerde total boy ortalama $5,67\pm0,35$ cm, ağırlık $1,73\pm0,26$ g, kondisyon faktörü $0,95\pm0,08$, erkek bireylerde total boy ortalama $4,68\pm0,20$ cm, ağırlık $1,03\pm0,10$ g, kondisyon faktörü $1,15\pm0,09$ olarak belirlenmiştir.

Aralık ayında dişi bireylerde total boy ortalama $5,77\pm0,79$ cm, ağırlık $1,03\pm0,60$ g, kondisyon faktörü $0,59\pm0,45$, erkek bireylerde total boy ortalama $4,30\pm0,69$ cm, ağırlık $0,99\pm0,37$ g, kondisyon faktörü $1,22\pm0,10$ olarak belirlenmiştir.

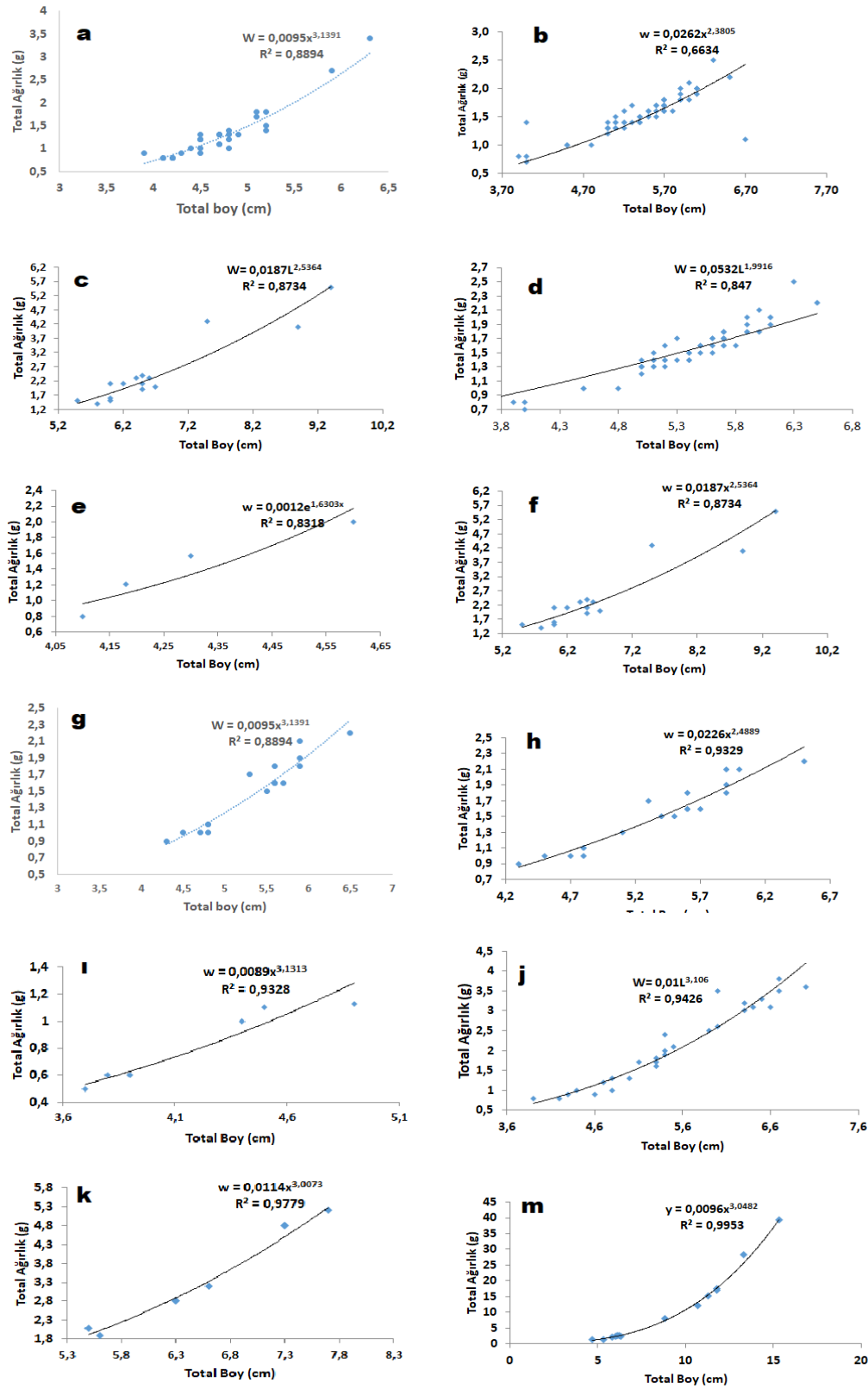
Ocak ayında dişi bireylerde total boy ortalama $5,91\pm0,62$ cm, ağırlık $2,59\pm0,78$ g, kondisyon faktörü $1,22\pm0,14$, erkek bireylerde total boy ortalama $4,46\pm0,32$ cm, ağırlık $0,99\pm0,18$ g, kondisyon faktörü $1,11\pm0,14$ olarak belirlenmiştir.

Şubat ayında dişi bireylerde total boy ortalama $6,17\pm0,50$ cm, ağırlık $3,28\pm1,30$ g, kondisyon faktörü $1,35\pm0,34$, erkek bireylerde total boy ortalama $4,14\pm0,37$ cm, ağırlık $0,94\pm0,28$ g, kondisyon faktörü $1,36\pm0,49$ olarak belirlenmiştir.

Mart ayında dişi bireylerde total boy ortalama $5,95\pm0,36$ cm, ağırlık $2,20\pm0,47$ g, kondisyon faktörü $1,03\pm0,12$, erkek bireylerde total boy ortalama $4,73\pm0,06$ cm, ağırlık $1,13\pm0,12$ g, kondisyon faktörü $1,07\pm0,15$ olarak belirlenmiştir.

Nisan ayında dişi bireylerde total boy ortalama $5,30 \pm 0,48$ cm, ağırlık $1,84 \pm 0,78$ g, kondisyon faktörü $1,18 \pm 0,17$, erkek bireylerde total boy ortalama $4,44 \pm 0,27$ cm, ağırlık $1,05 \pm 0,21$ g, kondisyon faktörü $1,19 \pm 0,13$ olarak belirlenmiştir.

G. holbrooki'ye ait aylık lineer regresyon analizi ile belirlenen boy-ağırlık ilişkileri Şekil 3.13'de verilmiştir. Mayıs ayında elde edilen bireylere ait total boy ve ağırlık arasındaki ilişki $W = 0,0187 \times L^{2,3805}$ (negatif allometrik büyüme), korelasyon katsayısı (r) ise 0,6634 olarak belirlenmiştir. Haziran ayında elde edilen bireylere ait total boy ve ağırlık arasındaki ilişki $W = 0,0262 \times L^{2,5364}$ (negatif allometrik büyüme), korelasyon katsayısı (r) ise 0,8734 olarak belirlenmiştir. Temmuz ayında elde edilen bireylere ait total boy ve ağırlık arasındaki ilişki $W = 0,0532 \times L^{1,9916}$ (negatif allometrik büyüme), korelasyon katsayısı (r) ise 0,847 olarak belirlenmiştir. Ağustos ayında elde edilen bireylere ait total boy ve ağırlık arasındaki ilişki $W = 0,0012 \times L^{1,6303}$ (negatif allometrik büyüme), korelasyon katsayısı (r) ise 0,8318 olarak belirlenmiştir. Eylül ayında elde edilen bireylere ait total boy ve ağırlık arasındaki ilişki $W = 0,0187 \times L^{2,5364}$ (negatif allometrik büyüme), korelasyon katsayısı (r) ise 0,8734 olarak belirlenmiştir. Ekim ayında elde edilen bireylere ait total boy ve ağırlık arasındaki ilişki $W = 0,0095 \times L^{3,1391}$, korelasyon katsayısı (r) ise 0,8894 olarak belirlenmiştir. Kasım ayında elde edilen bireylere ait total boy ve ağırlık arasındaki ilişki $W = 0,0226 \times L^{2,4889}$ (negatif allometrik büyüme), korelasyon katsayısı (r) ise 0,9329 olarak belirlenmiştir. Aralık ayında elde edilen bireylere ait total boy ve ağırlık arasındaki ilişki $W = 0,0089 \times L^{3,1313}$ (negatif allometrik büyüme) (pozitif allometrik büyüme), korelasyon katsayısı (r) ise 0,9328 olarak belirlenmiştir. Ocak ayında elde edilen bireylere ait total boy ve ağırlık arasındaki ilişki $W = 0,01 \times L^{3,106}$ (pozitif allometrik büyüme), korelasyon katsayısı (r) ise 0,9426 olarak belirlenmiştir. Şubat ayında elde edilen bireylere ait total boy ve ağırlık arasındaki ilişki $W = 0,0114 \times L^{3,0073}$ (pozitif allometrik büyüme), korelasyon katsayısı (r) ise 0,9779 olarak belirlenmiştir. Mart ayında elde edilen bireylere ait total boy ve ağırlık arasındaki ilişki $W = 0,0096 \times L^{3,0482}$ (pozitif allometrik büyüme), korelasyon katsayısı (r) ise 0,9953 olarak belirlenmiştir. Nisan ayında elde edilen bireylere ait total boy ve ağırlık arasındaki ilişki $W = 0,0095 \times L^{3,1391}$ (pozitif allometrik büyüme), korelasyon katsayısı (r) ise 0,8894 olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.13 Ilgın Gölü (Ilgın, Konya)’nden yakalanan *G. holbrooki*’ye ait aylık total boy ile ağırlık arasındaki lineer regresyon.

4. TARTIŞMA

İstilacı yabancı balık türlerinin Türkiye'deki içsulara etkisi, diğer pek çok ülkede olduğu gibi giderek artan bir tehdit oluşturmaktadır. Türkiye'nin eşsiz coğrafyası ve yüksek biyolojik çeşitliliği, bu türlerin yayılmasını kolaylaştırarak, ekosistem üzerinde büyük bir baskı oluşturmaktadır. İnsan kaynaklı faaliyetler sonucunda farklı bölgelere taşınan yabancı balık türleri, doğal türlerin yaşamını ve genetik yapısını dünya genelinde ciddi biçimde tehlikeye atmaktadır (Villéger et al., 2014; Toussaint et al., 2016). Bu türler arasında yer alan istilacılar, ekolojik dengeyi bozmakla kalmayıp, aynı zamanda küresel ölçekte biyoçeşitlilik kaybına ve ciddi ekonomik zararlara yol açmaktadır (Vitousek et al., 1997). *G. holbrooki*, aynı türden Sivrisinek balığı *G. affinis* ile birlikte 50'den fazla ülkeye getirilmiştir ve artık Antarktika hariç tüm kıtalarda bulunmaktadır (Watton ve ark., 2011; Cheng ve ark., 2018). 1900'lü yılların başlarında, sivrisinek popülasyonlarını azaltmak ve sıtma ile sarı humma gibi hastalıkların yayılmasını engellemek amacıyla bu türler, tropikal ve ılıman bölgelere biyolojik kontrol yöntemi olarak taşınmıştır (Lloyd, 1986). Doğal balıkların eşit derecede, hatta daha da etkili olduğunu ve doğal olmayan balıkların getirilmesinin olumsuz etkilerinin olumlu etkilerden daha ağır bastığını gösteren bilimsel kanıtlara rağmen (Lloyd, 1986; Azevedo-Santos ve ark., 2016; Das ve ark., 2018; Ranathunge ve ark., 2021), yakın tarihli literatür, Türkiye'deki bazı yerel otoritelerin bu yerel olmayan balıkların etkili sivrisinek kontrol ajanları olarak getirilmesini teşvik etmeye devam ettiğini bildirmektedir (Innal ve ark., 2020; Saç ve ark., 2025).

Türkiye, biyolojik türlerin dağılımı açısından doğal bir koridor oluşturmaktadır (Tarkan ve ark., 2015) ve kendine özgü jeomorfolojik özelliği ile dünyada 34 noktadan 3'üne (Kafkasya, İran-Anadolu ve Akdeniz) ev sahipliği yapabilen tek ülkedir (Şekercioğlu ve ark., 2011). Ancak istilacılık, biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilirliği için artan bir tehdittir (Copp ve ark., 2005) ve bu tehdit Anadolu'nun her tarafına dağılmış tatlısu balık türleri için de geçerlidir (Freyhof ve ark., 2014; Tarkan ve ark., 2015; Kurtul ve Sarı, 2021).

İstilacı bir tür olan *G. holbrooki* genellikle sığ, durgun veya yavaş akan suları, özellikle iyi bitki örtüsüne sahip kıyı şeritlerini tercih eder ve çeşitli zooplankton, omurgasızlar, amfibiler ve biyolojik çeşitlilik açısından zengin habitatlardaki diğer balıklar dahil olmak üzere diğer türlerle potansiyel olarak etkileşime girebilir (Pyke, 2008). Avladığı canlıların ortam içindeki yoğunluğuna göre besin tercihini değiştirebilme yetisi, bu türün farklı türlerle yiyecek ve yaşam alanı için rekabet edebilmesini mümkün kılar (Kumar et al., 2015). Yapılan

hem deneysel hem de saha temelli araştırmalar, *G. holbrooki*'nin sivrisinek larvalarını her zaman etkili şekilde kontrol edemediğini; buna karşılık zooplankton ve çeşitli omurgasız canlıları tüketmede başarılı olduğunu ortaya koymuştur (Hurlbert et al., 1972; Margaritora et al., 2001; Angeler et al., 2007). Ayrıca, bu balık türünün, sivrisinek larvalarını avlayan yerli omurgasızları avlayarak ya da onlarla rekabete girerek dolaylı biçimde sivrisineklerin artışına katkı sağladığı; yerli türlerin ise çoğu durumda sivrisineklerle mücadelede daha etkin olduğu yönünde bulgular da mevcuttur (Sa et al., 2025). Öte yandan, tüm bu olumsuz etkilerine rağmen istilacı türler, ekolojik ve evrimsel süreçlerin geniş zaman ve mekân ölçeklerinde incelenmesine olanak tanıyan nadir fırsatlar sunar (Rice & Sax, 2005; Vidal et al., 2010). İstilacı türler hakkındaki bilgimizi artırmamız ve istila edilen ortamdaki fenotipik yapısı ile popölasyon durumundaki değişikliklerin değerlendirilmesi gerekmektedir.

G. holbrooki, geniş bir su sıcaklığı, özünmüş Oksijen, pH ve elektrik iletkenliği aralığına sahip habitatta hayatta kalabilir (Alcaraz ve ark., 2007; Atici ve ark., 2018, 2022). Bu çalışmada, ortalama su sıcaklığı, özünmüş Oksijen, pH ve elektrik iletkenliği değerleri (sırasıyla 17,8°C, 9,4 mg L⁻¹, 8,6 ve 216,3), habitat koşullarının *G. holbrooki*'nin hayatta kalması ve başarısı için yeterli olduğunu göstermiştir.

Ergüden (2013) tarafından Seyhan Baraj Gölü'nde bildirilen çalışmaya (5,7 cm ve 1,90 gr) benzer olup, çalışmalar arasında en büyük boyut Acıgöl'de dişilerde 6,14 cm olarak bildirilmiştir (Yoğurtuoğu ve Ekmekçi, 2017). Diğer lokasyonlarda yapılan çalışmalarda, Segura Nehri Havzası'nda maksimum uzunluk ve ağırlık sırasıyla 5,7 cm (Andreu-Soler ve ark., 2006), Murray-Darling Nehir Sistemi'nde 5,8 cm ve 2,62 g (Llewellyn, 2011), Tajan Nehri'nde 5,0 cm ve 1,59 g (Patimar ve ark., 2011), Pamvotis Gölü'nde 4,31 cm (Gkenas vd., 2012) ve Kaşmar'da 5,6 cm ve 2,67 g (Eagderi ve Radkhah, 2015) olarak bildirilmiştir. Atici ve ark. (2022) dişi bireylerde en fazla 5,52 cm uzunluğa, erkeklerde ise maksimum 1,983 gram ağırlığa ulaşıldığını belirtmiştir. Bu çalışmada elde edilen maksimum boy (6,70 cm) ve ağırlık (2,80 g) önceki çalışmalarla benzerdir. Balık uzunluğundaki çeşitliliğin bölgeler arası ekolojik farklılıklardan (su sıcaklığı, beslenme, vb.) kaynaklanabileceği düşünölmektedir (Tesch, 1971; Wootton, 1998). Ayrıca, diğer çalışmalarda olduğu gibi, bu çalışmada da dişiler uzunluk ve ağırlık bakımından erkeklerden daha büyük olarak belirlenmiştir. Bu olgu, erkek bireylerde gonopodyum geliştikten sonra gözlenen sınırlı boy artışı ya da büyümenin neredeyse tamamen durmasıyla bağlantılıdır (Krumholz, 1948; Vondracek ve ark., 1988). Bisazza ve Marin (1995), poeciliidlerde eşeysel boyut dimorfizminin, erkeklerin fark

edilmeden dişiye yaklaşmasını destekleyen bir erkek taktığının evriminin sonucu olabileceğini bildirmişlerdir.

Mevcut çalışmada b değerleri Aralık ile Nisan ayları arasında 3'ten farklı ve pozitif allometrik büyümeyi gösterirken, Mayıs ile Kasım ayları arasında negatif allometrik büyümeyi göstermiştir. Bu gözlem, *G. holbrooki*'nin cinsiyetler arası morfolojik özelliklerdeki çeşitliliğe ve ekolojik sonuçlarına odaklanan önceki çalışmalarla uyusmaktadır. b değeri, farklı bölgelerdeki, cinsiyetlerdeki ve yaşam evrelerindeki balıklar için farklı olabilir ve b değerinin beklenen aralığı tüm türler için 2 ile 4 arasındadır (Tesch, 1971). Erkek bireyler, çoğunlukla dişilere kıyasla daha ince ve akıcı bir vücut formuna sahiptir; bu özellik genellikle incelik oranı üzerinden değerlendirilir (Rubio-Gracia ve ark., 2020). Wootton (1998), pozitif allometrik ($b > 3$) değerinin balığın uzunluğu arttıkça daha tıknaz veya daha ağır veya daha derin gövdeli hale geldiğini ve negatif allometrik ($b < 3$) değerinin balığın ince veya daha hafif olduğunu ifade ettiğini belirtmiştir. *G. holbrooki* için b değerleri Froese (2006) tarafından ideal b değerleri (2,5-3,5) içerisinde bildirilmiştir.

Çalışmada Mayıs ayındaki en düşük kondisyon faktörü, bu ayda dişi bireylerin yumurta bırakmasından kaynaklanıyor olabilir. Bu çalışmada yıl boyunca gözlenen kondisyon değerlerindeki dalgalanma, Zarev (2012) ile Atici ve ark. (2022) tarafından bildirilen çalışmaya benzerdir. Wootton'un (1992) aktardığına göre, kondisyon katsayısı yüksek olan balıklar, daha düşük değerlere sahip olanlara göre fizyolojik olarak daha avantajlı bir duruma sahiptir. K değerleri 0,35 ile 1,71 arasında değişmekte olup ortalama $1,00 \pm 0,35$ değeri, sulak alanda balıkların çalışma süresince iyi durumda olduğunu göstermektedir. *G. holbrooki* ile yapılan çalışmalarda ortalama kondisyon faktörü değerleri Seyhan Baraj Gölü'nde (Erguden, 2013) 1,36, Pamvotis Gölü'nde (Gkenas vd., 2012) 1,93, Gamasiab'da 0,99, Sirzar'da 1,13 ve Kaşmar'da 0,78 (Eagderi ve Radkhah, 2015) olarak bulunmuştur. Balıkların sağlık durumunu etkileyebilecek pek çok etken bulunmaktadır; bunlar arasında yem kaynaklarının mevcudluğu, çevresel stres faktörleri, mevsimsel değişiklikler, cinsiyet farklılıkları ve suyun kalite parametreleri sayılabilir (Khallaf vd., 2003). Bu nedenle bu çalışmada elde edilen bulguların çevresel koşullardaki değişiklikler nedeniyle diğer popülasyonlarda yapılan çalışmalardan farklı olması normal kabul edilebilir.

Aylara göre yapılan gözlemlerde, erkek ve dişi bireylerin sayılarında önemli bir farklılık ortaya çıkmıştır. Kasım, Aralık ve Nisan aylarında erkekler daha fazla bulunurken, yılın geri kalan zamanlarında dişi bireyler çoğunluktadır. *G. holbrooki*'de dişi:erkek oranı Mondego

Nehri Vadisi'nde 4 : 1 (Cabral ve Marques, 1999), Pamvotis Gölü'nde 2,31 : 1,00 (Gkenas vd., 2012), Rupite Termal Kaynakları'nda 1.11 : 1.00 (Zarev, 2012), Seyhan Baraj Gölü'nde 1,04 : 1,00 (Erguden, 2013) ve Türkiye'deki 23 nehir havzasında 1,00 : 0,39 (Kurtul ve Sari, 2021) olarak bildirilmiştir. Krumholz (1948), *Gambusia sp.* türünün ovarium ve doğum süreçlerinde cinsiyet oranının 1:1 olduğunu belirtmiştir. Krumholz (1948) tarafından bildirilen bu lokasyonlardaki farklılıkların ve bu orandaki müteakip değişikliklerin temel nedeni, örneklem büyüklüğü, balıkçılık metodolojisi ve cinsiyetler arasındaki farklı ölüm oranları ve üreme döneminin tamamlanmasından sonra daha büyük bireylerin (çoğunlukla dişiler) ölümü ile ilişkili olabilir (Krumholz, 1948; Garcia-Berthou, 1999; Patimar ve ark., 2011). Erkeklerle kıyasla dişilerin genellikle daha uzun bir yaşam süresine sahip olduğu ve hayatta kalma oranlarının daha yüksek olduğu pek çok çalışmada vurgulanmıştır (Pérez-Bote ve López, 2005; Patimar ve ark., 2011; Ruiz-Navarro ve ark., 2011). Zonar lagününde olduğu gibi, birkaç çalışmada erkekler sayıca fazlaydı (Fernández-Delgado ve Rossomano, 1997). Nguyen ve ark. (2021), daha düşük erkek sayısının popülasyon düzeyinde üreme ve doğal katılımı olumsuz etkileyebileceğini belirtmiştir. Sulak alanda erkek sayıları genel olarak düşük olduğundan (bu çalışma), bu durum *G. holbrooki* popülasyonlarını baskılayabilir. Ancak bu ihmal edilebilir düzeydedir, çünkü Constantz (1984) ve Nguyen ve ark. (2021)'na göre dişiler uzun süre yeterli spermi depolayabilir ve popülasyonda üreme döngüsünü sürdürebilir. *G. holbrooki* katılımının yaz aylarında gerçekleştiği bilinmesine rağmen (Keane ve Neira, 2004; Pyke, 2005), en yüksek birey sayısı Mayıs ayında sulak alandan elde edilmiştir. Sulak alanda *G. holbrooki* için etkili kontrol stratejileri planlanırken erkek ve dişilerin aylık yakalama oranlarının takip edilmesi gerekmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ilgın Gölü'ndeki çevresel şartlar, *G. holbrooki*'nin hayatta kalması ve başarılı bir şekilde çoğalması için elverişli bir ortam sunmaktadır. Bu tür üzerine yapılan çalışmalar, çevre koşullarına karşı oldukça dirençli olduğunu ve yeni habitatlara kolayca adapte olabildiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, bu balık türünün küresel ölçekte son derece rekabetçi ve ekosistemlere zarar veren bir yapıya sahip olduğu düşünüldüğünde, *G. holbrooki*'nin Ilgın Gölü'ndeki yerli tatlısu türleri için büyük bir tehdit oluşturduğunu söylemek mümkündür. Bu nedenle, bölgedeki su kaynaklarının ve yerel sucul organizmaların izlenmesi ve *G. holbrooki*'nin yayılmasının önlenmesi için etkili koruma tedbirleri geliştirilmesi önemlidir.

Ekosistemlere yayılan istilacı türler, dünya çapında geniş bir alanda etkilerini gösteriyor. Bu türlerin, bulundukları ekosistemlerin dışındaki bileşenler üzerinde de büyük etkiler yaratma potansiyeli vardır. Bu etkiler, örneğin besin maddeleri veya kimyasallar gibi cansız öğelerin akışını ya da organizmaların ekosistem sınırları arasındaki hareketini değiştirebilir. Ekosistemler arasındaki bağlantılar, doğal ortamda yaygın bir şekilde görülür; ormanlar ve göller, çayırlar ve nehirler ya da mercan resifleri ile okyanuslar arasında etkileşimler söz konusudur. Ancak, istilacı türlerin bu bağlantılara etkilerini anlamak, hala büyük ölçüde eksiktir. Bu eksiklik, yerel düzeydeki etkilerinin ötesine geçilerek, daha geniş ekosistemler arası bir bakış açısına ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Dünya genelinde, istilacı türler ekosistemler, biyolojik çeşitlilik ve ekonomik yapılar için ciddi bir tehlike yaratmaktadır. Bu zorluğun üstesinden gelmek için sağlam politikalar, düzenlemeler ve uluslararası iş birlikleri gerekmektedir. Çeşitli çalışmalar, istilacı türleri etkili bir şekilde yönetmek için kolektif eylemin, sınır ötesi çabaların ve farklı düzeylerde iş birliğinin önemini vurgulamaktadır.

KAYNAKLAR

- Alcaraz, C., Garcia-Berthou, E.,** 2007. Life history variation of invasive mosquitofish (*Gambusia holbrooki*) along a salinity gradient. *Biological Conservation*, 139:83–92.
- Anderson, L.G., White, P.C.L., Stebbing, P., Stentiford, G.D., Dunn, A.M.,** 2014. Biosecurity and vector behaviour: evaluating the potential threat posed by anglers and canoeists as pathways for the spread of invasive non-native species and pathogens. *PLOS ONE*, 9(4):e92788. Available: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092788>
- Andreu-Soler, A., Oliva-Paterna, F.J., Torralva, M.,** 2006. A review of length-weight relationships of fish from the Segura River basin (SE Iberian Peninsula). *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4):295–296.
- Angeler, D.G., Sanchez-Carrillo, S., Rodrigo, M.A., Alvarez-Cobelas, M., Rojo, C.,** 2007. Does seston size structure reflect fish-mediated effects on water quality in a degraded semiarid wetland? *Environmental Monitoring and Assessment*, 125:9–17.
- Atici, A.A., Sen, F., Elp, M.,** 2018. Van sazlıklarındaki doğu sivrisinek balığı (*Gambusia holbrooki* Girard, 1859)'nın ekolojik riskleri. *Menba Journal of Fisheries Faculty*, 4(2):29–37.
- Atici, A.A., Sepil, A., Sen, F.,** 2022. Biological Characteristics of the Invasive *Gambusia holbrooki* in the Wetland, the Lake Van Basin, Turkey. *Journal of Ichthyology*, 62(4):594–604.
- Azevedo-Santos, V.M., Vitule, J.R.S., Pelicice, F.M., García-Berthou, E., Simberloff, D.,** 2016. Nonnative fish to control *Aedes* mosquitoes: A controversial, harmful tool. *BioScience*, 67:84–90.
- Bampfylde, C.J., Peters, J.A., Bobeldyk, A.M.,** 2010. A literature analysis of freshwater invasive species research: are empiricists, theoreticians, and economists working together? *Biological Invasions*, 12(5):1207–1219. <https://doi.org/10.1007/s10530-009-9540-2>
- Barney, J.N., Tekiela, D.R., Dollete, E.S., Tomasek, B.J.,** 2013. What is the “real” impact of invasive plant species? *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(6):322–329.
- Bisazza, A., Marin, G.,** 1995. Sexual selection and sexual size dimorphism in the eastern mosquitofish *Gambusia holbrooki* (Pisces Poeciliidae). *Ethology Ecology & Evolution*, 7(2):169–183.
- Bode, M., Baker, C.M., Plein, M.,** 2015. Eradicating down the food chain: Optimal multispecies eradication schedules for a commonly encountered invaded island ecosystem. *Journal of Applied Ecology*, 52(3):571–579.

- Boher, F., Trefault, N., Estay, S.A., Bozinovic, F., 2016.** Ectotherms in variable thermal landscapes: A physiological evaluation of the invasive potential of fruit flies species. *Frontiers in Physiology*, 7: [no page numbers].
- Bradley, B.A., et al., 2019.** Disentangling the abundance–impact relationship for invasive species. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116:9919–9924.
- Cabral, J.A., Marques, J.C., 1999.** Life history, population dynamics and production of eastern mosquitofish, *Gambusia holbrooki* (Pisces, Poeciliidae), in rice fields of the lower Mondego River Valley, western Portugal. *Acta Oecologica*, 20(6):607–620.
- Cameron, E.K., Vilà, M., Cabeza, M., 2016.** Global meta-analysis of the impacts of terrestrial invertebrate invaders on species, communities and ecosystems. *Global Ecology and Biogeography*, 25:596–606.
- Cetinkaya, O., 2006.** Su kaynaklarında balıklandırmanın yol açtığı biyoçeşitlilik azalması ve biyoistila problemleri. *The 1st Fisheries and Reservoir Management Symposium*, Antalya, pp. 11–24.
- Cheng, Y., Xiong, W., Tao, J., He, D., Chen, K., Chen, Y., 2018.** Life-history traits of the invasive mosquitofish (*Gambusia affinis* Baird and Girard, 1853) in the central Yangtze River, China. *BioInvasions Records*, 7:309–318.
- Constantz, G.D., 1984.** Sperm competition in poeciliid fishes. In: Smith, R.L. (ed.), *Sperm Competition and the Evolution of Animal Mating Systems*, Orlando: Academic Press.
- Copp, G.H., Kováč, V., Ojaveer, H., Rosenthal, H., 2005.** The introduction, establishment, dispersal and impact of introduced nonnative fishes. *Journal of Applied Ichthyology*, 21:241.
- Crowley, S.L., Hinchliffe, S., McDonald, R.A., 2016.** Invasive species management will benefit from social impact assessment. *Journal of Applied Ecology*, 54(2):351–357. Available: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12817>
- Cuthbert, R.N., Diagne, C., Haubrock, P.J., Turbelin, A.J., Courchamp, F., 2022.** Are the “100 of the world’s worst” invasive species also the costliest? *Biological Invasions*, 24(7):1895–1904.
- Das, M.K., Rao, M.R.K., Kulsreshtha, A.K., 2018.** Native larvivorous fish diversity as a biological control agent against mosquito larvae in an endemic malarious region of Ranchi district in Jharkhand, India. *Journal of Vector Borne Diseases*, 55:34–41.
- Dawson, J., Oppel, S., Cuthbert, R.J., Holmes, N., Bird, J.P., Butchart, S.H., Spatz, D.R., Tershy, B., 2015.** Prioritizing islands for the eradication of invasive vertebrates in the United Kingdom overseas territories. *Conservation Biology*, 29(1):143–153.

- DeGolia, A.H., Hiroyasu, E.H.T., Anderson, S.E., 2019.** Economic losses or environmental gains? Framing effects on public support for environmental management. *PLOS ONE*, 14(7):e0220320. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220320>
- Dickey, J.W., Cuthbert, R.N., South, J., Britton, J.R., Caffrey, J., Chang, X., Crane, K., Coughlan, N.E., Fadaei, E., Farnsworth, K.D., 2020.** On the RIP: Using relative impact potential to assess the ecological impacts of invasive alien species. *NeoBiota*, 55:27–60.
- Eagderi, S., Radkhah, A., 2015.** Length-weight relationship and condition factor of mosquitofish (*Gambusia holbrooki*) in three inland basins of Iran. *Poeciliid Research*, 5(1):39–43.
- Ekmekci, F.G., Serife, G., Kirankaya, S.G., 2013.** Türkiye içsularındaki istilacı balıkların güncel durumu ve istilanın etkilerinin değerlendirilmesi. *Istanbul University Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 28:105–140.
- Elp, M., Atici, A.A., Sen, F., Duyar, H.A., 2016.** Van Gölü havzası balıkları ve yayılım bölgeleri. *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 26:563–568.
- Erguden, S.A., 2013.** Age, growth, sex ratio and diet of eastern mosquitofish *Gambusia holbrooki* Girard, 1859 in Seyhan Dam Lake (Adana/Turkey). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 12(1):204–218.
- Fenesi, A., Botta-Dukát, Z., Miholcsa, Z., Szigeti, V., Molnár, C., Sándor, D., Szabó, A., Kuhn, T., Kovács-Hostyánszki, A., 2023.** No consistencies in abundance–impact relationships across herbaceous invasive species and ecological impact metrics. *Journal of Ecology*, 111(5):1120–1138.
- Fernández-Delgado, C., Rossomano, S., 1997.** Reproductive biology of the mosquitofish in a permanent natural lagoon in southwest Spain: two tactics for one species. *Journal of Fish Biology*, 51(1):80–92.
- Freyhof, J., Ekmekçi, F.G., Ali, A., Khamees, N.R., Özuluğ, M., Hamidan, N., Küçük, F., Smith, K.G., 2014.** Freshwater fishes. In: Smith, K.G., Barrios, V., Darwall, W.R.T., Numa, C. (Eds.), *The Status and Distribution of Freshwater Biodiversity in the Eastern Mediterranean*, Cambridge (UK), Málaga (Spain), and Gland (Switzerland): IUCN.
- Froese, R., 2006.** Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta–analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4):241–253.
- Gallardo, B., Clavero, M., Sánchez, M.I., Vilà, M., 2016.** Global ecological impacts of invasive species in aquatic ecosystems. *Global Change Biology*, 22:151–163.
- Garcia-Berthou, E., 1999.** Food of introduced mosquitofish: ontogenetic diet shift and prey selection. *Journal of Fish Biology*, 55(1):135–147.

- Gkenas, C., Oikonomou, A., Economou, A., et al., 2012.** Life history pattern and feeding habits of the invasive mosquitofish, *Gambusia holbrooki*, in Lake Pamvotis (NW Greece). *Journal of Biological Research*, 17:121–136.
- IPBES Secretariat, 2019.** *Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services*. Bonn, Germany: Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.
- Hamer, A., Lane, S., Mahony, M., 2002.** The role of introduced mosquitofish (*Gambusia holbrooki*) in excluding the native green and golden bell frog (*Litoria aurea*) from original habitats in south-eastern Australia. *Oecologia*, 132:445–452.
- Hejda, M., Pyšek, P., Jarošík, V., 2009.** Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities. *Journal of Ecology*, 97:393–403.
- Hurlbert, S.H., Zedler, J., Fairbanks, D., 1972.** Ecosystem alteration by mosquitofish (*Gambusia affinis*) predation. *Science*, 175:639–641.
- Innal, D., Giannetto, D., 2020.** Occurrence of *Gambusia holbrooki* Girard, 1859 (Poeciliidae) in four Mediterranean river estuaries of Turkey, nursery habitats of several native and threatened species. *Acta Zoologica Bulgarica*, 72:553–560.
- Kats, L.B., Ferrer, R.P., 2003.** Alien predators and amphibian declines: review of two decades of science and the transition to conservation. *Diversity and Distributions*, 9:99–110.
- Keane, J.P., Neira, F.J., 2004.** First record of mosquitofish, *Gambusia holbrooki*, in Tasmania, Australia: Stock structure and reproductive biology. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 38(5):857–867.
- Khallaf, E., Galal, M., Athuman, M., 2003.** The biology of *Oreochromis niloticus* in a polluted canal. *Ecotoxicology*, 12:405–416.
- Krumholz, L.A., 1948.** Reproduction of the western mosquitofish, *Gambusia affinis* (Baird and Girard), and its use in mosquito control. *Ecological Monographs*, 18(1):1–41.
- Krupp, F., 1992.** The establishment of the North-American mosquitofish, *Gambusia holbrooki*, in Syrian inland waters. *Zoology in the Middle East*, 6:45–50.
- Kumar, R., Muhid, P., Dahms, H.U., Sharma, J., Hwang, J.S., 2015.** Biological mosquito control is affected by alternative prey. *Zoological Studies*, 54:55.
- Kurtul, I., Sarı, H.M., 2021.** Is *Gambusia holbrooki* known as an invasive fish species in Küçük Menderes River Basin Lakes (Turkey)? *Aquatic Sciences and Engineering*, 36(4):175–180.
- Laverty, C., Green, K.D., Dick, J.T., Barrios-O'Neill, D., Mensink, P.J., Médoc, V., Spataro, T., Caffrey, J.M., Lucy, F.E., Boets, P., 2017.** Assessing the ecological

- impacts of invasive species based on their functional responses and abundances. *Biological Invasions*, 19:1653–1665.
- Lazzaro, L., Bolpagni, R., Buffa, G., Gentili, R., Lonati, M., Stinca, A., Acosta, A.T.R., Adorni, M., Aleffi, M., Allegrezza, M.**, 2020. Impact of invasive alien plants on native plant communities and Natura 2000 habitats: State of the art, gap analysis and perspectives in Italy. *Journal of Environmental Management*, 274:111140.
- Le Cren, E.D.**, 1951. The length–weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20(2):201–219.
- Lee, S., Woo, S., Kim, E.**, 2020. Differential effect of inter- and intraspecific competition on the performance of invasive and native *Taraxacum* species. *Plant Species Biology*, 36(2):187–197. <https://doi.org/10.1111/1442-1984.12301>
- Leffler, A.J., James, J.J., Monaco, T.A., Sheley, R.L.**, 2014. A new perspective on trait differences between native and invasive exotic plants. *Ecology*, 95(2):298–305.
- Linders, T.E.W., et al.**, 2019. Direct and indirect effects of invasive species: biodiversity loss is a major mechanism by which an invasive tree affects ecosystem functioning. *Journal of Ecology*, 107:2660–2672.
- Liu, L., Guo, Y., Wu, Y., Yin, M., Guo, X., Eller, F., Richards, C.L., Brix, H., Ju, R.T., Guo, W.**, 2023. Revealing biogeographic patterns in genetic diversity of native and invasive plants and their association with soil community diversity in the Chinese coast. *Oikos*, e10116. <https://doi.org/10.1111/oik.10116>
- Llewellyn, L.C.**, 2011. Length–weight relationships of freshwater fish from the Murray–Darling River System in inland New South Wales, with particular reference to the golden perch *Macquaria ambigua*. *Australian Zoologist*, 35(3):435–457.
- Lloyd, L.**, 1986. An alternative to insect control by “mosquitofish”, *Gambusia affinis*. *Arbovirus Research in Australia*, pp. 156–163.
- Lodge, D.M., Williams, S., MacIsaac, H.J., Hayes, K.R., Leung, B., Reichard, S., Mack, R.N., Moyle, P.B., Smith, M., Andow, D.A., Carlton, J.T., McMichael, A.**, 2006. Biological invasions: Recommendations for U.S. policy and management. *Ecological Applications*, 16(6):2035–2054. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2006\)016\[2035:BIRFUP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2006)016[2035:BIRFUP]2.0.CO;2)
- Margaritora, F.G., Ferrara, O., Vagaggini, D.**, 2001. Predatory impact of the mosquitofish (*Gambusia holbrooki* Girard) on zooplanktonic populations in a pond at Tenuta di Castelporziano (Rome, Central Italy). *Journal of Limnology*, 60:189–193.
- Moutopoulos, D.K., Stergiou, K.I.**, 2002. Length–weight and length–length relationships of fish species from the Aegean Sea (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 18(3):200–203.

- Nguyen, H., Bell, J.D., Patil, J.G., 2021.** Daily ageing to delineate population dynamics of the invasive fish *Gambusia holbrooki*: implications for management and control. *Biological Invasions*, 23:2261–2270.
- Norazmi-Lokman, N.H., Purser, G.J., Patil, J.G., 2016.** Gravid spot predicts developmental progress and reproductive output in a livebearing fish, *Gambusia holbrooki*. *PLOS ONE*, 11(1):1–18.
- NSW, 2017.** The Government of New South Wales, The Department of Primary Industries. <https://www.dpi.nsw.gov.au/fishing/pests-diseases/freshwater-pests/species/gambusia>
- Özuluğ, M., Saç, G., Gaygusuz, Ö., 2013.** İstilacı özellikteki *Gambusia holbrooki*, *Carassius gibelio* ve *Pseudorasbora parva* (Teleostei) türleri için Türkiye'den yeni yayılım alanları. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 28(1):1–22.
- Pajuelo, J.G., Lorenzo, J.M., 1998.** Population biology of common pandora *Pagellus erythrinus* (Pisces: Sparidae) of the Canary Islands. *Fisheries Research*, 36(2–3):75–86.
- Patimar, R., Ghorbani, M., Gol-Mohammadi, A., Azimi-Glugahi, H., 2011.** Life history pattern of mosquitofish *Gambusia holbrooki* (Girard, 1859) in the Tajan River (Southern Caspian Sea to Iran). *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 29:167–173.
- Peller, T., Altermatt, F., 2024.** Invasive species drive cross-ecosystem effects worldwide. *Nature Ecology & Evolution*, 8(6):1087–1097.
- Pérez-Bote, J.L., López, M.T., 2005.** Life-history pattern of the introduced eastern mosquitofish, *Gambusia holbrooki* (Baird & Girard, 1854), in a Mediterranean-type river: The River Guadiana (SW Iberian Peninsula). *Italian Journal of Zoology*, 72(3):241–248.
- Peterson, N.B., Peterson, M.S., 1990.** Comparative life history of female mosquitofish, *Gambusia affinis*, in tidal freshwater and oligohaline habitats. *Environmental Biology of Fishes*, 27:33–41.
- Petrakis, G., Stergiou, K.I., 1995.** Weight–length relationships for 33 fish species in Greek waters. *Fisheries Research*, 21:465–473.
- Pyke, G.H., 2005.** A review of the biology of *Gambusia affinis* and *Gambusia holbrooki*. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 15:339–365.
- Pyke, G.H., 2008.** Plague minnow or mosquito fish? A review of the biology and impacts of introduced *Gambusia* species. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 39:171–191.

- Ranathunge, T., Kusumawathie, P.H.D., Abeyewickreme, W., Udayanga, L., Fernando, T., Hapugoda, M.,** 2021. Biocontrol potential of six locally available fish species as predators of *Aedes aegypti* in Sri Lanka. *Biological Control*, 160:104638.
- Rice, J.A., Sax, D.F.,** 2005. Testing fundamental evolutionary questions at large spatial and demographic scales: species invasions as an underappreciated tool. In: Sax, D.F., Stachowicz, J.J., Gaines, S.D. (Eds.), *Species Invasions: Insights into Ecology, Evolution, and Biogeography*. Sinauer Associates, Sunderland, pp. 291–308.
- Ricker, W.E.,** 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 191:1–382.
- Rubio-Gracia, F., Garcia-Berthou, E., Latorre, D., et al.,** 2020. Differences in swimming performance and energetic costs between an endangered native toothcarp (*Aphanius iberus*) and an invasive mosquitofish (*Gambusia holbrooki*). *Ecology of Freshwater Fish*, 29:230–240.
- Ruiz-Navarro, A., Moreno-Valcárcel, R., Torralva, M., Oliva-Paterna, F.J.,** 2011. Life-history traits of the invasive fish *Gambusia holbrooki* in saline streams (SE Iberian Peninsula): Does salinity limit its invasive success? *Aquatic Biology*, 13:149–161.
- Saç, G., Ağdamar, S., Acar, Ü., Giannetto, D.,** 2025. Seasonal and spatial variation in the diet of *Gambusia holbrooki* in different water bodies of Karaburun Peninsula (Western Türkiye). *Diversity*, 17:51.
- Sangun, L., Akamca, E., Akar, M.,** 2007. Weight–length relationships for 39 fish species from the northeastern Mediterranean coast of Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7:37–40.
- Sesay, R.E.V., Sesay, F., Azizi, M.I., Rahmani, B.,** 2024. Invasive species and biodiversity: Mechanisms, impacts, and strategic management for ecological preservation. *Asian Journal of Environment & Ecology*, 23:9.
- Stockwell, C.A., Henkanaththegedara, S.M.,** 2011. Evolutionary conservation biology of Poeciliids. In: Evans, J., Pilastro, A., Schlupp, I. (Eds.), *Ecology and Evolution of Poeciliid Fishes*. University of Chicago Press, Chicago.
- Strange, R.J.,** 1996. Field examination of fishes. In: Murphy, B.R., Willis, D.W. (Eds.), *Fisheries Techniques*. American Fisheries Society, Bethesda, pp. 433–446.
- IPBES Secretariat,** 2023. *Summary for Policymakers of the Thematic Assessment Report on Invasive Alien Species and Their Control of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. IPBES, Bonn, Germany.
- Şekercioğlu, Ç.H., Anderson, S., Akçay, E., Bilgin, R., Can, Ö.E., Semiz, G., Dalfes, H.N.,** 2011. Turkey’s globally important biodiversity in crisis. *Biological Conservation*, 144:2752–2769.

- Tarkan, A.S., Marr, S.M., Ekmekçi, F.G., 2015.** Non-native and translocated freshwater fish species in Turkey. *Fishes in Mediterranean Environments*, 3:28.
- Tesch, F.W., 1971.** Age and growth. In: Ricker, W.E. (Ed.), *Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters*. Blackwell Scientific Publications, Edinburgh, pp. 99–130.
- Toussaint, A., Beauchard, O., Oberdorff, T., Brosse, S., Villéger, S., 2016.** Worldwide freshwater fish homogenization is driven by a few widespread non-native species. *Biological Invasions*, 18:1295–1304.
- Turner, C.L., 1941.** Morphogenesis in the gonopodium in *Gambusia affinis affinis*. *Journal of Morphology*, 69(1):161–185.
- URL1.** <https://www.hepsiburada.com/powerex-semsiye-model-pinter-balik-tuzagi-pm-HB00000GVDEG>
- Vidal, O., García-Berthou, E., Tedesco, P.A., García-Marín, J.L., 2010.** Origin and genetic diversity of mosquitofish (*Gambusia holbrooki*) introduced to Europe. *Biological Invasions*, 12:841–851.
- Vilà, M., et al., 2011.** Ecological impacts of invasive alien plants: A meta-analysis of their effects on species, communities, and ecosystems. *Ecology Letters*, 14:702–708.
- Villéger, S., Grenouillet, G., Brosse, S., 2014.** Functional homogenization exceeds taxonomic homogenization among European fish assemblages. *Global Ecology and Biogeography*, 23:1450–1460.
- Vitousek, P.M., D'Antonio, C.M., Loope, L.L., Rejmánek, M., Westbrooks, R., 1997.** Introduced species: A significant component of human-caused global change. *New Zealand Journal of Ecology*, 21:1–16.
- Vondracek, B., Wurtsbaugh, W.A., Cech, J.J., 1988.** Growth and reproduction of the mosquitofish, *Gambusia affinis*, in relation to temperature and ration level: Consequences for life history. *Environmental Biology of Fishes*, 21(1):45–57.
- Walton, W.E., Henke, J.A., Why, A.M., 2011.** *Gambusia affinis* (Baird and Girard) and *Gambusia holbrooki* Girard (Mosquitofish). In: Francis, R. (Ed.), *A Handbook of Global Freshwater Invasive Species*. Earthscan, London, UK, Chapter 22, pp. 261–273.
- Walsh, J.R., Carpenter, S.R., Van Zanden, M.J., 2016.** Invasive species triggers a massive loss of ecosystem services through a trophic cascade. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113:4081–4085.
- Wootton, R.J., 1992.** *Fish Ecology*. Springer Netherlands, Dordrecht.
- Wootton, R.J., 1998.** *Ecology of Teleost Fishes*. Springer Netherlands, Dordrecht.

Yogurtcuoglu, B., Ekmekci, F.G., 2017. Variation in life history and feeding ecology of the invasive eastern mosquitofish, *Gambusia holbrooki* Girard, 1859 (Poeciliidae), in a groundwater-dependent wetland in Turkey. *Acta Zoologica Bulgarica*, 9:117–130.

Zar, J.H., 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Englewood Cliffs.

Zarev, V.Y., 2012. Some life-history traits of *Gambusia holbrooki* (Pisces: Poeciliidae) from Bulgaria. *Acta Zoologica Bulgarica*, 64:263–272.

