

SU ÜRÜNLERİ ÇALIŞMALARI

Editör: Prof.Dr. Azime KÜÇÜKGÜL

SU ÜRÜNLERİ ÇALIŞMALARI

Editör

Prof.Dr. Azime KÜÇÜKGÜL

yaz
yayınları

2024

SU ÜRÜNLERİ ÇALIŞMALARI

Editör: Prof.Dr. Azime KÜÇÜKGÜL

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-6104-30-3

Temmuz 2024 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3

İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

info@yazyayinlari.com

İÇİNDEKİLER

Doğal Balık Anestezikleri ve Oksidatif Stres	1
<i>İmren KÜÇÜKGÜL, Volkan KIZAK, Azime KÜÇÜKGÜL</i>	
International Academic Studies in the Field of Aquatic Sciences	24
<i>Sibel ALAGÖZ ERGÜDEN</i>	

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

DOĞAL BALIK ANESTEZİKLERİ VE OKSİDATİF STRES

İmren KÜÇÜKGÜL¹

Volkan KIZAK²

Azime KÜÇÜKGÜL³

1. GİRİŞ

Su ürünleri yetiştiriciliği endüstrisi, kuluçkahaneden son ticari aşamaya kadar balıklarda meydana gelebilecek çeşitli stresli durumlarla (taşıma, döllenme vb.) türlerin refahı için birçok konu ile uğraşmaktadır (Ashley, 2007; Sneddon ve ark., 2016). Balıklarda stresli olaylar hipotalamus-hipofiz aksını uyarır. Homeostazı düzenlemek ve fizyolojik reaksiyonlar sürdürmek için böbrekler arası ve hipotalamus-sempatik-kromaffin (HSC) eksenini boyunca bir hormon akışını başlar. Modern dünyada su ürünleri yetiştiriciliğinde anestezi kullanımı yaygın bir uygulamadır. Özellikle balıkların yakalanması ve taşınması gibi işlemler fizyolojilerini ve davranışlarını etkiler (Ross ve Ross 2008). Bu nedenle ilk işlem, onları güvenli bir şekilde hareketsiz hale getirmek gerekmektedir. Günümüzde anestezi ajanları hafif sedasyon ile stresi azaltmayı ve ağrıya neden girişimsel olmayan işlemlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Tam anestezi prosedürü ise ameliyat ve daha büyük müdahaleler için tercih edilmektedir

¹ Yüksek Lisans Öğrencisi, Munzur Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Aktuluk/Tunceli, imrenkucukgul@hotmail.com, ORCID: 0009-0009-0994-1812.

² Prof. Dr., Munzur Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Aktuluk/Tunceli, volkan.kizak@munzur.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1710-0676.

³ Prof. Dr., Munzur Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Aktuluk/Tunceli, akucukgul@munzur.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0515-6667.

(Ross ve Ross, 2008; Neiffer ve Stamper 2009). Balıklarda en sık kullanılan anestezipler trikain metan sülfonat (MS 222), benzokain, kuinal din sülfat, metomidat, karanfil yağı ve 2-fenoksietanol'dür (Velisek ve ark., 2011; Kristan ve ark., 2014). Günümüzde, ABD ve Avrupa Birliğinde, yalnızca MS 222'nin yemeklik balıklarda kullanım lisansı vardır. Ancak 2-fenoksietanol, karanfil yağı ve Propiscin gibi bileşikler gıda dışı balıklarda ve deneysel araştırmalarda kullanılmaktadır (Coyle ve ark., 2004). Yemeklik balıklarda kullanımları ise maksimum kalıntı seviyesi bulunmadığından EEC Tüzüğü 2377/90 kapsamında yasa dışı olmaya devam etmektedir. 2-Fenoksietanol opak ve yağlı bir sıvıdır. Balıklarda anestezi etkisinin kesin mekanizması bilinmemekle beraber nöronal hücre zarlarının genişlemesine neden olduğu ile ilgili bazı raporlar mevcuttur (Burka ve ark., 1997). Propiscin'in aktif maddesi etomidattır[etomidat (1)-etil 1-(a-metilbenzil) imidazol-5-karbo-ksilat] (Kazun ve Siwicki 2001). Karanfil yağı, *Eugenia caryophyllata*'nın sap, yaprak ve çiçek tomurcuklarından damıtılarak elde edilir ve aktif maddesi öjenoldür (kimyasal adı, 4-allyl-2-metoksifenoldür ve tüm yağ içeriğinin %85'e kadarını oluşturur) (Keene ve ark., 1998). Tricaine metan sülfonat bir izomerdir ve benzokainin ilave bir sülfonat radikali ile birleştirilmesi ile oluşturulmuştur. Sülfonat radikali onu daha çözünür hale getirir ama aynı zamanda çözeltiye daha asidik olmasını sağlar (Congleton, 2006). Sentetik anestetiklerin doku kalıntıları nedeniyle insan ve balık sağlığının yanı sıra çevre üzerindeki olumsuz etkilerine ilişkin endişeleri de beraberinde getirmektedir. Yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı daha ucuz, daha güvenli ve daha doğal anesteziplere ihtiyaç duyulmaktadır. Bitki kaynaklı anestezipler anti-bakteriyel, anti-oksidan, anti-stres özelliğindedir ve insan sağlığı açısından düşük risklidir (Aydın ve Barbas 2020; Purbosari ve ark., 2019).

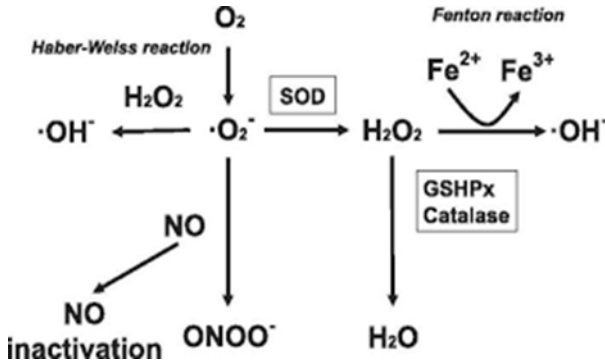
Bu seminerde literatürde, rutin olarak balık anestezisinde sentetik ajanlara alternatif bitkisel kaynaklı anestezi olarak kullanılabilecek esansiyel yağlar ve biyoaktif bileşenlerinin oksidatif statüde etkileri araştırılmıştır.

2. OKSİDATİF STRES

Oksijen, hücresel işlevlerde hayati rol oynayan elektronların ana biyolojik alıcısıdır. Ancak faydalı özelliklerine rağmen süperoksit, hidrojen peroksit ve hidroksil radikali gibi reaktif oksijen türlerinin (ROS) istenmeyen oluşumuna katkıda bulunur. Reaktif oksijen türleri serbest radikaller ve radikal olmayanlar olarak iki tipte sınıflandırılabilir (Scandalios ve ark., 2005). Bir veya daha fazla eşleşmemiş elektron içeren ve bu nedenle moleküle reaktivite veren moleküllere serbest radikal adı verilir ve eşleşmemiş elektronlarını paylaştıklarında ise radikal olmayan reaktif oksijen türleri oluşur (Birben ve ark., 2012). Reaktif oksijen türlerinin endojen ve/veya eksojen olmak üzere iki kaynaktan oluşabilir. Reaktif oksijen türlerinin enzimatik olmayan endojen kaynakları; Fenton ve Haber-Weiss reaksiyonu ürünüdür. Reaktif oksijen türlerinin enzimatik endojen kaynakları ise monoamin oksidaz, nikotinamidadenin dinükleotid fosfat hidrojen (NADPH) oksidaz, ksantinoksidoredüktaz, araşidonik asit ve Sitokrom p450 oksidaz gibi enzimlerin reaksiyon ürünleridir. ROS'un diğer bazı endojen kaynakları ise mitokondri (elektron taşıma zinciri aracılığıyla), endoplazmik retikulum, peroksizomlar, lizozomlar ve reseptör aracılı ROS üretimidir (Noori, 2012). Genel olarak ROS'un, esas olarak hücresel bölmelerdeki lipidlerin, proteinlerin ve nükleik asitlerin yapısal modifikasyonunu içeren ve apoptoz ile sonuçlanan çeşitli zarar verici etkileri vardır (Lushchak, 2011). Lipid peroksidasyonu, çoklu doymamış yağ asitlerinin serbest radikal saldırısına yatkın

lipidleri peroksidasyondan ve proteinleri ise karbonilizasyondan korumaktadır. Balıklarda ROS'u ortadan kaldırmak için etkili antioksidan sistem, antioksidan enzimler (süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), glutatyon peroksidaz (GPx), glutatyon-S-transferaz (GST) ve enzimatik ve protein yapılı olmayan (NPSH) gibi moleküllerden oluşmaktadır. SOD, hücrelerde üretilen ROS'un ortadan kaldırılmasından sorumlu ana enzimlerden biridir (Cheeseman ve Slater, 1994). Bu enzim, ROS'u H_2O_2 ve H_2O 'ya dönüştürür ve daha sonra CAT ve GPx enzimlerinin etkisiyle H_2O_2 'nin H_2O ve O_2 'ye dönüşümü sağlanır (Velisek ve ark., 2011). GST, vücudun antioksidan savunmasında ve endojen ve ekzojen bileşiklerin (ksenobiyotikler) detoksifikasyon sürecinde yer alan bir enzimdir (Resim 2) (Frova, 2006).

Resim 2. Oksidatif Stres Reaksiyonları, Serbest Radikaller ve Antioksidan Enzimler



Kaynak: (URL-1, 2024).

3. BALIK VE OKSİDATİF STRES

Balıklarda kirletici maddeler çevresel hipoksi ve su ürünleri yetiştiriciliğinde ozonlamanın kullanılması gibi faktörler ROS artışına neden olur (Livingstone, 2003). Sıcaklık, oksijen ve tuzluluktaki değişiklikler, ROS üretimi ve

eliminasyonu arasındaki dengesizliğin tetiklenmesi yoluyla doğal ve yapay koşullar altında oksidatif strese neden olabilir. Ayrıca bakır, krom, cıva, arsenik gibi geçiş metali iyonları gibi kullanılan pestisitler, insektisitler, herbisitler ve fungusitlerde balıklarda oksidatif strese neden olabilir. Bunlarla birlikte balıkların yakalanması, taşınması, işlenmesi, stoklanma yoğunluğu ve yetersiz beslenme gibi faktörlerde oksidatif stresin kaynağını oluşturabilmektedir (Harper ve Wolf, 2009). Balıklarda stres morfolojik ve fizyolojik birçok değişikliğe neden olmaktadır. Termik santral atıklarıyla kirlenen sulara maruz kalan balıklar hipoglisemik, hiperlipidemik ve hiperkolesterolemik hale geldiği zaman bağışıklık sistemlerinin etkilenmesiyle zayıf ve hastalıklara karşı savunmasız hale geldiği bilinmektedir (Javed ve ark., 2016). Metil cıva klorür ve cıva klorürün toksisitesi aynı zamanda *Oncorhynchus mykiss*'in yavrularının sağlığını ve büyümesini de etkilediği rapor edilmiştir (Wobeser, 1975). Balıkların yanlış işlenmesinin doğurganlığını azalttığı, hatta bazı balık türlerinin neslinin tükenmesine neden olduğu belirtilmiştir (Sadovy, 2001). Genel olarak herhangi bir stres etkeni balığın üremesini, gamet kalitesini ve yavrularını etkileyebilir. Çalışmalar, farklı balık taksonlarının strese karşı farklı seviyelerde toleransa sahip olduğunu, yani şiddetin türe bağlı olarak değişebileceğini ortaya koymuştur. Hatta son 10 yılda balıkların üremesinin strese duyarlılığı konusundaki çalışmalar, su ürünleri yetiştiriciliğinde en önemli ilgi odaklarının birini oluşturmuştur. Örneğin, sazan balıkları (*Cyprinus carpio*) spermatozoalarının durokinon gibi kimyasallara maruz kalması oksidatif stres yoluyla üremesini bozduğu rapor edilmiştir (Zhou ve ark., 2006). Yine sudaki bakırın semiz balığının (*Pimephale promelas*) üreme siklusundaki stres bağlı etkinliği ortaya konulmuştur (Gerking, 1980). Dolayısıyla bozulan su ortamının balıkların büyüme ve gelişmesini büyük ölçüde etkilediği açıktır. Ayrıca, kirliliğin su ortamında yol açtığı değişikliklerin birincil ve gözle görülür

etkisi, balık vücudu ve onun üreme ve büyüme biyolojisi üzerinde önemli etkiye sahip olan ve toplam balık üretimini kümülatif olarak etkileyen bozulmuş pH ve sıcaklık gibi faktörlerdir. Baldissera ve ark. (2019), hipoksi ve ardından reoksijenasyona maruz bırakılan *L. alexandri*'nin biyoenerjetik dengesizliğini incelemiş ve reoksijenasyon sırasında solungaçlarda daha yüksek ROS seviyelerini gözlemlemişlerdir. Balığın suda veya düşük konsantrasyonlarda etanol içeren suda işlenmesi, işlemden hemen sonra karaciğerde tiyobarbitürik asit reaktif maddelerinde ve karbonil proteininde artış olasılığıyla birlikte prooksidan ve antioksidan arasındaki dengeyi de etkileyebildiği gösterilmiştir (Souza ve ark., 2018).

4. BALIK ANESTEZİKLERİ VE OKSİDATİF STRES İLİŞKİSİ

Son yıllarda hayvan refahında kullanımdan kaynaklanan travmayı azaltmak için giderek artan sayıda balık anesteziği kullanılmaktadır (Wang ve ark., 2019; Aydın ve Barbas, 2020). Balık anestetikleri şu anda sentetik anestetikler veya bitki kaynaklı anestetikler olarak sınıflandırılmaktadır (Purbosari ve ark., 2019). Anestezi indüksiyonu sırasında balıklar, operküler vuruşun azalması nedeniyle hipoksiye benzer bir durum yaşarlar. Daha sonra anesteziden sonra iyileşme sırasında doku reoksijenasyonu meydana gelir ve buna genellikle dokularda ROS oluşumu eşlik eder (Velisek ve ark., 2011). Bitkilerden elde edilen esansiyel yağların (EO) farklı özelliklerinden dolayı (anestezik, antioksidan, ve antimikrobiyal vb.) kullanımları refah statüsünün iyileştirdiği için araştırmaların odak noktası olmuştur.

4.1.Sentetik Balık Anestezikleri ve Oksidatif Stres

Kimyasal olarak sentezlenen anesteziklerin balık üzerinde üremenin baskılanması, karaciğer fonksiyon

değişiklikleri ve mukus salgılanması dahil çeşitli olumsuz etkileri vardır (Purbosari ve ark., 2019) ve Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç İdaresi (FDA), gıda balıklarında kullanım için yalnızca trikain metan sülfonatu onaylamıştır (Carter ve ark., 2011). Su ürünleri yetiştiriciliğinde literatür tarandığında sentetik anesteziklerin, Nil tilapiası (*Oreochromis niloticus*) için benzokain (Rucinque ve ark., 2017), paçama (*Lophiosilurus alexandri*) için quinaldine (Ribeiro ve ark., 2019), kanal yayın balığı (*Ictalurus punctatus*) için MS-222 (Small, 2003), *Sparus aurata* ile *O. mykiss* için 2-fenoksietanol kullanılmıştır (Coyle ve ark., 2004). MS-222, su ürünleri yetiştiriciliğinde en çok kullanılan sentetik anesteziktir (Popovic ve ark., 2012), ancak birçok ülkede maliyeti yüksektir ve plazma kortizolünün kontrolünde düşük etkinliğe sahiptir (Tarkhani ve ark., 2017). Ayrıca MS-222 kanserojen olarak kabul edilir (Pirhonen ve Schreck, 2003). Bununla birlikte kardiyovasküler sistem ve solunum hasarına neden olduğu çalışmalar da mevcuttur (Popovic ve ark., 2012).

Antioksidan biyobelirteçlerin değerlendirilmesi organizmalarda oksidatif stresin araştırılmasında kritik öneme sahiptir (Stara ve ark., 2014). SOD ve CAT dokularda ksenobiyotiklerin biyoaktivasyonu sırasında oluşan reaktif oksijen türlerini ortadan kaldıran başlıca enzimlerdir (Bhattacharya, 2006). SOD ve CAT sistemlerinin indüksiyonu reaktif oksijen türlerine karşı savunma hattını sağlar. Katalaz esas olarak peroksizomlarda bulunur ve peroksizomlardaki uzun zincirli yağ asitlerinin metabolizmasından üretilen hidrojen peroksitin azaltılmasından sorumludur (Sheikh ve ark., 1998). Priborsky ve ark. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, SOD ve CAT aktiviteleri test edilen tüm anesteziklerde (MS 222, karanfil yağı, 2-fenoksietanol ve Propiscin) kontrol grubundakine kıyasla farklı olarak bildirilmiştir. Velisek ve ark. (2011) ise MS 222, karanfil yağı, 2-fenoksietanol ve propiscin

ile anestezisi sonrası, gökkuşağı alabalıklarında artan oksijen türlerinin lipid ve proteinlere zarar verdiğini, antioksidan kapasiteyi azalttığını rapor etmişlerdir. Yine MS-222'nin zebra balığı embriyolarında oksidatif stres, hücre proliferasyonu ve apoptoz ile ilgili biyokimyasal ve transkripsiyonel değişiklikleri indüklediği bir diğer çalışmayla gösterilmiştir (Felix ve ark., 2020). Ancak literatürde MS-222'in antioksidan kapasiteyi etkilemediği çalışmalarda vurgulanmıştır. Stringhetta ve ark. (2017) juvenile tambaqui'nin kısa süreli sedasyonunda MS-222'nin solungaç ve karaciğer dokularında antioksidan kapasiteyi değiştirmediğini rapor etmişlerdir.

4.2.Doğal Bileşiklerden Elde Edilen Balık Anestezikleri ve Oksidatif Stres

Sentetik anestetiklerin doku kalıntıları nedeniyle insan ve balık sağlığının yanı sıra çevre üzerindeki olumsuz etkilerine ilişkin endişeleri de beraberinde getirmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliği endüstrisi, kuluçkahaneden son ticari aşamaya kadar hedefi tehlikeye atabilecek çeşitli stresli durumlarla (taşıma, döllenme vb.) türlerin refahı için birçok konu ile uğraşmaktadır (Ashley, 2007; Sampaio ve Sneddon ve ark., 2016; Sánchez-Muros ve ark., 2017). Bitkisel EO'ların birçok araştırmada stresin biyokimyasal ve endokrin etkilerini azalttığı gösterilmiştir.

Bitki kaynaklı anesteziklerin yapısında bulunan bileşenlerin antibakteriyel, antioksidan ve antistres gibi birçok olumlu biyofonksiyonu bulunmaktadır ve insan sağlığı açısından düşük riskli olarak kabul edilmektedir (Aydın ve Barbas, 2020; Purbosari ve ark. 2019). Uçucu yağ anestezikleri en etkili bitki kaynaklı anestezikler olarak kabul edilmektedir (Aydın ve Barbas, 2020). Bitki esansiyel yağı, yapraklar, çiçekler, meyveler, tohumlar, tomurcuklar ve saplar gibi aromatik bitki kısımlarından elde edilen aromatik özelliklere sahip bir tür

uçucu sıvıdır (Baptista-Silva ve ark., 2020). Balıklarda EO'ların oksidatif strese verdikleri tepkiler EO'illerin konsantrasyonuna, kemotipine ve balık türüne göre değişiklik göstermektedir. Bununla birlikte, indüksiyon ve geri kazanım için gereken konsantrasyon ve süre her bir uçucu yağa (Ostrensky ve ark., 2016), türlere (Fernandes ve ark., 2016), hayvanların büyüklüğüne (Tarkhani ve ark., 2017) göre değişir, bu nedenle belirli bir türde kullanmadan önce her bir anestezi maddenin değerlendirilmesi gerekmektedir. Örneğin, taşıma sırasında gümüş yayın balığında *L. alba*'nın EO'sunun ($10-20 \mu\text{L}^{-1}$, linaloolkemotipi) oksidatif stresi baskıladığı rapor edilmiştir (Azambuja ve ark., 2011). Ancak bu EO (linalool kemotipi) daha yüksek konsantrasyonlarının ($30-40 \mu\text{L}^{-1}$) gümüş yayın balığı ve yaldızlı çipurada oksidatif stresi uyardığı rapor edilmiştir (Salbego ve ark., 2014; Toni ve ark., 2015). Diğer taraftan literatürde, linalool ve sitral kemotipleriyle anestezi uygulanan gümüş yayın balıklarında, anestezi sonrasında renal ve hepatik tiobarbitürik asit reaktif türlerinin (TBARS) artmadığını gösteren bazı çalışmalar mevcuttur. Yine, sitral kemotip ile anestezi uygulanan balıklarda protein karbonilasyon seviyeleri, süperoksit dismutaz, katalaz ve glutatyon S-transferaz aktivitelerinin yanı sıra protein olmayan tiyol seviyelerinin kontrollerle karşılaştırıldığında her iki dokudaki gruplarda yüksek değerleri tespit edilmiştir. Böylece her iki kemotipin EO'su antioksidan kapasiteye sahip olduğu, ancak linaloolkemotipinin anestezi için daha yüksek konsantrasyonlarının bile lipitlere veya proteinlere zarar vermediği, gümüş yayın balığının anestezi edilmesinde daha etkili olduğu ortaya konulmuştur (Souza ve ark., 2018). İlginçtir ki, gümüş yayın balığının *A. triphylla* (135 ve $180 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ -ana bileşiği sitraldır) EO'su ile anestezisinin karaciğerde katalaz ve glutatyon-S-transferaz aktiviteleri artışına bağlı olarak lipit peroksitler oluşumunu önleme yeteneğine sahip olduğu gösterilmiştir (Gressler ve ark., 2014). Benzer şekilde, M.

sylvatica ve *C. longa*'nın EO'ları ile *tambaqui*'nin anestezisi ve sedasyonunda kontrol ile karşılaştırıldığında beyin, karaciğer, solungaçlar ve böbrek gibi çeşitli dokularda daha düşük lipid peroksidasyon seviyeleri ile süperoksit dismutaz, katalaz, glutatyon peroksidaz, glutatyon redüktaz ve glutatyon-S-transferaz gibi antioksidan enzimlerin aktivitelerinde artışa ve buna karşın protein olmayan tiyollerin seviyelerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Saccol ve ark., 2016). Sazan balığı anestezisinde karanfil yağının ($30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) çeşitli dokularda TBARS ve karbonil protein seviyeleri değiştirmedığı ve özellikle beyinde süperoksit dismutaz aktivitesini azalttığı rapor edilmiştir. Aynı çalışmada beyin ve solungaçlarda glutatyonun redüktaz ve glutatyon peroksidaz aktivitesinde de düşüşler görüldüğü ortaya konulmuştur (Velisek ve ark., 2011). Ayrıca EO'ların taşıma sırasında suda kullanılması antioksidan savunma sistemini aktive etmek için de faydalıdır. Gümüş yayın balığı nakil işlemi sırasında taşıma suyuna eklenen *L. alba* (kemotip linalool) (10 ve $20 \text{ } \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$) ve *Aloysia triphylla* (30 ve $40 \text{ } \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$) esansiyel yağlarının balıkların redoks durumunda iyileşme gösterdiği ortaya konulmuştur (Azambuja ve ark., 2011; Zeppenfeld ve ark., 2014). Ancak bu etkinin kullanılan konsantrasyonlara bağlı olduğu belirtilmektedir. Bir diğer çalışmada Salbego ve ark. (2014) nakil öncesi ($200 \text{ } \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 3 dakika) ve nakil süresince (30 veya $40 \text{ } \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 6 saat) suya eklenen *L. alba* (kemotiplinalool) esansiyel yağının hepatik katalaz, glutatyon-S-transferaz ve glutatyon peroksidazın aktiviteleri ile protein olmayan tiyol grupları ve askorbik asit seviyelerinin önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, EO'nun her iki konsantrasyonla da taşınan balıkların karaciğer dokusunda hepatik TBARS, protein oksidasyon seviyeleri ve lipid peroksidasyon/katalaz+glutatyon peroksidaz oranının önemli ölçüde yüksekliği, oksidatif stresin varlığını gösterdiği de vurgulanmıştır. *Melaleuca alternifolia* esansiyel yağına 6 saat boyunca maruz kalma (hafif sedasyon $25 \text{ } \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$)

hepatik TBARS düzeylerinde azalmaya ve ardından da glutatyon-S-transferaz aktivitesinde artışa neden olduğu rapor edilmiştir (Souza ve ark., 2018). Yine, Tambaqui'nin *N. grandiflora* EO'sunun sakinleştirici bir konsantrasyonda (30 µL L⁻¹) uygulanımı sonucu kaslar ve solungaçlarda herhangi bir oksidatif yanıtı sebep olmadan 10 saat süresince güvenli bir şekilde taşınabileceği vurgulanmıştır (Barbas ve ark., 2017). 20-60 gün boyunca farklı diyet takviyeleri ile balıklara verilen esansiyel yağlar genellikle oksidatif durumunu iyileştirdiği tespit edilmiştir. *O. tilapia*, *Cymbopo goncitratus*'un (kg başına 0,4 g) ve *Pelargonium graveolens* (kg başına 0,2 g) esansiyel yağının diyet ilavesinin bazal diyetle beslenen balıklara göre katalaz, glutatyon redüktaz, lizozim aktivitelerini arttırdığı ve malondialdehit (MDA) seviyelerinin azalttığı bulunmuştur (Al-Sagheer ve ark., 2018). *A. Triphylla* esansiyel yağının (kg başına 2,0 mL) ile beslenen gümüş yayın balıklarında, kontrol diyetiyle beslenen balıklarla karşılaştırıldıklarında beyin, karaciğer ve kaslarda TBARS ve lipid hidroperoksit, süperoksit dismutaz, katalaz ve protein olmayan tiyollerin seviyelerinde düşüşlerin olduğu tespit edilmiştir (Zeppenfeld ve ark., 2017). Yine *L. alba*'nın EO ilaveli diyetle beslenen balıklarda (linaloolkemotipi, başına yaklaşık 0,5-2,0 mL kg) kontrol diyetiyle beslenenlerle çeşitli organların oksidatif parametreleri kıyaslandığında süperoksit dismutaz, katalaz ve glutatyon peroksidaz aktiviteleri ve protein olmayan tiyol içeriği uyarılırken, lipoperoksidasyon ve TBARS'ın azaldığı tespit edilmiştir (Saccol ve ark., 2016). Bununla birlikte, gökkuşağı alabalığında *Salvia officinalis*, *Mentha spicata* ve *Thymus vulgaris* esansiyel yağlarının 0,5-1,0 g kg⁻¹ diyet ilavelerinin kontrol diyetiyle beslenen balıklarla karşılaştırıldığında, hepatik süperoksit dismutaz, katalaz, glutatyon redüktaz, glutatyon-S-transferaz ve glutatyon peroksidaz aktiviteleri artarken malondialdehit seviyesinin azaldığı görülmüştür (Sönmez ve ark., 2015). Sentetik anestetiklere doğal alternatifler arasında içerisinde karanfil

yağında bulunduğu birçok uçucu yağın bileşiminde bulunan öjenol, su ürünleri yetiştiriciliğinde anestezi madde olarak ilgi uyandırmaktadır (Hoseini ve ark. 2019; Aydın ve Barbas, 2020). Örneğin karanfil yağında bileşiminde de bulunan öjenolün gökkuşakı alabalığı (Keene ve ark., 1998), kanal yayın balığı (Small, 2003), pacamã (Ribeiro ve diğerleri, 2013) ve Nil tilapyası (Kheawfu ve ark., 2017) anestesizinde etkili ve güvenli olduğu rapor edilmiştir. Fesleğen (*Ocimum gratissimum* L.), tüm balıklarda kullanılabilen otsu bir bitki türüdür. Bu bitkiden elde edilen uçucu yağın bileşeni olan farklı kemotipleri (öjenol, timol ve geraniol) balıklarda anestezi olarak kullanım potansiyeline sahiptir (Boijink ve ark., 2016; Silva ve ark., 2015; Vieira ve ark., 2001).

Tüm bu bilgilere karşıt olarak, doğal anesteziklerin, stresin etkilerini azaltmak için kullanılmasına rağmen, glikoz, kortizol, aspartat aminotransferaz (AST), alanin amino transaminaz (ALT) ve alkalın fosfataz (ALP) artışı gibi biyokimyasal ve hematolojik değişiklikler gibi bazı istenmeyen tepkilere de neden olabildiği ortaya konulmuştur (Souza ve ark., 2018; Abdolazizi ve ark., 2011; Feng ve ark., 2011; Ribeiro ve ark., 2019). Ayrıca gökkuşakı alabalığı ve gümüş yayın balığı (Velisek ve ark., 2011) ile gümüş kedi balığı (Souza ve ark., 2018) gibi balıklarda anestezi olarak kullanılan bazı esansiyel yağların oksidatif hasara neden olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 1. Bazı Esansiyel Yağların Oksidatif Stres Statüsüne Etkileri

Esansiyel yağ	Temel [aktif] bileşeni	Balık türü	Oksidatif stres statüsüne etkisi	Kaynak
Lippia alba	b-linalool (50.56%)	R. quelen	Karaciğer ve böbrekte TBARS ve protein karbonil seviyesinde azalma	Souza ve ark., 2018
L. alba	Linalool	R. quelen	Oksidatif stres artışı	Salbego ve ark., 2014
Melaleuca alternifolia	Terpinen-4-ol (27.15)	R. quelen	Oksidatif stres hasarından koruma	Baldissera ve ark., 2017a

Kaynak: (Souza ve ark., 2019)

5. SONUÇ

Su ürünleri sektörü son 20-30 yılda önemli gelişmeler kaydeden sektörlerden birisi olarak önem arz etmektedir. Özellikle su ürünleri yetiştiriciliği ile sağlanan gelirin bu gelişmede payı azımsanmayacak ölçüde büyüktür. Ancak yetiştiricilik işletmelerinde önemli bir sıkıntı olarak bilinen stres yetiştiricileri zor durumlarda bırakabilmektedir.

Balık yetiştiricilik tesislerinde önemli sorunların başında gelen stres, birçok faktörün etkisi altında olup bağışıklık sistemini olumsuz etkileme özellikle balıklarda oksidatif stres belirtilerinde yükselmelere neden olmaktadır. Bu nedenle bu stres faktörlerinden balığı uzak tutmak, rutin kontrollerle destek vermek balık sağlığı için önemlidir.

Bilindiği üzere su ürünleri yetiştiriciliğinde balıklarda stres oluşturan birçok sebep bulunmakta iken yoğun olarak yapılan rutin işlemlerde (nakil, aşılama, boylama, yemleme vb.) ayrıca stres faktörü olarak değerlendirilmektedir. Bu stresörler karşısında balıklardaki stresi en aza indirmede en etkili yollardan birisi mutlak surette anestezi kullanımıdır. Ancak

kimyasal ve sentetik olarak kullanılan anesteziik maddelerin de olası etkilerinden çok olumsuzluklara neden olmaları (rezidü sorunu, kanserojen madde içermeleri vb.) bir handikap olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle son yıllarda su ürünleri yetiştiriciliğinde doğal kaynaklı anesteziik madde kullanımı tercih edilmekte ve yan etkilerinin yok denecek kadar az olmaları ile de kullanım oranları yaygınlaşmaktadır.

Doğal kaynaklı anesteziik madde olarak özellikle bitkilerin esansiyel yağlarında bulunan biyoetkili bileşenlerin kullanımı son yıllarda birçok araştırmacı tarafından ortaya konulmuş ve etkin sonuçlar edilmiştir.

Bu araştırmada esansiyel yağların anesteziik madde olarak kullanımının su ürünleri yetiştiriciliği stres yönetimindeki etkinliği literatür eşliğinde değerlendirmiş ve etkili ve güvenilir olduğu kanısına varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Abdolazizi, S., Ghaderi, E., Naghdi, N., Kamangar, B.B., 2011. Effects of cloveoil as an anesthetic on somehematological parameters of *Carassius auratus*. J. Aquacult. Res.Develop., 2: 2–4.
- Al-Sagheer, A.A., Mahmoud, H.K., Reda, F.M., Mahgoub, S.A., Ayyat, M.S., 2018. Supplementation of diets for *Oreochromis niloticus* with essential oil extracts from lemon grass (*Cymbopo goncitratus*) and geranium (*Pelargonium graveolens*) and effects on growth, intestinal microbiota, antioxidantand immune activities. Aquacult. Nutr., 24: 1006–1014.
- Ashley, P.J., 2007. Fishwelfare: curren tissues in aquaculture. Appl. Anim. Behav. Sci., 104: 199–235.
- Aydın B, Barbas L., 2020. Sedative and anesthetic properties of essential oils and theiractive compounds in fish: a review. Aquaculture 520:734999.
- Azambuja, C.R., Mattiazzi, J., Riffel, A.P.K., Finamor, I.A., Garcia, L.O., Heldwein, C.G., 2011. Effect of the essentialoil of *Lippia alba*on oxidative stres parameters in silver cat fish (*Rhamdia quelen*) subjectedto transport. Aquaculture, 319: 156–161.
- Baldissera, M.D., Souza, C.F., Boaventura, T.P., Nakayama, C.L., Baldisserotto, B., Luz, R.K., 2019. Involvement of thephosphoryl transfer network in gillbio energetic imbalance of pacamã (*Lophiosilurusal exandri*) subjected tohypoxia: notable participation of creatinekinase. FishPhysiol. Biochem. 46: 405–416.
- Baptista-Silva, S., Borges, S., Ramos, O.L., Pintado, M., Sarmiento, B., 2020. The progress of essential oils as

- potential therapeutic agents: A review. J. Essent. Oil. Res., 32(4):279–295.
- Barbas, L.A.L., Maltez, L.C., Stringhetta, G.R., Garcia, L.O., Monserrat, J.M., Silva, D.T., 2017b. Properties of two plant extractives as anaesthetics and antioxidants for juvenile tambaqui *Colossoma macropomum*. Aquaculture, 469: 79–87.
- Bhattacharya, S.K., UH, S., 2006. Prevention of cadmium induced lipid peroxidation, depletion of some antioxidative enzymes and glutathione by a series of novel organo selenocyanates. Environ. Toxicol. Pharmacol., 22: 298–302.
- Biller, J., Takahashi, L.S., 2018. Oxidative stress and fish immune system: phagocytosis and leukocyte respiratory burst activity. An. Acad. Bras. Ciênc., 90: 3403–3414.
- Birben, E., Sahiner, U.M., Sackesen, C., Erzurum, S., Kalayci, O., 2012. Oxidative stress and antioxidant defense. World Allergy Organ J., 5(1):9-19.
- Boijink, C.L., Queiroz, C.A., Chagas, E.C., Chaves, F.C.M., Inoue, L.A.K.A., 2016. Anesthetic and anthelmintic effects of clove basil (*Ocimum gratissimum*) essential oil for tambaqui (*Colossoma macropomum*). Aquaculture, 457, 24–28.
- Burka, J.F., Hammell, K.L., Horsberg, T.E., Johnson, G.R., Rainnie, D.J., Speare, D.J., 1997. Drugs in salmonid aquaculture – A review. J. Vet. Pharmacol. Therapeut. 20(5): 333–349.
- Carter, K.M., Woodley, C.M., Brown, R.S., 2011. A review of tricaine methane sulfonate for anesthesia of fish. Rev. Fish. Biol. Fisher., 21(1):51–59.

- Cheeseman, K.H., Slater, T.F., 1994. An introduction to free radicals biochemistry. Oxford Acad. 49: 481–493.
- Congleton, J.L., 2006. Stability of some commonly measured blood-chemistry variables in juvenile salmonid sexposed to a lethal dose of the anaesthetic MS-222. Aquac. Res. 37: 1146– 1149.
- Coyle, S.D., Durborow, R.M., Tidwell, J.H., 2004. Anesthetics in Aquaculture. SRAC Publication No. 3900.Texas.
- Evans, P., Halliwell, B., 1999. Freeradicals and hearing: cause, consequence, and criteria. Ann. N. Y. Acad. Sci. 884: 19–40.
- Feng, G., Zhuang, P., Zhang, L., Kynard, B., Shi, X., Duan, M., Liu, J., Huang, X., 2011. Effect of anaesthetics MS-222 and clove oil on blood biochemical parameters of juvenile *Siberian sturgeon (Acipenser baerii)*. J. Appl. Ichthyol., 27: 595–599.
- Fernandes, I.M., Bastos, Y.F., Barreto, D.S., Lourenço, L.S., Penha, J.M., 2016. The efficacy of clove oil as an anaesthetic and in euthanasia procedure for small-sized tropical fishes. Braz. J. Biol., 77: 444–450.
- Frova, C., 2006. Glutathione transferases in the genome: new insights and perspectives. Biomol. Eng., 23: 149–169.
- Gerking S., F., 1980. Reproduction and Stress. Environ. D. Physiol. Fishes., 35: 569-576
- Gressler, L.T., Riffel, A.P.K., Parodi, T.V., Saccol, E.M.H., Koakoski, G., Costa, S.T., Pavanato, M.A., Heinzmann, B.M., Caron, B., Schmidt, D., Llesuy, S.F., Barcellos, L.J.G., Baldissotto, B., 2014. Silver catfish *Rhamdia quelen* immersion anaesthesia with essential oil of *Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britton or tricaine methane

- sulfonate: effect on stress response and antioxidant status. *Aquac. Res.*, 45: 1061–1072.
- Halliwell, B., Arouma O. I., 1991. DNA damage by oxygen-derived species Its mechanism and measurement in mammalian systems. *FEBS Letters*, 281: 9-19.
- Harper, C., Wolf, J.C., 2009. Morphologic Effects of the Stress Response in Fish. *ILAR J.* 50: 387-396.
- Hoseini, S.M., Taheri Mirghaed, A., Yousefi, M., 2019. Application of herbal anaesthetics in aquaculture. *Rev. Aquac.* 11: 550–564.
- Javed, M., Ahmad, I., Usmani, N., Ahmad, M., 2016. Studies on biomarkers of oxidative stress and associated genotoxicity and histopathology in *Channa punctatus* from heavy metal polluted canal. *Ecotoxicol. Environ. Safety*, 127: 163182.
- Jhonsson, G., 2003. Antioxidant intake, plasma, antioxidants and oxidative stress in a randomized, controlled, parallel, mediterranean dietary intervention study on patients with rheumatoid arthritis. *Nutrition Journal*, 2(5): 81-90.
- Kazun, K., Siwicki, A.K., 2001. Propiscin – a safe new anaesthetic for fish. *Arch.Pol. Fish.*, 9: 183–190.
- Keene, J.L., Noakes, D., Moccia, R.D., Soto, C.G., 1998. The efficacy of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquac. Res.*, 29: 89–101.
- Kheawfu, K., Pikulkaew, S., Chaisri, W., Okonogi, S., 2017. Nano emulsion: a suitable nano delivery system of clove oil for anesthetizing Nile tilapia. *Drug. Discov. Ther.*, 11: 181–185.

- Kristan, J., Stara, A., Polgesek, M., Drasovean, A., Kolarova, J., Priborsky, J., 2014. Efficacy of different anaesthetics for pike perch (*Sander luci operca* L.) in relation to water temperature. *Neuroendocrinol Lett.*, 35(2): 81–85.
- Livingstone, D.R., 2003. Oxidative stress in aquatic organisms in relation to pollution and aquaculture. *Revue. De. Med. Vet.*, 6: 427-432.
- Lushchak, V.I., 2011. Environmentally induced oxidative stress in aquatic animals. *Aqua. Toxicol.*, 101: 13–30.
- Neiffer, D.L., Stamper, M.A., 2009. Fish sedation, anesthesia, analgesia, and euthanasia: considerations, methods, and types of drugs. *ILAR J.*, 50: 343–360.
- Ostrensky, A., Pedrazzani, A.S., Vicente, A.L., 2016. Use of MS-222 (Tricaine methane sulfonate) and propofol (2,6-diisopropylphenol) as anaesthetics for the tetra *Astyanax altiparanae* (Teleostei, Characidae). *Aquac. Res.* 47: 3477–3488.
- Pirhonen, J., Schreck, C.B., 2003. Effects of anaesthesia with MS-222, clove oil and CO₂ on feed intake and plasma cortisol in steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 220, 507–514.
- Poli, G., Leonarduzzi, G., Biasi, F., Chiarotto, E., 2012. Oxidative stress and cell signalling. *Curr. Med. Chem.*, 11: 1163–1182.
- Popovic, T.N., Strunjak-Perovic, I., Coz-Rakovac, R., Barisic, J., Jadan, M., Persin, B.A., Sauerborn, K.R., 2012. Tricaine methane-sulfonate (MS-222) application in fish anaesthesia. *J. Appl. Ichthyol.* 28: 553–564.
- Priborsky, J., Stara, A., Rezabek, J., Zuskova, E., Lepic, P., Velisek, J., 2015. Comparison of the effect of four anaesthetics on haematological profiles, oxidative stress

- and antioxidant enzymes in barbel (*Barbus barbus*). Neuro. Endocrinol. Lett., 36 (1):141-146.
- Purbosari, N., Warsiki, E., Syamsu, K., Santoso, J., 2019. Natural versus synthetic anesthetic for transport of live fish: A review. Aquacult. Fish., 4(4):129–133.
- Ross, L.G., Ross, B., 2008. Anaesthetic and sedative techniques for aquatic animals. Blackwell, Oxford, 240 pp.
- Saccol, E.M.H., Toni, C., Pêst, S., Ourique, G.M., Gressler, L.T., Silva, V.F., 2016. Anaesthetic and antioxidant effects of Myrciasylvatica(G. Mey.) DC. And Curcuma longa L. Essential oils on tambaqui (*Colossoma macropomum*). Aquac. Res., 48: 2012–2031.
- Salbego, J., Becker, A.G., Gonçalves, J.F., Menezes, C.C., Heldwein, C.G., Spanevello, R.M., 2014. The essential oil from Lippia alba induces biochemical stress in the silver catfish (*Rhamdia aquelen*) after transportation. Neotrop. Ichthyol., 12: 811–818.
- Sánchez-Muros, M.J., Sánchez, B., Barroso, F.G., Toniolo, M., Trenzado, C.E., Rus, A.S. 2017. Effects of rearing conditions on behavioural responses, social kinetics and physiological parameters in gilthead seabream *Sparus aurata*. Appl. Anim. Behav. Sci., 197: 120–128.
- Scandalios, J.G., 2005. Oxidative stress: molecular perception and transduction of signal triggering antioxidant gene defenses. Braz. J. Med. Biol. Res., 38(7): 995-1014.
- Sheikh, F.G., Pahan, K., Khan, M., Barbosa, E., Singh, I., 1998. Abnormality in catalase import into peroxisomes leads to severe neurological disorder. Proc. Natl. Acad. Sci., 95: 2961–2966.
- Small B.C., 2003. Anesthetic efficacy of metomidate and comparison of plasma cortisol responses to tricaine

- methane sulfonate, quinaldine and clove oil anesthetized channel catfish *Ictalurus punctatus*. *Aquaculture*, 218: 177–185.
- Sneddon, L.U., 2012. Clinical anesthesia and analgesia in fish. *J. Exot. Pet. Med.*, 21: 32–43.
- Souza, C.F., Baldissera, M.D., Bianchini, A.E., da Silva, E.G., Mourão, R.H.V., da Silva, L.V.F., Schmidt, D., Heinzmann, B.M., Baldisserotto, B., 2018. Citral and linalool chemotypes of *Lippia alba* essential oil as anesthetics for fish: a detailed physiological analysis of side effects during anesthetic recovery in silver catfish (*Rhamdia quelen*). *Fish. Physiol. Biochem.*, 44: 21–34.
- Souza, C.F., Baldissera, M.D., Baldisserotto, B., Heinzmann, B.M., Martos-Sitcha, J.A., Mancera, J.M., 2019. Essential oils as stress-reducing agents for fish aquaculture: a review. *Front. Physiol.* 10: 1–17.
- Sönmez, A. Y., Bilen, S., Alak, G., Hisar, O., Yanik, T., and Biswas, G. (2015). Growth performance and antioxidant enzyme activities in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles fed diets supplemented with sage, mint and thyme oils. *Fish Physiol. Biochem.*, 41: 165–175.
- Stadtman, E.R., Levine, R.L., 2003. Free radical-mediated oxidation of free amino acids and amino acid residues in proteins. *Amino Acids*, 25: 207–218.
- Tarkhani, R., Imani, A., Jamali, H., Farsani, H.G., 2017. Anaesthetic efficacy of eugenol on various size classes of angel fish (*Pterophyllum scalare* Schultze, 1823). *Aquac. Res.*, 48: 5263–5270.
- Toni, C., Martos-Sitcha, J. A., Baldisserotto, B., Heinzmann, B. M., Silva, L. L., Martínez-Rodríguez, G., 2015. Sedative

effect of 2-phenoxyethanol and essential oil of *Lippia alba* on stress response in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Res. Vet. Sci. 103: 20–27.

URL-1, 2024. https://www.researchgate.net/figure/Mechanism-of-oxidative-stress-46-Sekil-1-Oksidatif-stresin-mekanizmasi-46_fig1_322195060

Velisek, J., Stara, A., Li, Z.H., Silovska, S., Turek, J., 2011. Comparison of the effects of four anaesthetics on blood biochemical profiles and oxidative stress biomarkers in rainbow trout. Aquaculture, 310: 369–375.

Wang, W., Dong, H., Sun, Y., Cao, M., Duan, Y., Li, H., Liu, Q., Gu, Q., Zhang, J., 2019. The efficacy of eugenol and tricaine methanesulphonate as anaesthetics for juvenile Chinese sea bass (*Lateolabrax maculatus*) during simulated transport. J. Appl. Ichthyol., 35(2):551–557.

Wobeser, G., 2005. Acute toxicity of methyl mercury chloride and mercuric chloride for rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fry and fingerlings. J. Fish. Res., Board.

Zeppenfeld, C.C., Saccol, E.M.H., Pês, T.S., Salbego, J., Koakoski, G., Santos, A. C., 2017. Aloysiatriphylla essential oil as food additive for *Rhamdia quelen*- Stress and antioxidant parameters. Aquac. Nutr. 23: 1362–1367.

Zhou, B., Liu, W., Siu W.H.L., Toole D., Lama P.K.S., Wu, R.S.S., 2006., Aquat. Toxicol. 77: 136-145.

A STUDY ON *OXYNOEMACHEILUS* BĂNĂRAESCU & NALBANT, 1966 SPECIES (FAMILY: NEMACHEILIDAE) LIVING IN THE SEYHAN AND CEYHAN BASINS

Sibel ALAGÖZ ERGÜDEN¹

1. INTRODUCTION

Oxynemacheilus species, belonging to the Nemacheilidae family, known as scavenger or stone cutter fish, are small fish distributed in the fresh waters of Asia, Europe and Northeast Africa. Nemacheilidae has approximately 43 genera and more than 714 species (Froese & Pauly, 2024).

The genus *Oxynoemacheilus* is species rich and widely distributed worldwide. Despite its wide distribution area, species diversity is limited. A total of 67 species have been described and reported in recent years (Erk'akan et al., 2007; Freyhof et al., 2011; Erk'akan 2011; Freyhof et al. 2016; Freyhof and Özuluğ 2017; Turan et. al., 2019; Bektas et al., 2022; Yoğurtçuoğlu et al., 2022; Turan et al., 2023).

In Turkey, Nemacheilidae family has a great diversity with a total of 48 species, 28 of which are endemic (Çiçek et al., 2022, Sungur, 2020; Turan et al., 2019). The reason why freshwater fish in Türkiye are diverse and characterized by a high density of endemic species; Türkiye's geological history plays an important role.

¹ Çukurova Üniversitesi, İmamoğlu Meslek Yüksekokulu, Su Ürünleri Programı, Adana, alagozs@cu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4363-433X.

Seyhan basin includes the Göksu and Zamantı branches and the basin of the Seyhan River. Its total area is 20,731 km². The annual rainfall in the Seyhan River Basin is 211.07 m³/sn (Anonymous, 2023a).

After passing the city center, the Seyhan River turns southwest from Çukurova, where it played a major role in its formation, and flows into the Mediterranean from Deli Burnu, which forms a prominent protrusion, and on it is the Seyhan Dam Lake, which was put into operation in 1956 and is still in operation (Cengizler and Sahan Azizoglu, 2000).

The Ceyhan basin, which enters Central Anatolia from the Gulf of Iskenderun, covers the Ceyhan and Yumurtalık districts and parts of Kozan districts of Adana province, covers an area of approximately 2.687,467 ha and is 509 km long (Anonymous, 2023b). It is determined on fish fauna by Kara et al. (2004), Bostancı (2006), Erk'akan and Özdemir (2011), Alagoz and Goksu (2012) and Bayçelebi (2020) in the Seyhan and Ceyhan.

Kara et al. (2004) identified the *Oxynoemacheilus angorae* (Ceyhan River) species in their study titled middle and upper Ceyhan basin fish fauna. Bostancı (2006), In the study on the fish fauna of the Seyhan, Ceyhan, and Asi Rivers, two species of *Oxynoemacheilus*, *Oxynoemacheilus argyrogramma* (Ceyhan River) and *Oxynoemacheilus samanticus* (Seyhan river) were identified.

Bayçelebi (2020), in his study titled distribution and diversity of fish in the Seyhan, Ceyhan, and Orontes River systems were found seven species. These are species; *Oxynoemacheilus cilicicus* (Seyhan and Ceyhan River), *Oxynoemacheilus seyhanicola* (Seyhan River), *Oxynoemacheilus samanticus* (Seyhan River), *Oxynoemacheilus seyhanensis* (Seyhan River); *Oxynoemacheilus cilicicus* (Seyhan

and Ceyhan River), *Oxynoemacheilus evreni* (Ceyhan River), *Oxynoemacheilus ceyhanensis* (Ceyhan River).

Freyhof et al. (2021), identified the *Oxynoemacheilus sarus* (Ceyhan and Seyhan River) species in their study titled *Oxynoemacheilus sarus*, a new Nemacheilid loach from the lower Ceyhan and Seyhan in southern Anatolia (Türkiye).

This research attempted to indicate the current status and distribution of species belonging to the genus *Oxynoemacheilus* determined in the Seyhan and Ceyhan River systems (southern Anatolia, Türkiye). In the study, Erguden Alagöz (2017) and the studies of other researchers (Kara et al., 2004; Bostancı, 2006; Bayçelebi, 2020; Çiçek et al., 2020) were used. Some morphological (metric and meristic) characteristics of the samples are also mentioned.

2. MATERIAL AND METHOD

Information such as the distribution of *Oxyne-macheilus* fish species living in the Seyhan and Ceyhan River basins and some of their morphological and ecological characteristics are given based on both national and international literature, internet databases, and author information.

3. RESULTS

3.1. Systematic Features

3.1.1. *Oxynoemacheilus samanticus*

Family: Nemacheilidae Regan, 1911

Genus: *Oxynoemacheilus* Bănăraescu & Nalbant, 1966

Species: *Oxynoemacheilus samanticus* (Bănăraescu & Nalbant, 1978) (Figure 1)

Name: Samanti sportive loach

Location: Seyhan

Distribution Area: Seyhan River Basin, Kızılırmak River drainages

Where it is found: Endemic

IUCN Red List Status: [LC] (IUCN, 2024)

Diagnosis: D: III- 8; A: III-5

Morphological features

- The body is cylindrical.
- The eyes are small . The nose is long and cylindrical.
- The dorsal fin starts from the front of the ventral fin.
- Its mouth shape is bow-shaped and there are 3 pairs of whiskers around the mouth.
- The caudal fin is deeply forked.
- Pectoral fins are short
- Body color is yellowish or brown. There are also large, irregularly shaped, dark brown spots.

Habitat and Ecology

Fast-flowing waters of streams and rivers with gravel substrate (IUCN, 2024).

Figure 1. *Oxynoemacheilus samanticus* (Bănărescu & Nalbant, 1978) (Photo: Turan et al. 2023)



Oxynoemacheilus samanticus sampling year, habitat, coordinates, total length, and weight data are given in Table 1.

Table 1. Records of *Oxynoemacheilus samanticus* from the different river systems covering the period 2014-2023

Species					Total Length (cm)				Total Weight(g)		
<i>Oxyzomacheilus samanticus</i>	Habitat	Basin	Coordinate	Date	N	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
Erkakan et al. (2014)	Karaboğaz Creek	-	-	2014	40	4.5	8.6	-	-	4.3	-
Cicek et al. (2022)	Zamantı Stream	Seyhan	38°44'10"N 36°24'46"E	2014	21	4.4	6.6	5.31	0.65	2.43	1.34
Turan et al. (2023)	Delice	-	39.622°N 34.490°E	-	-	5.5(SL)	6.2(SL)	-	-	-	-
Turan et al. (2023)	Soruk	-	41.119°N 35.227°E	-	-	5.4(SL)	6.2(SL)	-	-	-	-

3.1.2. *Oxynoemacheilus seyhanicola*

Species: *Oxynoemacheilus seyhanicola* (Erk'akan, Nalbant & Özeren, 2007) (Figure 2)

Name: Adana loach

Location: Seyhan, Ceyhan

Distribution Area: Mediterranean tributary, Seyhan River Basin, and Ceyhan River

Where it is found: Endemic

IUCN Red List Status: [EN] (IUCN, 2024)

Diagnosis: D: III- 8; A: III-5; Pect: I-8; Pelv: II-6

Morphological features

- The body is cylindrical.
- The head is pointed.
- The eyes are large.
- The free part of the anal fin is flat.
- There are yellow and brown spots in places on the body.
- Tail fin tips are rounded and indented.

Habitat and Ecology

Moderately fast-flowing waters of rivers with gravel substrate (IUCN, 2024).

Figure 2. *Oxynoemacheilus seyhanicola* (Erk'akan, Nalbant & Özeren, 2007) (Photo: Eğlence Stream, Bayçelesi, 2020)



Oxynoemacheilus seyhanicola sampling year, habitat, coordinates, total length, and weight data are given in Table 2.

Table 2. Records of *Oxynoemacheilus seyhanicola* from the Ceyhan River systems covering the period 2022

Species						Total Length(cm)			Total Weight(g)		
<i>Oxynoemacheilus seyhanicola</i>	Habitat	Basin	Coordinate	Date	N	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
Cicek et al. (2022)	Ceyhan River	Ceyhan	38°05'35"N 36°59'40"E	2015	29	4.2	9.5	6.45	7.02	2.36	1.64
Cicek et al. (2022)	Ceyhan River	Ceyhan	-	2014	69	3.5	10.0	-	0.30	5.66	-

3.1.3. *Oxynoemacheilus seyhanensis*

Species: *Oxynoemacheilus seyhanensis* (Bănărescu, 1968)
(Figure 3)

Name: Samanti loach

Location: Seyhan

Distribution Area: Kizilirmak, Yesilirmak and Seyhan basins.

Where it is found: Native Species

IUCN Red List Status: [CR] (IUCN, 2024)

Diagnosis: D: II-8; A: II-5; P: I-10; V: I-6

Morphological features

- Their bodies are oval from the front and flattened from the sides towards the back.
- Tail stalk is high.
- There is a very well developed carina below and above the tail stalk.
- It is covered with very small scales.
- The lateral line is complete and extends to the initial level of the fin base.
- The mouth is located ventrally and has 3 pairs of short whiskers around it. Two pairs of these are located in the upper jaw, and the other pair is located in the lower jaw.
- Dorsal fin is in the middle of the body, its free edge is flat.

Habitat and Ecology

The species occurs in moderately fast-flowing waters of streams with gravel or muddy substrate (IUCN, 2024).

Figure 3. *Oxynoemacheilus seyhanensis* (Bănărescu, 1968) (Photo: Freyhof et al., 2011)



Oxynoemacheilus seyhanensis sampling year, habitat, coordinates, total length, and weight data are given in Table 3.

Table 3. Records of *Oxynoemacheilus seyhanensis* from the different river systems covering the period 2022

Species	Habitat	Basin	Coordinate	Date	N	Total Length (cm)				Total Weight (g)		
						Min	Max	Mean		Min	Max	Mean
<i>Oxynoemacheilus seyhanensis</i>												
Cicek et al. (2022)	Zamanti stream	Seyhan	38°43'54"N 36°22'46"E	2015	56	3.3	9.1	4.59		0.34	8.4	1.2
Seçer et al. (2022)	Çakraz Stream	Yeşilirmak	39°48'15.0"N 36°09'28.5"E	2018	29	4.6	9.18	7.03		0.85	11.9	4.18
Seçer et al. (2022)	Zamanti stream	Seyhan	38°47'03.9"N 36°26'54.6"E	2017	21	3.5	6.6	4.66		0.38	2.56	1.0
Seçer et al. (2022)	Zamanti stream	Seyhan	38°59'40.5"N 36°34'34.3"E	2018	15	6.2	9.1	7.60		2.50	8.6	5.37
Seçer et al. (2022)	Zamanti stream	Seyhan	38°43'54.2"N 36°22'46.4"E	2016	18	3.8	6.3	4.94		0.51	3.24	1.0
Seçer et al. (2022)	Kizilirmak at Zara	Kizilirmak	39°58'10.6"N 37°43'22.0"E	2018	29	4.8	9.6	8.06		2.02	7.62	5.58
Seçer et al. (2022)	Gökirmak stream	Kizilirmak	41°30'54.7"N 34°13'13.5"E	2018	27	4.6	8.9	6.58		0.73	9.19	3.40
Seçer et al. (2022)	Yıldız stream	Kizilirmak	39°45'40.2"N 36°45'49.4"E	2017	27	4.5	8.9	6.63		0.98	8.47	3.44

3.1.4. *Oxynoemacheilus cilicicus*

Species:

Oxynoemacheilus cilicicus Kaya, Turan, Bayçelebi, Kalayci & Freyhof, 2020 (Figure 4)

Name: Cilicia loach

Location: Göksu

Distribution Area: Göksu, Seyhan, Ceyhan

Where it is found: Native Species

IUCN Red List Status: [NE] Froese and Pauly (2024)

Morphological features

- The body is medium sized and thick.
- The nose is round. When the tip of the front nostril is folded back, it reaches the rear nostril.
- Caudal stalk flattened laterally.
- The pelvic fin does not reach the anus.
- The anus is located in front of the beginning of the anal fin and is approximately 50-80% of the diameter of the eye.
- The mouth is small, slightly curved. Lips are thick, without scars, the lower lip is thicker than the upper lip.
- The lower jaw is round, without a middle notch. Whiskers are long, maxillary whiskers, the outer part of which extends to the front edge of the eye

- It is usually yellowish or pale brown in color. A spotted or marbled pattern dominates the back and sides. Large individuals have dark brown spots on the rays.

Habitat and Ecology

They live in relatively stagnant water or moderately fast-flowing waters of rivers.

Figure 4.

***Oxynoemacheilus cilicicus* Kaya, Turan, Bayçelebi, Kalayci & Freyhof, 2020 (Photo: Seçer et al., 2020)**



Oxynoemacheilus cilicicus sampling year, habitat, coordinates, total length, and weight data are given in Table 4.

Table 4. Records of *Oxynoemacheilus cilicicus* from the different river systems covering the period 2020-2022

Species					Total Length (cm)				Total Weight(g)		
	Habitat	Basin	Coordinate	Date	N	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
<i>Oxynoemacheilus cilicicus</i>											
Seçer et al. (2020)	Hüsniye pond	Seyhan	37°36'54.57"N 34°35'16.72"E	-	-	-	7.6	-	-	-	-
Sungur et al. (2022)	Ceyhan River	Ceyhan		2015	37	3.4	8.1	-	0.42	4.34	-

3.1.5. *Oxynoemacheilus evreni*

Species: *Oxynoemacheilus evreni*
(Erk'Akan, Nalbant & Özeren, 2007) (Figure 5)

Name: Ceyhan sportive loach

Location: Ceyhan Basin

Distribution Area: Tekir stream, Ceyhan River, Göksu River

Where it is found: Native Species

IUCN Red List Status: [LC] (IUCN, 2024)

Diagnosis: D: III -8; A: III -5; Pec: I-11; Pelv: II-7

Morphological features

- The body is medium sized.
- The nose is round.
- The pelvic fin does not reach the anus.
- The anus is located in front of the beginning of the anal fin.
- The mouth is small and Lips are thick.
- Whiskers are medium.
- The body is usually dark brown spotted and pale yellow.

Habitat and Ecology

Streams and rivers with gravel substrate and moderately fast to very fast flowing water (IUCN, 2024).

Figure 5. *Oxynoemacheilus evreni*
(Erk'akan, Nalbant & Özeren, 2007) (Photo: Freyhof et al., 2022)



Oxynoemacheilus evreni sampling year, habitat, coordinates, total length, and weight data are given in Table 5.

Table 5. Records of *Oxynoemacheilus evreni* from the different river systems covering the period 2014-2022

Species						Total Length(cm)			Total Weight (g)		
<i>Oxynoemacheilus evreni</i>	Habitat	Basin	Coordinate	Date	N	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
Erk'akan et al. (2014)	Çayır Creek		-	-	27	5.4	9.4	-	1.4	6.7	-
Cicek et al. (2022)	Ceyhan River	Ceyhan	38°15'17"N 37°31'56"E	2016	17	3.1	6.5	5.07	0.25	2.72	1.44

3.1.6. *Oxynoemacheilus sarus*

Species: *Oxynoemacheilus sarus* Freyhof, Yoğurtçuoğlu & Kaya 2021(Figure 6)

Name: -

Location: Kilikya Basin

Distribution Area: Seyhan, Ceyhan

Where it is found: Endemic

IUCN Red List Status: [DD] (IUCN, 2024)

Morphological features

- The body has regular and orderly parts.
- It has a complete lateral line.
- The tail is openly recessed and forked.
- Along the tail line it is 1.4-1.8 times as much.
- There are 3-5 dark brown bands on the Caudal fin.

Habitat and Ecology

Population size and trends are unknown; the species is only known from its type locality.

Figure 6. *Oxynoemacheilus sarus* (Freyhof, Yogurtcuoglu & Kaya, 2011) (Photo: Freyhof et al., 2022)



Oxynoemacheilus sarus sampling year, habitat, coordinates, total length, and weight data are given in Table 6.

Table 6. Records of *Oxynoemacheilus sarus* from the Seyhan River covering the period 2021

Species	Habitat	Basin	Coordinate	Date	N	Standard Length(cm)			Total Weight (g)		
						Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
<i>Oxynoemacheilus saurus</i>	Seyhan	Seyhan River	-	-	-	-	-	5,25	-	-	-

3.1.7. *Oxynoemacheilus argyrogramma*

Species: *Oxynoemacheilus argyrogramma* (Heckel, 1847)
(Figure 7)

Name: Two spot loach

Location: Euphrates

Distribution Area: Euphrates, Ceyhan River

Where it is found: Native Species

IUCN Red List Status: [LC] (IUCN,2024)

Diagnosis: D: II- 8; A: II- 5; P:I-11; V: I- 7

Morphological features

- The front features of the body structure are oval-shaped and the back is slightly flattened from the sides.
- Tail stems are high.
- There is a carina in front of the caudal face and just below and above the tail stalk. Their bodies are covered with very small scales.
- The head is short and broad. Head width is the limit of temperature.
- The nose is short and blunt
- The sideline almost reaches the tail road
- The mouth is ventral and has 3 pairs of short whiskers around it
- It is located near the middle of the dorsal fin pad and the free edge is concave

- The body is gray-green on the back and sides. The ventral fins are yellowish in color
- The color of the body has 9-10 arranged dark green layers

Habitat and Ecology

Inhabits a wide range of habitats with moderately fast-flowing waters from small hill streams to shores of large rivers. Also in stagnant water bodies of reservoirs (IUCN, 2024).

Figure 7. *Oxynoemacheilus argyrogramma* (Heckel, 1847) (Photo: S. Alagoz Erguden)



Oxynoemacheilus argyrogramma sampling year, habitat, coordinates, total length, and weight data are given in Table 7.

Table 7. Records of *Oxynoemacheilus argyrogramma* from the Keysun stream covering the period 2022

Species					Total Length (cm)				Total Weight (g)		
<i>Oxyonemacheilus argyrogramma</i>	Habitat	Basin	Coordinate	Date	N	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
Çiçek (2022)	Keysun Stream	-	37°30'39"N 38°06'31"E	2009	54	4.5	7.3	5.65	0.74	3.49	1.71

3.1.8. *Oxynoemacheilus ceyhanensis*

Species: *Oxynoemacheilus ceyhanensis* (Erk'akan, Nalbant & Özeren, 2007) (Figure 8)

Name: Elbistan loach

Location: Elbistan

Distribution Area: Ceyhan and Asi River

Where it is found: Native Species

IUCN Red List Status: [DD] (IUCN,2024)

Diagnosis: D: II-III, 8-10; A: II, 5-6; P: I, 10-11; V: I, 6-7;
K:16-20

Morphological features

- The body is thin and long and becomes thinner towards the back.
- The eyes are very large.
- Lips and Whiskers have a tubercle structure. There is a cleft in the lower lip.
- The lateral line is complete.
- The caudal fin is indented.
- The body color is whitish on the lower parts and brownish on the dorsal and lateral parts.
- There are irregular vertically shaped brown spots on the body.
- There are 1-2 rows of yellowish brown horizontal bands on the dorsal fin.
- There are 2-3 rows of brownish vertical stripes on the caudal fin.

Habitat and Ecology

Population size and trends are unknown; the species is only known from its type locality.

Figure 8. *Oxynoemacheilus ceyhanensis* (Erk'akan, Nalbant & Özeren, 2007) (Photo: S. Sungur, 2009)



Oxynoemacheilus ceyhanensis sampling year, habitat coordinates total length, and weight data are given in Table 8.

Table 8. Records *Oxynoemacheilus ceyhanensis* from the Keysun stream covering the period 2022

Species					Total Length(cm)				Total Weight(g)		
	Habitat	Basin	Coordinate	Date	N	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
<i>Oxynoemacheilus ceyhanensis</i>											
Çiçek et al. (2022)	-	-	38°05'35"N 36°59'40"E	2017	50	3.3	7.8	5.56	0.21	4.56	1.66

4. DISCUSSION

In the study, 8 species belonging to the *Oxynoemacheilus* species belonging to the Nemacheilidae family found in Seyhan and Ceyhan (*Oxynoemacheilus samanticus*, *Oxynoemacheilus seyhanicola*, *Oxynoemacheilus seyhanensis*, *Oxynoemacheilus cilicicus*, *Oxynoemacheilus evreni*, *Oxynoemacheilus sarus*, *Oxynoemacheilus argyrogramma* and *Oxynoemacheilus ceyhanensis*).

In the Northern Levant, species richness in terms of the *Oxynoemacheilus* genus (*O. samanticus*, *O. seyhanensis* and *O. samanticus*) is higher (Kaya et al., 2020). Although *O. seyhanicola* from the Seyhan River, *O. ceyhanensis* and *O. evreni* from the Ceyhan River have been described; There are studies on these species in different river systems (Birecikgil and Çiçek, 2010; Seçer et al., 2022). Additionally, it is reported that *O. samanticus* and *O. seyhanensis* species are also seen in the Black Sea basin (Freyhof et al., 2019; Sungur, 2020).

Although these species living in similar ecosystems are sometimes confused morphologically, they can be identified by distinctive structural changes. For example, the species *Oxynoemacheilus cilicicus* has an incomplete lateral line that ends in the middle of the pectoral and sternum than its congeners living in the same river drainages (*O. seyhanicola*, *O. universe* and *O. samanticus*) (Kaya et al., 2020). *Oxynoemacheilus argyrogramma* differs from *Oxynoemacheilus samanticus* by its longer head length and ventral-anal distance (Bostancı, 2006).

Oxynoemacheilus seyhanensis was last assessed to be on the IUCN Red List of Threatened Species in 2024. In addition, *Oxynoemacheilus seyhanicola*, distributed in the Seyhan and Ceyhan basins, is considered an "Endangered (EN)" species according to the IUCN Red List for this threatened species, a monitoring study should be carried out before it is too late to determine the conservation strategies and the current status of our country's inland waters, to examine the current state of the rivers that constitute their breeding areas, and to determine the suitability of their conditions.

When the fauna studies are examined, it is reported that there is generally a decrease in the fish population and the reason for this is due to the river regime and pollution. The most important problem in the Seyhan basin is the uncontrolled use of fertilizers and pesticides. Industrial pollution is very common in the Ceyhan River (Anonymous, 2016 a,b). Accordingly, if the pollution level in the Seyhan and Ceyhan rivers, which are the habitats for the species mentioned in the study, is high under these conditions, it comes to mind that if the *Oxynemacheliuss* species, which are highly sensitive, are exposed to pollution, their populations may decline or even tend to disappear.

5. CONCLUSION

As a result, the taxonomic status of the *Oxynoemacheilus* genus remains complex. A new study on the spatial heterogeneity of Mediterranean freshwater fish (Geiger et al., 2014) suggests that some populations of this genus are not genetically defined (Rakıcı et al., 2020). Therefore, it is thought that more genetic diagnostic studies of *Oxynoemacheilus* populations should be carried out to close this gap. In addition, it will be useful to determine the current status of these species and to conduct studies on the current situation and populations in their breeding areas and to provide the necessary data.

REFERENCES

- Alagöz Ergüden S., & Göksu M. Z. L. (2012). The fish Fauna of the Seyhan Dam Lake (Adana) *Journal of Fisheries Sciences*, 6, 39-52. <https://doi.org/10.3153/jfscom.2012006>
- Anonim, (2016a). Seyhan havzası kirlilik önleme eylem planı. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü. https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/editordosya/seyhan_KOEP.pdf Erişim tarihi: 22.06.2023
- Anonim, (2016b). Ceyhan Havzası Kirlilik Önleme Eylem Planı. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü. https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/editordosya/ceyhan_KOEP.pdf Erişim tarihi: 22.06.2024
- Anonim(2023a).<https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/havza%20tan%C4%B1t%C4%B1m%2023.03.2023/ingilizce/Seyhan%20River%20basin.pdf> Erişim tarihi: 23.06.2024
- Anonim(2023b).<https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/havza%20tan%C4%B1t%C4%B1m%2023.03.2023/ingilizce/Ceyhan%20%20River%20Basin.pdf> Erişim tarihi: 23.06.2024
- Baycelebi, E. (2020). Distribution and diversity of fish from Seyhan, Ceyhan and Orontes rivers systems. *Zoosystematic Evolution*, 96(2), 747-767.
- Bektas, Y., Aksu, İ., Kaya, C., Baycelebi, E., & Turan, D. (2022). DNA barcoding and species delimitation of the genus *Oxynoemacheilus* (Teleostei: Nemacheilidae) in Anatolia. *Journal of Fish Biology*, 101, 505-514. <https://doi.org/10.1111/jfb.15114>

- Birecikgil, S., & Çiçek, E. (2010). Freshwater Fish Fauna of the Rivers Flow to Euphrates or Orontes Rivers in Gaziantep. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(1), 107-115, 2010.
- Bostancı, Z. (2006). Seyhan, Ceyhan ve Asi nehirlerinde yaşayan balıkların sistematik yönden incelenmesi [Taksonomic investigation of freshwater fish fauna living in the Seyhan, Ceyhan and Asi River in Turkey]. *PhD Thesis, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon-2006.
- Cengizler, İ., & Azizoğlu Şahan, A. (2000). Living in Seyhan Dam Lake and Seyhan River Determination of some blood parameters in Mirror carps (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758). *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. 24(3), 205-214.
- Çiçek, E., Birecikgil, S. S., & Fricke, R. (2015). Freshwater fishes of Turkey: a revised and updated annotated checklist, *Biharean Biologist*, 9(2), 141-157.
- Çiçek, E, Sungur, S., & Fricke, R. (2020). Freshwater lampreys and fishes of Turkey; a revised and updated annotated checklist. *Zootaxa*, 4809(2), 241-270.
- Çiçek, E, Seçer B, Eagderi S., & Sungur S. (2022). Length-weight relations and condition factors of 34 *Oxyngoemacheilus* species (Actinopterygii: Cypriniformes: Nemacheilidae) from Turkish inland waters. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 52(1), 29-33. <https://doi.org/10.3897/aiep.52.81211>
- Erk'akan, F., Nalbant, T. T., & Özeren, S.C. (2007). Seven new species of *Barbatula*, three new species of *Schistura*, and a new species of *Seminemacheilus* (Ostariophysi:

- Balitoridae: Nemacheilinae) from Turkey. *Journal of Fisheries International*, 2, 69-85.
- Erk'akan, F., & Özdemir, F. (2011). Revision of the fish fauna of the Seyhan and Ceyhan River Basins in Turkey. *Research Journal of Biological Science*, 6, 1-8.
- Freyhof, J., Erk'akan, F., Özeren, S.C., & Perdiges, A. (2011). An overview of the western Palaearctic loach genus *Oxynoemacheilus* (Teleostei: Nemacheilidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 22(4), 301-312.
- Freyhof, J. (2016). *Oxynoemacheilus karunensis*, a new species from the Persian Gulf basin (Teleostei: Nemacheilidae). *Zootaxa*, 4175(1), 94-100. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4175.1.9>
- Freyhof, J., & Özuluğ, M. (2017). *Oxynoemacheilus hazarensis*, a new species from Lake Hazar in Turkey, with remarks on *O. euphraticus* (Teleostei: Nemacheilidae). *Zootaxa*, 4247(4), 378-390. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4247.4.2>
- Freyhof, J., Kaya, C., Turan, D., & Geiger, M. F. (2019). Review of the *Oxynoemacheilus tigris* group with the description of two new species from the Euphrates drainage (Teleostei: Nemacheilidae). *Zootaxa*, 4612(1), 29-57. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4612.1.2>
- Freyhof, J., Yoğurtçuoğlu, B., & Kaya C. (2021). *Oxynoemacheilus sarus*, a new nemacheilid loach from the lower Ceyhan and Seyhan in southern Anatolia (Teleostei: Nemacheilidae). *Zootaxa*, 4964(1), zootaxa.4964.1.6. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4964.1.6>.

- Froese, R., & Pauly, D. (Eds.) (2024). FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version 02/2024. Accessed date: 24.06.2024
- Geiger, M. F., Herder, F., Monaghan, M. T., Almada, V., Barbieri, R., Bariche, M., Berrebi, P., Bohlen, J., Casal-Lopez, M., Delmastro, G. B., Denys, G. P. J., Dettai, A., Doadrio, I., Kalogianni, E., Kärst, H., Kottelat, M., Kovačić, M., Laporte, M., Lorenzoni, M., Marčić, Z., Özuluğ, M., Perdices, A., Perea, S., Persat, H., Porcelotti, S., Puzzi, C., Robalo, J., Šanda, R., Schneider, M., Šlechtová, V., Stoumboudi, M., Walter, S., & Freyhof, J. (2014). Spatial heterogeneity in the Mediterranean Biodiversity Hotspot affects barcoding accuracy of its freshwater fishes. *Molecular Ecology Resources*, 14, 1210-1221 <https://doi.org/10.1007/s40995-020-00857-9>
- IUCN, (2024). IUCN Red List. Version. 2024-1. <https://www.iucnredlist.org/species>. Accessed date: 24 June 2024
- Kara, C., Alp, A., & Erer, M. (2004). Orta ve Yukarı Ceyhan Havzası Balık Faunası ve Bölgesel Dağılımı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Proje No: 2001-5/9, 132s.
- Kaya, C., Turan, D., Bayçelebi, E., Kalaycı, G., & Freyhof, J. (2020). *Oxynoemacheilus cilicicus*, a new nemacheilid loach from the Göksu River in southern Anatolia (Teleostei: Nemacheilidae) *Zootaxa*, 4808(2), 284-300.
- Rakıcı, H., Aksu, İ., & Bektas, Y. (2020). Genetic identification and phylogenetic relations of *Oxynoemacheilus* species (Teleostei: Nemacheilidae) from drainage of Euphrates in Turkey based on COI-barcode region. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 5(3), 408-418.

- Seçer, B., Mouludi-Saleh, A., Eagderi, S., Çiçek, E., & Sungur, S. (2022). Length-length, Length-weight relationships and condition factors of some Anatolian *Oxynoemacheilus seyhanensis* (Bănărescu, 1968) Populations. *KSU Journal of Agriculture Nature*, 25(2), 423-429.
<https://doi.org/10.18016/ksutarimdogan.vi.873427>.
- Seçer, B., Mouludi-Saleh, A., Eagderi, S., Çiçek, E., & Sungur, S. (2020). Morphological flexibility of *Oxynoemacheilus seyhanensis* in different habitats of Turkish inland waters: A case of error in describing a populations as distinct species. *Iranian Journal of Ichthyology*, 7(3), 258-264.
- Sungur, S. (2020). *Oxynoemacheilus kosswigi* a junior synonym of *O. seyhanensis* (Teleostei: Nemacheilidae). *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science*, 44(3), <https://doi.org/10.1007/s40995-020-00857-9>
- Turan, D., Kaya, C., Kalayci, G., Bayçelebi, E., & Aksu, İ. (2019). *Oxynoemacheilus cemali*, a new species of stone loach (Teleostei: Nemacheilidae) from the Çoruh River drainage, Turkey. *Journal of Fish Biology*, 94(3), 458-468. <https://doi.org/10.1111/jfb.13909>
- Turan, D., Bayçelebi, E., & Kalaycı, G. (2023). *Oxynoemacheilus marmaraensis*, a new species from the Susurluk River, Türkiye (Teleostei: Nemacheilidae). *Journal of Fish Biology*, 103(5), 1106-1112. <https://doi.org/10.1111/jfb.15506>
- Yoğurtçuoğlu, B., Kaya, C., & Freyhof, J. (2022). Revision of the *Oxynoemacheilus angorae* group with the description of two new species (Teleostei: Nemacheilidae). *Zootaxa*, 5133(4), 451-485.
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.5133.4.1>

SU ÜRÜNLERİ ÇALIŞMALARI

yaz
yayınları

YAZ Yayınları
M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar / AFYONKARAHİSAR
Tel : (0 531) 880 92 99
yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com