



Akuakültürde Balık Refahı

Zehra BOZKURT

Department of Animal Husbandry, Faculty of Veterinary Medicine, Afyon Kocatepe University, Afyonkarahisar-Türkiye

ÖZ

Balıkların korunmasına ilişkin mevzuat diğer çiftlik hayvanlarını kapsayan mevzuat ile aynı zamanda yürürlüğe girmiştir. Ancak balık refahına ilişkin gelişmeler nispeten daha yavaş ilerlemektedir. Bunun en önemli nedeni çok sayıdaki balık türü ve çeşitli yetiştirme sistemlerinin karmaşık doğasıdır. Mevcut araştırmalar balıklarda bilinç ve duyarlılık kapasitesinin varlığını tanımlamış ve balıkların ağrı, acı ve ızdırap hissedebildiklerini ortaya koymuştur. Ayrıca araştırmalar balıklar ile yetiştirme çevresi arasındaki etkileşimlerin balıklarda stres yanıtları oluşturduğunu ve refah kayıplarına neden olduğunu göstermektedir. Bu makalede akuakültürde yetiştirilen balıkların refahına ilişkin kavram, mevzuat ve refah değerlendirme yöntemleri ile balık yetiştirme, taşıma, kesim ve öldürme uygulamalarının balık refahına etkilerine ilişkin güncel araştırma bulgularının derlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca su ürünleri alanı çalışanları ile tüketicilerin balık refahına ilişkin farkındalığının artırılması amaçlanmıştır. Yüksek stok yoğunluğu, su kalitesi, hastalıklar ile balık nakilleri ve kesim ve öldürme uygulamaları balık refahı için en önemli risklerdir. Balıklarda türe özel olmak üzere refah ihtiyaçlarının tanımlanması ile etkili ve pratik refah değerlendirme metodlarının geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Ayrıca su içinde veya dışında iken stres faktörlerine karşı uyum kapasitesi oldukça sınırlı olan balıkların korunması için yetiştirici, bakıcı ve tüketicilerin iyi hayvan refahı konusunda eğitiminde fayda olduğu kanaatine varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Akuakültür, Balık refahı, Çevre faktörleri, Refahın değerlendirilmesi

MAKALE BİLGİSİ

DERLEME MAKALESİ

Geliş : 22.09.2023

Düzeltilme : 01.12.2023

Kabul : 07.12.2023

Yayım : 25.04.2024

DOI:10.17216/LimnoFish. 1365081

* SORUMLU YAZAR

zhra.bozkurt@gmail.com

Tel: +90 272 218 2735



Fish Welfare in Aquaculture

Abstract: Legislation for fish welfare was implemented concurrently with that for other animals. Nonetheless, advancements in fish welfare have been comparatively slow. This is mainly due to the complexity of fish species and aquaculture systems. Recent studies have shown that fish are conscious and sentient. Furthermore, research indicates that fish interactions with their environment can induce stress responses in fish leading to welfare losses. This article aims to summarise the concepts, regulations and assessment methods related to the welfare of farmed fish in aquaculture, and to summarise current research on the effects of fish farming, transport, slaughter and killing practices on fish welfare. In addition, the aim is to raise awareness of fish welfare issues among professionals in the fisheries sector and among consumers. High stocking density, water quality, diseases, and fish transfers, as well as slaughter and killing practices, are the most significant risks to fish welfare. There is a need to develop species-specific welfare requirements and effective and practical welfare assessment methods for fish. It was also concluded that educating producers, caretakers and consumers about good animal welfare practices can be beneficial to fish welfare, given the limited adaptability of fish to stressors both in and out of the water.

Keywords: Aquaculture, Environmental factors, Fish welfare, Welfare assessment

Alıntılama

Bozkurt Z. 2024. Akuakültürde Balık Refahı. LimnoFish. 10 (1): 55-72. doi: 10.17216/LimnoFish. 1365081

1. Giriş

Bilinç hissedebilme, zekâ ile içsel ve dışsal uyarıların farkında olma ve dünyadaki yerinin bir anlayışına sahip olmayı ifade etmektedir (Dawkins 2004; Sneddon 2020). Hissetme ise rahatlık gibi olumlu duygular ile acı, kaygı veya ızdırap gibi olumsuz duyguları deneyimleyebilme yeteneğini kapamaktadır (Mercogliano ve Dongo 2023). Balıkların pozitif veya negatif duyguları hissetmesini açıklamak kolay değildir (Broom 2007; Brown ve

Dorey 2019). Ancak balıklarda bilişsel kapasite ve hissedebilme yetisinin zayıf olduğu, balıkların basit bir beyine ve temel davranış biçimlerini kontrol eden birkaç sinir devresine sahip olduğuna ilişkin ilk görüşlerin aksine (Rose vd. 2014) balıklar tarafından sergilenen bilişsel karmaşıklık seviyesinin karasal omurgalılarla çoğunlukla aynı seviyede olduğu ve onlarda bulunanlarla benzer nöroseptif işleme sistemlerine sahip oldukları belirlenmiştir. Eğer herhangi bir hayvan düşünülebilirse, o zaman

balıkların da düşünülebileceğini ileri süren kanıtlar giderek artmaktadır (Sneddon 2003; Chandroo vd. 2004).

Rekabetçi ve sürdürülebilir bir akuakültür için balık refahının artırılması stratejik bir hedeftir. Ancak akuakültürde balık refahı yaklaşımlarının hayvan refahı etiği ve ekonomisinin tüm yönlerini dengeli bir şekilde kapsamı çok önemlidir. Etik değerleri ve bilimsel gerçekleri dikkate alarak, insan ve balık ilişkisinde mümkün olan en iyi uzlaşma sağlanmalıdır (Seibel vd. 2020). Nitekim hayvan refahı için aktivist kuruluşlar ile eleştirel tüketicilerin duygu ve doğa temelli bir anlayışı benimsediği, çevre, etik ve şefkate dayalı normatif tepkiler gösterdiği buna karşın araştırmacıların ve yetiştiricilerin fonksiyon temelli bir yaklaşımı daha fazla önemsendiği bildirilmektedir (Vanhonacker vd. 2011). Balık refahı, sadece etik bir sorun olmayıp, çiftlikten sofraya gıda güvenliği stratejisinin hedeflerinden birisidir. Ayrıca Tek Sağlık ve Tek Refah yaklaşımlarına göre de balık refahı halk sağlığı ve ürün kalitesinin önemli bir yönünü oluşturmaktadır (Mercogliano ve Dongo 2023). Sevgi ve şefkat gibi etik ilkeler ile çevre ve gıda güvenliği endişelerine bağlı olarak yakın dönemde insanların balık refahı konusuna daha fazla ilgi göstereceği görülmektedir (Röcklinsberg 2015)

Bu derleme makalede balıklarda refah kavramı ve ilgili mevzuat, akuakültürde balık yetiştirme, taşıma, sedasyon ve kesim uygulamalarının balık refahına etkileri ile balıklarda hayvan refahı değerlendirilmesine ilişkin güncel araştırma bulgularının derlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca akuakültür yetiştiricileri ve çalışanları ile tüketicilerde balık refahına ilişkin farkındalığın artırılması hedeflenmiştir.

2. Hayvan Refahı Kavramı ve Mevzuat

Bir hayvanın çevresiyle başa çıkma çabalarına ilişkin durumu olarak tanımlanan hayvan refahı kavramına (Broom 1986) sağlık, zindelik ve hayvanların ne istediklerine ilişkin tamamlayıcı işlevsel kriterler eklenmiştir (Dawkins 2004). Daha sonra hayvan refahının kapsamı acı ve ızdırap yokluğundan öteye geçerek yaşamaya değer iyi bir hayatı ifade edecek şekilde genişlemiştir (Mellor 2016). Zaman içinde gelişen bu hayvan refahı kavramı balık refahının sadece sağlıklı olmanın ötesinde değerli bulunan kaynaklara ulaşma, doğal davranışlarını sergileyebilme, kontrol ve seçim yapabilme ve pozitif duyguları da deneyimleyebilme ile ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır (Sanchez-Suarez vd. 2020). Bu nedenle akuakültürde kısıtlanmış sakinler olan balıkların yüksek hayvan refahı standartlarında yetiştirilmesi için bilim insanları (Mustapha 2014; Kurtoğlu vd. 2021; Köse vd. 2023), tüketiciler (Pieniak vd. 2013), sivil toplum örgütleri (Pettersson 2022) ve yasa

yapıcıların (EFSA 2008) çabaları giderek artmaktadır (Broom 2007).

Balık refahına ilişkin hukuki yaptırımlar diğer çiftlik hayvanları ile aynı zamanda başlamış ise de akuakültür endüstrisinin gelişimi henüz yakın zamanda ivme kazanmıştır (Röcklinsberg 2015; Sanchez-Suarez vd. 2020). Çiftlik Amaçlı Yetiştirilen Hayvanların Korunmasına ilişkin Avrupa Sözleşmesi (ETS No.087) Daimi Komitesinin çiftlik balıkları ile ilgili tavsiye kararı balıkların korunmasına ilişkin standartları tanımlamıştır (Council of Europe 2005). Lizbon Antlaşması hükümlerine dayanılarak, 2006/88/EC sayılı AB Konsey Direktifi Birlik içindeki tüm su ürünleri yetiştiriciliği faaliyetlerinde yer alan sucul canlıların sağlık kontrollerini tek bir çatı altında birleştirmiştir. Ayrıca, gıda üretimi amacıyla yetiştirilen balıklar ve diğer çiftlik hayvanlarının çiftlik ve yetiştirme ortamlarında (1998/58/EC), nakilleri sırasında (EC1/2005) ile kesim ve öldürülmeleri sırasında (EC/1099/2009) ve deneylerde kullanımlarında (2010/63/EU) sağlanacak minimum hayvan refahı standartlarına ilişkin bir dizi AB mevzuatı yürürlüğe girmiştir. Organik su ürünleri yetiştiriciliği üzerine ayrıntılı kuralları belirleyen (EC) No 889/2008 ve (EC) No 710/2009 sayılı yönetmelikler bazı balıklar için stok yoğunluğu kriterlerini hükme bağlamış, (EC) No 2065/2001 sayılı yönetmelik ise balıkçılık ve su ürünleri ürünleri hakkında tüketicilere bilgi verilmesini hükme bağlamıştır. İlgili mevzuat, yetiştiriciler ve hayvan bakıcılarını sorumlulukları altındaki hayvanların refahını sağlamak için makul adımları atmaları ve bu hayvanların gereksiz acı ve ızdırap yaşamaması için tedbir almaları konusunda yükümlülük altına almaktadır. Ancak bu mevzuat yetiştiriciliği yapılan yüzlerce balık türünün bireysel farklılıklarını dikkate alan türe özgü refah düzenlemelerini içermemektedir (Röcklinsberg 2015). Bunun en önemli nedenlerinden birisi akuakültür balıklarının biyolojik ve etolojik özellikleri ile refah gereksinimleri konusundaki bilgilerin henüz yeterli olmamasıdır. Bununla birlikte, balıkların acı ve ağrı hissedebilme kapasiteleri ile hayvan refahının verimler, ürün kalitesi ve halk sağlığıyla olan ilişkilerini aydınlatan yeni bilgiler elde edilmiştir ve akuakültürde sürdürülebilir gelişme ve hayvan refahının artırılması birlikte ele alınmaya başlanmıştır (Hastein vd. 2005; Kamali vd. 2022).

3. Akuakültürde Balık Refahını Etkileyen Faktörler

3.1. Balık Yetiştirme Uygulamaları

Stok Yoğunluğu

Akuakültürde balıklar minimum ağrı, korku ve stres yaşamalı ve mümkün olduğunca çok türüne özgü doğal davranışını sergileyebilmelidir (Council of Europe 2005; OIE 2019). Akuakültür üretiminde

stok yoğunluğunun balık refahına etkileri Tablo 1’de özetlenmiştir. Stok yoğunluğu su kalitesini sürdürülebilirlik kapasitesi, yetiştirme sistemi ve balık besleme yöntemi (OIE 2019) gibi yetiştirme ortamı koşulları ile balıkların biyolojik ve davranışsal ihtiyaçları, sağlık ve refah durumları dikkate alınarak planlanmalıdır (OIE 2019). Herhangi bir yetiştirme ortamında stok yoğunluğu artışları kademeli yapılmalı ancak maksimum stok yoğunluğu belirlenirken mümkün olan en düşük seyde tutulmalıdır (FAWC 2014) ve bu amaçla su ortamının taşıma kapasitesi aşılmamalıdır (Ellis vd. 2002; Saraiva vd. 2022). Stok içinde stres, kanibalizm ve saldırganlığın en aza indirilebilmesi için balıklar büyüklüklerine göre sınıflandırılmalı, balık grubu sağlık durumu ve ölüm oranı yönünden düzenli olarak takip edilmeli ve günde en az bir kez grup içindeki balıklar suyun altından gözlemlenerek davranış anormallikleri yönünden değerlendirilmelidir. Bu amaçla mümkün ise video tabanlı davranış izleme yöntemleri ve telemetri sistemleri gibi teknolojiler kullanılmalı ancak suyun içinden alınan görüntülerin net olmasına özen gösterilmelidir (Council of Europe 2005). Balık çiftliklerinde otomatik sistemlerin takibi için alarm bulundurulmalı, güç kaynağı ve ekipman arızaları durumunda balık sağlığı ve refahını güvence altına almak için yedek sistemler hazır bulundurulmalıdır. Kafes, havuz ve göletler gibi akuakültür sistemleri daha yapım aşamasında iken planlanan yetiştirme yönü ve balık tipine göre tasarlanmalıdır. Balıklara zarar verebilecek keskin köşe ve çıkıntılardan ve malzemelerden kaçınılmalıdır. Balıkların bireysel kontrolü gerektiği durumlarda balığın izole edilmesi için yapılacak girişimin diğer balıkları rahatsız etmemesi için gerekli dikkat gösterilmeli, gerekirse izole balığın yemliğe ulaşımını sağlamak için gerekli donanımlar tasarlanmalıdır. Balık sınıflandırma işlemi aynı zamanda balıkların bireysel kontrollerinin yapılması için uygun bir fırsat olarak değerlendirilmelidir (FAWC 2014).

Yüksek stok yoğunluğu O₂ miktarının azalmasına neden olur ve amonyak (NH₃), nitrit (NO₂), karbondioksit (CO₂) ve pH düzeylerindeki artışlar ile balıkların daha fazla aktivite sergilemesi sonucu oluşan sudaki parçacık miktarındaki artış gibi nedenlerle su kalitesi düşer (Council of Europe 2005; OIE 2019; Carbonara vd. 2020). Amonyak ve NO₂, balıklar için çok toksiktir ve bunların su ortamlarında birikmesi engellenmelidir. Amonyak ve NO₂’in birikmesinin önlenmesi için su akış hızının artırılması, biyofiltrasyon uygulanması ile stok yoğunluğu, balık besleme veya su sıcaklığının azaltılması gibi çeşitli yöntemler kullanılmalıdır (Council of Europe 2005; FAWC 2014). Balıklar boşaltılmadan önce suyun kalitesi kontrol edilmelidir (FAWC 2014). Balıkların solunumu ile üretilen CO₂

suda birikir. Bu nedenle suyun kalitesini izlemek için CO₂ ve pH seviyeleri izlenmelidir. Stok yoğunluğu yüksek tutulduğunda yetersiz su akış hızı veya uygun olmayan besleme ekipmanları gibi diğer çevresel koşulların su kalitesini desteklemediği durumlarda stok yoğunluğunun olumsuz etkileri katlanarak artmaktadır (Ellis vd. 2002, Gauy vd. 2023). Yüksek stok yoğunluğuna bağlı akut ve kronik stres balıklarda yem tüketimi ve yemden yararlanma oranından başka immunité ve büyüme hızını da olumsuz etkilemektedir (Andrew vd. 2002; Boujard vd. 2002). Ayrıca yüksek stok yoğunluğunda yetiştirilen balıklarda parazit ve hastalık insidansında artış (Stevenson 2007; Broom 2007; Cascarano vd. 2021) yanı sıra oksijen tüketimi, saldırganlık, anormal davranışlar ve yaralanmalarda artış olduğu (Ellis vd. 2002, Anras ve Lagardere 2004) ve balıklarda kötü vücut kondüsyonu (Turnbull vd. 2005) görüldüğü bildirilmiştir. Stok yoğunluğunun balık refahına etkisi balık türü ve yaşı gibi bazı faktörlerden etkilenmektedir. Yüksek stok yoğunluğu gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), levrek (*Dicentrarchus labrax*) ve çipura (*Sparus aurata*) gibi akuakültür balıklarının türe özgü gece-gündüz ritmi, doğal davranış deseni, aktivite düzeyi, saldırgan davranış ve fiziksel hasar düzeyleri ile su kalitesini olumsuz etkilemektedir (Anras ve Lagardere 2004; Turnbull vd. 2005; Ashley 2007; Calabrese vd. 2017).

Stok yoğunluğunun balık refahı üzerindeki etkileri karmaşık olup bazen çelişkili sonuçlar da bildirilmektedir (Carbonara vd. 2020). FAWC (2014)’e göre stok yoğunluğu maksimum 15 kg/m³ olmalıdır. Ancak yapılan araştırmalarda stok yoğunluğu 22 kg/m³ veya 30 kg/m³’ün üzerinde olduğunda balıkların refahının olumsuz etkilenmediği bildirilmiştir (Greaves ve Tuene 2001; Turnbull vd. 2005). Ancak 50 kg/m³ ve daha yüksek yoğunluklarda tutulan kalkan balıklarının (*Scophthalmus maximus*) büyüme performansı, biyokimyasal profili, ozmolarite düzeyi, gen ekspresyonunu ve refahının olumsuz etkilendiği bildirilmiştir (Liu vd. 2019). Buna karşın Atlantik somonu (*Salmo salar*) yavru balıkları hem düşük (15 kg/m³) hem de yüksek (35 ve 75 kg/m³) stok yoğunluklarında olumsuz etkilenmiştir (Adams vd. 2007; Calabrese vd. 2017). Yüksek stok yoğunluğunun gökkuşağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) büyüme hızı ve yüzme performansını düşürdüğü ve yemden yararlanma oranını arttırdığı bildirilmiştir (McKenzie vd. 2012). Düşük stok yoğunluğunda (3 kg/m³) yavru ve yetişkin çupra balıklarının (*Sparus aurata*) yem için rekabet ettiği (Sara vd. 2010) ve daha yüksek stok yoğunluğunda (40 kg/m³) ise balıklarda fizyolojik değişiklikler meydana geldiği görülmüştür (Montero vd. 1999). Greaves ve Tuene (2001) Atlantik halibutu

(*Hippoglossus hippoglossus* L.) balıklarının yüksek stok yoğunluklarından fazla etkilenmediğini bildirmiştir ancak Kristiansen vd. (2004) yüksek yoğunlukta yetiştirilen bu türe ait balıklarda yüzeyde yüzme davranışında artış, yem tüketimi ve büyüme hızında düşüş belirlemişlerdir. Yüksek stok yoğunluğunda Atlantik halibutu (*H. hippoglossus* L.) balıklarının dikey yüzme davranışı olası bir refah problemi ile ilişkilendirilebilirken Rayler balıklarında (*Raja sp.*) görülen yüzeyi kırma davranışı hem bir stereotipik davranışla (Scott vd. 1999; Ashley 2007) hem de bir besleme tekniği ile ilişkili normal bir davranış (Kristiansen vd. 2004) olarak değerlendirilmiştir. Bu bilimsel kanıtlar stok yoğunluğu için bir "altın oran" önermenin oldukça güç olacağını ortaya koymaktadır (Saraiva vd. 2022). Bu durum balık, stok yoğunluğu ve diğer çevresel faktörler arasındaki ilişkilerin daha net anlaşılması için yeni araştırmalara ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Su Kalitesi

Balıkların yetiştirildikleri su ortamında sıcaklık, tuz oranı, pH ile O₂, CO₂, NH₃ seviyeleri ve su akış hızı gibi çevresel faktörler balık türü ve stok yoğunluğuna göre uygun olmalıdır (OIE 2019). Balık yetiştiriciliğinde su kalitesinin balık refahına etkileri Tablo 1'de sunulmuştur. Su kalitesini etkileyen parametreler aynı zamanda birbiri ile ilişkilidir ve her birisindeki değişim diğerlerini ve dolayısıyla balık refahını etkilemektedir (Council of Europe 2005). Bu nedenle su akış hızı, solüt konsantrasyonu ve su sıcaklığı gibi kritik değerler yönünden su kalitesi sürekli olarak izlenmelidir (FAWC 2014). Muhtemel sorunlara karşı ek O₂ sağlama, CO₂ giderme, su akışının artırılması veya stok yoğunluğunun azaltılması gibi yönetsel tedbirler her zaman kullanılabilir olmalıdır (Mustapha 2014). Su kirliliği için acil durum planları hazır bulunmalıdır (FAWC 2014). Ayrıca yosun ve su bitkilerinin ürememesine ilişkin tedbirler alınmalıdır (Kamali vd. 2022; Saraiva vd. 2022). Su kalitesi her zaman belirli bir balık türünün normal aktivite ve fizyolojisini sürdürebileceği bir aralıkta olmalıdır ancak balık türlerinin gereksinimlerinin farklı yaşam aşamaları arasında değişebileceği dikkate alınmalı veya yetiştirme uygulamasına ilişkin istisnai durumlar söz konusu olduğunda bu parametrelere ilişkin uygun yönetim sağlanmalıdır. Su kalitesini etkileyen parametrelerde meydana gelen ani değişiklikleri en aza indirmek için uygun önlemler alınmalıdır. Geri dönüşüm sistemlerinde su kalitesinin izlenmesine ve yönetimine özel bir dikkat gösterilmelidir (Council of Europe 2005).

Balıklar, su kalitesindeki değişikliklere farklı derecelerde adapte olabilirler ise de bu durum strese neden olur ve değişikliğin şiddetine bağlı olarak balıkların ölümüne kadar varan refah kayıpları

meydana gelebilir (Conte 2004). Su kalitesi balıklarda sağlık, üreme ve besi performansı ile davranışları etkilemektedir (Ellis vd. 2002; Relic vd. 2010) ve bu nedenle balık refahının önemli bir göstergesidir (Saraiva vd. 2022). Çünkü su kalitesinin kötüleşmesi ile akut ve kronik stres, homeostazi kontrol güçlüğü, büyüme geriliği, solungaçlarda ve yüzgeçlerde yaralanmalar, hastalıklara karşı artmış duyarlılık ve ölümler görülebilir (Ellis vd. 2002; Mustapha 2014). Su sıcaklığı önemli bir su kalitesi parametresidir ve su sıcaklığı ile stok yoğunluğu, pH ve amonyak düzeyi arasında çeşitli etkileşimler bildirilmiştir (Ellis vd. 2002; Shabani vd. 2016).

Balık Bakım ve İdaresi

Balık Besleme

Balıklara sağlık ve verimliliğin sürdürülebilmesi için fizyolojik ihtiyaçlarını karşılayabilecek uygun içerik ve miktarda yem verilmelidir (EC/98/58 ve Çiftlik Hayvanlarının Refahına İlişkin Genel Hükümler Hakkında Yönetmelik, 22 Kasım 2014, R.G.No:29183). Besleme ekipmanı suda en az kirliliğe neden olacak ve tüm balıkların yeterli miktarda yeme ulaşmasını sağlayacak şekilde tasarlanmalı, yerleştirilmeli ve verilen yem miktarının izlenmesine olanak sağlayacak ve tüm iklimsel koşullarda çalışacak şekilde yönetilmelidir (Council of Europe 2005). Kullanılan veya depolanan yemlerden düzenli örnekleme yapılarak pelet büyüklüğü, yemde toz, nem ve yabancı maddeler yönünden fiziksel kontroller ile bakteri ve küf gibi mikroorganizmalar yönünden kontroller düzenli olarak yapılmalıdır (Hastein vd. 2005; FAWC 2014; Mustapha 2014). Yemin bileşimi beslenecek balıkların türü ve yaşı ile üretim programının özelliğine göre hazırlanmalıdır. Yemde ve besleme programında ani değişikliklerden kaçınılmalı, balıkların refahını veya su kalitesini olumsuz etkileyebilecek yöntemler kullanılmamalıdır (OIE 2019; FAWC 2014). Yemleme programı ve yemin dağıtılma şekli balıklar arasında zararlı sonuçlar oluşturabilecek rekabete neden olmamalıdır (Andrew vd. 2002; Council of Europe 2005). Özellikle yavru ve genç balıkların beslenmesi düzenli olarak izlenmelidir (Council of Europe 2005; FAWC 2014).

Balık türünün doğal yapısına ve davranış özelliklerine uygun olmayan besleme uygulamaları balıklarda stres tepkilerine neden olmakta, stres toleransı ile balık sağlığını olumsuz etkilemekte ve saldırgan davranışlarda artışa yol açmaktadır. Bu tip hatalı beslemeyle balıklarda düşük büyüme hızı, baskılanmış immun yanıt, morfolojik anormallikler ve normalden farklı bir şekilde yüzme gibi anormal davranışlar ilişkilendirilmektedir (Conte 2004; Damsgard vd. 2004; Hastein vd. 2005; Mustapha vd. 2014). Yem dağıtılan alanın oransal olarak dar olması

yem alımı için rekabeti arttırarak saldırgan davranışlarda ve büyüme yönünden grup içi varyasyonda artışlara neden olabilir ve sosyal hiyerarşinin güçlenmesine yol açabilir (Stevenson 2007). Uygun şekilde yapılmayan yemlemenin Atlantik somonunda hastalıkların artmasına neden olduğu, levrekler arasında saldırgan etkileşimleri arttırdığı bildirilmiştir (Andrew vd. 2002; Damsgard vd. 2004). Kafeste yemleme yapıldığı sırada iri yapılı somonların fazla miktarda yem aldığı belirlenmiş ancak rekabet gücü zayıf olan küçük yapılı somonların az yem aldığı ve kafes çevresine yakın bölgelerde daha yoğun şekilde buldukları bildirilmiştir (Broom 2007). Yemde besin madde miktarlarının dengesiz veya yetersiz olmasının balık sağlığını olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Poli 2009). Gece beslenen Afrika kedi balığının (*Clarias gariepinus*) akuakültürde genellikle gündüz beslenmesinin bu türün yemden yararlanma ve büyüme hızını olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Ashley 2007).

Doğada birçok balık türü, mevsimsel gıda kıtlığı, göç veya üremeyle ilgili faktörlere bağlı olarak zaman zaman kısa veya uzun süre beslenmeden kalabilir (Miller vd. 2009). Balıklar ektotermik olup vücut sıcaklıkları ortam sıcaklığından etkilenir ve açlık döneminin etkileri endotermik olan canlılara göre daha düşük olmaktadır. Bu nedenle balıkların sağlıklı kalabilmek için sık sık beslenmeye ihtiyaçları olmadığı ve açlık dönemlerinde enerji depolarının daha yavaş tükendiği bildirilmiştir (Wang vd. 2006; Bar 2014; Hvas vd. 2020). Ayrıca Salmon alfavirusun neden olduğu pankreas hastalığı ile su sıcaklığında meydana gelen mevsimsel sıcaklık dalgalanmaları ve hipoksinin de gönüllü açlığa neden olabileceği kaydedilmiştir (McLoughlin ve Graham 2007; Röcklinsberg 2015; Hvas vd. 2020).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde tuzlu suya geçiş, hasat, nakil ve kesim gibi işlemler sırasında balıklarda oluşacak stres ile metabolizma hızı, oksijen tüketimi ve atık üretim seviyelerini azaltılmak ve ayrıca sindirim sistemini boşaltmak (Hvas vd. 2020), et kalitesini arttırmak (Mustapha 2014) ve hastalıkların tedavisi gibi amaçlarla balıklar geçici olarak aç bırakılabilmektedir (Ashley 2007). Uygun koşullar altında balıkları kısa süreyle aç bırakmak hayvan refahı kayıplarına neden olmayabilir (Hastein vd. 2005; Relic vd. 2010). Ancak daha önce düzenli olarak beslenen balıklarda açlığın etkileri veya göç ve hastalıklar gibi durumların gönüllü açlıkla ilişkisine dair bilgiler çok sınırlıdır. Bununla birlikte açlık ile metabolik aktivite ve saldırgan rekabet davranışı arasındaki ilişkilere dair önemli kanıtlar bulunmaktadır (Hastein vd. 2005; Ashley 2007; Stevenson 2007). Bu durum, balıklar için gönüllü veya gönülsüz açlığın balık refahını nasıl etkilediğini belirleyebilmek için daha

fazla araştırma yapılmasına ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Uzun süreli açlığın balık refahı için risk oluşturup oluşturmadığını değerlendirebilmek için dinlenme metabolik hızı, enerji tasarrufuna başlama zamanı ve vissera içindeki depoların azalma durumu gibi parametrelerin yararlı olabileceği bildirilmiştir (Hvas vd. 2020).

Balık Hastalıkları

Akuakültürdeki balıklar hastalanma ve yaralanma risklerinden korunmalı, yaralanma ve hastalık hallerinde uzman veteriner hekimlerce hızlı tanı konulmalı ve en uygun tedavi yapılmalıdır (EC/98/58 ve Çiftlik Hayvanlarının Refahına İlişkin Genel Hükümler Hakkında Yönetmelik, 22 Kasım 2014, R.G.No:2918). Balıklarda anormal davranış, yaralanma, hastalık ve ölümlerde artış görüldüğünde balık bakım ve idaresinden sorumlu kişiler nedenlerin belirlenmesi ve gerekli ise tedavinin başlatılması için derhal harekete geçmeli ve veteriner hekime bilgi vermelidir (FAWC 2014). Balık hastalıkları ile hayvan refahı etkileşimleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Balıklarda vücudun hassas bir bölümünün kaybedilmesine veya zarar görmesine, yüzgeç, solungaç veya kemik yapısının değiştirilmesini içeren herhangi bir cerrahi müdahaleye izin verilmez. Yapılacak olan sağlık müdahalelerine karar verirken akuakültür koşulları, balıkların fizyolojik ve davranış özellikleri, stres, iştah ve büyüme düzeyleri ile yaralanma, hastalık ve ölüm oranları gibi sağlık ve refah göstergeleri dikkate alınmalıdır (Council of Europe 2005).

Enfeksiyon hastalıkları ve paraziter invazyonlar balıklarda en önemli refah sorunlarından (Damsgard vd. 2004; FAWC 2014). Etkin ve hızlı tedavi, hastalık tehditlerinin azaltılması ve iyi sağlık koruma uygulamaları için veteriner ilaçların kullanımındaki sınırlandırmaların azaltılmasına ihtiyaç bulunmaktadır (FAWC 2014). Ayrıca veteriner ilaçların kullanım şekli, yan etkileri ve çevresel etkileri bakımından balık türleri arasındaki geniş farklılıklar tedavi uygulamalarını güçleştirmektedir (OIE 2019; FAWC 2014). Akuakültürde yüksek balık stok yoğunluğu uygulamalarıyla ve özellikle açık su balıkçılığında hastalıkların bulaşma riski artmaktadır. Kısa sürede yüksek ölüm gerçekleşen bulaşıcı hastalıklar su ürünleri yetiştiriciliğinin gelişimini tehdit etmektedir ve kültür balık türlerinin hastalık kontrolü ve sağlık yönetimi endüstride ön öncelikli konulardan birisidir (Rajee ve Alicia 2019).

Akuakültürde görülen balık hastalıklarından korunma ve yapılan tedavilerin başarısı için biyogüvenlik ve biyoteknoloji olanaklarının kullanımı dahil proaktif çalışmalara ihtiyaç vardır (Broom 2007; Mustapha 2014). Hastalıkların önlenmesi ve etkin tedavi için temizlik, dezenfeksiyon ve uygun koşullarda bekletme gibi

tedbirler alınmalıdır (Council of Europe 2005). Balıkların ihtiyaçlarını karşılayacak kalitede temiz su ve yemin sürekli temin edilmesi çok önemlidir. Aşılama ve diğer sağlık koruma uygulamalarının balık türü, yetiştirme sistemi ve tesislere uygun şekilde planlanması ve yönetilebilmesi için yetiştirici, bakıcı personel ve veteriner hekim arasında uzlaşmış bir hayvan sağlığı ve refahı koruma planı yürütülmelidir (Council of Europe 2005). Bu plan yazılı olarak bulundurulmalı ve ayrıca balık idaresi, balıkların fiziksel yaralarının izlenmesi, balık ölümlerinin nedenlerinin kaydedilmesi, biyogüvenlik, salgın hastalık ve doğal afetlerle mücadele stratejileri ile personel eğitimi konularını kapsamalıdır (FAWC 2014). Üreticiler ve bakıcı personel balıklarda kötü refah ve hastalık belirtilerini tanıyabilmeli, aşılama ve ilaç uygulama ile bunlara ilişkin kayıtları tutma, balık sağlığı ve refahı sorunlarını izleme ve araştırma konularında eğitilmelidir. Bununla birlikte balık sağlığı ve refahı konusunda deneyimli veteriner hekim sayısının fazla olmaması da sektördeki diğer bir önemli sorundur (FAWC 2014). Ayrıca, hastalık riskini ve veteriner ilaçların kullanımını azaltmak için temizlik, dezenfeksiyon, hasta balık izolasyonu ve karantina işlemlerine özen gösterilmelidir (Council of Europe 2005, OIE 2019).

Sağlık koruma veya tedavi amaçlarıyla ele alınma, çözeltiye batırılma, aşılama ve enjeksiyon gibi uygulamalar balıklar üzerinde strese neden olabilmektedir (McLoughlin ve Graham 2007; Mustapha 2014). Damsgard vd. (2004) anestezi uygulamasının ve aşılamanın Atlantik somonunda (*Salmo salar*) yem alımını ve büyümeyi düşürdüğünü belirlemiştir. Kültür balıkçılığı uygulamaları balıklarda bazı hastalıklar (*vibrio*, *Lepeophtheirus salmonis*, *Ceratomyxa oestroides*, vs.) ile dolaşım, kas ve iskelet problemlerinin yaygınlaşmasıyla ilişkilendirilmiştir (Poppe vd. 2002; Mordue ve Pike 2002; Cascarano vd. 2021). Yüksek stok yoğunluğu, düşük su kalitesi, balıklar arasında saldırgan sosyal etkileşimler ile yüksek verimler yönünde yapılan seleksiyonların balıklarda fizyolojik sınırların aşılmasına neden olmuş olabileceği ve refah standartlarındaki düşüşlerin balıkları geniş bir hastalık yelpazesine duyarlı hale getirebileceği endişeleri dile getirilmiştir (Hastein 2004; Mustapha 2014). EFSA (2008), kültüre alınan balıklarda hastalıkların genellikle birincil patojenler tarafından değil, yetiştirme çevresiyle ilişkili olduğunu kaydetmiştir. Son dönemde küresel ısınma ve su ortamlarındaki değişiklikler balık sağlığı ve refahını etkileyebilecek potansiyel riskler oluşturabilir (Mustapha 2014; Cascarano vd. 2021).

Seleksiyon ve Biyoteknoloji Uygulamaları

Mikroyosunlar, biosensörler, DNA aşılı ve genom manipülasyonları gibi biyoteknolojik

uygulamalar, su ürünleri yetiştiriciliğinde verimleri ve üretimi arttırmak için kullanılmaktadır (Forabosco vd. 2013; Zhou ve Gui 2018; Rajee ve Alicia 2019). Farklı su ürünleri türleri arasında yapılan hibridasyonlar, genom tabanlı seleksiyon ve gen transferi ile elde edilen ticari melez balık türleri akuakültür koşullarına daha iyi adapte olabilmekte ve daha yüksek üretim potansiyeli sunmaktadır (Rajee ve Alicia 2019). Ayrıca balıklarda eksojen steroid hormon veya endokrin bozucu kimyasalların uygulamasıyla cinsiyet dönüşümü yapılmaktadır. Tek cinsiyet veya steril stoklar yemle alınan besinleri üreme faaliyetleri yerine büyümede kullanarak yüksek büyüme hızı ve hasat yeteneği göstermektedir (Forabosco vd. 2013; Rajee ve Alicia 2019).

Faydalarına rağmen, su ürünleri yetiştiriciliğindeki biyoteknoloji uygulamalarının insan sağlığı ve çevre üzerinde çeşitli antropojenik etkiler yapabileceği kaydedilmiştir (Mustapha 2014; Rajee ve Alicia 2019). Genetiği değiştirilmiş bir balık türünün doğal ortama kaçmasının bu balıkların habitatındaki yerli türlerle yiyecek, barınak ve çiftleşme için rekabeti arttırabileceği, çevreye daha iyi uyum yeteneği olan bu melez balıkların zamanla yerli türlere üstünlük sağlayabileceği ve yerli türlerle çiftleşerek genetik kirlenmeye ve hatta yerli türlere ait popülasyonun yok olmasına neden olabileceği endişeleri bulunmaktadır (Mustapha 2014, Rajee ve Alicia 2019). Bu nedenle transgenik su ürünlerinin kullanımının sıkı bir protokol ile denetlenmesi ve DNA aşılılarıyla aşılınmış balıklara veya hibrid balık ürünlerine ilişkin tüketicinin bilgilendirilmesinin önemi vurgulanmıştır (Rajee ve Alicia 2019). Balıklarda indüklenmiş üreme için doğal ve sentetik hormonların kullanılması, alıcı ve bağışçı balıklar için birçok refah sorununa neden olabilir. Bir bağışçı balığın hipofiz bezinin çıkarılması için kurban edilmesinin önemli bir refah problemi olduğu açıktır ve ayrıca biyoteknoloji uygulamalarının stres, ağrı ve doku hasarına yol açabileceği bildirilmiştir (Zhou ve Gui 2018). Erken büyüme için yapılan seleksiyonun balıklar arasında saldırganlığın artmasına ve yaralanma, ağrı, rahatsızlık, korku ve sıkıntıya neden olabileceği kaydedilmiştir. Ayrıca balıklarda hızlı büyüme ile anormal kalp şekli, kalp fonksiyon bozukluğu, omurga deformasyonu, katarakt ve düşük yaşama gücü arasında ilişki olduğunu gösteren bulgular artmaktadır (Wall ve Richards 1992; Poppe vd. 2002; Stevenson 2007; Mustapha 2014).

Normal Davranışların Sergilenmesi ve Anormal Davranışlar

Gıda amaçlı yetiştirilen hayvanlarda minimum refah ihtiyaçları “Beş Özgürlük” şeklinde gruplanmıştır (FAWC 2014). Yetiştiricilik koşullarında balıkların da dâhil olduğu çiftlik hayvanlarının refahını sağlamak için asgari standartları belirleyen mevzuat bu refah ihtiyaçlarına

dayanmaktadır (EC/98/58 ve Çiftlik Hayvanlarının Refahına İlişkin Genel Hükümler Hakkında Yönetmelik, 22 Kasım 2014, R.G.No:29183). Bu mevzuata göre balıklar ağrı, korku ve kaygı hissetmeden, yem alma ve sosyal etkileşim gibi normal davranışlarını sergileyebilmelidir (OIE 2019). Duyguları da yansıtan davranışlar balıklarda stresi ve refahı değerlendirme ve izleme için en önemli hayvan tabanlı refah göstergeleridir (OIE 2019). Dolayısıyla fizyolojik ve sağlık durumu ile kötü refahı yansıtan davranış modelleri iyi izlenmeli ve kaydedilmelidir (FAWC 2014; Council of Europe 2005). Bu amaçla su ürünleri yetiştirme sistemlerinde balık davranışları, biyolojisi ve refah gereksinimleri konusunda türe özgü bilgilere sahip eğitilmiş ve deneyimli yeterli sayıda personel bulunmalıdır. Bu personelin sürekli eğitimi sağlanırken, verilen eğitim sertifikalandırılmalıdır (OIE 2019).

Üretim miktarının artışına odaklanılan yoğun üretim sistemlerinde anormal balık davranışlarındaki artış akuakültürde balık refahı kayıplarının arttığını göstermektedir (Adams vd. 2007; Sneddon 2020). Anormal davranış, belirgin bir işlevi olmayan ve amaçsızca tekrarlanan davranışlardır (Dawkins 2004). Balıklarda anormal davranışlar ve yaralanmalara ilişkin etkileşimler Tablo 2’de gösterilmiştir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde pek çok balık davranışının pozitif deneyimler (oyun, keşif, vs.) veya stres faktörlerine uyum veya kontrol çabasıyla (kaçma, sığınak arama, vs.) ilişkili olduğu bilinmektedir (Dawkins 2004; Kristiansen vd. 2004; Ashley 2007). Ancak stres faktörünün etkisinin uzun süreli ve şiddetli olması durumunda değişen davranışlar maladaptif bir hal alabilir. Eğer durum daha da kötüleşir ve uyum çabaları başarısız olur ise balıklarda yılgınlık meydana gelebilir (Clement vd. 2005; Madaro vd. 2020). Akuakültür barındırma koşullarının balıklar için yeterince duyuşsal ve bilişsel uyarıları içermediği durumlarda can sıkıntısı ve yılgınlık daha da artmaktadır (Kleiber vd. 2023). Bu nedenle anormal davranış frekansı balıklarda psikolojik stres faktörlerine bağlı refah kayıplarının ölçülmesi ve değerlendirilmesi için geçerli bir hayvan tabanlı refah göstergesidir (Alfonso vd. 2020).

Stok yoğunluğu arttıkça balıklar için azalan yaşam alanı davranışların daha da kısıtlanmasına neden olurken artan sosyal stres baskısı da duyulan kaygıyı derinleştirmektedir (Ashley 2007; Carbonara vd. 2020). Sosyal üstünlük sıralamasında baskın balıklar tarafından yem alması engellenen pasif balıklarda sindirim fonksiyonlarında ve immün kapasitede kayıplar ve büyüme geriliği görülebilmektedir. Bu durum stok içinde beden iriliği yönünde heterojeniteye neden olur ve gelişme geriliği olan küçük balıklar yetiştirme uygulamaları için bir sorun haline gelebilir (DiBattista vd. 2005;

Ashley 2007). Refah kayıplarının önlenmesi için taşıma kapasitesinin aşılmaması ve ayrıca işlevsel veya bilişsel uyarıcıları içerecek şekilde su ortamlarının zenginleştirilmesi önerilmektedir (Ashley 2007; Kleiber vd. 2023). Çevresel zenginleştirme refahı artırarak balıkların davranışsal, fizyolojik ve psikolojik ihtiyaçlarının karşılamasına yardımcı olacak yeni duyuşsal ve motor uyarıcılar sağlayabilmektedir. Ancak çevresel zenginleştirme stratejileri (gürültü ve müzik gibi işitsel, koku ve tat gibi kimyasal, aydınlatma ve renkler gibi görsel uyarıcılar ile akıntılar ve egzersiz, vs.) her türün ve yaşam evresinin ihtiyaçları, tercihleri ve doğal geçmişi ile ilişkilidir ve balık yetiştirme sisteminin özellikleri ile de etkilenebilmektedir (Arechavala-Lopez vd. 2022; Kleiber vd. 2023). Balıklar için beslenme veya olumsuz olayların tahmin edilebilirliğini sağlamak için otomatik yemliklerden balıkların kendisinin yem alması gibi işlevsel koşullanma ve öğrenme deneyimlerinden de yararlanılabilir (Galhardo ve Oliveira 2009; Kleiber vd. 2023).

3.2. Nakil

Omurgalı hayvanların taşınması onlara zarar veya aşırı acı verme olasılığı olan bir şekilde yapılamaz ve bu hayvanlara balıklar da dâhildir (EC/1/2005). Ancak ilgili yönetmelik nakilleri sırasında korunmaları için balıklara özel detaylı kuralları içermemektedir (Gimenez-Candela vd. 2020). Bu Avrupa Birliği yönetmeliği ulusal mevzuata aktarılmıştır ancak canlı balıklar kapsam dışı bırakılmıştır (Hayvanların Nakilleri Sırasında Refahı ve Korunması Yönetmeliği, R.G. No:28152, 24 Aralık 2011). Akuakültürde nakil işlemlerinin balık refahına etkileri Tablo 2’de özetlenmiştir.

Nakilden önce balıklar yolculuk için yeterince formda ve sağlıklı olup olmadığı yönünde kontrol edilmeli ve tedavi amaçlı olanlar hariç yolculuk için yeterince durumu uygun olmayan veya hasta olan balıklar taşınmamalıdır. Taşıma işlemleri balık türene özgü davranış ve özel ihtiyaçlar dikkate alınarak planlanmalıdır (Council of Europe 2005). Somon ve alabalık gibi büyük balıkların uzak mesafelere taşınması için yapılan uzun yolculuk sırasında balıkların kalabalık şekilde tutulmamasına dikkat edilmelidir. Pompalama hızı ve basıncı ile boru çapı balık büyüklüğüne göre ve taşıma tanklarında ulaşılacak son stok yoğunluğuna göre ayarlanmalıdır (FAWC 2014). Balıkların yüklenip boşaltılacağı tesislerde yürütülen işlemleri denetleyecek personel bulunmalı ve balık yükleme ve boşaltma işlemlerinin minimum stres veya yaralanmaya yol açacak şekilde gerçekleştirilmesi sağlanmalıdır (OIE 2019). Bazı durumlarda balıklar kısa mesafeler için kafesleriyle taşınabilir. Daha küçük olan alabalıklar genellikle çiftlikte kesilebilir ancak bazen çiftlik dışındaki kesim tesislerine de

taşınabilirler. Balıkların kesim tesislerine kadar taşınacakları süre varılan tesiste balıkların sedasyon ve kesimi için planlanan işlemlerle uyumlu olarak gerçekleştirilmelidir. Bu nedenle öldürme veya kesim noktası ile nakil tekneleri arasında sağlıklı ve uyumlu bir iş birliği sağlanmalıdır. Ağ ile balık taşıma, titreşim, gürültü, su kalitesi, basınç ve sıcaklık değişikliği ile fiziksel hasarlar balıklar için stres yapıcı diğer faktörlerdir. Nakil sürecinde su kalitesi izlenmeli, kaydedilmeli ve oksijen tankları ile gerekli takviyeler yapılmalıdır (FAWC 2014).

Nakilde görevli tüm personel taşımanın balıklar üzerindeki olumsuz etkilerinden sorumludur. Yükleme, balıkların davranışı ve özellikleri konusunda bilgi ve deneyime sahip olan operatörler tarafından yapılmalıdır (OIE 2019). Taşınacak tür için uygun olan ve arızalı olmayan bir araç ile taşıma yapılmalıdır. Balıkları ele alma ve taşıma sırasında stresi en aza indirmek için acil durum planları oluşturulmalıdır. Nakil personeli balık sağlığı ve refahı konusunda eğitilmelidir. Eğitim, her balık türüne özel olmak üzere, balık davranışı ve fizyolojisi, hastalık ve kötü refahın genel belirtileri, yükleme, boşaltma ve yolculuk sırasında canlı balıkların ele alınması ve yönetimi, ilgili ekipmanın kullanımı ve bakımı, taşıma sırasında sıkça karşılaşılan durumların yönetimi, balıkların muayenesi ile su kalitesini izleme, olumsuz hava koşulları ve acil durum planındaki uygulamalara ilişkin detayları içermelidir (OIE 2019). Balıkların taşınması için kullanılan araçlar ve konteynerler, taşınacak balıkların türüne, boyutuna, ağırlığına ve sayısına uygun olmalı ve bu amaçla kullanılan tüm ekipman ve cihazlar balıklarda fiziksel yaralanmaları en aza indirecek şekilde tasarlanmalı ve üretilmelidir (OIE 2019). Çapraz bulaşmaları önlemek için kullanılan ekipman temizlenmeli ve dezenfekte edilmelidir (Council of Europe 2005).

Balıklarda nakil stresi yolculuğun süresi, su kalitesi ve nakil sırasındaki balık idaresiyle önemli ölçüde etkilenmektedir (Iversen vd. 2005; Ashley 2007; Relic ve Markovic 2021). Ancak bu faktörlerin etkileri veya birbirleri arasındaki etkileşimlere ilişkin araştırmalar yetersizdir. Kurtoğlu vd. (2021) Sibirya mersin (*Acipenser baeri*) balıklarının 15°C su sıcaklığında 50 kg/m³ stok yoğunluğunda 20 saat boyunca güvenli bir şekilde taşınabileceğini, ancak,

100 kg/m³ ve üzeri stok yoğunluğunda yapılacak nakillerde 16 saat yolculuk süresinin balık refahı ve sağlığını tehdit edebileceğini belirlemiştir.

Nakil uygulamaları ve sınıflandırma işlemi balıklar üzerinde oluşturduğu yüksek stres nedeniyle hastalıklara duyarlılığı arttırmaktadır. Iversen vd. (2005) Atlantik somonu (*S. salar* L.) yavru balıklarının denize transferinin ardından görülen enfeksiyonların arttığını ve özellikle yükleme sonrası kortizol düzeylerinde artış görüldüğünü bildirmiştir. Chandroo vd. (2005) nakil sırasında ve sonraki 48 saat içinde gökkuşuğu alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) aktivitesinde artış olduğunu, dinlenme sonrası bile balıkların normal aktiviteye yavaş döndüklerini tespit etmiştir. Shabani vd. (2016) ise bu tür balıkların nakil sonrasında dinlendirilmesinin nakil stresini azalttığını belirlemiştir. Akdemir vd. (2022) canlı gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) taşınmasında kullanılan seramik topların sudaki pH değeri ve amonyak seviyesi ile solungaç doku hasarlarının azaltılmasında fayda sağladığını belirlemiştir. Ayrıca başka bir tanka transfer sırasında balıkların ani ışık yoğunluğu değişiminden de strese girdikleri bildirilmiştir (Relic ve Markovic 2021).

Canlı balıklar için nakil işlemi korku, acı ve kaygı eşliğinde yeni bir çevre ile çeşitlenmeler içerdiğinden strese neden olmakta ve balık refahını düşürmektedir. Sedasyon oluşturacak bir anestezi madde uygulanmasının taşınacak balıklarda stresi azaltabildiğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Neiffer ve Stamper 2009). Lopez-Canovas vd. (2020) de β -CD içinde nanoenkapsüle edilmiş karanfil yağını kesim öncesinde anestezi amaçlı olarak Atlantik somonu, Nil tilapyası, levrek ve gökkuşuğu alabalığı türlerinde denediklerinde stres tepkilerinin ve anestezi indüklenme süresinin azaldığını ve taze balık raf ömrünün uzadığını gözlemlemişlerdir. Iso-eugenol tabanlı anesteziklerin aynı amaç için Yeni Zelanda, Avustralya, Şili ve Kore'de de kullanıldığı görülmektedir (Iversen vd. 2003). En yaygın sedatif uygulama yöntemi solüsyon içinde bekletmedir ancak anestezi madde kas içi veya intravenöz de uygulanabilir. Genel olarak balıklarda anestezi ve sedasyon uygulamaları diğer omurgalılarda yapıldığı gibidir.

Tablo 1. Akuakültürde stok yoğunluğu, su kalitesi ve hastalıkların balık refahına etkileri
Table 1. The impact of stocking density, water quality and diseases on fish welfare in aquaculture

| Çevre Faktörleri | İlgili refah problemleri | Balık refahını arttırmak için yaklaşımlar |
|--|---|--|
| Yüksek stok yoğunluğu Üretim artışı için yoğun üretim tekniği kullanılırken stok yoğunluğu arttırılmaktadır (Carbonara vd. 2020; Saraiva vd. 2022) | <ul style="list-style-type: none"> Rekabette artış (Sara vd. 2010; Calabrese vd. 2017; Saraiva vd. 2022), heterojen büyüme (Ellis vd. 2002), normal davranışların sergilenememesi (Adams vd. 2007) saldırganlık ve anormal davranışlarda artış (Greaves ve Tuene 2001; Ellis vd. 2002) fiziki hasarlarda artış (Galhardo ve Oliveira 2009; Kurtoğlu vd. 2021) Balık sınıflandırmaya duyulan ihtiyacın artması (Ellis vd. 2002; Dawkins 2004) Akut ve kronik stres, düşük yemden yararlanma ve büyüme (Ellis vd. 2002, Boujard vd. 2002; Andrew vd. 2002), immun depresyon (Liu vd. 2019), parazit ve hastalıklar (Stevenson 2007; Cascarano vd. 2021), kötü vücut kondisyonu (Turnbull vd. 2005), düşük su kalitesi (Calabrese vd. 2017) | <ul style="list-style-type: none"> Maksimum stok yoğunluğu belirlemede balık türünün ihtiyaçlarını dikkate alma (McKenzie vd. 2012; Calabrese vd. 2017; Saraiva vd. 2022), uygun ekipman ve besleme uygulamaları ile heterojen büyümenin engellenmesi (Boujard vd. 2002), sık sık sınıflandırmadan kaçınma (Andrew vd. 2002; Iversen vd. 2005; FAWC 2014) Çevresel zenginleştirme (Carbonara vd. 2020; Kleiber vd. 2023) Otomatik yemlikler ve su kalitesi için izleme (Galhardo ve Oliveira 2009; Liu vd. 2019; Alfonso vd. 2020) Balık boyuna uyumlu parti besleme gibi yenilikçi besleme politikaları (Council of Europe 2005; OIE 2019; Mustapha 2014) Balıklara zarar verebilecek keskin köşe ve çıkıntıları giderme (Council of Europe 2005) |
| Düşük su kalitesi Yüksek stok yoğunluğu, hatalı besleme ve balık idaresi nedeniyle su kalitesi bozulabilir (Alfonso vd. 2020) | <ul style="list-style-type: none"> Suda oksijen yetersizliği, amanyok ve CO₂ artışı (Kamali vd. 2022) Suda asılı partiküllerin solungaçlara zarar vermesi ve kirlilik (Ellis vd. 2002) Hastalıklarda artış ve verimlerde düşüş (Calabrese vd. 2017) | <ul style="list-style-type: none"> Su akış hızının artırılması (Mustapha 2014) Uygun yemleme tekniği (Hastein vd. 2005; FAWC 2014) ve aşırı yemlemeden kaçınma (Council of Europe 2005) Stok yoğunluğunun azaltılması (Kamali vd. 2022; Saraiva vd. 2022) Balık aktivitesinde artışkan kaçınma (Turnbull vd. 2005; Calabrese vd. 2017) |
| Hastalıklar Paraziter, bakteriyel ve viral bulaşıcı hastalıklar balık refahını düşürmektedir. Ayrıca ürün kalitesi ve halk sağlığı yönünden de riskler meydana gelmektedir (McLoughlin ve Graham 2007; Cascarano vd. 2021) | <ul style="list-style-type: none"> Etkinliği kanıtlanmış ticari aşı ve veteriner ilaçlardaki kısıtlar (OIE 2019; FAWC 2014) Aşı adjuvanların ve veteriner ilaçların yan etkileri (Damsgard vd. 2004; Broom 2007; McLoughlin ve Graham 2007) Bit ve bakterilerde ilaçlara genetik direnç artışı (Mordue ve Pike 2002; Zhou ve Gui 2018), tedavi ve dezenfeksiyon ile çevre kirliliği, enjeksiyon ve ele alma stresi (Montero vd. 1999; OIE 2019), farklı su sıcaklıkları, immunsupresyon (Montero vd. 1999; Liu vd. 2019) Yüzgeç kesme ile numaralama (Hastein vd. 2005, Mustapha 2014) Genetik seleksiyon, rekombinat gen teknolojisi ve diğer biyoteknoloji uygulamalarına bağlı sağlık ve davranış problemleri (yüzgeç ve omurga deformiteleri, kardiyovasküler fonksiyon bozukluğu, yüksek ölüm oranları (Forabosco vd. 2013; Stien vd. 2013; Zhou ve Gui 2018; Rajee ve Alicia 2019) | <ul style="list-style-type: none"> DNA aşuları gibi alternatif antiviral tedavilerin geliştirilmesi (Broom 2007; FACW 2014) Hastalık direncine yönelik seçim (Zhou ve Gui 2018; Liu vd. 2019), parazit direncine yönelik seçici üreme (Stevenson 2007; Zhou ve Gui 2018) Sürdürülebilir yetiştirme uygulamaları ile düşük stres (Forabosco vd. 2013) Biyolojik kontrol yöntemleri (FAWC 2014), invazif olmayan yeni tedavilerin geliştirilmesi (Damsgard vd. 2004), hasta balıklar için kafes tasarımları (Gauy vd. 2023) Bağışıklık sistemini destekleyici takviyeler ve türe özel diyet (Saraiva vd. 2022; Köse vd. 2023), yemlerde mikrobiyolojik ve içerik kontrolleri (Mustapha 2014) Düşük stok yoğunluğu (Turnbull vd. 2005; Adams vd. 2007), balıklarda rekabetin önlenmesi ve etolojik ihtiyaçların karşılanması (Kamali vd. 2022; Kleiber vd. 2023), bilişsel ve işlevsel zenginleştirme (Ashley 2007; Galhardo ve Oliveira 2009, Kleiber vd. 2023) Yüksek su kalitesi ve pratik su kalitesi izlenme yöntemleri (Ellis vd. 2002) İlgili sağlık verilerin düzenli kaydı, ulusal veri tabanına veri girişi (FAWC 2014) |

Tablo 2. Akuakültürde anormal balık davranışları ile nakil ve kesimin balık refahına etkileri
Table 2. The effects of abnormal fish behaviors, and handling and slaughtering on fish welfare in aquaculture

| Çevre Faktörleri | İlgili refah problemleri | Balık refahını arttırmak için yaklaşımlar |
|---|---|---|
| <p>Anormal davranışlar ve yaralanmalar Yüksek stok yoğunluğu, kötü su kalitesi ve idare gibi nedenler saldırganlık gibi anormal davranışlara neden olabilir. Fiziksel çevre ve balıklarla sık temasla yaralanmalar artmaktadır (Anras ve Lagardere 2004)</p> | <ul style="list-style-type: none"> Sosyal strese artış (Montero vd. 1999; Cascarano vd. 2021; Saraiva vd. 2022), artan rekabet ve saldırganlık ile küçük balıkların zarar görmesi (Greaves ve Tuene 2001; Clement vd. 2005; Sara vd. 2010), yaralanma ve sekonder enfeksiyonlarda artış (Turnbull vd. 2005; Ellis vd. 2002). Yüksek aktivite ve O₂ tüketiminde artış (Anras ve Lagardere 2004), su kalitesinde hızlı bozulma (Turnbull vd. 2005; Ashley 2007; Calabrese vd. 2017) Sosyal hiyerarjisinde ve grup içi varyasyonda artış (Greaves ve Tuene 2001; Neiffer ve Stamper 2009) Stres toleransı, immedepresyon ve büyüme kayıpları (Conte 2004; Stevenson 2007; Mustapha 2014) | <ul style="list-style-type: none"> Düşük stok yoğunluğu (Gauy vd. 2023) ve sürdürülebilir su kalitesi (Alfonso vd. 2020), duyuşsal ve bilişsel uyarıları içeren barındırma (Kleiber vd. 2023) ve çevresel zenginleştirme (Arechavala-Lopez vd. 2022; Kleiber vd.2023), rekabeti artırıcı yemlemeden kaçınma (Council of Europe 2005), aynı yaş, cinsiyet ve tür balıkların birlikte tutulması, heterojenitenin engellenmesi, aktivitenin artırılmasından kaçınma (FAWC 2014) Pratik refah değerlendirme yöntemlerinin geliştirilmesi (Hastein vd. 2005; FAWC 2014), personel eğitimi (OIE 2019), Acil Durum ve Afet Planı (Mustapha 2014; FAWC 2014),Anormal aktiviteyi artırıcı proaktif uygulamalarından kaçınma(Mustapha 2014) |
| <p>Nakil Nakil nakil öncesi ve sırasında yakalama, yükleme, taşıma, boşaltma ve stoklama sırasında balıklarda stres ve refah kayıpları görülmektedir (Relic ve Markovic 2021; Kurtoğlu vd. 2021; Akdemir vd. 2022)</p> | <ul style="list-style-type: none"> Yabancı çevre ve nakil uygulamalarına bağlı korku, kaygı ve stres artışı (Wang vd. 2006; Hvas vd. 2020) Yükleme ve boşaltma sırasında kötü balık idaresi ve hatalı ele alma (Chandoo vd. 2004) Balık türüne uygun olmayan yakalama, zaptı-rapt ve nakil araç ve ekipmanları (Broom 2007; Shabani vd. 2016), yetersiz su kalitesi ve kalabalık taşıma (Relic ve Markovic 2021;Akdemir vd. 2022) Nakil sırasında yaralanmaların ve sonrasında hastalıkların artması (Iversen vd. 2005; Shabani vd. 2016), nakil öncesi uzayan toplulaştırma ve uzun yolculuk süresi (Iversen vd. 2005; Ashley 2007; Relic ve Markovic 2021) | <ul style="list-style-type: none"> Taşıma kapasitenin aşılması (Kurtoğlu vd.2021), nakil öncesi sedasyon (Neiffer ve Stamper 2009), türe göre ihtiyaçların karşılanması, yeni nesil nakil araç ve ekiman tasarımlarını (Akdemir vd. 2022;FAWC 2014) Hayvan dostu balık nakli için standartlar, sertifikasyonlar ve etiketlemenin geliştirilmesi (Lopez-Canovas vd. 2020), nakil sırasında balık türüne göre mevzuat ve rehberlerin geliştirilmesi, personel eğitimi (OIE 2019; Gimenez-Candela vd. 2020), hayvan refahı görevlilerinin bulunması (OIE 2019), nakilde balık refahı standartları için etkin izleme, denetleme ve kontroller (Council of Europe 2005; FAWC 2014). Balık hareketlerinin izlenmesi için ulusal veri tabanı (Council of Europe 2005) |
| <p>Sedasyon, Kesim ve Öldürme Sedasyon ve öldürme yöntemleri balık türlerini farklı etkilemektedir.. Bu uygulamalar balıklarda dramatik refah kayıplarına neden olmaktadır (Sara vd. 2010; Van De Vis vd. 2003; Clemente vd. 2023)</p> | <ul style="list-style-type: none"> Canlı kesim ve ölüme kadar bilincin açık olmasına bağlı ağrı ve ızdırap (Van De Vis vd. 2003; Clemente vd. 2023), sedasyon ve bilinç kaybının izlenmemesi, kesime bağlı ağrı (ekipman, uzman, vs) (Relic ve Markovic 2021; Clemente vd. 2023), insancıl olmayan sedasyon ve kesim yöntemleri (hava veya buzlu su içinde boğma, CO₂ ile doyurulmuş su içinde bekletme, bilinç açık iken solungaçların kesilmesi (Kestin vd. 1991; Van De Vis vd. 2003) Sedasyon ve kesim için hatalı hayvan idaresi, balıkların yere düşmesi, yaralanması veya ezilmesi (Poli 2009; Sara vd. 2010; Relic ve Markovic 2021), deri, yüzgeç, kas ve kemik hasarları (EFSA 2009). Stresli muameleler ile kas aktivitesinin artması, ölüm sonrası vücuttaki biyokimyasal süreçlerin zarar görmesi ve etin kalitesinde kayıplar (Morzel vd. 2003; Relic vd. 2010) | <ul style="list-style-type: none"> Uygun sedasyon (Neiffer ve Stamper 2009), bilinç kaybının ve ölümün izlenmesi (Anras and Lagardere 2004), türe özel insancıl sedasyon ve kesim teknikleri (Rob ve Kestin 2002) ile otomatik sedasyon sistemlerinin geliştirilmesi (Sara vd. 2010) Kesim operatörlerinin eğitimi (Rob ve Kestin 2002; Mustafa 2014; OIE 2019), Standart İşletme Prosedürlerinin kullanımı (SOP'lar)(Lopez-Canovas vd. 2020; Mercogliano ve Dongo 2023) Hayvan dostu balık kesimi için standartlar, sertifikasyonlar ve etiketlemenin geliştirilmesi (FAWC 2014; Lopez-Canovas vd. 2020) Kesim sırasında hayvan refahı görevlilerinin bulunması (OIE 2019) Kesimde balık refahı standartları için etkin izleme, denetleme ve kontroller (Council of Europe 2005; FAWC 2014) |

Ancak balıklarda analjezi uygulamalarına ilişkin yapılan araştırmalar çok azdır (Neiffer ve Stamper, 2009). Diğer yandan, sedatif kullanımı ile ilişkilendirilen potansiyel riskler bakımından sedasyondaki balıklara dikkatli bir izleme yapılması çok önemlidir (Lopez-Canovas vd. 2020).

3.3. Sedasyon, Kesim ve Öldürme

Balıkların kesim sırasında acı, sıkıntı veya ızdıraptan korunması Avrupa Birliği'nin (EC)1099/2009 sayılı yönetmeliği ile hükme bağlanmıştır. Ancak diğer çiftlik hayvanlarından farklı olarak balıklar için izin verilen kesim ve öldürme yöntemleri belirtilmemiştir. Buna karşın Avrupa Komisyonu Yeşil Anlaşmasının Tarladan Sofraya stratejisi ve hayvan refahı stratejisine göre ilgili mevzuatın gözden geçirilmesi ve güncellenmesine karar verilmiştir (Clemente vd. 2023). Ayrıca sedasyon, acil kesim ve öldürme sırasında balık refahının korunmasına yönelik tavsiye ve yönergeler bulunmaktadır (Council of Europe 2005; FAWC 2014; OIE 2019). Su ürünleri yetiştiriciliğinde sedasyon ve kesim teknikleri çok çeşitlidir ve bu tekniklerin her balık türünde oluşturduğu tepkisel yanıtlar da farklıdır (Morzel vd. 2003). Bu nedenle balıkların kesim ve öldürülmesi amacıyla kullanılan yöntemler sırasında korunması için Dünya Hayvan Sağlığı Örgütü (WOAH, OIE olarak kuruldu) ve Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından tavsiye ve görüşler yayınlamıştır (Gimenez-Candela vd. 2020; Relic ve Markovic 2021).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde sedasyon ve öldürmenin balık refahına etkileri Tablo 2 verilmiştir. Kesimden önce metabolik aktiviteyi azaltmak, yükleme ve nakil sırasında oksijen talebini azaltmak için 72 saatte kadar değişen sürelerle yem çekme ve balıkları aç bırakma işlemi uygulanabilmektedir ancak bunun balık refahına etkilerine ilişkin bilgiler oldukça azdır. Yakalamak için yapılan toplulaştırma balıklar arasında ve ağ ile olan teması ve fiziki hasarları arttırılabilir ve bu sürenin en fazla 2 saat olması önerilmektedir. Genellikle hasada kadar gelişemeyecek yavru balıklar için ve hastalık kontrolleri için hasta balıkların öldürülmesi gereken acil durumlarda öldürme işlemi yapılmaktadır (FAWC 2014).

Sedasyon yapılmadan kesim ve öldürme sırasında balıklar güçlü bir şekilde mücadele edebilir. Balıklar büyük kan damarları kesildiğinde tam bilinç kaybına kadar 15 dakika veya daha fazla bilinçli kalabilirler, acı ve ızdırap hissedebilirler (Van De Vis vd. 2003). İyi bir kesim yöntemi balık için daha az acı ve ızdırapa neden olmalıdır (Mustapha 2014). Nakillerde olduğu gibi, kesimden önce sedasyon işlemi balıklarda kesim ve öldürmeye bağlı oluşan stresi ve ızdırapı azaltabilir. Ancak sedasyon etkinliği

iyi izlenmelidir. Uygulayıcılar balıklarda operkulumun ritmik hareketi, vestibül-oküler refleksi, yüzmeye, dik durmaya veya dengeyi yeniden kazanmaya çalışma gibi belirtileri ayırt edebilecek şekilde eğitilmelidir ve bu belirtiler en az 10 dakika süresince görülmediğinde balığın ölümü doğrulanmalıdır. Bu işlemi büyük gruplar halindeki balıklar için saha koşullarında gerçekleştirmek ise çok zordur (Clemente vd. 2023).

Somon ve daha büyük alabalıklar için insancıl sedasyon ve öldürme yöntemi mekanik perfüzyon bayıltmadır. Bu amaçla otomatik perfüzyon bayıltma giderek yaygınlaşmaktadır. Perfüzyon bayıltma ve öldürme için darbe, başın üstüne, gözlerin hemen arkasına uygulanmalıdır (FAWC 2014). Mekanik sedasyon yönteminde serbest bir mermi veya beyine penetre olan bir iğne kullanılarak balık beyninde geri dönüşümsüz bir tahribat sağlanmakta ve balıkta şiddetli bir beyin sarsıntısı ve beyin disfonksiyonu oluşturulmaktadır (Relic ve Markovic 2021). Mekanik sedasyon yöntemleri sazan, alabalık ve ton balığı için önerilmiştir (OIE 2022). Manuel perfüzyon bayıltma işleminin özellikle çok sayıda balıkta uygulandığu durumlarda uygulayıcının işlemin doğruluğunu sürdürebilmesi çok önemlidir. Personel eğitimi de dahil olmak üzere, otomatik perkusif sedasyon cihazları balık refahının artmasına katkı yapabilir. El değmeden, balıkların kanal girişine yönlendirildiği sistemlerde uygun olmayan boyutlardaki balıkların ayıklanması ve manuel olarak bayıltılması çok önemlidir (Ashley 2007). İskandinav alabalıkları için genellikle özel olarak tasarlanmış mekanik bir sedasyon cihazı balığın hızla bilincini kaybetmesi ve ölüm anına kadar öyle kalmasına yetecek güçte tek bir vuruş sağlamaktadır (Van De Vis vd. 2003). Diğer bir sedasyon yöntemi küçük balıklara uygulanan elektrikli sedasyondur. Elektrikli sedasyon balıkların içinde bulunduğu suya elektrik akımı verilerek (elektronarkoz) veya elektriğin doğrudan balığın başına uygulanmasıyla (electrocution) yapılmaktadır (EFSA 2009). Doğrudan başa uygulanan elektrikli sedasyon yöntemi sazan, yılan balığı ve somon balığı için önerilmiştir (EFSA 2009; Relic ve Markovic 2021; OIE 2022; Clemente vd. 2023). Doğru uygulandığında hızlı bir sedasyon sağlayan bu yöntemde düşük voltaj uygulamaları balıklarda felç durumuna neden olurken yüksek voltaj uygulamaları ise kanama, kas ve kemik hasarları oluşturabilmektedir (Van De Vis vd. 2003; Clemente vd. 2023). Balıkların vücudunun tamamının elektrik akımı verilen suyun içinde olması, sedasyon tankının tümüne homojen bir elektrik akımının gitmesi veya yarı kuru uygulamada elektriğin balığın başının her iki tarafına uygulanması çok önemlidir. Ashley (2007) doğru uygulanan perfüzyon veya elektrikli bayıltma yöntemlerinin Atlantik somonu (*S. salar*

L.), kalkan (*S. maximus* L.) ve gökkuşuğu alabalığı (*O. mykiss*) gibi balıklarda insancıl kesim gereksinimlerini karşılayabildiğini bildirilmiştir.

Sudan çıkarılarak hava veya buzlu su içinde boğma (asfiksasyon) balıklar için çok streslidir (FAWC 2014) çünkü sudan çıkarılmış ve havaya maruz kalmış balıklar solungaçlarının çökmesi nedeniyle oksijen alamaz (Relic ve Markovic 2021). Balıklar buzlu su içine bırakıldıklarında ise hızlı ve yoğun bir soğuma gerçekleşeceğinden kas felçleri meydana gelmektedir (Roth vd. 2006) ve çok rahatsız edici bu uygulamayla balıklar maksimum stres yanıtlarının eşliğinde şiddetli kaçış davranışları sergilemektedirler (Robb ve Kestin 2002; Ashley 2007). Gökkuşuğu alabalığı (*O. mykiss*) kesiminde ise ölüme kadar süren 14 dakikalık sürede stres yanıtlarının devam ettiği bildirilmiştir (Kestin vd. 1991; Van De Vis vd. 2003). Sazan balıklarında özellikle düşük çevre sıcaklığı ve yüksek nem oranı koşullarında aynı yöntemlerin kullanılması durumunda ölüme kadar geçen sürenin daha da uzadığı belirlenmiştir (EFSA 2009; Relic ve Markovic 2021). Somon ve alabalıklarda CO₂ doymuş suya batırılarak yapılan öldürme işleminin sedasyon ve beyin fonksiyonlarında kayba neden olduğu ancak bilinç kaybının birkaç dakika daha sürdüğü ve balıklarda ciddi strese ve et kalitesinde kayıplara neden olduğu görülmüştür (Van De Vis vd. 2003; Clemente vd. 2023). Bu nedenle acil durum öldürmeleri dışında bu yöntemin kullanımı giderek azalmaktadır. Sedasyon yapılmadan solungaçların kesilmesi yöntemiyle yapılan kesim işlemi ölüme kadar bilincin açık olması nedeniyle ızdırıplıdır (Clemente vd. 2023).

Balık türü ve yetiştirme koşullarına göre en uygun sedasyon ve kesim yöntemi seçilmeli ve eğitimli personelin takip edeceği Standart Operasyonel Prosedürler (SOP'lar) kullanılmalıdır (Kestin vd. 1991; Robb ve Kestin vd. 2002; Broom 2007). Tüm sedasyon ve öldürme yöntemleri tek seferde ve hatasız uygulanmalı, tam bilinç kaybı oluşmuş balıklar için kesim veya öldürme işlemi hızla yapılmalıdır. Kesim için keskin bıçaklar kullanılmalıdır (OIE 2022).

Balıkların yakalanması sırasında personel muameleleri veya kullanılan ağ balıklara zarar vermemelidir. Ayrıca balıkların ağ ve bekleme tanklarından düşmesi, balıkların boş konteynerlere konulması veya çok sayıda balığın üst üste konulması gibi hatalı uygulamalar deri abrazyonu, yüzgeç, kas ve kemik hasarları, yüzgeç içindeki gaz basıncında ani değişiklikler ile ezilme ve ölümlere neden olur ve balıklar acı ve ızdırıp hissedeler (EFSA 2009). Kesimden önce balıkların iki saatten fazla süreyle sıkıştırılmamasına ve kalabalık şekilde tutulmamasına dikkat edilmelidir. Ayrıca sedasyon ve kesim sırasında ekipmanların kullanımından

kaynaklanan ani gürültü bekletme tankındaki balıkları ciddi şekilde rahatsız edebilir (Clemente vd. 2023). İnsan tüketimi için yetiştirilen balıkların kesim ve öldürülmeleri sırasında maruz kaldıkları stresli muameleler kas aktivitesinin artmasına, ölüm sonrası vücuttaki biyokimyasal süreçlerin zarar görmesine ve etin kalitesinde kayıplara neden olur (Relic vd. 2010). Anestezi ile sedasyon altında yapılan kesim et kalitesini de arttırabilir (dinlenmiş hasat) (Van De Vis vd. 2003).

4. Balıklarda Refahın Değerlendirmesi

Balıklarda refahın değerlendirilmesi için kullanılan parametrelere refah göstergeleri denir ve çeşitli refah göstergeleri hem balık refahının değerlendirilmesindeki isabet düzeyi hem de ölçüm ve değerlendirme kolaylığı bakımından farklılık göstermektedir. Hayvan tabanlı refah göstergeleri tek bir balığın davranışı, deri ve yüzgeçlerinin durumu ile sağlık durumu gibi gözlemlere dayanabilir veya bir grup balığın grup davranışı, ölüm oranı veya suda kan ve pulların varlığı gibi grup gözlemlerine dayanabilir (Relic vd. 2010). Grup halindeki balıkların grup eğilimi ve davranışları, grup iştahı ve ölüm oranı gibi grup seviyesinde yapılan gözlemlere dayanan sonuç tabanlı refah göstergelerine grup tabanlı refah göstergeleri denir (Poppe vd. 2002). Balık stok yoğunluğunun yüksek olduğu bir yetiştirme sistemi içindeki tüm balıkları sonuç tabanlı göstergelerle değerlendirmek güçtür. Ancak çiftlik seviyesinde balık refahının pratik bir şekilde ve kısa sürede değerlendirilmesi için operasyonel refah göstergeleri tercih edilmelidir. Ayrıca refah değerlendirmesi için bir laboratuvar veya diğer analitik tesislere erişim gerektiren refah göstergelerine ise laboratuvar tabanlı refah göstergeleri denmektedir (Dawkins 2004; Hastein vd. 2005).

Balıklarda refahın değerlendirilmesine ilişkin şema veya protokollerin geliştirilmesinin henüz başında bulunmaktadır. İlk olarak RSPCA tarafından 2002 yılında Atlantik somonu (*Salmo salar*) için ve 2014 yılında gökkuşuğu alabalığı için refah standartları tanımlanmıştır (Noble vd. 2018). Hayvan dostu balık üretimi için balık refahını garanti eden standartlar bireysel girişimciler (Carrefour sertifikası) veya özel sektör işletmelerinin oluşturduğu ittifaklar tarafından geliştirilebilmektedir (Global G.A.P akuakültür sertifikasyonu). Ayrıca kar amacı bulunmayan hayvan aktivisti kuruluşlar tarafından belirlenen üçüncü taraf standartlar da bulunmaktadır (Dünya Hayvan Koruma ve İnsancıl Kesim Derneği yönergeleri; WWF su ürünleri yetiştiriciliği diyalogları ve standartları; Dolphin Dostu, vs) (Reis vd. 2021). Küresel eko etiketleme alanında diğer bir önemli girişim vahşi av balıkçılığı alanında Marine Stewardship Council (MSC) tarafından

gerçekleştirilmiştir (Hønneland 2020). Yine küresel ölçekte sekiz büyük su ürünleri işletmesi tarafından kurulan Deniz Ürünleri İşletmeleri için Okyanus Sorumluluğu (SeaBOS) standartları da bulunmaktadır (Reis vd. 2021). Sadece türe özgü balık refahı standartları geliştiren girişimler de bulunmaktadır. Bunlara örnek olarak Label Rouge, RSPCA Assured, Red Tractor, Soil Association (Reis vd. 2021), Aquaculture Stewardship Council (ASC) ve Best Aquaculture Practices (BAP) sayılabilir. Ayrıca Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) ve Hayvan Sağlığı ve Refahı Bilimsel Paneli (AHAW) balık sağlığı ve refahı konusunda bağımsız bilimsel tavsiyeler yayınlamıştır (Reis vd. 2021).

Atlantik Somonlarında kafes yetiştirme sistemini değerlendirmek üzere "welfare meter" değerlendirme protokolü geliştirilmiştir (Turnbull vd. 2005; Mustapha 2014). Gökkuşluğu alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) için dış morfolojik hasarın değerlendirilmesine dayalı bir balık refahı değerlendirme endeksi (fWEI) akışkan sistemlerde büyüme sırasında kullanılan güvenilir ve uygulanabilir çiftlik göstergelerinin değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Buna göre, potansiyel çiftlik refah göstergeleri, çevresel (suyun temini, değişimi ve kalitesi) ve yönetim parametrelerini (stok yoğunluğu, besleme sıklığı), davranış ve sağlık gözlemlerini (hastalık ve kötü refahı gösteren davranışlar, sosyal davranış, aktivite düzeyi) ve dış morfolojik hasarı (deri, yüzgeç, göz, solungaç hasarı, iskelet deformiteleri, zayıflık) içermektedir. Farklı şiddet derecelerinde bozulma içeren fotoğraflı görüntüler kullanılarak değerlendirilen dış morfolojik hasar, hızlı ve maliyeti olmayan bir yöntemdir. Bu indeks (fWEI) balık yetiştiricileri, veteriner hekimler, sertifikasyon ve izleme programları tarafından kullanılabilir (Weirup vd. 2022). Somon refahı endeksi modeli (SWIM 1.0) mevcut en uzun modeldir ve somon çiftliklerinde su sıcaklığı ve tuzluluk düzeyi, oksijen doygunluğu, su akış hızı, stok yoğunluğu ve aydınlatma gibi çevresel parametrelerden başka balıklarda rahatsızlık, ölüm oranı, iştah, deniz biti enfestasyon oranı, kondisyon skoru, zayıflama durumu, omurga deformitesi, olgunlaşma ve smoltifikasyon durumu, yüzgeç durumu ve deri durumu gibi bir dizi refah göstergelerinin kullanılmasına dayanmaktadır (Stien vd. 2013). Balık sağlığı profesyonellerince geliştirilen bir set kullanarak resmi ve standart bir balık refahı değerlendirme yöntemi olarak tasarlanan SWIM 2.0 ise SWIM 1.0'ı tamamlamaktadır. SWIM 2.0' de kullanılan göstergeler gözler, kalp, karın organları, solungaçlar, operküler, iskelet kasların durumu ile aşıyla ilgili patolojiler, balık anormallikleri, ötenazi ve ölü balıkların otopsi bulgularını kapsamaktadır (Stien vd. 2013).

5. Sonuç

Son yıllarda hızla büyüyen su ürünleri yetiştiriciliğinde çok sayıda balık türü farklı sistemlerde yetiştirilmektedir. Balıkların evcilleştirilme sürecinin henüz başında olduğu, akuakültür ve balık arasındaki etkileşimlere dair mevcut bilgilerin de yetersiz olduğu dikkate alındığında diğer çiftlik hayvanlarına göre balıklarda refah ihtiyaçlarının daha fazla olduğu görülmektedir. Balık yetiştiriciliğinde su kalitesi, yüksek stok yoğunluğu ve hastalıkların en önemli refah problemleri olduğu anlaşılmaktadır. Özellikle büyük balıkların kesimi için yapılan nakiller ile sedasyon yapılmaksızın yapılan öldürme ve kesim uygulamalarının balık refahı bakımından önemli diğer riskler olduğu anlaşılmaktadır. Balıkların önlenbilir acı ve ızdıraptan korunmasına ilişkin yönetmelikler bulunmakla birlikte türe özgü ihtiyaçlar temelinde kapsamlı ve detaylı balık refahı mevzuatı veya rehberleri bulunmamaktadır. Benzer şekilde, bazı yeni girişimlere rağmen, balık refahının değerlendirilmesi ve izlenmesi için çiftlik düzeyinde ve hayvan tabanlı parametreleri içeren etkin protokoller de yoktur. Ancak akuakültürde düşük balık refahı hem üretim kapasitesini ve ürün kalitesini olumsuz etkilemekte hem de tüketicilerin konuya ilişkin ilgi ve endişeleri artmaktadır. Sürdürülebilir su ürünleri yetiştiriciliğinin gelişimi için bir sonraki aşama, yüksek balık refahı kalite standartlarının küresel pazarlarda avantaj oluşturabilmesi için hayvan ve çevre dostu etiketlenmenin bir standardizasyona doğru evrilmesi olacaktır. Türkiye'nin su ürünleri üretimi alt yapısı ve doğal su kaynaklarıyla sahip olduğu üretim potansiyelini yüksek balık refahı ile destekleyerek küresel rekabet gücünü arttırılabileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Adams CE, Turnbull JF, Bell A, Bron JE, Huntingford FA. 2007. Multiple determinants of welfare in farmed fish: Stocking density, disturbance, and aggression in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can J Fish Aquat Sci.* 64: 336-44. doi: 10.1139/f07-018.
- Akdemir G, Er A, İpek ZZ, Minaz M, Kayış Ş. 2022. Effects of ceramic balls on trout welfare during their live transfer conditions. *Ege J Fish Aqua Sci.* 39(1): 55-60. doi: 10.12714/egejfas.39.1.08.
- Alfonso S, Sadoul B, Cousin X, Begout ML. 2020. Spatial distribution and activity patterns as welfare indicators in response to water quality changes in European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Appl Anim Behav*

- Sci. 226:104974.
doi:10.1016/j.applanim.2020.104974.
- Andrew JE, Noble C, Kadri S, Jewell H, Huntingford FA. 2002. The effect of demand feeding on swimming speed and feeding responses in Atlantic salmon *Salmo salar* L., gilthead sea bream *Sparus aurata* L. and European sea bass *Dicentrarchus labrax* L. in sea cages. *Aquacult Res.* 33: 501-507.
doi:10.046/j.1365-2109.2002.00740.x
- Anras MLB, Lagardere JP. 2004. Measuring cultured fish swimming behaviour: first results on rainbow trout using acoustic telemetry in tanks. *Aquaculture*, 240:175-186. doi:10.1016/j.aquaculture.2004.02.019.
- Arechavala-Lopez P, Cabrera-Alvarez MJ, Maia CM, Saraiva JL. 2022. Environmental enrichment in fish aquaculture: A review of fundamental and practical aspects. *Rev Aquac.* 14:704-728.
doi:10.1111/raq.12620.
- Ashley PJ. 2007. Fish welfare: current issues in aquaculture. *Appl Anim Behav Sci.* 104(3-4):199-235.
doi:10.1016/j.applanim.2006.09.001.
- Bar N. 2014. Physiological and hormonal changes during prolonged starvation in fish. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 71:1447-1458.
doi:10.1139/cjfas-2013-0175.
- Boujard T, Labbe L, Auperin B. 2002. Feeding behaviour, energy expenditure and growth of rainbow trout in relation to stocking density and food accessibility. *Aquacult Res.* 33:1233-1242.
doi: 10.1046/j.1365-2109.2002.00755.x.
- Broom DM. 1986. Indicators of poor welfare. *Brit. Vet. J.* 142: 524-526.
- Broom DM. 2007. Cognitive ability and sentience: Which aquatic animals should be protected?. *Dis Aquat Org.* 75(2): 99-108.
doi:10.3354/dao075099.
- Brown C, Dorey C. 2019. Pain and Emotion in Fishes-Fish welfare implications for fisheries and aquaculture. *Anim Stud J.* 8(2):175-201.
doi:10.14453/asj.v8i2.1.
- Calabrese S, Nilsen TO, Kolarevic J, Ebbesson LOE, Pedrosa C, Fivelstad S, Hosfeld C, Stefansson SO, Terjesen BF, Takle H, Martins CIM, Sveier H, Mathisen F, Imsland AK, Handeland SO. 2017. Stocking density limits for post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) with emphasis on production performance and welfare. *Aquaculture*, 468: 363- 370.
doi: 10.1016/j.aquaculture.2016.10.041.
- Carbonara P, Alfonso S, Gai F, Gasco L, Palmegiano G, Spedicato MT, Zupa W, Lembo, G. (2020). Moderate stocking density does not influence the behavioural and physiological responses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in organic aquaculture. *Aquac Res.* 51(7): 3007-3016.
doi:10.1111/are.14640.
- Cascarano MC, Stavrakidis-Zachou O, Mladineo I, Thompson KD, Papandroulakis N, Katharios P. 2021. Mediterranean aquaculture in a changing climate: temperature effects on pathogens and diseases of three farmed fish species. *Pathogens*, 10(9): 1205.
doi:org/10.3390/pathogens10091205.
- Chandroo KP, Cooke SJ, McKinley RS, Moccia RD. 2005. Use of electromyogram telemetry to assess the behavioural and energetic responses of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) to transportation stress. *Aquacult Res.* 36:1226-1238.
doi:10.1111/j.1365-2109.2005.01347.x.
- Chandroo KP, Duncan IJ, Moccia RD. 2004. Can fish suffer?: perspectives on sentience, pain, fear and stress. *Appl Anim Behav Sci.* 86(3-4):225-250.
doi:10.1016/j.applanim.2004.02.004.
- Clement TS, Parikh V, Schrupf M, Fernald RD. 2005. Behavioral coping strategies in a cichlid fish: the role of social status and acute stress response in direct and displaced aggression. *Horm Behav.* 47:336-342.
doi:10.1016/j.yhbeh.2004.11.014.
- Clemente GA, Tolini C, Boscarino A, Lorenzi V, Dal Lago TL, Benedetti D, Bellucci F, Manfrin A, Trocino A, Nodari, S R. 2023. Farmed fish welfare during slaughter in Italy: survey on stunning and killing methods and indicators of unconsciousness. *Front. Vet. Sci.*10.
doi:10.3389/fvets.2023.1253151.
- Conte FS. 2004. Stress and the welfare of cultured fish. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 86(3-4):205-223.
doi:10.1016/j.applanim.2004.02.003.
- Council of Europe 2005. Recommendation concerning farmed fish adopted by the Standing Committee of the European Convention for the Protection of Animals kept for Farming Purposes on 5 December 2005. [Erişim tarihi: 18 Ağustos 2023]. Erişim adresi: <https://www.coe.int/en/web/cdcj/2005-rec-farmed-fish>.
- Damsgard B, Sorum U, Ugelstad I, Eliassen RA, Mortensen A, 2004. Effects of feeding regime on susceptibility of Atlantic salmon (*Salmo salar*) to cold water vibriosis. *Aquaculture* 239: 37-46.

- doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.05.037.
- Dawkins MS. 2004. Using behaviour to assess animal welfare. *Anim Welfare*. 13:3-7. doi.org/10.1017/S0962728600014317.
- DiBattista JD, Anisman H, Whitehead M, Gilmour KM. 2005. The effects of cortisol administration on social status and brain monoaminergic activity in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *J Exp Biol* 208:2707-2718. [doi:10.1242/jeb.01690](https://doi.org/10.1242/jeb.01690).
- Ellis T, North B, Scott AP, Bromage NR, Porter M, Gadd D. 2002. The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. *J Fish Biol*. 61: 493-531. [doi:10.1111/j.1095-8649.2002.tb00893.x](https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2002.tb00893.x).
- European Food Safety Authority (EFSA). 2008. Scientific opinion of the panel on animal health and welfare on a request from the European Commission on animal welfare aspects of husbandry systems for farmed fish: carp. *EFSA J*. 8(43):1-28.
- European Food Safety Authority (EFSA). 2009. Species-specific welfare aspects of the main systems of stunning and killing of farmed Atlantic Salmon. *EFSA J*. 7: 1011. [doi: 10.2903/j.efsa.2009.1011](https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1011).
- FAWC. 2014 Farm Animal Welfare Committee. Report on the welfare of farmed fish. Surbiton, Surrey: Farmed Animal Welfare Council. [Erişim tarihi: 23 Ağustos 2023]. Erişim Adresi: <https://www.gov.uk/government/publication/s/fawc-report-on-the-welfare-of-farmed-fish>.
- Forabosco F, Löhmus M, Rydhmer L, Sundström LF. 2013. Genetically modified farm animals and fish in agriculture: A review. *Livestock Science*, 153(1-3):1-9. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.01.002>.
- Galhardo L, Oliveira RF. 2009. Psychological stress and welfare in fish. *Annu. Rev. Biomed. Data Sci*. 11:1-20. doi.org/10.5016/1806-8774.2009v11p1.
- Gauy ACDS, Bolognesi MC, Gonçalves-de-Freitas E. 2023. Body Tactile Stimulation Reduces the Effects of High Stocking Density on the Welfare of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fishes*, 8(6): 320. [doi: 10.3390/fishes8060320](https://doi.org/10.3390/fishes8060320).
- Gimenez-Candela M, Saraiva JL, Bauer H. 2020. The legal protection of farmed fish in Europe: analysing the range of EU legislation and the impact of international animal welfare standards for the fishes in European aquaculture. In *dA Derecho Animal: Forum of Animal Law Studies*. 11(1):0065-118. [doi: 10.5565/rev/da.460](https://doi.org/10.5565/rev/da.460).
- Greaves K, Tuene S, 2001. The form and context of aggressive behaviour in farmed Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). *Aquaculture*, 193:1-2. [doi: 10.1016/S0044-8486\(00\)00476-2](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00476-2).
- Hastein T, Scarfe AD, Lund VL. 2005. Science-based assessment of welfare: aquatic animals. *Rev sci tech Off int Epiz*. 24 (2): 529-547.
- Hastein T. 2004. Animal welfare issues relating to aquaculture. In *Global conference on animal welfare: an OIE initiative*. European Communities, Paris, France, 212-221.
- Hønneland G. 2020. Marine Stewardship Council (MSC) Certification of Arctic Fisheries. *Arctic Review on Law and Politics*, 11:133-156. [doi:10.23865/arctic.v11.2488](https://doi.org/10.23865/arctic.v11.2488).
- Hvas M, Stien LH, Oppedal F. 2020. The metabolic rate response to feed withdrawal in Atlantic salmon post-smolts. *Aquaculture*, 529:735690. [doi:10.1016/j.aquaculture.2020.735690](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735690).
- Iversen M, Finstad B, McKinley RS, Eliassen RA, Carlsen KT, Evjen T. 2005. Stress responses in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts during commercial well boat transports, and effects on survival after transfer to sea. *Aquaculture*, 243: 373-382. [doi:10.1016/j.aquaculture.2004.10.019](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.10.019).
- Iversen M, Finstad B, McKinley RS, Eliassen RA. 2003. The efficacy of metomidate, clove oil, Aqui-S™ and Benzoak® as anaesthetics in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts, and their potential stress-reducing capacity. *Aquaculture*, 221(1-4):549-566. [doi:10.1016/S0044-8486\(03\)00111-X](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00111-X).
- Kamali S, Ward VC, Ricardez-Sandoval L. 2022. Dynamic modeling of recirculating aquaculture systems: Effect of management strategies and water quality parameters on fish performance. *Aquac Eng*. 99: 102294. [doi:10.1016/j.aquaeng.2022.102294](https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2022.102294).
- Kestin SC, Wotton SB, Gregory NG. 1991. Effect of slaughter by removal from water on visual evoked activity in the brain and reflex movement of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Vet Rec*. 128:443-446.
- Kleiber A, Stomp M, Rouby M, Ferreira VHB, Bégout ML, Benhaïm D, Labbe L, Tocquevill A, Levadoux M, Calandreau L, Guesdon V, Colson V. 2023. Cognitive enrichment to increase fish welfare in aquaculture: A review. *Aquaculture*, 739654.

- doi:10.1016/j.aquaculture.2023.739654.
 Köse Ö, Karabulut HA, Er A. 2023. Dandelion root extract in trout feed and its effects on the physiological performance of *Oncorhynchus mykiss* and resistance to *Lactococcus garvieae* infection, *Ann Anim Sci*. doi: 10.2478/aoas-2023-0072.
- Kristiansen TS, Fernö A, Holm JC, Privitera L, Bakke S, Fosseidengen JE. 2004. Swimming behaviour as an indicator of low growth rate and impaired welfare in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) reared at three stocking densities. *Aquaculture*, 230(1-4):137-151. doi:10.1016/S0044-8486(03)00436-8.
- Kurtoğlu İZ, Ak K, Genç S. 2021. Effects of stocking density during live transportation on haematological parameters of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*, Brandt, 1869). *J Appl Ichthyol*. 37(6): 809-815. doi:10.1111/jai.14266.
- Liu B, Fei F, Li X, Wang X, Huang B. 2019. Effects of stocking density on stress response, innate immune parameters, and welfare of turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquacult Int*. 27:1599-1612. doi:10.1007/s10499-019-00413-2.
- Lopez-Canovas AE, Cabas I, Chaves-Pozo E, Ros-Chumillas M, Navarro-Segura L, Lopez-Gómez, A, Fernandes MO, Galindo-Villegas J, García-Ayala, A. 2020. Nanoencapsulated Clove Oil Applied as an Anesthetic at Slaughtering Decreases Stress, Extends the Freshness, and Lengthens Shelf Life of Cultured Fish. *Foods*, 9(12): 1750. doi.org/10.3390/foods9121750.
- Madaro A, Kristiansen TS, Pavlidis MA. 2020. How fish cope with stress?. The welfare of fish, *Animal Welfare*, 20: 251-281. doi:10.1007/978-3-030-41675-1_11.
- McKenzie DJ, Höglund E, Dupont-Prinet A, Larsen BK, Skov PV, Pedersen PB, Jokumsen A. 2012. Effects of stocking density and sustained aerobic exercise on growth, energetics and welfare of rainbow trout. *Aquaculture*, 338 341: 216–222. doi: 10.1016/j.aquaculture.2012.01.020.
- McLoughlin MF, Graham DA. 2007. Alphavirus infections in salmonids—a review. *J Fish Dis*. 30(9):511-531. doi.org/10.1111/j.1365-2761.2007.00848.x.
- Mellor DJ. 2016. Updating animal welfare thinking: Moving beyond the “Five Freedoms” towards “a life worthliving”. *Animals*, 6: 21. doi.org/10.3390/ani6030021.
- Mercogliano R, Dongo D. 2023. Fish welfare during slaughter: the European Council Regulation 1099/09 Application. *Ital J Food Saf*. 12(3):10926. doi:10.4081/ijfs.2023.10926.
- Miller KM, Schulze AD, Ginther N, Li S, Patterson DA, Farrell AP, Hinch SG. 2009. Salmon spawning migration: metabolic shifts and environmental triggers. *Comp Biochem Physiol*. 4D: 75-89. doi.org/10.1016/j.cbcd.2008.11.002.
- Montero D, Izquierdo MS, Tort L, Robaina L, Vergara JM. 1999. High stocking density produces crowding stress altering some physiological and biochemical parameters in gilthead seabream, *Sparus aurata*, juveniles. *Fish Physiol Biochem*. 20: 53-60.
- Mordue AJ, Pike AW. 2002. Salmon farming: towards an integrated pest management strategy for sea lice. *Pest Manage Sci*. 58: 513-514. doi.org/10.1002/ps.515.
- Morzell M, Sohler D, Van de Vis H. 2003. Evaluation of slaughtering methods for turbot with respect to animal welfare and flesh quality. *J Sci Food Agric*. 83: 19-28. doi: 10.1002/jsfa.1253.
- Mustapha MK. 2014. Aquaculture and Fish Welfare: Are the Rights of Fish Compromised?/Akwaikultura I Dobrostan Ryb: Czy Prawa Ryb Sa Szanowane?. *Zool Polon*. 59(1-4): 49. doi: 10.2478/zoop-2014-0005
- Neiffer DL, Stamper MA. 2009. Fish sedation, anesthesia, analgesia, and euthanasia: considerations, methods, and types of drugs. *ILAR J*. 50(4):343-360. doi:10.1093/ilar.50.4.343.
- Noble C, Gismervik K, Iversen MH, Kolarevic J, Nilsson J, Stien LH, Turnbull JF (eds.) 2018. Welfare Indicators For Farmed Atlantic Salmon: Tools For Assessing Fish Welfare. Tromsø, Norway: Nofima.
- OIE 2019. World Organisation For Animal Health. Aquatic Animal Health Code. Section 7.0. Welfare of Farmed Fish. Twenty-second Edition. ISBN 978-92-95108-96-7.
- OIE 2022. WOA, “Welfare aspects of stunning and killing of farmed fish for human consumption”, Aquatic Animal Health Code (2022). p. 1–4. [Erişim tarihi: 3 Eylül 2023]. Erişim Adresi: https://www.woah.org/f ileadmin/Home/eng/Health_standards/aahc/ current/chapitre_welfare_stunning_killing.p df.
- Pettersson MT. 2022. Transparency in global fisheries governance: The role of non-governmental organizations. *Marine Policy*.

- 136:104128.
[doi:10.1016/j.marpol.2020.104128](https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104128).
- Pieniak Z, Vanhonacker F, Verbeke W. 2013. Consumer knowledge and use of information about fish and aquaculture. *Food Policy* 40:25–30.
[doi:10.1016/j.foodpol.2013.01.005](https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2013.01.005).
- Poli BM. 2009. Farmed fish welfare-suffering assessment and impact on product quality. *Ital J Anim Sci.* 8: 139-160.
[doi:10.4081/ijas.2009.s1.139](https://doi.org/10.4081/ijas.2009.s1.139).
- Poppe TT, Johansen R, Torud B. 2002. Cardiac abnormality with associated hernia in farmed rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Dis Aquat. Org.* 50:153-155.
[doi:10.3354/dao050153](https://doi.org/10.3354/dao050153).
- Rajee O, Alicia TK. 2019. Biotechnological application in aquaculture and its sustainability constraints. *Int J Adv Biotech Res.* 10(3):1-15. Retrieved from <https://commons.erau.edu/publication/1289>
- Reis GG, Molento CFM, Souza APO. 2021. Governance and Standardization in Fish Value Chains: Do They Take Care of Key Animal Welfare Issues?. *J Agric Environ Ethics.* 34:1-24.34:30.
[doi:10.1007/s10806-021-09870-3](https://doi.org/10.1007/s10806-021-09870-3).
- Relic R, Markovic Z. 2021. Farmed fish welfare, with insight into the situation in Serbia. *Veterinarski glasnik,* 75(2):132-144.
doi.org/10.2298/VETGL210727011R
- Relic RR, Hristov SV, Vucinic MM, Poleksic VD, Markovic ZZ. 2010. Principles of fish welfare assessment in farm rearing conditions. *J Agri Sci. Belgrade,* 55(3): 273-282.
[doi:10.2298/JAS1003273R](https://doi.org/10.2298/JAS1003273R).
- Robb DHF, Kestin SC. 2002. Methods used to kill fish: field observations and literature reviewed. *Anim Welfare.* 11:269–282.
[doi:10.1017/S0962728600024854](https://doi.org/10.1017/S0962728600024854).
- Rose JD, Arlinghaus R, Cooke SJ, Diggles BK, Sawynok W, Stevens ED, Wynne CDL. 2014. Can fish really feel pain? *Fish and Fisheries,* 15:97-133.
[doi:10.1111/faf.12010](https://doi.org/10.1111/faf.12010).
- Roth B, Slinde E, Robb DHF. 2006. Field evaluation of live chilling with CO₂ on stunning Atlantic salmon (*Salmo salar*) and the subsequent effect on quality. *Aquac Res.* 37:799-804.
[doi:10.1111/j.1365-2109.2006.01495.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2006.01495.x)
- Röcklinsberg H. 2015. Fish consumption: choices in the intersection of public concern, fish welfare, food security, human health and climate change. *J Agric Environ Ethics.* 28:533-551.
[doi:10.1007/s10806-014-9506-y](https://doi.org/10.1007/s10806-014-9506-y).
- Sanchez-Suarez W, Franks B, Torgerson-White L. 2020. From land to water: Taking fish welfare seriously. *Animals,* 10(9): 1585.
doi.org/10.3390/ani10091585.
- Sara G, Oliveri A, Martino G, Serra S, Meloni G, Pais A. 2010. Response of captive seabass and seabream as behavioural indicator in aquaculture. *Ital J Anim Sci.* 6:823–25.
[doi: 10.4081/ijas.2007.1s.823](https://doi.org/10.4081/ijas.2007.1s.823).
- Saraiva JL, Rachinas-Lopes P, Arechavala-Lopez P. 2022. Finding the “golden stocking density”: A balance between fish welfare and farmers' perspectives. *Front. Vet.Sci.* 1099.
[doi:10.3389/fvets.2022.930221](https://doi.org/10.3389/fvets.2022.930221).
- Scott GW, Hull SJ, Rollinson DJ. 1999. Surface breaking behaviour in a population of captive rays Raja: the expression of a need to forage? *Aquarium Sci Conserv.* 2:161–169.
- Seibel H, Weirup L, Schulz C. 2020. Fish welfare–between regulations, scientific facts and human perception. *Food Ethics,* 5:4.
[doi:10.1007/s41055-019-00063-3](https://doi.org/10.1007/s41055-019-00063-3).
- Shabani F, Erikson U, Beli E, Rexhepi A. 2016. Live transport of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and subsequent live storage in market: Water quality, stress and welfare considerations. *Aquaculture,* 453:110-115.
[doi:10.1016/j.aquaculture.2015.11.040](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.11.040).
- Sneddon LU. 2003. The evidence for pain in fish: the use of morphine as an analgesic. *App. Anim Behav Sci.* 83(2):153-162.
[doi:10.1016/S0168-1591\(03\)00113-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(03)00113-8).
- Sneddon LU. 2020. Can fish experience pain?. *The welfare of fish, Animal welfare,* 20:229-249.
[doi:10.1007/978-3-030-41675-1_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-41675-1_10).
- Stevenson P. 2007. Closed waters: The welfare of farmed Atlantic salmon, rainbow trout, Atlantic cod & Atlantic halibut. *Compassion in World Farming and World Society for the Protection of Animals, Godalming, Surrey GU7 1EZ, U K.,*
- Stien LH, Bracke MB, Folkedal O, Nilsson J, Oppedal F, Torgersen, T, Kittilsen S, Midtlyng PJ, Vindas MA, Øverli Ø, Kristiansen TS. 2013. Salmon Welfare Index Model (SWIM 1.0): A semantic model for overall welfare assessment of caged Atlantic salmon: review of the selected welfare indicators and model presentation. *Rev Aquac.* 5(1):33-57.
doi.org/10.7120/09627286.25.1.135.
- Turnbull J, Bell A, Adams C, Bron J, Huntingford F. 2005. Stocking density and welfare of

- cage farmed Atlantic salmon: application of a multivariate analysis. *Aquaculture*, 243: 121-132.
[doi:10.1016/j.aquaculture.2004.09.022](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.09.022).
- Van De Vis H, Kestin S, Robb D, Oehlenschläger J, Lambooi B, Werner M, Kuhlmann H, Kloosterboer K, Tejada M, Huidobro A, Ottera H, Roth B, Sorensen NK, Akse L, Byrne H, Nesvadba P. 2003. Is humane slaughter of fish possible for industry? *Aquac Res.* 34, 211–220.
[doi:10.1046/j.1365-2109.2003.00804.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2003.00804.x).
- Vanhonacker F, Altintzoglou T, Luten J, Verbeke W. 2011. "Does fish origin matter to European consumers? Insights from a consumer survey in Belgium, Norway and Spain", *Brit Food J.* 113(4):535-549.
[doi:10.1108/00070701111124005](https://doi.org/10.1108/00070701111124005).
- Wall AE, Richards RH. 1992. Occurrence of cataracts in triploid Atlantic salmon (*Salmo salar*) on four farms in Scotland. *Veterinary Record*, 131: 553-557.
- Wang T, Hung CCU, Randall DJ. 2006. The comparative physiology of food deprivation: from feast to famine. *Annu Rev Physiol.* 68:223–251.
[doi:10.1146/annurev.physiol.68.040104.105739](https://doi.org/10.1146/annurev.physiol.68.040104.105739).
- Weirup L, Schulz C, Seibel H. 2022. Fish welfare evaluation index (fWEL) based on external morphological damage for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in flow through systems. *Aquaculture*, 556:738270.
[doi:10.1016/j.aquaculture.2022.738270](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738270).
- Zhou L, Gui JF. 2018. Applications of genetic breeding biotechnologies in Chinese aquaculture. *Aquaculture in China: Success stories and modern trends*, 463-496.
[doi:10.1002/9781119120759.ch6_1](https://doi.org/10.1002/9781119120759.ch6_1)