



Atatürk Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi

21.ULUSAL SU ÜRÜNLERİ
SEMPOZYUMU



Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi

21. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu (2021)

15-16 KASIM 2021 ERZURUM

ÖZET ve TAM METİN KİTAPÇIĞI

EDITORLER

Prof.Dr. Telat YANIK
Doç.Dr. Veysel PARLAK
Doç.Dr. Arzu UÇAR
Dr. Öğr. Üyesi Gökhan ARSLAN

21. Yirmibirinci Basım © Aralık 2021 -ERZURUM

ISBN: 978-625-7960-36-6

web: <https://susemp2021.atauni.edu.tr/>

e-mail: susemp2021@atauni.edu.tr





KURULLAR

Onursal Başkan

Prof. Dr. Ömer ÇOMAKLI – Atatürk Üniversitesi Rektörü

Başkan

Prof. Dr. Telat YANIK – Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dekanı

Sempozyum sekreteryası

Doç. Dr. Veysel PARLAK

veysel.parlak@atauni.edu.tr

Doç. Dr. Arzu UÇAR

arzuucar@atauni.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Gökhan ARSLAN

gokhan.arslan@atauni.edu.tr

DÜZENLEME KURULU BAŞKANI

Prof. Dr. Telat YANIK-Atatürk Üniversitesi

DÜZENLEME KURULU

Prof. Dr. Abdulkadir BAYIR-Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Gonca ALAK-Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP-Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Murat ARSLAN-Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Saltuk Buğrahan CEYHUN-Atatürk Üniversitesi

Doç.Dr. Adem KAYA-Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Adem Yavuz SÖNMEZ-Kastamonu Üniversitesi

Doç. Dr. Ahmet TOPAL-Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Arzu UÇAR-Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Beyhan KOCADAĞISTAN-Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Gökhan ÖMEROĞLU-Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Harun ARSLAN-Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Nejdet GÜLTEPE-Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Özden FAKIOĞLU-Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Serdar BEKTAŞ-Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Tayfun KARATAŞ-Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi

Doç. Dr. Veysel PARLAK-Atatürk Üniversitesi

Doç.Dr. Muammer KIRICI-Bingöl Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Esat Mahmut KOCAMAN-Atatürk Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Gökhan ARSLAN-Atatürk Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Pınar OĞUZHAN YILDIZ-Atatürk Üniversitesi

Arş. Gör. Fatih KORKMAZ-Atatürk Üniversitesi

Arş. Gör. Sinan ÖZCAN-Atatürk Üniversitesi



BİLİM KURULU

- Prof. Dr. Ali Muzaffer FEYZİOĞLU-Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Ayşegül KUBİLAY-Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Prof. Dr. Celal ATEŞ-Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi
Prof. Dr. Deniz ÇOBAN-Aydın Adnan Menderes Üniversitesi
Prof. Dr. Ekrem Şanver ÇELİK-Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Prof. Dr. Fazıl ŞEN-Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Prof. Dr. Giuliana PARISI-University of Florence
Prof. Dr. Göktuğ DALGIÇ-Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Prof. Dr. Gülşen ALTUĞ-İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr. Halit FİLİZ- Muğla Sıtkı Kocaman Üniversitesi
Prof. Dr. Hasan Hüseyin ATAR-Ankara Üniversitesi
Prof. Dr. Mahmut ELP-Kastamonu Üniversitesi
Prof. Dr. Hülya TURAN-Sinop Üniversitesi
Prof. Dr. İbrahim DİLER-Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Prof. Dr. Jale KORUN-Akdeniz Üniversitesi
Prof. Dr. Mahmut Ali GÖKÇE-Çukurova Üniversitesi
Prof. Dr. Mahmut ELP-Kastamonu Üniversitesi
Prof. Dr. Mehmet Cengiz DEVAL-Akdeniz Üniversitesi
Prof. Dr. Mehmet KARATAŞ-Necmettin Erbakan Üniversitesi
Prof. Dr. Mehmet Tahir ALP-Mersin Üniversitesi
Prof. Dr. Mehmet TOPAL-Amasya Üniversitesi
Prof. Dr. Melek İŞİNİLİR OKYAR- İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr. Metin ÇALTA-Fırat Üniversitesi
Prof. Dr. Mevlüt AKTAŞ-İskenderun Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Mine UZBİLEK-Kırkağaç Ankara Üniversitesi
Prof. Dr. Mustafa DÖRÜCÜ-Munzur Üniversitesi
Prof. Dr. Mustafa SARI-Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. Orhan Tufan EROLDOĞAN-Çukurova Üniversitesi
Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK-Afyon Kocatepe Üniversitesi
Prof. Dr. Sevgi SAVAŞ-Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Prof. Dr. Seyit AYDIN-Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Prof. Dr. Talip ÇETER-Kastamonu Üniversitesi
Prof. Dr. Telat YANIK-Atatürk Üniversitesi
Prof. Dr. Tefik Tansel TANRIKUL-İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi
Prof. Dr. Uğur SUNLU-Ege Üniversitesi
Doç. Dr. Anca SUTAN-Pitesti University
Doç. Dr. Ekrem MUTLU-Kastamonu Üniversitesi
Doç. Dr. İlhan AYDIN-Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
Doç. Dr. Mahir KANYILMAZ-Tarım ve Orman Bakanlığı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü
Doç. Dr. Soner BİLEN-Kastamonu Üniversitesi
Doç. Dr. Semih KALE – Çanakkale 18 Mart Üniversitesi
Öğr. Gör. Dr. Azize ATİK- Afyon Kocatepe Üniversitesi
Öğr. Gör. Dr. İlker ATİK- Afyon Kocatepe Üniversitesi



Atatürk Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi

21.ULUSAL SU ÜRÜNLERİ
SEMPOZYUMU

Dr. Gheorghe Cristian POPESCU-Pitesti University

Dr. Mustafa Altuğ ATALAY-Tarım ve Orman Bakanlığı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü

Mehmet Nuri YILMAZ-Tarım Ve Orman Bakanlığı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü



Atatürk Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi

21.ULUSAL SU ÜRÜNLERİ
SEMPOZYUMU

ÖZETLER



COVID-19 VE SU ÜRÜNLERİNİN COVID-19'A KARŞI ETKİLERİ

Abdullah DİLER¹
Göknur SÜRENGİL

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü

Öz

Koronavirüs hastalığı (COVID-19), Aralık 2019'da Çin'in Wuhan kentinde ortaya çıkmış ve kısa sürede tüm dünyaya yayılarak bugüne kadar görülen en ciddi küresel sağlık sorunu olarak COVID-19 pandemisine sebep olmuştur. COVID-19, SARS-CoV-2'nin neden olduğu bulaşıcılığı yüksek ve patojenik bir viral enfeksiyondur (Shereen vd., 2020). İnsanlarda COVID-19 enfeksiyonu; ateş, yorgunluk, boğaz ağrısı, kuru öksürük, nefes darlığı, vücut ağrıları, burun tıkanıklığı, anozmi, karın ağrısı ve ishali gibi çok çeşitli semptomlara neden olabilirken, ilerleyen yıllarda daha az yaygın olan başka belirtilerin de görülebileceği ifade edilmiştir (Liv d., 2020). SARS-CoV-2 ile enfekte olan kişilerin çoğu hastalığı hafif, asemptomatik veya komplikasyonsuz geçirirken, şiddetli vakalarda, Akut Solunum Sıkıntısı Sendromu (ARDS), sepsis ve septik şok, inme, akut böbrek yetmezliği ve kalp yetmezliği, çoklu organ yetmezliği (MODS) gibi geniş spektrumda ciddi semptomlar ve komplikasyonlar gelişebilmektedir (Hui vd., 2021). Bu sebeple, İspanyol gribinden sonra dünyayı etkileyen yüzyılın bu en önemli pandemisine karşın aşı ve ilaç geliştirme çalışmaları büyük önem kazanmıştır. Bu kapsamda hastalığın morbidite ve mortalitesini azaltacak tedavi arayışları yanında, tarihsel bir öneme sahip olan pasif bağışıklama ve bağışıklığı güçlendirme uygulamaları tekrar gündeme gelmiştir (Temel vd., 2021).

Enfekte olan bazı hastalarda SARS-CoV-2, bağışıklık sistemine aşırı yüklenmesiyle sitokin fırtınası sendromuna neden olarak çoklu organ yetmezliğini meydana getirmektedir. Balıkietinde zengin olarak bulunan çoklu doymamış ve omega-3 yağ asitlerinin (W3 YA) sitokin fırtınalarına neden olan pro-inflamatuar sitokini azalttığı ve bu sebeple düzenli kullanımının viral enfeksiyonlara karşı geçerli bir strateji olacağı muhtemeldir. Diyet/takviye olarak W3 YA alımının viral gelişmeyi azaltması, bağışıklığı desteklemesi ve COVID-19 hastalığının şiddetini azaltabileceği beklenmektedir (Hathaway vd., 2020). Hala kesin tedavi arayışımız devam ederken, balık ve balık yağı tüketimi COVID-19 riski yüksek olanlar ve hastalar için güvenli ve nispeten ucuz bir profilaktik tedavi yaklaşımı olması söz konusudur.

İnsan diyetindeki W3 YA başlıca kaynağı uskumru, somon, hamsi, ringa balığı, alabalık, morina ve kefal gibi yağ oranı yüksek balıklardır. DHA ve EPA'dan zengin çeşitli mikroalgler (Phaeodactylum, Monodus), dinoflagellatlar (Thraustochytrium, Schizochytrium, Cryptocodinium) ve sucul omurgasızlar (karides, yengeç, istakoz) gibi balık yemlerinin tüketilmesi, balıklardaki yüksek W3 miktarları için önemli bir etkidir (Ward vd., 2005).

Sağlıklı beslenmenin immün sistem üzerine olumlu etkileri olduğu, yetersiz ve dengesiz beslenmede ise immün sistemin bozulduğu ve enfeksiyonlara duyarlılığın arttığı bilinmektedir. Gıdalardaki biyoaktif bileşikler ve diyetin immün sistemin normal fonksiyonlarını sürdürebilmesi için elzem olsa da COVID-19'u kesin olarak önlediği ve/veya tedavi ettiğine dair henüz yeterli kanıt bulunmamaktadır.

Anahtar kelimeler: Covid-19, su ürünleri, bağışıklık sistemi, omega-3



TÜRKİYE’NİN FARKLI BÖLGELERİNDE SATILAN MİDYE DOLMALARIN METAL İÇERİKLERİ AÇISINDAN TÜKETİCİ RİSKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

¹Ali Rıza KÖŞKER, ¹Sedat GÜNDOĞDU, ²Deniz AYAS, ²Mısra BAKAN
¹Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, ² Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi,

Öz

Metal kirliliği, deniz yaşamını tehdit eden ve deniz ürünlerini tüketen tüketiciler için riskler içeren önemli bir kirlilik sorunudur. Bu çalışmada Türkiye'nin beş ilinde satılan midye dolmalarındaki metal düzeyleri ve bu metal düzeylerinin çocuk ve yetişkin tüketiciler için olası sağlık riskleri değerlendirilmiştir. Beş farklı şehirdeki 38 farklı satıcıdan satın alınan midye dolmaların metal düzeylerine bağlı olarak yetişkin ve çocuk tüketicilerin farklı sıklıkta (haftada bir, üç ve beş gün) midye dolma tüketimleri durumundaki Haftalık Tahmini Alım Düzeyi (EWI), kanserojen olmayan Hedef Tehlike Oranı (THQ) ve Yaşam Boyu Kanser Riski (CR) değerlendirmeleri yapılmıştır. Midye dolmalarda araştırılan metaller arasında en bol bulunanlar Fe, Ni ve V olurken, en düşük miktarda tespit edilenler Cd, As ve Pb olmuştur. Tespit edilen metallerin EWI değerlerinin tamamının Geçici Haftalık Alım Tolerans (PTWI) limitlerinin altında kaldığı gözlenmiştir. Tüm lokasyonlardan toplanan midye dolma örneklerinin THQ hesaplamaları sonucunda V ve Cr düzeylerinin hem yetişkin, hem de çocuklar için >1 olduğu belirlenmiş ve bu metallerin non-kanserojen etkiler açısından tüketiciler için risk teşkil ettiği belirlenmiştir. Kanserijen risk hesaplamaları sonucunda, Cr, As ve Cd düzeylerinin neredeyse tüm lokasyon ve tüketici grupları için kanserojen risk içerdiği, Pb elementinin ise kanserojen risk düzeylerinin risk teşkil etmediği belirlenmiştir. Bulgular çocukların midye dolma tüketmelerinin sağlık riskleri açısından tehlikeli olduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Midye dolma; metal düzeyi; risk değerlendirme, İnsan sağlığı



TÜRKİYE’DE SATIŞA SUNULAN KONSERVE BALIK ÜRÜNLERİNDEKİ MİKROPLASTİK KİRLİLİĞİ

¹Ali Rıza KÖŞKER, ¹Sedat GÜNDOĞDU
¹Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi

Özet

1950 yılından itibaren hızlıca aratan bir şekilde üretilen plastik, 2019 yılı itibariyle 348 milyon ton civarına ulaşmıştır. Bu plastiklerin önemli bir kısmı çeşitli yollarla sucul ekosistemlere girmekte ve çeşitli faktörler yardımıyla parçalanarak daha küçük partiküllere ayrılmaktadırlar. Yaygın olarak kabul edilen tanıma göre, plastik partiküllerin <5mm’den daha küçük olanlarına mikroplastik adı verilmektedir. Mikroplastik kirliliği tüm dünya denizlerini ve göllerini etkisi altına alan büyük ve önemli bir çevre problem haline gelmiştir. Mikroplastiklerin çeşitli deniz ve tatlı su ürünlerini etkilediği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir. Bu durum denizlerden elde edilen ürünler aracılığıyla direk olarak insan sağlığını da tehdit edebilecek düzeydedir. Özellikle deniz ürünlerinin işlenerek ambalajlanıp satılması mikroplastiklerin hem denizel ortamdaki hem de işleme ve ambalaj işlemlerinden kaynaklanarak insan vücuduna girmesi mümkün olabilmektedir. Bu çalışmada çeşitli denizlerden elde edilen balıkların işlenerek konserve halinde satışa sunulması mikroplastik açısından değerlendirilmiştir. Bu amaçla Türkiye pazarında satışa sunulmuş olan yedi üreticiye ait konserve balıklardan 35 farklı marka toplanmış ve mikroplastik içerikleri incelenmiştir. Her markanın aynı parti numarasına ait olan konserve üç tekerrür halinde satın alınmıştır. Örneklerden kapalı kabin içerisinde 50 gr’lık alt örnekler alınarak organik madde yakılmış ve kalan materyal vakum pompa düzeniği yardımıyla süzülerek filtre kağıtlarına aktarılmıştır. Daha sonra filtre kağıtları mikroskop altında ve μ -Raman spektroskopisi yardımıyla incelenmiştir. İncelenen konserve balıklarının bir tanesi Karadeniz hamsisinden üretildiği kalan konserve balıklarının ithal edilmiş balıklardan üretildiği tespit edilmiştir. Tüm numunelerde mikroplastik ipliksi ve düzensiz fragment formunda varlıkları tespit edilmiştir. Türkiye pazarındaki konserve balıkların mikroplastik içerikleri ilk defa bu çalışma ile rapor edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Mikroplastikler; Konserve balık; Gıda güvenliği; İnsan sağlığı



TOKSİKOLOJİK AÇIDAN BALON BALIKLARI

Ali Rıza Köşker¹
Fatih Özoğul¹

¹Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi

Öz

Balon balıkları sadece ülkemizde değil tüm Akdeniz ülkelerinde kendilerine yazılı ve görsel medyada sıklıkla yer bulabilen popüler balıklardır. Bu popülerite içerdikleri toksinden kaynaklanmaktadır; balon balıkları dünyada bilinen en güçlü denizel toksin olan Tetrodotoksin (TTX) içerirler. TTX protein yapıda olmayan, düşük molekül ağırlığına sahip küçük bir moleküldür. Suda çözünebilir, renksiz, kokusuz, asidik ortamda çözünebilir bir toksindir. TTX ilk olarak balon balığı türlerinden izole edilmesinden dolayı sadece balon balıklarına özgü bir toksin olduğu düşünülmüş, ancak daha sonra yapılan çalışmalarla farklı balıklar, bazı kurbağa ve semenderler türleri, yumuşakçalar, dinoflagellatlar, artropodlar, nematodlar, derisidikenliler, yumuşakçalar ve bakteriler de TTX bulunduğu tespit edilmiştir. Ancak dünya genelinde en yaygın TTX zehirlenmeleri balon balıklarından kaynaklanmaktadır. Balon balığı tüketiminden kaynaklı TTX zehirlenmeleri başta Japonya olmak üzere birçok Asya ülkesinde çok uzun yıllardır sıklıkla karşılaşılan bir durumdur. Doğal bir toksin olan TTX, balon balıkları aracılığıyla dünyanın farklı ülkelerinde yüzyıllardır görülen bir olguyu Akdeniz'e kıyısı olan ülkelere taşımıştır: ölümcül balık zehirlenmeleri. Türkiye ve diğer birçok Akdeniz ülkesinde balon balığı tüketiminden kaynaklı çok sayıda zehirlenme vakası yaşanmış, bu vakaların bir kısmı da ölümlerle sonuçlanmıştır. İçerdikleri toksin ve yol açtıkları zehirlenme vakaları nedeniyle balon balıkları aynı zamanda bir halk sağlığı sorunudur. Bu çalışmada balon balıklarının kıyılarımızdaki durumları, TTX içerikleri, toksinin kimyasal özellikleri ve kökeni, zehirlenme vakaları ve semptomları değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Balon balığı, Tetrodotoksin, Zehirli balıklar, Denizel toksinler



KABUKLU SU ÜRÜNLERİ İŞLEME TEKNOLOJİSİNDEKİ KAZANÇ: KİTİN

Ayşe KARA¹, Emre ÇAĞLAK¹

¹ Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama Ve İşleme Teknolojileri Bölümü, Rize

Öz

Dünya genelinde balık ve deniz ürünleri sağlıklı gıda kategorisinde yer almaktadır. Bu kapsamda su ürünleri işleme endüstrisi su ürünlerini gıda, tarım, kozmetik, ilaç endüstrisi gibi çeşitli alanlarda kullanmak amacıyla çalışmalar sürdürmektedir. Farklı alanlarda söz sahibi olmaya çalışan su ürünleri işleme endüstrisinde ekstra kazanç ve çevresel kirlilik yönetimi için işleme artıkları değerlendirilmeye alınmaktadır. Su ürünleri işleme fabrikalarında işlem sonrası kabuklu artık ve sıvı artıklar büyük çoğunluğu oluşturmaktadır. İşleme sonrası artıkların yoğun olarak görüldüğü su ürünleri grubu ise yengeç, karides, midye, istiridyeye gibi kabuklulardır. Yengeç, karides ve istiridyeden sırasıyla %70-75, %50-55, %75-80 oranında işleme sonrası artık elde edilmektedir. Katı ve sıvı formda olan kabuklu su ürünleri artıklarından katı formda kitin/kitosan, protein hidrolizati, karotenoproteinler, pigment ekstraksiyonu ve sıvı formlarından ise aroma maddeleri, kabuklu konsantreleri ve çorbalar elde edilmektedir. Katı artıklardan elde edilen kitin ve türevlerinden biri olan kitosan, canlı organizmalar tarafından üretilen, biyobozunur, biyoyumlu ve çevre dostu polisakkarit olduğundan insan tüketimi ve sağlığı için yapılan uygulamalarda risk teşkil etmemektedir. Biyopolimer olarak da uygulama alanlarına sahip olan kitin ve türevleri antimikrobiyal madde olarak bakteri ve küf gelişimini önlemede, gıda endüstrisinde, katkı maddesi olarak içeceklerin ve meyvelerin asitlendirilmesi, doğal tatlandırıcı, renk sabitleştirici olarak, suyun saflaştırılması gibi uygulama alanlarında kullanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kabuklu su ürünleri, kitin, kitosan



ULTRASON UYGULAMALARININ GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) FİLETOLARINA FİZİKO- KİMYASAL ETKİLERİ

¹Çiğdem TÜRKSÖNMEZ
²Abdullah DİLER

¹Kocaeli Üniversitesi, İzmit Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü
²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi
Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı

Öz

*Araştırmamızda, yetiştiricilik yoluyla elde edilen gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W.,1792) filetolarının ısı olmayan teknolojilerden biri olan ultrason uygulaması ile soğuk muhafaza süresince fiziko-kimyasal kalite özelliklerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla filetolar farklı güç ve süre (30W/5dk, 30W/15dk, 80W/5dk ve 80W/15dk) ile ultrason dalgalarına maruz bırakılmıştır. Daha sonra soğukta muhafaza (4±10C) edilen vakum ambalajlanmış filetoların depolama süresince (0, 3, 6, 9, 12. ve 15. gün) fiziko kimyasal (nem, pH, renk ve tekstür) analizleri yapılmıştır. Ultrason uygulamasıyla nem miktarında azalma olsa da istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (p>0.05). Depolama boyunca nem değerleri zamanla ters orantılı olarak değişim göstermiştir. Gruplar arasındaki en az değişim değeri (75.45±1.71-74.96±0.35) 80W/5 dk. grubunda tespit edilmiştir. Ultrason uygulamasının pH değeri üzerinde başlangıçta önemli bir etkisi olmamıştır (p>0.05). Depolama sürecinde 30W/5 dk. grubundaki pH değişimi zamana göre azalırken, diğer gruplarda 0.güne göre 15. günde artış görülmüştür. Değişimin değerlendirilebildiği 3. gün ile 15. gün arasında ΔE değerleri arasında önemli düzeyde bir farklılık tespit edilememiştir (p>0.05). Ancak, 30W/ 5 dk. ve 30W/ 15 dk. grubunda 0. gün ile 9. gün arasında 80W/ 5 dk. grubunda ise 0.gün ile 6.gün arasındaki ΔE değerlerinin değişimi önemli düzeyde farklılık göstermiştir (p<0.05). Tekstür profil (sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, çiğnenebilirlik) analizinde depolama boyunca gruplar arasında önemli düzeyde farklılık görülmemiştir(p>0.05).Gruplar ayrı ayrı depolama süresince değerlendirildiğinde tüm gruplar seçilen parametreler açısından incelendiğinde azalma yönünde değişim gösterdiği görülmüştür. Elde edilen sonuçların ışığında ultrason teknolojisinin su ürünleri etlerinin soğukta muhafazasında kullanılabilecek yöntemlerden biri olduğu düşünülmektedir.*

Anahtar Kelimeler: Ultrason, gökkuşağı alabalığı, nem, tekstür, pH, renk



KUZEYDOĞU AKDENİZ'DEN YAKALANAN *Saurida undosquamis* (Richardson, 1848)'İN DOKULARINDAKİ METAL BİRİKİMİ VE TÜKETİMİNE BAĞLI METAL TOKSİSİTE RİSKİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ece KILIC¹, Alper YANAR²

¹ Iskenderun Technical University, Faculty of Marine Sciences and Technology, Department of Water Resources Management and Organization, Hatay

² Iskenderun Technical University, Faculty of Marine Sciences and Technology Department of Marine Sciences, Hatay

Öz

Türkiye'nin Kuzeydoğu Akdeniz kıyılarında yer alan Antalya ve İskenderun Körfezleri denizel su ürünleri üretimi ve tüketimi açısından önemli bir yere sahiptir. Ancak, Antalya Körfezi, çevresindeki yoğun, turistik ve tarımsal faaliyetler sebebiyle; İskenderun körfezi ise çevresindeki demir-çelik fabrikası, termal santraller gibi birçok endüstriyel tesisin yanısıra yoğun deniz trafiği sebebiyle deniz kirliliği açısından riskler barındırmaktadır. Deniz kirliliğine sebep olan önemli kirletici gruplarından biri de ağır metallerdir.

Sucul ortamda bulunan ağır metaller, denizel organizmaların yaşamsal faaliyetleri sırasında vücutlarına alınıp, dokularında birikme potansiyeline sahiptir. Bu durum, deniz canlılarının tüketilmesine bağlı olarak, insan sağlığı açısından da risk oluşturabilmektedir.

Bu çalışmada Kuzeydoğu Akdeniz'de en fazla tüketilen türlerden olan gümüş balığı [*Saurida undosquamis* (Richardson, 1848)]'nin dokularında [kas, bağırsak, deri, karaciğer] metal birikimi [Alüminyum (Al), Stronsiyum (Sr), Kadmiyum (Cd), Kobalt (Co), Nikel (Ni), Kurşun (Pb), Krom (Cr), Bakır (Cu), Demir (Fe), Manganez (Mn), Çinko (Zn)] ve buna bağlı oluşabilecek sağlık riski araştırılmıştır.

Çalışma sonucunda metal birikiminin metal türü ve hedef organa bağlı olarak değişim gösterdiği tespit edilmiştir. En yüksek birikim genellikle karaciğer ve bağırsakta saptanırken, en düşük birikim kas dokusunda gözlemlenmiştir. *S. undosquamis*'in kas dokusundaki metal konsantrasyonu ($\mu\text{g metal g}^{-1}$ ww bazında) Zn: 2.08-8.08, Cr: 0.05-0.67, Mn: 0.09-0.40, Fe: 5.07-12.15, Cu : 0.17-1.76, Sr: 0.47-1.46, Cd: 0.004-0.012, Co: 0.004-0.038, Ni: 0.02-0.08, Pb: 0.04-0.21, Al: 0.25-5.64 olarak tespit edilmiştir. *S. undosquamis* tüketimine bağlı sağlık riskinin değerlendirilmesi için tahmini haftalık tüketim (EWI), belirlenmiş Geçici Tolere Edilebilir Haftalık Alım (PTWI) ve Hedef Tehlike Katsayısı (THQ) değerleri karşılaştırılmıştır. PTWI ve THQ değerlerinin 1 den daha az olduğu, dolayısı ile hem İskenderun hem de Antalya Körfezi'ndeki tüketiciler için potansiyel bir sağlık riski oluşturmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sağlık riski, İskenderun Körfezi, Antalya Körfezi, brushtooth lizardfish



ASI NEHRI (HATAY, TÜRKİYE)'NDEKİ KARABALIK (*Clarias Gariepinus* Burchell, 1822)'İN BAZI BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Emrah ŞİMŞEK^{1*}, Zeynel Abidin GÖZLER², Osman SAMSUN³

¹İskenderun Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Hatay/TÜRKİYE,

²Sinop Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop/TÜRKİYE,

³Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Sinop/TÜRKİYE,

Öz

Bu çalışmada Asi Nehri'nde yaşayan Karabalık (Clarias gariepinus Burchell, 1822) türünün bazı biyolojik parametreleri tahmin edilmiştir. Çalışma Aralık 2018-Mart 2019 arasında Hatay ilinde bulunan Asi Nehri'nde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada örnekler pinter ile elde edilmiştir. 185 birey örnekleme yapılmış olup bu bireylerden erkek sayısının 92 ve dişi sayısının 87 olduğu gözlemlenmiş ve 6 bireyin cinsiyet ayrımı yapılamamıştır. Dişi-erkek oranı 1:1,06 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bireylerin boy dağılımı 20,47 cm ile 62,46 cm arasında değişmiştir. Balık boy dağılımları yaşlara göre yapıldığında en çok örnek 2 yaşında temin edilmiştir. Bunu 1 yaşındaki bireyler takip ederken 4 yaşındaki birey sayısı en az olan bireylerdir. İleri yaştaki birey sayılarının az olması karabalık üzerinde av baskısı olduğu düşüncesini akla getirmektedir. Boy-ağırlık ilişkisindeki a ve b değerleri dişi bireyler için 0,0079 ve 2,98, erkek bireyler için 0,013 ve 2,83 ve tüm bireyler için 0,0092 ve 2,94 olarak hesaplanmış olup, izometrik büyüme olduğu tahmin edilmiştir. Örneklerin yaşı 1-4 arasında dağılım göstermekle birlikte yaş dağılımlarında I. ve II. yaş, örneklemin çok önemli bir kısmı kapsamaktadır. von Bertalanffy büyüme denklemi parametreleri dişi bireyler için $L_{\infty}=58,5$ cm, $K=0,51$ 1/yıl, $t_0= -0,11$, erkek bireyler için $L_{\infty}=68,3$ cm, $K=0,35$ 1/yıl, $t_0= -0,23$ ve tüm bireyler için $L_{\infty}=72,5$ cm $K=0,45$ 1/yıl, $t_0= -0,11$ olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Asi Nehri, Karabalık, *Clarias gariepinus*, Büyüme



GÖKKUŞAĞI ALABALIKLARINDA GÖRÜLEN DERİ HASTALIKLARI

Ezgi Dinçtürk¹, Tevfik Tansel Tanrıkul¹, Kaan Kumaş¹

¹ İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, Hastalıklar Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

Öz

Entansif gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinde balık stoklarının yüksek tutulması balıklarda hastalıkların daha kolay bulaşmasına ve deri enfeksiyonlarının da sıklıkla görülmesine neden olmaktadır. Deri lezyonları bazı hastalıkların klinik belirtisi olarak görülmekle birlikte, artık spesifik olarak deri hastalıkları belirtisi olarak da ortaya çıkmaktadır. Son yıllarda özellikle gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinde etiyojisi belirlenmemiş deri hastalıklarının yayıldığı gözlenmekte, ancak hastalıklara ilişkin net teşhis söz konusu olmadığından, hastalıkların epidemiyolojisi hakkında da güvenilir veriler elde edilememektedir. Hastalık etkeni patojenler akut olarak seyrettiğinde ani balık ölümlerine sebep olabileceği gibi, hastalık deride ülser, erozyon, hemorajik septisemi, fronkül (apse) gibi klinik belirtilerle kronik olarak da seyredebilir. Deri hastalıkları, balık iyileşse dahi, hastalık süresince meydana gelen deformasyonlardan dolayı balık etinde oluşan kırmızı-kahverengi koyulaşma ve lekeler sebebiyle ekonomik kayıplara da neden olmaktadır. Bu nedenle, yüksek oranda üretimi gerçekleştirilen gökkuşağı alabalıklarında görülen deri hastalıklarının araştırılarak, etken patojenlerin ortaya konması oldukça önemlidir. Bu çalışmada, Türkiye’de gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinin yoğun olarak gerçekleştirildiği Güney Ege Bölgesi’ndeki işletmelerde görülen bakteriyel deri hastalıklarının teşhisi ve etken patojenlerin tanımlaması yapılmış, hastalıkların bölgedeki yaygınlığı ortaya konmuştur. Hastalık etkenlerinin neden olduğu klinik ve patolojik bulgular belirlenerek, üretimin farklı dönemlerinde, farklı gramajardaki balıklarda meydana gelen semptomlar tespit edilmiştir. Çiftliklerden elde edilen bulgulardaki farklılıkların, yönetim ve kontrole ilişkin uygulamalardan kaynaklandığı düşünülmekle birlikte, detaylı deneysel araştırmaların yapılması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Gökkuşağı alabalığı, deri hastalıkları, bakteriyel balık patojenleri, balık hastalıkları



DENİZ MARULUNUN (*Ulva Lactuca*) GIDALARDA KULLANIM OLANAKLARI VE TERAPÖTİK ETKİLERİ

Fahriye Ümüt, Levent İzci

*Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi
Bölümü, Isparta*

Öz

*Deniz marulu (*Ulva lactuca*), sığ sularda bulunan ve geniş ince yapraklara sahip bir makroalgdir. Yeşil renkte olan yapraklarından dolayı deniz sebzesi olarak da bilinir. Ülkemiz kıyılarında da sıklıkla görülen bir türdür. Gıdalarda genel olarak antioksidan, antibakteriyel ve renklendirici, kıvam artırıcı özelliklerinden yararlanılmaktadır. Ayrıca ilaç ve kozmetik alanlarında kullanım alanı bulmaktadır. Gıda endüstrisinde taze ve kurutulmuş kullanımı mevcut olup prebiyotik olarak da iyi bir kaynak oluşturur. Zengin lif, mineral, protein, düşük yağ ve sindirilebilir karbonhidrata sahip olmasından dolayı diyet besini olarak tüketilebilmektedir. Önemli miktarda biyoaktif bileşik içeriğiyle antioksidan, antimikrobiyal, antiviral, antihiperlipidemik, antitümör ve antiinflamatuar gibi önemli özelliklere sahip olduğu belirtilmektedir. İçerdiği çözünür diyet lifi sayesinde gastrointestinal bağıışıklığı geliştirerek, kan şekeri ve kolesterolü düşürür, kolorektal kanser ve kardiyovasküler risklerin azaltılmasına yardımcı olur. Bu derlemede, ilgili çalışmalar incelenerek konu özetlenmeye çalışılmıştır. *Ulva lactuca*'nın sahip olduğu özellikleri yönüyle üzerinde durulması gereken bir deniz yosunu olduğu düşünülmektedir.*

Anahtar kelimeler: *Deniz marulu, *Ulva lactuca*, gıda, terapötik*



FERMENTE BALIK VE SAĞLIK

¹Göknur SÜRENGİL, Abdullah DİLER

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü

Öz

Fermente balığın insan beslenmesinde yer almasındaki geçmişi binlerce yıl öncesine dayanmaktadır. Günümüzde pek çok fermente deniz ürünü çeşidi mevcuttur ve dünya çapında yaygın olarak tüketilmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde genellikle pahalı olan taze balıkların aksine, geleneksel fermente balık ürünleri nispeten daha ucuzdur. Fermente balık ağırlıklı olarak lezzet artırıcı veya çeşni olarak kullanılmaktadır. Asya, Afrika ve Avrupa'da her ulus kendi fermente ürünlerine sahip olmakla birlikte, dünyanın hemen her yerinde farklı şekilde kullanımları da söz konusudur.

Fermentasyon, doğal (kontrolsüz) veya ham maddeye (örn. deniz ve tatlısu balıkları, kabuklu su ürünleri vb) starter kültürlerin eklendiği kontrollü bir süreç şeklinde de gerçekleşebilir. Balık fermentasyonu ayrıca tuzlama ve tütsüleme, marine etme, kurutma ile olgunlaşmayı da içermektedir (Beddows, 1997). Eklenen tuz oranına bağlı olarak fermente ürünler; yüksek tuzlu (%20'den fazla), düşük tuzlu (%6-8) ve tuzsuz ürünler olarak sınıflandırılmaktadır. Tuzlama ile ürünün su aktivitesi azaltılarak mikrobiyal bozulma ve patojen bakterilerin gelişmesi engellenmektedir (Lopetcharat vd., 2001).

Fermentasyon geleneksel olarak özellikle tropikal iklimlerde taze balıkları korumak için kullanılsa da, günümüzde besin değerini artırmak, doku ve lezzeti geliştirmek, bakterilerin inhibisyonunu sağlamak ve ayrıca yemek pişirmek için gereken enerjiyi azaltmakta kullanılmaktadır (Paredes-López ve Harry, 1988). Yapılan çalışmalarla fermente balıkların; oksidatif stresin düzenlenmesi, osmoregülasyon, antihipertansiyon, nöromodülasyon ve hipoglisemik etkisi olduğu bildirilmiştir (Saisithi vd., 1966; Park vd., 2005). Güçlü antioksidan aktivite sergileyen maillard reaksiyon ürünlerine (MRP'ler) sahip olan fermente balık, fermentasyon sırasında amino asitlerin ve peptitlerin şekerlerle reaksiyona girmesiyle üretilmektedir (Peralta vd., 2008). Ayrıca, balık fermentasyonu sırasında meydana gelen protein yıkımı sonucu, antioksidan olarak biyoaktif özelliklere sahip amino asitleri ve peptitleri serbest bırakarak; antihipertansif, antiproliferatif, hipoglisemik, immunomodülatör ve antikoagülan özellikler kazanmaktadır (Martínez-Álvarez., 2017). Fermente balıklarda tespit edilen S-adenosil-L-metionin gibi biyoaktif moleküllerin ve bakteriyosin benzeri bileşiklerin, depresyon, osteoartrit ve karaciğer hastalığının tedavisinde etkili olduğu bulunmuştur (Lee vd., 2008). Ayrıca balıkların fermentasyonun da kullanılan bazı laktik asit bakterilerinin de insan sağlığı ve bağışıklığı üzerine olumlu etkiler gösterdiği bildirilmektedir (Kim vd., 2002; Thapa vd., 2004).

Anahtar kelimeler: Fermente balık, fermentasyon, insan sağlığı



SAPANCA GÖLÜ'NDE YAŞAYAN TURNA (*Esox Lucius L., 1758*) BALIĞININ DOKULARINDAKİ AĞRI METAL BİRİKİMİ

Güllü KAYMAK

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Simav Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Kütahya, Türkiye.

Öz

Marmara Bölgesi içerisinde yer alan Sapanca Gölü, bölgenin en önemli tatlısu kaynaklarından birini oluşturmaktadır. Yüksek kalitedeki suyuyla tanınan göl, bugün su toplama havzasında sayıları hızla artan endüstri tesislerinin, yerleşim birimlerinin ve tarım alanlarının arıtılmamış atık sularının yol açtığı kirlilik sorunuyla karşı karşıyadır. Göl suyu çevredeki çeşitli endüstriyel tesisler tarafından da çekilmektedir. Sakarya Büyükşehir Belediyesi ve çevre iller için önemli içme suyu kaynağı olan Sapanca Gölü, endüstri suyu temini ve su ürünleri üretimi açısından da önemli bir su kaynağıdır. Turna balıkları (*Esox lucius*) Avrupa, Kuzey Amerika ve kısmen Asya'da bulunur. Bol su bitkileri bulunan ama temiz sularda yaşamayı tercih eder. Türkiye'nin özellikle kuzeyinde ve batı kesimlerinde çokça bulunur. Turna balığı 1,5 metre uzunluğa ve 35-40 kilo ağırlığa kadar varabilir, ama bu büyüklüktekilere rastlamak nadirdir. Bir metreyi geçenleri çok seyrek tutulur. Bu büyüklükteki balıklar genelde Sakarya bölgesindeki göletlerde ve Sapanca gölünde rastlanır.

Bu çalışmanın amacı Sapanca Gölü'ndeki ağır metal kirliliğinin turna balıklarının dokularında belirlenmesidir. Bu nedenle gölün Kırkpınar mevkiinden 2015 yılının ocak ve mart aylarında profesyonel balıkçı yardımıyla balık örnekleri alınmıştır. Bu nedenle öncelikle Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Su Ürünleri Müdürlüğü'nden gerekli izinler alınmıştır. Alınan turna balıklarının kas, karaciğer, solungaç dokularında ağır metal (Cu, Fe, Mn, Zn, Pb, Cd, As, Tl ve Sr) analizleri ICP-OES cihazı ile tespit edilmiş ve referans madde (NRC Dorm-3) ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca analiz sonuçları FAO ve Türk Gıda Kodeksinin (TGK) belirlediği metallerin balıklarda bulunabileceği maksimum değerler ile de karşılaştırılmıştır.

Yapılan analizlerin sonucunda As, Cd, Pb, Sr ve Tl elementleri her iki ayda karaciğer ve kas dokularında cihazın analiz limitinin altında kaldığından belirlenememiştir. Yine her iki ayda kas dokuda Cu, Fe, Mn ve Zn değerleri referans değerinin altında kalmıştır. Ocak ayında karaciğer dokuda Cu ve Fe değerleri referans değerlerinin altında kalırken, Mn ve Zn değerleri referans değerinin üstünde çıkmıştır. Karaciğer dokuda mart ayında Cu, Fe ve Mn değerleri referans değerlerinin altında kalırken, Zn değeri referans değerinin üstünde çıkmıştır. Solungaç dokuda her iki ayda da Cd analiz limitinin altında kaldığı için belirlenemezken, Mn, Zn ve Sr değerleri referans değerlerinin üstünde çıkmıştır. Solungaç dokuda Pb değeri Mart ayında cihazın analiz limitinin altında olduğu için belirlenemezken As, Cu, Fe ve Tl değerleri referans değerinin altında çıkmıştır. As, Cu, Fe Pb ve Tl değerleri ocak ayında solungaç dokuda referans değerlerinin altında kalmıştır. Tüm analiz değerleri FAO ve Türk Gıda Kodeksinin (TGK) belirlediği metallerin balıklarda bulunabileceği maksimum değerlerinin altında bulunmuştur.



TIBBİ BİTKİLERDEN ELDE EDİLEN EKSTRAKLARIN SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDEKİ KULLANIMI

Hilal BAYIR, Telat YANIK
Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi

Öz

Günümüzde sağlıklı ve bilinçli beslenmenin öneminin artmasıyla özellikle su ürünleri üretimi tüm dünyada gittikçe büyüyen bir sektör olmaktadır. Yıllık kişi başına düşen su ürünleri tüketimindeki artışa bağlı olarak üretim miktarında ki artış kaçınılmazdır. Artışın devamlılığı için su ürünleri yetiştiriciliğinde temel esas balıkların büyüme ve üremesini geliştirmek, hastalıklardan korumak ve sağaltımını sağlamak olmaktadır. Tıbbi bitkiler tüm dünyada tıp, eczacılık, kozmetik, ziraat, gıda, son zamanlarda ise su ürünleri gibi pek çok sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır. Su ürünlerinde yemlere bağışıklık güçlendirici olarak eklenen çeşitli katkı maddeleri, antibiyotikler, antiparaziter ve antifungal katkı maddelerinin kullanımına yer verilmektedir. Bu tür maddelerin çevreye, balığa veya insana zarar verebildiği gözlemlenmektedir. Doğal olmayan bu maddelerin kullanımı artıkça sentetik ürünlerden uzaklaşma artmış, bitkisel kaynaklı ürünlerin kullanımına ağırlık verilmeye başlanmıştır. Bu bitkilerin tercih edilme nedenleri arasında düşük maliyetli olmaları, temininin kolay olması, düşük dozlarla dahi etki göstermeleri en önemlisi doğal olmaları yer almaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tıbbi bitkiler, su ürünleri, ekstrakt, balık



İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

İkbal Demet Nane¹

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta

Öz

Dünya çapında değişen iklimlerin, su ürünleri yetiştiriciliği üzerinde ciddi bir etkisi olması beklenmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliği önemli ekonomik öneme sahiptir ve son yıllardaki üretimde çeşitliliğin yanı sıra istikrarlı bir büyüme sergilemiştir. Su ürünleri yetiştiriciliğinin geleceği üretim artırma ve alternatif tür yetiştirme üzerine ilerlerken; artan sıcaklıklar, çiftliklerdeki balık refahıyla ilgili çok sayıda sorunu gün yüzüne çıkarmaktadır. Sıcaklık sadece balıkların durumunu değil aynı zamanda patojenlerin fizyolojisini de etkilemektedir. Artan sıcaklıklar, yetiştiricilikte hastalık salgınlarında önemli rol oynamaktadır ve bu durum çiftlikler için ciddi finansal etkilere neden olmaktadır. Dünya’da öncelenen tahmin modellerinde 2100 yılına kadar yaz sıcaklıklarının 2-5 °C civarında artacağı üzerinedir. Tahmin modellerinin açıkladığı bu sıcaklık artışı, patojenler tarafından tolere edilebilir düzeyde olsa da çiftlik balıkları tarafından tolere edilemez. Artan sıcaklıkların etkisi, özellikle Avrupa levrekleri ve daha düşük termal tolerans gösteren çipura için endişe vericidir. Su ürünleri endüstrisi, iklim değişikliğinin ve daha spesifik olarak deniz suyu sıcaklığındaki artışın etkisini azaltmak için yeni araçlar ve yönetim uygulamaları geliştirmeye hazır olmalıdır. Yetiştiricilik için olası strateji, sıcaklığa dayanıklı türlerin kademeli olarak üretiminin artırılmasıdır.

Anahtar Kelime: Küresel ısınma, iklim değişikliği, su ürünleri



STOK YOĞUNLUĞUNUN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI SPERM HÜCRELERİNDEKİ ANTIOKSİDAN ENZİM SEVİYELERİNDE MEYDANA GETİRDİĞİ DEĞİŞİKLİKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Rahmi Can ÖZDEMİR¹, Keriman YÜRÜTEN ÖZDEMİR^{1*}

¹Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Bölümü

Öz

Bu çalışmada, stok yoğunluğunun anaç olarak ayrılan erkek gökkuşuğu alabalıklarının sperm hücrelerinin bazı antioksidan enzim parametrelerinde oluşturduğu değişiklikler incelenmiştir. Çalışma Kastamonu İli Çatören Köyü mevkiinde bulunan alabalık yetiştiriciliği yapan özel bir işletmede gerçekleştirilmiştir. Ortalama ağırlıkları 350 ± 25 gr olan erkek gökkuşuğu alabalıkları kontrol grubu (5 adet) (K) ve 10 adet (S1) ve 20 adet (S2) olmak üzere farklı stok yoğunluğundaki gruplara ayrılarak bölmeli beton havuzlarda ($0,6m^3$) 7 gün süreyle tutulmuştur. Deneme süresince su sıcaklığı $7,9 \pm 0,1^{\circ}C$ ve çözülmüş oksijen $8,1 \pm 0,2$ mg/L olarak ölçülmüştür. Çalışma sonunda deney balıklardan alınan sperm örnekleri pooling yapılarak bazı spermatolojik özellikleri belirlenmiş ve bu örneklerin malondialdehit (MDA), süperoksit dismutaz (SOD), redükte glutatyon (GSH) ve glutatyon peroksidaz (GSH-Px) enzim aktivitelerindeki değişimler incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, balıkların sperm hücrelerindeki MDA, SOD ve GSH-Px düzeyinde özellikle S2 grubundaki balıklarda kontrol grubuna göre bir azalış olduğu tespit edilmiştir. GSH aktivitelerinin ise balıklardaki stok yoğunluğu ile doğru orantılı olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak; stok yoğunluğunun gökkuşuğu alabalığı sperm hücrelerinde oksidatif strese neden olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Stok yoğunluğu, Gökkuşuğu Alabalığı, Sperm, Antioksidan Enzim Aktivitesi



KARACA MERSİN BALIĞI (*Acipenser Gueldenstaedtii*) ANAÇLARINDA KARANFİL YAĞININ ANESTEZİK ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

¹Kübra Ak, İlker Zeki Kurtoğlu, Akif Er, M. Nurullah Arslan, Mert Minaz¹

¹Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü. Rize.

Öz

Su ürünleri yetiştiricilik faaliyetlerindeki çeşitli uygulamalar (yakalama, ölçme, markalama, numune alma, nakil, sağım ve cerrahi) balıklarda strese sebebiyet vermekte ve balık refahını olumsuz yönde etkilemektedir. Balıklarda bu uygulamalar esnasında stresi minimum seviyeye indirmek ve ağrıya karşı duyarlılığı ortadan kaldırmak amacıyla anestezi maddeleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada esansiyel karanfil yağının karaca mersin balığı damızlık bireylerinde anestezi etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Denemede ortalama ağırlıkları 4,03 kg olan 30 adet karaca mersin balığı kullanılmıştır. Karanfil yağı 1/10 oranında etil alkolde çözündürülerek stok çözelti hazırlanmıştır. Balıklar 20 (D), 40 (O) ve 80 mg/L (Y) olmak üzere 3 farklı konsantrasyona maruz bırakılmış ve anesteziye giriş (A) ve iyileşme süreleri (R) hesaplanmıştır.

Anesteziye giriş sürelerinin, D grubunda 281,5 sn, O grubunda 189,5 sn ve Y grubunda ise 120,6 sn olduğu tespit edilmiştir. Grupların anestezi sonrası iyileşme süreleri ise D grubunda 131,4 sn, O grubunda 195,7 sn ve Y grubunda ise 320,1 sn olarak ölçülmüştür. Çalışma süresince ve sonrasında balıklarda ölüm gerçekleşmemiştir. Esansiyel karanfil yağının, 20 mg/L konsantrasyonda sedatif etki gösterdiği, 40 ve 80 mg/L konsantrasyonda ise derin anestezi etki gösterdiği belirlenmiştir. Grupların anesteziye giriş ve iyileşme süreleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Sonuç olarak esansiyel karanfil yağının, derin anestezi etki sağladığı ve anestezi maddesi olarak karaca mersin balığında kullanılabileceği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Akuakültür, balık refahı, mersin balığı, karanfil yağı.*



TÜRKİYE SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE BIOFLOC TEKNOLOJİSİNİN UYGULANMA POTANSİYELİ

¹Mert Minaz, Kübra Ak, İlker Zeki Kurtoğlu

¹ Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, Rize

Öz

Dünya nüfusundaki aşırı artışa bağlı olarak su ürünleri yetiştiriciliği gibi gıda üretim endüstrileri, protein içeren gıda stoklarındaki eksiklik sorunuyla başa çıkabilmek için daha da genişlemeye çalışmaktadırlar. Bir gıda sektörü olan su ürünlerinin zamana bağlı hızlı gelişimi, üzerinde çalışılması gereken birçok konuyu da beraberinde getirmiştir. Özellikle geleneksel su ürünleri yetiştiriciliğinin en önemli sınırlılıkları olarak yemleme rejimleri, yüksek hacimlerde su kullanımı ve doğal su kaynaklarının kirlenme potansiyeli dikkat çekmektedir. Bu amaçla geliştirilen biofloc teknolojisi (BFT), su ürünleri yetiştiriciliğinde organik atık olarak düşünülen azot bazlı kirleticilerin tekrar kullanım prensibine dayanmaktadır. Türkiye’de su ürünleri üretimi 2020 yılı itibariyle 785.811 ton olup, bu üretimin 421.411 tonunu su ürünleri yetiştiriciliği kapsamaktadır. Gelecek projeksiyonları dikkate alındığında ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliği daha da büyüme eğilimi içerisindedir. Fakat bu büyüme beraberinde tatlı suların kullanımının kısıtlanmasına zemin oluşturacak, ilerleyen süreçlerde daha sürdürülebilir sistemlerin kullanılmasını teşvik edecektir. Bu kapsamda önümüzdeki dönemlerde su ürünleri yetiştiriciliği, denizel ortamlara ve minimum seviyede tatlı su kullanımı sağlayan sistemlere yönelecektir. Ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliği yapılan türler dikkate alındığında levrek, çipura ve alabalık büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Fakat bu türlerin yetiştiriciliği özellikle yem maliyetleri dikkate alındığında yüksektir. Buna bağlı olarak gelecekte alternatif türlerin yetiştiriciliğine yönelmek gerekmektedir. Tüm bu planlamalar dikkate alındığında hem sifir su kullanımının gerçekleştiği hem de alternatif türlerin yetiştirilmesi bakımından uygunluğu ile BFT sistemlerin gerçek ölçekli kurulumu ve işletilmesi önem arz edecektir. Bu çalışma su ürünleri yetiştiriciliği sektörü için sürdürülebilir niteliğe sahip BFT sistemlerinin ülkemiz şartlarında uygulanma potansiyelini irdedecektir. BFT sistemlerinin çalışma prensibi su içerisinde bulunan heterotrofik bakterilerin metabolik atıklardan gelen azotlu bileşikleri uygun C/N oranıyla kullanımına dayanmaktadır. Bu kapsamda oluşan mikrobiyal floklar balıklar tarafından ilave bir besin kaynağı olarak kullanılmaktadır. Heterotrofik bakterilerin baş rol oynadığı BFT sistemlerinin çalışması su sıcaklığı ile doğru orantılıdır. Bundan dolayı ülkemiz iç sularında en çok yetiştiriciliği yapılan alabalıklar için uygun bir yetiştiricilik değildir. Fakat özellikle alternatif türlerin yetiştirilmesi açısından dünyada en çok üretimi yapılan sazan ve tilapia için BFT sistemlerinin uygulanma potansiyeli literatürlerde desteklenmektedir. Bu kapsamda özellikle ılıman su sıcaklıklarına uygun balık türlerinin yetiştirilmesinde BFT sistemlerinin kurulması ve ilk yatırım maliyetlerinin bu sistemler üzerine yapılması önerilmektedir. Ayrıca uygun şartlara sahip hali hazırda bulunan sistemlerin BFT teknolojisine uyarlanması işletmeler için ekonomik, çevre için ise ekolojik bir kazanç sağlayacaktır.

Keywords: Biofloc teknolojisi, su ürünleri yetiştiriciliği, sürdürülebilir kalkınma



PREBİOTİK İLAVESİNİN YEŞİL KAPLAN KARİDESİNİN (*Penaeus Semisulcatus*) BÜYÜME PERFORMANSI VE YAŞAMA ORANI ÜZERİNE ETKİLERİ

¹Metin YAZICI, Mevlüt AKTAŞ, Yavuz MAZLUM, Berna ÖZBEK
¹İskenderun Teknik Üniversitesi/Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi

Öz

Bu çalışmada Grobiyotik A'nın yeşil kaplan karidesinin büyüme, yaşama oranı ve yem değerlendirme oranı üzerine etkileri araştırılmıştır. Deneme yemleri, ticari levrek yemine 4 farklı düzeyde (%0, 0,5, 1 ve 2) Grobiyotik-A ilave edilerek hazırlanmıştır. Ortalama ağırlığı 1,65±0,08g olan Penaeus semisulcatus 0,785 m²'lik silindirik tanklarda 10 adet olarak stoklanmış ve 45 gün boyunca yetiştirilmiştir. Deneme, her biri üç tekerrürlü dört muamele grubundan oluşturulmuştur. Deme sonunda yaşama oranı ve ağırlık kazancı en yüksek %2 Grobiyotik-A ilaveli grupta gözlenmiş olmakla birlikte, istatistiksel olarak önemli fark bulunmamıştır (P>0.05). Yem değerlendirme oranı en iyi kontrol ve %2 Grobiyotik-A ilaveli gruplarda gözlenmiş fakat istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.05). Mevcut çalışmanın sonuçlarına göre büyüme, yaşama oranı ve yem değerlendirme oranı dikkate alındığında karides yemlerine %2 Grobiyotik A ilavesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Prebiyotik, Grobiyotik, Yeşil kaplan karidesi, büyüme performansı



2,4-DİKLOROFENOKSİASETİK ASİT'E MARUZ KALAN *Capoeta Umbla* KARACIĞER DOKUSUNDA MALONDIALDEHİT SEVİYESİ, SÜPEROKSİT DISMUTAZ VE KATALAZ AKTİVİTESİNDEKİ DEĞİŞİMLERİN İNCELENMESİ

Muammer KIRICI^{1,*}, Mehmet Reşit TAYSI², Mahinur KIRICI³, Teoman Özgür SÖKMEN⁴

¹Bingöl Üniversitesi, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü, 12000-Bingöl, Türkiye

²Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 12000-Bingöl, Türkiye

³Bingöl Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, 12000-Bingöl, Türkiye

⁴Erzican Binalı Yıldırım Üniversitesi, Tercan Meslek Yüksekokulu, Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, 24002-Erzincan, Türkiye

Öz

Çevre kirliliği, özellikle de su kaynaklarının kirliliği, yaşadığımız yüzyılda küresel bir sorun ve tehlike haline gelmektedir. Bu sorunların en başında sanayinin gelişmesi ile çok farklı türde üretilen pestisitlerin oluşturdukları kirlilik gelmektedir. Su kaynaklarına yakın olan zirai alanlarda en çok kullanılan pestisit türü herbisitlerdir. Herbisitler, bitki hastalıklarının kontrolünde ve yabancı otların yok edilmesinde yoğun olarak kullanılmaktadır. 2,4-diklorofenoksiasetik asit (2,4-D), dünya çapında yaygın olarak kullanılan bir herbisittir. Bu çalışmada, Murat Nehri'nden (Bingöl) yakalanan *Capoeta umbla* balıklarına 2,4-diklorofenoksiasetik asit (2,4-D) herbisitinin iki dozu 72 saat uygulanarak, balık karaciğer dokusundaki malondialdehit seviyesi (MDA), süperoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) aktivitesindeki değişimler incelenmiştir. Balıklara herbisit 41,14 ve 20,57 ppm/L dozları uygulanmıştır. MDA seviyesi, CAT ve SOD aktivitesindeki değişiklikler, spektrofotometrik yöntemlerle tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda, herbisit farklı dozlarına maruz kalan *C. umbla* karaciğer dokusunda MDA seviyesi, CAT ve SOD aktivitesinde istatistiksel olarak önemli bir artış olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). 2,4-D herbisitinin balık karaciğer dokusunda oksidan/antioksidan dengesini bozduğu görülmüştür. Bununla beraber, birincil savunma mekanizması olan bu iki antioksidan enzimin, 2,4-D toksik etkisine karşı direnç gösterdiği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Capoeta umbla*, antioksidan enzimler, karaciğer, herbisit, oksidan/antioksidan dengesi



DOĞU KARADENİZ'DE KÜÇÜK ÖLÇEKLI BALIKÇILIĞIN DURUMUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

¹Murat Dağtekin, Salih İlhan
¹Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Türkiye

Öz

Bilindiği gibi, küçük ölçekli balıkçılık (KÖB), antik çağlara kadar uzanmaktadır. Yerel ve topluluk temelli olması da onu insanlık tarihi ile yakından bağlantılı hale getirir. Ancak, balıkçılık endüstrisindeki teknolojik gelişmeler ile birlikte çoğu zaman göz ardı edilmiş veya yeterince önemi anlaşılamamıştır. Bu çalışmada, Doğu Karadeniz bölgesinde küçük ölçekli balıkçılık incelenmiştir. Doğu Karadeniz Bölgesi (Ünye-Hopa) dip trolü, orta su trolü ve hidrolik dreç ile avcılığa kapalı bir alandır. Bu nedenle, Karadeniz'de KÖB yapan teknelerin %59'u bu bölgede yer almaktadır. Bu çalışmada birçok sorun ile karşıya bulunan KÖB'ün durumunu değerlendirmek amacıyla bölgedeki kooperatif başkanları ile görüşülerek belirlenen balıkçı temsilcisi, üniversite, enstitü, bakanlık mensuplarının olduğu platformda odak grup çalışması yapılarak değerlendirmeler yapılmıştır.

*Çalışma sonucunda balıkçılık yönetim uygulamaları ve ekosistemdeki değişimlerle birlikte sektör için problem olacak birçok unsurun ortaya çıktığı anlaşılmaktadır. Son yıllarda yunusların ağlara verdiği zararlar ve jelimsi organizmalardan (*Rhizostoma pulmo*) miktarında artış dahil olmak üzere balık göçlerinde bölgesel değişimler meydana geldiği ifade edilmektedir. Bu etkenlerin yanısıra avcılık yapılan alanların bir kısmının su ürünleri yetiştiriciliğine tahsis edilmesi sorunu da ortaya çıkmıştır. Tüm bunlara rağmen sektör için fırsat olabilecek durumlar mevcuttur. Çalışmada paydaşlar arasında iletişimin düşük olduğu anlaşılmıştır. Karar alma süreçlerinde sektör paydaşları arasında iletişimi güçlendirerek daha etkin yönetimin oluşturabileceği sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak balıkçı topluluğunun karar verme süreçlerinde ve bilimsel çalışmalarda aktif rol alması önerilmektedir.*

Anahtar Kelimeler: Küçük ölçekli balıkçılık, Karadeniz, balıkçılık yönetimi, paydaş toplantısı.



UZATMA AĞLARI SEÇİCİLİĞİNİ ETKİLİYEN FAKTÖRLERDEN FARKLI AVCILIK YÖNTEMLERİNİN SEÇİCİLİĞE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

^{1*}Oğuzhan Ayaz, ²Uğur Altınağaç

^{1*} Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme
Teknolojisi Anabilimdalı, Çanakkale, Türkiye

² Çanakkale Onsekiz Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi
Bölümü, Çanakkale, Türkiye

Öz

Çanakkale ili kıyılarında sade uzatma ağları voli ve döne (bırakma) yöntemi olarak küçük ölçekli ticari balıkçılar tarafından oldukça aktif kullanılmaktadır. Kupes (Boops boops Linneus, 1758) balığı bölgede her iki avcılık yöntemi ile yakalanabilen, kış ve ilk bahar aylarında yoğun olarak bulunan bir türdür. Bu neden ile avcılık yönteminin seçiciliğe etkisini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada hedef tür olarak Kupes balığı seçilmiştir.

Çalışmada Çanakkale ili kıyılarında Kupes balığı avcılığında en çok kullanılan ve göz genişliği 20, 22, 23, 25 mm olan galsama ağları kullanılmış, ağlar ile voli ve döne yöntemleri uygulanmıştır. 4 farklı istasyonda toplamda 20 operasyon yapılmıştır. Yapılan operasyonlar sonucunda 976 adet Kupes balığı yakalanmıştır. Kupes balıklarının toplam boyları ve ağırlıkları tespit edildikten sonra seçicilik analizleri gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre 20, 22, 23 ve 25 mm göz genişliğine sahip galsama ağlarında optimum yakalama boyları döne yönteminde sırasıyla 16,25 cm, 17,87 cm, 18,68 cm, 20,31 cm, voli yönteminde ise 19,13 cm, 21,04 cm, 22 cm, 23,91 cm olarak hesaplanmıştır.

Yapılan deneme ve devamındaki seçicilik analizleri sonuçlara göre voli yöntemi ile yakalanan balıkların optimum yakalama boylarının döne yöntemi ile avlananlardan 3- 3,5 cm daha büyük olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonuçları avcılık yönteminin galsama ağları seçiciliğini etkilediğini göstermiştir.

Sürdürülebilir balıkçılık için alınacak yönetimsel kararlar sürecinde avcılık yönteminin de seçiciliğe etkisinin bilinmesinin önemli olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kupes, Boops boops, Çanakkale Boğazı, Seçicilik, Uzatma Ağları



TELAFİ BÜYÜMESİNİN SARI PRENSESLERDE (*Labidochromis Caeruleus*) BÜYÜME PERFORMANSI VE RENKLENMESİ ÜZERİNE BİR ÖN ÇALIŞMA

Onur Karadal¹, Mustafa Deniz

¹İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, 35620, Çiğli, İzmir

Öz

Sarı prenses (*Labidochromis caeruleus*) ülkemizde en fazla üretimi yapılan akvaryum balıklarından biridir. Bu türün üretimi yaygın olarak yapılmakta olup, özellikle besleme tekniklerinde farklı yöntemlerin uygulanması konusu, yem maliyetlerinin azaltılması açısından önem kazanmıştır. Yem, su ürünleri yetiştiriciliği sektöründe en büyük giderdir. Bu sebeple, yaşamsal parametrelerin optimum seviyelerde tutularak en az miktarda uygulanan bir besleme stratejisi, işletmeler için kâr anlamına gelir. Üretimde yem miktarının azaltılması ve bir organizmanın belirli periyotlarda verilen yeme gösterdiği tepkinin ölçülmesi açısından telafi büyümesi çalışmaları yürütülmektedir. Bu çalışma, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Eğitim & Araştırma Birimi'nde bulunan Akvaryum Ünitesi'nde yürütülmüştür. Denemede kontrol grubu (K) ile birlikte, 1AT (1 gün aç 1 gün tok) ve 3AT (3 gün aç 3 gün tok) olmak üzere toplamda 3 grup oluşturulmuştur ve üç tekrarlı olarak 9 adet cam akvaryum (40x50x40 cm) kullanılmıştır. Her bir akvaryuma üretim filtresi bağlanmış ve 10 adet birey (3,12±0,21 g) stoklanmıştır. Akvaryumlarda haftada 2 kez %25 oranında su değişimi yapılmıştır. Su değişiminden sonra tüm akvaryumlara havalandırılmış klorsuz musluk suyu ilave edilmiştir. Çalışma süresince balıkların tüketmediği yemler akvaryumlardan sifon işlemi ile alınmıştır. Çalışmada ortalama su sıcaklığı 26,21±0,89 °C olarak kaydedilmiş ve 12:12 saat (aydınlık:karanlık) şeklinde fotoperiyot uygulaması yapılmıştır. Renklenme verilerinin elde edilebilmesi için deneme başlangıcında ve sonunda balıklardan renk ölçümleri alınmıştır. Akvaryumlardan çıkarılan balıklar kâğıt havlu ile hassas bir şekilde kurularak düz beyaz bir zemine, baş kısımları sola bakacak şekilde yatırılmış ve derinin 2 mm çapında bir bölgesinden dijital kolorimetre ile L* (parlaklık), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) değerleri kaydedilmiştir. Deneme sonunda 1AT grubunun son ortalama ağırlıkları ve spesifik büyüme oranı K grubu ile istatistiksel olarak benzer ve 3AT grubundan daha yüksek bulunmuştur (P<0,05). K ve 3AT gruplarının yaşama oranları 1AT grubundan daha düşük kaydedilmiştir (P<0,05). Grupların yem dönüşüm oranları, parlaklık (L*) ve kırmızılık (a*) değerleri arasında herhangi bir istatistiksel farklılık saptanmamıştır (P>0,05). 3AT grubunun sarılık (b*) değeri K grubundan daha düşük bulunmuştur (P<0,05). Sonuç olarak, sarı prenseslerin 1 gün düzenli beslenmesinin ardından 1 gün aç bırakılması büyüme performansında negatif bir etkiye sebep olmazken harcanan yem miktarını bir miktar düşürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Balık besleme, Süs balıkları, Cichlidae, Mbuna, Sarı prenses



KEREVİTLERDE (*PONTASTACUS LEPTODACTYLUS*, ESCHSCHOLTZ, 1823) DEZENFEKSİYON UYGULAMALARI

Pınar YILDIRIM¹, Seval Bahadır KOCA, Ayşegül KUBİLAY

¹ Faculty of Fisheries, Isparta University of Applied Sciences,,Isparta, Turkey,

Öz

*Bu çalışmada, Eğirdir gölünden toplanan tatlı su kerevitlerinde (*Pontastacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823) bazı dezenfektanların (bakır sülfat, perasetik asit, formalin, potasyum permanganat) etkinliği araştırılmıştır. İncelenen 120 örneğin %40,84'ü dişi ve %59,16'sı erkektir. Dişi örneklerde yumurta oluşumu gözlenmemiştir. Hasta kerevitlerde dış bakıda, toraks ve ekstremütelere pas lekesi, kuyruk kısmında pamuklanma, bazı bireylerde cephalotoraksta yumuşaklık, %55 mortalite tespit edilmiştir. Ölümünden 1 hafta önce iştahsızlık başladığı kerevitlerin yem almadıkları görülmüştür. Solungaçlarda parazitler tespit edilmiştir. Dezenfeksiyon denemesinde kerevitler 88 L'lik fiberglas tanklara, tank başına 6 adet olarak stoklanmıştır. 12 saat aydınlık 12 saat karanlık uygulaması yapılmıştır. Tanklar, çözülmüş oksijen konsantrasyonunu koruyan hava taşlarıyla havalandırılarak, 18–20°C sıcaklıkta ve dakikada 900 mL akış hızında (~4 saat devir hızı) akışlı şebeke suyu sağlanmıştır. Bakır sülfat (CuSO_4) 1mg/L dozunda 24 saatlik banyo 3 gün; perasetik asit ($\text{CH}_3\text{CO}_3\text{H}$) 10 mg/L dozunda 24 saatlik banyo 3 gün; formalin (CH_2O) 4 damla/10 L dozunda 24 saat; potasyum permanganat (KMnO_4) 1 mg/L dozunda 60sn banyo olarak uygulanmıştır. Dezenfeksiyonda bakır sülfat ve perasetik asit etkili bulunurken, potasyum permanganat etkili bulunmamıştır. Formalin etkili olmasının yanı sıra ise solungaçlarda mikroskopta gözlemlenen belirli bir hasar oluşturmuştur. Kerevitler ve sudan yapılan ekimlerde mantar ve bakteriyel üreme gözlemlenmiştir. Bakır sülfat uygulamasından sonra üreme görülmemiştir. Kerevitlerde ölümlere neden olma ve popülasyonu etkileme potansiyeline sahip çok çeşitli bulaşıcı ve bulaşıcı olmayan ajanlar bulunduğundan dezenfeksiyon işlemi büyük önem arz eder. Bu çalışma ile kerevitlerin dezenfeksiyonunda kullanılan dezenfektanların bir kıyaslaması yapıldığında kerevitlerin dezenfeksiyonunda bakır sülfat kullanımının uygun olduğu tespit edilmiştir.*

Anahtar kelimeler: Kerevit, bakır sülfat, perasetik asit, formalin, potasyum permanganat



AKDENİZ'DE İNSAN SAĞLIĞI İÇİN BİR TEHDİT: ÇİZGİLİ KEDİ BALIĞI

Raziye TANRIVERDİ¹, Mehmet GÖKOĞLU²

¹Sahil Güvenlik Antalya Grup Komutanlığı, 07070 Sarısu, Konyaaltı, Antalya, Türkiye.

²Su Ürünleri Yetiştiricilik Bölümü, Su Ürünleri Fakültesi, Akdeniz Üniversitesi, Kampüs, 07049, Antalya, Türkiye.

Öz

Süveyş Kanalı'nın 1869 yılında inşa edilmesiyle, Hint Okyanusu ile Akdeniz arasında da bir bağ kurulmuştur. Kanalın inşası tuz gölleri üzerinden yapılmış ve geçen süreçte kanaldaki tuzluluk bariyeri ağır ağır ortadan kalkmıştır. Nil Nehri üzerine yapılan Aswan Barajı Nil'in debisini azaltmış ve Nil'in Akdeniz'e boşaldığı kanalın ağız bölgesinde tuzluluk artışı olmuştur. Bu değişimlerin yanında Akdeniz'de küresel ısınmanın oluşuyla deniz suyu sıcaklığında artış görülmüştür. Akdeniz ile Kızıldeniz arasındaki göçün engelleyen bütün bariyerlerin ortadan kalması/azalması Süveyş Kanalı yoluyla Kızıldeniz ve Hint Okyanusu'nda görülen bazı zehirli balık türlerinin doğu Akdeniz'de de görülmesine neden olmuştur. Bu istilacı ve zehirli balık türlerinden biri de çizgili kedi balığı olarak bilinen *Plotosus lineatus*'tur. Bu türün Akdeniz'de 2002 yılında ilk kaydı İsrail kıyılarından bildirmiştir. Bu kayıttan çok kısa bir süre sonra, balık doğu Akdeniz'de 80 m derinliğe kadar olan bölgelerde görülmeye başlamıştır. Türkiye'de İskenderun Körfezi'nden 2016 yılında türün ilk bildirimini yapılmıştır. Akdeniz'de en kötü istilacı 100 tür listesinde yer alan bu balığın ekonomik değeri yoktur. İsraili trol balıkçıları ağlarında yakalanan bu balığı iskartaya çıkarmaktadır. Ancak dikkatli bir şekilde temizlenirse bu balığın eti yenilebilir. İsrail, Lübnan ve Suriye kıyılarında yüzücü ve SCUBA dalgıçları bu balığı ve yavrularını sürüler halinde trol alanlarının dışındaki sığ sularda da gözlemişlerdir. Sırt ve göğüs yüzgeçleri dikenli olan bu balığın dikenlerine bağlı olan zehir bezleri vardır. Deri salgıları insanlar için tehlikeli kabul edilen proteinli toksinler içermektedir. Zehiri nadiren ölümcül olsa da, yaralanma sonrası ani başlayan zonklayıcı ağrıya, ardından morarma, uyuşukluk ve şişliğe neden olabilir. Ciltte kızarıklık, kas seğirmeleri, lenf düğümlerinde şişlik ve ateş sıkça rastlanır. Tedavisi semptomatik ve destekleyici olup, dezenfeksiyon, analjezikler ve antitetanoz ve gerektiğinde antibiyotikleri içerir. Sıcak suya daldırmanın etkinliği hala kanıtlanmamıştır. *P. lineatus* Tayvan, Hong Kong ve Avustralya'da yüksek oranda yaralanmaya neden olan balıklardan biridir. İsrail'de balıkla ilgili yaralanma vakalarının %10'unu *P. lineatus*'un neden olduğu rapor edilmiştir. Balıkçılarda ve sahile gidenlerde onlarca yaralanmanın meydana geldiğini bildirilmiştir. Türkiye'de de İskenderun Körfezi'nden trol avcılığında ilk yaralanma vakası kaydı vardır. *P. lineatus* kaynaklı yaralanmaların ölümcül olabileceği bildirilse de şimdiye kadar ölüm kaydedilmemiştir. Ancak yine de balıkçıların dikkat etmesi gerekmektedir. *P. lineatus* Türkiye kıyılarında şimdilik İskenderun ve Mersin Körfezlerinde görülmüştür. Bu türün dağılımını batıya doğru (Antalya Körfezi) genişletmesi beklenmektedir. Kızıldeniz ve Hint Okyanusu'ndaki zehirli balık türlerinin Süveyş kanalı aracılığı ile Akdeniz'e girmesi ve Türkiye kıyılarında da görülmesi, gelecekte de zehirli balık tür ve sayısının daha da artabileceğini ve bu türlerin dikkatle takip edilmesi gerekliliğini zorunlu hale getirmektedir. Bu nedenle bu balıklara karşı balıkçılar ve halkı bilinçlendirici çalışmalar yapılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: *Plotosus lineatus*, Dağılımı, İstilacı, Zehirli, Tedavi.



DENİZ BAKTERİLERİNİN BİYOTEKNOLOJİDE KULLANIM ALANLARI VE POTANSİYEL ÖNEMLERİ,

Samet KALKAN*

*Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı

Öz

Son yıllarda dünyada ve ülkemizde denizlerde mikrobiyoloji ve bakterilerle ilgili yapılan çalışmalar hız kazanmıştır. Farklı denizlerden izole edilen bakterilerin tür teşhislerinin yapılmasıyla ve metabolik özelliklerinin belirlenmesiyle birlikte bazı bakteri türlerinin biyoteknolojide yüksek kullanım potansiyeline sahip olduğu anlaşılmıştır. Farmasötik, kimya ve gıda sektörlerinde üretimi kimyasal metotlara göre daha kolay, ekonomik avantaja sahip ve doğa dostu olan deniz bakterilerinin ürettiği yüksek ısıya, alkali ortama ve tuza dayanıklı aminoasilaz, gliserol-3-fosfat oksidaz, α -amilaz, β -galaktosidaz, lipaz, lakkaz, proteaz, ksilanaz, kitosanaz, azoredüktaz, pullulanaz, pektinaz, mannaz, esteraz gibi enzimlerin yanı sıra mandelik asit, poliglutamik asit, laktik asit, glutamik asit, γ -aminobütirik asit, hyaluronik asit, piridoksin gibi bileşenler de sıklıkla kullanılmaktadır. Bazı bakteri izolatları kadmiyum, krom, kurşun, civa, bakır, arsenik, nikel, çinko, mangan gibi toksik metallerin biyosorpsiyonunda, demirin ve nitrit bileşenlerinin zararsız formlara dönüştürülmesinde yüksek yeteneğe sahiptir. Tekstil ve ahşap endüstrisinde kullanılan azo boyalarının ve anilinin biyodekolorizasyonunda; antrasen gibi toksik aromatik petrol hidrokarbonlarının ve polietilen, polyester gibi plastik ürünlerinin biyodegradasyonunda; kristal viyole, malaşit yeşili gibi boyaların gideriminde bu bakteriler aktif rol oynayabilmektedir. Sentetik atıksular, fenol, klorotalonil, pendimetalin, nikosülfuron, aflatoksin, diklorometan, siyanür, nitrobenzen gibi toksik maddelerin biyoremediasyonunda ve detoksifikasyonunda bazı bakteri izolatları yine üstün başarı göstermektedir. Biyoçözünebilir özelliği olan biyoplastiklerin üretiminde kullanılan ve yeşil ekonomide önemi olan polihidroksialkanoat, polihidroksibütirat gibi polimerler bakteriler tarafından üretilmektedir. Ayrıca, yüzey aktif maddeler olarak kullanılan biyosürfektanların eldesinde, biyokimyasal oksijen ihtiyacının belirlenmesinde bu bakteriler etkin olarak kullanılabilir. Bitkilerin büyümesinde rol oynayan auksin gibi hormonların salgılanmasında ve biyokontrolünde, antibakteriyel, antifungal, böcek ve sivrisinek öldürücü bileşenlerin, doğal koruyucular olarak bakteriyosinlerin, etanolün, gıda katkı maddesi ve koruyucu olarak kullanılabilen asetoin, amisin, ekzopolisakkaritlerin, ilaç üretiminde kullanılan heparosan, dekstran, kondroitin gibi bileşenlerin, biyosolvent olarak kullanılan bütandiolün üretiminde denizel bakterilerden yararlanılabilmektedir. Aynı zamanda yapılan çalışmalar bazı izolatların elektrik üretiminde, yakıt olarak kullanılabilen hidrojen ve biyodizel sentezinde verimli sonuç verdiklerini ortaya koymuştur. Bu çalışma, denizel kökenli bakterilerin biyoteknolojik kullanım potansiyellerine dikkat çekmeyi amaçlamıştır. Bu bakteriler, günümüzün ve geleceğin biyoteknolojik alanları için büyük bir potansiyel önem arz etmektedir ancak ülkemizde bu konunun önemi henüz tam olarak anlaşılamamıştır. Ülkemizin sahip olduğu tür çeşitliliği ve zenginliği, yapılacak çevre dostu ve ekonomik biyoteknolojik atımlara kaynaklık edecektir.

Anahtar kelimeler: bakteri, biyodegradasyon, biyoteknoloji, deniz, enzim.



DİKKAT!!!

YOĞUN ÖLÜMLERLE KARŞILAŞILAN *Pinna Nobilis* (Linnaeus, 1758) POPÜLASYONUNUN SON DURUMU

Sefa ACARLI^{a*} Deniz ACARLI^b

^aÇanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi Terzioğlu Kampüsü Çanakkale Türkiye

^bÇanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gökçeada Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu Balıkçılık Teknolojisi Bölümü Gökçeada Çanakkale Türkiye

Öz

Akdeniz'e özgü olan *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758), ince kabuklu ve yelpaze şeklinde olup deniz çayırlarının arasında kumlu, kumlu-çamurlu, çakıllı bölgelerde umbo kısmından itibaren bir kısmı gömülü ve bysusları ile zemine tutunarak yaşar. Geniş bir kabuk yapısına sahip olduğu için bir çok sucul organizma için (*Bivalvia*, *Gastropoda*, *Ascidacea*, *Polyplacophora*, *Echinodermata*, *Makroalg* vb.) yaşam alanı sağlar. *P. nobilis*, suyun içindeki organik ve inorganik maddeleri süzerek beslenmekte ve bu özelliğinden dolayı su kalitesini artırmaktadır. Ancak *P. nobilis* popülasyonu aşırı avcılık, balıkçılık faaliyetleri, çevre kirliliği, habitatın zarar görmesi, turizm, vb. sebeplere bağlı olarak zarar görmüştür. Bunun üzerine Avrupa Konseyi kararları ile 1992 yılında *P. nobilis* koruma altına alınmıştır. 2016 yılından itibaren ise *Haplosporidium pinnae* parazitinden dolayı Akdeniz'in farklı bölgelerinde %100 ölüm ile karşılaşmış ve IUCN tarafından *P. nobilis*'in statüsü kritik düzeye çekilmiştir. Türkiye denizlerinde ise, Ege Denzinde farklı bölgelerde %100 ölüm görülmekle birlikte, Marmara denizi ile Ege denizi arasında geçiş noktası olan Çanakkale Boğazında da 2020 yılında farklı noktalarda ölüm rapor edilmiştir. 2021 yılı için Çanakkale Boğazında artarak devam eden ölümlerin olduğu gibi bazı hayatta kalan bireyler şu an için mevcudiyetini sürdürdüğü tespit edilmiştir. Son zamana kadar Marmara Denizi sağlıklı popülasyonlara sahip olduğu için bir umut noktası olarak nitelendirilmekteydi. 2020-2021 yılında musilajın görüldüğü Marmara Denizi'nde, bazı bölgelerde %100 ölüm ile karşılaşmıştır. Bu duruma karşın, sualtı gözlemleri ile Kapıdağ Yarım Adası'nda sağlıklı popülasyonlarında olduğu tespit edilmiştir. Sağlıklı popülasyonların varlığının tespiti veya hastalığa maruz kalmasına rağmen hayatta kalan bireylerin izleme çalışmaları; özel koruma alanlarının oluşturulması, zarar görmüş yatakların rehabilitasyonuna katkı sağlayacağından çok önemlidir. Bu kapsamda, Türkiye'de ilk defa Çanakkale Boğazında yapılan transplantasyon çalışması gibi çalışmaların yeni bölgeler için planlanıp uygulamaya konulması ve izleme çalışmalarının yapılması gereklidir. Yine bu çalışmaların anaç olgunlaştırma, larva üretim, spat toplama ve yavru büyüme gibi yetiştiricilik çalışmalarının da planlanması bu türün devamlılığına katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelime: *Pinna nobilis*, yelpaze midye, yoğun ölüm, kritik düzey, sağlıklı popülasyon, hayatta kalım



TERMAL STRES VE YETİŞTİRİCİLİK KOŞULLARINDA BALIKLAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Sema MİDİLLİ¹, Mehmet GÜLER¹, Deniz ÇOBAN¹

¹Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Güney Kampüsü Çakmar
Mevkii 09100-AYDIN

Öz

*İklim değişikliği küresel ısınma kaynaklı gelişen 21. yüzyılın bir gerçeğidir. Su ürünleri yetiştiriciliğinin doğal sahası olan sucul yaşam alanları iklim değişikliğinden önemli ölçüde etkilenmektedir. Akdeniz ise dünya genelinde iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek denizlerden biridir. Önümüzdeki 10 ila 30 yıl içerisinde Doğu Akdeniz, Ege ve Adriyatik Denizi için yüzey suyu sıcaklıklarında 1 ila 1,5°C artış beklenmektedir. Ülkemiz, Ege ve Akdeniz’de yapılan çipura (*Sparus aurata*) ve levrek (*Dicentrarchus labrax*) yetiştiriciliği ile lider ülke konumunda olup, iklim değişikliği, üreticiler ve araştırmacılar için ileriki yıllarda önemli bir problem haline gelecektir. İklim değişikliği sonucunda, yetiştiricilik ortamının ısınmasına bağlı olarak, denizde besiciliği yapılan balıklarda termal strese bağlı olarak bazı adaptasyonların gelişmesi, diğer yandan bazı patolojik durumların da ortaya çıkması beklenmektedir. Örneğin yüksek su sıcaklığının önemli sonuçlarından biri olarak balıkta oksijen ihtiyacında artış ve solungaç başta olmak üzere çeşitli dolaşım sistemi organlarında histopatolojik hasarların gelişmesi olasıdır. Bu bağlamda yetiştiricilik ortamında yapılan çeşitli deneylerde optimum seviyelerden daha yüksek su sıcaklıklarına çıkıldığında balıkta solungaç, karaciğer ve böbrek dokularında çeşitli histopatolojik değişimler izlenmiştir. Ayrıca türün yaşayabildiği optimum sıcaklık değerleri dışına çıkıldığında termal stres kaynaklı beslenme, sindirim ve bağışıklık sisteminde olumsuz değişimler, yüzme davranışı ve vücut kondüsyonunda bozulmalar bildirilmiştir. Yetiştiricilik ortamında özellikle yavru balıklarda su sıcaklığının belli seviyelerde artırılarak bu sıcaklıklara alışma seviyeleri ve termal stres karşısında gösterdikleri tepkilerin belirlenmesi oldukça önem arz etmektedir. Bu çalışma, yetiştiricilik koşullarında sıcaklıkta meydana gelecek artışların balıklarda nasıl etkiler yapacağı ve alınması gereken önlemlerin neler olacağı üzerine kurgulanmıştır.*

Anahtar Kelimeler: Termal stres, Yetiştiricilik, Balık, Küresel Isınma



OTOMATİK SU ÇIKARIM İNDEKSLERİ KULLANILARAK UYDU GÖRÜNTÜSÜNDEN SU YAPILARININ ÇIKARILMASI

Semih Kale^{1*}, Selçuk Berber², Deniz Acarlı³

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, 17020, Çanakkale, Türkiye

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, 17020, Çanakkale, Türkiye

³ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Gökçeada Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Balıkçılık Teknolojisi Bölümü, 17760, Gökçeada, Çanakkale, Türkiye

Öz

Su canlı yaşamının sürdürülebilmesi açısından en önemli doğal kaynaktır. Su kaynakları yönetimi bugün olduğu gibi gelecekte de özellikle kurak ve yarı kurak bölgeler için en önemli konu olmaya devam edecektir. Su kaynaklarının başarılı ve etkin bir şekilde yönetilebilmesi için su kaynaklarındaki mevcut su miktarı, alansal ve zamansal değişimleri ve çeşitli faktörlerin (iklim değişikliği, insan aktiviteleri, tarımsal faaliyetler vb.) su kaynakları üzerindeki etkilerinin araştırılması büyük önem taşımaktadır. Su kaynaklarında meydana gelen değişimlerin izlenmesi açısından uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) önemli katkılar sağlamaktadır. Uzaktan algılama teknikleriyle temin edilen uydu görüntüleri uzaktan algılama ve CBS yazılımları aracılığıyla gerekli işlemlerden geçirilerek su kaynaklarının izlenmesi ve haritalandırılması amacıyla kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında uydu görüntüsünden su yapılarının çıkarılması için otomatik su çıkarım indekslerinin kullanımı ve kullanılan indekslerden elde edilen sonuçların karşılaştırılması amaçlanmıştır. Araştırma alanı olarak Ayvacık ilçesinin tek içme suyu kaynağı olması nedeniyle yerel ölçekte büyük önem taşıyan Ayvacık Baraj Gölü (Çanakkale, Türkiye) seçilmiştir. Çalışmada uydu görüntüsünden su ile kaplı alanın tespit edilebilmesi için farklı algoritmalar kullanan NDVI, NDWI_{gao}, NDWI_{McFeeters}, MNDWI, AWEI_{sh}, AWEI_{sh} otomatik su çıkarım indeksleri kullanılmıştır. ENVI yazılımı kullanılarak radyometrik ve atmosferik düzeltme işlemlerinden geçirilen uydu görüntülerine ArcGIS yazılımı kullanılarak indekslerin bant oranlama algoritmaları uygulanmıştır. Her bir indeks kullanılarak oluşturulan haritalar karşılaştırıldığında en iyi sonuçların MNDWI ve AWEI_{sh} indeksleri ile elde edildiği belirlenmiştir. İleriki çalışmalarda su kaynaklarının izlenmesine yönelik çalışmalarda uydu görüntülerinden su yapılarının çıkarılması için MNDWI ve AWEI_{sh} otomatik su çıkarım indekslerinin kullanımı önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: NDVI, NDWI, MNDWI, AWEI

Teşekkür: Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenmiştir. Proje Numarası: FBA-2020-3193.



MÜSİLAJ OLUŞUMU, ETKİLERİ: BİYOİZLEME ÇALIŞMALARINDA METABARKODLAMA KULLANIMI

¹Yeşim BÜYÜKATEŞ, ²Emre KESKİN, ³Sinan UZUNDUMLU, ⁴Esra Mine ÜNAL, ⁵Ulvi Kerem GÜNAY, ¹Yusuf ŞEN

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümü.

²Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü.

³Atatürk Üniversitesi Hıms Meslek Yüksekokulu

⁴Ankara Üniversitesi, Biyoteknoloji Enstitüsü, Temel Biyoteknoloji

⁵Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

Öz

Hemen her yıl ülkemizin yanı sıra Akdeniz'in farklı ülkelerinde görülen müsilaj olayı, 2021 Ocak - Haziran döneminde Ülkemizde oldukça fazla gözlemlenmiş, çözümü için çeşitli öneriler sunulmuş ve çalışmalar yapılmıştır. Deniz suyu sıcaklıklarının artması ve ilkbaharla birlikte güneş ışığı açısının değişmesine bağlı olarak fotosentetik aktivite yoğunlaşır ve buna bağlı olarak fitoplanktonik organizmalardan diatom ve dinoflagellat tür sayılarında artış gözlemlenebilir. Sistemde fazla miktarda azot ve fosfor gibi besleyici elementlerin miktarları farklılık gösterdiğinde bu türler çeşitli organik maddeler salgırlar ve bu organik maddelerin birleşmesiyle de müsilaj oluşumu gerçekleşebilir. Fitoplankton ile beslenen zooplankton, bunları ayrıştıran bakteriler ve yine suda bulunan çürümüş parçacıklar birleşerek müsilaj tabakasını organik bir çorba haline getirir, rüzgâr ve akıntı sistemleri ile bu oluşum bölgesel yayılım gösterir. İlk olarak 1729 yılında Adriyatik'te kayıt edilmiş müsilaj, 1980, 1988, 2004 yıllarında her dönem yine Adriyatik Denizi'nde etkili şekilde gözlemlenmiştir. Ülkemizde ise ilk olarak Marmara Denizi ve Çanakkale Boğazı'nda 1994 yılında gözlemlenmiş, 2007 – 2008 yıllarında da oldukça yoğun şekilde görülmüştür. Müsilajla mücadele kapsamında geçtiğimiz süreçte çeşitli çözüm önerileri ve eylem planları sunulmuş olup, konuyla ilgili bilimsel araştırma projeleri de yürütülmektedir. Müsilaj oluşumuyla etkileşim halindeki organizmaların çevresel DNA ve metabarkodlama yöntemleri kullanılarak belirlenmesi ve oluşumun biyolojik çeşitlilik üzerine etkisinin ortaya çıkarılmasının amaçlandığı bu çalışmada, müsilaj oluşumunda rol gösteren organizmaların biyolojik ve ekolojik istekleri belirlenerek sonraki yıllarda müsilaj oluşumunun önüne geçilmesi de hedefler arasındadır. Ön çalışmalardan elde edilen veriler, bölgesel olarak müsilajı oluşturan organizmaların da farklılık gösterebileceğini ortaya koymuştur.

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmektedir (Proje kodu: FBA-2021-3693).

Anahtar kelimeler: Müsilaj, Metabarkodlama, Fitoplankton, Denizel kirlilik



GÖKKUŞAĞI ALABALIKLARINDA CYPERMETRİN TOKSİSİTESİNE KARŞI *Camellia Sinensis*'in KAN BİYOKİMYASI VE FARKLI DOKU HİSTOPATOLOJİLERİ ÜZERİNDEKİ KORUYUCU ETKİLERİ

¹Tayfun KARATAŞ*, ¹Serkan YILDIRIM, ³Arzu KARATAŞ

¹Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, 04100 Ağrı, Türkiye

²Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Patoloji Anabilim Dalı, 25240 Erzurum, Türkiye

³Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 53300 Rize, Türkiye

Öz

Bu çalışma gökkuşığı alabalıklarında (Oncorhynchus mykiss) cypermethrin (CYP) toksisitesine karşı Camellia sinensis'in AST, ALT, total protein ve albümin seviyelerinin yanı sıra, karaciğer ve solungaç doku histopatolojisi üzerindeki koruyucu etkilerini değerlendirmek için yapıldı. Gökkuşığı alabalıkları 4 gruba ayrıldı. Grup 1 kontrol grubuydu. Grup 2, 7 gün boyunca CYP'nin 1 µg/L dozuna maruz bırakıldı. Grup 3 ve 4, 60 gün boyunca 50 ve 100 mg Camellia sinensis ekstratı ile beslendikten sonra aynı süre CMN'nin 1 µg/L dozuna maruz bırakıldı. CYP'ye maruz kalan grup 2'te AST, ALT seviyelerinde artış, toplam protein ve albümin seviyeleri azalma gözlemlendi. Oysa Camellia sinensis ekstratıyla beslenen grup 3 ve 4 grup 2 ile karşılaştırıldığında protein, albümin seviyelerinde artış, AST ve ALT seviyelerinde azalmalar gözlemlendi. Gruplar histopatolojik olarak değerlendirildiğinde, Grup 2'nin karaciğer hepatositlerinde şiddetli yağlanma, nekroz ve dejenerasyon, inflamasyon ve hiperemi gözlemlenirken, solungaç doku epitelinde dejenerasyon, deskuamasyon, nekroz ve adezyon gözlemlendi. Fakat Camellia sinensis ekstratıyla beslenen gruplarda CYP'nin karaciğer ve solungaç doku hasarları önemli ölçüde azaldı. Sonuç olarak, Camellia sinensis ekstratının 100 mg dozunun CYP'nin neden olduğu toksik etkilerin önlenmesinde daha etkili olduğu belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Balık, camellia sinensis, cypermetrin, kan, histopatoloji



ATIKHİSAR BARAJ GÖLÜNDE KEREVİT (*Pontastacus Leptodactylus* Eschscholtz, 1823) AVCILIĞINDA KULLANILAN PİNTER VE SEPET TAKIMLARINDA FARKLI YEMLERİN AV VERİMİNE (CPUE) ETKİSİ

Tekin DEMİRKIRAN¹, Prof. Dr. Uğur ÖZEKİNCİ²

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü

Öz

*Bu çalışmada, kerevit (*Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz 1823) avcılığında, pinter ve sepet takımlarında farklı yemlerin av verimine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sahası olarak, Çanakkale ili sınırları içinde yer alan ve aynı zamanda kerevit türünün dağılım gösterdiği Atikhisar Baraj gölü belirlenmiş olup, çalışma Mart 2020 – Nisan 2021 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 12 adet “D” girişli, 5 çembere sahip, tek germeli geleneksel pinter ile yine 12 adet çift girişe sahip kolay kurulabilen dikdörtgen sepet takımları kullanılmıştır. Takımlar kerevit avcılığında yasal olarak kullanılan 34mm tam göz boyuna sahip ağırlarla donatılmıştır. Pinter ve sepetlere (3'er tanesine) yem olarak balık, tavuk, ekme ve kontrol grubu olmak üzere 4 farklı grupta pinter ve sepet takımları her bir operasyon için rastgele olacak şekilde birbirine bağlanarak bırakılmıştır. Takımlar 3gün suda bekletildikten sonra kaldırılmış ve yakalanan türlere ait biyometrik ölçümlerden karapaks boyları 0,1 mm hassasiyette ve ağırlıkları da 0,01g hassasiyette olacak şekilde ölçülmüştür. Çalışmada her yem grubuna göre kullanılan 3'er adet pinter ve sepet takımına ait birim çabaya düşen av miktarı (CPUE), o grup ile yakalanan toplam birey sayısının ve ağırlığının operasyon sayısına bölünmesiyle elde edilmiştir.*

Çalışma sonunda toplamda 2820 adet ve 124024,49g ağırlığında bireyler yakalanmıştır. Bu toplam yakalamanın %68,8'i (1940 adet) pinter, %31,20'i (880 adet) ise sepetlerle gerçekleştirilmiştir. Kullanılan pinter takımlarında kontrol grubuna göre balık ve ekme ile yemlenenler 1,67 kat, tavuk eti ile yemlenenler ise 1,78 kat daha fazla birey yakalamıştır. Sepetle yakalananlar da ise kontrol grubuna göre balıkla yemlenenler 2,15 kat, ekmele yemlenenler 1,79 kat ve tavuk eti ile yemlenenlerde 3,50 kat daha fazla birey yakalamıştır. Sonuç olarak sepet ve pinter arasındaki av verimi farkının pinterlerde kullanılan germeden kaynaklandığı ve yem kullanımının da av verimini olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kerevit, Pinter, Sepet, Yem, Av Verimi(CPUE)

Teşekkür: Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü öğrencisi Tekin Demirkıran'ın Yüksel Lisans Tezinden üretilmiştir. Araştırmacılar Doç.Dr. Deniz ACARLI ve Doç.Dr. Selçuk Berber'e çalışmaya verdikleri katkılardan dolayı teşekkür eder.



GÜNEY MARMARA BÖLGESİ'NDE DERİN SU PEMBE KARİDESİNİN POPULASYON YAPISI VE YOĞUNLUĞU

Uğur Karadurmuş,
Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi

Öz

Derin su derin pembe karidesi (*Parapenaeus longirostris* Lucas, 1846) ticari olarak Marmara Denizi'nde önemli balıkçılık kaynağı olup Türkiye'deki toplam karides üretiminin %33'ü bu bölgeden elde edilmektedir. **Arka plan:** Bu çalışmada Marmara Denizi'nin güneyinde dağılım gösteren derin su pembe karidesi popülasyonlarının yapısı, av verimi ve yoğunluğu araştırılmıştır. **Yöntem:** Saha çalışmaları Eylül 2020-Ağustos 2021 tarihleri arasında Marmara Adası ve Kapıdağ Yarımadası açıklarında yürütülmüştür. Geleneksel karides algarnası ile 51,5-99,1 m derinliklerde mevsimsel çekimler yapılmıştır. Çalışma süresince toplam 24 adet algarna çekimi yapılmış olup toplam 4063 km² alan taranmıştır. **Bulgular:** Çalışma süresince 482 erkek ve 412 dişi birey elde edilmiştir. Ortalama cinsiyet oranı 1,17:1 olup beklenen orandan (1:1) önemli düzeyde farklılık göstermiştir ($\chi^2 = 5,481$; $df = 1$; $P < 0.05$). Erkek karideslerin ortalama toplam boyları $9,6 \pm 0,05$ (6,7-13,1) cm, dişilerin $10,6 \pm 0,06$ (6,3-14,0) cm'dir. Dişi bireylerin boy dağılımı erkeklere göre daha yüksek olup aralarındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($U = 49024$; $Z = -13,065$; $P < 0,001$). Boy-ağırlık ilişkisi denklemleri erkek, dişi ve tüm bireyler için sırasıyla $W = 0,002 \times TL^{3,348}$ ($r^2 = 0,545$), $W = 0,001 \times TL^{3,654}$ ($r^2 = 0,545$) ve $W = 0,001 \times TL^{3,537}$ ($r^2 = 0,545$) olarak tespit edilmiştir. Tüm bireyler pozitif allometrik büyüme ($b > 3$) sergilemiştir ($b_{toplam} = 3,537$; $t = 3,537$; $P < 0,05$). İlkbahar mevsiminde daha büyük bireyler yakalansa da ($TL_{mean} = 10,3$ cm) mevsimlere göre total boylar arasındaki fark istatistiki açıdan önemsizdi ($H = 7,404$; $df = 3$; $P = 0,06$). Algarna ile avlanabilen birim alandaki ortalama biyokütle $194,5$ kg/km², birim çabadaki av miktarı ise $12,5$ kg/saat olarak belirlenmiştir. Mevsimler arasında biyokütle istatistiki açıdan önemsiz olup ($H = 0,847$; $df = 3$; $P = 0,84$) en yüksek sonbahar ($212,83$ kg/km²) ve en düşük kışın ($181,08$ kg/km²) elde edilmiştir. Birim çabadaki av miktarı en yüksek sonbahar ($13,90$ kg/saat), en düşük yazın ($11,84$ kg/saat) tespit edilmiş ve mevsimlere göre istatistiki açıdan aralarındaki fark önemsiz ($H = 0,260$; $df = 3$; $P = 0,97$) bulunmuştur. **Tartışma:** Mevcut bulgular literatür ile kıyaslandığında; popülasyondaki bireylerin boy dağılımında her iki cinsiyet için önemli değişim gözlenmemiştir. Ancak toplam biyokütle ve birim çabadaki av verimi önceki çalışmalara kıyasla oldukça düşük bulunmuştur. Av baskısı ve olumsuz antropojenik etkilerin stokları yıpratmış düşünülmemektedir. **Sonuç:** Mevcut yer ve zaman yasaklarına rağmen yıpranan derin su pembe karides stoklarını korumak için ileri stok çalışmaları ile ek koruma önlemleri alınması, sürdürülebilir balıkçılık politikaları ve alternatif av araçları geliştirilmesi önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Algarna, *Parapenaeus longirostris*, popülasyon dinamiği, CPUE, biyokütle



KETEN (*LINUM USITATISSIMUM*) TOHUMU YAĞININ GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) YETİŞTİRİCİLİĞİNDE BAĞIŞIKLIK DESTEKLEYİCİ OLARAK KULLANIMI

Mohamed Omar Abdalla SALEM^{1,2}, Yiğit TAŞTAN³, Soner BİLEN³, Ertuğrul TERZİ³, Adem Yavuz SÖNMEZ^{4*}

¹ Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı, Kastamonu/TÜRKİYE

² Bani Walid Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Bani Walid/LİBYA

³ Kastamonu Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, Kastamonu/TÜRKİYE

⁴ Kastamonu Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Kastamonu/TÜRKİYE

Öz

Balık yetiştiriciliğinde karşılaşılan en önemli problemlerden birisi hastalıklardır. Son zamanlarda artan bilgi birikimi ve çevresel hassasiyet ile birlikte bilhassa antibiyotik gibi kullanımı sonucu istenmeyen etkiler meydana getiren ajanların ikamesi araştırılmaktadır. Bu kapsamda insan sağlığında da önemli yer bulan tıbbi bitkilerin kullanımı su ürünleri yetiştiriciliğinde hastalıklarla mücadelede fayda sağlayabilir. Bu çalışmada da tıbbi faydaları bilinen keten (*Linum usitatissimum*) tohumu yağının ülkemizde bol miktarda yetiştiriciliği yapılan gökkuşığı alabalıklarında kullanımı araştırılmıştır. Bu amaçla soğuk sıkım yöntemi ile elde edilen keten tohumu yağları (KT) gökkuşığı alabalığı yemlerine 3 farklı oranda (%0,5, %1 ve %1,5) spreyleme yöntemi ile ilave edilmiştir. Dört farklı gruptan oluşan (KT0,5, KT1, KT1,5 ve Kontrol) 3 tekerrürlü deney düzeneği kurulmuş ve 1000 L hacimli, 600 L su içeren fiberglas tanklara tank başına 35 adet yavru gökkuşığı alabalığı rastgele yerleştirilmiştir. Balıklar burada 14 günlük adaptasyon süresinden sonra 63. gün boyunca hazırlanan yemlerle beslenmiştir. Kontrol grubuna ise bu süreçte keten tohumu yağı ilavesiz yem verilmiştir. Denemenin 21, 42 ve 63. günlerinde her tanktan 2 adet balık rastgele seçilerek doğal bağışıklık yanıtları belirlemek için 500'er µl kan örneği alınmıştır. Ayrıca deneme sonunda balıklar her grup içinde ikiye ayrılarak ayrı ayrı *Aeromonas hydrophila* ve *Yersinia ruckeri* bakterileri ile deneysel enfeksiyona tabi tutulmuşlardır. Oksidatif radikal üretimi yalnızca 63. günde KT1 grubunda azalmış ($P<0,05$), diğer hiçbir örnekleme zamanında gruplar arasında farklılık göstermemiştir ($P>0,05$). Makrofajların potansiyel öldürme aktivitesi tüm deneme gruplarında 42. günde kontrol grubuna kıyasla artış göstermiş ($P<0,05$), diğer örnekleme zamanlarında ise değişiklik göstermemiştir ($P>0,05$). Myeloperoksidaz aktivitesi 21 ve 42. günlerde kontrol grubuna oranla KT1 ve KT1,5 gruplarında artış göstermiştir ($P<0,05$). Denemenin 63. gününde KT1 grubunun myeloperoksidaz aktivitesinde düşüş gözlemlense de ($P<0,05$) diğer gruplar kontrol grubuyla benzer değerler sergilemiştir ($P>0,05$). Lizozim aktivitesinin, keten tohumu yağı ile beslenen tüm balıklarda tüm örnekleme zamanlarında genel bir artış eğiliminde olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$). *Y. ruckeri* deneysel enfeksiyonuna müteakip yaşama oranları kontrol grubu, KT0,5, KT1 ve KT1,5 grupları için sırasıyla %23,8, %37,5, %52,2 ve %50 olarak hesaplanmıştır. *A. hydrophila* enfeksiyonundan sonra ise kontrol grubunun yaşama oranı %42,86 iken keten tohumu yağı ile beslenen tüm gruplarda bu oran %50 olarak bulunmuştur. Elde edilen tüm bu verilere göre keten tohumu yağının gökkuşığı alabalığında makrofajların potansiyel öldürme aktivitesini, myeloperoksidaz aktivitesini ve lizozim aktivitesini arttırdığı; *Y. ruckeri* enfeksiyonuna karşı koruyucu etki sağladığı tespit edilmiştir. Buna göre yeme keten tohumu yağı ilavesinin balık yetiştiriciliğinde bağışıklık destekleyici olarak kullanılabilceği kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yem katkı maddesi, doğal, bağışıklık uyarıcı, bitkisel

Bu çalışma Mohamed Omar Abdalla SALEM'in Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı'nda sunduğu doktora tezinden üretilmiştir.



AKHARDAL (*SINAPIS ALBA*) TOHUMU YAĞININ GÖKKUŞAĞI ALABALIKLARININ (*Oncorhynchus mykiss*) BÜYÜME PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİLERİ

Mohamed Omar Abdalla SALEM^{1,2}, Yiğit TAŞTAN³, Soner BİLEN³, Ertuğrul TERZİ³, Adem Yavuz SÖNMEZ^{4*}

¹ Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı, Kastamonu/TÜRKİYE

² Bani Walid Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Bani Walid/LİBYA

³ Kastamonu Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, Kastamonu/TÜRKİYE

⁴ Kastamonu Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Kastamonu/TÜRKİYE

Öz

*Bu araştırmada su ürünleri yetiştiriciliğinde en temel hedeflerden biri olan hızlı büyümeyi sağlamak amacıyla akhardal (*Sinapis alba*) tohumu yağının gökkuşağı alabalıklarının diyetlerine ilavesi ile büyüme performansında meydana gelen değişiklikleri incelemek amaçlanmıştır. Ortalama ağırlıkları $25,53 \pm 1,74$ g olan 420 adet gökkuşağı alabalığı 12 adet 1000 L hacme sahip, 600 L su içeren dairesel fiberglas tanka 3 tekerrürlü deney düzeneğinde yerleştirilmiş ve burada ticari alabalık yemi ile beslenerek 2 hafta süreyle adapte edilmiştir. Akhardal tohumu yağları (AKH) soğuk sıkım yöntemi ile elde edilmiş ve balık yemine %0,5, %1 ve %1,5 oranlarında (AKH0,5, AKH1 ve AKH1,5 grupları) spreyleme yöntemi ile uygulanmıştır. Balıklar, hazırlanan bu yemlerle 63 gün süreyle günde iki kez doyana kadar beslenmiştir. Kontrol grubu ise akhardal tohumu içermeyen yem ile beslenmiştir. Araştırmanın başında ve sonunda tüm balıklar bireysel olarak tartılmış; 21, 42 ve 63. günlerinde ise tank başına 2 adet (grup başına 6 adet) balık rastgele seçilerek mide ve anterior bağırsak örnekleri toplanmış ve bu örneklerden sindirim enzimleri tayin edilmiştir. Besleme çalışmasının sonunda tüm grupların son ağırlık, canlı ağırlık artışı, günlük ağırlık artışı ve spesifik büyüme oranı verilerinde kontrol grubuna kıyasla doza bağımlı bir artış tespit edilirken ($P < 0,05$) yem dönüşüm oranı gruplar arasında farklılık göstermemiştir ($P > 0,05$). Deneme gruplarındaki pepsin aktivitesi 21 ve 42. günlerde kontrol grubuna kıyasla bir azalma gösterirken ($P < 0,05$) 63. günde gruplar arasında farklılık gözlemlenmemiştir ($P > 0,05$). Tripsin aktivitesi 21. günde AKH0,5 grubunda azalmış ($P > 0,05$), AKH1 ve AKH1,5 gruplarında ise artmıştır ($P < 0,05$). Denemenin 42. gününde tripsin aktivitesi açısından gruplar arasında istatistikî fark gözlemlenmezken 63. günde 21. güne benzer bir seyir gözlemlenmiştir. Lipaz ve amilaz aktiviteleri ise tüm deneme gruplarında bütün örnekleme zamanlarında artış göstermiştir ($P < 0,05$). Tüm grupların yaşama oranları %96,4 ile %99,1 arasında seyretmiştir ($P > 0,05$). Bu sonuçlar akhardal tohumu yağının gökkuşağı alabalıklarının büyüme performansına olumlu etki gösterdiğine işaret etmektedir. Söz konusu yağın yeme %1,5 oranında ilave edilerek 63 gün süreyle balıklara verilmesi önerilmektedir.*

Anahtar Kelimeler: Yem katkı maddesi, doğal, besleme, bitkisel

Bu çalışma Mohamed Omar Abdalla SALEM'in Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı'nda sunduğu doktora tezinden üretilmiştir.



ÇANAKKALE KEMER BÖLGESİ'NDEKİ FANYALI UZATMA AĞLARINDAN MARYA AĞLARININ TEKNİK, YAPISAL VE OPERASYONAL ÖZELLİKLERİ

Yusuf ŞEN¹, Uğur ÖZEKİNCİ²

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimleri Bölümü,

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü

Öz

Bu çalışmada, Marmara Denizi'nin güney batısında yer alan Çanakkale-Kemer Bölgesi'ndeki ticari balıkçıların kullandıkları fanyalı uzatma ağlarından marya ağlarının teknik, yapısal ve operasyonel özellikleri tanımlanmıştır. Marya ağı balıkçıları ile Eylül 2020-Eylül 2021 arasında yapılan yüz yüze yapılan görüşmeler, gözlem ve yerinde ölçümler ile bölgedeki balıkçılığın mevcut durumuna ait veriler "Balıkçı Bilgi Formu"na kayıt edilerek değerlendirilmiştir. Bölgedeki 13 farklı ticari balıkçının 88 balıkçılık operasyonu takip edilerek, ağların suda bekletilme süreleri belirlenmiştir. Elde edilen bulgular Marmara Denizi ve Çanakkale Bölgesi'nde daha önce yapılan çalışmalar ile karşılaştırılmıştır.

*Bölgede avcılık faaliyetleri gerçekleştiren 37 adet küçük ölçekli ticari balıkçı teknesinden 16'sının (%43) marya ağı balıkçılığı ile uğraştığı tespit edilmiştir. Balıkçıların avcılık operasyonlarında istakoz (*Homarus sp.*), sübye (*Sepia sp.*), pisi (*Platichthys sp.*), dil (*Solea sp.*), fener (*Lophius sp.*), kırlangıç (*Chelidonichthys sp.*), lipsöz (*Scorpaena sp.*) ve bakalyaro (*Merluccius sp.*) gibi türleri hedeflediği belirlenmiştir. Bölgedeki marya ağlarının, göz genişliği, fanya göz genişliği, yükseklik göz sayıları, ip kalınlığı, renk gibi teknik ve yapısal özellikleri ile ağ miktarları, suda bekletilme süreleri gibi operasyonel özelliklerinin, Kemer bölgesi içerisinde ve Çanakkale ile Marmara Denizi'nde daha önce gerçekleştirilen çalışmalarda farklılaştığı belirlenmiştir.*

Her bölgenin kendine özgü yapısı ve ekosistemi bulunmakla birlikte, bölgelerin etkilendiği çevresel faktörlerde farklılıklar görülebilir. Dolayısıyla bir bölgede bulunan türlerin çeşitliliği, yoğunluğu ve dağılımı değişkenlik gösterebilir. Bu bağlamda yoğun marya ağı balıkçılığı yapılan Çanakkale'nin küçük bir alanı olan Kemer Bölgesi ile Çanakkale ve Marmara Denizi'ndeki ağların teknik, yapısal ve operasyonel özelliklerinde standartlaşma olmadığı ve birbirine yakın alanlar arasında önemli farklılıklar olabileceği belirlenmiştir. Balıkçılık kaynaklarında kullanılan av araçlarının tanımlanması, av gücü ve av baskısının tespit edilmesine katkı sağlarken, uygun balıkçılık yönetim politikaları geliştirmek ve sürdürülebilir balıkçılık açısından oldukça önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Fanyalı Uzatma Ağları, Ağ Özellikleri, Ticari Balıkçılık, Marmara Denizi, Çanakkale.

Teşekkür: Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü öğrencisi Yusuf ŞEN'in, Bilimsel Araştırma Projeleri kapsamında FDK-2020-3411 no'lu doktora tez çalışmasından üretilmiştir.



BAZI FİZİKSEL KALİTE PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİNDE DİYETETİK HAMSİ ÖRNEĞİ

Elif SARI¹, Orhan KOBYA¹, Emine GÜNEŞ¹, Ayşe KARA¹, Özen Yusuf ÖĞRETMEN¹,
Fatma DELİHASAN SONAY¹, Barış KARSLI¹, Emre ÇAĞLAK¹

¹ Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama Ve İşleme Teknolojileri Bölümü, Rize

Öz

Su ürünleri; ürün çeşitliliği, dengeli besin içeriği, farklı damak zevklerine hitap edebilme özelliklerinden dolayı beslenmede en çok kullanılan gıda ürünlerinden biridir. Günümüzde de beslenmeye dayalı yapılan araştırmalarda nasıl daha sağlıklı ve dengeli beslenilebileceği konuları üzerinde önemle durulmaktadır. Su ürünleri, yaşamın her döneminde sağlığın korunması ve gelişmesine katkıda bulunan bir besindir. İyi kalitede protein, uzun zincirli çoklu doymamış n-3 yağ asitleri, D vitamini, iyot gibi besin öğelerini içermesi nedeniyle balık etinin düzenli ve yeterli miktarda tüketimi önerilmektedir. Dünyada ve ülkemizde hızla artan nüfus yoğunluğu bireylerin aç kalmamak ve ucuza gıda temini için daha hızlı ve sağlıksız beslenme alışkanlıklarına yönelmelerine yol açmaktadır. Yapılan çalışmada hamsinin besin değerini koruyarak sağlıklı bir şekilde tüketimi amaçlanmaktadır. Çalışmayla su ürünleri işleme teknolojisi alanında yeni bir tat kazandırarak sadece mevsimlik değil istenilen her dönemde ulaşılabilecek sağlıklı besin ortaya çıkarmak hedeflenmektedir.

Gereçler ve Yöntemler: Çalışmada diyetetik hamside fiziksel kalite parametrelerinin ortaya koyulması amacıyla taze hamsi ve diyetetik hamside pH, su aktivitesi (aw), kuru madde, yüzde nem, renk parametrelerini ortaya koyan L, a, b renk değerlerine bakılmıştır.

Bulgular: Çalışma süresince taze hamsi ve diyetetik hamsi örneklerinde sırasıyla yapılan pH, su aktivitesi, L, a, b renk analizlerinin minimum ve maksimum değerleri sırasıyla taze hamside 6,58 – 6,73, 0,9915 – 0,9929, 16,1 – 17,0, 1,3 – 3,9, 8,4 – 13,1 ve kuru madde değeri %23,70 ve nem miktarı %76,3 ve diyetetik hamsi örneklerinde ise 6,61 – 6,64, 0,9487 - 0,9546, 22,5 - 42,0, 2,7 - 7,2, 11,3 – 20,5 ve kuru madde değeri %42,7 ve nem miktarı %57,3 olarak bulunmuştur.

Sonuç ve Tartışma: Dünya ve ülkemizde sağlıksız beslenmeye bağlı ortaya çıkan sağlık sorunları neticesinde besin değerleri yanında gıdaların pişirme yöntemleri de önem arz etmektedir. Çalışma verilerine göre diyetetik hamsi tarifi ile hamsinin besin değeri korunduğu gibi dışardan farklı yağ ve benzeri katkılarında önüne geçilerek sağlıklı besin tüketimi içerisinde yer alabileceği gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hamsi, Diyetetik, Sağlıklı Beslenme

Teşekkür: Bu çalışma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP) tarafından desteklenmektedir. (Proje no: FBA-2020-1167)



GELENEKSEL BİR TARİF OLAN HAMSİKOLİ VE BAZI FİZİKSEL PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

Emine GÜNES¹, Ayşe KARA¹, Orhan KOBYA¹, Elif SARI¹, Emre ÇAĞLAK¹, Özen Yusuf ÖĞRETMEN¹, Fatma DELİHASAN SONAY¹, Barış KARSLI¹

¹ Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama Ve İşleme Teknolojileri Bölümü, Rize

Öz

Günümüzde, özellikle gelişmiş ülkelerde insanlar, beslenmelerine çok dikkat etmektedir ve beslenme alışkanlıklarında sağlık açısından uygun gıdaları seçmeye özen göstermektedir. Bu gıdalar içerisinde balık; zengin protein içeriği ve yapısında bulunan çoklu doymamış yağ asitleri ile vücudun temel besin maddesi ihtiyacını karşılamakta, insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerinde olumlu etki yapması yönüyle sağlıklı bir yaşam sürdürmede önemli besin maddeleri arasında ilk sıralarda yer almaktadır. Türkiye’de su ürünleri açısından en yüksek üretim Karadeniz’de gerçekleştirilmektedir. Avcılık yoluyla elde edilen su ürünleri üretimimizin yaklaşık % 75’lik oranını hamsi balığı oluşturmaktadır. Açıklanan su ürünleri istatistiklerine göre 2019 yılında toplam 262,544 ton hamsi avcılığı yapılmış olup bunun 83,031 tonu taze tüketime sunulurken 179,513 tonu ise balık unu-yağı sektöründe değerlendirilmiştir. Bu bağlamda avlanan hamsilerin sadece %31’ lik kısmı direkt olarak tüketilmektedir ve bu oran dünya ortalamasının çok altında kalmaktadır. Çalışmada avcılık ürünü olan hamsi balığının tüketim şeklinin çeşitlendirilmesi, tüketim miktarının artırılması ve geleneksel olan bu tarifin sürekliliği amaçlanmaktadır.

Gereçler ve Yöntemler: Çalışmada hamsikolinin fiziksel kalite parametrelerinin ortaya koyulması amacıyla asitlik veya alkali değerini ölçmek için pH, kısmi buhar basıncının standart durumdaki suyun kısmi basıncına oranı için su aktivitesi (aw), yüzde kuru madde, yüzde nem miktarı, kaliteyi belirlemede önemli ölçüt olan L, a, b renk değerlerine bakılmıştır.

Bulgular: Çalışma süresince hamsikoli örneklerinde yapılan pH, su aktivitesi, L, a, b renk analizlerinin minimum ve maksimum değerleri sırasıyla 6,00 – 6,06, 0,9751 – 0,9763, 42,4 – 54,6, 5,5 – 9,9, 27,4 – 34,5 ve kuru madde değeri %40,8 ve nem miktarı %59,2 olarak bulunmuştur.

Sonuç ve Tartışma: Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre avcılık ürünlerinde olan hamsinin besin değerini kaybetmeden farklı yöresel tariflerle tüketiminin arttırılabileceği ve geleneksel tarifin nesiller boyunca yapılabileceği ön görüldüğü gibi farklı çalışmalar ile de bu ve benzeri tarifler çeşitlendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Su ürünleri, Hamsi, Hamsikoli, Geleneksel

Teşekkür: Bu çalışma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP) tarafından desteklenmektedir. (Proje no: FBA-2020-1167)



Atatürk Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi

21.ULUSAL SU ÜRÜNLERİ
SEMPOZYUMU

TAM METİN BİLDİRİLER



GÜNEYDOĞU KARADENİZ'DE KIRLANGIÇ BALIĞININ, *CHELIDONICHTHYS LUCERNA*, (L. 1758) BESLENME ALİŞKANLIKLARI

Atila Hasimoglu¹
Yılmaz Çiftçi²

¹Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Trabzon,
²Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi² Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği

Öz

Kırlangıç balığının diet kompozisyonunu analiz etmek için 200 adet *Chelidonichthys lucerna* örneğinin mide içeriği balık boyutuna, cinsiyetine ve mevsimine göre incelenmiştir. Örneklem Güneydoğu Karadeniz bölgesinde karadan ve denizden olmak üzere 2014–2019 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. En önemli av grubu balıklar (başlıca Kurbağa balığı, mezgit, barbun, kaya balığı) ve kabuklular (başlıca karides ve yengeç) dir. Dişi ve erkek bireylerin besin tercihinde fark yoktur. Büyüklüğe bağlı olarak beslenme alışkanlıkları değişmektedir. Ergin bireylerin mide içeriğini balıklar oluşturmaktadır. Sonuç olarak kış mevsiminde balıklar yaz mevsiminde kabukluların sayısı artmaktadır. Kırlangıç balığı başlıca epibentik organizmaları avlamaktadır.

Anahtar Sözcükler: *Chelidonichthys lucerna*, kırlangıç, beslenme aktivitesi, Güneydoğu Karadeniz

Giriş

Kırlangıç balıkları, Doğu Atlantik'te İngiliz adalarından (nadiren Norveç'te) Moritanya'ya (Maderia ve Azor adaları dahil); Tüm Akdeniz boyunca (Richards ve Saksena, 1990); ve Karadeniz'de Kuzey Denizi'nde, Norveç'ten Senegal'e, Akdeniz ve az miktarda da olsa Karadeniz'de (Bilecenoglu vd., 2002) dağılım göstermektedir. Ilıman denizlerde 15-400 m aralığında genellikle 30-250 m derinliklerde (Muus ve Nielsen, 1999) dağılım göstermektedir. Çakıllı, kumlu, kayalık zeminleri tercih ederler. (Blanc ve Hureau, 1979). Demersal Triglidæ familyasına ait dünya denizlerinde 114 adet tür bulunmakla birlikte, Türkiye denizlerinde kırlangıç balıkları 8 türle (dikenli kırlangıç balığı; *Chelidonichthys cuculus*, antenli kırlangıç balığı; *Chelidonichthys obscurus*, benekli kırlangıç balığı; *Eutrigla gurnardus*, büyük pullu kırlangıç balığı; *Lepidotrigla cavillone*, dikenli küçük kırlangıç balığı; *Lepidotrigla dieuzeidei*, kırlangıç balığı; *Chelidonichthys lucerna*, çizikli kırlangıç; *Trigloporus lastoviza*) temsil edilmektedir (Froese ve Pauly, 2013; İlkyaz ve diğ., 2010). Bu türlerden Karadeniz'de de yaşayan ve ekonomik değeri yüksek olan tür *Chelidonichthys lucerna*'dır (Şekil 1). Bentik faunada bulunan kabuklular ve dip balıkları ve yumuşakçalar beslenmektedir (Blanc ve Hureau, 1979; Bat et al., 2008).



Şekil 1. Kirlangıç balığı (*Chelidonichthys lucerna*)

Kirlangıç balıklarının Akdeniz’de, Ege Denizi’nde ve Marmara Denizi’nde, Atlantik okyanusunda bazı biyolojik parametreleri çalışılmasına karşın (Papaconstantinou vd., 1984; Colloca vd., 1994; Abdallah, 2002; Santos vd., 2002; Borges vd., 2003; Mendes vd., 2004; İşmen, 2004; Eryılmaz ve Meriç, 2005; İlhan ve Toğulga, 2007; Deval et al., 2007; Boudaya et al., 2008; Çiçek et al., 2008; Vallisneri et al., 2011; Stagioni vd., 2012; Demirel ve Dalkara, 2012; Akyol, 2013) Karadeniz’deki çalışmalar oldukça sınırlı sayıda (Ceylan vd., 2014; Haşimoğlu vd., 2016; Özdemir vd., 2019) ve kalkan, mezgit, barbunya gibi bazı demersal türlerin mide içerikleri çalışılmıştır (Zengin, 2000; İşmen, 1995; Ünlüoğlu, 2002).

Karadeniz’de balıkçılığın geliştirilmesi amacıyla Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü (SUMAE) tarafından 1997 yılında kalkan (*Psetta maxima*) akabinde Karadeniz alası (*Salmo labrax*) ve mersin balığı (*Acipenser* sp.) gibi türlerin kültüre alınabilirliği konularında çalışmalar başlatılmış ve bu çalışmalar halen devam etmektedir. Bu kapsamda, 2014-2019 yılları arasında hem ekonomik değeri yüksek hem de rengârenk görünüşü nedeniyle yüksek ornamental balıkçılık (akvaryum-süs balıkçılığı) potansiyeli olan kirlangıç balığının kültür şartlarına adaptasyonu ve yetiştiricilik imkânlarının araştırılması konulu bir proje çalışması yürütülmüştür. Bu çalışmanın bir bölümü olan kirlangıç balığının beslenme alışkanlıkları ile ilgili veriler bu proje çalışmasından üretilmiştir.

Araştırmanın alan yazını (literatür), arka plan bilgisi

Araştırma materyalini oluşturan Kirlangıç balığı (*Chelidonichthys lucerna*) Karadeniz ihtiyofaunasında nadir bulunan fakat ekonomik değeri yüksek olan türlerinden biri olması ve ülkemizin tüm denizlerinde dağılım göstermesi nedeniyle, özellikle Ege, Akdeniz ve Marmara denizlerinde biyolojisi, ekolojisi ve balıkçılık biyolojisi ile ilgili birçok araştırmaya (İşmen ve İşmen 2004; Eryılmaz ve Meriç, 2005; Çakmak vd. 2013; Haşimoğlu vd., 2016) konu edilmiştir. Yapılan araştırmalar daha çok bu türün sistematikteki yeri ve dağılımı ile ilgilidir. Karadeniz’de ise kirlangıç balıkları ile ilgili çalışma yok denecek kadar azdır.

Moreno-Amich (1992), *Aspitrigla cuculus*’un (üç aylık aralıklarla toplanmış) mide içeriği analizlerini yapmış, türün beslenmesi ve besinlerinin büyüklük ve mevsimsel değişimini araştırmıştır. Kabuklu ve teleost balıkların temel gıdalarını oluşturduğu saptanmıştır. Beslenme alışkanlıklarının 85mm ve 140mm boyda (cinsel olgunluk boyutu) değiştiğini gözlemlemiştir. Yetişkin bireylerde mevsim değişimlerinde bentik av türleri arasında yer değiştirdiği belirlenmiştir.

Terrats vd. (2000), Doğu Akdeniz’de (oniki ada (Dodecanese ve Kiklad Adaları/Yunanistan)) bol bulunan üç kirlangıç balığı türünün (*Aspitrigla cuculus*, *Lepidotrigla cavillone*, *Trigloporus lastoviza*) beslenme alışkanlıklarını çalışmışlardır. Ağırılıkça, Mysidacea ve Decapoda’nın her mevsim bu türlerin beslenmesinde baskın olduğunu ancak bağıl önemlilik indeksinin ve yüzde frekanslarının farklılık gösterdiğini saptamışlardır.

Stergiou ve Karpouzi (2002), Akdeniz’de *Chelidonichthys lucerna*’nın midesinde dekapodlar (*Goneplax rhomboides*, *Philocheras bispinosus*, *Philocheras monacanthus*), opossum karidesleri (*Gastrosaccus sanctus*), balık, yumuşakçalar, kafadan bacaklılar, bivalvialar, amfipodlar ve kabukluları tespit etmişlerdir.



Olaso vd. (2002), Cantabrian denizinde demersal balık türlerinin beslenme davranışı üzerine yaptıkları çalışmada *Chelidonichthys cuculus*'un midesinde az miktarda *Micromesistius poutassou* tespit etmişlerdir.

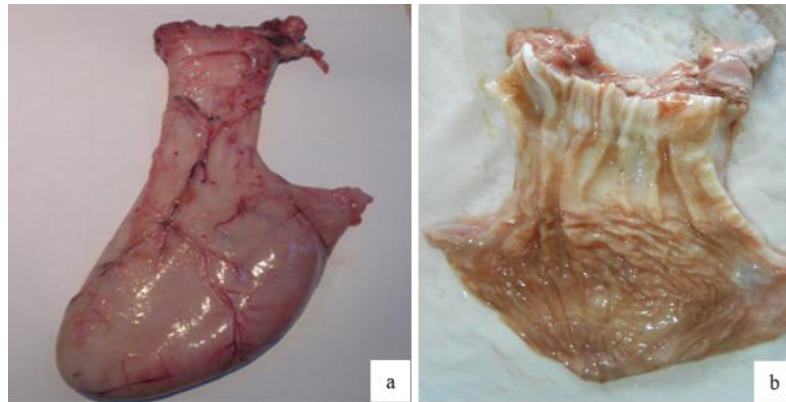
Boudaya vd. (2008), Gobes Körfezindeki (Tunus) kırlangıç balıklarından *Chelidonichthys lastoviza* ve *C. obscurus*'un mide içeriklerini incelemiş, beslenmeleri değerlendirmiş, balığın büyüklüğünün, cinsiyetinin ve mevsimin beslenmeye etkisini araştırmıştır. İki türün de benzer nitelik ve nicelikte beslendiğini saptamışlardır. Temel gıdalarının kabuklular, karides ve decapodlar olduğunu belirlemişlerdir. Mide analizlerinde *Chelidonichthys lastoviza*'nın midesinde *Gastrosaccus* sp. (%48,57), *Anchialina agilis* (%30,57) ve *Sicyonia carinata* (%21,71); *Chelidonichthys obscurus*' da ise *Gastrosaccus* sp. (%80,95), *A. agilis* (%55,41) ve *Pontocaris lacazei* (%15,15) türlerini saptamışlardır. İki türde de balık büyüklüğüne dayalı olarak beslenmede değişiklik gözlemlemişlerdir. Küçük balıkların sıklıkla karides, büyük balıkların decapod tükettiğini belirlemişlerdir. Gıda tüketiminde mevsimsel değişikliklerin etkisinin olduğunu da saptamışlardır. İki türde de sonbahar ve kış aylarında midelerinin büyük oranda boş olduğunu belirlemişlerdir.

Castriota vd. (2012), çalışmasında *Chelidonichthys lucerna*'nın midesinde kabukluların baskın olduğunu saptamışlardır.

Stagioni vd. (2012), çalışmasında Kırlangıç balığının (*Chelidonichthys lucerna*) büyüklüğünü cinsiyetini, yaşadığı derinliği ve sezona göre diyet kompozisyonunu belirlemek için 1096 adet örneğin mide içeriğini analiz etmiştir. En önemli besin maddelerinin krustaseler (Decapoda: Brachyura, *Goneplax rhomboides*, *Liocarcinus* spp., *Philocheras* spp.) ve teleostei (hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve siyah kayabalığı (*Gobius niger*)) olduğu saptanmıştır. Dişi bireyler ile erkek bireyler arasında beslenme yönünden hiçbir fark olmadığı bulunmuştur. Beslenme alışkanlıklarının balık büyüklüğü ile çeşitlilik gösterdiği ve büyük örneklerde mide içeriğinde balığın daha baskın olduğu saptanmıştır. Kış aylarında balık tüketimi, yazın ise kabuklu tüketimi artmıştır. *Chelidonichthys lucerna*'nın epibentik ve nekto-bentik organizmaları avlarken fırsatçı beslenme davranışı gösterdiği tespit edilmiştir.

Amaç ve Yöntem

Çalışma, Samsun-Hopa illeri arasında Ocak 2014 ve Aralık 2019 yılları arasında hem denizden hem de karadan yürütülmüştür. Kırlangıç örnekleri, denizden yürütülen çalışmalarda trol sürveylerinden (derinlik 36,5±19,0875m) ve karadan yürütülen çalışmalarda ise bölgede balıkçılık faaliyeti yürüten ticari av teknelerinden elde edilmiştir. Ayrıca, belirli periyotlarla Trabzon ilinde bulunan balık hali ve bazı balık satış noktaları ziyaret edilmiş ve buralardan temin edilen kırlangıç balıklarına ait biyokolojik veriler kaydedilmiştir. Çalışmada, deniz sürveylerinden toplam 66 adet ve kara örneklemelerinden 134 adet olmak üzere toplam 200 adet kırlangıç balığı örneklenmiştir. Uygun şartlarda (buz içerisinde) laboratuvara getirilen balıkların tam boy (TB, ±1 mm ve ve ağırlık (A ± 0,1 g) verileri kayıt altına alınmıştır. Biyometrik ölçüm işleminden sonra balıkların karın kısmı neşter ile açılmıştır. Cinsiyeti belirlemek için gonadların makroskobik olarak incelenmiştir. Mide özafagusun başlangıcı ile pilorik keselerin olduğu kısımdan kesilerek çıkartılmıştır (Şekil 2). Disekt edilen mideler mide içerikleri analizleri için %70 etanol solusyonunda ivedilikle muhafaza edilmiştir. Daha sonra av muhteviyatı bir cam kap içerisine alınarak mide muhteviyatının toplam ağırlıkları ölçülmüş, besin (prey) grupları olabilecek en alt taksonomik seviyede belirlenerek türlerin tanımlanması yapılmıştır.



Şekil 2. Disekt edilen Kırlangıç balığının midesi (a) dış yüzeyi, (b) iç yüzeyi



Balıkların mide içeriği analizinde prey tanımlanarak preyin özellikleri (boy, ağırlık,sayı) belirlenmiş, mide doluluğu ve beslenme indeksleri (%N, %W, %O,%IRI) belirlenmiştir (Hyslop, 1980; Pinkas vd., 1971).. Kırlangıç balığının beslenme değişimleri ve farklılıkları ortaya koyabilmek için Hyslop (1980) 'un belirttiği ve her predöterin toplam vücut ağırlığının, mide içeriğinin yaş ağırlığına oranı olarak verilen doluluk indeksinden (%DI) yararlanılmıştır.

$$\%DI = (\sum Si / \sum S) * 100$$

Burada;

DI : Doluluk İndeksi

$\sum Si$: Mide içeriğinin yaş olarak toplam ağırlığı (g)

$\sum S$: Boş ve dolu mideye sahip her bir predatörün total ağırlığı (g)

Diyet analizi içerisinde bu türün diyetini tanımlamak amacıyla her besin tipine ait rastlanma sıklığı (%O), sayıca oran (%N) ve ağırlıkça oran (%W) yöntemleri kullanılmıştır

Beslenme indeksleri;

$$\text{Sayıca oran: } \% N = (N_i / \sum_{i=1}^n N)$$

$$\text{Ağırlıkça oran: } \% W = (W_i / \sum_{i=1}^n W)$$

$$\text{Rastlanma sıklığı oranı: } \% O = (O_i / \sum_{i=1}^n O)$$

$$\text{Nispi önem indeksi oranı: } IRI = (\% N + \% W) * \% O$$

Bulgular

Kırlangıç balığı beslenme çalışmalarında kullanılmak üzere 200 adet kırlangıç balığı örneklenmiştir. Örneklerin boy ağırlık grafiği Tablo 1. de verilmiştir. İncelenen *C. lucerna* bireylerinin total boyu 116mm den 828 mm arasında (ortalama boy = 39,718±21,1338 mm) değişmektedir. Cinsiyete göre ise 114 dişi, 51 erkek ve 31 juvenil ve 4 tanımlanmamış birey olarak kayıt edilmiştir (Tablo 1).

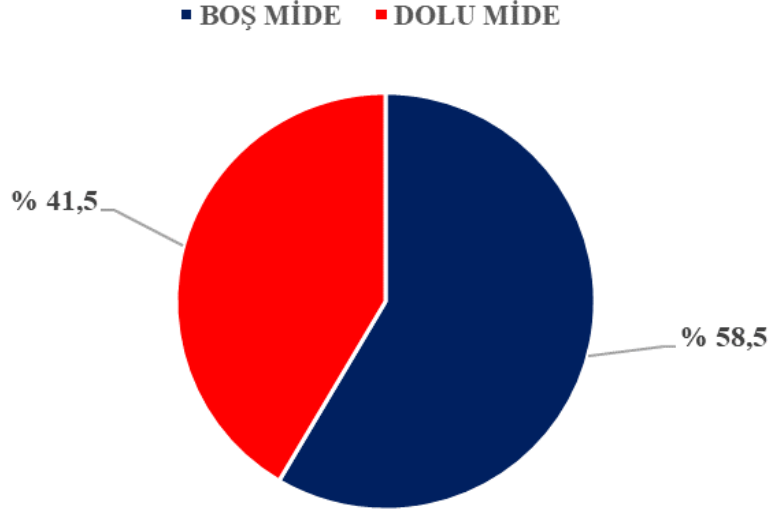
Tablo 1. Güneydoğu Karadeniz kıyısız alanından örneklenen kırlangıç verileri

	Kırlangıç (<i>C. lucerna</i>)
İncelenen örnek sayısı	200
Boy aralığı (mm)	11,6-82,8
Ortalama boy(mm)±SH	39,718±21,1338
Boşluk katsayısı (%Cv)	58,5

Disekt edilen 117 midenin boş, 83 midenin ise dolu olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3). Mide doluluk index değeri araştırılmış, çalışma süresince midelerin %58,5'i boş % 41,5'i dolu bulunmuştur (Tablo 1) Örneklenen bireylerin midelerinin dıştan ve iç yüzey görünümü Şekil 1'de ve bazı mide çalışmalarında çeşitli avlara ait görünüm Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Kırlangıç balığında bazı mide çalışmaları



Şekil 3. Çalışma süresince elde edilen balıklardaki mide doluluk oranı

Genel diyet kompozisyonu

Kırlangıçın beslenme trendinde canlı grupları olarak özellikle epibentik faunadaki başlıca balıklar (Teleostei) (tiryaki, mezgit, barbun, kaya balığı dil, deniz atı, deniz iğnesi), ve kabuklular (Crustacea) (*Crangon crangon*, *Palaemon elegans*, *liocarnicus departur*, *liocarnicus navigatör*) ve yumuşakçalar (Mollusca) (*Cerithium vulgatum*, *Cerithium coralium*, *Monacoides vicinus*, *Spisula suptruncata*) ile beslendiği gözlenmiştir (Tablo 2). Ayrıca bazı örneklerin mide içeriklerinde küçük taş, çalı ve plastik atıklarda bulunmuştur. Fakat bunlar analizlere dahil edilmiştir.

Kalitatif analiz ile 4 ana taksona ait olan toplam 15 adet besin öğeleri belirlenmiştir (Tablo 2). Kırlangıç diyetini başlıca Balıklar (Teleostei), Kabuklular (Crustacea) ve Yumuşakçalar (Mollusca) oluşturmaktadır. Miktar olarak balıklar (%N = 64,1, %W = 84,5) en fazla tespit edilen av taksonudur. Bunu Kabuklular (%N = 20,6, %W = 11,4) takip etmektedir. Yumuşakçalar (%N = 10,4, %W = 0,27) ve Makroalg (%N = 0,9, %W = 0,006) nadiren kayıt edilmiştir. Sayıca ve ağırlıkça bolluk (%N ve %W) ve nispi önem (IRI) açısından en önemli avlar; Tiryaki (*Uronoscopus scaber*) (%N = 25,8, %W = 73,8, %IRI = 69,7), Mezgit (*M. merlangus euxinus*) (%N = 11,1, %W = 9,6, %IRI = 7,3) ve barbun (*Mullus barbatus*) (%N = 9,1, %W = 3,9, %IRI = 6,4) balıklar için, yengeç (*Liocarnicus departur*) (%N = 7,3, %W = 5,3, %IRI = 6,3), karides (*Palaemon elegans*) (%N = 5,7, %W = 0,7, %IRI = 2,3) kabuklular için, salyangoz (*Cerithium Vulgatum*) (%N = 1,4, %W = 0,02, %IRI = 0,10), yumuşakçalar için midye (*Spisula suptruncata*) (%N = 2,8, %W = 0,11, %IRI = 0,51) en önemli preylerdir.



Tablo 2. Kırlangıç balığının besin kompozisyonu (%O, %N, %W, %IRI)

Prey adları	O %	%N	%W	%IRI
KEMİKLİ BALIKLAR (OSTEİCHTHYES)	52,75	64,1	87,45117	88,73
Tiryaki (<i>Uronoscopus scaber</i>)	15,74	25,8	73,8	69,66
Mezgit (<i>M. merlangus euxinus</i>)	11,02	9,5	5,2	7,25
Barbun (<i>Mullus barbatus</i>)	11,02	9,1	3,9	6,38
Dil (<i>Solea solea</i>)	9,44	1,9	1,7	1,54
Kaya balığı(<i>Gobius sp.</i>)	3,14	10,5	1,5	1,68
Deniz atı (<i>Hippocampus sp.</i>)	1,57	6,6	1,1	0,54
Deniz iğnesi <i>Syngnathoides biaculeatus</i>)	0,78	0,4	0,02	0,01
KABUKLULAR (CRUSTACEA)	26,77	20,5	11,4	9,48
<i>Yengeç (Portunidae)</i>				
<i>Liocarnicus departure</i>	7,08	3,3	5,3	2,72
<i>Liocarcinus navigatör</i>	5,51	2,8	4,8	1,88
<i>Ön bacaklılar(Palaemonidae)</i>				
<i>Crangon crangon</i>	6,29	8,6	0,5	2,54
<i>Palaemon elegans</i>	7,87	5,8	0,7	2,25
YUMUŞAKÇALAR (MOLLUSCA)	10,23	10,0	0,3	1,17
<i>Karından bacaklılar (Gastropoda)</i>				
<i>Cerithium vulgatum</i>	1,57	1,5	0,02	0,10
<i>Cerithium corallium</i>	0,78	0,4	0,01	0,01
<i>Monachoides vicinus</i>	0,78	1,9	0,03	0,06
<i>Midye (Bivalvia)</i>				
<i>Spisula suptruncata</i>	3,93	2,8	0,11	0,51
<i>Chamelea gallina</i>	3,14	3,1	7,8	0,34
MAKROALG				
Cyanophyta	1,57	1,5	1,5	0,01
Diğer (Tanımlanamayan materyal)	8,66	5,3	0,9	0,59

Diyetteki mevsimsel değişiklikler

Kırlangıç balığının beslenme özelliği araştırılmış beslenme alışkanlıkları ve mevsimler arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. (Chisquare= 8.854, df= 1, P= 0.003). Kırlangıcın mevsimsel diyetinde balıkların (*Uronoscopus scaber*, *Merlangus euxinus*) sonbahar ve kış mevsiminde ve kabukluların (*Liocarnicus deperator*, *Palaemon.elegans*) ilkbahar ve yaz mevsiminde daha fazla yer aldığı belirlenmiştir.

Cinsiyete göre diyet varyasyonu

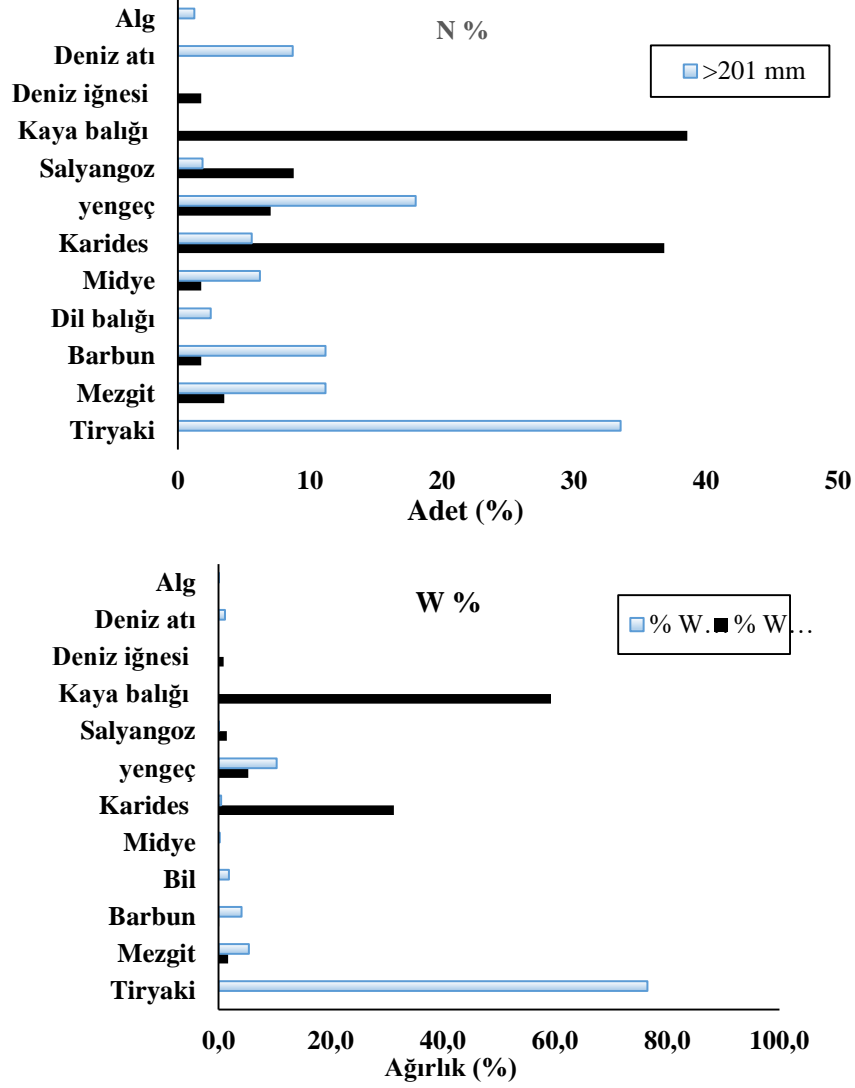
Beslenme alışkanlıkları ve cinsiyet arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Balıklar F-M: $x^2 = 0.014$, df = 1, P= 0.907; Kabuklular : F-M: $x^2 = 0.634$, df = 1, P = 0.426; Yumuşakçalar : F-M: $x^2 = 0.225$, df = 1, P = 0.487).

Boy gruplarına göre diyet varyasyonu

Diyetteki av türlerinin görülme sıklığı ve sayısı ergin ve genç bireyler arasında farklılık göstermiştir. Av çeşitliliği açısından-, daha büyük bireyler tarafından avlanmasına karşın daha küçük bireyler tarafından da tercih edilmiştir. Boy grupları arasında görülme sıklığı ve diyetteki tüm av türlerinin sayısı önemli ölçüde değişmiştir. Küçük bireylerde



kaya balığı hariç kabuklular daha fazla görülmüştür Şekil ... Balık boyutunun artmasıyla birlikte kırlangıcın diyetinde balıklar türlerinde artış gözlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Büyüklüğe göre sayısal ve ağırlıksal olarak en çok bulunan preylerin bolluk oranları (%)

Sonuç ve Değerlendirme

Çalışma sahasında *C.lucerna*'nın diyetini başlıca tiryaki, mezgit, barbun gibi epibentik balıklar oluşturmaktadır. Stagioli, (2011) de, çalışmamızdan farklı olarak baskın av grubunu kabukluların oluşturduğunu (*Decapoda: Brachyura, Goneplax rhomboides, Liocarcinus spp., Philocheras spp.*) ve ikinci sırada nektobentik balıkların (Hamsi, *Engraulis encrasicolus* ve siyah kayabalığı, *Gobius niger*) vb.) nın oluşturduğunu bildirmektedir.

Çalışmamızda kırlangıcın diyetinde balıklar ve kabuklular iki temel av katagoresidir. Bunun yanında daha yumuşakçalar ve makroalgede rastlanmıştır. Stergiou ve Karpouzi (2002), deki çalışmasında benzer şekilde *Chelidonichthys lucerna*'nın mide içeriğinde karidesler (*Gastrosaccus sanctus, Goneplax rhomboides, Philocheras bispinosus, Philocheras monacanthus*), balıklar ve yumuşakçaların oluşturduğunu rapor etmektedir.



Türlerin beslenme alışkanlıkları balık büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir. *C. lucerna*'nın predatör büyüklüğünü dikkate almadan değerlendirildiğinde balıklar temel av grubunu oluşturmaktadır. Buna karşın genç ve ergin bireylerin besin tercihleri arasında farklılıklar olduğu görülmüştür. Genç bireylerin mide içeriğinde Kaya balığı hariç genelde kabuklular baskın olarak bulunmaktadır. Montanini 2008 de Adriyatik denizindeki çalışmasında predatör boyunun prey tercihinde önem arz ettiğini ve özellikle 18cm uzunluğun besin tercihlerin değişmesinde önemli bir basamak olduğunu, juvenil ve ergen bireyler arasındaki bu varyasyonun gonad gelişiminde gerekli enerji ihtiyacına dayalı olabileceğini ve daha derin ve çamurlu sulara göç ettiğini ve besininin kabuklulardan balıklara evrildiğini belirtmiştir. Vallisneri 2011'deki çalışmasında *C. lucerna*'nın ağırlıklı olarak kabuklular ve balıklarla beslendiklerini, ayrıca yumuşakçalarda tükettiklerini belirtmiş, 180 mm büyüklüğündeki balıkların daha derin sulara inmeye başladıklarını, İtalyan kıyılarından Hırvat kıyılarına göç ettiklerini ve ana besin kaynaklarının balıklar olduğunu belirlemişlerdir. Genç ve ergin bireyler arasında meydana gelen bu farklılığın başlıca biyolojik döngü ve gonad gelişimi için gereksinim duyulan daha fazla enerji ihtiyacından olabileceği belirtilmektedir. Bu kritik büyüklükte cinsel olgunluğun başladığı ve dolayısıyla daha derinlere göç etme eğilimi ile diyetin daha fazla çeşitli besin içererek kabuklulardan balıklara evrildiği şeklinde yorumlanabilir (Montanini vd. 2008) Çalışmamızda benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Stagioni 2011'de kırlangıcın beslenme alışkanlıklarının türe özgü bir spesifiklik göstermediğini ve fırsatçı bir predatör olduğunu ifade etmektedir. Stergiou ve Karpouzi 2002'de kırlangıcın tercihen omnivor bir tür olduğunu belirtmiştir. Stagioni, 2011 de ise *C. lucerna*'nın diyetinde sadece Nektobentik balıklar ve epibentik kabukluların olduğunu rapor etmektedir Çalışmamızda sadece iki adet bireyin mide içeriğinde makroalg tespit edilmiştir. Bununla birlikte aynı bireyde çalı parçası ve başka avlarda görülmüştür. Dolayısıyla makroalg tercihinin isteğe bağlı mı, yoksa diğer avları alırken kazara alınabileceği konusu aklımıza gelmektedir. .

Stagioni vd. (2012), çalışmasında *C. lucerna*'nın dişi bireyler ile erkek bireyler arasında beslenme yönünden hiçbir fark olmadığı bulunmuştur. Bu sonuç çalışmamızla benzerdir.

Balığın büyüklüğü, eşey grubu, avlanma lokalitesi ve yakalandığı period türün mide içeriğindeki besin bileşimlerinin değişimini belirleyen en önemli faktörlerdir. Balık diyetlerinin incelenmesi, predatör-prey ilişkisi gibi deniz balıklarının besleme alışkanlıkları hakkında edinilecek bilgi, ekosistem içerisinde deniz balıklarının rolünü değerlendirmek açısından önemlidir.

Teşekkür: Bu çalışma Kırlangıç balığının (*C. lucerna*, Linnaeus 1758)'nin Yetiştiricilik imkânlarının Araştırılması (TAGEM/HAYSÜD/2014 /A11/P-01/2) ve Demersal Balık stoklarının izlenmesi projesi (Proje No: TAGEM/HAYSUD/2017/A11/P-02/4). Projeleri kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Kaynakça

- Abdallah, M. (2002). Length-weight relationship of fishes caught by trawl off Alexandria, Egypt. Naga, The ICLARM Quarterly, 25(1): 19-20.
- Akyol, O. (2013) New maximum length of tub gurnard, *Chelidonichthys lucerna* (L, 1758) (Osteichthyes: Triglidae) in the Southern Aegean Sea, Turkey. J. Black Sea/Mediterranean Environment 19(1): 138-142.
- Bat, L., Erdem, Y., Tırıl Ustaoglu, S. ve Yardım, Ö. (2008). Balık Sistematiği. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 270 s.
- Bauchot, M. -L., Hureau, J. -C., Nielsen, J. And Tontonese, E. (1986). Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean. Volume II., pp. 517-1007, Paris, UNESCO.
- Bilecenoglu, M., Taskavak E., S. Mater ve M. Kaya. (2002). Checklist of the marine fishes of Turkey. Zootaxa (113):1-194
- Blanc, M. and J.-C. Hureau. (1979). Triglidae. p. 586-590. In J.C. Hureau and Th. Monod, Check-list of the fishes of the north-eastern Atlantic and of the Mediterranean (CLOFNAM I). UNESCO, Paris. Vol. 1. Borges, L. (2001). A new maximum length for the snipefish, *Macroramphosus scolopax*. Cybium, 25(2):191-192.
- Boudaya, L., Neifar, L.A., Taktak, M., Ghorbel, M., Bouain, A. (2008). Diet of *Chelidonichthys obscurus* and *Chelidonichthys lastoviza* (Pisces: Triglidae) from the Gulf of Gabes (Tunisia). J. Appl. Ichthyol. 23, 646-653
- Castriota, L., Falautano, M., Finoia, M.G., Consoli, P., Peda, C., Esposito, V., Battaglia, P., Andaloro, F. (2012). Trophic relationships among scorpaeniform fishes associated with gas platforms. Helgol Mar. Res. 66, 401-411.
- Ceylan, Y., Şahin, C. & Kalaycı, F. (2014). Bottom trawl fishery discards in the Black Sea coast of Turkey. Mediterranean Marine Science, 15(1): 156-164.
- Çakmak, E., Polat, H., Akpınar, N., Ak, O.(2013). Kırlangıç balığının (*Chelidonichthys lucerna* L., 1758)' Kültür Ortamına Uyumu, Yunus Araştırma Bülteni 2013 (2): 3-9
- Çiçek, E., Avşar, D., Özyurt, C.E., Yeldan, H. ve Manaşırılı, M. (2008). Age, growth, reproduction and mortality of tub gurnard (*Chelidonichthys lucerna* (Linnaeus, 1758) inhabiting in Babadillimani Bight (North-eastern Mediterranean coast of Turkey). Journal of Biological Sciences, 8(1): 155-160.



- Colloca F., Ardizzone G.D. and Gravina M.F. (1994). Trophic ecology of gurnards (Pisces: Triglidae) in the central Mediterranean Sea. *Marine Life* 4, 45–57.
- Costa M.J. (1988). Ecologie alimentare des poissons de l'estuaire du Tage. *Cybiurn* 12, 301–320.
- Demirel, N. ve Dalkara, E.M. (2012). Weight-length relationships of 28 fish species in the Sea of Marmara. *Turkish Journal of Zoology*, 36(6): 785-791.
- Deval, M.C., Bök, T., Ateş, C. ve Özbilgin, H. (2007). Size selectivity of three diamond mesh codends for the European hake (*Merluccius merluccius*) and the tub gurnard (*Trigla lucerna*) in the Sea of Marmara, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 23(2): 167-172.
- Eryılmaz, L., Meriç, N. (2005). Some Biological Characteristics of the Tub Gurnard, *Chelidonichthys lucerna* (Linnaeus, 1758) in the Sea of Marmara, *Turk J Vet Anim Sci* 29 (2005) 367-374.
- Faltas S.N. (1996). Food and feeding habits of gurnards, *Trigla lucerna* (Linnaeus, 1758) and *Trigloporus lastoviza* (Bruennich, 1768) in the Egyptian Mediterranean waters. *Bulletin of the National Institute of Oceanography and Fisheries (Egypt)* 22, 167–179.
- Frogliã C. (1976). Osservazioni sull'alimentazione dei giovani di *Trigla lucerna* della classe di età a nel Medio Adriatico (Pisces, Triglidae). *Archivio di Oceanografia e Limnologia* 18 (Supplement 3), 365–373.
- Froese, R., ve Pauly, D. (2013). Fishbase, 2011. World Wide Web electronic publication. Available at: www.fishbase.org, version (06/2013) (accessed on 20 July 2013).
- Haşimoğlu, A., Ak, O., Kasapoğlu, N. ve Atılgan, E. (2016). New maximum length report of *Chelidonichthys lucerna* (Linnaeus, 1758) in the Black Sea, Turkey. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 22(2): 149-154.
- Hyslop, E.J., 1980. Stomach contents analysis a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17: 411-429.
- İşmen, A., İşmen, P. (2004). Age, Growth and Reproduction of Tub Gurnard (*Chelidonichthys lucerna* L. 1758) in the Bay of Üskenderun in the Eastern Mediterranean, *Turk J Vet Anim Sci* 28 (2004) 289-295.
- İlhan, D. ve Toğulga, M. (2007). Age, growth and reproduction of tub gurnard *Chelidonichthys lucerna* Linnaeus, 1758 (Osteichthyes: Triglidae) from İzmir Bay, Aegean Sea, Eastern Mediterranean. *Acta Adriatica*, 48(2): 173-1984.
- İlkayaz, A.T., Metin, G., Soykan, O. ve Kinacıgil, H.T. (2008). Length–weight relationship of 62 fish species from the Central Aegean Sea, Turkey. *J. Appl. Ichthyol.* 24 (6), 699–702. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0426.2008.01167>.
- İşmen, A. (1995). The Biology ve popülasyon parameters of the whiting (*Merlangius merlangus euxinus*) in the Turkish coast of the Black Sea. *Doktora tezi, İçel-Türkiye*.
- Moreno-Amich, R. (1992). Feeding habits of red gurnard, *Aspitrigla cuculus* (L. 1758) (Scorpaeniformes, Triglidae), along the Catalan coast (Northwestern Mediterranean). *Hydrobiologia*, 228, 175-184.
- Muus, B.J. ve J.G. Nielsen. (1999). Sea fish. *Scandinavian Fishing Year Book*, Hedehusene, Denmark. 340 p. Doi:87-90787-00-5.
- Mendes, B., Fonseca, P. & Campos, A. (2004). Weight–length relationships for 46 fish species of the Portuguese west coast. *Journal of Applied Ichthyology*, 20(5): 355-361.
- Morte M.S., Redon M.J. and Sanz-Brau A. (1997). Trophic relationships between two gurnards *Trigla lucerna* and *Aspitrigla oscura* from the western Mediterranean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 77, 527–537.
- Mytilineou, C., Politou, C.Y., Papaconstantinou, C., Kavadas, S., D'Onghia, G. ve Sion, L. (2005). Deepwater fish fauna in the Eastern Ionian Sea. *Belgium Journal of Zoology*, 135(2): 229-233.
- Olaso, I., Sánchez, F., Rodríguez-Cabello, C., Velasco, F. (2002). The feeding behaviour of some demersal fish species in response to artificial discarding. *Sci. Mar.*, 66(3), 301-311.
- Özdemir, S., Özsandıçkı, U., Büyükdeveci, F. (2019). A New Maximum Length with Length–Weight Relationship of Tub Gurnard (*Chelidonichthys lucerna* Linnaeus, 1758) from Central Black Sea Coasts of Turkey, *Mar. Sci. Tech. Bull.* (2019) 8(2): 85–91 e-ISSN: 2147-9666
- Papaconstantinou, C. (1984). Age and growth of the yellow gurnard (*Trigla lucerna* L. 1758) from the Thermaikos Gulf (Greece) with some comments on its biology. *Fisheries Research*, 2(4): 243-255.
- Pinkas, L.M., Oliphant, S., Iverson, I.L.K., 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in Californian waters. *California Fish and Game* 152:1–105.
- Richards, W.J. ve V.P. Saksena (1990). Triglidae. p. 680-684. In J.C. Quero, J.C. Hureau, C. Karrer, A. Post and L. Saldanha (eds.) *Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA)*. JNICT, Lisbon; SEI, Paris; and UNESCO, Paris. Vol. 2.
- Santos, M.N., Gaspar, M.B., Vasconcelos, P. ve Monteiro, C.C. (2002). Weight–length relationships for 50 selected fish species of the Algarve coast (southern Portugal). *Fisheries Research*, 59(1-2): 289-295.
- Serena F., Voliani F. and Auteri R. (1998). Nursery areas and some biological information of tub gurnard (*Trigla lucerna* L., 1758) off Tuscany coasts (Italy). *Rapport de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Me'diterrane'e* 35, 482–483.
- Stagioni M., Mazzoni E., Montanini S. and Vallisneri M. (2007). Strategia alimentare di *Trigla lucerna* (Teleostei, Triglidae) in Alto–Medio Adriatico: note di 7 campagne di pesca a strascico. 688 Congresso Nazionale UZI, Lecce, 24–27 settembre 2007. *Atti pag.* 76.
- Stagioni, M., Montanini, S., Vallisneri, M. (2011). Feeding of tub gurnard *Chelidonichthys lucerna* (Scorpaeniformes: Triglidae) in the north-east Mediterranean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 92(3), 605–612.
- Slastenenko, E. (1955-1956). *Karadeniz Havzası Balıkları*, İstanbul. 711s.



- Stergiou, K.I. Karpouzi, V.S. (2002). Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 11, 217–254.
- Tortonese, E. (1975). *Osteichthyes (Pesci Ossei)*, 11. Fauna d'Italia, Calderini, Bologna.
- Ünlüoğlu, A. Cihangir, B.Kaya, M., Benli, H.A., Katagan, T. (2002). Variation in the feeding intensity and diet composition of the red mullet *Mullus barbatus* during 24-h period in the summer time in Hisarönü Bay. *Journal of The marine Biological Association of the united Kingdom*. 82;527-528.
- Vallisneri, M., Stagnoni, M., Montanini, S. ve Tommasini, S. (2011). Body size, sexual maturity and diet in *Chelidonichthys lucerna* (Osteichthyes: Triglidae) from the Adriatic Sea, north eastern Mediterranean. *Acta Adriatica: International Journal of Marine Sciences*, 52(1): 141-147.
- Zengin M. (2000). Türkiye'nin Doğu Karadeniz Kıyılarındaki Kalkan (*Scophthalmus maoticus*) Balığının Biyoeolojik Özellikleri ve Populasyon Parametreleri, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı, 225 s.



KIRLANGIÇ BALIĞININ (*CHELIDONICHTHYS LUCERNA*, LINNAEUS 1758) FARKLI AV ARAÇLARI İLE YAKALANMA ORANLARI VE AVLANILDIĞI DERİNLİKLERİN MEVSİMSEL DAĞILIMI

Atila Haşimoğlu¹,
Cemil Altuntaş²

¹Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Trabzon,

²Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Trabzon,

Öz

Bu çalışmada, Karadeniz’de yaşayan ve ekonomik değeri olan Kırlangıç balığının (Chelidonichthys lucerna) mevsimlere göre farklı av araçları ile avlanıldığı derinlikler belirlenmiştir. Çalışmada, Kırlangıç balıkları Artvin-Samsun illeri arasında bölgede balıkçılık faaliyeti yürüten ticari teknelerden, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından yürütülen trol sürveylerinden, balık pazarlarından ve restoranlardan temin edilmiştir ve balıkların avlandığı lokalite, av aracı, derinlik ve balık büyüklüğü (boy-ağırlık değerleri) gibi bilgiler kaydedilmiştir.

Çalışmada toplam 206 adet kırlangıç balığı incelenmiştir. Balıkların av araçlarına göre yakalanma oranları sırasıyla; dip uzatma ağı %56,8 (mezgit ağı %35,9, kalkan ağı %9,2, barbunya ağı % 7,8 ve iskorpit ağı; %3,9), dip trolü %32,0, gırgır ağı %6,3, çevirme ağı %3,9 ve yüzey uzatma ağı %1,5 olarak belirlenmiştir. Bireylerin yakalandığı derinlik kontürleri minimum 7m, maksimum 81m, ortalama 37,1±18,026 m olup, kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerine göre sırasıyla; 40,8±14,7319, 42,9±19,85, 32,6±13,2638, 27,5884±16,7008 olarak belirlenmiştir.

Bu çalışma, kırlangıç balıklarının Karadeniz’de balıkçılık parametrelerinin irdelendiği ilk çalışmadır ve nesli tükenme tehlikesi altında olan kırlangıç balıkları hakkında farklı amaçlarla kullanılmak üzere doğadan kırlangıç balığı temini için “nereden ?” “ne zaman ?” ve “nasıl ?” bulunabileceği, kırlangıç stoklarının korunmasına yönelik tedbirler alınması ve uygulanmak istenmesi durumunda hangi bölgelerin nasıl korunabileceği gibi konularda yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Triglidae, Karadeniz, av araçları, mevsimsel dağılım

Giriş

Kırlangıç balıkları, Doğu Atlantik’te İngiliz adalarından (nadiren Norveç’te) Moritanya’ya (Maderia ve Azor adaları dahil); Tüm Akdeniz boyunca (Richards, W.J. and V.P. Saksena, 1990); ve Karadeniz’de , Kuzey Denizi’nde, Norveç’ten Senegal’e, Akdeniz ve az miktarda da olsa Karadeniz’de (Bilecenoglu vd., 2002; Ricke vd. 2007). dağılım göstermektedir. 0 C° ‘ye kadarki ılıman denizlerde (62°N - 15°N, 32°W - 42°E) 15-400 m aralığında genellikle 30-250 m derinliklerde (Muus, B.J. and J.G. Nielsen) dağılım göstermektedir. Çakıllı, kumlu, kayalık zeminleri tercih ederler. Bentik faunada bulunan kabuklular ve dip balıkları ile beslenmektedir. (Blanc ve Hureau, 1979). Demersal Triglidae familyasına ait dünya denizlerinde 114 adet tür bulunmakla birlikte, Türkiye denizlerinde kırlangıç balıkları 8 türle (dikenli kırlangıç balığı; *Chelidonichthys cuculus*, antenli kırlangıç balığı; *Chelidonichthys obscurus*, benekli kırlangıç balığı; *Eutrigla gumardus*, büyük pullu kırlangıç balığı; *Lepidotrigla cavillone*, dikenli küçük kırlangıç balığı; *Lepidotrigla dieuzeidei*, kırlangıç balığı; *Chelidonichthys lucerna* , çizikli kırlangıç; *Trigloporus lastoviza*) temsil edilmektedir (Froese ve Pauly, 2013; İlkyaz ve diğ., 2010). Karadeniz’de bu familyaya ait üç tür mevcuttur. Bu türlerden biri olan kırlangıç balığı (*Chelidonichthys lucerna*)’dır ve ekonomik getirisi yüksektir (Bat et al., 2008; Bilecenoglu et al., 2014; Slastenenko, 1955-1956; Yankova et al., 2014)

(TÜİK (2021) verilerine göre, Türkiye denizlerinde 2011 yılında 211,6 ton/yıl olan kırlangıç balığı üretimi son 10 yılda azalarak 2020 yılında 28,6 ton/yıl’a kadar gerilemiştir. Kırlangıç balıkları çoğunlukla, dip trolü, kıyı sürütme ağı ve gırgır ağıyla hedef dışı olarak avlanılmaktadır (Akyol, 2003; Lamprakis ve diğ., 2003; Olim ve Borges, 2006). Balıkçılıkta hedef dışı avlar ekosistemin dinamikleri ve ekonomik yaklaşımlar açısından bazı



problemlere neden olabilir. Bazı hedef dışı türlerin avlanma boyundan küçük olması onların ıskarta özellik kazanmasına neden olur ve atılır (Soykan ve diğ., 2016). Kırılangoç balıkları Karadeniz’de balıkçılar tarafından genellikle hedef dışı av olarak avlanmaktadır ve özellikle büyük boydaki bireyler yüksek ekonomik değere sahiptir. Şekil 1).



Şekil 1. Kırılangoç balığı (*Chelidonichthys lucerna*) (orijinal)

Son yıllarda ülkemiz su ürünleri üretimi irdelendiğinde avcılık yoluyla elde edilen üretimin azaldığı buna karşın yetiştiricilik yoluyla elde edilen üretimin ise giderek arttığı görülmektedir. Yetiştiricilik yoluyla elde edilen üretim her ne kadar birkaç tür üzerinden elde edilse de bunların yanında gerek kamu kurumları gerekse özel sektör tarafından alternatif türlerin yetiştiriciliğe kazandırılması için çalışmalar yapılmaktadır. Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü (SUMAE) tarafından kalkan (*Psetta maxima*), Karadeniz Alası (*salmo labrax*) ve Mersin balığı (*Acipenser* sp.) gibi türlerin yetiştiriciliği konularında çalışmalar başlatılmış ve bu çalışmalar halen devam etmektedir. Bunların dışında, 2014-2019 yılları arasında hem ekonomik değeri yüksek hem de rengarenk görünüşü nedeniyle yüksek ornamental balıkçılık (akvaryum-süs balıkçılığı) potansiyeli olan kırılangoç balığının (*C. lucerna*) kültür şartlarına adaptasyonu ve yetiştiricilik imkânlarının araştırılması konulu bir proje çalışması yürütülmüştür.

Bu çalışmada kırılangoç balığının avlandığı lokaliteler, derinlikler ve av araçları ile ilgili veriler bu proje çalışmasından üretilmiştir.

Araştırmanın alan yazını (literatür), arka plan bilgisi

Araştırma materyalini oluşturan Kırılangoç balığı (*Chelidonichthys lucerna*) Karadeniz ihtiyofaunasında nadir bulunan fakat ekonomik değeri yüksek olan türlerinden biri olması ve ülkemizin tüm denizlerinde dağılım göstermesi nedeniyle, özellikle Ege, Akdeniz ve Marmara denizlerinde biyolojisi, ekolojisi ve balıkçılık biyolojisi ile ilgili birçok araştırmaya konu edilmiştir. Yapılan araştırmalar daha çok bu türün sistematikteki yeri ve dağılımı ile ilgilidir. Karadeniz’de ise kırılangoç balıkları ile ilgili çalışma yok denecek kadar azdır.

Hureau (1986), kırılangoç balıklarının genellikle 30 ve 450 m derinlik aralığında kayalık, çamurlu ve kumlu zeminlerde yaşamlarını sürdürdüğünü bildirmiştir.

Akşiray (1987), 1954 yılındaki çalışmasını tekrar düzenleyerek yaptığı yeni çalışmasında kırılangoç balıklarının en fazla 450m derinliklere kadar uzanan sahil bölgelerinde bulduklarını, dipleri çakıllı kumlu ve kumlu-çamurlu bölgelerde yayılış gösterdiklerini ve oldukça yavaş hareket ettiklerini belirterek uzun mesafeler boyunca göç etmeden sadece mevsimsel olarak, suların ısınması ile kışı geçirdikleri derinliklerden hemen hemen 15-20m derinlikteki sığıklara kadar girdiklerini rapor etmiştir.

Serena vd. (1998), İtalya’nın Tuscany kıyılarında *C. lucerna*’nın bazı biyolojik özelliklerini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, kırılangoç balığının 150 metreden daha sığ kesimlerde bulunan bir demersal tür olduğunu belirtmişlerdir.

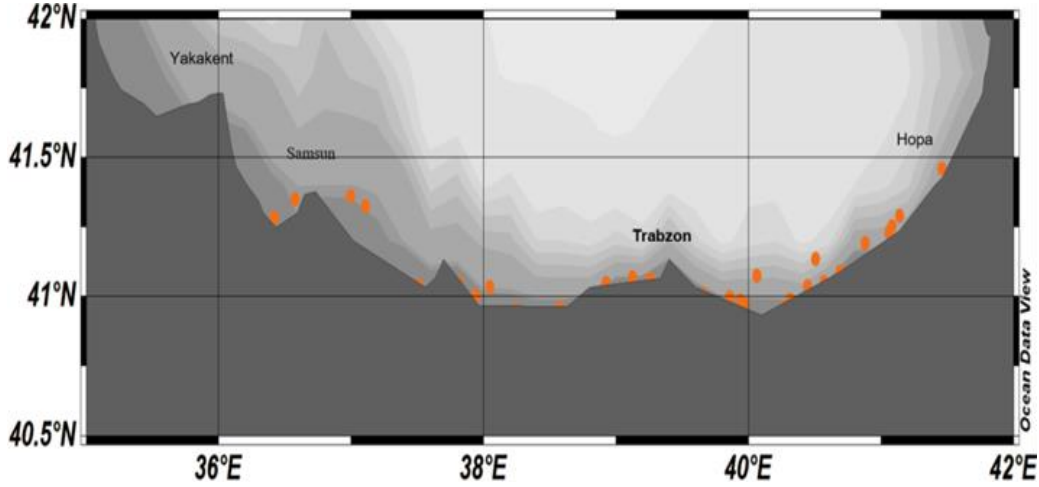
Kamakhidze vd. (2003), Gürcistan’ın Karadeniz kıyılarında Triglidæ familyasının biyolojisi hakkında bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada, kırılangoç balıklarının 60m derinlikteki kumlu ve çamurlu zeminde yaşadıklarını, III-IV yaşlar arasında yumurta bıraktıklarını, yumurtaların pelajik olup sayılarının 100 000 ile 300 000 arasında



değiştiğini ve üremelerinin mayıs başlarından itibaren başlayıp eylül sonlarına kadar devam ettiğini bildirmişlerdir. Bu familyanın türleri arasında maksimum boya *C. lucerna* 70 cm, *E. gurnardus* 50 cm ve *A. cuculus*'un ise 50 cm de ulaştıklarını tespit etmişlerdir.

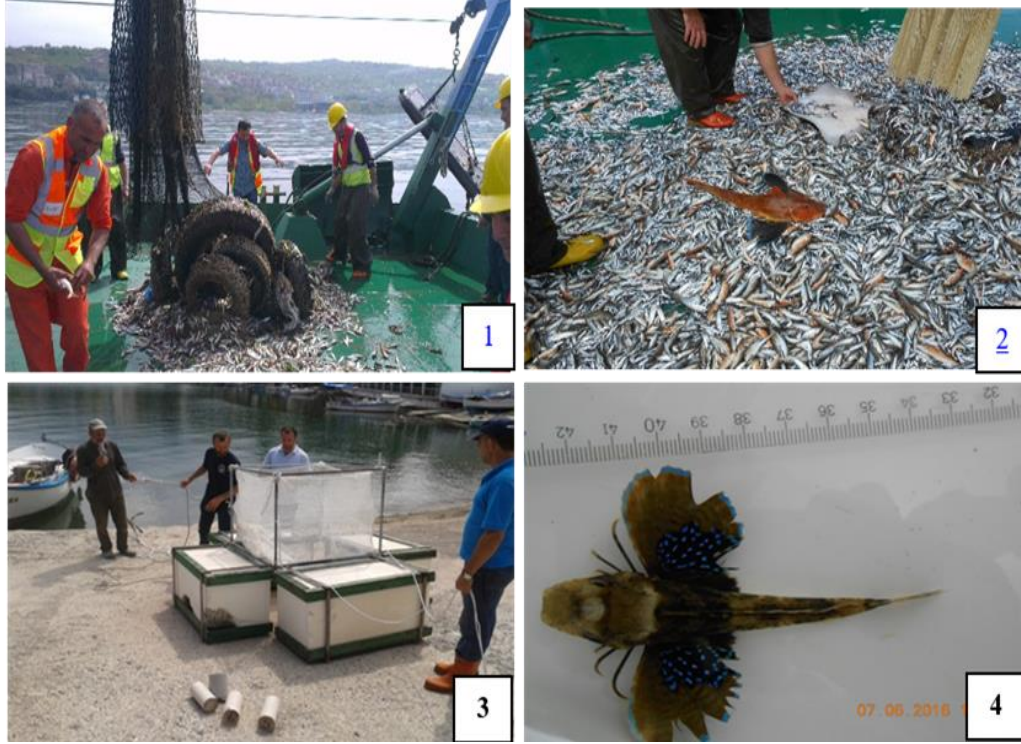
Amaç ve Yöntem

Bu çalışma Kırlangıç balıklarının Doğu Karadeniz Bölgesi'nde mevsimsel olarak dağılımının ve farklı av araçlarına yakalanma oranlarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışma, 2014-2019 yılları arasında Samsun-Artvin illeri arasında gerçekleştirilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Orta ve Doğu Karadeniz bölgesinde örnekleme yapılan lokasyonlar

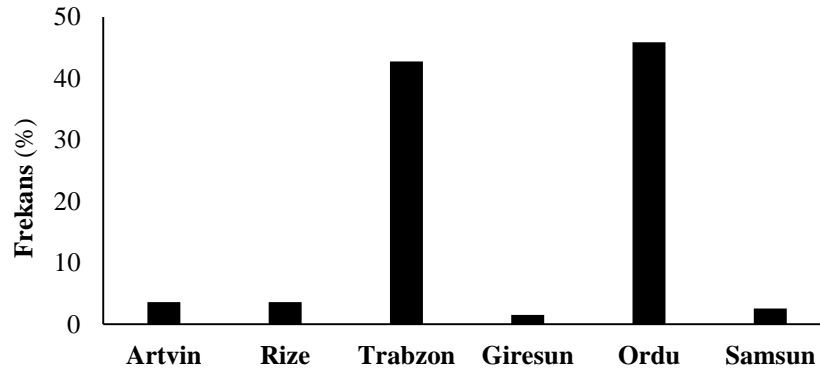
Çalışmada, Doğu Karadeniz kıyısı boyunca (Samsun-Artvin) birçok balıkçı barınağı ziyaret edilerek balıkçılara çalışma hakkında bilgi verilmiş ve kırlangıç balığı avlamaları halinde proje personeli ile irtibata geçerek balığı bir süre muhafaza etmeleri istenmiştir. Daha sonra bu balıklar satın alınmış ve balıkların biyo-ekolojisi, avlandığı av aracı ve derinlikler vb. bilgiler ilgili formlara kaydedilmiştir. Bunun yanında, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü'ne ait araştırma gemisi (ARAŞTIRMA-1) ile çeşitli projeler kapsamında yapılan dip trolü sürveylerinden elde edilen kırlangıç balıkları da bu çalışma içerisinde değerlendirilmiştir. Ayrıca, belirli periyotlarla Trabzon ilinde bulunan balık hali ve bazı balık satış noktaları ziyaret edilmiş ve buralardan temin edilen kırlangıç balıklarına ait bilgiler de kaydedilmiştir. Bu ziyaretler sırasında, ekonomik değeri ve büyüklüğü nedeniyle küçük ölçekli balıkçılar tarafından avlanan kırlangıç balıkları pazara sunulmadan doğrudan balık restoranlarına satıldığı bilgisi alınmış, sonrasında bu restoranlarla irtibata geçilmiş ve yerinde balıkların biyometrik verileri alınmıştır (şekil 3).



Şekil 3. Örneklemeye çalışmaları; (1) Gırgır teknesi, (2) Avlanan balıklar (Havaalanı/Trabzon), (3) Denize bırakılacak balık muhafaza tankı, (4) Örneklenen en küçük birey,

Bulgular

Çalışmada, ticari teknelerden (60 adet), trol sürveylerinden (66 adet) ve yerel balık pazarlarından (80 adet) toplam 206 adet kırlangıç balığı temin edilmiştir. Balıkların ortalama boyu $38,1 \pm 22,98$ cm (11,5-82,8cm) ve ortalama ağırlığı ise $1247,50 \pm 1597,34$ g (11,90-6640,00 g) olarak kaydedilmiştir. Çalışmada kullanılan balıkların önemli bir bölümü Trabzon ve Ordu illerinden temin edilmiştir. Bu iki ilden temin edilen balıkların oranı yaklaşık % 90 kadardır (Şekil 4).



Şekil 4. Kırlangıç balıklarının illere göre dağılımı

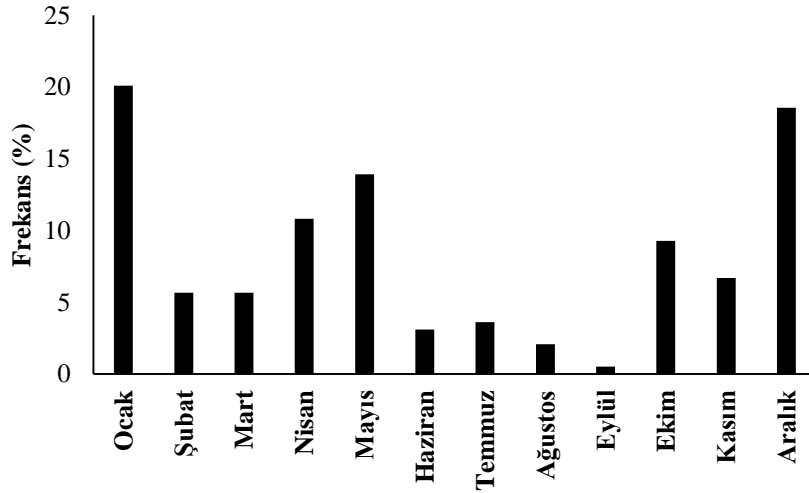


Çalışmada kullanılan kırlangıç balıkları, dip uzatma ağları (mezgit, barbunya, iskorpit ve kalkan), yüzey uzatma ağları (palamut), çevirme ağları (istavrit), dip trolü ve gırgır ağları ile avlanmıştır. Balıkların av araçlarına yakalanma oranları Tablo 1’de görülmektedir. Buna göre, balıkların önemli bir bölümü dip uzatma ağları (%56,8) ve dip trolü (%32) ile avlanmıştır. Dip uzatma ağları içerisinde mezgit avcılığında kullanılan sade uzatma ağları kırlangıç balıklarının en çok yakalandığı ağlardır (74 adet, %35,9).

Tablo 1. Kırlangıç balıklarının av araçlarına göre yakalanma oranları

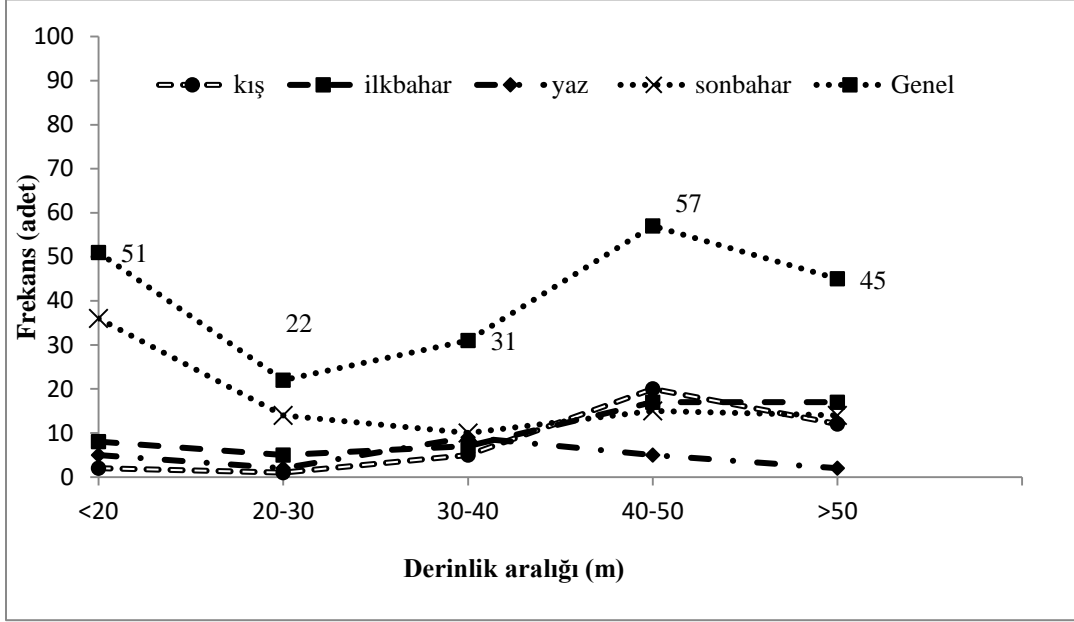
Ağ Çeşitleri	N	Av oranı (%)
Dip uzatma ağları	117	56,8
Mezgit	74	35,9
Barbunya	16	7,8
İskorpit	8	3,9
Kalkan	19	9,2
Yüzey uzatma ağları	3	1,5
Palamut	3	1,5
Çevirme (voli) ağları	7	3,4
İstavrit	7	3,4
Dip Trolü	66	32
Gırgır	13	6,3
Toplam	206	100

Kırlangıç balıklarının mevsimlere göre yakalanma oranları Şekil 5’te görülmektedir. Buna göre, balıkların %44’ü kış aylarında avlanmıştır. Bunu sırasıyla ilkbahar (%30), sonbahar (%17) ve yaz (%9) ayları takip etmektedir. Kış ayları içerisinde de Aralık (%18) ve Ocak (%20) ayları kırlangıç balıklarının en çok avlandığı aylardır. Eylül, Şubat ve Mart ayları ise her biri %5’lik bir oranla kırlangıç balıklarının en az avlandığı aylardır.



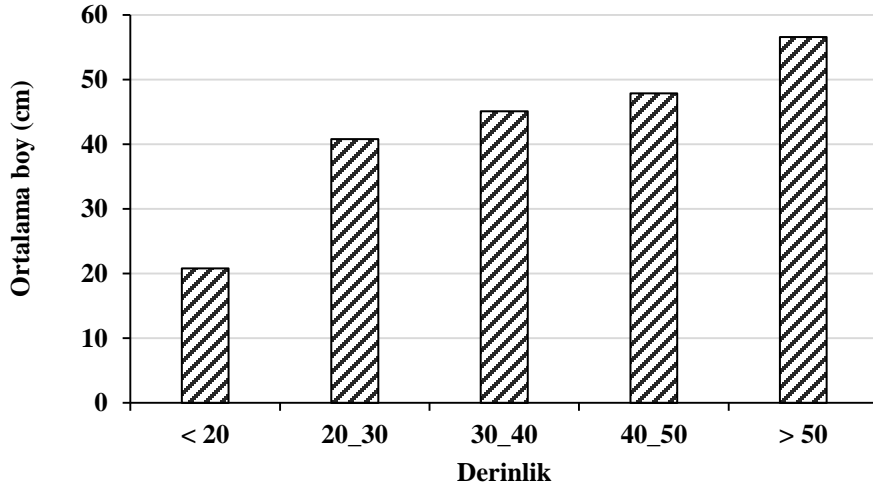
Şekil 5. Kırlangıç balıklarının mevsimlere göre yakalanma oranları

Bu çalışmada kullanılan kırlangıç balıkları 7-85m derinliklerden avlanmıştır. 20m nin altındaki (51 adet) ve 40m nin üzerindeki (102 adet) derinlikler balıkların en çok avlandığı derinliklerdir. Derinliklerin mevsimlere göre değişimi Şekil 6’da görülmektedir. Buna göre; en çok birey sonbahar aylarında avlanmıştır ve bunu sırasıyla ilkbahar, kış ve yaz ayları takip etmektedir.



Şekil 6. Kır langıç balıklarının avlandıkları derinliklerin mevsimsel dağılımı

Kır langıç balıklarının büyüklüğünün (boy) avlandıkları derinliklere göre değişimi Şekil 7’de görülmektedir. Buna göre; balıkların avlandığı derinlik arttıkça balık büyüklüğü de artmaktadır. Henüz ilk cinsi olgunluğa erişmemiş bireyler genel olarak derinliği 20m nin altında kalan kıyıya yakın sığ sularda avlanmıştır.



Şekil 7. Avlandığı derinliğe göre balık büyüklüğünün değişimi

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, Karadeniz’de dağılım gösteren” kır langıç balığının kültür şartlarına adaptasyonu ve yetiştiricilik imkânlarının araştırılması” konulu proje çalışmasında kullanılmak üzere çeşitli kaynaklardan elde edilen balıkların farklı av araçlarına yakalanma oranları ve avlandıkları derinliklerin mevsimsel olarak değişimi incelenmiştir. Çalışma boyunca 60 adet ticari teknelerden, 66 adet trol sürveylerinden ve 80 adet yerel balık pazarlarından olmak üzere toplam 206 adet kır langıç balığı örneklenmiştir.

Çalışmada kullanılan kır langıç balıklarının farklı av araçlarına yakalanma oranları Tablo 1’de görülmektedir. Buna göre, kır langıç balıkları en çok dip uzatma ağları ile avlanmaktadır. Dip uzatma ağları içerisinde de mezgit ve



kalkan avcılığı için kullanılan sade uzatma ağları ve barbunya avcılığı için kullanılan fanyalı uzatma ağları küçük ölçekli balıkçılıkta kırlangıç balığının en çok avlandığı av araçları olarak göze çarpmaktadır. Bunlardan mezgit ağları Doğu Karadeniz’de yıl boyu kullanılırken diğer ağlar sadece belirli dönemlerde kullanılmaktadır. Ayrıca, Mısır vd. (2020) yaptıkları bir çalışmada Doğu Karadeniz’de küçük ölçekli balıkçılıkta mezgit ağlarının hem ağ miktarı hem de bu ağları kullanan tekne sayısı bakımından en çok kullanılan ağlar arasında ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Dolayısıyla kırlangıç balıklarının mezgit ağlarına yakalanma oranlarının diğerlerinden fazla olması beklenen bir durumdur.

Çalışma sonucunda kırlangıç balıklarının en çok kış mevsiminde (Şekil 5) ve 40-50m derinlikler arasında (Şekil 6) avlandığı görülmektedir. Ayrıca, balıkların avlandıkları derinlikler irdelendiğinde büyük boydaki bireylerin daha derin sularda avlandığı yani derinlik arttıkça balık büyüklüğünün de arttığı görülmektedir (Şekil 7). Burada iki önemli husus vardır. Bunlardan birincisi mezgit balığının yaşam döngüsü ile ilgilidir. Şöyle ki, mezgit balıkları yaşamlarını 15°C nin altındaki su sıcaklıklarında sürdürürler. Bunun için yaz mevsiminde daha soğuk olan derin sularda yaşarlar. Kışın su sıcaklığının azalmasıyla birlikte kıyıya yakın ve daha geniş alanlarda yayılım gösterirler. Buna paralel olarak mezgit avlayan tekneler daha geniş alanlarda avcılık yaparlar ve kırlangıç balıklarının mezgit ağlarına yakalanma ihtimalleri de artar. İkincisi ise kırlangıç balıklarının beslenme alışkanlığı ile ilgilidir. Haşimoğlu vd. (2020) yaptıkları bir çalışmada Kırlangıç balıklarının mide içeriği analizlerinde, özellikle ergin bireylerin mide içeriğinde, sırasıyla en çok Kurbağa balığı (*U. scaber*) (%15), mezgit (*M. merlangus*) (%11) ve barbunya (*M. barbatus*) (%11) balıklarına rastlandığını belirtmiştir. Bunlardan kurbağa balıkları ve barbunya balıkları kıyıya yakın ve nispeten daha sığ sularda yayılım gösterirken mezgit balıkları daha derin sularda yayılım gösterirler. Kış mevsimi yaklaştıkça barbunya balıkları sığ suların derin sulara doğru, mezgit balıkları ise derin suların sığ sulara doğru yayılım göstermeye başlarlar. Nitekim 40-50m derinliklerde bu iki türün bir arada yaşadıkları görülmektedir. Bunun en bariz göstergesi kış mevsiminde dip uzatma ağı kullanan bir balıkçı teknesinin aynı ağı kullanarak hem mezgit hem de barbunya avlamasıdır. Diğer bir göstergesi de bu derinliklerde yapılan bir dip trolü operasyonunda her iki türün de baskın türler olmasıdır. Kırlangıç balıklarının bu derinliklerde yoğun olarak avlanması, bu türün beslenme amacıyla besin listesinin ilk sıralarında yer alan mezgit ve barbunya balıklarının yoğun olduğu bölgelere doğru yayılım göstermesinden kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca, Şekil 6 irdelendiğinde, küçük boydaki kırlangıç bireylerinin ilk 20m derinliklerde yoğun olarak avlandığı görülmektedir. Bu durum yine kırlangıç balıklarının beslenme alışkanlığı ile açıklanabilir. Bu bireylerin mide içeriğinde ilk sırada kayabalıkları ve bunu takiben kabuklular yer almaktadır ve bu türler kıyıya yakın sığ sularda bol miktarda bulunmaktadır (Colloga vd, 1994; Montanini vd. 2008; Stagioni vd. 2011;)

Diğer taraftan, sonbahar ve yaz mevsimlerinde az sayıda kırlangıç balığı temin edilebilmiştir. Bunun sebebi, yaz mevsiminde Doğu Karadeniz’de mezgit balığının dip uzatma ağları ile avcılığının azalması ve bunun yerine derin su serpmesi ile avcılığın tercih edilmesi, sonbahar aylarında ise mezgit ve palamut avcılığında görülen alan çatışmasıdır. Şöyle ki, bölgede küçük ölçekli balıkçılıkla uğraşan tekneler palamut avcılığına yönelir ve palamut avcılığında akıntının etkisiyle hareket eden uzatma ağları kullanılır. Birçok bölgede av sahasının neredeyse tamamı palamut avcılığı için kullanılır ve olası bir çatışma durumunda deniz tabanında sabit olarak bulunan mezgit ağları palamut ağlarının parçalanmasına sebep olabilir. Bu yüzden sonbahar mevsiminde dip ağları ile mezgit avcılığı ancak alan çatışmasının olmadığı yer ve zamanlarda kullanılabilir. Dolayısıyla mezgit ağıyla avcılık oranı bu nedenler dolayısıyla azaldığı için kırlangıç balığının sonbahar mevsiminde mezgit ağları ile yakalanma ihtimalini oldukça azalttığı söylenebilir.

Çalışmada kullanılan balıkların illere göre dağılımı Şekil 4’te görülmektedir. Balıkların yaklaşık %90’ı Trabzon ve Ordu illerinde avlanmıştır. Bu illerden diğer illere göre daha fazla balık temin edilmesi, kırlangıç balıklarının bu illerde daha fazla avlanıyor olmasından değil diğer illerdeki balıkçılardan proje ekibine geri dönüşlerin daha az olmasından ve yerel balık pazarı ziyaretlerinin Trabzon dışındaki illerde yapılmamasından kaynaklanmaktadır.

Kırlangıç balıkları ile ilgili literatür çalışmaları incelendiğinde, Türkiye denizlerinde avlanan en büyük boydaki kırlangıç balığı; Ege denizinde Akyol (2013) tarafından 73,5 cm ve Özdemir vd. (2019) tarafından 74,2 cm boyda Orta Karadeniz’de örneklenmiştir. Bu çalışmada ise, Trabzon ili Arsin ilçesi açıklarında hamsi avcılığı yapan bir gırgır teknesinden temin edilen bir kırlangıç balığının total boyu 82,8 cm ve ağırlığı 6640 g olarak literatüre girmiştir (Hasimoğlu vd., 2016). Bu birey, bugüne kadar Türkiye denizlerinden rapor edilen en büyük bireydir.

2014-2019 yılları arasında Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü (SUMAE) tarafından kırlangıç balıklarının kültür şartlarına adaptasyonu ve yetiştiricilik imkânlarının araştırılması konulu bir proje çalışması yürütülmüştür. Bu çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için doğadan canlı olarak anaç ve/veya ergin bireyler toplama yoluna gidilmiş ve bireylerin nereden ve nasıl temin edilebileceği tam olarak bilinmediğinden dolayı bu süreçte oldukça zorlanılmıştır. Bu çalışma sonucunda; gelecekte yapılacak çalışmalarda kırlangıç balığı temin edilmek



istenmesi durumunda hangi mevsimde hangi av aracı ile hangi derinliklerden hedeflenen büyüklükteki kırlangıç balıklarının temin edilebileceği net olarak ortaya konulmuştur.

Teşekkür

Bu çalışma Kırlangıç balığının (*C. lucerna*, Linnaeus 1758)'nın Yetiştiricilik imkanlarının Araştırılması (TAGEM/HAYSÜD/2014 /A11/P-01/2) ve Doğu Karadeniz'deki Demersal Balık Stoklarının İzlenmesi proje verileri ile desteklenmiştir (Proje No: TAGEM/HAYSUD/2017/A11/P-02/4).

Kaynakça

- Akşiray, F. 1987. Türkiye deniz balıkları ve tayın anahtarı. II. Baskı. İ.Ü. Yayınları, No:3490, İstanbul, 811 sayfa.
- Akyol, O. (2003). Retained and trash fish catches of beachseining in the Aegean Coast of Turkey. Turk. J. Vet. Anim. Sci. 27:1111- 1117.
- Akyol, O. (2013). New maximum length of tub gurnard, *Chelidonichthys lucerna* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes: Triglidae) in the Southern Aegean Sea, Turkey. *J. Black Sea/Mediterranean Environment* 19(1): 138-142.
- Bilecenoglu, M., Taskavak E., S. Mater and M. Kaya, 2002. Checklist of the marine fishes of Turkey. *Zootaxa* (113):1-194
- Blanc, M. and J.-C. Hureau. (1979). Triglidae. p. 586-590. In J.C. Hureau and Th. Monod (eds.) Check-list of the fishes of the north-eastern Atlantic and of the Mediterranean (CLOFNAM I). UNESCO, Paris. Vol. 1.
- Hasimoğlu, A., Ak,O., Kasapoğlu, N., Atılğan, E. (2016). New maximum length report of *Chelidonichthys lucerna* (Linnaeus, 1758) in the Black Sea, Turkey. *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, Vol. 22, No. 2: 149-154 (2016).
- Haşimoğlu, A., Beken, A. T., Kasapoğlu, N., Kutlu, S., Mısır, G.B., Altuntaş, C., Süzer, C., Aydın, İ., Atılğan, E., Güven, A., Akpınar, İ. Ö., Parlak, R. (2000). Kırlangıç balığının (*Chelidonichthys lucerna*, linnaeus 1758) yetiştiricilik imkânlarının araştırılması, Proje No: TAGEM/HAYSUD/2014/A11/P-01/2. Proje sonuç raporu. SUMAE/Trabzon.
- Hureau, J. C. (1996). Fishes of the North-Eastern Atlantic and Mediterranean, World Biodiversity Database CD-ROM series, Version 1.0, UNESCO.
- Froese, R., ve Pauly, D. (2013). Fishbase. (2011). World Wide Web electronic publication. Available at: www.fishbase.org, version (06/2013) (accessed on 20 July 2013).
- Fricke, R., Bilecenoglu, M., Sari, H.M. (2007). Annotated checklist of fish and lamprey species (Gnathostoma and Petromyzontomorphi) of Turkey, including a Red List of threatened and declining species. *Stuttgarter Beitr. Naturk. Sea A* (706):1-172.
- İlkyaz, A.T., Metin, G., Soykan, O., Kinacigil, H.T. (2008). Length–weight relationship of 62 fish species from the Central Aegean Sea, Turkey. *J. Appl. Ichthyol.* 24 (6), 699–702. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0426.2008.01167>.
- Lamprakis, M.K., Kallianiotis A.A., Moutopoulos D.K., Stergiou K.I. (2003). Weight– length relationships of fishes discarded by trawlers in the north Aegean Sea. *Acta Ichthyol. Piscat.*, 33(2): 145–151.
- Komakhidze, A., Diasamidze, R. & Guchmanidze, A. (2003). State of the Georgian Black Sea demersal ichthyo resources and strategy for their rehabilitation and management. In: Workshop on Demersal Resources in the Black Sea and Azov Sea (Eds. B. Öztürk and S. Karakulak). Turkish Marine Research Foundation, İstanbul, Turkey. 14: 93-103.
- Mısır, D. S., Altuntaş, C., Çankaya, A. Özyurt, C. E., Dağtekin, M., Başçınar, N. S., Mısır, G. B., Şahin, C., Üstündağ, E., Erbay, M., Genç, Y., Kasapoğlu, N., Özkaya, E., Özaydın, E. (2020). Karadeniz Balıkçılığında Uzatma Ağları ve Etkilerinin Araştırılması, PROJE NO: TAGEM/HAYSUD/2015/A11/P-02/9, TRABZON
- Muus, B.J. ve J.G. Nielsen. (1999). Sea fish. Scandinavian Fishing Year Book, Hedehusene, Denmark. 340 p. Doi:87-90787-00-5.
- Olim, S., ve Borges, T.C. (2006). Weight-length relationships for eight species of the family Triglidae discarded on the south coast of Portugal. *J. Appl. Ichthyol.* 22:257-259.
- Richards, W.J. ve V.P. Saksena. (1990). Triglidae. p. 680-684. In J.C. Quero, J.C. Hureau, C. Karrer, A. Post and L. Saldanha (eds.) Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA). JNICT, Lisbon; SEI, Paris; and UNESCO, Paris. Vol. 2.



- Serena, F., Voliani, A., Auteri, R. (1998). Nursery areas and some biological information of tub gurnard (*Trigla lucerna* L., 1758) off Tuscany coasts (Italy). *Rapp. Comm. int. Mer. Medit, (CIESM)* 35: 482-483.
- Soykan, O., Kınacıgil, H.T., Tosunoğlu, Z. (2006). Bycatch in Taşucu Bay shrimp trawl. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23:67-70.
- Tortonese, E.: Osteichthyes. Part II. In: *Fauna do Italia*. Vol. XI, Ed. Calderini, Bologna, Italy, 1975; 636p.
- TÜİK (2021) <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index.p=Su-Urunleri-2020-37252>



REKREASYONEL DALIŞ

Birsen KIRIM^{1*}, Pınar OĞUZHAN YILDIZ², Ant Yıleri Kemer³
Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Aydın^{1,3}
Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Erzurum²

Öz

İnsanoğlunun boş zamanlarını değerlendirmek için yaptıkları aktiviteler 'Rekreasyonel aktiviteler' olarak ifade edilmektedir. Dalış, bireylerin bedensel, ruhsal, sosyal, ekonomik ve askeri gibi ihtiyaçlarını karşılayan su altına özgü faaliyettir. Yüzyıllardır insanlar nefes tutarak dalmayı dünyanın çeşitli yerlerinde uygulamışlardır. İlk defa en az 5000 sene önce insan okyanus dipleri ile tanışmış ve aklı ve keşfetme arzusu ile bugünkü duruma gelmiştir. Tarihte ilk dalış kaydının 16. yüzyılda yüzeyde hava ile doldurulan dalış çanları keşfedilince belki de ilk defa suyun altında uzunca bir süre kalabilme imkânı doğmuş oldu. Suyun altına keşfetmek belki de her insanın düşlerini süslemiştir. Avlanmak, keşfetmek, tekneleri tamir etmek veya ele geçirmek istekleri, hazineler bulma hayalleri su altında uzun süre kalabilme isteğini arttırmıştır. Tatil maksatlı seyahatlerin su alanlarında yapılması, tatil boyunca gerçekleştirilen aktiviteler arasında dalışın yer alması ve boş zaman aktivitesi olarak dalışa yönelik talebin artması, rekreatif bir aktivite olan dalışı daha da ön plana çıkarmıştır. Dalış basitçe su altına inme eylemi olarak ifade edilmektedir. Çeşitli dalış türleri vardır. Bachgrach dalış tarihinde beş ana metot tanımlanmaktadır. Bunlar; Nefes tutarak serbest dalış, skin dalış, çan dalışı, satıhtan destekli veya kasklı dalış, saturasyon dalışı ve scuba dalışı. Bugün bu yöntemlerin hepsi uygulanmaktadır. Çalışmada hâlihazırda aktif biçimde yürütülen rekreasyonel dalış biçimlerinin tanıtımı ve insan eğlencesinde ve diğer çalışma alanlarında ki (bilimsel araştırma, batık kurtarma, boru veya elektrik hattı döşeme, tonos veya çapa yerleştirme vb.) yeri üzerine yapılan araştırmalar derlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Dalış, boş zaman, aktivite, rekreasyonel

Giriş

İnsanoğlu eski çağlardan beri su altı dünyasına ilgi duymuş ve bu ilgi insanları su altına dalmaya yönlennmiştir. Gerek macera tutkusu, gerekse dalış alet-ekipmanlarındaki gelişime paralel olarak sportif dalışlar çok popüler hal almıştır (Aydın 1988).

Dalış, bireylerin bedensel, ruhsal, sosyal, ekonomik ve askeri gibi ihtiyaçlarını karşılayan su altına özgü faaliyettir. Son zamanlarda dalış sporu hızla ilgi odağı olmuş ve bu konuda eğitim almak isteyen kişilerin sayısı da artmıştır. Bu eğitimleri bireyler tatil esnasında otellerde alabildiği gibi kurslar vasıtasıyla sertifika olarak ta sağlamaktadırlar (Bayrak Kahraman vd., 2012).

Bachgrach (1982)'ye göre serbest dalış, çan dalışı, kasklı dalış, scuba dalışı ve saturasyon dalışı toplam beş dalış aktivitesi bulunmakta ve bu aktiviteler zamanla turizm faaliyetleri arasında yer almaya başlamıştır (Urcan vd., 2017). İnsanların aktif ve yoğun çalışma hayatı, olumsuz çevre koşulları zamanla alışkanlıklarını ve ruh halini bazen olumsuz yönde etkilemektedir. Daha iyi bir ruh sağlığı için rutin hareketlerden zaman ayrılmak, kişilerin temel ihtiyaçları arasındadır. Rekreasyon; kişilerin zorunlu zamanları ve eylemleri dışında zihinsel ve fiziksel olarak yenilenmek üzere aktif ya da pasif olarak katıldıkları etkinlikler şeklinde tanımlanabilmektedir (Öztürk, 2018).

Sevinç ve Özel (2018), bir toplumun gelişmesinde rekreasyon ve turizm aktivitelerinin sürdürülebilir bir şekli olan sualtı sporlarının artması ve dalış aktivitelerinin gelişmesi ile olabillir. Rekreasyon kavramı günümüzde birçok yerde en sık karşımıza çıkan ve kullanılan kelimelerden biri haline gelmiştir. Hatta çoğu kişi boş zaman ve rekreasyon kelimesini bir diğerinin yerine kullanmaktadır (Öztürk, 2018).

Jensen ve Guthrie (2006)'e göre "Rekreasyon, yeniden yaratma, tazelenme anlamındaki recreate kelimesinden türetilmekte ve ileriki zamanlarda da "manevi gücün ya da ruhun canlandırılması, yeniden doğum" anlamında ifade edilmektedir. Sosyalleşmek, günlük rutinden kaçış, canlanma, yenilenme ve değişime açık olma, kendi tercih ettiği aktiviteleri yaparak beynini ve zihnini dinlendirerek kaldığı yerden devam etmesini sağlamaktadır (Öztürk, 2018).



Rekreasyon Kelimesinin Doğuşu ve Dalışın Tarihçesi

Tarihsel yazıtlara göre dünya kültürlerinin hemen hepsinde dinlenme, eğlenme, hoşça vakit geçirmeyle ilgili faaliyetlere büyük önem verdikleri bilinmektedir. Tarihsel araştırmaların pek çoğunda dinlenme ve eğlenmeye yönelik geçmiş kültürlerdeki faaliyetler, günümüze gelinceye kadar giderek artan bir çeşitlilik göstermiştir. Bu faaliyetler bazen bireysel olarak bazen de grup halinde yapılmıştır. İlk çağlarda rekreasyon toplumun yaşam mücadelesi ile ilgili olmuştur (avcılık, balıkçılık vb.). Bunun haricinde mağara boyamak, resim çizmek ve güreşmek gibi aktivitelerinde rekreasyon faaliyeti olarak yapıldığı görülmektedir (Altınçekiç, 2002). Boş zaman kavramı gerçek anlamıyla Antik Çağ'da Yunan Dönemi'nde ortaya çıkmıştır. Boş zamanlarının çoğunu dinlenmeye, eğlenmeye ve Olimpik oyunlara ayırmaktadırlar.

19. yüzyılın başlarında başlayan endüstri devrimine geçilince makineler devreye girerek işçiliğin yükünü azaltmış ve çalışma saatlerinde düşme olmuştur. İnsanlar bu süreyi hoşlandıkları çeşitli aktivitelere ayırmaya başlamışlardır. Bu dönemde fabrika sayısındaki artıştan ötürü iş bulma ümidiyle şehirlere göç başlamıştır. Günümüzde ise yoğunlaşan iş hayatı, insanları rekreasyon alanları arayışına itmiştir. Su sporları arasında yer alan dalış, gün geçtikçe daha fazla ilgi odağı haline gelmektedir (Sevinç ve Özel, 2018).

Tarihte ilk dalışın tam tarihi bilinmemekle birlikte, ilk çağlarda yaşayan insanların su altına merak saldığı ve nefeslerini tutarak su altına indikleri düşünülmektedir. Başlangıçta su altına inci, sünger çıkarmak için inen dalgıçlar, daha sonraları (MÖ 1800-400) deniz savaşlarında askeri amaçlı dalışlar yapmışlardır. Dalışın tarihi kayıtları, su altı arama kurtarma işlerinden (MÖ 332) askeri amaçlı Truva Savaşları'na (MÖ 1194-1195) kadar uzanmaktadır. 19.yüzyıla gelindiğinde artık bağımsız su altı solunum cihazlarıyla günümüz tüplü dalış yapısının benzer ve güvenli kullanımının temelleri atılmıştır (Sevinç ve Özel, 2018; Kahraman vd., 2012).

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de her geçen yıl sertifikalı dalgıçların ve dalış eğitimi veren kurumların sayısı artış göstermektedir.

Dalış Yöntemleri

Bachrach (1982)'a göre;

- Serbest dalış,
- Çan dalışı,
- Kasklı dalış,
- Scuba (donanımlı) ve
- Satürasyon dalış

olmak üzere toplam beş dalış aktivitesi bulunmakta ve bu aktiviteler zamanla turizm faaliyetleri arasında yer almaya başlamıştır (Urcan vd., 2017).

Serbest dalış

Nefes tutularak zorlu derinliklere dalınan serbest dalış sporu, önceleri insanların geçimini sağladığı meslek olarak kullanılmıştır. Şimdilerde ise daha çok adrenalin peşinde koşan maceracı gençlerle, bilim insanlarının tercih ettiği serbest dalış, su altında sınırları zorlamaktadır (Urcan vd., 2017; Sevinç ve Özel, 2018). Su altı dalış sporlarının en popüler olan serbest dalış, 150 metreye kadar varan rekor denemeleri bulunmaktadır ve tüpsüz dalış olarak da bilinmektedir.

Çan dalışı

Pratikte dalış çanı kullanılarak kurtarma çalışmaları Von Treblien'in 1640 yıllarında Stockholm Limanında 132 ayak derinlikteki batık bir İsveç gemisindeki 42 topu çıkarmak için dalış çanı kullanması ile başlamıştır. Günümüzde teknik olarak çok geliştirilmiş olan çanlar, açık ve kapalı olarak 2 ana grupta toplanmaktadır. Satıhtan elle körükler aracılığıyla pompalanan hava, metalden yapılmış kapalı kaskların içine verilmekte ve dalıcının gerek basıncını ayarlamakta gerekse hava verilerek suyun daha derinlerine (100 m gibi) inmesi sağlanmaktadır. Yüzeşte hava ile doldurulan dalış çanları, suyun altında uzunca bir süre kalabilme imkânını sağlamaktadır (Aydın, 1988; Urcan vd, 2017).



Satıhtan destekli veya kasklı dalış

Satıhtan destekli dalış (SİDS) bir hortum takımı ile satıhtan bir kompresör aracılığıyla dalgıcın başlığına irtibatlandırılan bir sistemdir. Bu sistemin avantajı sınırsız hava kaynağı ve su altı iletişimine imkan vermesidir. Dezavantajı ise hava desteği için kullanılan hortum takımının uzunluğu kadar hareket kabiliyetine sahip olmasıdır (Aydın, 1988; Urcan vd., 2017).

Scuba (Donanımlı) dalış

Scuba, yani bağımsız aletli dalış; denge yeleği, dalış tüpü ve regülatörden oluşmaktadır. Bununla birlikte ağırlık sistemi, maske, palet, şnorkel, dalış elbisesi ve birçok yardımcı aksesuarda kullanılmaktadır. Donanımlı dalgıcı ise bu sistemi gerekli teorik ve pratik eğitimini alarak kullanabilmeyi öğrenmiş kişidir. Hava kaynağını kendi üzerinde bulundurması ve hemen hemen sınırsız hareket kabiliyetine sahip olması en önemli avantajıdır. Ayrıca tek bir dalgıç tarafından ön hazırlık, ekipmanı kuşanabilme ve hızlıca suya girebilme gibi avantajlara da sahiptir (Kahraman vd., 2012; Urcan vd., 2017).

Satürasyon dalış

Satürasyon dalışı dalgıçların vurgun yemesini önleme ve 50 metreden daha fazla derinliklerde yapılan, basıncın çok fazla olduğu noktalarda uygulanan bir tekniktir. Bu dalış tekniğinde vurgun yeme riskini tamamen ortadan kaldırmak için gemiye entegre olarak kurulan basınçlı odalarda dalgıçlar belirli sürelerde kalırlar. Satürasyon dalışı ilk kez 1964 senesinde denenmiş ve yaklaşık 30 seneden fazladır aktif olarak kullanılmaktadır (Aydın, 1988).

Rekreasyonel dalış türleri

1. Akıntı dalışı,
2. Batık dalışı,
3. Buz dalışı,
4. Derin dalış,
5. Gece dalışı,
6. İrtifa dalışı,
7. Kovuk veya mağara dalışı,
8. Nitrox veya karışım gaz dalışları,
9. Sualtı fotoğrafçılığı veya videoculuğu dalışları,
10. Yön bulma (navigasyon) dalışı, (rekreatif değildir)
11. Arama kurtarma dalışı, (rekreatif değildir)
12. Bilimsel dalış (Aygün, 2020)

Sonuç ve Öneriler

Rekreasyon dalışlarının nedenleri çok ve çeşitlidir. Pek çok insan, farklı bir ortamı deneyimleme serüveni ve üç boyutta oldukça özgürce hareket etmek için dalmaya başlar. Yine su altı fotoğrafçılığı gibi çalışmalar, su altı yaşamına ilgi, araştırma, inceleme faaliyetleri, su altı ortamı deneyimine yönelik keşifler, stres yönetimi ve turizme kadar uzanabilir. Türkiye’de bu alanda çok sayıda çalışmalar mevcuttur ve sahip olduğu potansiyel göz önünde bulundurulduğunda daha da artırılabilir.

Kaynakça ve Atıflar

- Altınçekiç , S. (2002). Rekreasyon Kavramı ve Tarihsel Süreç İçindeki Gelişimi. Popüler Bilim, 99, 20-24.
Aydın, S. (1988). Türk Scuba Dalgıçlarında Dalışın İşitme Eşiği Üzerine Etkisi (Uzmanlık Tezi), İstanbul Üniversitesi, İstanbul.



- Aygün, Y. (2020). Serbest zaman macera etkinliği olarak rekreasyonel tüplü dalış: dalgıç deneyimleri ve su altı ortamları (Doktora tezi), İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Bayrak Kahraman, B., Aşiret, G.D., Devrez, N., Özdemir, L., Akdemir, N. (2012). Dalış Sporü ve Dalışlarda Yaşanan Sağlık Sorunlarının Önlenmesinde Hemşirenin Rolü. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Dergisi, 73-81.
- Öztürk, Y. (2018). Boş Zaman, Rekreasyon ve Turizm Kavramları Arasındaki İlişkinin Karşılaştırmalı Bir Analizi. Sosyal, Beşerî ve İdari Bilimler Dergisi, 1(2), 31-42.
- Sevinç, F., Özel, Ç.H. (2018). Boş Zaman Aktivitesi Olarak Dalış ve Yaşam Doyumu ile İlişkisi. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 20(3), 397-415
- Urcan, K., Karahan, T., Özbek, S. (2017). Dalış Sistemlerine Farklı ve Yenilikçi Bir Yaklaşım. Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 10(2), 213-229.



NANOTEKNOLOJİ VE SU ÜRÜNLERİ İŞLEME TEKNOLOJİSİNDE KULLANIM İMKÂN LARI

Şeydanur Mutlu ¹, Gonca Alak

¹Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Erzurum

Öz

Nanoteknoloji, nanometre ölçeğinde malzemelerin uygulama, üretim ve işleme süreçlerini içeren bir alandır. Maddenin bu boyutta manipüle edilebilmesi hem geleneksel hem de yenilikçi gıda işleme teknolojilerinde oldukça dikkat çekmektedir. Kullanılan bu tarz biyolojik ve fiziksel yenilikçi yaklaşımlar, gıda endüstrisine yeni işlevlere sahip malzemelerin yanı sıra gıda ambalaj özellikleri ve gıdanın raf ömrünü olumlu yönde etkileyecek şekilde inovatif uygulamaları da mümkün hale getirmektedir. Bu mini derlemede, su ürünleri işleme sektöründe nanoteknolojik uygulamalar ve bunların etkilerinin araştırıldığı çalışmalar irdelenmiştir

Anahtar Sözcükler: Su ürünleri işleme, Nanoteknoloji, Raf ömrü.

Giriş

Nanoteknoloji, malzemenin nanometrik ölçekte, yani metrenin milyarda biri oranında manipülasyonunu ifade eder. Bu teknoloji, çok küçük boyutlarda (kimya ve fizik gibi diğer disiplinlerin de çalıştığı) faaliyet göstermesiyle karakterize edilmesinin yanı sıra, özellikle form, boyut kontrolüne dayanan yeni nanoyapıların, nanocihazların ve nanosistemlerin tasarımı, karakterizasyonu ve üretimi anlamına da gelmektedir (Dobrucka, 2021). Geniş uygulama alanı ve tüm endüstri dallarına getirdiği avantajlar nedeniyle yeni bir teknolojik devrim olarak kabul edilen nanoteknolojinin gıda endüstrisinde uygulanmasının temel nedenleri, daha iyi bir yaşam arzusu, daha fazla güvenlik ihtiyacı ve gıda talebini de artıracak olan dünya nüfusunun artmasıdır. Farklı nanoparçacıklar, nanosensörler ve diğer nanomalzemeler kullanılarak yeni bir sistem, daha güvenli, daha kaliteli, daha iyi besinsel bileşime sahip gıdaların üretilebileceği ve vücutta daha verimli ve etkili hareket edebilen bir sistem oluşturmak mümkündür (Cıbo et al., 2021). Bu sistemde üretim, işleme, paketlenme, depolama, dağıtım veya satış sırasında nanoteknoloji kullanılarak elde edilen gıdalara Nano-gıda denilmekte ve tarım ve gıda sektörünün en hızlı büyüyen alanlarından birini temsil etmektedir. Tüketicilerin kaliteli gıdaya yönelik artan isteği ve sağlıklı bir yaşam tarzı bilinci, araştırmacıları gıda kalitesini iyileştirmenin ve beslenme ürünü değerinden en az ödün vermenin bir yolunu bulmaya teşvik ediyor. Bu nedenle, yeni çalışmalar, gıdanın işlenmesi, paketlenmesi, işlevselleştirilmesi ve kalite kontrol uygulanması amacıyla ve ayrıca nutrasötik ürün dağıtım sistemi için yeni yöntemler, teknikler ve prosedürler geliştirmeye odaklanmaktadır. Son zamanlarda, özellikle AB'de gıda endüstrisi gibi farklı uygulamalar için nanoparçacık bazlı malzemelere olan talep artmıştır. Son yıllarda 1300'den fazla ürün için nanoteknolojinin kullanımı, maliyeti 50 milyar doları bulmuştur (Dar et al., 2021). Avrupa nanomalzeme pazarında ise 2015 yılında 2,5 milyon dolardan fazla gelir elde edildiği, 2022 yılına kadar yaklaşık 9 milyon dolar gelire ulaşılması beklendiği bildirilmiştir (Primožič et al., 2021).

Gıdalardaki nanobilim uygulamaları ise, en çok ihtiyaç duyulan ve tüketiciler üzerinde en yüksek etkiye sahip olacak katma değerler yaratan teknolojileri içermektedir. Gıda endüstrisinde, tarım, gıda işleme, gıda paketlenme ve takviyeler olmak üzere nanoteknolojinin dört ana uygulama türü bulunmaktadır (Morris, 2018). Bu teknolojinin en büyük potansiyeli, gelecekte tüketici ile iletişim kurabilecek ve böylece modern tüketiciler arasında en önemli yeri işgal eden güvenlik ve şeffaflığı sağlayabilecek nanopaketleme alanındadır (Cıbo et al., 2021).

Nano ölçekli gıda katkı maddeleri, ürünün dokusal özelliklerini, raf stabilitesini ve beslenme profilini manipüle etmek, hatta gıda patojenlerini ayırt etmek ve gıda kalitesi göstergeleri olarak işlev görmek için kullanılabilir (Dar et al., 2020).

Nanokompozit ve inorganik nanopartiküller

Polimerlerden yapılan düşük maliyetli ve yüksek işlevselliğe sahip nanokompozit gıda ambalajları, geleneksel paketlenme sistemlerine (kağıt, cam ve metallere) alternatif mükemmel bir uygulamadır. Polimer matrisler, faz boyutlarından en az birinin 100 nm'den küçük olduğu nanokompozitleri oluşturmak için nano dolgu maddelerine (nano-oksitler, nanokiller, selüloz mikrofibriller ve karbon nanotüpler) takviye edilmektedir (Sahoo et al., 2021)



Nanokompozit malzemeler, işlevsellikleri ve düşük maliyetleri nedeniyle gıda ambalajlarında potansiyel alternatifler olarak kendilerini kanıtlamıştır (Sharma et al., 2017). Nanokompozitler, belirli geometrilere (lifler, pullar, küreler, bıyıklar, tabakalar) sahip inorganik veya organik nano doldurucular tarafından dahil edilen polimer matrislerdir (Bratovec et al., 2015; Sharma et al., 2017). Şimdiye kadar kil, metal oksitler, karbon nanotüpler ve nano boyuttaki selüloz fibrilleri gibi keşfedilen birkaç nanodolgu maddesi bulunmaktadır (Sharma et al., 2017). Özellikle inorganik nanopartiküller, nanokompozit oluşumu için kusursuz nanodolgu maddeleri olarak fark edilir. INP, özellikle organik sentezin katalitik uygulamasında muazzam bir kullanıma sahiptir ve gıda endüstrisinin çeşitli uygulamalarında etkili bir adsorban olarak bilinir (dos Santos et al., 2020). Gıda malzemelerinin kaplanması veya paketlenmesinde çeşitli metaller ve metal oksit bazı NP'ler kullanılmıştır. Aktif metal ya doğrudan gıda bileşenleri ile reaksiyona girer ya da bireysel bir antimikrobiyal aktivite görevi gerçekleştirir (Shalini and Sharma, 2021).

Nanoemülsiyonlar ve Nanolipozomlar

Nanolipozom, gıda maddelerinin kapsüllenmesi ve kontrollü salınımı, biyoyararlanımı, stabilitesi ve daha yüksek dayanıklılık gibi gıda sektöründe heyecan verici fırsatlar göstermiştir (Zarrabi et al., 2020; Karimi et al., 2019). Nanolipozomlar, gıda sektöründe besin içeriği ve aromalarının artırılması için kullanılmış, son zamanlarda ise mikrobiyal kontaminasyona karşı antimikrobiyal özellikleri araştırılmaya başlanmıştır (Khosravi-Darani et al., 2016). Nanolipozomlar, antioksidanlar için en umut verici lipid bazlı taşıyıcılar olmalarının yanı sıra nutrasötiklerin, besinlerin, enzimlerin, vitaminlerin, antimikrobiyallerin ve katkı maddelerinin kontrollü ve spesifik dağıtımını sağlar (Liu et al., 2015; Khorasani et al., 2018; Karimi et al., 2019). Lipozomlar, biyolojik, biyokimyasal, farmakolojik ve tarımsal hedeflere yönelik çok çeşitli maddeler için uygun bir taşıyıcı olmuştur (Shalini and Sharma, 2021).

Emülsiyonlar, birbiri ile karışmayan en az iki sıvının birbirleri içerisinde damlacıklar halinde dağıldığı heterojen sistemlerdir. 50-1.000 nm damlacık boyutu aralığına sahip kolloidal dağılımlara nanoemülsiyonlar denir ve salata sosu, aromalı yağlar, tatlandırıcılar, kişiselleştirilmiş içecekler ve diğer gıda uygulamaları gibi çeşitli gıda ürünleri uygulamalarında kullanılmaktadır. Nanoemülsiyonların avantajları, ürün görünümünde ve ekipmanın tadında ve dekontaminasyonunda uzlaşma olmaksızın yüksek netlike sağlamaktadır. Fonksiyonel bileşikler içeren nanoemülsiyonlar, koenzim Q10, Omega-3 yağ asitleri, vitaminler (A, D ve E), lutein, likopen ve β -karotendir (Sahoo et al., 2021).

Mikrokapsülleme

Enkapsülasyon (nano ve mikroenkapsülasyon), son yıllarda yaygın olarak çalışılan ve kaplama malzemelerinin hava ve diğer gıda bileşenleri ile etkileşimlerini sınırlayarak stabilitesini artırmaya olanak tanıyan doğal boyaları işlemek için bir tekniktir. Mikroenkapsülasyon, hassas parçacıkların, ilgili bileşeni korumak için kesintisiz bir film oluşturması gereken dirençli bir kaplama malzemesi ile çevrelendiği bir işlemdir. Bu süreç, stabiliteyi artırmak ve tatlandırıcıların, boyaların, antioksidanların, besinlerin, enzimlerin, koruyucuların ve mikroorganizmaların salınımını kontrol etmek için Gıda Biliminde geniş çapta incelenmiştir. Boyaların kapsüllenmesi, bu bileşikleri ışık, ısı, nem ve oksidasyona karşı korumayı, raf ömründe artış ve işleme sırasında daha fazla stabilite sağlanmasını amaçlamaktadır (Ribeiro ve Veloso, 2021).

Su ürünleri, dünyanın en çok ticareti yapılan gıda ürünleri arasında yer almaktadır. 2018 yılında, küresel balık arzının %38'i ile 164 milyar dolarlık ihracat gerçekleşmiştir. Su ürünleri ihracatını teşvik eden neoliberal ticaret politikaları ve çabuk bozulabilir ürünlerin geniş dağılımını sağlayan teknolojik kapasitedeki gelişmeler de dahil olmak üzere, su ürünleri sisteminin sürekli büyümesine ve küreselleşmesine birçok faktör katkıda bulunmaktadır (Stoll et al., 2021).

Bu mini derlemede su ürünleri işleme teknolojisi alanında kullanılan ve /veya kullanılması öngörülen nanoemülsiyonlar, nanokapsüller, nanokompozit filmler, nutrasötikler, kimyasal/toksinlerin ortadan kaldırılması, istenmeyen tatlar ve bu tatları maskeleyen için uygulanan nanoteknolojik uygulamalar gibi farklı uygulamaların araştırılması hedeflenmiştir.



Materyal ve Yöntem

Veriler, 2015'ten 2022'e kadar Web of Science, Pubmed, Google Scholar, ScienceDirect'teki temel koleksiyonun çevrimiçi versiyonundan başlık, özet veya anahtar kelime içeren tüm makalelerde su ürünleri, "su ürünleri işleme", "nanoteknoloji", "raf ömrü", "fileto kalitesi", "lipit oksidasyonu", "protein oksidasyonu", "nanoemülsiyonlar", "nanokapsüller" ve "nanokompozit filmler" anahtar kelimeleri kullanılarak elde edilmiştir. Veri toplama sırasında, 2021'de yayımlanan bazı araştırmalar çevrimiçi veritabanına yüklenmemiş olabileceğinden, bu yılki makalelerde çevrimiçi olanakların kullanılmasına karar verilmiştir. Bu seçim kriterlerini karşılayan yayınlar kullanılarak oluşturulan bu havuz için arama tarihi son olarak 30 Kasım 2021 olmuştur.

Bulgular

Ameur et al. (2021), üzüm çekirdeği ve tarçın esansiyel yağları ile hazırladıkları nanoemülsiyonların yassı kefal (*Mugil cephalus*) filetolarında fizikokimyasal (pH, serbest yağ asitleri, peroksit değeri, toplam uçucu baz azotu (TVB-N) ve tiyobarbitürik asit reaktif maddeler (TBARS)), duyuşal ve mikrobiyolojik (mezofilik aerobik bakteri, toplam psikrofilik bakteri ve Enterobacteriaceae) analizlerle değerlendirmişler ve nanoemülsiyon uygulamalarının filetoların raf ömrünü önemli ölçüde uzattığını, pH ve TVB-N'deki artışları inhibe ettiğini, lipid oksidasyonunu ve hidrolizi geciktirdiğini ve antimikrobiyal etki gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Nano-emülsiyon, tat, koku, doku ve kalite gibi gıda özelliklerini iyileştirmek için muhafaza amacıyla kullanılan en son yeniliktir. Araştırmalar, nano-emülsiyonların, sindirim kabiliyetini ve bu emülsiyonların dayanıklılığını artırabilen, küçük boyut aralıkları ve hacim-yüzey oranı nedeniyle biyoaktif ve antimikrobiyal maddelerin kullanımı için çeşitli faydalara sahip olduğunu göstermiştir (Zahid ve Bağdatlı, 2021).

Rampelotto et al. (2021), esansiyel limon yağı (EO) takviyesinin Gümüş yayın balığı (*Rhamdia quelen*) filetolarının dondurarak muhafazasında fiziko-kimyasal özellikler, duyuşal kabul ve stabilite üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. EO ile diyet takviyesinin, balık filetolarının yağ asidi kompozisyonunu veya duyuşal kabulünü etkilemediğini, soğukta depolama sırasında kontrole benzer fiziko-kimyasal değişiklikleri sürdürmek için daha uygun göründüğünü rapor etmişlerdir.

Farklı markalarda konserve ton balığı (CT) ve konserve istiridye (CC)'lerde yapılan bir çalışmada ZnONP'ler değerlendirilmesi bir yazılım programı (Syngistix Nano Uygulama) ile gerçekleştirilmiştir. ZnO-NP'lerin deniz organizmalarında biyolojik olarak birikme potansiyeline sahip olduğu ve deniz ürünlerinin ZnONP'ler için önemli bir alım yolu olabileceği ortaya konulmuştur (Copat et al., 2021).

Homayonpour et al. (2021), sardalya filetolarında nanokitosan (Nch) bazlı serbest ve nano kapsüllü *Cumino cyminum* L. uçucu yağ (CCEO) ile yeni bir bozunabilir kaplamanın mikrobiyal, kimyasal ve duyuşal özellikler üzerine etkisini araştırmışlardır. Sardalya filetosu numunelerini kaplamak için, daha düşük damlacık boyutuna ve daha yüksek kapsülleme verimliliği yüzdesine sahip nanolipozomlar seçilmiş, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerde nanokitosan/nano uçucu yağ (NEO) ile muamele edilen numunelerin, deney süresi boyunca diğer işlemler arasında en düşük değeri gösterdiğini, difüzyon hızını azalttığını, böylece antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteyi artırdığını ve ayrıca duyuşal özellikleri iyileştirdiğini bildirmişlerdir.

Gıda ile temas eden yüzeyler üzerinde bakteriyostatik etki ve ambalajlarda mikrokapsüllü antimikrobiyallerin kontrollü salınımı dahil olmak üzere tasarlanmış nanopartiküllerin geniş bir uygulama yelpazesi olmuştur. Nano tasarımı parçacıklar; gümüş nanopartiküller et işleme endüstrilerinde raf ömrünün uzatılması, patojenlerin azaltılması ve taşıma bantlarında kullanılmıştır. Aksine, gümüş nanoparçacıkların absorpsiyonunun, sinir ağları içinde yeniden yönlendirilerek ve genetik mutasyonlara neden olarak DNA'nın replikasyonunu engellediği bulunmuştur (Dar et al., 2020).

Khojah (2020), balıkçılık ürünlerinin genel kalitesini korumak için balık jelatini (BJ), k-karagenan (Cr) ve nar kabuğu özü (NKÖ) dahil olmak üzere doğal içeriklerden fonksiyonel yenilebilir kaplamalar oluşturmuş ve nil tilapia (*Oreochromis niloticus*) filetolarının BJ/Cr/NKÖ'den yapılandırılmış ürünlerle kaplanması, fileto kalite özellikleri üzerindeki olumlu etkilerinin olduğunu, soğuk depolama boyunca toplam aerobik, psikrotrof, maya, küf ve Enterobacteriaceae gelişimlerini inhibe ettiğini, kaplanmış numunelerde kimyasal parametre değerlerinin (toplam



uçucu bazik nitrojen, peroksit değeri ve tiyobarbitürik asit reaktif maddeler) depolama sırasında artmasını engelleyebileceğini bildirmiştir.

Nanoteknolojinin gıda ambalaj sektöründe uygulanması son yıllarda daha yaygın hale gelmekte ve ticarileştirilmektedir. Yapılan bir çalışmada, deneysel işlem olarak %5 nanoparçacıklı kil içeren düşük yoğunluklu polietilen film üretilmiş ve yaygın olarak gökkuşağı alabalığı filetosu ambalajında kullanılmış ve buzdolabında muhafaza edilmiştir. Yapılan kimyasal, mikrobiyal ve duysal değerlendirmelerde, uygulamalar arasında önemli farklılıklar olduğu, gökkuşağı alabalığı filetosunun raf ömrünün arttığı belirlenmiştir (Khanipour et al., 2020).

Durmuş et al (2020), çeşitli konsantrasyonlarda zeytinyağı ile hazırlanan nanoemülsiyonların gökkuşağı alabalığı filetolarının duysal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesine etkilerini araştırmışlar, zeytinyağı kullanımının balık kokusunu bastırdığını ve balık filetolarının organoleptik kalitesini iyileştirdiğini, raf ömrünü uzattığını, en iyi duysal sonuçların O30 ve O45 gruplarından elde edildiğini bildirmişlerdir. Nanoemülsiyon kullanımının, kontrol grubuna kıyasla biyokimyasal parametreler (TVB-N, PV, FFA, TBARS ve pH) üzerinde olumlu etkiye, bakteri gelişimi üzerinde antimikrobiyal özelliğe sahip olduğunu rapor etmişlerdir.

Nisin ve kurkumin yüklü (NCL) nanomatların balık filetolarında toplam mezofilik aerobik (TMAB) ve laktik asit bakterilerinin (LAB) sınırlandırılması açısından etkisi araştırılmıştır. Nisin ve kurkumin yüklü nanomatların balık filetolarının kalitesini iyileştirmede etkili bir şekilde kullanılabileceği bildirilmiştir (Meral et al., 2019a). Meral et al (2019b), farklı çaplarda (219 nm ve 163 nm) sonikasyon tekniği ile hazırlanan kekik yağı nanoemülsiyonlarının (TONa ve TONb) *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*'un inhibisyonunda etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Kazemeini et al. (2019), gökkuşağı alabalığı filetosunda *Bunium persicum* esansiyel yağı ve nisin ile yüklenen biyobozunur kaplama kitosan nano-jel/emülsiyonunun alabalık filetolarında *E. coli* O157:H7 üzerindeki etkisini değerlendirmişler, *E.coli* O157:H7'nin inhibisyonunda en etkili grubun, *Bunium persicum* uçucu yağı (%0,5) ve nisin (200 IU/g) içeren kitosan nanoemülsiyon kaplaması olduğunu bildirmişlerdir.

Nanokompozit bariyer ürünlerinin yanı sıra antimikrobiyal özelliklere sahip aktif ambalaj malzemelerde su ürünlerinde kullanılabilmektedir. Bu malzemelerin, mikroorganizma gelişimini inhibe ederek gıda ürünlerini koruduğu bildirilmiş. Bununla birlikte antimikrobiyal davranışı iyi bilinen gümüşün, nanopartiküller olarak ambalaj malzemelerinde kullanımının antimikrobiyal etkinliği açısından oldukça iyi sonuçlar verdiği kaydedilmiştir (Vasile 2018).

Rezaei ve Shahbazi (2018), sazan filetosunda *Listeria monocytogenes* gelişimini engellemek için *Ziziphora clinopodioides* uçucu yağı (ZEO; %0 ve %0.5), elma kabuğu ekstresi (APE; %0 ve %1) ve çinko oksit nanoparçacığını (ZnO; %0 ve %0.5) kombine ederek kaplama materyali yapmışlar ve %0,5 ZEO + %1 APE + %0,5 ZnO ile kaplanmış filetolarda önemli ölçüde bakteri popülasyonunun inhibe olduğunu, toplam uçucu baz nitrojen, trimetil-amin nitrojen, pH ve peroksit değerindeki artışları geciktirdiğini bildirmişlerdir.

Elektrospun kitosan nanoliflerini (CN) ve sıvı duman yüklü elektrospun kitosan nanoliflerininin (LSCN), toplam mezofilik aerobik bakteriler, psikrofilik bakteriler, maya ve küf sayısı üzerine inhibisyon etkisinin araştırıldığı çalışmada, her iki nanolifin test edilen mikroorganizmaların büyümesine karşı etkili olduğu ve yaklaşık %40-50 inhibisyon etkisi gösterdiği bildirilmiştir (Ceylan et al., 2017).

Özoğul et al. (2017) yaptıkları çalışmalarında bitki yağları (biberiye, defne, kekik ve adaçayı) içeren nanoemülsiyonların gökkuşağı alabalığının antimikrobiyal ve antioksidan kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Uçucu yağların nanoemülsiyonları, gökkuşağı alabalığının organoleptik kalitesini ve raf ömrünü arttırdığını kaydetmişlerdir. Bununla birlikte tüm uçucu yağlara dayalı nanoemülsiyonların biyokimyasal parametrelerde ve TVB-N değerlerinde azalışa, bakteri gelişiminde inhibisyona sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Suda yağ nanoemülsiyonunun çipura ve levrek filetolarının duysal, kimyasal ve mikrobiyolojik nitelikleri üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada, nanoemülsiyon kullanımının, kontrole kıyasla balıkların raf ömrünü bir veya iki gün uzattığı, kimyasal parametrelerin değerlerini önemli ölçüde azalttığı, bakteri gelişimini inhibe ettiği, protein denatürasyonunu engellediği, nanoemülsiyonun filetolarının raf ömrünü uzattığı ve kalitesini iyileştirdiği rapor edilmiştir (Yazgan et al., 2017).

Jafari et al (2017), *Listeria monocytogenes* inoküle edilmiş *Huso huso* filetosunda kitosan nanokompozitleri ve biberiye özü kaplamanın [kontrol (kaplamasız), %0.5 biberiye özütü (RE), %1 kitosan (CS) ve kitosan nanokompoziti (CS/RE) olarak kitosan ve biberiye özütü kombinasyonu] antilisterial ve antioksidatif etkilerini değerlendirmişler,



depolama süresinin sonunda *L. monocytogenes* inhibisyonunda grup sıralamaları CS/RE > CT >RET olarak bildirmişlerdir.

Mersin balığı filetoları, ısırğan uçucu yağı (NEO; ağırlıkça % 2, 3.5 ve %5) ve hünnap sakızı (JG; ağırlıkça % 4, 8 ve % 12) bazlı nanoemülsiyonlar (NE'ler) içeren yenilebilir kaplamalar hazırlayarak kaplanan filetolarda fiziksel (ağırlık kaybı, pişirme kaybı, renk ve doku), kimyasal (pH, FFA, PV, TBARS ve TVB-N), mikrobiyolojik (toplam ve psikrotrofik bakteri sayısı) ve duyuusal özellikler araştırılmıştır. Yeni bir antimikrobiyal ve antioksidan biyomateryal olarak %12 JG ve %3,5 NEO ile formüle edilen yenilebilir NE kaplamasının, pH değışikliklerini, dokusal ve renk bozulmasını, lipid oksidasyonunu ve mikrobiyal büyümei düşürdüğü ifade edilmiştir (Gharibzahedi ve Mohammadnabi, 2017).

Walia et al (2017), D vitaminini (lipofilik bir molekül), daha yüksek oral biyoyararlanım için balık yağı içinde ultrasonikasyon tekniğı ile kapsüllemişler ve formüle edilmiş nanoemülsiyonun, %95,7-98,2 aralığında kapsülleme verimliliğine sahip olduğunu, mide-bağırsak yolundan geçen nanoemülsiyonun, kapsüllememiş vitaminden daha yüksek bir biyoyararlanıma sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Karanfil, kişniş, kimyon, mercanköşk, tarçın ve kimyonun esansiyel yağları ile aljinat/kil nanokompozit filmler oluşturularak filmlerin antilisterial etkinliğı araştırılmıştır. Mercanköşk içerikli filmlerin, model adımıında *Listeria monocytogenes*'e karşı daha etkili olduğu, soğukta depolama süresince filetolarda TVB-N'nin yanı sıra toplam ve psikrotrofik bakteri sayısını azalttığı kaydedilmiştir (Alboofetileh et al., 2016).

Walker et al (2015), balık yağı nanoemülsiyonları üretmek için düşük enerjili bir yöntem olan spontan emülsifikasyon kullandığı çalışmada, yüzey aktif madde-yağ oranının partikül boyutu ve fiziksel stabilite üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. Elde edilen nanoemülsiyonların, fiziksel olarak stabil olan ve geleneksel olarak hazırlanmış nanoemülsiyonlar ile benzer oranlarda oksitlenen balık yağı nanoemülsiyonları üretebileceğini ve bu nedenle berrak gıda sistemlerini güçlendirmek için uygun olabileceğini bildirmişlerdir.

Kitosan nanoparçacıkları ile birleştirilmiş portakal ve nar kabuğı özütünün gümüş sazan (*Hypophthalmichthys molitrix*) filetolarının kalitesi üzerinde etkileri değerlendirilmiş ve kaplanmış filetolarda, mikrobiyolojik (toplam mezofilik ve psikrotrofik sayı), fizikokimyasal (pH, toplam uçucu bazik nitrojen, tiyobarbitürik asit reaktif maddeler) ve duyuusal özellikler araştırılmıştır. Nanokitosan kaplamasının fileto kalitesinin korunmasında, lipid oksidasyonunun engellenmesinde etkili olduğu ifade edilmiştir (Zarei et al., 2015).

Sonuç ve Öneriler

Nanoteknoloji kullanılarak, nanopartiküller, gıdaların raf ömrünü olumsuz etkileyen karbondioksit (CO₂) veya oksijen (O₂) gibi zararlı gazların konsantrasyonunu azaltmak amacıyla belirli gazların geçirgenliğini artırabilecek nanofilm oluşturmak için filme dahil edilebilir veya mikrobiyal bozulmayı önlemek için bariyer malzemeleri olarak da kullanılabilir. Gıda paketleme endüstrilerinde en yaygın olarak kullanılan malzemeler, iyot parçalanamayan ve insan ve çevre için ciddi bir tehdit oluşturan plastik polimerler olduğu için, bilimsel araştırmalar aynı zamanda biyonomkompozitlerden yenilebilir kaplamaların ve filmlerin sentezine odaklanmaktadır. Biyomalzemelerin kullanımı ile ambalaj malzemeleri azaltılabilir ve aynı zamanda atık sorunu çözülebilir. Ek olarak biyomateryaller raf ömrünün uzamasına katkıda bulunabileceğı gibi, gıdaların dağıtım, depolama ve tüketim süresi boyunca güvenlik ve kalitesinin uzamasına da katkıda bulunabilir.

Sonuç olarak içinde bulunduğumuz yüzyılın en önemli keşfi olan nanoteknoloji birçok alanda gösterdiği uygulamaya yönelik hızlı ilerlemeyi gıda alanında da göstermektedir. Her ne kadar, gıda ambalajlarında biyomateryallerin kullanımı hala çok sınırlı olsada bu teknoloji, gıda işleme, ürün geliştirme, gıda güvenliğı ve paketleme gibi konularda birçok potansiyel uygulama ile gıda bilim ve teknolojisinde gelecek için önemli gelişmeler vaat etmektedir. Buna karşın, gıda sektörü için daha çok yeni olan bu teknolojinin avantajları ve dezavantajları ya da sağlık etkileri henüz tam olarak anlaşılamamış olmasına karşın nanoteknoloji ürünü gıdaların üretimi, kontrolü ve güvenliğı için gerekli ulusal ve uluslararası yasal düzenlemelerin kısa zamanda hayata geçirilmesi oldukça önemlidir. Böylelikle, bu ürünlerin güvenliğıne dair endişeler giderilerek, bu teknolojiyen en üst düzeyde yararlanılması sağlanabilecektir.

Tarım-gıda sektöründeki bilimsel ve teknolojik gelişmeler, sürekli büyüyen ve giderek artan bir nüfusun gereksinimlerini sürdürülebilir bir şekilde karşılama konusunda çiftçilere, üreticilere ve tüketicilere gerçek faydalar sağlama potansiyeline sahiptir. Tüketicilerin endişelerini/tercihlerini takdir etmek ve belirli teknolojiler ve ürün uygulamalarına ilişkin genel kabul düzeylerini ortaya çıkarmak, sistemin başarısı için oldukça önemlidir.



Kaynakça

- Alboofetileh, M., Rezaei, M., Hosseini, H., & Abdollahi, M. (2016). Efficacy of activated alginate-based nanocomposite films to control *Listeria monocytogenes* and spoilage flora in rainbow trout slice. *Journal of food science and technology*, 53(1), 521-530.
- Ameur, A., Bensid, A., Ozogul, F., Ucar, Y., Durmus, M., Kulawik, P., & Boudjenah-haroun, S. (2021). Application of oil-in-water nanoemulsions based on grape and cinnamon essential oils for shelf-life extension of chilled flathead mullet filets. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 102(1),105-112
- Ceylan, Z., Sengor, G. F. U., Sağdıç, O., & Yilmaz, M. T. (2017). A novel approach to extend microbiological stability of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) filets coated with electrospun chitosan nanofibers. *LWT-Food Science and Technology*, 79, 367-375.
- Ćibo, M., Stambolić, A., & Omanović-Miklićanin, E. (2021, June). Application of Nanotechnology in Food Engineering. In International Conference “New Technologies, Development and Applications” (pp. 985-998). Springer, Cham.
- Copat, C., Grasso, A., Arena, G., Cristaldi, A., Oliveri Conti, G., & Ferrante, M. (2021). Evaluation of ZnO-NPs in canned seafood by single particle ICP-MS determination. *European Journal of Public Health*, 31(Supplement_3), ckab165-283.
- Dar, A. H., Rashid, N., Majid, I., Hussain, S., & Dar, M. A. (2020). Nanotechnology interventions in aquaculture and seafood preservation. *Critical reviews in food science and nutrition*, 60(11), 1912-1921.
- Dobrucka, R. (2021). Application of nanotechnology in food packaging. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2021, 353-359.
- dos Santos, C.A., Ingle, A.P. & Rai, M. (2020).The emerging role of metallic nanoparticles in food. *Appl Microbiol Biotechnol* 104, 2373–2383.
- Durmuş, M., Ozogul, Y., Köşker, A. R., Ucar, Y., Boğa, E. K., Ceylan, Z., & Ozogul, F. (2020). The function of nanoemulsion on preservation of rainbow trout fillet. *Journal of food science and technology*, 57(3), 895-904.
- Gharibzahedi, S. M. T., & Mohammadnabi, S. (2017). Effect of novel bioactive edible coatings based on jujube gum and nettle oil-loaded nanoemulsions on the shelf-life of Beluga sturgeon filets. *International journal of biological macromolecules*, 95, 769-777.
- Homayonpour, P., Jalali, H., Shariatifar, N., & Amanlou, M. (2021). Effects of nano-chitosan coatings incorporating with free/nano-encapsulated cumin (*Cuminum cyminum* L.) essential oil on quality characteristics of sardine fillet. *International Journal of Food Microbiology*, 341, 109047.
- Jafari, A., Jafarpour, A., & Safari, R. (2017). Influence of chitosan nanocomposite and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract coating on quality of *Huso huso* fillet inoculated with *Listeria monocytogenes* during refrigerated storage. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 26(6), 675-685.
- Kazemeini, H., Azizian, A., & Shahavi, M. H. (2019). Effect of chitosan nano-gel/emulsion containing buniun persicum essential oil and nisin as an edible biodegradable coating on *Escherichia coli* o157: H7 in rainbow trout fillet. *Journal of Water and Environmental Nanotechnology*, 4(4), 343-349.
- Khanipour, A., Bahmani, Z. A., Oromiehie, A., & Motalebi, A. (2020). Effect of packaging with nano-composite clay/LDPE film on the quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet at refrigerated storage. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 19(2), 698-714.
- Khorasani, S., Danaei, M., & Mozafari, M. R. (2018). Nanoliposome technology for the food and nutraceutical industries. *Trends in Food Science & Technology*, 79, 106-115.
- Khosravi-Darani, K., Khoosfi, M. E., & Hosseini, H. (2016). Encapsulation of *Zataria multiflora* Boiss. Essential oil in liposome: antibacterial activity against *E. coli* O157: H7 in broth media and minced beef. *Journal of Food Safety*, 36(4), 515-523.
- Liu, W., Ye, A., & Singh, H. (2015). Progress in applications of liposomes in food systems. In *Microencapsulation and microspheres for food applications* (pp. 151-170). Academic Press.



- Meral, R., Alay, A., Karakas, C., Dertli, E., Yilmaz, M. T., & Ceylan, Z. (2019a). Effect of electrospun nisin and curcumin loaded nanomats on the microbial quality, hardness and sensory characteristics of rainbow trout fillet. *Lwt*, 113, 108292.
- Meral, R., Ceylan, Z., & Kose, S. (2019b). Limitation of microbial spoilage of rainbow trout fillets using characterized thyme oil antibacterial nanoemulsions. *Journal of Food Safety*, 39(4), e12644.
- Morris, J. E. (2018). Nanopackaging: Nanotechnologies and electronics packaging. In *Nanopackaging* (pp. 1-44). Springer, Cham.
- Ozogul, Y., Yuvka, İ., Ucar, Y., Durmus, M., Kösker, A. R., Öz, M., & Ozogul, F. (2017). Evaluation of effects of nanoemulsion based on herb essential oils (rosemary, laurel, thyme and sage) on sensory, chemical and microbiological quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets during ice storage. *Lwt*, 75, 677-684.
- Primožič, M., Knez, Ž., & Leitgeb, M. (2021). (Bio) Nanotechnology in Food Science—Food Packaging. *Nanomaterials*, 11(2), 292.
- Rampelotto, C., Speroni, C. S., Conte, L., Pianesso, D., Machado, I. S., Rodrigues, R. F., ... & Emanuelli, T. (2021). Microencapsulated Lemongrass (*Cymbopogon flexuosus*) Essential Oil Supplementation on Quality and Stability of Silver Catfish Fillets during Frozen Storage. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 30(9), 1124-1141.
- Rezaei, F., & Shahbazi, Y. (2018). Shelf-life extension and quality attributes of sauced silver carp fillet: A comparison among direct addition, edible coating and biodegradable film. *LWT*, 87, 122-133.
- Ribeiro, J. S., & Veloso, C. M. (2021). Microencapsulation of natural dyes with biopolymers for application in food: A review. *Food hydrocolloids*, 112, 106374.
- Sahani, S., & Sharma, Y. C. (2021). Advancements in applications of nanotechnology in global food industry. *Food Chemistry*, 342, 128318.
- Sahoo, M., Vishwakarma, S., Panigrahi, C., & Kumar, J. (2021). Nanotechnology: Current applications and future scope in food. *Food Frontiers*, 2(1), 3-22.
- Stoll, J. S., Harrison, H. L., De Sousa, E., Callaway, D., Collier, M., Harrell, K., ... & Loring, P. A. (2021). Alternative seafood networks during COVID-19: Implications for resilience and sustainability. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 97.
- Vasile, C. 2018. Polymeric nanocomposites and nanocoatings for food packaging: A review. *Materials* 11 (10):1834. doi: 10.3390/ma11101834.
- Walia, N., Dasgupta, N., Ranjan, S., Chen, L., & Ramalingam, C. (2017). Fish oil based vitamin D nanoencapsulation by ultrasonication and bioaccessibility analysis in simulated gastro-intestinal tract. *Ultrasonics sonochemistry*, 39, 623-635.
- Walker, R. M., Decker, E. A., & McClements, D. J. (2015). Physical and oxidative stability of fish oil nanoemulsions produced by spontaneous emulsification: Effect of surfactant concentration and particle size. *Journal of Food Engineering*, 164, 10-20.
- Yazgan, H., Ozogul, Y., Durmuş, M., Balıkçı, E., Gökdoğan, S., Uçar, Y., & Aksun, E. T. (2017). Effects of oil-in-water nanoemulsion based on sunflower oil on the quality of farmed sea bass and gilthead sea bream stored at chilled temperature (2±2 C). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 26(8), 979-992.
- Zahid, M., & Bağdatlı, İ. (2021). Nano-emulsions: A Novel Approach in Seafood Preservation. *Eurasian Journal of Food Science and Technology*, 5(1), 95-104.
- Zarei, M., Ramezani, Z., Ein-Tavasoly, S., & Chadorbaf, M. (2015). Coating effects of orange and pomegranate peel extracts combined with chitosan nanoparticles on the quality of refrigerated silver carp fillets. *Journal of food processing and preservation*, 39(6), 2180-2187.



ÜLKEMİZDE KARA SALYANGOZU (*HELIX ASPERSA MAXIMA*, 1774) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Güliden YAZAR¹, Çiğdem TÜRKSÖNMEZ², Ayşegül KUBİLAY³

¹Bucak İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, BURDUR

²Kocaeli Üniversitesi, İzmit Meslek Yüksek Okulu, Gıda İşleme Bölümü

³Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, Hastalıklar Anabilim Dalı

Öz

*Bu çalışmada ülkemizdeki kara salyangozu (*Helix aspersa maxima*, 1774) yetiştiriciliği yapılan çiftlikler, çiftliklerin kapasitesi ve yetiştiriciliği hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.*

*Dünya nüfusunun giderek artmasıyla birlikte, yüksek protein kalitesine sahip su ürünlerine olan talep de gittikçe ivme kazanmıştır. Su ürünleri kapsamındaki alternatif bir tür olan Kara Salyangozu (*Helix aspersa maxima*, 1774) ülkemizde yok denecek kadar az tüketilirken; başta Fransa, İtalya ve İspanya olmak üzere pek çok ülkede büyük bir pazara sahiptir. Doğadaki stokları ülkemizde de giderek tükenmekte olan ve dünya pazarında yüksek talep gören bu ürünün yetiştiriciliğinin yapılması kaçınılmazdır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2019 yılı salyangoz üretim miktarının 1828 ton olduğu bildirilmiştir.*

Ülkemizde göller bölgesi, Marmara ve Karadeniz’de yoğun olarak toplanıp canlı ve işlenmiş olarak ihraç edilmekte olan salyangozların; Ekonomik anlamda yetiştiriciliği semi-intensif yolla olmaktadır.

*Kocaeli ili Kandıra İlçesi’nde 15 Ton/ Yıl kapasiteli Semi-İntensif yöntemle yetiştiriciliği yapılan işleme ve Balıkesir İli Ayvalık İlçesi Türközü Köyü’nde 12 Ton/yıl kapasiteli intensif sistem ile yetiştiricilik yapılan ruhsatlı salyangoz işletmesi mevcuttur. Ayrıca Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi MAKÜ Salyangoz Yetiştiricilik Biriminde de Kara Salyangozu (*Helix aspersa maxima*, 1774) tam kontrollü üretim şartlarında yetiştiricilik denemeleri yapılmaktadır. Dolayısıyla, kara salyangozu yetiştiriciliğinin (helici kültür) teşvik edilmesi, bu doğal kaynakların korunması ve insan gıdası olarak yeterince temin edilmesi bakımından önem arz etmektedir.*

Anahtar Kelimeler: Kara salyangozu, *Helix aspersa maxima*, yetiştiricilik

Giriş

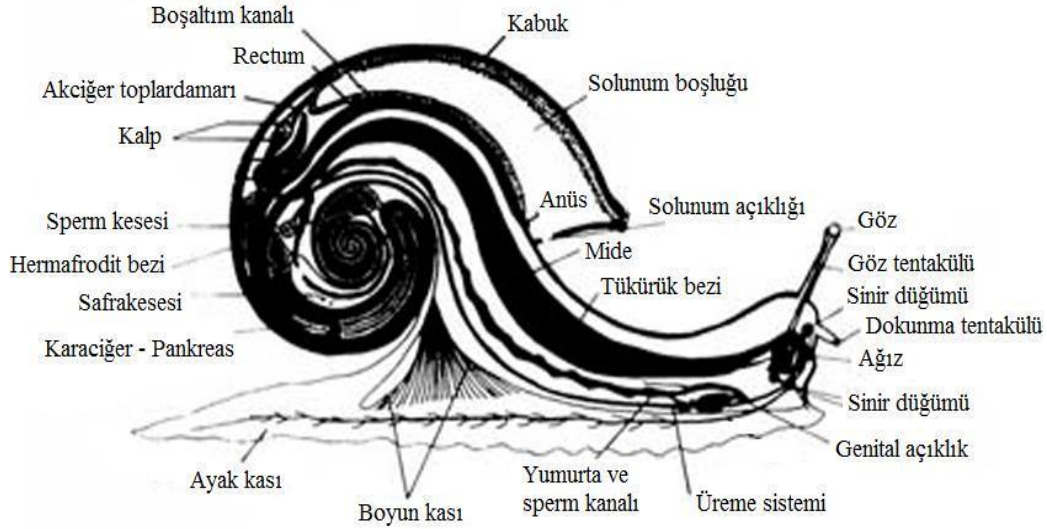
Kara Salyangozu Biyolojisi

Vücut Yapısı

Salyangozlar; kabukları simetrik olmayan, konik şekilli ve değişik sayıda sarmal içeren yumuşakçalardır. Kabuğun yapısı %98–99 kalsiyum karbonat içermektedir ve ağırlığı salyangoz toplam ağırlığının yaklaşık olarak üçte biri kadardır. Kabuğun görevi adeta bir iskelet gibi organlara şekil vermek ve onları uygun olmayan ortam şartlarında korumaktır. Salyangozların başında iki çift tentakül bulunur. Üst kısımda görmeye yarayan uzun tentaküller, alt kısmında ise dokunmaya yarayan kısa tentaküller vardır. Ağız, tentaküllerin hemen altında yer almaktadır. Ağız zemininde kaslı bir dil vardır. Dil üzerinde besinleri kesmeye ve kazımaya yarayan boynuz şeklindeki küçük dişler ile kaplı radula bulunur. Genital açıklık başın arkasında, sağ tarafta yer almaktadır. Erbezi torbası, vajina, penis ve kalkerli yapıdaki ok genital açıklığın içindedir. İç organlar sırtta, kıvrık kabuk içindedir. Akciğer kabuğun ön bölümünde bulunurken, kalp ve karaciğer kabuğun arka kısmındadır. Salyangozlar ayaküstünde kas dalganmalarıyla hareket eder. Ayak hareket kabiliyeti sağlarken vücudu da destekler. Salyangozlar hareketlerini kolaylaştırmak ve vücutlarını



nemli tutmak için mukus salgılar. Bu salgı yüzey buharlaşmasını azaltırken, aynı zamanda da parazitlere karşı vücudu korumaya yardımcı olur (İnan, 2000; Murphy 2001; Alpbaz 2005; Thompson and Chaney, 2008; Kiraz, 2013).



Şekil 1. Kara salyangozunun vücut yapısı (Murphy, 2001).

Salyangoz Yetiştiriciliği

Çiftleşme ve Yumurta Oluşumu

Kıştan çıkan salyangozlar ilkbaharda gece gündüz sürekli korpeler yerler. Çok çabuk gelişirler İki salyangoz yüz yüze gelerek genital organlarıyla birbirlerini döllerler. Her yıl çiftleşme olmayabilir. Bir defa çiftleşme ile birkaç yıl yumurtlamaya devam ederler. Çiftleşme Mayıs ve Ağustos aylarında olmak üzere yılda iki defadır. Yılda birkaç defa yumurtlayabilirler. Burgonya cinsi salyangozlar çiftleştikten 12-15 gün sonra, diğer türlerin bazıları ise 5 – 8 gün sonra yumurtlarlar. Tropikal bölgede yaşayan bazı salyangoz türleri yılın çeşitli zamanlarında yumurtlayabilirler (İnan, 2000; Gökhan, 2005) .

Yumurtalarını koyu, gölgeli çalılıklara ve ağaç köklerine bırakırlar. Salyangozlar yumurtalarını bırakmak için yumuşak toprakta 8 cm. derinliğinde bir kuyu kazarlar. Yumurtalarına zarar verebilecek canlılara (kulağa kağanlar, kırkayaklar, karıncalar vs.) karşı önlem olarak açtıkları kuyunun ağzını ıslak toprakla sıvarlar. Yumurtadan çıkan yavruların yiyeceklerini kolay temin etmelerini sağlamak için yumurtalarını daima bitkilerin taze ve bol olduğu yerlere bırakırlar. *Helix pomatia* yaklaşık 6 mm çapında 60-90 adet, *Helix aspersa* da 4 mm. çapında 100-110 adet yumurta yapar. Salyangoz yumurtası beyaz renklidir. Yumurtadan yavruların çıkış süresi, *Helix pomatia* da 20-30 gün, *Helix aspersa* da ise 15-20 gündür. Yumurtlayan salyangozlar ağırlıklarından 10-12 gr kadar kaybetmektedirler (İnan, 2000).

Salyangozlar, 2 yaşına geldiğinde yumurtlamaya ve satışı uygun hale gelirler. Küçük gri cinsi ise sıcak iklimi sevdiğinden Akdeniz Bölgesinde 6 ay sonra yumurtlamaya başlar. Daha yüksek yerlerde yaşayanları ise 1 yıl sonra ancak yumurtlar ve pazarlamaya uygun hale gelirler (İnan, 2000).



Salyangoz Yetiştiriciliği Sistemleri

Semi İntensif Sistem

Yetiştiriciliğin bu şeklinde, damızlık salyangozlar etrafları çitle çevrili ve korunaklı alanlara yerleştirilir. Bu alanlara salyangozların beslenmesi için uygun bitkiler ekilir. İklimsel şartlara göre zamanlayıcı yağmurlama sulama sistemi ve nemi ölçmek için higrometre kullanılır. Semi intensif sistemlerde başarı sağlamak için; uygun çevre şartları, uygun bitkilerin yetiştiriciliği, düşük yoğunluklu stoklama miktarı ve sürekli rotasyon en önemli faktörlerdir. Hasat boyuna ulaşma süresi yaklaşık 12 aydır (Murphy 2001; Begg, 2003 ; Kiraz, 2013).

İklimsel şartlara bağlı olarak semi intensif sistemle salyangoz yetiştiriciliği 4 şekilde yapılmaktadır.

- Açık meralar:** İtalya'da uzun yıllar süren araştırmalar sonucu geliştirilmiş bir sistemdir. Helitex ağlar kullanılarak çiftlik bölümlenmiş ve salyangozların kaçması engellenmiştir. İtalya'da 2,5 hektar ve üzeri alanları kapsayan, çok büyük açık mera salyangoz çiftlikleri vardır (Şekil 1.1.A).
- Gölgelikli meralar:** Özellikle güneşli, sıcak ve / veya rüzgârlı bölgelerde kullanılır. Güneşi kesmek ve sıcaklığı azaltmak için ışık ışınlarını filtreleme özelliğine sahip gölge hasırları kullanılır (Şekil 1.1.B).



Şekil 2. Semi intensif sistemle salyangoz yetiştiriciliği yapan çiftlikler. **A)** Açık mera sistemi, **B)** Gölgelikli meralar, (Simoncelli, 2007).

- Açık parklar:** Daha çok kırsal bölgelerde yaşayan insanların ek gelir için kullandığı sistemdir. Büyüme parkları en düşük yatırımın yapıldığı yetiştiricilik biçimidir. Ancak parazitlere, predatörlere ve iklimsel



koşullara karşı oldukça savunmasız bir sistemdir. Kendi kendine çoğalma yani doğal döngü esas alınır ve verimlilik düşüktür (Şekil 1.1.C).

- d) Plastik tüneller: Sert kış şartları olan bölgelerde son bahar ve kış aylarında sıcaklığın korunması için kullanılan seralardır. Fransa'da kışları yaşanan sert iklim şartları için geliştirilmiş bir sistemdir (Şekil 1.1.D) (Murphy 2001;Rtmaerh, 2004).



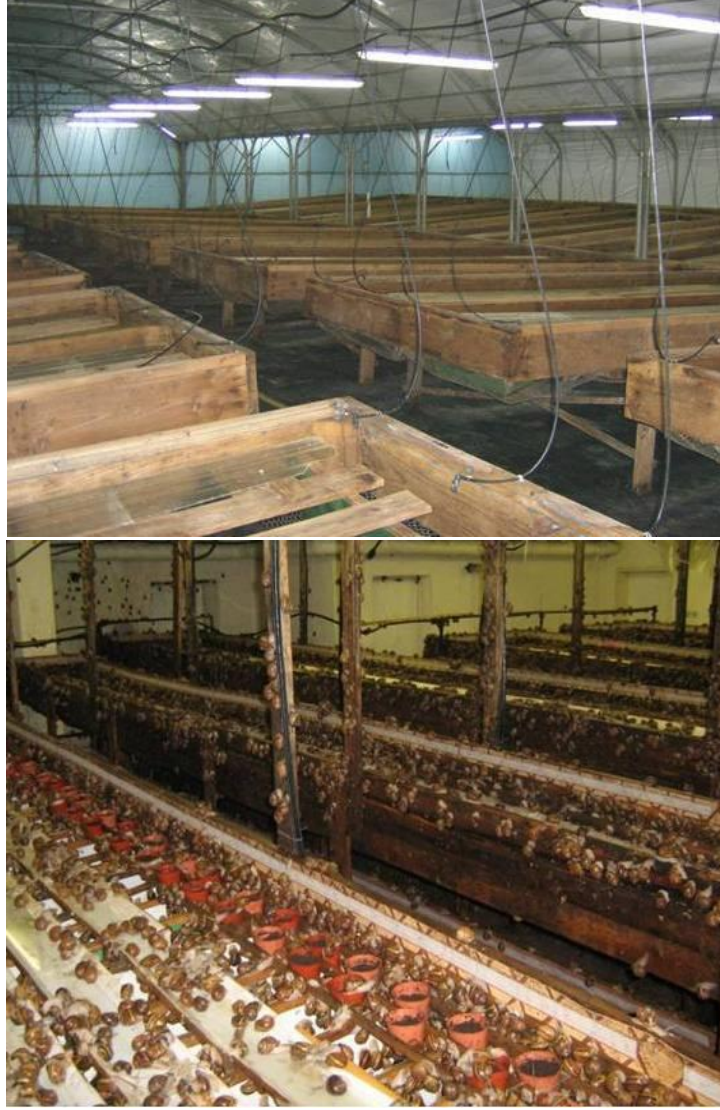
Şekil 3. Semi intensif sistemle saliyanğoz yetiştiriciliği yapan çiftlikler. C) Açık parklar, D) Plastik tüneller (Simoncelli, 2007).

İntensif Sistem

Saliyanğozların üremesi için iklim kontrollü binalarda optimum şartların sağlandığı, tüm parametrelerin gözlemlendiği yetiştiricilik biçimidir. Saliyanğozlar, ticari yem üreticileri tarafından formüle edilmiş yemler ile



beslenmektedir. Yüksek bir sermaye ve haftanın yedi günü ortam şartlarının gözetim altında olduğu iş gücünü gerektirir (Şekil 1.2.A, Şekil 1.2.B) (Murphy,2001).



Şekil 4. A, B) İntensif sistem kara salyangozu kuluçkahaneleri (Simoncelli, 2007).

Karma Sistem

Adından da anlaşılacağı gibi her iki sistemi de içinde barındırarak yapılan salyangoz yetiştiriciliğidir. Üreme ve yavrular için intensif sitem, büyütme aşamasında ise semi intensif sistem kullanılır. Bu sayede salyangoz yetiştiricileri tüm yıl boyunca üretim yapar ve her zaman piyasada ürün bulundururlar. Artık Fransa'da büyük ölçüde bu yetiştiricilik biçimi uygulanmaktadır (Murphy, 2001).

Sonuç

Ülkemizde salyangozlar, doğadan toplanarak yurt dışına, özellikle de Fransa ve Macaristan gibi ülkelere ihraç edilen lüks yiyecekler arasında yer almaktadır (Olgunoğlu ve Olgunoğlu,2008). Ekonomik değeri çok yüksek olan bu canlılar,



80.000 civarında tür içeren ve hayvanlar aleminin en büyük ikinci filumu olan Mollusca filumunun üyeleridir. Bu grubun üyeleri tüm dünyada yaygın olarak bulunmasına karşın ağırlıklı olarak sucul ortamlarda dağılım gösterir. Bir kısmı ise karasal ortamlarda yaşamaktadır (Bryant, 1994). Gerçekte salyangoz etinin tüketimi tarih öncesi zamanlara kadar dayanmakla birlikte Türkiye’de tüketilmemektedir. Ancak Avrupa’daki talebin bir kısmının Türkiye tarafından karşılanıyor olmasından dolayı ihracatta önemli bir paya sahiptir (Yıldırım ve ark., 2004). Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 2019 yılı salyangoz üretim miktarının 1828 ton olduğu bildirilmiştir (TUİK, 2019). *Helix* cinsi salyangozlar dünya pazarının %70’ ine hakimdir (Yıldırım ve ark., 2004). *Helix aspersa*, önemli bir hayvansal protein kaynağı olarak kabul edilmekte ve gelişmekte olan birçok ülkede yetiştirilen hayvanlardan elde edilen et üretimi, hayvansal proteinlere olan yüksek talepleri karşılamak için yeterli değildir (Adedire ve ark., 1999). Dolayısıyla, kara salyangozu yetiştiriciliğinin (helici kültür) teşvik edilmesi, bu doğal kaynakların korunması ve insan gıdası olarak yeterince temin edilmesi bakımından oldukça önemlidir (Monney, 1998).

Kaynakça

- Adedire, C.O. Imevbore, E.A.; Eyide, E.O., Ayodele, W. I. 1999. Aspects of digestive physiology and the complementary roles of the microbial enzymes in the intestinal tract of the giant land snail, *Archachatina marginata* (Swainson). *J Technosci*, 3: 6-13.
- Alpbaz, A., 2005, Su Ürünleri Yetiştiriciliği, Alp Yayınları, İzmir, 548s.
- Begg, S., 2003, Farming Edible Snails – Lessons from Italy, Rural Industries Research and Development Corporation, Kingston, 20p.
- Bryant, R., 1994, Heliciculture Culture of edible snails. Ministry of Agriculture, Food and Fisheries Farm Structures Factsheet Order No. 770.000-1
- Gökhan H. B., 2005, Elazığ, Keban Yöresinde Yaşayan Salyangoz (*Helix lucorum*, Linnaeus, 1778)’da Vitamin A ve β -Karotenin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 41s.
- İnan, S., 2000, Salyangoz Biyolojisi ve Yetiştirme Teknikleri, Ticari Balık Türlerinin Biyolojisi ve Yetiştirme Teknikeri, Hizmetiçi Eğitim Semineri, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Ürünleri Geliştirme Müdürlüğü, Su Ürünleri Daire Başkanlığı, Ankara, 47 – 50.
- Kiraz A., 2013, Kara salyangozunun (*Helix aspersa*, Müller, 1774) intensif yetiştiriciliği ve karşılaşılan hastalıklar, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniveristesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 56 s.
- Monney, K.A., 1998. Prospects for snail farming in West Africa. *Tropical Science*, 38(4), 238-247.
- Murphy, B., 2001, Breeding and Growing Snails, Rural Industries Research Development Corporation, Kingston, 51p.
- Olgunoğlu, İ. A., Olgunoğlu, M. P., 2008, Yenilebilir Kara Salyangozu (*Helix lucorum* Linnaeus, 1758) Etinin Amino Asit Kompozisyonu, *Uludag Univ. J. Fac. Vet. Med.* 27, 1-2: 35-39.
- Rtmaerh, 2004, L’élevage D’escargots, Republique Tunisienne Ministere De L’agriculture, De L’environnement Et Des Ressources Hydrauliques, Belvédère, 110p.
- Simoncelli, C., 2007, Compte Rendu D’activite, Association Spécialisée des Producteurs d’Escargots des Régions du Secteur Alpin, Lycée Agricole de Savoie, La Motte Servolex, 49p.
- Thompson, R., Cheney, S., 2008, Raising Snails, The Alternative Farming Systems Information Center, Maryland, 48p.
- TUİK, 2019 <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-Urunleri-2019-33734>
- Yıldırım, M.Z., Kebapçı, Ü., Gümüş, B.A., 2004. Edible snails (Terrestrial) of Turkey. *Turk J. Zool.* 28: 329-335.



BURDUR İLİ GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI KAFES YETİŞTİRİCİLİĞİNİN PROJE KAPASİTESİNE GÖRE YEM TÜKETİMİ İLE TAŞIMACILIĞININ KÜLTÜREL ENERJİ VE KARBON AYAK İZİ TAHMİNİ

Gürkan DİKEN^{1,2}

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Su Ürünleri Uygulama ve Araştırma Merkezi

Öz

Kültürel enerji (KE) ve karbon ayak izi (KAİ) su ürünleri sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesinde bir ölçüttür. Ağ kafes yetiştiriciliği Türkiye su ürünleri üretiminde önemli bir sektör koludur ve küresel iklim krizinin yarattığı baskılardan dolayı sektörün ağ kafes yetiştiriciliğine doğru ivmelenmesi beklenmektedir. Bu çalışmada, Burdur İli toplam 6.413 ton su ürünleri proje kapasitesinin %91,61'ine sahip 31 adet gökkuşağı alabalığı kafes işletmesinin, 2 farklı yem fabrikasının gökkuşağı alabalığı 3 mm (yem-1), 4 mm (yem-2), 5 mm (yem-3) ve 6 mm (yem-4) yemlerinin 1, 1,1 ve 1,2 yem dönüşüm oranları (YDO)'na göre tüketilen yem ve yemlerin taşımacılığı için harcanan KE ile KAİ senaryoları oluşturulmuştur. KE ve KAİ hesaplamalarında literatüre göre her bir işletme için hesaplanarak ortalama değerler kullanılmıştır. A ve B yem fabrikalarının KE ve KAİ ortalama değerleri sırasıyla 3,44 Mkal/kg, 0,99 kg CO_{2e}/kg ve 3,39 Mkal/kg, 1,09 kg CO_{2e}/kg olarak hesaplanmıştır. A ve B yem fabrikalarının tahmini tüketilen yemlerinin YDO 1, 1,1 ve 1,2 için toplam kültürel enerji taşıma değerleri sırasıyla 1.434,09 Gkal, 1.577,50 Gkal, 1.720,91 Gkal ve 1.488,58 Gkal, 1.637,43 Gkal, 1.786,29 Gkal olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde toplam karbon ayak izi taşıma değerleri sırasıyla 407.929,01 kg CO_{2e}, 448.721,91 kg CO_{2e}, 489.514,81 kg CO_{2e} ve 423.257,83kg CO_{2e}, 465.583,62 kg CO_{2e}, 507.909,40 kg CO_{2e} olarak belirlenmiştir. Tahmini toplam KE ve KAİ değerleri sırasıyla A yem fabrikası için 3,73 Mkal/kg, 1,07 kg CO_{2e}/kg ve B yem fabrikası için 3,68 Mkal/kg, 1,18 kg CO_{2e}/kg olarak hesaplanmıştır. Sonuçlar yem ham maddeleri, YDO ve yem taşıma mesafesinin KE ve KAİ girdilerini önemli ölçüde etkilediğini ve dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: Burdur, gökkuşağı alabalığı, karbon ayak izi, kafes, kültürel enerji, yem

Giriş

Kültürel enerji (cultural energy), gıdanın üretimi ve işlenmesinde güneş enerjisi dışında ihtiyaç duyulan enerjidir (Cook vd., 1976; Heitschmidt vd. 1996). Gömülü enerji (embodied energy), endüstriyel enerji girdilerini içeren üretimdeki enerji kullanımıdır (Troell, 2004). Güneş kaynaklı enerji dışındaki enerji değerlerinin kullanıldığı kültürel enerji ve gömülü enerji analizlerinde aynı benzer birim değerleri kullanılmaktadır.

Tarımda mevcut enerji girdilerinin üretkenliği veya verimliliği etkilemeden doğru bir şekilde yönetilerek uygulanabilir hale getirilmesi önemlidir (Singh vd., 2004; Usubiaga-Liaño vd., 2020). Bu bakımdan tarımsal üretim uygulamalarının sürdürülebilirliğinin bir değerlendirme ölçütü olan kültürel enerji analizi, tarımsal enerji gereksinimlerinin belirlendiği önemli bir araştırma alanıdır (Treloar, 2001; Heitschmidt vd. 1996). Günümüzde yenilenemeyen enerji kaynaklarına bağımlı olan gıda sistemlerinin enerji performansının güncel araştırmalarla desteklenmesi enerji bağımlılığının değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır (Pelletier vd., 2011). Benzer şekilde su ürünleri yetiştiriciliğinde de enerji girdileri ve bağlantıları ile değerlendirilen enerji maliyeti konuları önemlidir ve dikkate alınması gerekmektedir (Bostock vd., 2010). Balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliğinin kültürel enerji kavramı, yenilenebilir ve yenilenemez enerji kullanımının sürdürülebilirliğini ve sınırlı kaynakların maliyet bağımlılığını belirlemesinde sektörel bir bakış açısını yansıtılabilir olmasına karşın (Muir, 2015), balık üretiminde enerji kullanımı ile ilgili çok az çalışma vardır (Sarkar ve Tiwari, 2006). Su ürünleri ekonomisinde ve endüstriyel enerji analizinde önemli bir rol oynayan (Troell



vd., 2004), türler, beslenme alışkanlıkları ve kültür balıkçılığı sistemleri enerji kullanımında farklılıklara neden olur ve bu da enerji kullanım verimliliğini belirlemede temel kuralları oluşturmayı zorlaştırır (Pelletier vd., 2011). Önemli nokta ise su ürünleri yetiştiriciliğinde türlerin ve üretim sistemlerinin enerji kullanım verimliliği basitleştirilmesi ve diğer hayvan türleri ve gıda üretim sistemleri ile karşılaştırılmasıdır (Troell vd., 2004; Boyd vd., 2007).

Hayvansal üretimin enerji bağımlılığında önemli bir girdi oranına sahip ve toplam kültürel enerji değerinin en yüksek payını içeren yem üretimi ve dağıtımı (Koknaroglu vd., 2006; Koknaroglu ve Atılgan, 2007; Koknaroglu vd., 2007; Çınar ve Köknaroglu, 2019) yanında, genellikle enerji kullanımının %90'ından fazlasını oluşturan yemin düşük girdili bileşenleri enerji verimliliği üzerinde etkilidir (Grönroos vd., 2006; Henriksson vd., 2010). Yem kaynaklı enerji değeri %53-86 arasında bildirilen su ürünleri yetiştiriciliğinin (Pelletier vd., 2011.), ülkemiz karnivor rasyona dayalı yoğun üretimin yapıldığı alabalık yetiştiriciliği için %73-78 arasındadır (Diken vd., 2021; Diken vd., yayınlanmamış). Bu oranlar etlik piliç, sığır ve süt sığırları yem oranları ile benzer iken, kuzu yetiştiriciliği oranından nispeten yüksektir (Koknaroglu ve Atılgan 2007; Koknaroglu vd., 2006; Koknaroglu vd. 2007; Koknaroglu, 2008; Koknaroglu, 2010; Çınar ve Köknaroglu, 2019; Koknaroglu ve Hoffman 2019).

Başta CO₂ olmak üzere sera gazlarının atmosferik konsantrasyonlarındaki artıştan dolayı 18. yy sonlarından itibaren antroposen olarak ifade edilen yeni bir çağa girilmiştir (Steffen vd., 2020). İklim değişikliği olarak ifade edilen bu durum atmosferde uzun süreli değişimler olarak tanımlanır ve artışın en büyük etki kaynağı antropojenik fosil yakıtlardır (UN, 2021). İklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonları, Dünya'nın yüzey atmosferi yakınında ısı birikimine neden olmaktadır (Shahid vd., 2014; UN, 2021). İklim değişikliği etkilerinin izlenmesi ve enerji tasarrufu ve enerji modellerinin değerlendirilmesinde uygulama süreçlerinin gözden geçirilmesini sağlayan karbon ayak izi ölçü birimi CO₂ eşdeğerleri (CO₂e) cinsinden hesaplanır (Alley vd., 2007; Weidema vd., 2008; Liu vd., 2016; Flos ve Reig, 2017). Balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği faaliyetlerinin sera gazı emisyonları düşüktür ve karbon ayak izi daha da geliştirilebilir (Cochrane vd., 2009). Su ürünleri yetiştiriciliğinde karbon ayak izinin belirlenmesi küresel protein talebinin karşılanması ve gıda güvenliği ile bağlantılı olarak değerlendirilmelidir (Boyd vd., 2020). Su ürünleri yetiştiriciliğinin karbon ayak izi, sığır ve domuz yetiştiriciliğinden daha düşük, kanatlı hayvanlarınkine benzer veya daha düşük değerdedir (Sonesson vd., 2009). Düşük karbon ayak izine sahip su ürünleri sürdürülebilirlik açısından potansiyel bir üretim alanı olmakla birlikte özellikle kafes yetiştiriciliği düşük yatırım ve enerji maliyetlerine, nispeten düşük çevresel etkilere ve protein üretimi açısından diğer sistemlere göre daha düşük karbon ayak izine sahiptir (Angel vd., 2019). Toplam sera gazı emisyonları hakkında net bir verilerinin olmadığı bildirilen su ürünleri yetiştiriciliğinin 2009 yılı 9,30 x 10¹⁰ g eq CO₂ değerinin, 2030 yılında %5,72 antropojenik N₂O emisyonuna karşılık gelen 3,83 x 10¹¹ g eq CO₂ değerine yükseleceği tahmin edilmiştir (Hu vd., 2016; Raul vd., 2020). 2017 yılı toplam 53,5 GtCO₂e/yıl antropojenik emisyon tahmininin su ürünleri yetiştiriciliğinin tahmini toplam antropojenik emisyonları yaklaşık %0,49 olarak bildirilmiştir (MacLeod vd., 2020).

Ülkemizde, karasal hayvancılığının enerji kullanım verimliliğini inceleyen araştırmalar (Koknaroglu vd., 2006; Koknaroglu ve Atılgan, 2007; Koknaroglu vd., 2007; Çınar ve Köknaroglu, 2019) yapılmasına karşın, su ürünleri yetiştiriciliğinin enerji kullanım verimliliği ve karbon ayak izi konusunda sınırlı sayıda çalışma vardır (Diken vd., 2021; Diken vd., yayınlanmamış). Ayrıca sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonomi ilkelerine göre gıda üretimi stratejileri ile su ürünleri endüstrisinin sürdürülebilir hedeflerini kapsayan çalışmaların yapılması tavsiye edilmiştir (Henriksson vd., 2017; Rossi vd., 2021). Dolayısıyla ülkemiz su ürünleri türlerinin kültürel enerji ve karbon ayak izi çalışmaları, su ürünleri sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmada, ülkemiz alabalık kafes yetiştiriciliğinin yeme dayalı %80'lere yaklaşan kültürel enerji ve %70'in üzerinde karbon ayak izi payına bağlı olarak (Diken vd., 2021; Diken vd., yayınlanmamış) Burdur İli gökkuşağı alabalığı kafes yetiştiriciliğinin proje kapasitesine göre yem tüketimi ile taşımıcılığının kültürel enerji ve karbon ayak izi tahminine yönelik değerleri hesaplanmıştır.

Amaç ve yöntem

Bu çalışma, 25-50 g arası stoklanan, 200-300 g arası hasat edilen ve %2,4 ölüm oranına sahip, %19,7 oranında 3 mm (yem-1), %23,2 oranında 4 mm (yem-2), %26,6 oranında 5 mm (yem-3) ve %30,5 oranında 6 mm (yem-4) yemler ile beslenen ve buna bağlı olarak tüketilen karma yemlerin %77,78 kültürel enerji ve %72,60 karbon ayak izi değeri



sahip gökkuşuğu alabalığı kafes yetiştiriciliğinin (Diken vd., 2021; Diken vd., yayınlanmamış), Burdur İli 6.413 ton su ürünleri yetiştiriciliği proje kapasitesinin %91,61 oranına sahip 31 adet gökkuşuğu alabalığı kafes yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılan iki farklı yem fabrikası karma yemlerinin ve yem taşımacılığının kültürel enerji ve karbon ayak izi değerleri hesaplanmıştır. Tüketilen karma yemlerin ve taşımacılığın kültürel enerji ve karbon ayak izi hesaplamalarında Tablo 1.'deki birim değerler kullanılmıştır. Karma yemlerin kaba besin değerleri ve yem ham madde içeriklerine göre formülasyonları oluşturularak (Tablo 3, 4), karma yemlerin kültürel enerji ve karbon ayak izi değerleri hesaplanmıştır (Tablo 5, 6).

Stok ve hasat ile ölüm oranlarına bağlı olarak yem değerlendirme oranı (YDO) 1, 1,2 ve 1,3 için her bir çiftlik için tüketilen toplam yemin kültürel enerji ve karbon ayak izi değerleri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

Kültürel enerji yem (Mkal): (Tüketilen toplam yem x yemin kullanım oranı) x yemin kültürel enerji değeri

Karbon ayak izi yem (kg CO₂e): (Tüketilen toplam yem x yemin kullanım oranı) x yemin karbon ayak izi değeri

Yem taşımacılığının kültürel enerji ve karbon ayak izinin hesaplamasında Tablo 1'deki birim değerleri ile kültürel enerji için toplam yem taşımacılığının toplam taşıma mesafesi çarpılarak, karbon ayak izi için 28 ton yasal taşıma değerine göre taşınan yem miktarı ile toplam taşıma mesafesi çarpılarak hesaplanmıştır.

Tablo 1. Gökkuşuğu alabalığı kafes yetiştiriciliğinin yem ve taşımacılığının kültürel enerji ve karbon ayak izi birim değerleri

Kültürel enerji			
Ögeler	Birim	Mkal/birim	Kaynak
Yem ham maddeleri			
<i>balık unu</i>	kg	4,45	Davulis ve Frick (1977)
<i>balık yağı</i>	kg	2,38	Davulis ve Frick (1977)
<i>soya küspesi</i>	kg	0,93	Smith vd. (2007)
<i>buğday</i>	kg	0,95	Davulis ve Frick (1977)
<i>buğday unu</i>	kg	1,84	Chatvijitkul vd. (2017)
<i>buğday yan ürünü</i>	kg	0,08	Davulis ve Frick (1977)
<i>mısır gluteni*</i>	kg	2,98	Chatvijitkul vd. (2017) (http://www.fao.org/wairdocs/lead/x6100e/x6100e03.htm)
<i>tavuk unu</i>	kg	2,32	Davulis ve Frick (1977)
<i>vitamin</i>	kg	0,09	Chatvijitkul vd. (2017)
<i>mineral</i>	kg	0,09	Chatvijitkul vd. (2017)
<i>yem üretimi</i>	kg	0,51	Hognes vd. (2012)
A fabrikası yem-1	kg	3,40	Hesaplandı
A fabrikası yem-2, 3, 4	kg	3,45	Hesaplandı
B fabrikası yem-1	kg	3,38	Hesaplandı
B fabrikası yem-2, 3	kg	3,29	Hesaplandı
B fabrikası yem-4	kg	3,54	Hesaplandı
Taşıma	kgxkm	0,00083	Pimentel vd. (1980)



Karbon ayak izi

Ögeler	Birim	kg CO _{2e} /birim	Kaynak
Yem ham maddeleri			
<i>balık unu</i>	kg	0,99	Hognes vd. (2011)
<i>balık yağı</i>	kg	0,99	Hognes vd. (2011)
<i>soya küspesi</i>	kg	0,541	Moe vd. (2014)
<i>buğday</i>	kg	0,51	Hognes vd. (2011)
<i>buğday yan ürünü</i>	kg	0,31	Vellinga vd. (2013)
<i>buğday unu</i>	kg	0,63	Audsley vd. (2009)
<i>mısır gluteni</i>	kg	1,06	O'Brien vd. (2014)
<i>tavuk unu</i>	kg	3,14	Hognes vd. (2011)
<i>vitamin</i>	kg	1,62	Rotz vd. (2019)
<i>mineral</i>	kg	1,62	Rotz vd. (2019)
<i>yem üretimi</i>	kg	0,13	Hognes vd. (2012)
A fabrikası yem-1	kg	0,97	Hesaplandı
A fabrikası yem-2, 3, 4	kg	1,00	Hesaplandı
B fabrikası yem-1	kg	1,10	Hesaplandı
B fabrikası yem-2, 3	kg	1,07	Hesaplandı
B fabrikası yem-4	kg	1,13	Hesaplandı
Taşıma	tonxkm	0,236	Robertson vd. (2015)

*B yem fabrikası için mısır proteini değeri olarak mısır gluteni değeri alınmıştır.

Tablo 2. Burdur İli gökkuşağı alabalığı kafes çiftliklerinin proje kapasiteleri (kg) ile A ve B yem fabrikalarına olan mesafeleri (km)

Kod	Kapasite (kg)	Uzaklık (km)		Kod	Kapasite (kg)	Uzaklık (km)	
		A	B			A	B
1	150.000	313	328	17	500.000	388	399
2	200.000	284	299	18	100.000	388	399
3	25.000	330	356	19	25.000	388	399
4	200.000	274	289	20	170.000	388	399
5	220.000	274	289	21	450.000	388	399
6	350.000	274	289	22	100.000	388	399
7	150.000	274	289	23	25.000	388	399
8	25.000	310	313	24	100.000	388	399
9	25.000	349	375	25	500.000	388	399
10	110.000	293	308	26	100.000	283	300
11	25.000	388	399	27	100.000	283	300
12	25.000	388	399	28	100.000	283	300
13	500.000	388	399	29	100.000	283	300
14	100.000	388	399	30	50.000	312	316
15	100.000	388	399	31	900.000	281	295
16	350.000	388	399	Σ/ortalama	5.875.000	339,4	352,6

Tablo 3. Yem ham maddelerinin kaba besin değerleri ve A yem fabrikası yemlerinin hesaplanan formülasyonu



3 mm (yem-1)		Ham madde kaba besin (%)						Rasyon kaba besin (%)				Katalog
Ham madde	Rasyon	HP	ME	HY	HK	HS	HP	ME	HY	HK	HS	
Balık unu	50,47	66,95	3.559	8,83	15,4	0,7	33,79	1.796,23	4,46	7,77	0,35	
Balık yağı	14,48	0	8.766	100	0	0	0,00	1.269,32	14,48	0,00	0,00	
Soya küspesi	23,15	46,4	2.712	1,09	7,95	6,08	10,74	627,83	0,25	1,84	1,41	HP %46
Buğday	9,23	13,08	2.789	2,1	2,06	3,11	1,21	257,42	0,19	0,19	0,29	HY %19
Buğday yan ürünleri	1,67	15,81	2.623	3	3,64	6,97	0,26	43,80	0,05	0,06	0,12	HK %10
Vitamin	0,50				100		0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	HS %1,5
Mineral	0,50				100		0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	4000
Σ	100,00						46,00	3.994,60	19,43	10,86	2,16	ME/kg

4,5,6 mm (yem-2,3,4)		Ham madde kaba besin (%)						Rasyon kaba besin (%)				Katalog
Ham madde	Rasyon	HP	ME	HY	HK	HS	HP	ME	HY	HK	HS	
Balık unu	48,31	66,95	3.559	8,83	15,4	0,7	32,34	1.719,35	4,27	7,44	0,34	
Balık yağı	15,12	0	8.766	100	0	0	0,00	1.325,42	15,12	0,00	0,00	HP %45
Soya küspesi	20,54	46,4	2.712	1,09	7,95	6,08	9,53	557,04	0,22	1,63	1,25	HY %20
Buğday	10,36	13,08	2.789	2,1	2,06	3,11	1,36	288,94	0,22	0,21	0,32	HK %9,5
Mısır gluteni	4,67	43,15	2.623	4	1,5	2,25	2,02	122,49	0,19	0,07	0,11	HS %1,7
Vitamin	0,5				100		0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	4000
Mineral	0,5				100		0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	ME/kg
Σ	100						45,24	4.013,25	20,01	10,36	2,01	

Yem ham maddelerinin kaba besin değerleri IAFFD (2020)'den alınmış ve formülasyonun kaba besin değerleri düzenlenmiştir. HP: ham protein, HY: ham yağ, HK: ham kül, HS: ham selüloz, ME: metabolik enerji. Aradaki farklar yuvarlamadan dolayı hesaplamaya yansıtılmıştır.

Tablo 3. Yem ham maddelerinin kaba besin değerleri ve B yem fabrikası yemlerinin hesaplanan formülasyonu

3 mm (yem-1)		Ham madde kaba besin (%)						Rasyon kaba besin (%)				Katalog
Ham madde	Rasyon	HP	ME	HY	HK	HS	HP	ME	HY	HK	HS	
Balık unu	41,31	66,95	3.559	8,83	15,4	0,7	27,66	1.470,22	3,65	6,36	0,29	
Balık yağı	13,88	0	8.766	100	0	0	0,00	1.216,72	13,88	0,00	0,00	
Soya küspesi	20,54	46,4	2.712	1,09	7,95	6,08	9,53	557,04	0,22	1,63	1,25	
Buğday unu	12,6	12,73	3.011,46	1,75	1,33	1,26	1,60	379,44	0,22	0,17	0,16	HP %46
Mısır proteini*	5,67	76,2	4.198,23	4,5	1,3	1	4,32	238,04	0,26	0,07	0,06	HY %19
Tavuk unu	5	60	3.709,1	12,4	15,3	2,6	3,00	185,46	0,62	0,77	0,13	HK %11,7
Vitamin	0,5				100		0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	HS %2
Mineral	0,5				100		0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	
Σ	100						46,11	4.046,93	18,85	10,00	1,88	



4,5 (yem-2,3)		Ham madde kaba besin (%)					Rasyon kaba besin (%)					Katalog
Ham madde	Rasyon	HP	ME	HY	HK	HS	HP	ME	HY	HK	HS	
Balık unu	38,31	66,95	3.559	8,83	15,4	0,7	25,65	1.363,45	3,38	5,90	0,27	
Balık yağı	15,35	0	8.766	100	0	0	0,00	1.345,58	15,35	0,00	0,00	
Soya küspesi	22,74	46,4	2.712	1,09	7,95	6,08	10,55	616,71	0,25	1,81	1,38	
Buğday unu	12,6	12,73	3.011,46	1,75	1,33	1,26	1,60	379,44	0,22	0,17	0,16	HP %45
Mısır proteini*	6	76,2	4.198,23	4,5	1,3	1	4,57	251,89	0,27	0,08	0,06	HY %20
Tavuk unu	4	60	3.709,1	12,4	15,3	2,6	2,40	148,36	0,50	0,61	0,10	HK %9,2
Vitamin	0,5							0,00	0,00	0,50	0,00	HS %2,4
Mineral	0,5							0,00	0,00	0,50	0,00	
Σ	100						44,78	4.105,44	19,97	9,57	1,97	
6 mm (yem-4)		Ham madde kaba besin (%)					Rasyon kaba besin (%)					Katalog
Ham madde	Rasyon	HP	ME	HY	HK	HS	HP	ME	HY	HK	HS	
Balık unu	36,06	66,95	3.559	8,83	15,4	0,7	24,14	1.283,38	3,18	5,55	0,25	
Balık yağı	15,34	0	8.766	100	0	0	0,00	1.344,70	15,34	0,00	0,00	
Soya küspesi	4	46,4	2.712	1,09	7,95	6,08	1,86	108,48	0,04	0,32	0,24	
Buğday unu	21,6	12,73	3.011,46	1,75	1,33	1,26	2,75	650,48	0,38	0,29	0,27	HP %45
Mısır proteini*	18	76,2	4.198,23	4,5	1,3	1	13,72	755,68	0,81	0,23	0,18	HY %20
Tavuk unu	4	60	3.709,1	12,4	15,3	2,6	2,40	148,36	0,50	0,61	0,10	HK %8,6
Vitamin	0,5							0,00	0,00	0,50	0,00	HS %0,9
Mineral	0,5							0,00	0,00	0,50	0,00	
Σ	100						44,86	4.291,08	20,25	8,00	1,05	

*Mısır proteini değeri olarak mısır glüteninin değeri alınmıştır. Yem ham maddelerinin kaba besin değerleri IAFFD (2020)'den alınmış ve formülasyonun kaba besin değerleri düzenlenmiştir. HP: ham protein, HY: ham yağ, HK: ham kül, HS: ham selüloz, ME: metabolik enerji. Yuvarlamadan kaynaklı farklar hesaplamaya yansıtılmıştır.

Tablo 4. A yem fabrikası yemlerinin kültürel enerji (Mkal/kg) ve karbon ayak izi (kg CO_{2e}/kg) değerleri

Ham madde	A Yem Fabrikası			
	Kültürel enerji		Karbon ayak izi	
	yem-1	yem-2,3,4	yem-1	yem-2,3,4
Balık unu	2,24	2,15	0,50	0,48
Balık yağı	0,34	0,36	0,14	0,15
Soya küspesi	0,21	0,19	0,13	0,11
Buğday	0,09	0,10	0,05	0,07
Buğday yan ürünleri	0,00		0,01	
Mısır glütenu		0,14		0,05
Vitamin	0,00	0,00	0,01	0,01
Mineral	0,00	0,00	0,01	0,01
Kg yem üretimi	0,51	0,51	0,13	0,13
Σ	3,40	3,45	0,97	1,00



Aradaki fark yuvarlamadan dolayı hesaplamaya yansıtılmıştır.

Tablo 5. B yem fabrikası yemlerinin kültürel enerji (Mkal/kg) ve karbon ayak izi ((kg CO_{2e}/kg) değerleri

Ham madde	B Yem Fabrikası			Karbon ayak izi		
	Kültürel enerji			Karbon ayak izi		
	yem-1	yem-2,3	yem-4	yem-1	yem-2,3	yem-4
Balık unu	1,84	1,70	1,60	0,41	0,38	0,36
Balık yağı	0,33	0,36	0,36	0,14	0,15	0,15
Soya küspesi	0,19	0,21	0,04	0,11	0,12	0,02
Buğday unu	0,23	0,23	0,40	0,08	0,08	0,14
Mısır proteini*	0,17	0,18	0,54	0,06	0,06	0,19
Tavuk unu	0,12	0,09	0,09	0,16	0,13	0,13
Vitamin	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Mineral	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Kg yem üretimi	0,51	0,51	0,51	0,13	0,13	0,13
Σ	3,38	3,29	3,54	1,10	1,07	1,13

*Mısır proteini değeri olarak mısır glüteninin değeri alınmıştır. Yuvarlamadan kaynaklı farklar hesaplamaya yansıtılmıştır.

Bulgular

Burdur ili gökkuşuğu alabalığı çiftliklerinin YDO 1, 1,1 ve 1,2 değerleri için tahmini yem miktarı tablo 6'da verilmiştir. A ve B yem fabrikaları yemlerinin Burdur ili proje bazlı gökkuşuğu alabalığı çiftliklerinin tahmini tüketilen yemlerinin kültürel enerji değerleri sırasıyla 3,44 Mkal/kg ve 3,39 Mkal/kg olarak belirlenmiştir (Tablo, 7, 8). A yem fabrikasının proje bazlı tahmini tüketilen yemleri yem-1, yem-2, yem-3 ve yem-4'ün kültürel enerji oranları sırasıyla %19,53, %23,26, %26,68 ve %30,53 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler B yem fabrikası için sırasıyla %19,71, %22,56, %25,88 ve %31,85 olarak hesaplanmıştır. Burdur ili proje bazlı gökkuşuğu alabalığı çiftliklerinin tahmini tüketilen yemlerinin karbon ayak izi değerleri sırasıyla 0,99 kg CO_{2e}/kg ve 1,09 kg CO_{2e}/kg olarak belirlenmiştir (Tablo, 9, 10). A yem fabrikasının proje bazlı tahmini tüketilen yemleri yem-1, yem-2, yem-3 ve yem-4'ün karbon ayak izi oranları sırasıyla %19,19, %23,36, %26,79 ve %30,66 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler B yem fabrikası için sırasıyla %19,85, %22,68, %26,02 ve %31,45 olarak hesaplanmıştır. Burdur ili proje bazlı gökkuşuğu alabalığı çiftliklerinin A ve B yem fabrikalarının tahmini tüketilen yemlerinin YDO 1, 1,1 ve 1,2 için toplam kültürel enerji taşıma değerleri sırasıyla 1.434,09 Gkal, 1.577,50 Gkal, 1.720,91 Gkal ve 1.488,58 Gkal, 1.637,43 Gkal, 1.786,29 Gkal olarak belirlenmiştir (Tablo, 11, 12). Burdur ili proje bazlı gökkuşuğu alabalığı çiftliklerinin A ve B yem fabrikalarının tahmini tüketilen yemlerinin YDO 1, 1,1 ve 1,2 için toplam karbon ayak izi taşıma değerleri sırasıyla 407.929,01 kg CO_{2e}, 448.721,91 kg CO_{2e}, 489.514,81 kg CO_{2e} ve 423.257,83 kg CO_{2e}, 465.583,62 kg CO_{2e}, 507.909,40 kg CO_{2e} olarak belirlenmiştir (Tablo, 13, 14). Burdur ili proje bazlı gökkuşuğu alabalığı çiftliklerinin tahmini tüketilen yemlerinin ve tahmini tüketilen yemlerinin taşınması için harcanan kültürel enerji oranları A yem fabrikası için %92,16 ve %7,84, B yem fabrikası için %92,06 ve %7,94 (Tablo, 15) ve tahmini tüketilen yemlerinin ve tahmini tüketilen yemlerinin taşınması için harcanan karbon ayak izi oranları A yem fabrikası için %92,55 ve %7,45, B yem fabrikası için %92,94 ve %7,06 (Tablo, 16) olarak hesaplanmıştır. Burdur ili proje bazlı gökkuşuğu alabalığı çiftliklerinin tahmini tüketilen yemlerinin



ve tahmini tüketilen yemlerinin taşıma değerlerinin tahmini toplam kültürel enerji değerleri sırasıyla 3,73 Mkal/kg ve 3,68 Mkal/kg ve tahmini tüketilen yemlerinin ve tahmini tüketilen yemlerinin taşıma değerlerinin toplam karbon ayak izi değerleri 1,07 kg CO₂e/kg ve 1,18 kg CO₂e/kg olarak hesaplanmıştır.

Tablo 6. Burdur ili gökkuşuğu alabalığı çiftliklerinin YDO 1, 1,1 ve 1,2'e göre tahmini tüketilen yem miktarı (kg)

Kod	1	1,1	1,2	Kod	1	1,1	1,2
1	130.523,08	143.575,38	156.627,69	17	435.076,92	478.584,62	522.092,31
2	174.030,77	191.433,85	208.836,92	18	87.015,38	95.716,92	104.418,46
3	21.753,85	23.929,23	26.104,62	19	21.753,85	23.929,23	26.104,62
4	174.030,77	191.433,85	208.836,92	20	147.926,15	162.718,77	177.511,38
5	191.433,85	210.577,23	229.720,62	21	391.569,23	430.726,15	469.883,08
6	304.553,85	335.009,23	365.464,62	22	87.015,38	95.716,92	104.418,46
7	130.523,08	143.575,38	156.627,69	23	21.753,85	23.929,23	26.104,62
8	21.753,85	23.929,23	26.104,62	24	87.015,38	95.716,92	104.418,46
9	21.753,85	23.929,23	26.104,62	25	435.076,92	478.584,62	522.092,31
10	95.716,92	105.288,62	114.860,31	26	87.015,38	95.716,92	104.418,46
11	21.753,85	23.929,23	26.104,62	27	87.015,38	95.716,92	104.418,46
12	21.753,85	23.929,23	26.104,62	28	87.015,38	95.716,92	104.418,46
13	435.076,92	478.584,62	522.092,31	29	87.015,38	95.716,92	104.418,46
14	87.015,38	95.716,92	104.418,46	30	43.507,69	47.858,46	52.209,23
15	87.015,38	95.716,92	104.418,46	31	783.138,46	861.452,31	939.766,15
16	304.553,85	335.009,23	365.464,62	Σ	5.112.153,85	5.623.369,23	6.134.584,62

Tablo 7. Burdur ili gökkuşuğu alabalığı çiftliklerinin A yem fabrikasının YDO 1, 1,1, 1,2'e göre tahmini tüketilen yemlerinin kültürel enerji değerleri (Mkal)

Kod	1	1,1	1,2	Kod	1	1,1	1,2
1	448.577,68	493.435,45	538.293,22	17	1.495.258,95	1.644.784,84	1.794.310,74
2	598.103,58	657.913,94	717.724,29	18	299.051,79	328.956,97	358.862,15
3	74.762,95	82.239,24	89.715,54	19	74.762,95	82.239,24	89.715,54
4	598.103,58	657.913,94	717.724,29	20	508.388,04	559.226,85	610.065,65
5	657.913,94	723.705,33	789.496,72	21	1.345.733,05	1.480.306,36	1.614.879,66
6	1.046.681,26	1.151.349,39	1.256.017,51	22	299.051,79	328.956,97	358.862,15
7	448.577,68	493.435,45	538.293,22	23	74.762,95	82.239,24	89.715,54
8	74.762,95	82.239,24	89.715,54	24	299.051,79	328.956,97	358.862,15
9	74.762,95	82.239,24	89.715,54	25	1.495.258,95	1.644.784,84	1.794.310,74
10	328.956,97	361.852,66	394.748,36	26	299.051,79	328.956,97	358.862,15
11	74.762,95	82.239,24	89.715,54	27	299.051,79	328.956,97	358.862,15
12	74.762,95	82.239,24	89.715,54	28	299.051,79	328.956,97	358.862,15
13	1.495.258,95	1.644.784,84	1.794.310,74	29	299.051,79	328.956,97	358.862,15
14	299.051,79	328.956,97	358.862,15	30	149.525,89	164.478,48	179.431,07
15	299.051,79	328.956,97	358.862,15	31	2.691.466,10	2.960.612,71	3.229.759,32
16	1.046.681,26	1.151.349,39	1.256.017,51	Σ	17.569.292,62	19.326.221,88	21.083.151,14

3,44 Mkal/kg



Diken vd. (2021) ve Diken vd. (yayınlanmamış) tarafından bildirilen iç sularda kafeslerde yetiştiriciliği yapılan gökkuşağı alabalığının %77,78 kültürel enerji ve %72,60 karbon ayak izi değerleri dikkate alındığında, hesaplanan bu değerler bu oranlara göre Burdur İli kafes gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinin A ve B yem fabrikası kaynaklı kültürel enerji değerlerinin sırası ile 4,80 Mkal/kg ve 4,73 Mkal/kg'a, karbon ayak izi tahmin değerlerinin ise 1,47 kg CO_{2e}/kg ve 1,63 kg CO_{2e}/kg'a ulaşacağı tahmin edilebilir.

Tablo 8. Burdur ili gökkuşağı alabalığı çiftliklerinin B yem fabrikasının YDO 1, 1,1, 1,2'e göre tahmini tüketilen yemlerinin kültürel enerji değerleri (Mkal)

Kod	1	1,1	1,2	Kod	1	1,1	1,2
1	442.100,37	486.310,40	530.520,44	17	1.473.667,89	1.621.034,68	1.768.401,47
2	589.467,16	648.413,87	707.360,59	18	294.733,58	324.206,94	353.680,29
3	73.683,39	81.051,73	88.420,07	19	73.683,39	81.051,73	88.420,07
4	589.467,16	648.413,87	707.360,59	20	501.047,08	551.151,79	601.256,50
5	648.413,87	713.255,26	778.096,65	21	1.326.301,10	1.458.931,21	1.591.561,32
6	1.031.567,53	1.134.724,28	1.237.881,03	22	294.733,58	324.206,94	353.680,29
7	442.100,37	486.310,40	530.520,44	23	73.683,39	81.051,73	88.420,07
8	73.683,39	81.051,73	88.420,07	24	294.733,58	324.206,94	353.680,29
9	73.683,39	81.051,73	88.420,07	25	1.473.667,89	1.621.034,68	1.768.401,47
10	324.206,94	356.627,63	389.048,32	26	294.733,58	324.206,94	353.680,29
11	73.683,39	81.051,73	88.420,07	27	294.733,58	324.206,94	353.680,29
12	73.683,39	81.051,73	88.420,07	28	294.733,58	324.206,94	353.680,29
13	1.473.667,89	1.621.034,68	1.768.401,47	29	294.733,58	324.206,94	353.680,29
14	294.733,58	324.206,94	353.680,29	30	147.366,79	162.103,47	176.840,15
15	294.733,58	324.206,94	353.680,29	31	2.652.602,21	2.917.862,43	3.183.122,65
16	1.031.567,53	1.134.724,28	1.237.881,03	Σ	17.315.597,74	19.047.157,52	20.778.717,29
3,39 Mkal/kg							

Tablo 9. Burdur ili gökkuşağı alabalığı çiftliklerinin A yem fabrikasının YDO 1, 1,1, 1,2'e göre tahmini tüketilen yemlerinin karbon ayak izi değerleri (kg CO_{2e})

Kod	1	1,1	1,2	Kod	1	1,1	1,2
1	129.673,87	142.641,26	155.608,64	17	432.246,24	475.470,86	518.695,48
2	172.898,49	190.188,34	207.478,19	18	86.449,25	95.094,17	103.739,10
3	21.612,31	23.773,54	25.934,77	19	21.612,31	23.773,54	25.934,77
4	172.898,49	190.188,34	207.478,19	20	146.963,72	161.660,09	176.356,46
5	190.188,34	209.207,18	228.226,01	21	389.021,61	427.923,77	466.825,93
6	302.572,36	332.829,60	363.086,84	22	86.449,25	95.094,17	103.739,10
7	129.673,87	142.641,26	155.608,64	23	21.612,31	23.773,54	25.934,77
8	21.612,31	23.773,54	25.934,77	24	86.449,25	95.094,17	103.739,10
9	21.612,31	23.773,54	25.934,77	25	432.246,24	475.470,86	518.695,48
10	95.094,17	104.603,59	114.113,01	26	86.449,25	95.094,17	103.739,10
11	21.612,31	23.773,54	25.934,77	27	86.449,25	95.094,17	103.739,10
12	21.612,31	23.773,54	25.934,77	28	86.449,25	95.094,17	103.739,10
13	432.246,24	475.470,86	518.695,48	29	86.449,25	95.094,17	103.739,10
14	86.449,25	95.094,17	103.739,10	30	43.224,62	47.547,09	51.869,55
15	86.449,25	95.094,17	103.739,10	31	778.043,22	855.847,55	933.651,87
16	302.572,36	332.829,60	363.086,84	Σ	5.078.893,26	5.586.782,59	6.094.671,92
0,99 kg CO _{2e} /kg							



Tablo 10. Burdur ili gökkuşuğu alabalığı çiftliklerinin B yem fabrikasının YDO 1, 1,1, 1,2'e göre tahmini tüketilen yemlerinin karbon ayak izi değerleri (kg CO_{2e})

Kod	1	1,1	1,2	Kod	1	1,1	1,2
1	142.739,23	157.013,15	171.287,08	17	475.797,44	523.377,18	570.956,93
2	190.318,98	209.350,87	228.382,77	18	95.159,49	104.675,44	114.191,39
3	23.789,87	26.168,86	28.547,85	19	23.789,87	26.168,86	28.547,85
4	190.318,98	209.350,87	228.382,77	20	161.771,13	177.948,24	194.125,36
5	209.350,87	230.285,96	251.221,05	21	428.217,70	471.039,46	513.861,23
6	333.058,21	366.364,03	399.669,85	22	95.159,49	104.675,44	114.191,39
7	142.739,23	157.013,15	171.287,08	23	23.789,87	26.168,86	28.547,85
8	23.789,87	26.168,86	28.547,85	24	95.159,49	104.675,44	114.191,39
9	23.789,87	26.168,86	28.547,85	25	475.797,44	523.377,18	570.956,93
10	104.675,44	115.142,98	125.610,52	26	95.159,49	104.675,44	114.191,39
11	23.789,87	26.168,86	28.547,85	27	95.159,49	104.675,44	114.191,39
12	23.789,87	26.168,86	28.547,85	28	95.159,49	104.675,44	114.191,39
13	475.797,44	523.377,18	570.956,93	29	95.159,49	104.675,44	114.191,39
14	95.159,49	104.675,44	114.191,39	30	47.579,74	52.337,72	57.095,69
15	95.159,49	104.675,44	114.191,39	31	856.435,39	942.078,93	1.027.722,47
16	333.058,21	366.364,03	399.669,85	Σ	5.590.619,91	6.149.681,90	6.708.743,89

1,09 kg CO_{2e}/kg

Tablo 11. Burdur ili gökkuşuğu alabalığı çiftliklerinin A yem fabrikasının YDO 1, 1,1, 1,2'e göre tahmini tüketilen yemlerinin kültürel enerji taşıma değerleri (Mkal)

Kod	1	1,1	1,2	Kod	1	1,1	1,2
1	33.908,59	37.299,45	40.690,31	17	140.112,17	154.123,39	168.134,61
2	41.022,53	45.124,79	49.227,04	18	28.022,43	30.824,68	33.626,92
3	5.958,38	6.554,22	7.150,05	19	7.005,61	7.706,17	8.406,73
4	39.578,08	43.535,89	47.493,69	20	47.638,14	52.401,95	57.165,77
5	43.535,89	47.889,47	52.243,06	21	126.100,96	138.711,05	151.321,15
6	69.261,64	76.187,80	83.113,96	22	28.022,43	30.824,68	33.626,92
7	29.683,56	32.651,91	35.620,27	23	7.005,61	7.706,17	8.406,73
8	5.597,26	6.156,99	6.716,72	24	28.022,43	30.824,68	33.626,92
9	6.301,44	6.931,58	7.561,72	25	140.112,17	154.123,39	168.134,61
10	23.277,40	25.605,14	27.932,88	26	20.439,04	22.482,95	24.526,85
11	7.005,61	7.706,17	8.406,73	27	20.439,04	22.482,95	24.526,85
12	7.005,61	7.706,17	8.406,73	28	20.439,04	22.482,95	24.526,85
13	140.112,17	154.123,39	168.134,61	29	20.439,04	22.482,95	24.526,85
14	28.022,43	30.824,68	33.626,92	30	11.266,75	12.393,43	13.520,10
15	28.022,43	30.824,68	33.626,92	31	182.651,38	200.916,52	219.181,66
16	98.078,52	107.886,37	117.694,22	Σ	1.434.087,81	1.577.496,59	1.720.905,37



Tablo 12. Burdur ili gökkuşaağı alabalığı çiftliklerinin B yem fabrikasının YDO 1, 1,1, 1,2'e göre tahmini tüketilen yemlerinin kültürel enerji taşıma değerleri (Mkal)

Kod	1	1,1	1,2	Kod	1	1,1	1,2
1	35.533,60	39.086,96	42.640,32	17	144.084,42	158.492,87	172.901,31
2	43.189,22	47.508,14	51.827,06	18	28.816,88	31.698,57	34.580,26
3	6.427,83	7.070,61	7.713,39	19	7.204,22	7.924,64	8.645,07
4	41.744,76	45.919,24	50.093,71	20	48.988,70	53.887,57	58.786,45
5	45.919,24	50.511,16	55.103,08	21	129.675,98	142.643,58	155.611,18
6	73.053,33	80.358,66	87.664,00	22	28.816,88	31.698,57	34.580,26
7	31.308,57	34.439,43	37.570,28	23	7.204,22	7.924,64	8.645,07
8	5.651,43	6.216,57	6.781,72	24	28.816,88	31.698,57	34.580,26
9	6.770,88	7.447,97	8.125,06	25	144.084,42	158.492,87	172.901,31
10	24.469,07	26.915,98	29.362,89	26	21.666,83	23.833,51	26.000,20
11	7.204,22	7.924,64	8.645,07	27	21.666,83	23.833,51	26.000,20
12	7.204,22	7.924,64	8.645,07	28	21.666,83	23.833,51	26.000,20
13	144.084,42	158.492,87	172.901,31	29	21.666,83	23.833,51	26.000,20
14	28.816,88	31.698,57	34.580,26	30	11.411,20	12.552,32	13.693,44
15	28.816,88	31.698,57	34.580,26	31	191.751,45	210.926,60	230.101,74
16	100.859,10	110.945,01	121.030,92	Σ	1.488.576,27	1.637.433,90	1.786.291,53

Tablo 13. Burdur ili gökkuşaağı alabalığı çiftliklerinin A yem fabrikasının YDO 1, 1,1, 1,2'e göre tahmini tüketilen yemlerinin karbon ayak izi taşıma değerleri (kg CO₂e)

Kod	1	1,1	1,2	Kod	1	1,1	1,2
1	9.641,48	10.605,63	11.569,77	17	39.839,12	43.823,04	47.806,95
2	11.664,24	12.830,66	13.997,09	18	7.967,82	8.764,61	9.561,39
3	1.694,19	1.863,61	2.033,03	19	1.991,96	2.191,15	2.390,35
4	11.253,53	12.378,88	13.504,23	20	13.545,30	14.899,83	16.254,36
5	12.378,88	13.616,77	14.854,65	21	35.855,21	39.440,73	43.026,25
6	19.693,67	21.663,04	23.632,40	22	7.967,82	8.764,61	9.561,39
7	8.440,14	9.284,16	10.128,17	23	1.991,96	2.191,15	2.390,35
8	1.591,51	1.750,66	1.909,81	24	7.967,82	8.764,61	9.561,39
9	1.791,73	1.970,91	2.150,08	25	39.839,12	43.823,04	47.806,95
10	6.618,63	7.280,50	7.942,36	26	5.852,65	6.437,92	7.023,19
11	1.991,96	2.191,15	2.390,35	27	5.852,65	6.437,92	7.023,19
12	1.991,96	2.191,15	2.390,35	28	5.852,65	6.437,92	7.023,19
13	39.839,12	43.823,04	47.806,95	29	5.852,65	6.437,92	7.023,19
14	7.967,82	8.764,61	9.561,39	30	3.203,56	3.523,91	3.844,27
15	7.967,82	8.764,61	9.561,39	31	51.934,61	57.128,07	62.321,53
16	27.887,39	30.676,13	33.464,86	Σ	407.929,01	448.721,91	489.514,81



Tablo 14. Burdur ili gökkuşuğu alabalığı çiftliklerinin B yem fabrikasının YDO 1, 1,1, 1,2'e göre tahmini tüketilen yemlerinin karbon ayak izi taşıma değerleri (kg CO₂e)

Kod	1	1,1	1,2	Kod	1	1,1	1,2
1	10.103,53	11.113,88	12.124,24	17	40.968,58	45.065,44	49.162,30
2	12.280,31	13.508,34	14.736,37	18	8.193,72	9.013,09	9.832,46
3	1.827,67	2.010,44	2.193,21	19	2.048,43	2.253,27	2.458,12
4	11.869,59	13.056,55	14.243,51	20	13.929,32	15.322,25	16.715,18
5	13.056,55	14.362,21	15.667,86	21	36.871,73	40.558,90	44.246,07
6	20.771,79	22.848,97	24.926,15	22	8.193,72	9.013,09	9.832,46
7	8.902,20	9.792,42	10.682,64	23	2.048,43	2.253,27	2.458,12
8	1.606,91	1.767,60	1.928,30	24	8.193,72	9.013,09	9.832,46
9	1.925,22	2.117,74	2.310,26	25	40.968,58	45.065,44	49.162,30
10	6.957,47	7.653,22	8.348,97	26	6.160,69	6.776,76	7.392,83
11	2.048,43	2.253,27	2.458,12	27	6.160,69	6.776,76	7.392,83
12	2.048,43	2.253,27	2.458,12	28	6.160,69	6.776,76	7.392,83
13	40.968,58	45.065,44	49.162,30	29	6.160,69	6.776,76	7.392,83
14	8.193,72	9.013,09	9.832,46	30	3.244,63	3.569,09	3.893,56
15	8.193,72	9.013,09	9.832,46	31	54.522,10	59.974,31	65.426,52
16	28.678,01	31.545,81	34.413,61	Σ	423.257,83	465.583,62	507.909,40

Tablo 15. Burdur ili gökkuşuğu alabalığı çiftliklerinin A ve B yem fabrikalarının tahmini tüketilen yem ve tahmini tüketilen yemlerin kültürel enerji taşıma oranları (%)

A						B					
Kod	Yem	Taşıma	Kod	Yem	Taşıma	Kod	Yem	Taşıma	Kod	Yem	Taşıma
1	92,66	7,34	17	91,21	8,79	1	92,56	7,44	17	91,09	8,91
2	93,27	6,73	18	91,21	8,79	2	93,17	6,83	18	91,09	8,91
3	92,08	7,92	19	91,21	8,79	3	91,98	8,02	19	91,09	8,91
4	93,48	6,52	20	91,21	8,79	4	93,39	6,61	20	91,09	8,91
5	93,48	6,52	21	91,21	8,79	5	93,39	6,61	21	91,09	8,91
6	93,48	6,52	22	91,21	8,79	6	93,39	6,61	22	91,09	8,91
7	93,48	6,52	23	91,21	8,79	7	93,39	6,61	23	91,09	8,91
8	92,97	7,03	24	91,21	8,79	8	92,88	7,12	24	91,09	8,91
9	91,70	8,30	25	91,21	8,79	9	91,58	8,42	25	91,09	8,91
10	93,08	6,92	26	93,24	6,76	10	92,98	7,02	26	93,15	6,85
11	91,21	8,79	27	93,24	6,76	11	91,09	8,91	27	93,15	6,85
12	91,21	8,79	28	93,24	6,76	12	91,09	8,91	28	93,15	6,85
13	91,21	8,79	29	93,24	6,76	13	91,09	8,91	29	93,15	6,85
14	91,21	8,79	30	92,91	7,09	14	91,09	8,91	30	92,81	7,19
15	91,21	8,79	31	93,35	6,65	15	91,09	8,91	31	93,26	6,74
16	91,21	8,79	Σ	92,16	7,84	16	91,09	8,91	Σ	92,06	7,94



Tablo 16. Burdur ili gökkuşuğu alabalığı çiftliklerinin A ve B yem fabrikalarının tahmini tüketilen yem ve tahmini tüketilen yemlerin karbon ayak izi taşıma oranları (%)

A						B					
Kod	Yem	Taşıma	Kod	Yem	Taşıma	Kod	Yem	Taşıma	Kod	Yem	Taşıma
1	93,08	6,92	17	91,56	8,44	1	93,39	6,61	17	92,07	7,93
2	93,68	6,32	18	91,56	8,44	2	93,94	6,06	18	92,07	7,93
3	92,73	7,27	19	91,56	8,44	3	92,87	7,13	19	92,07	7,93
4	93,89	6,11	20	91,56	8,44	4	94,13	5,87	20	92,07	7,93
5	93,89	6,11	21	91,56	8,44	5	94,13	5,87	21	92,07	7,93
6	93,89	6,11	22	91,56	8,44	6	94,13	5,87	22	92,07	7,93
7	93,89	6,11	23	91,56	8,44	7	94,13	5,87	23	92,07	7,93
8	93,14	6,86	24	91,56	8,44	8	93,67	6,33	24	92,07	7,93
9	92,34	7,66	25	91,56	8,44	9	92,51	7,49	25	92,07	7,93
10	93,49	6,51	26	93,66	6,34	10	93,77	6,23	26	93,92	6,08
11	91,56	8,44	27	93,66	6,34	11	92,07	7,93	27	93,92	6,08
12	91,56	8,44	28	93,66	6,34	12	92,07	7,93	28	93,92	6,08
13	91,56	8,44	29	93,66	6,34	13	92,07	7,93	29	93,92	6,08
14	91,56	8,44	30	93,10	6,90	14	92,07	7,93	30	93,62	6,38
15	91,56	8,44	31	93,74	6,26	15	92,07	7,93	31	94,01	5,99
16	91,56	8,44	Σ	92,55	7,45	16	92,07	7,93	Σ	92,94	7,06

Sonuç ve öneriler

Burdur ili gökkuşuğu alabalığı proje kapasitesine göre hesaplanan A ve B yem fabrikası yemlerinin tüketiminden kaynaklı yem için harcanan kültürel enerji ve karbon ayak izi ile yem taşımacılığında kaynaklanan kültürel enerji ve karbon ayak izi değerlerinin hesaplamaları su ürünleri yetiştiriciliği için bildirilen değerler içerisinde olduğu ve bu hesaplanan değerlerin Diken vd. (2021) ve Diken vd. (yayınlanmamış) tarafından bildirilen iç sulardaki kafeslerde yetiştiriciliği yapılan gökkuşuğu alabalığının %77,78 kültürel enerji ve %72,60 karbon ayak izi değerleri dikkate alındığında iç sularda kafes alabalığı yetiştiriciliğinin sığır, inek, domuz gibi diğer karasal hayvan yetiştiriciliğinden daha sürdürülebilir bir değerde olduğu tahmin edilmiştir (Boyd vd., 2007; Koknaroglu ve Atılgan, 2007; Koknaroglu, 2008; Koknaroglu, 2010; Koknaroglu ve Hoffman 2019; Boyd vd., 2020; Hognes vd., 2011; Hagos, 2012; Boyd vd., 2013; Little vd., 2017; Diken vd., 2021; Diken vd., yayınlanmamış).

Çalışma sonuçları su ürünleri yetiştiriciliğinde yem ham maddeleri, YDO ve yem taşıma mesafesinin kültürel enerji ve karbon ayak izi girdilerini önemli ölçüde etkilediğini ve dikkate alınması gerektiğini ortaya koymuştur. Sonuçlar, diğer araştırmacılarının sonuç ya da ifadeleriyle (Henriksson vd., 2017; Diken, 2020; Diken vd., 2021; Kalıpçı, 2021; Diken vd., yayınlanmamış) değerlendirildiğinde su ürünleri sektörünün sera gazı emisyonuna katkısının az olduğu ve bu bakımdan düşük karbon ekonomisi olarak değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır. Balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliğine ilişkin risk değerlendirme raporlarının oluşturulması ve iklim değişikliğine uyum çalışmalarına yönelik planları kapsayan karbon ayak izi ve kültürel enerji değerlerinin belirlenmesi, karar vericilere önemli katkı sağlayacağı ve sürdürülebilir su ürünleri yetiştiriciliğinde kültürel enerji ve karbon ayak izi çalışmalarının mavi büyüme ve iklim değişikliği ile ilgili stratejilerin belirlenmesine katkı veren tematik bir değer taşıdığı tespit edilmiştir.

Teşekkür

Çalışma sırasındaki yardımlarından dolayı Prof. Dr. Hayati Köknaroglu'na ve saha çalışması desteği için Su Ürünleri Teknikeri İsmail Can'a teşekkür ederim.



Kaynakça

- Alley, R., Berntsen, T., Bindoff, N. L., Chen, Z., Chidthaisong, A., Friedlingstein, P., ..., & Zwiery, F. (2007). Climate change 2007: The physical science basis. *Summary for policymakers, Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva*. https://www.slvwd.com/sites/g/files/vyhlf1176/f/uploads/item_10b_4.pdf adresinden erişildi.
- Angel, D., Jokumsen, A., & Lembo, G. (2019). Aquaculture production systems and environmental interactions, 103-118pp. In: *Organic Aquaculture Impacts and Future Developments*, Lembo, G., Mente E. (Eds.), 192p. Springer, Gewerbestrasse. Switzerland.
- Audsley, E., Brander, M., Chatterton, J.C., Murphy-Bokern, D., Webster, C., & Williams, A.G. (2009). How low can we go? An assessment of greenhouse gas emissions from the UK food system and the scope to reduce them by 2050. WWF-UK.
- Bostock, J., McAndrew, B., Richards, R., Jauncey, K., Telfer, T., Lorenzen, K., Little, D., Ross, L., Handisyde, N., Gatward, I., Corner, R., 2010. Aquaculture: global status and trends. *Philos. Trans. R. Soc. Lond., B, Biol. Sci.* 365, 2897-2912.
- Boyd, CE. (2013). Assessing the carbon footprint of aquaculture. Pond aquaculture often is carbon dioxide neutral. <https://www.globalseafood.org/advocate/assessing-carbon-footprint-of-aquaculture/> adresinden erişildi.
- Boyd, C.E., Tucker, C., Mcnevin, A., Bostick, K., & Clay, J. (2007). Indicators of resource use efficiency and environmental performance in fish and crustacean aquaculture. *Reviews in Fisheries Science*, 15(4), 327-360.
- Boyd, C.E., D'Abramo, L.R., Glencross, B.D., Huyben, D.C., Juarez, L.M., Lockwood, G.S., McNevin, A.A., Tacon, A.G.J., Teletchea, F., Tomassa Jr, J.R., Tucker, C.S., & Valenti, W.C. (2020). Achieving sustainable aquaculture: Historical and current perspectives and future needs and challenges. *Journal of the World Aquaculture Society*, 51(3), 578-633.
- Chatvijitkul, S., Boyd, C.E., Davis, D.A., & McNevin, A.A. (2017). Embodied resources in fish and shrimp feeds. *Journal of The World Aquaculture Society*, 48(1), 7-19.
- Chatvijitkul, S., Boyd, C.E., Davis, D.A., & McNevin, A.A. (2017). Embodied resources in fish and shrimp feeds. *Journal of The World Aquaculture Society*, 48(1), 7-19.
- Chatvijitkul, S., Boyd, C.E., Davis, D.A., & McNevin, A.A. (2017).). Embodied resources in fish and shrimp feeds. *Journal of The World Aquaculture Society*, 48(1), 7-19 makalesinin <http://www.fao.org/wairdocs/lead/x6100e/x6100e03.htm> adresinden erişmiştir.
- Cochrane, K., De Young, C., Soto, D., & Bahri, T. (2009). Climate change implications for fisheries and aquaculture. *FAO Fisheries and aquaculture technical paper*, 530, 212.
- Cook, C.W., Denham, A.H., Bartlett, E.T., & Child, R.D. (1976). Efficiency of converting nutrients and cultural energy in various feeding and grazing systems. *Rangeland Ecology ve Management/Journal of Range Management Archives*, 29(3), 186-191.
- Çınar İ., & Köknaroğlu, H. (2019). Süt sığırcılığında ırkın sürdürülebilirlik üzerine etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14, 143-155.
- Davulis, J.P., & Frick, G.E. (1977). Potential for energy conservation in feeding livestock and poultry in the United States. *Bulletin New Hampshire Agricultural Experiment Station*, 506.
- Diken, G. (2020). Antropojenik İklim Değişikliğinin Balıkçılık ve Su Ürünleri Üzerine Etki ve Yönetim Stratejilerine Genel Bir Bakış. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 5(3), 295-303.
- Diken, G., Köknaroğlu, H. ve Can, İ. (2021). Cultural energy use and energy use efficiency of a small-scale rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) cage farm in the inland waters of Turkey: A case study from Karacaören-I Dam Lake. *Aquaculture Studies*, 21(1), 31-39.
- Diken, G., Köknaroğlu, H., & Can, İ. (...). Small-Scale Rainbow Trout Cage Farm in the Inland Waters of Turkey is Sustainable in terms of Carbon Footprint (kg CO₂e).
- Flos, R., & Reig, L. (2017). Improving energy efficiency in fisheries and aquaculture. *Aquaculture europe*, 42(2), 29-34.
- Grönroos, J., Seppälä, J., Silvenius, F., Mäkinen, T., 2006. Life cycle assessment of finnish cultivated rainbow trout. *Boreal. Environ. Res.* 11, 401-404.
- Hagos, K.W. (2012). Survey of resource use efficiency and estimation of carbon and water footprints in fish farming systems using life cycle analysis. University of Rhode Island. Kingston, USD, 225pp.



- Hognes, E.S., Ziegler, F., & Sund, V. (2011). Carbon footprint and area use of farmed Norwegian salmon (SINTEF Fisheries and Aquaculture Report: A22673).
- Henriksson, P., Little, D.C., Troell, M., Kleijn, DrN., 2010. Energy efficiency of aquaculture. *Global Aquaculture Advocate* 1-6.
- Heitschmidt, R.K, Short, R.E., & Grings, E.E. (1996). Ecosystems, sustainability, and animal agriculture. *Journal of Animal Science*, 74, 1395-1405.
- Henriksson, P.J.G., Tran, N., Mohan, C.V., Chan, C.Y., Rodriguez, U.P., Suri, S., Mateos, L.D., Utomo, N.B.P., Hall, S., & Phillips Phillips, M.J. (2017). Indonesian aquaculture futures–Evaluating environmental and socioeconomic potentials and limitations. *Journal of Cleaner Production*, 162, 1482-1490.
- Hu, Z., Wu, S., Ji, C., Zou, J., Zhou, Q. & S. Liu. (2016). A comparison of methane emissions following rice paddies conversion to crab-fish farming wetlands in southeast China. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(2), 1505-1515.
- IAFFD (2020). The International Aquaculture Feed Formulation Database. Feed ingredient composition database. <https://www.iaffd.com/feed.html?v=4.3>. adresinden erişildi.
- Kalıpcı, E., Başer, V., Türkmen, M., Nihal, G.E.N. Ç., & Hüseyin, C.Ü.C.E. (2021). Türkiye Kıyılarında Deniz Suyu Sıcaklık Değişiminin CBS ile Analizi ve Ekolojik Etkilerinin Değerlendirilmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 7(2), 278-288.
- Koknaroglu, H., & Atılğan, A. (2007). Effect of season on broiler performance and sustainability of broiler production. *Journal of Sustainable Agriculture*, 31, 113-124.
- Koknaroglu, H., Ali, A., Morrical, D.G., & Hoffman, M.P. (2006). Breeding for sustainability: effect of breed on cultural energy expenditure of lamb production. *Czech Journal of Animal Science*, 51(9), 391-399.
- Koknaroglu, H., Ekinci, K., & Hoffman, M.P. (2007). Cultural Energy Analysis of Pasturing Systems for Cattle Finishing Programs. *Journal of Sustainable Agriculture*, 30, 5-20.
- Koknaroglu, H. (2008). Effect of concentrate level on sustainability of beef cattle production. *Journal of Sustainable Agriculture*, 32(1), 123-136.
- Koknaroglu, H. (2010). Cultural energy analyses of dairy cattle receiving different concentrate levels. *Energy Conversion and Management*, 51, 955-958.
- Koknaroglu, H., & Hoffman, M.P. (2019). Season affects energy input/output ratio in beef cattle production. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 7(4), 149-154.
- Little, S. M., Benchaar, C., Janzen, H. H., Kröbel, R., McGeough, E. J., & Beauchemin, K. A. (2017). Demonstrating the effect of forage source on the carbon footprint of a Canadian dairy farm using whole-systems analysis and the Holos model: alfalfa silage vs. corn silage. *Climate*, 5(4), 87.
- Liu, Y., Rosten, T.W., Henriksen, K., Hognes, E.S., Summerfelt, S., & Vinci, B. (2016). Comparative economic performance and carbon footprint of two farming models for producing Atlantic salmon (*Salmo salar*): Land-based closed containment system in freshwater and open net pen in seawater. *Aquacultural Engineering*, 71, 1-12.
- MacLeod, M. J., Hasan, M.R., Robb, D.H., & Mamun-Ur-Rashid, M. (2020). Quantifying greenhouse gas emissions from global aquaculture. *Scientific reports*, 10(1), 1-8.
- MH (2017). Marine Harvest ASA. Salmon farming industry handbook 2017.
- Moe, A., Koehler-Munro, K., Bryan, R., Goddard, T., & Kryzanowski, L. (2014, October). Multi-criteria decision analysis of feed formulation for laying hens. In *Proceedings of the 9th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector, San Francisco, CA, USA* (pp. 8-10).
- O'Brien, D., Capper, J.L., Garnsworthy, P.C., Grainger, C., & Shalloo, L. (2014). A case study of the carbon footprint of milk from high-performing confinement and grass-based dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 97(3), 1835-1851.
- Pelletier, N., Audsley, E., Brodt, S., Garnett, T., Henriksson, P. Kendall, A., Kramer, K.J., Murphy, D., Nemecek, T., & Troell, M. (2011). Energy intensity of agriculture and food systems. *The Annual Review of Environment and Resources*, 36, 223-246.
- Pimental, D. (1980). Energy used for transporting supplies to the farm. In D. Pimental (Ed.), *Handbook of energy utilization in agriculture* (p. 55). Boca Raton, FL, CRC Press.
- Raul, C., Pattanaik, S.S., & Prakash, S. (2020). Greenhouse Gas Emissions from Aquaculture Systems. *World aquaculture*, 57-61.
- Robertson, K., Symes, W., & Garnham, M. (2015). Carbon footprint of dairy goat milk production in New Zealand. *Journal of dairy science*, 98(7), 4279-4293.



- Rossi, L., Bibbiani, C., Fierro-Sañudo, J. F., Maibam, C., Incrocci, L., Pardossi, A., & Fronte, B. (2021). Selection of marine fish for integrated multi-trophic aquaponic production in the Mediterranean area using DEXi multi-criteria analysis. *Aquaculture*, 535, 736402.
- Rotz, C.A., Asem-Hiablíe, S., Place, S., & Thoma, G. (2019). Environmental footprints of beef cattle production in the United States. *Agricultural systems*, 169, 1-13.
- Shahid, S.A. & Behnassi, M. (2014). Climate change impacts in the Arab Region: review of adaptation and mitigation potential and practices 15-38pp. In: *Vulnerability of Agriculture, Water and Fisheries to Climate Change: Toward Sustainable Adaptation Strategies*, Behnassi, M., Ramachandran, G., Muteng'e M.S., Shelat, K.N. (Eds), 336p. Springer; Dordrecht, Nederland.
- Sarkar, B., & Tiwari, G.N. (2006). Energy use pattern analysis for production of fish in open and greenhouse pond-an experimental study. *International Journal of Ambient Energy*, 27(2), 78-84.
- Singh, G., Singh, S., & Singh, J. (2004). Optimization of energy inputs for wheat crop in Punjab. *Energy Conversion and Management*, 45, 453-465. [https://doi.org/10.1016/S0196-8904\(03\)00155-9](https://doi.org/10.1016/S0196-8904(03)00155-9)
- Smith, E.G., Janzen, H.H., & Newlands, N.L. 2007. Energy balances for biodiesel production from soybeans and canola. *Canadian Journal of Plant Science* 87:793–801.
- Sonesson, U., Davis, J., & Ziegler, F. (2010). Food production and emissions of greenhouse gases: an overview of the climate impact of different product groups.
- Steffen, W. (2020). The “Anthropocene” by Paul J. Crutzen and Eugene F. Stoermer. The International Geosphere–Biosphere Programme (IGBP) Newsletter No.41, 17-18p.
- Treloar, G.J., Love, P.E., Holt, G.D., 2001. Using national input/output data for embodied energy analysis of individual residential buildings. *Constr. Manag. Econ.* 19, 49-61.
- Troell, M., Tyedmers, P., Kautsky, N., & Rönnäbck, P. (2004). Aquaculture and energy use. *Encyclopedia of Energy*, 1, 97-108.
- UN (2021). United Nations. Climate Action, What Is Climate Change? <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-climate-change> (accessed 14 August 2021).
- Usubiaga-Liaño, A., Behrens, P., & Daioglou, V. (2020). Energy use in the global food system. *Journal of Industrial Ecology*, 24, 830-840.
- Vellinga, T.V., Blonk, H., Marinussen, M., Van Zeist, W.J., & Starman, D.A.J. (2013). Methodology used in feedprint: a tool quantifying greenhouse gas emissions of feed production and utilization (No. 674). Wageningen UR Livestock Research.
- Weidema, B.P., Thrane, M., Christensen, P., Schmidt, J., & Løkke, S. (2008). Carbon footprint: a catalyst for life cycle assessment?. *Journal of industrial Ecology*, 12(1), 3-6.



FARKLI PIŞİRME TEKNİKLERİNİN AYNALI SAZAN (*Cyprinus carpio*) BALIĞININ BESİN ÖĞELERİNE VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Muhsine Duman¹

Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, 23119 Elazığ, Turkey

Öz

Gıdalarda farklı pişirme teknikleri gıdanın besin değeri ve duyuşsal özellikleri üzerine pek çok etkisi vardır. Bu çalışmada, dört farklı pişirme (fırında, kızartma, buharda ve mikrodalga fırında) teknikleri kullanarak aynalı sazan (*Cyprinus carpio*) balığı filetolarının besin öğeleri (nem, protein, yağ ve kül), pişirme verimi ve duyuşsal (renk, koku, lezzet ve genel beğeni) özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda tüm gruplarda nem miktarının azaldığı buna karşı protein ve yağ miktarının arttığı saptanmıştır. En fazla yağ miktarı yağda kızartılmış örneklerde tespit edilmiştir. Kızartılmış sazan örneklerinin yağ içeriği diğer pişirme teknikleriyle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Taze ve pişmiş sazan örneklerinin besin öğeleri analiz bulguları karşılaştırıldığında önemli farklılıklar bulunmuştur ($p < 0,05$). En yüksek pişirme verimi buharda pişirilmiş fileto örneklerde, en düşük pişirme verimi ise fırında kızartma yöntemi ile pişirilmiş fileto örneklerinde belirlenmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre en fazla beğeni sırayla kızartma, fırında, mikrodalgada pişirme ve buharda pişirme olarak tespit edilmiştir. Pişirme tekniğinin örneklerin koku ve renk üzerine önemli bir etkisi olmadığı ($p > 0,05$), lezzet üzerine istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0,05$).

Anahtar Kelimeler: Aynalı sazan, pişirme teknikleri, besin öğeleri, pişirme verimi

Giriş

Sazan (*Cyprinus carpio*) en büyük tatlı su balıklarından biri olarak kabul edilen, sazangiller (Cyprinidae) familyasına aittir. Asya'dan Avrupa'ya tüm dünyada pek çok göl, gölet ve baraj göllerinde doğal olarak bulunur (Vilizzi ve ark., 2015). Hızlı büyüme oranı ve etinin lezzetli olması nedeniyle ekonomik değeri yüksektir (Geldiay ve Balık, 1996). Türkiye'de 2018'de iç sularda avlanan sazan miktarı 2906 ton iken 2020 yılında ise 2893 tona düşmüştür (TÜİK, 2021).

Balık, yüksek kaliteli protein, omega-3 yağ asitlerinin yanı sıra kalsiyum ve fosfor gibi önemli mineraller içeren günlük yaşamda insanlar için önemli bir besin kaynağıdır (Baishak ve ark., 2020). Balık çok nadir olarak çiğ yada az pişmiş olarak tüketilmektedir. Genellikle farklı pişirme teknikleri kullanılarak pişirilirler. Et ve kümes hayvanları için kullanılan tekniklerin tamamı balık için de uygulanabilir, ancak pişirme sıcaklıkları ve süreleri genellikle daha kısadır (Bognar, 1998). Çünkü balık hassas doğası nedeniyle pişirme işlemi sırasında ekstra özen ve dikkat gerektirir. Balık uygun şekilde pişirilir, sıcak servis edildiğinde daha çekici ve lezzetli olan etin sindirimi de daha kolaydır. Ancak pişirme esnasında oluşan fiziksel ve biyokimyasal reaksiyonlar sonucunda etin besin değeri arttırabilir veya azaltabilir. Balıklar yaygın olarak kızartılarak tüketilse de tüketicilerin pişirme tekniklerine yönelik tercihleri giderek değişmektedir (Türkkan ve ark., 2008). Bunun nedeni ise sağlıklı beslenme alışkanlıklarının değişmesi büyük rol oynamaktadır. Bu çalışmada dört farklı pişirme (fırında, kızartma, buharda ve mikrodalga fırında) teknikleri kullanarak aynalı sazan (*Cyprinus carpio*) balığı filetolarının besin öğeleri (nem, protein, yağ ve kül), pişirme verimi ve duyuşsal (renk, koku, lezzet ve genel beğeni) özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

¹Dr. Öğr. Üyesi, Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, mduman@fitat.edu.tr



Materyal Metod

Bu çalışmada kullanılan, aynalı sazan (*Cyprinus carpio*) balıkları Eylül 2021 tarihinde Elazığ'daki yerel bir balıkçıdan temin edilmiştir. Balıklar; soğuk muhafaza ile uygun şartlarda kısa süre içinde laboratuvara nakledilmiştir ve aynı gün içinde işleme alınmıştır. Balıkların ortalama boy ve ağırlıkları sırasıyla 49,25±1,75 cm ve 1728±275,25 g olarak ölçülmüştür. Balıklar önce musluk su ile yıkanmış, balığın başı kesilmiş ve iç organları çıkartılmıştır. Omurga çıkartılarak gövde iki kısma ayrılmış ve kalın kılçıklar ayıklanıp 6x5x2 cm (yaklaşık 50 g) boyutlarında filetolar haline getirilmiştir.

Filetolar temiz suyla yıkandıktan sonra suların süzülmesi için 5 dakika süzgeçte süzölmüş ve filetolara tat vermek için bütün filetolara %0,7 tuz ilave edilmiştir. Farklı pişirme yöntemleri için filetolar eşit şekilde dört gruba ayrılmıştır.

Piştirme yöntemleri

Piştirme yöntemlerinin parametreleri Tablo 1'de verilmiştir.

Geleneksel olarak fırınlanmış filetoları hazırlamak için fırın sıcaklığı 200°C'ye ayarlanmış ve 5 dakika ön ısıtmadan sonra 25 dakika fırınlanmıştır.

Yağda kızartma işleminde ayçiçeği yağı kullanılmıştır. Tavaya konulan yağ iyice ısıtıldıktan sonra balık fileto örnekleri 180±2°C'ye ısıtılmış yağda 5 dakika kızarttıktan sonra örnekler emici kağıt havlu üzerine alınmıştır.

Buharda piştirme paslanmaz çelik bir tencerede 1/10 (w/v) örnek/su oranı kullanılarak yaklaşık 100°C'lik buharda 12 dakika pişirilmiştir.

Mikrodalga piştirme için hazırlanan filetolar cam bir tabağa yerleştirilmiş ve ev tipi bir mikrodalga fırında (Arçelik MA2521S) P80 güçte (%80)'de 4 dakika pişirilmiştir. Piştirme yöntemlerinin parametreleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Piştirme yöntemi parametreleri

Piştirme Metodu	Ayarlar	Zaman (dakika)
Fırın	200°C	25
Kızartma	180±2°C	5
Buhar	100°C	12
Mikrodalga	P80(%80)	4

Ağırlık Kaybı ve Piştirme Verimi

Piştirme sırasında örneklerdeki ağırlık kaybı (WK), aşağıdaki denkleme göre hesaplanmıştır:

$$WK = \frac{m_0 - m_x}{m_0} \times 100$$

WK= Ağırlık kaybı

m₀= pişirmeden önce fileto ağırlığı

m_x= pişirdikten sonra fileto ağırlığı

Piştirme verimi (%) ise ağırlık kaybının 100'den çıkarılmasıyla belirlenmiştir.

Filetoların Besinsel Öğeleri

Çiğ ve farklı yöntemlerle pişirilmiş balık filetolarının besin öğeleri, nem, proteinler, yağ ve kül içerikleri için üç kopya halinde ölçülmüştür. Filetoların nem içeriği 105°C'de etüvde sabit ağırlık elde edilinceye kadar kurutulması sonucunda gravimetrik olarak belirlenmiştir. Ham protein miktarı, Kjeldahl yöntemi kullanılarak azot miktarı



belirlenmiş ve daha sonra 6.25 nitrojen protein dönüşüm faktörü ile çarpılarak % protein miktarı tespit edilmiştir. Yağ miktarı Soxhelet ekstraksiyon yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Kül miktarı, örneklerin 550°C'ye ayarlanmış kül fırınında beyaz kül oluncaya kadar yakılması sonucunda gravimetrik olarak belirlenmiştir (AOAC, 2000). Örneklerinin enerji değerleri (kcal/100g), 100 g örnekte protein ve karbonhidrat içeriğinin 4 kcal/g, yağ içeriğinin 9 kcal/g ile çarpılmasıyla bulunmuştur (Gibson, 2005).
Enerji Değeri = (Ham protein × 4) + (Toplam karbonhidrat × 4) + (Ham yağ × 9)

Duyusal Analiz

Piştirilmiş örneklerin duysal değerlendirmesi renk, koku, lezzet ve genel beğeni kriterleri esas alınarak 6 kişilik panelist grubu tarafından 5 kriterli bir hedonik ölçek (1=çok kötü, 2=kötü, 3=normal, 4=iyi, 5=çok iyi) kullanılarak değerlendirilmiştir (Kurtcan ve Gönül, 1987).

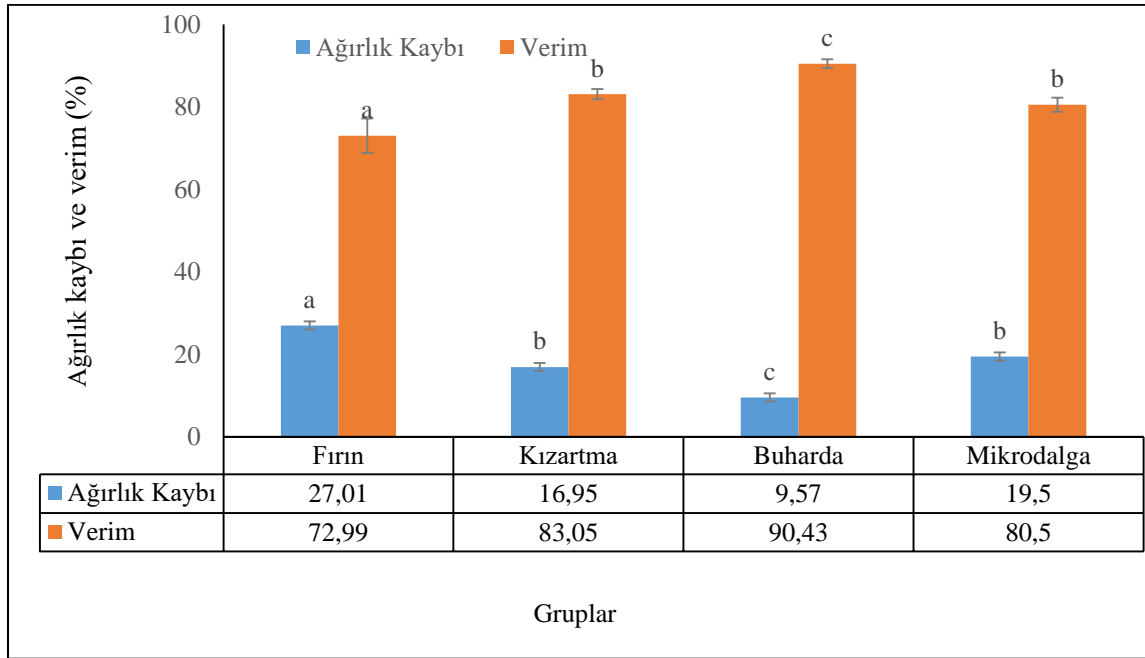
İstatistiksel Analizler

Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS 22.00 paket programı kullanılmıştır (SPSS, Inc., Chicago, IL,USA). Farklı grupları karşılaştırmak için tek yönlü ANOVA ve Duncan karşılaştırma testi yapılmıştır ve sonuçlar, ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir. İstatistiksel anlamlılık için p<0.05 kabul edilmiştir.

Bulgular

Farklı pişirme yöntemiyle piştirilmiş örneklerin ağırlık kaybı ve pişirme verimi Şekil 1'de gösterilmiştir. Fırın, kızartma, buharda ve mikrodalgada piştirilen örneklerin sırasıyla ağırlık kaybı %27,01, %16,95, %9,57 ve %19,5 olarak belirlenmiştir. En yüksek ağırlık kaybı (%27,01) fırında piştirilen örneklerde tespit edilmiştir (p<0.05).

Farklı yöntemlerle piştirilmiş örneklerin ortalama pişme verimi %72,99 ile %90,43 arasında belirlenmiştir. En yüksek pişme verimi buharda piştirilmiş örneklerde, en düşük pişme verimi ise fırında piştirilmiş örneklerde olduğu saptanmıştır (p<0,05).



Şekil 1. Çiğ ve farklı pişirme yöntemleri ile piştirilmiş sazan filetoalarının ağırlık kaybı ve pişme verimindeki değişimler. Farklı harfler (a, b, c) gruplar arasındaki önemli farklılıkları gösterir.



Çiğ ve farklı yöntemlerle pişirilmiş örneklerin kimyasal kompozisyon oranları Tablo 2’de verilmiştir. Çiğ örneklerin kimyasal kompozisyonu sırasıyla, %76,74 nem, %18,46 protein, %4,05 yağ ve %0,75 kül saptanmıştır. Çiğ balığın enerji değeri ise 110,28 kcal/100g olarak belirlenmiştir.

Farklı yöntemlerle pişmiş örneklerin protein, yağ ve kül içeriğinde bir artış, nem içeriğinde bir düşüş belirlenmiştir ($P<0.05$). Nem içeriğinde en büyük düşüş, fırın, mikrodalga, kızartma ve buharda pişirilen örneklerde gözlenmiştir. En düşük protein değeri (%20,43) yağda kızartılmış örneklerde, en yüksek protein değeri ise fırında pişirilmiş örneklerde (%22,41) belirlenmiştir. Fırında pişirilmiş örneklerin protein içeriğindeki artış %17,62 düzeyine ulaşırken, yağ içeriğindeki artış %36,42, kül değerinde ise %67,65’den fazla artış sağlanmıştır. Pişirilmiş örneklerin enerji değerleri 122 kcal/100 g ile 148 kcal/100g arasında değişmektedir. En düşük enerji değeri (122 kcal/100g) buharda pişirilmiş örneklerde, en yüksek enerji değeri (148 kcal/100g) ise kızartılmış örneklerde tespit edilmiştir.

Tablo 2. Çiğ ve farklı pişirme yöntemleri ile pişirilmiş sazan filetolarının besin değeri üzerine etkisi

Özellikler	Çiğ	Fırın	Kızartma	Buharda	Mikrodalga
Nem (%)	76,74±0,84 ^a	69,03±0,75 ^d	71,40±0,94 ^c	73,44±0,34 ^b	70,52±0,86 ^{cd}
Protein (%)	18,46±0,83 ^a	22,41±0,75 ^c	20,43±0,41 ^b	20,72±0,53 ^b	21,62±0,83 ^{bc}
Yağ (%)	4,05±0,1 ^a	6,37±0,51 ^b	7,39±0,33 ^c	4,45±0,27 ^a	6,16±0,77 ^b
Kül (%)	0,75±0,05 ^a	2,34±0,27 ^b	1,45±0,10 ^c	1,39±0,07 ^c	1,41±0,03 ^c
Enerji (kcal/g)	110,28±3,44 ^a	145,62±1,28 ^c	148,23±3,96 ^c	122,96±0,72 ^b	141,91±4,36 ^c

Veriler ortalama ± standart sapma (SD) olarak gösterilmiştir (n=3). Aynı satırdaki farklı harfler (a, b,c,d) gruplar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($P <0,05$).

Farklı pişirme yöntemleri ile pişirilmiş sazan filetolarının duyu analizi sonuçları Tablo 3’de verilmiştir. Farklı pişirilmiş örnekleri panelistler tarafından renk, koku, lezzet, görünüş ve genel beğeni bakımından değerlendirilmiştir. Çalışmamızda, tüm grupların renk, görünüş ve genel beğeni puanları birbirine yakın değerler tespit edilmiş (Tablo 2) ve gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olmadığı tespit edilmiştir ($P>0,05$). Grupları lezzet değeri bakımından değerlendirdiğinde kızartma ile pişirilmiş örneklerde en yüksek (4,67), en düşük puanı ise buharda pişirilmiş örneklerinin (3,50) aldığı saptanmıştır.

Tablo 3. Farklı pişirme yöntemleri ile pişirilmiş sazan filetolarının duyu analiz değerleri

Özellikler	Fırın	Kızartma	Buhar	Mikrodalga
Renk	4,17±0,75 ^a	4,33±0,52 ^a	3,83±0,41 ^a	4,17±0,75 ^a
Koku	4,00±0,63 ^a	4,83±0,41 ^b	4,33±0,52 ^{ab}	4,5±0,84 ^{ab}
Lezzet	4,33±0,82 ^{ab}	4,67±0,52 ^a	3,50±0,55 ^b	4,00±0,89 ^{ab}
Görünüş	4,00±0,89 ^a	4,33±0,52 ^a	3,83±0,41 ^a	4,17±0,75 ^a
Genel Beğeni	4,21±0,73 ^a	4,54±0,37 ^a	4,04±0,37 ^a	4,21±0,71 ^a

Veriler ortalama ± standart sapma (SD) olarak gösterilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler (a, b) gruplar arasındaki önemli farklılıkları gösterir ($p <0,05$).



Sonuç ve öneriler

Farklı pişirme teknikleriyle pişirilmiş örneklerin ağırlık kaybı ve pişme verimi pişme sırasında su kaybının oluşmasına bağlı olarak farklılık göstermiştir. En yüksek ağırlık kaybı ve en düşük pişme verimi fırın pişirilmiş örneklerde belirlenmiştir. Bunun nedeni ise fırında pişmiş örneklerde daha az nem içeriğinde kaynaklanıyor olabilir. Gall ve ark. (1983), farklı balık türleri ve farklı pişirme teknikleri ile yaptıkları çalışmada pişme verimini % 72,6 ile % 88,9 arasında belirlemişlerdir. Głuchowski ve ark. (2019), tarafında yapılan başka bir çalışmada ise buharda pişirilmiş Atlantic Salmon (*Salmo salar*)'nun ortalama pişme verimi %88,4 olarak tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar, çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Çiğ örneklerin farklı pişirme yöntemleri ile pişirilmesi sonrası besin değeri ve enerji değerlerinde değişimler meydana gelmiştir ($p<0.05$). Çiğ örneklerin kimyasal kompozisyonu, Duman ve Dartay (2007) tarafından yapılan çalışmadaki protein (%17,18) ve yağ (%2.16) değerlerinden daha yüksek olarak belirlenmiştir. Balıkların kimyasal bileşimi türlere göre büyük değişim gösterdiği gibi, aynı tür içerisinde cinsiyete, yaşa ve mevsimlere göre de önemli farklılıklar göstermektedir (Meriç, 2010; Petricorena, 2015).

Pişmiş örneklerin protein, yağ ve kül miktarlarında artış, nem miktarında ise düşüş belirlenmiştir ($P<0.05$). Nem miktarında ki en büyük düşüş, fırın, mikrodalga, kızartma ve buharda pişirilen örneklerde tespit edilmiştir. En düşük protein değeri (%20,43) yağda kızartılmış örneklerde, en yüksek protein değeri ise fırında pişirilmiş örneklerde (%22,41) belirlenmiştir. Fırında pişirilmiş örneklerin protein içeriğindeki artış %17,62 düzeyine ulaşırken, yağ içeriğindeki artış %36,42, kül değerinde ise %67,65'den fazla artış sağlanmıştır. Benzer sonuçlar diğer araştırmacılar tarafında da bildirilmiştir (Gokoglu ve ark., 2004; Türkkan ve ark., 2008).

Örneklerde pişirme sırasında meydana gelen su kayıpları, çiğ balığa göre daha yüksek protein içeriği ile sonuçlanmıştır. Gall ve ark. (1983), derin yağda kızartılmış balık filetosunun çiğ filetodan önemli ölçüde daha yüksek protein içerdiğini bildirmiştir. Kızartılmış fileto örneklerindeki yağ miktarı çiğ ve diğer pişirme yöntemlerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni ise nem kaybının olması ve yemeklik yağın balık tarafından emiliminden kaynaklanıyor olabilir. Yapılan birçok araştırmada benzer sonuçlar bulunmuştur (Ersoy ve Özeren, 2009; Hosseini ve ark., 2014; Golgolipour ve ark. 2018). Buharda pişirilen filetoların genelde nem içeriği diğer pişirme yöntemlerine göre daha yüksek, yağ içeriği ise daha düşük olarak belirlenmiştir. Çiğ fileto örnekleri ile buharda pişirilmiş örneklerin yağ içerikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Benzer şekilde Golgolipour ve ark., (2019), çiğ balığa kıyasla buharda, kızartılmış ve mikrodalga ile pişirilmiş örneklerde protein, yağ ve kül değerlerin arttığı bildirilmiştir. Benzer sonuçlar çeşitli araştırmacılar tarafından da belirlenmiştir (Gokoglu ve ark., 2004; Weber ve ark., 2008).

Örneklerinin enerji değerleri kcal/100 g cinsinden verilmiştir. Pişmiş örneklerinden en yüksek enerji değerine kızartılmış örneklerde 148 kcal/100 g olurken, en düşük kalori değerine sahip örnek ise 122 kcal/100 g ile buharda pişmiş örneklerde olmuştur. Örneklerin yağ miktarı arttıkça kalori değerinin de arttığı belirlenmiştir. Bu da içerdiği yağ miktarına bağlı olarak enerji değerini arttırdığı ile açıklanabilir.

Duyusal analizde, en fazla lezzet sırayla kızartma, fırınlama mikrodalga ve buharda olarak belirlenmiştir. Pişirme şeklinin renk, görünüş ve genel beğeni üzerine etkisi önemsiz bulunurken, lezzet açısından ise sadece kızartma ile buharda pişirilmiş örnekler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Benzer sonuçlar Talab. (2014) tarafından da bildirilmiştir.

Sonuç olarak; bu çalışmada farklı pişirme yöntemleri ile pişirilmiş sazan filetolarının pişme verimi, besin değeri ve duyusal özellikleri değişmiştir. Yağ ve enerji değeri en fazla artış yağda kızartılmış örneklerde belirlenmiştir. Genel beğeni bakımından gruplar arasından önemli farklılıklar belirlenmemiştir.

Kaynakça

- AOAC. (2000). Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (17th ed.). Washington DC: AOAC
- Baishak, N. N., Islam, M. R., Moazzem, M. S., Ahmad, I. y Zzaman, W. (2020). Quality evaluation of nutritious fish crackers developed from three carp fish species. *Asian Food Science Journal*, 15-23. doi: 10.9734/afsj/2020/v17i130182
- Bognar, A. (1998). Comparative study of frying to other cooking techniques influence on the nutritive value. *Grasas y Aceites*, 49, 250–260



- Duman, M. ve Dartay, M. (2007). Sıcak tütsülenmiş aynalı sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) filetolarının et verimi ve kimyasal kompozisyondaki değişimler. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları Dergisi*, 5(5),186-190
- Ersoy, B., Özeren, A. (2009). The effect of cooking methods on mineral and vitamin contents of *African catfish*. *Food Chemistry*, 115; 419-422. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.12.018.
- Gall, K. L., Otwell, W. S., Koburger, J. A. ve Appledorf, H. (1983). Effects of four cooking methods on proximate, mineral and fatty acid composition of fish fillets. *Journal of Food Science*, 48, 1068–1074. doi.org/10.1111/j.1365-2621.1983.tb09163.x
- Geldiay, R. ve Balık, S., (1996). Türkiye Tatlısu Balıkları, Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 46, Ders Kitabı: 16, İzmir.
- Gluchowski, A.; Czarniecka-Skubina, E.; Wasiak-Zys, G.ve Nowak, D. (2019). Effect of various cooking methods on technological and sensory quality of atlantic salmon (*Salmo salar*). *Foods*, 8(8), 323. doi: 10.3390/foods8080323
- Gokoglu, N., Yerlikaya, P., & Cengiz, E. (2004). Effects of cooking methods on the proximate composition and mineral contents of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food Chemistry*, 84, 19–22. doi:10.1016/S0308-8146(03)00161-4.
- Golgolipour S, Khodanazary A, Ghanemi K. 2019. Effects of different cooking methods on minerals, vitamins and nutritional quality indices of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 18,110–123. doi: 10.22092/ijfs.2018.117675
- Hosseini, H., Mahmoudzadeh, M., Rezaei, M., Mahmoudzadeh, L., Khaksar, R.,Khosroshahi, N. K., ve Babakhani, A. (2014). Effect of different cooking methods onminerals, vitamins and nutritional quality indices ofkutum roach (*Rutilus frisii kutum*). *Food Chemistry*, 148,86–91. doi:10.1016/j.foodchem.2013.10.012
- Kurtcan,Ü., Gönül, M. (1987). Gıdaların duyuşal değerdendirilmesinde puanlama metodu. *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri B, Gıda Mühendisliği*, 5(1), 137-146.
- Meriç, İ. (2010). Balık unu yerine değışen oranlarda ayçiçeği tohumu küşpesi ile beslenen sazan balıklarında (*Cyprinus carpio* L. 1758) dondurarak depolamanın et bileşimi ve yağ asitleri profiline etkileri (Yayımlanmamış doktora tezi). Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Petricorena, Z. C. (2015). Chemical composition of fish and fishery products. In P. C. K. Cheung ve B. M. Mehta (Ed.), *Handbook of food chemistry* (pp.403–435). Berlin/Heidelberg: Springer..doi:10.1007/978-3-642-36605-5_12
- Talab, A.S. (2014). Effect of cooking methods and freezing storage on the quality characteristics of fish cutlets. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 6(4), 468-479.
- TÜİK. (2020). Su Ürünleri İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=97&locale=tr>. Erişim Tarihi: 21.10.2021
- Türkkan, A. U., Cakli, S., Kilinc, B. (2008). Effects of cooking methods on the proximate composition and fatty acid composition of seabass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758). *Food and Bioproducts Processing*, 86, 163-166. doi:10.1016/j.fbp.2007.10.004.
- Vilizzi, L., Tarkan, A.S., Copp, G.H. (2015). Experimental evidence from causal criteria analysis for the effects of common carp *Cyprinus carpio* on freshwater ecosystems: A Global Perspective, *Reviews in Fisheries Science&Aquaculture*, 23,253-290. doi:10.1080/23308249.2015.1051214.
- Weber, J., Bochi, V. C., Ribeiro, C. P., Victorio, A. M. ve Emanuelli, T. (2008). Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdia quelen*) fillets. *Food Chemistry*, 106, 140–146. doi:10.1016/j.foodchem.2007.05.052.



MÜSİLAJIN MARMARA DENİZİ'NDEKİ BALIK POPULASYONLARI VE BALIKÇILIK EKONOMİSİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Mustafa Zengin

Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Balıkçılık Yönetimi Bölümü²

Öz

Bu çalışmada; Marmara denizindeki hedef ticari küçük pelajik balık türleri (uskumru, istavrit, hamsi, sardalye) ve bento-pelajikte dağılım gösteren derinsu pembe karidesi, berlâm, baribun gibi ekonomik öneme sahip populasyonların müsilaajın etkisinden dolayı av verimlerinde meydana gelen değişiklikler tespit edilerek, bu etki dinamiğinin ekolojik ve ekonomik sonuçları irdelenmiştir. Marmara denizindeki tarihsel olarak ilk yoğun müsilaaj 2007/2008 av sezonunda meydana gelmiş ve büyük ölçüde karaya çıkarılan av miktarının düşüşüne neden olmuştur. Marmara denizindeki ikinci büyük müsilaaj oluşumu ise 2000/2021 kış ve yaz dönemlerinde oluşmuş ve pelajik ve bentik ekosistemde negatif etkilere sebep olmuştur. Önceki dönemde meydana gelen müsilaajın ekonomik balık stokları üzerindeki etkisi normal (olağan) av sezonunu oluşturan 2006/2007 av periyodu ile bu oluşumun meydana geldiği av sezonunu oluşturan 2007/2008 dönemleri karşılaştırılmış ve oluşan zararın boyutu hem av miktarı, hem de ağlarda oluşan kayıp açısından değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre; normal av sezonuna göre 6 katı büyüklüğünde bir av kaybı meydana gelmiştir. Av kaybı pelajik türlerde bentopelajik türlere göre daha yüksek bulunmuştur. Bu farklılık, jelâtinimsi kütlenin denizel ortamdaki farklı balıkçılık bölgelerinde; yakın kıyı, açık sular, deniz yüzeyi, pelajik su kesiti ve bentikte oluşturduğu etkiden ileri geldiği tespit edilmiştir. Marmara Denizi'nde geçmişte meydana gelen jelimsi organizmalarının neden olduğu kayıpların seviyesi matematiksel olarak 2020/21 av sezonunda oluşan etkiye uyarlanmış ve müsilaaj sırasında balığa çıkan balıkların sezon boyunca yaptıkları çeşitli masrafların yanı sıra ürün kaybindan dolayı ortalama 14123 € zarar ettiği belirlenmiştir. Çalışmada balıkçılık gelirindeki düşüşün ortalama 27459 €/yıl olduğu, balıkçılık gelirine etkisinin ise -%61,41 olduğu hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Marmara denizi, müsilaaj, küçük pelajik balıklar, bento-pelajik türler, av verimi, ekonomik etki

Giriş

Denizdeki biyolojik üretimin ilk basamağı olan fitoplanktonun bazı çevresel faktörlerin (sıcaklık, kirlilik vb) tetiklemeyle aşırı çoğalmasının bir ürünü olarak deniz suyuna salgıladıkları sümüksü, şeffaf, yapışkan bir organik maddedir (Şekil 1). Müsilaaj; deniz ortamında yoğun miktarda toplanan extracellular organik maddenin trofik ve özel çevresel şartlar altında üretilmesi ile oluşmaktadır (Innamorati vd., 2001; Mecozzi vd., 2001). Diatomların varlığı yoğun organik maddenin varlığını göstermektedir (Rinaldi vd., 1995). Bu oluşumun içerisine bakterilerin de katıldığı rapor edilmiştir (Herndl vd., 1999; Azam ve Long, 2001). Aynı zamanda dinoflagellatlar de extracellular müsilaajı üretmektedir (MacKenzie vd., 2002).

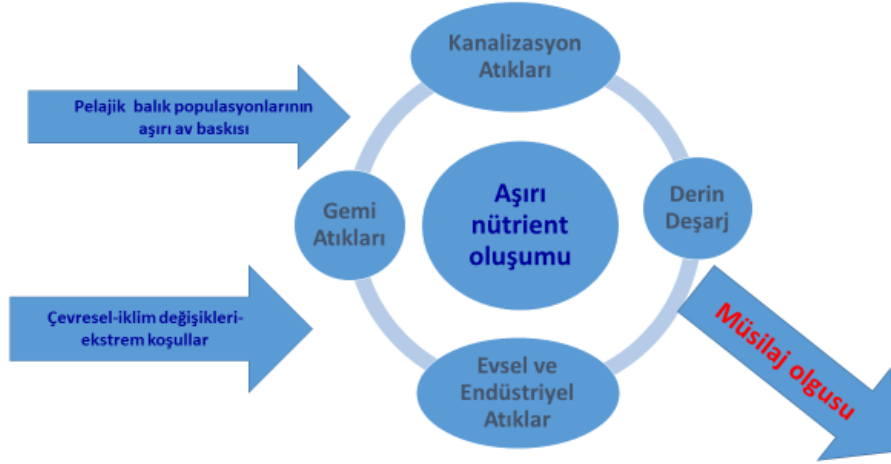
Müsilaaj oluşumu Marmara Denizinde ilk olarak Ekim 2007'de İzmit körfezi (Aktan vd., 2008; Tüfekçi vd., 2010) ve Büyükada'da gözlenmiştir (Balkıs vd., 2011). Aktan vd., (2008) Marmara Denizinde, müsilaaj oluşumunun meydana geldiği Eylül 2007 ile Mart 2008 arasındaki periyotta, 8 ayrı istasyonda gerçekleştirdikleri örnekleme çalışmalarında müsilaaj oluşumunun diatom ve dinoflagellatlar ile ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir. Bu oluşumun meydana geldiği ilk gün, fitoplankton toplulukları içerisindeki en yoğun diatom türlerinin (*Proboscia alata*, *Rhizosolenia sp.*, *Pseudosolenia calcaravis*) olduğu tespit edilmiştir. Şubat 2008'de ise müsilaaj içerisinde en yoğun dinoflagellat türünün *Gonyaulax fragilis* olduğu gözlenmiştir. Müsilaaj patlaması sırasında daha ileri düzeyde önemli bir artış da Coccolithophores türlerinde (özellikle *Emiliana huxleyi*) meydana gelmiştir. Marmara Denizinde, müsilaaj

²Dr. Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Balıkçılık Yönetimi Bölümü, muze5961@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0243-1432



olayının meydana geldiği Ekim 2007'den Şubat 2008'e kadar ki dönemde TÜBİTAK-MAM tarafından gerçekleştirilen araştırmalarda; bu problemin fitoplanktondaki artıştan kaynaklanan karbonhidrat-polisakarit

Müsilajın oluşum mekanizması



Şekil 1. Müsilajın ortaya çıkma mekanizması

içerikli atıklardan oluştuğu bildirilmiştir (Polat-Beken vd., 2010). Müsilaj olayı sırasında fitoplankton kompozisyonu ve bunların yoğunluğu çevresel şartlar ile birlikte araştırılmıştır (Tüfekçi vd., 2010). Bu araştırmada müsilaj oluşumu içerisindeki en yoğun türlerin *Gonyaulax fragilis*, *Skeletonema costatum*, *Ceratoneis closterium* ve *Thalassiosira rotula* olduğu rapor edilmiştir.

Diğer taraftan Marmara denizinde gözlenen müsilajdan ve müsilajı çevreleyen alandan alınan deniz suyu örneklerinde yapılan bakteriyolojik analizlerle müsilaj oluşumu mikro yönden tanımlanmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada müsilaj örneğinde tespit edilen yüksek çözünmüş karbonhidrat düzeyi ve bakteriyel heterotrofik aktivite bu oluşumun içinde bakteriyolojik rolün varlığını teyit etmiştir (Altuğ vd., 2010).

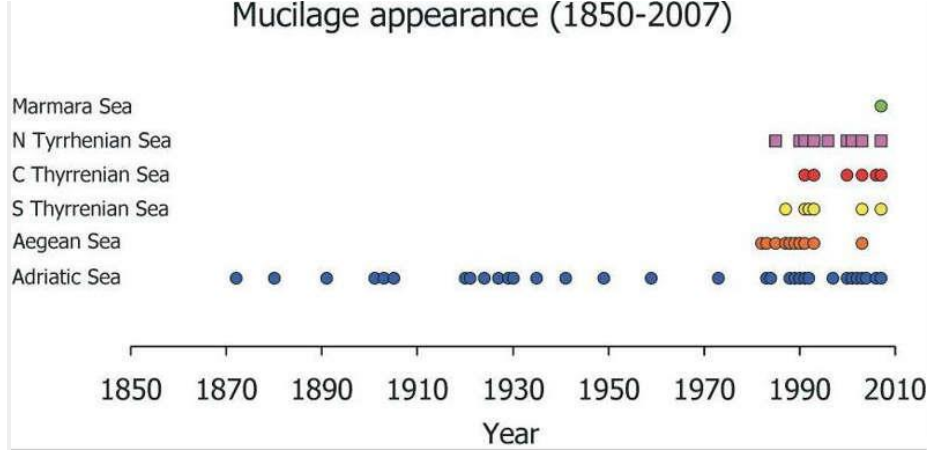
Müsilajın oluşum mekanizmasını anlama açısından bu durumun, ekosistemin doğal işleyişi ile ilgili tıkanıklıkların olduğunun göstergesi olduğu, bakterilerin salgıladığı ektoenzimlerin tüm organik ve inorganik madde partiküllerini yapıştırarak bir araya getirmesi ile ilişkilendirilebileceği ifade edilmiştir. Marmara Denizi'nde görülen müsilajdan alınan örneklerde; müsilajı çevreleyen su örneklerine göre yüksek çözünmüş karbonhidrat, yüksek bakteri bolluğu ve yüksek heterotrofik aktivite tespit edilmesi de Marmara Denizinin çözünmüş karbonhidrat girdisini artıracak herhangi bir oluşumun (fitoplanktonun belirli türlerinde artış gibi) bakteri bolluğunu ve bakteriyel metabolik aktiviteyi artırdığını göstermiştir. Bu oluşumun önlenmesi için ortama atıklar yoluyla giren girdilerin denetimini sağlamak, karasal kaynaklı kirliliği sağlıklı artırım ile gerçekleştirmek önemli görünmektedir (Altuğ vd., 2010).

Son 200 yılda Adriyatik Denizi'nde sıkça görülen deniz müsilajının zaman içinde başka denizlere de yayıldığı ve dünya denizlerinde de büyük tehlike yarattığı bilim insanları tarafından bildirilmektedir. İtalya'da 2009 yılında deniz bilimleri uzmanlarının yayınladığı akademik makalede, son 200 yılda Adriyatik Denizi'nde sıkça görülen deniz müsilajının zaman içinde Tiren, Ege ve Marmara denizlerinde de görülmeye başladığı rapor edilmiştir (Danovaro vd., 2009). Bu bilimsel makalede deniz müsilajının deniz yüzeyinin ısınmasıyla ilişkili olduğu ve 1980-2010 yılları arasında müsilaj salgınlarının sayısının katlanarak arttığı, 2 ila 3 aya kadar da yaşam süresinin olduğu vurgulanmıştır.

Bu makalede 170 yıllık uzun bir süreçte ilk olarak 1870'lerde Adriyatik Denizinde ortaya çıkan bu olgunun, endüstri devrimi ile başladığı ve devamında 1980'li yıllara kadar düşük seviyede devam ettiği ancak, 1980'li yıllardan sonra Adriyatik, Tiran Denizi, Ege Denizi ve devamında da 2000'li yıllarda Marmara Denizinde görünmeye başladığı rapor edilmiştir. Tarihsel raporlar, Akdeniz'de son 30 yılda müsilaj sıklığının neredeyse katlanarak arttığını göstermektedir. 1920'den önce müsilaj olayları yalnızca Adriyatik Denizi'nde rapor edilirken, 1980'den sonra Ege ve Tiren Denizlerinden de rapor edilmiştir. Son 30 yılda en fazla müsilaj salgınının görüldüğü bölge Adriyatik Denizi



olmuştur. Bunu Tiren Denizi, Ege Denizi ve Marmara Denizi takip etmiştir. Makalede; son 60 yıldaki sıcaklık değişimlerinin analizi, müsilağ oluşumunun iklim değişikliği ile önemli bir ilişkisinin olduğu ortaya konulmuştur (Şekil 2) (Danovaro vd., 2009).



Şekil 12 Müsilajın tarihsel gelişimi (Danovaro vd., 2009).

Aşırı besin/nütrient girdisinden kaynaklanan ve biyotik-abiyotik ekstrem koşulların tetiklediği müsilağ olgusu nedeniyle denizel sucul ekosistemlerde ileri tahribatlar meydana gelmektedir. Bu bozulma sucul ortamda görülmeye başladıktan sonraki süreçlerde aşamalı bir şekilde birincil üretimden, ticari balık stoklarına, oradan karaya çıkarılan av miktarına ve sonuçta balıkçıların ekonomik girdilerine/kazançlarına kadar bir seri zincirleme olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir. Ülkemiz denizlerinde ilk olarak 2007/2008 av sezonunda Marmara Denizinde yoğun olarak gözlenen ve gerek av verimi, gerekse de av araçları açısından önemli ölçüde ekonomik kayıplara sebep olan müsilağ oluşumu (Zengin vd, 2017), 2020/2021 av sezonunda da olağanüstü bir çoğalma sağlayarak benzer bir etki yaratmıştır.

Bu süreçte gerek sosyal medya, ulusal basın, gerekse de ilgili bakanlık ve resmi kurumlar, konuyla ilgili STK'lar ve akademik kuruluşlar yoluyla konu çeşitli bilimsel ve idari platformlarda yoğun olarak tartışılmış ve problemin çözümüne yönelik görüşler ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ancak Marmara denizindeki müsilağın balıkçıların ekonomisi üzerine olan etkileri konusunda önemli ve somut bir söylem geliştirilememiştir. Bu çalışmada Marmara denizinde daha önce (2007/2008 av sezonu) meydana gelen müsilağın ekonomik balık türleri üzerinde yarattığı ekonomik kayıplar 2020/21 av sezonunda oluşan yeni olgu ile birlikte ele alınarak tartışılmıştır. Aynı zamanda müsilağın av verimi üzerinde yarattığı negatif etki nicel/sayısal olarak ortaya konulduktan sonra, ekosistem ve balıkçılık yönetimi açısından çözümleyici bilimsel stratejilere yönelik senaryolar üzerinde durulmuştur.

Materyal ve Metot

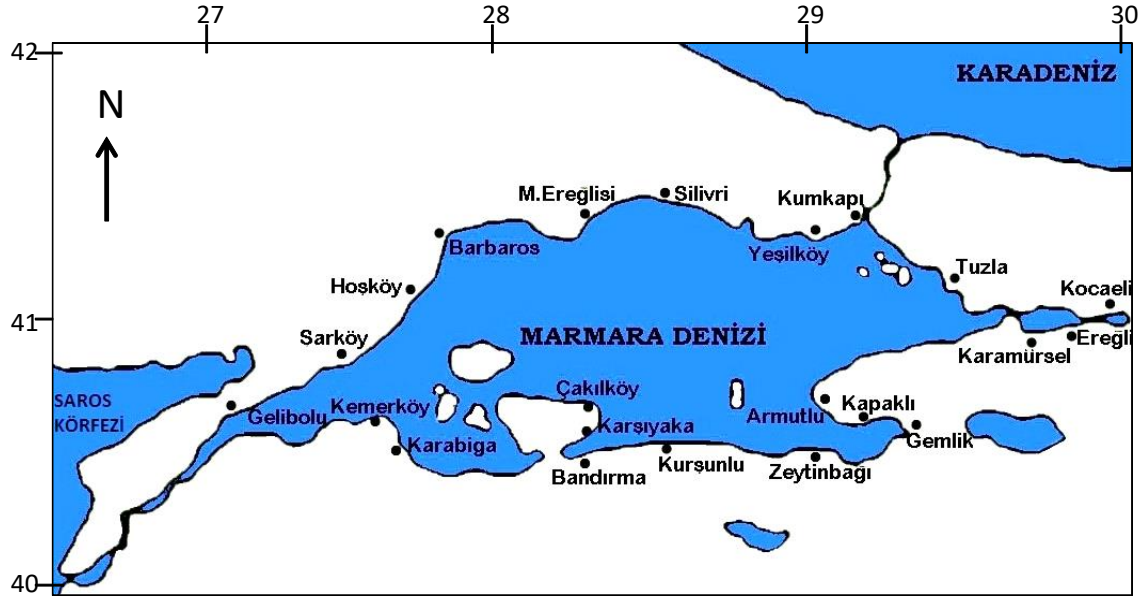
Marmara Denizinde avlanan balıkçıların gelir düzeylerini hesaplamak ve tekne büyüklüklerine göre maliyet-gelir ilişkisini ortaya koymak için 2006/2007 (avcılık açısından normal geçen av sezonu) ve 2007/2008 (müsilağ patlamasının yaşandığı av sezonu) ardışık iki av sezonunu kapsayacak şekilde bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Araştırma Marmara Denizi balıkçı merkezlerindeki, gelirinin tamamını veya büyük bir kısmını balıkçılıktan sağlayan profesyonel balıkçıları kapsamıştır.

Örnek balıkçı sayısının hesaplanması, 'tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemi'ne göre ve tekne boyları esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Tekne boyları ve avlanma şekilleri dikkate alınarak 9.0 m'den küçük (1. Grup), 9.0-15.9 m (2. Grup), 16.0-25.9 m (3. Grup) ve 26.0 m'den büyük (4. Grup) olmak üzere dört gruba ayrılmıştır. Örnekleme yerleşimlerinin seçiminde; balıkçıların başta avcılık hareketleri olmak üzere gırgır ve trol tekneleri ile bölgesel denizlerde avcılık karakteristikleri, hedef türler gibi özellikleri kriter olarak alınmıştır. Çalışma Marmara Denizine sınır toplam 7 il ve bu illerin içerisinde yer alan 22 balıkçı merkezinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3).

Marmara Denizi için en belirgin karakteristik balıkçı teknelerinin avcılık yöntemleri ve hareketleri incelendiğinde; her bir farklı avcılık yöntemi ile teknelerin büyüklük/boy grubu dağılımları arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır



(Zengin vd., 2010a). 1. grup teknelerde olta, parakete, dip-yüzey uzatma ağları ile avcılık, 2. grup teknelerde dip-yüzey uzatma, voli/alamana, algarna, şebeke (küçük trol) ile avcılık, 3. grup teknelerde voli, algarna, trol (illegal trol avcılığı), gırgır ile avcılık ve 4. grup teknelerde trol, gırgır ile avcılık yapılmaktadır. Bu araştırmada hedef tür olarak Marmara denizinde ticari olarak en fazla avlanan ve ekonomik öneme sahip türler seçilmiştir. Bunlar iki gruptan oluşmaktadır: Pelajik türler; hamsi, istavrit, sardalye, kolyoz, lüfer, palamut ve bento-pelajik türler; barbunya, berlam, mezgit, derinsu pembe karidesidir.



Şekil 3. Araştırma alanı ve örnekleme istasyonları

Birim çabadaki avın tahmininde (CPUE); örnekleme yapılan her bir tekne grubu ile bir av sezonu boyunca karaya çıkarılan her bir ticari türe ilişkin av miktarları kg/tekne/av sezonu olarak hesaplanmıştır. Örneklenen her bir tekne grubunun bilançoları ortaya koyulmuştur. Bu kapsamda balıkçı sermayesinin miktarını belirlemek için balıkçılıkta kullanılan tekneler ve diğer ekipmanların yıpranma payı (amortisman) değerleri incelenmiştir. İncelenen dönemde balıkçılıktan elde edilen geliri hesaplamak için, yakalanan ve karaya çıkan balık türleri ve bu türlerin fiyatları (tekne satış fiyatı) üzerinden brüt gelirleri tespit edilmiştir. Ayrıca balıkçılık geliri ve ailelerin avcılık dışı varsa başka balıkçılık gelir kaynakları tespit edilmiştir. Balıkçı teknelerinde balık avlama amacıyla kullanılan girdilerin kullanımından kaynaklanan sabit ve değişken maliyetleri ayrıntılı olarak belirlenmiştir (Seijo vd, 1999; Sabatella ve Franquesa, 2004). Balıkçılık faaliyetlerinin analizi için brüt gelir, işletme maliyetleri ve üretim maliyetleri (=işletme maliyetleri + sermaye faizi) hesaplanmıştır. Bu göstergelere ek olarak balıkçılık faaliyetlerinin karlılık analizleri için brüt kar, net kar; verimlilik analizleri için ise emek verimliliği, sermaye verimliliği ve toplam faktör verimliliği göstergeleri ortaya konulmuştur (Kay vd. 2012, Özalp ve Yılmaz, 2013, Carvalho vd. 2016). Ayrıca net balıkçılık geliri, balıkçılık geliri ve aile geliri göstergeleri de çalışmaya dahil edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Araştırma kapsamında normal (olağan) av sezonunu oluşturan 2006/2007 av periyodu ile müsilağ oluşumunun meydana geldiği ekstrem (olağan dışı) av sezonunu oluşturan 2007/2008 dönemleri karşılaştırılmış ve oluşan zararın boyutu hem av miktarı, hem de ağ kaybı açısından değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre; normal av sezonuna göre 6 katı büyüklüğünde (%83.8) bir av kaybı meydana gelmiştir. Av kaybı pelajik türlerde (hamsi, istavrit, sardalye, lüfer, palamut, uskumru) bentopelajik türlere (karides, barbunya, mezgit, berlam) göre daha yüksektir. Bu farklılığın jelatinimsi kütlelerin denizel ortamdaki farklı balıkçılık bölgelerindeki (yakın kıyı bölgesi, açık sular, deniz yüzeyi, pelajik su kesiti ve bentik) oluşturduğu etkinin farklılığından ileri geldiği tahmin edilmektedir. Pelajik türlerdeki azalış



normal av sezona göre 6.6 katı (%84.9), demersal türlerde ise 1.9 (2) katı (%52.9) olarak hesaplanmıştır (Tablo, Tablo 2).

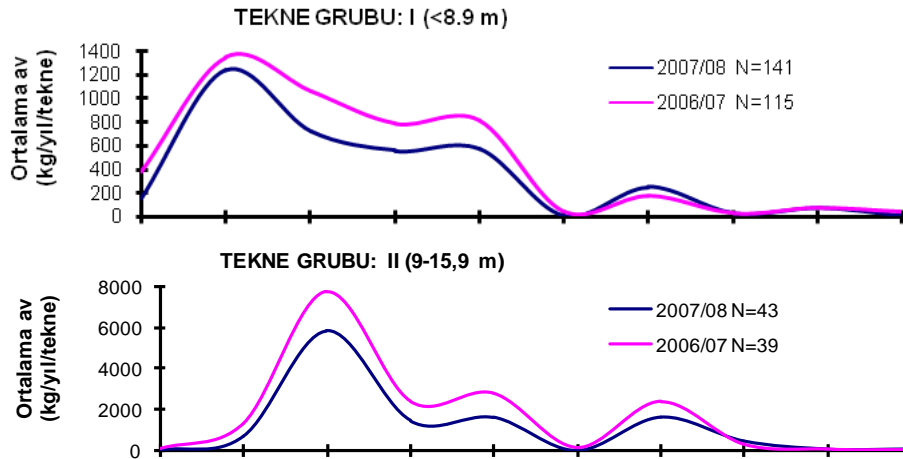
Tablo 1. Normal ve müsilağın meydana geldiği ardışık iki av sezonunda ekonomik pelajik türlerin birim çabadaki av miktarlarının (kg/tekne/av sezonu) karşılaştırılması

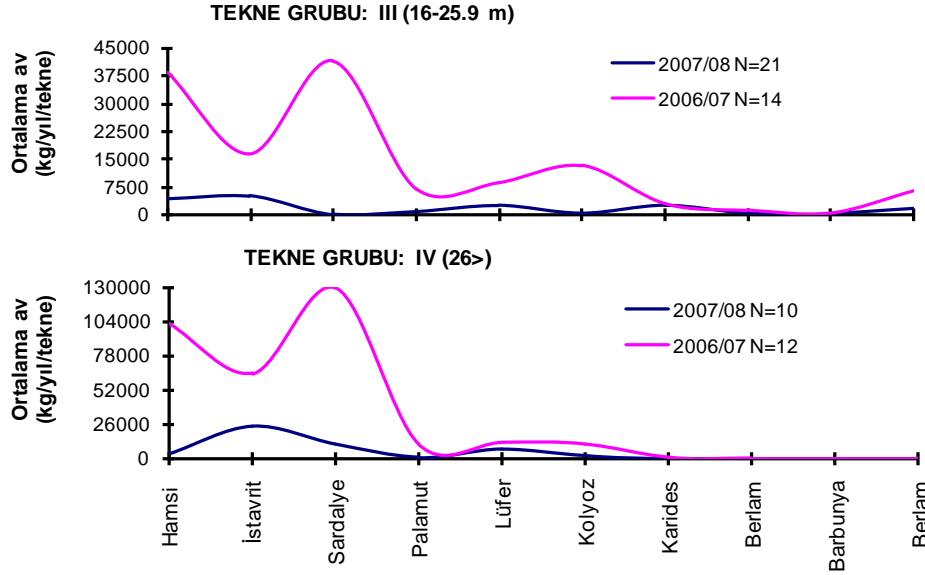
Tekne Grubu	Hamsi		İstavrit		Sardalye		Palamut		Lüfer		Kolyoz	
	2007/08	2006/07	2007/08	2006/07	2007/08	2006/07	2007/08	2006/07	2007/08	2006/07	2007/08	2006/07
I	155	378	1244	1352	723	1067	560	787	581	817	13	47
II	47	108	693	1363	5845	7797	1464	2432	1630	2835	7	159
III	4105	38571	4867	16500	33	41464	762	6979	2262	8714	143	13143
IV	3480	102067	23866	64383	10514	129720	830	10616	6515	12183	1450	11100
Toplam	787	141124	30670	83598	17115	180048	3616	20814	10988	24549	1613	24449

Tablo 2. Normal ve müsilağın meydana geldiği ardışık iki av sezonunda ekonomik demersal türlerin birim çabadaki av miktarlarının (kg/tekne/av sezonu) karşılaştırılması

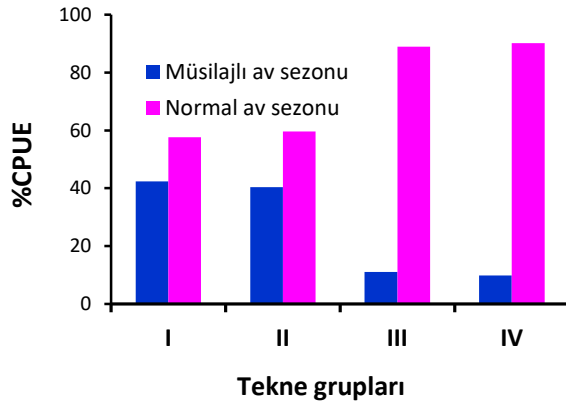
Tekne Grubu	Karides		Berlâm		Barbunya		Mezgit	
	2007/08	2006/07	2007/08	2006/07	2007/08	2006/07	2007/08	2006/07
I	180	252	30	31	72	75	11	41
II	1638	2431	468	328	78	91	87	72
III	2405	2714	407	938	110	132	1638	6429
IV	200	500	0	0	0	37	60	83
Toplam	4495	5825	905	1297	260	335	1796	6625

Marmara balıkçı filosunu oluşturan ve karakteristik olarak farklı tasarım özelliklerine sahip ağlardan oluşan dört ayrı boydaki tekne grubunun müsilağdan etkilenme durumu incelenmiş ve bu tekne gruplarının normal ve müsilağlı av sezonunda karaya çıkarılan av miktarları karşılaştırılmıştır (Şekil 3). Elde edilen bulgulara göre normal sezona göre müsilağlı sezondaki av kayıpları sırasıyla 1. grupta %27, 2. grupta %32.1, 3. grupta %87.7 ve 4. grupta %89.1 olarak bulunmuştur. Her iki sezona ilişkin birim çabadaki avın (CPUE) oransal dağılımları Şekil 4'te gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre en büyük av kayıpları 3. ve 4. gruptaki büyük balıkçı teknelerinde meydana gelmiştir. Bu gruptaki tekneler genel olarak gırgır ve dip trolü ağlarını kullanmaktadır. Marmara'da dip trolü avcılığı yasaktır. Buna rağmen illegal trolü avcılığı belli ölçülerde devam etmektedir. Bununla birlikte önceki yıllara göre illegal avcılık giderek azalmaktadır. Yasa dışı trolü avcılığının belli ölçüde kontrol altına alındığı göz önüne alındığında, her iki gruptaki teknelerin avının büyük kısmını pelajik türler oluşturmaktadır. Bu sonuçlara göre Marmara Denizinde müsilağdan en fazla gırgır ağlarını kullanan balıkçılar etkilenmişlerdir.





Şekil 3. Normal ve olağanüstü (müsilaj olgusu) av sezonlarında Marmara denizindeki balıkçı filosuna ait farklı büyüklükteki tekneler ile karaya çıkarılan önemli balık türlerine ilişkin birim çabadaki avın dağılımı



Şekil 4. Tekne gruplarına göre normal ve müsilajlı av periyotlarında karaya çıkarılan avın oransal dağılımı

Müsilaj olgusu nedeniyle balıkçıların avladıkları balık miktarı azalırken, aynı zamanda en önemli kayıp av araçlarında/ağlarda meydana gelmiştir. Anketlerden elde edilen sonuçlara göre; balıkçılar arasında en az av kaybı miktarı 208 € ve altında (%5) meydana gelmiştir. Av kaybı tutar olarak en fazla 2083-8333 € (%42.1) ile 208-2083 €'luk (%24.2) dilim arasında oluşmuştur. 8333-20833 €'luk değer kaybına uğrayan balıkçıların oranı %14.8 olarak tespit edilmiştir. Av miktarı değeri açısından en fazla zarar uğrayan balıkçıların oranı sırasıyla; 20833-125000 €'luk dilim (%8.1) ile 125000 €'nin üstünde zarara uğrayan (%5.8) dilim olarak tespit edilmiştir. Bu son iki dilimdeki zarara uğrayan balıkçılar banka kredilerini ödeyemediklerini ve bazı gayrimenkullerini elden çıkarmak zorunda kaldıklarını ifade etmişlerdir. Av kaybı en fazla büyük balıkçı gruplarında (gırgır avcılığında) meydana gelmiştir.

Av araçları/ağ kaybı veya hasarı açısından zarara uğrayan balıkçıların durumu; tekne sahiplerinin %5'i 41.7 €'nin altında zarara uğramıştır. 42-208 € arasında zarar uğrayanların oranı %6.6, 208-417 € arasında zarar uğrayanların oranı %12, 417-2083 € arasında zarar uğrayanların oranı %50, 2083-8333 € arasında zarar uğrayanların oranı %16.7, 8333-20833 € arasında bu oran %4.7 ve 20833-41667 €'luk bir zarara uğrayan balıkçı grubunun oranı ise %5 olarak tespit edilmiştir. Tüm balıkçı grupları arasında bu olaydan olumsuz etkilenme oranı %95.7'dir.



Müsilajın avcılık donanımlarına zararı en az 47 €, en fazla 41667 € olarak tespit edilmiştir. Ortalama avcılık donanımları kaybı ise tekne gruplarına göre değişmekle birlikte 344 € ile 20833 € arasında bulunmuştur. Müsilajın etkisi sonucunda yüzlerce metre uzunluğunda gırgır ağlarının yırtılması, karides algarna kapıları, gırgır teknelerinin bom direklerinin kırılması ve denizde kaybolması gibi durumlar yaşanmıştır. Ağ donanımlarının çalışmaması, hasarı veya kaybı nedeniyle Marmara filosundaki tüm balıkçı grupları için minimum av zararı 833 €, maksimum 166667 € arasında saptanmıştır.

2007/2008 av sezonundan sonraki süreçte ikinci bir yoğunluk 2021 bahar döneminde yaşanmaya başlamıştır. Müsilaj, 2020 yılından itibaren ilk kez Balıkesir kıyılarında kısmen yeniden ortaya çıkmaya başlamıştır. 2007/2008 döneminde müsilajdan dolayı meydana gelen balıkçılık ekonomisi üzerindeki kayıpların tahmin edilmesi amacıyla; Marmara Denizi'nde önceki dönemde meydana gelen kayıpların seviyesi matematiksel olarak bugün 2020/21 dönemine uyarlanmıştır. Çalışma sonucunda; müsilaj sırasında balığa çıkan balıkçıların sezon boyunca yaptıkları çeşitli masrafların yanı sıra ürün kaybından dolayı ortalama 14123 € zarar ettiği belirlenmiştir. Çalışmada balıkçılık gelirindeki düşüşün ortalama 27459 €/yıl olduğu, balıkçılık gelirine etkisinin ise -%61,41 olduğu hesaplanmıştır (Keleş vd., 2020).

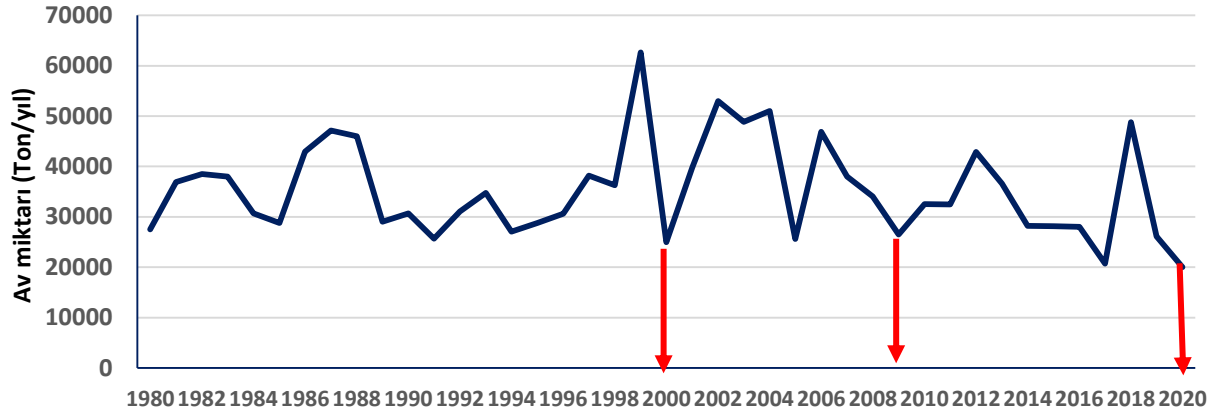
Sonuç ve Öneriler

Uzun vadeli olarak müsilajın biyolojik ve kimyasal oluşumuna yönelik çok farklı bilimsel çözüm önerilerini içeren görüşler ortaya konulmasına karşın, müsilajın başta balık popülasyonları, ekosistemdeki besin zinciri ile olan ilişkisi gibi daha çok sucul ortamdaki ticari balık stokları ile olan ilişkisine yönelik bilimsel açıdan bu güne kadar çok somut öneriler sunulmamıştır. Müsilajın ekonomik balık stokları üzerindeki etkisi, devamında av verimi ve mesleki balıkçıların ekonomik kaybının etki derecesi ve bunun nasıl önlenebileceğine dair olası çözüm mekanizmaları çok fazla ele alınmamıştır.

Sürdürülebilir bir balıkçılık yönetimi için nasıl bir yönetim planına ihtiyaç vardır? Merkezi hükümetler, yerel teşkilatlar ve balıkçılıkla ilgili tüm STK ve paydaş kuruluşların bu soruna bakış açıları, sorumlulukları ve çözüm önerilerine karşı olan tutum, davranış ve duyarlılıkları nasıldır? Bu yönde ülkemizde bu güne kadar tatmin edici bir çalışma yapılmamıştır. Müsilajın sosyolojik ve ekonomik etkileri ilgili her paydaş tarafından çok fazla bilinmemektedir. Balıkçılık sektörü açısından müsilajın yarattığı sorunların tanınması ve ileriki süreçlerde bu yönde duyarlılığın artırılması için iyi bir balıkçılık yönetimi planına ihtiyaç duyulmaktadır.

Müsilajın balık stokları, dolayısıyla av verimi ve balıkçılık ekonomisi üzerine olan etkileri konusundaki başlıca yaygın görüş şöyledir. Aşırı av gücünü nedeniyle özellikle fitoplankton ve zooplankton gibi ekosistemin birincil üretimi üzerinden beslenen küçük pelajik balık türleri üzerindeki yoğun av baskısı nedeniyle aşırı nütrient birikimi sonucunda oluşan planktonik organizmaların pelajik ve bentik sistemde meydana getirdiği aşırı müsilaj birikimi ile oksijensiz ve yoğun ötrofik koşulların oluşması sonucunda balık popülasyonlarının oluştuğu bu sağlıksız ortama nedeniyle çöküşünün hızlanmasıdır (Gücü, 2002). Yüksek ve Sur, (2010); Marmara Denizinde 2007/08 av periyodunda yaşanan benzer müsilaj probleminde, Marmara Denizi'nden karaya çıkarılan küçük pelajik avındaki düşüşlere, özellikle pelajik besin zincirindeki etkilerin sebep olduğu ileri sürülmüştür.

Marmara denizindeki küçük pelajik balıkların birincil seviyedeki besin zinciriyle doğrudan ilişkisi bulunmaktadır. Pelajik balık stoklarının aşırı av baskısı nedeniyle ortamdaki eksildiği durumlarda besin zinciri dengesinin bozulduğu, zincirde planktonla beslenen küçük pelajiklerin yerini başka türlerin aldığı, ortamda atıl kalan nütrient, dolayısıyla plankton üretiminin müsilaj oluşumunda birincil etken olduğu raporlarda vurgulanmaktadır. Küçük pelajiklerin birincil üretim ile beslenmeleri nütrient bolluğunun azaltılması açısından önemli işlevleri bulunmaktadır. Küçük pelajik balıkların korunmasına yönelik balıkçılık yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda orta ve uzun vadeli ve biyo-ekonomik temelli çözüm önerileri üzerine stratejiler geliştirilmelidir. Örneğin, küçük pelajik stok miktarlarının çoğaltılması ilk düşünülecek önlemlerin başında yer almaktadır. Zira TÜİK verilerine göre 2000'li yılların başından itibaren Marmara denizinden karaya çıkarılan küçük pelajik avın giderek azaldığı, özellikle müsilaj dönemlerinde (sırasıyla 1999/2000, 2007/2008 ve 2020/2021 av sezonları) toplamda karaya çıkarılan av düşüştüğü görülmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Uzun yıllar Marmara denizinden karaya çıkarılan ticari öneme sahip pelajik balıkların av miktarları (TÜİK)

Deniz ortamındaki müsilajın kökeni, temel olarak planktonik organizmalar ve bentik filamentli algler gibi iki etkene atıfta bulunulmuştur (Schiaparelli vd, 2007). Son çalışmalar, müsilajın büyük kitleler halinde oluşturduğu adeta bir örtü gibi dolaşması sonucu, canlıların fizyolojik süreçlerini askıya alması, muhtemelen zamanla ortamda anoksiyaya yani oksijensiz koşulların oluşmasına neden olması gibi olumsuz etkileri nedeniyle sıklıkla mercanlar, korallijenli algler ve deniz çayırı yatakları gibi denizel bentik topluluklar için baskı düzeyi en yüksek etkiler arasında olduğu bildirilmiştir (Castelli ve Prevedelli, 1992; Rinaldi vd, 1995; Aktan vd, 2008; Topçu ve Öztürk, 2015; Cramer vd, 2018; Piazzı vd, 2018).

Müsilaj aynı zamanda pelajik habitattaki balıkçılığı da olumsuz yönde etkilemektedir (Giani vd, 2005). Müsilaj oluşumunun zamanlaması çoğunlukla beklenmedik ve değişkendir. Zira hem yaz hem de kış aylarında oşinografik koşullardaki ani ve büyük değişimler ile ortaya çıktığı rapor edilmiştir (Devescovi ve Iveša, 2007). Planktonik bollukları olumsuz etkileyen müsilaj olayları sırasında meydana gelen ekolojik değişimlerin anlaşılmasının da deniz habitatlarındaki besin zincirinin daha fazla izlenmesi için son derece önemli olduğu bildirilmektedir (Yılmaz, 2014).

Müsilaj, özellikle deniz ekosistemindeki flora ve fauna üzerinde olumsuz bir etkiye bağlantılı olarak, balıkçılık, turizm faaliyetleri ve insan sağlığı üzerinde birçok sosyo-ekonomik sorunlar yaratmaktadır. Bu nedenle, müsilaj oluşumunu kontrol etmek çok uzun bir çabayı gerektirmektedir. Bununla birlikte ötrofikasyona neden olan antropojenik etkilerin kontrolü, avlanma dönemi vb. gibi bazı koruma unsurları kullanılarak bu sorunun deniz ortamı, biyoçeşitlilik ve balıkçılık ekonomisi üzerindeki etkileri azaltılabilir.

Bu güne kadar Marmara denizindeki müsilajın biyolojik ve sosyo-ekonomik etkileri konusunda Zengin vd (2017) hariç kayda değer bir çalışma yürütülmemiştir. Özellikle bu mekanizmaların nasıl işlediğine ve etkileşimin zamansal ölçeğine dair somut bir bulgu ortaya koyulmamıştır. Denizel ekosistemdeki kimyasal, biyolojik etkilerin başlaması ve bunun hem pelajik, hem de bentik ekosistemdeki balık popülasyonlarını etkileme sürecine ve av faaliyetlerine/avcılığa olan yansımaları konusunda açıkçası çok fazla bilgiye sahip değiliz. Marmara Denizinde 2007/2008 av sezonunda meydana gelen ve neredeyse bütününde etkili olan jelimsi tabaka nedeniyle balık avcılığı önemli ölçüde etkilenmiştir. Avlanmayı imkânsız hale getiren beyaz jelimsi tabakanın her türlü balık ağını (dip ve salma uzatma ağları, bentikte operasyon yapan karides algarnaları ve manyat ağlarını, pelajikte çalışan çevirme/gırgır ağlarını) ağırlaştırarak, dibe doğru çektiği ve ağ gözeneklerini tıkadığı ve operasyonel kabiliyetini azalttığı belirlenmiştir. Bu olay ürün kaybının yanısıra ağ donanımlarına da ciddi seviyelerde zararlara neden olmuştur. Bu süreçte Bakanlık diğer karasal/doğal tarımsal afet zararlarında (kuraklık, sel, don, hastalık, yangın vb) olduğu gibi müsilaj oluşumundan ötürü meydana gelen zararlarının telafi edilmesi için yoğun bir talepte bulunmuşlardır. Balıkçıların bu talebine karşın; yetkililer bu felaketin karasal tarımsal üretimdeki gibi eşdeğer bir durum olmadığı değerlendirilmesinde bulunmuş ve herhangi bir sonuç alınamamıştır. Balıkçıların bu konudaki başlıca talebi; müsilaj zararına karşılık av sezonu içerisinde bankalardan çektikleri kredi faizlerinin ertelenmesi ya da düşük faizli kredi veya hibe sağlanabilmesi yönündeydi. Bu desteğin özellikle ağ konusunda yapılması için yoğun istekleri olmuştur (Zengin



vd., 2010). Balıkçılar bu ekonomik kayıpları giderebilmek için genellikle borçlanma yoluna gitmişlerdir. Gerek banka, gerekse komisyonculardan kredi ve borç almak suretiyle bu zararı telafi etme şeklinde çareler aramışlardır. Bazı büyük gırgır tekneleri ise Marmara Denizi dışına çıkarak Karadeniz ve Akdeniz’de avlanmışlardır. Küçük ölçekli amatör (sportif) amaçlı balıkçılıkla uğraşan 1. gruptaki tekne sahiplerinin bazıları emeklilikten gelen gelirleri olduğu için bu olaydan daha az etkilenmişlerdir.

Tekne sahiplerinin müsilaj nedeniyle meydana gelen maddi zararlarını ne şekilde telafi ettikleri de sorgulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre balıkçıların önemli bir kısmı (%62.1) bankalardan kredi veya kabzımal/tüccardan veya arkadaşından borç almıştır. %12.8’i tezgâhta balık satışı, gırgır teknelerinde tayfacılık, tekne boyama-ağ tamiri, dalgıçlık, kahvehane-lokantada işçilik, şoförlük, inşaat ve tarım işçiliği ikinci bir işe başlamıştır. %12.8’i mevcut birikiminden veya gayrimenkul satışı yaparak mağduriyetini gidermeye çalışmıştır. %3.1’ine ailesi destek olmuştur. %1.2’si ise başka denizlerde avcılık faaliyetini sürdürmüştür (Zengin vd., 2010b).

Marmara ekosisteminde meydana gelen müsilaj problemi ile ticari balık popülasyonları üzerine olan negatif etkisini ortaya koyarak; etkin, kullanışlı ve kısa sürede sonuç alınabilecek yöntemi belirleyerek, oluşacak zararın seviyesini en etkin şekilde tespit ederek gelecekte olası benzer problemler için olası çözümleyici senaryolar oluşturmalıdır (Şekil 6). Müsilajın gerek hedef balık türleri, gerekse de av verimi üzerinde yarattığı negatif etki nicel/sayısal olarak ortaya konulduktan sonra, elde edilen verilerin ilişkilendirilmesi ile birlikte Marmara denizinde benzer sorunların ortaya çıkması durumunda balıkçılık yönetimi konusunda iyi ve çözümleyici stratejilere yönelik senaryolar geliştirilme imkânı doğacaktır.

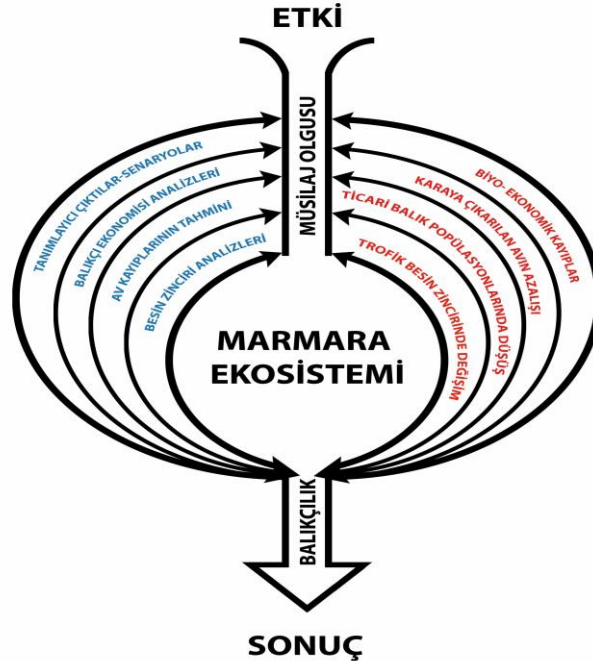
Özellikle Marmara ekosisteminin en önemli topluluğunu oluşturan ve giderek azalan küçük pelajik balık stoklarının geliştirilmesine yönelik nasıl bir yönetim planı geliştirilebilir. Bu balık türlerindeki aşırı av baskısına karşı balıkçı ailelerinin ekonomik durumu nasıl desteklenebilir? Kaybın ekonomik seviyesinin ortaya konulması ve merkezi hükümetlerce destek ya da sübvans edilebilmesi için kriterler/referanslar oluşturulmalıdır (EU, 2002). Bu organizmaların gelecekte tekrar ortaya çıkması durumunda; oluşturacak standart bir tahmin yöntemi ile biyo-ekonomik kayıpların giderilmesine yönelik çıktılar sağlanmalıdır (Şekil 6). Çalışma sonucunda; müsilaj sırasında balığa çıkan balıkçıların sezon boyunca yaptıkları çeşitli masrafların yanı sıra, ürün kaybından dolayı uğradıkları zararın net bilançosu ortaya konulmalıdır.

Balıkçılık yönetimi açısından kısa ve orta vadede Marmara denizi için ele alınabilecek alternatif önerilere aşağıda kısaca değinilmiştir.

(1) Özellikle küçük göçmen balıkların Çanakkale ve İstanbul Boğazlarından serbest giriş-çıkışlarının sağlanması için gerekirse Marmara denizindeki ticari balık avcılığını; özellikle endüstriyel balıkçı teknelerinin avcılığı için bir veya iki av dönemi yasaklanmalıdır. Bu süreçte balıkçı tekneleri için destek sağlanmalıdır. Boğazlardaki endüstriyel avcılık tamamen yasaklanmalıdır.

(2) Hassas kıyısız alanlar, özellikle İzmit, Gemlik, Bandırma, Erdek gibi lokal koy ve körfezlerdeki balıkçılık belli bir süre ile yasaklanmalı ya da av sezonu daraltılmalıdır.

(3) Endüstriyel balıkçı teknelerine/gırgır balıkçı tekneleri için av kotası gibi sınırlamalar getirilmelidir. Bu açıdan Marmara denizindeki küçük pelajik stoklar bilimsel olarak sürekli takip edilmelidir.



Şekil 6. Çözümü yönelik bir araştırma yönetimi akış şeması

Kaynaklar

- Aktan, Y., Dede, A. ve Çiftçi, P.S. (2008). Mucilage event associated with diatom and dinoflagellates in Sea of Marmara, Turkey. *Harmful Algae News*, No. 36, May 2008.
- Altuğ, G., Çardak, M. ve Çiftçi, P.S. (2010.) Marmara Denizi'nde Müsilaj oluşumu ve Bakteriye Etkileşimler. *Marmara Denizi 2010 Sempozyum Bildiriler Kitabı*, Öztürk, B. Ed, TÜDAV Yayın No: 32, 456-463.
- Azam, F. ve Long R. A. (2001). Sea snow microcosms. *Nature*, 414: 495-498.
- Balkis, N., Atabay, H., Türetgen, I., Albayrak, S., Balkis, H. and Tufekci, V. 2011. Role of single-celled organisms in mucilage formation on the shores of Büyükada Island (the Marmara Sea). *J. Mar. Biol. Assoc. of the UK*, 91: 771-781.
- Balkis, N., Atabay, H., Türetgen İ., Albayrak, S., Balkis, H. ve Tüfekçi, V. (2011). Role Of Single-Celled Organisms In Mucilage Formation On The Shores Of Buyukada Island (The Marmara Sea), *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* vol.91, pp.771-781.
- Carvalho, N., Keatinge, M. ve Guillen J. (2016). Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) – The 2016 Annual Economic Report on the EU Fishing Fleet (STECF 16-11); Publications Office of the European Union, Luxembourg; ; ISBN 978-92-79-64633-1; doi:10.2788/842673.
- Castelli, A. ve Prevedelli, D. (1992). Effetto del fenomeno delle mucillagini dell'estate 1989 sul popolamento a policheti di un microhabitat salmastro presso punta Marina (Ravenna). *Biologia Mediterranea* 1: 35e38 (in Italian).
- Cramer, W., Guiot, J., Fader, M., Garrabou, J., Gattuso, J.P., Iglesias, A., Lange, M.A., Lionello, P., Llasat, M.C., Paz, S., Peñuelas, J., Snoussi, M., Toreti, A., Tsimplis, M.N., ve Xoplaki, E. (2018). Climate change and interconnected risks to sustainable development in the Mediterranean. *Nature Climate Change* 8: 972-980.
- Danovaro, R., Umani, F. S. ve Pusceddu, A. (2009). Climate Change and the Potential Spreading of Marine Mucilage and Microbial Pathogens in the Mediterranean Sea. *PLoS ONE* 4(9): e7006. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0007006>
- Devescovi, M. ve Ivesa, L. (2007). Short term impact of planktonic mucilage aggregates on macrobenthos along the Istrian rocky coast (Northern Adriatic, Croatia). *Marine Pollution Bulletin* 54(7):887-983.
- EU. (2002). Official Journal of the European Union, Commission Decision of 13 November 2002, concerning the aid granted to fishermen and shellfish producers as a result of the pollution caused by mucilage and the suspension of fishing for technical reasons in the Adriatic Sea in 2000. (Text with EEA relevance), Notified under document number C(2002) 4365, (2003/88/EC).



- Giani, M., Rinaldi, A. ve Degobbi, D. (2005). Mucilages in the Adriatic and Tyrrhenian Sea: An introduction. *Science in the Total Environment* 353: 3-9.
- Gücü, A. C. (2002). Can Overfishing be Responsible for the Successful Establishment of *Mnemiopsis leidyi* in the Black Sea? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Volume 54, (3) 439-451.
- Innamorati, M., Nuccio C., Massi L., Mori, G. ve Melley, A. (2001). Mucilages and climatic changes in the Tyrrhenian Sea. *Aquatic Conservation: Mar. Fresh. Eco.*, 11: 289-298.
- Herndl, G. Mecozzi, M., Acquistucci, R., Di Noto, V., Pietrantonio, E., Amirici, M. ve Cardarilli, D. (2001). Characterization of mucilage aggregates in Adriatic and Tyrrhenian Sea: structure similarities between mucilage samples and the insoluble fractions of marine humic substance.
- Kay, R. D., Edwards, W. M. ve Duffy P. A. (2012). *Farm Management*. Seventh Edition, Mc Graw-Hill Publication, Singapore, ISBN 978-007-108656-1
- Keleş, G., Yılmaz, S. ve Zengin, M. (2020). Possible Economic Effects of Musilage on Sea of Marmara Fisheries.. *Int. J. Agric. For. Life Sci.*, 4(2): 173-177.
- MacKenzie, L., Sims, I., Beuzenberg, V. ve Gillespie, P. (2002). Mass accumulation of mucilage caused by dinoflagellate polysaccharide exudates in Tasman Bay, New Zeland. *Harmful Algae*, 1: 69-83.
- Mecozzi, M., Acquistucci, R., Di Noto, V., Pietrantonio, E., Amirici, M. ve Cardarilli, D. (2001). Characterization of mucilage aggregates in Adriatic and Tyrrhenian Sea: structure similarities between mucilage samples and the insoluble fractions of marine humic substance.
- Özalp, A. ve Yılmaz, I. (2013). Antalya İli Nar Üretiminde Girdi Kullanımı, Kârlılık ve Verimlilik Analizi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26 (1), p. 19-26
- Piazzì, L., Atzori, F., Cadoni, N., Cinti, M. F., Frau, F. ve Ceccherellia, G. (2018). Benthic mucilage blooms threaten coralligenous reefs. *Marine Environmental Research* 140: 145-151.
- Polat-Beken, Ç., Tüfekçi, V., Sözer, B., Yıldız, E., Telli-Karakoç, F., Mantıkçı, M. ve Ediger, D. (2010). Mucilage events in the Sea of Marmara and the associated processes: Field and laboratory findings. *Workshop on Algal and Jellyfish blooms in the Mediterranean and Black Sea*, İstanbul, 6-8 October 2010.
- Rinaldi, A., Vollenweider, R.A., Montanari, G., Ferrari, C.R. ve Ghetti, A. (1995). Mucilages in Italian Seas: the Adriatic and Tyrrhenian Seas, 1988–1991. *Science of the Total Environment* 165, 165–183.
- Sabatella, E. ve Franquesa, R. (2004). *Manual of Fisheries Sampling Surveys: Methodologies for Estimations of Socio-Economic Indicators in the Mediterranean Sea*, General Fisheries Commission for the Mediterranean, Studies and Reviews, no. 73, Rome: FAO, 2004. <http://ftp.fao.org/docrep/fao/006/y5228e/y5228e00.pdf>
- Schiaparelli, S., Castellano, M., Povero, P., Sartoni, G. ve Cattaneo-Vietti, R. (2007). A benthic mucilage event in North-Western Mediterranean Sea and its possible relationships with the summer 2003 European heatwave: short term effects on littoral rocky assemblages. *Marine Ecology* 28: 1-13.
- Seijo, J. C., Caddy, J. F., Grant, A. ve C. Au. (1999). Uncertainty in bio-economic reference points and indicators of marine fisheries. Sustainability indicators in marine capture fisheries. Special issue. Papers derived from a Technical Consultation organised by the Australian Department of Primary Industries and Energy in Co-operation with FAO, (Australia, 18-22 January 1999). In: *Marine and Freshwater Research (Australia)*, v. 51(5).
- Topçu, N. E. ve Öztürk, B. (2015). Composition and abundance of octocorals in the Sea of Marmara, where the Mediterranean meets the Black Sea. *Scientia Marina* 79(1): 129-135.
- Tüfekçi, V., Balkis, N., Polat Beken, C., Ediger, D. ve Mantıkçı, M. (2010). Phytoplankton composition and environmental conditions of a mucilage event in the Sea of Marmara. *Turk. J. Biol.*, 34: 199-210.
- Yılmaz, I. N. (2014). Collapse of zooplankton stocks during *Liriope tetraphylla* (Hydromedusa) blooms and dense mucilaginous aggregations in a thermohaline stratified basin. *Marine Ecology* 36(3): 595-610.
- Yüksek, A. ve Sur, H.I. (2010). First observation of the mucilage formation in the Sea of Marmara in October 2007. *Proceedings of the workshop on Algal and Jellyfish Blooms in the Mediterranean and the Black Sea*, October, 6-8, 2010, Turkey.
- Zengin, M., Güngör, H., Güngör, G., Dağtekin, M., İnceoğlu, H., Düz, G., Benli, K. ve Kocataş, E. (2010a). 2000’li Yılların Başında Marmara Denizi Balıkçı Filosunun Yapısal Özellikleri, "Marmara Denizi 2010 Sempozyumu, 26-25 Eylül 2010, Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV) İstanbul, B. ÖZTÜRK (Editör), 345-354 s.
- Zengin M., Güngör, H., Demirkol C. ve Yüksek, A. (2010b). Effects of mucilage bloom on the fisheries of the Sea of Marmara through the 2007/2008 fishing period. *Report of the Workshop on Algal and Jellyfish Blooms in the Mediterranean and Black Sea*, İstanbul, Turkey, 6-8 October 2010. General Fisheries Commission for Mediterranean (GFCM), Scientific Advisory Committee (SAC), P. 11. Rome, Italy.



Zengin, M., Güngör, H., Güngör, G., İnceoğlu, H., Düz, G., Benli, K., Kocabaş, E., Ceylan, T., Dağtekin, M., Demirkol, C. ve Çolakođlu, S. (2017). Marmara Denizi Balıkçılığının Sosyo-Ekonomik Yapısı ve Yönetim Stratejilerinin Belirlenmesi Projesi. Proje Sonuç Raporu. Proje No: TAGEM/HAYSÜD/2008/09/04/01. TC Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, 419 s.



SU ÜRÜNLERİNDE KALİTE VE TAZELİĞİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Pakize ÇALIŞ ERÜMİT¹, Pınar OĞUZHAN YILDIZ², Rahimeh JABERİ³, Gökhan ARSLAN⁴
Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Erzurum^{1,2,3,4}

Öz

Hayvansal kaynaklı gıdalar, sağlıklı ve dengeli beslenme için önemli bir yer tutmaktadır. Sağlıklı beslenmenin önemli olduğu günümüzde su ürünleri hem hayvansal protein açığının kapatılması açısından hem de yüksek besin içeriğine sahip olması nedeniyle beslenmede önemli bir role sahiptir. Ancak zayıf bağ dokusu, yüksek enzim aktivitesi, pH değeri ve su içeriğinden dolayı su ürünleri bozulur gıdalar grubunda yer almaktadır. Ayrıca su ürünlerinin raf ömrü diğer birçok gıdaya kıyasla daha kısadır. Bu nedenlerden dolayı su ürünlerinin kalitesi kısa zaman içerisinde değişiklik arz etmektedir. Dolayısıyla su ürünlerinin uygun yöntemlerle tazelik ve kalitesinin belirlenmesi hem tüketim hem de sağlık açısından elzemdir. Tazelik, balık ve balık ürünlerinin kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olup, ortaya çıkan ürünün kalitesini de etkilemektedir. Bu bağlamda tüketime sunulacak olan ürünlerin kalitesinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu derleme ile su ürünlerinde tazelik ve kalitenin belirlenmesinde kullanılan fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuusal yöntemler irdelenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Su ürünleri, sağlıklı beslenme, kalite, tazelik

Giriş

Su ürünlerinde tazelik gerek işleme gerekse tüketim açısından oldukça önemlidir. Taze balık hem ulusal hem de uluslararası balık piyasasında en önemli satış ürünüdür. Taze balık hammadde olarak değerlendirilmezse güvenli ve kaliteli bir ürün elde etmek mümkün olmayacaktır. Tüketici sağlıklı, kaliteli ve güvenli besin arayışı içinde olduğundan su ürünlerinin tazelik ve kalitesinin doğru ve hızlı bir şekilde tespit edilmesi oldukça önem arz etmektedir. (Yeşilsu ve Özyurt 2013). Bu derleme ile su ürünlerinde tazelik ve kalitenin belirlenmesinde kullanılan fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuusal yöntemler irdelenmiştir

Duyusal Yöntemler

Su ürünlerinin tazeliğinin belirlenmesinde çok eski zamanlardan beri ve en sık kullanılan yöntemlerden birisi olup, uygulaması kolay, güvenilir ve basittir. Duyusal analiz değerlendirmesine uygun görülmeyen ürün tüketime sunulamaz. Duyusal analizlerin fiziksel ve kimyasal analizlerle desteklenmesi gerekmektedir (Varlık vd., 2000; Çetinkaya vd., 2007). Duyusal değerlendirme görme, koklama, tatma, dokunma ve işitme duyuuları tarafından algılanan gıda karakteristiklerini ölçme, analiz etme ve yorumlamayı kullanarak değerlendiren bir yöntem olarak tanımlanır (Larmond, 1977; Altuğ ve Elmacı, 2005; Çaklı, 2007; Çelik ve Küçükgülmez, 2007).

Duyusal analizler bir grup eğitimli panelistin su ürünlerini doku yapısı, görünüş, koku, lezzet gibi özelliklerine göre değerlendirmesine dayanır. Tüm bu niteliklerin ayrı ayrı değerlendirilmesi gerekmektedir. Değerlendiricilerin bu konuda deneyimli olması yöntemin güvenilirliği açısından çok önemlidir. Değerlendirme sırasında bu kişilerin ruhsal durumları iyi olmalı, yorgun olmamalı ve kararları üzerinde etkili olacak olumsuz bir durumları olmamalıdır (Huss, 1995). Aynı zamanda balıklar üzerinde yeterli bilgiye sahip olmalı, balığın çeşitli kısımlarını ve organlarını çok iyi bilmelidir. Balığın duyuusal değerlendirilmesi yapılırken elastikiyeti, ağzı, solungaçları, gözleri, derisi, yüzgeci, pulları, iç organları, etinin yapısı, kanı ve kokusuna bakılır (Huss, 1995; Alasalvar vd., 2001). Tazeliğın belirlenmesinde kullanılan duyuusal analiz metotları farklılık testleri, tasnif şemaları, kalite indeks metodu, tanımlayıcı duyuusal analizler ve tüketici testleridir (hedonik) (Ayvaz ve Erdağ, 2019).



Fiziksel Yöntemler

Fiziksel analizlerle tazelik kontrolünde, bu amaçla çeşitli yöntemler geliştirilmiş olup her yonteme uygun olarak cihazlar yapılmıştır. Fiziksel kontrollerde cihazla balıkların tazeliği hakkında kesin sonuçlar elde edilir. Bu sonuçlar değerlendirilerek balıkların tazeliği belirlenir (Megep, 2013).

Balıklarda Vücut Sertliğinin Ölçülmesi

Bu yöntemle genelde orkinos, torik gibi büyük balıkların tazeliği ölçülür. Balıkların vücudunun her bölgesinde sertlik aynı değildir. Bu nedenle balık vücudu farklı bölümlere ayrılır. Bu bölgeler baş, sırt, kuyruk ve karın bölgeleridir. Sertlik ölçümünde daha çok sırt ve kuyruk bölümleri dikkate alınır. Balıkların sertlik derecelerini ölçmek için çeşitli aletler geliştirilmiştir (Megep, 2013).

Göz Sıvısı Kırılma İndisi

Balıklar tazeliklerini yitirmeye başladıklarında su kaybederek kuru ve mat bir görünüm alırlar. Bu değişiklikler ölümden sonra ilk olarak belirgin bir şekilde gözlerde ortaya çıkar. Göz yuvarlağı küçülür ve kornea içeri doğru çöker, gözün ışık geçiren sıvıları geçirgenliğini kaybederek bulanık bir hal alır. Gözdeki bu değişiklikler göz sıvısının ışığı kırma kabiliyetinin ölçülmesiyle saptanır. Kurumaya bağlı olarak göz bebeğinden kopan doku parçalarının göz sıvısına karışmasıyla göz sıvısının konsantrasyonu artar ve ölümden itibaren devam eden bu olay, optik kırılmanın giderek artmasına neden olur. Bu yöntem özellikle morina ve som balıklarında iyi sonuç vermektedir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

Balık Etinin Elektrik İletim Kabiliyetinin Ölçümü

Bir hücre grubunun alternatif akım direnci ile hücre membranının özellikleri arasında ilişki vardır. Balık eti dokusunun bozulma derecesine paralel olarak, bu dokulardaki yüksek ve alçak frekanslı alternatif akımlar arasındaki direnç farklılıklarını yaratan hücre membranlarının özellikleri de kaybolur. Dokulardaki parçalanmanın ilerlemesiyle yüksek ve alçak frekanslı alternatif akımlar arasındaki direnç farkı giderek azalır. Bunu belirlenmesi için FISCHTESTER-V denilen bir cihaz geliştirilmiştir. Cihazın elektrodu muayene edilen örneğe batırılarak skaladan elde edilen değere göre karar verilir. Bu yöntem daha ziyade kalite hakkında çabuk karar vermenin gerektiği balık hali gibi yoğun iş yerlerinde uygulanabilir. Elde edilen değerler üzerine pek çok faktör etki etmektedir. Bu sebeple bu yöntemin, duyuusal ve kimyasal analiz bulguları ile de tamamlanması gereklidir (Megep, 2013).

Kimyasal Yöntemler

Tazeliğini kaybetmiş olan balık etinin kimyasal bileşimi, taze balık etinin kimyasal bileşimine göre değişim göstermektedir. Et tazeliğini yitirdikçe bileşimini oluşturan bazı bileşenlerin oranı azalırken, buna bağlı olarak bazı bileşenlerin oranı artmaktadır (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

Balık eti taze ise yapı içerisinde trimetilamin oksit (TMAO) ve protein gibi kimyasal bileşenler yüksek oranda bulunur. Eğer balık eti taze değilse bozulmayla birlikte; amino asit, trimetilamin, amonyak, uçucu asit bileşikleri, gibi bileşiklerin oranı artmaktadır. Tazeliğin kaybolmasına bağlı olarak bu bileşiklerin oranlarındaki azalış ya da artışın çeşitli kimyasal yöntemlerle ölçülmesi ile tazelik belirlenebilmektedir.

Balık Etinin Tazeliğinin Belirlenmesinde Kullanılan Kimyasal Analizler (Çetinkaya vd., 2014; Çelik ve Küçükgülmez, 2007):

- Toplam uçucu bazik azot (TVB-N),
- Trimetilamin azot (TMA-N),
- Tiyobarbütirik asit (TBARS)
- pH



Toplam Uçucu Bazik Aminler (TVB)

Kimyasal yöntemle tazelik kontrolünde kullanılan en pratik yol uçucu bazik azot bileşikleri (TVB-N) oranının belirlenmesi için yapılan ölçümler olarak bildirilmektedir. TVB-N, su ürünlerinin muhafazası esnasında bozulma ile birlikte dokularda birikmeye başlayan uçucu bazik azot miktarını vermektedir. TVB-N, kalitenin belirlenmesinde en çok kullanılan kimyasal yöntemlerdendir (Kyra vd.,1997; Çelik ve Küçükgülmez, 2007).

Trimetilamin (TMA-N)

Trimetilamin, genellikle bozulmuş su ürünlerinin tipik balıksı kokusu ile adlandırılan keskin kokulu uçucu bir amindir. Bozulmuş balıklardaki ve çoğu deniz balığının dokularında doğal olarak mevcut olan trimetilaminoksit (TMAO)'ın bakteriyeyi indirgemekten kaynaklanmaktadır. Bu indirgeme bazı iletkenlik deneyleri için temel olarak kullanılmaktadır. Aynı şekilde çoğu deniz balığının bozulmasına neden olan bakteriler trimetilamin oksidi (TMAO) trimetilamine (TMA) indirgemektedir. Bu indirgeme bazı iletkenlik deneyleri için temel olarak kullanılmaktadır. İletkenlikteki değişimleri belirlemek için gereken zaman balık türlerine bağlı olarak tazelik ile iyi ilişki göstermektedir. Deniz balıklarının osmoregülasyon sisteminin bir parçası olan TMAO tatlı su balıklarında bulunmayan bir bileşiktir. Ringa, morina, mezgit ve berlam balıkları gibi gadoid türler ve köpek balığı ve mersin balığı gibi kıkırdaklı balıklarda fazlaca bulunmaktadır. Varlık vd., (1993)' e göre, tüketime uygun su ürünlerinde TMA-N değerinin 1-8 mg/100g arasında olması gerektiğini ifade ederken, Avrupa Birliği tarafından kabul edilen limit değerin ise 12 mg/100g olduğu bilinmektedir (Goulas ve Kontominas, 2005). Kalite kriteri açısından tek başına kesin bir sonuç vermemekle birlikte pH değeri taze balıkta 6-6.5 arasında değişmektedir (Varlık vd., 1993; Çelik ve Küçükgülmez, 2007).

Tiyobarbitirik asit (TBARS)

Bir diğer kalite kriteri olarak; yağların acılaşıma derecesinin belirlenmesinde kullanılan tiyobarbitirik asit sayısı (TBA); çok iyi bir üründe <3, iyi bir üründe >5 olmaması gerektiği, tüketilebilirlik sınır değeri ise 7-8 arasında olduğu bildirilmiştir (Alparaslan vd., 2017).

pH

Balık etnin pH'sı balığın durumu hakkında bilgiler verebilmektedir. Ancak pH değeri kesin bir kriter olmayıp her zaman kimyasal ve duyuşsal testlerle tamamlanması gerekmektedir. pH ölçümü ya balık etinin distile su içerisinde çözündürülmesi ile ya da direkt olarak balık etinin içerisine elektrotlar batırılarak pH-metre ile yapılmaktadır. pH değeri; taze balık eti için 6.0-6.5 arasındadır. (Bu değer ölüm sertliği sırasında daha düşüktür). pH değeri depolama sırasında, depolama süresine bağlı olarak yavaş yavaş yükselir. Tüketilebilirlik sınır değeri 6.8-7.0' dır. Köpek balığı ve vatoz gibi üre yönünden zengin balıklarda pH değeri 7 ve yukarı olabileceği gibi hafif amonyak kokusu içerebilmektedir. Kabuklularda pH değeri 7-8 arasında olmaktadır (Schormüller, 1968; Ludorff ve Meyer, 1973; Alparaslan vd., 2017; Çelik ve Küçükgülmez, 2007).

Mikrobiyolojik Yöntemler

Su ürünlerinde mikrobiyal kontrolün amacı, insan sağlığı açısından önemli olan mevcut bakteri ya da organizmaları tespit etmek ve işleme boyunca kalitesinin belirlemektir. Mikrobiyolojik veriler, genellikle kalite ve tazelik hakkında bir bilgi vermemekte, spesifik bozulma kalan raf ömrü ile ilişkili olmakta ve kalan raf ömrü bu miktarlardan tahmin edilmektedir (Çelik ve Küçükgülmez, 2007). Balık etinde bulunan toplam bakteri sayısı ile tazelik arasında bir ilişki



olup, birim ağırlıktaki balık etinde bakteri sayısı arttıkça etin tazeliği kaybolmaktadır. Bütün ve fileto balık için toplam canlı bakteri sayısı (TVC) 10^2 ile 10^6 kob/g arasında tüketilebilir olarak kabul edilmektedir (Çaklı, 2007). Bu değerin üzerinde ise kokuşmuş olarak değerlendirileceği ve yenmesinin sakıncalı olacağı bildirilmektedir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Toplam canlı bakteri sayısı standartlarda, yönergelerde ve şartnamelerde bir kabul edilebilirlik indeksi olarak kullanılmaktadır (Çetinkaya vd., 2014).

Sonuç olarak; halk sağlığının korunması açısından su ürünleri gibi kolay bozulan gıda maddelerinin üretim işlem aşamalarına geçmeden uygun yöntemlerle kalite ve tazeliğinin kontrol edilmesi ve denetlenmesi oldukça önem arz etmektedir.

Kaynakça ve Atıflar

- Alasalvar, C., Taylor, K. D. A., Öksüz, A., Gartwaite, T., Alexis, M. N. and Grigorakis, K. (2001). Freshness Assessment of Cultured Sea Bream (*Sparus auratus*) by Chemical, Physical and Sensory Methods. *Food Chemistry*, 72, 33-40.
- Alparslan, Y., Metin, C., Hasanhocaoğlu Yapıcı, H. ve Baygar, Y. (2017). Köyceğiz Lagünü'nden avlanan farklı kefal (*Mugilidae*) türlerinin duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi. *Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research*, 3(4), 160-170.
- Altuğ, T. ve Elmacı, Y. (2005). *Gıdalarda Duyuşal Değerlendirme*. İzmir: Meta Basım Matbacılık Hizmetleri.
- Ayvaz, Z. ve Erdağ, M. (2019). *Su ürünlerinde kalite indeks metot (KIM)'u*. 4. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 14 -17 Şubat, Yalova.
- Çaklı, Ş. (2007). *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*. İzmir: Ege Üniversitesi Yayınları.
- Çelik M. ve Küçükgülmez, A. (2007). *Taze Balıkta Kalite ve Kalite Değişimleri*. Ankara: Nobel Yayınları.
- Çetinkaya, S., Bilgin, Ş. ve Ertan, Ö.O. (2014). Classical Methods on the Seafood Freshness and Quality Determination. *Su Ürünleri Dergisi*, 31(2), 105-111.
- Goulas, A.E. and Kontaminas, M.G. (2005). Effect of Salting and Smoking-Method on the Keeping Quality of Chub Mackerel (*Scorpaenopsis*): Biochemical and Sensory Attributes, *Food Chemistry*, 93(3), 511-520.
- Gülyavuz, H. ve Ünlüsayın, M. (1999). *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*, Ankara: Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fak. Ders Kitabı, Şahin Matbaası.
- Huss, H. H. (1995). *Quality and Quality Changes in Fresh Fish*. Rome: Fao Fisheries Technical Paper.
- Kyranas, V. R., Lougovois, V. P. and Valsamis, D. S. (1997). Assessment of shelf life of maricultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*) stored in ice. *International Journal of Food Science & Technology*, 32(4), 339-347.
- Larmond, E. (1977). *Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food*. Research Branch. Canada: Canadian Government Publishing Centre.
- Ludorff, W. and Meyer, V. (1973). *Fische und fischerzeugnisse*. Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg.
- Megep (2013). *Et ve ürünleri analizleri*. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Gıda Teknolojisi, Ankara, s.44.
- Schormüller, J. (1968). *Handbuch der Lebensmittel Chemie*. Band III/2 Teil. Tierische Lebensmittel Eier, Fleisch, Buttermilch. Berlin, Springer Verlag Heidelberg.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N. ve Gün, H. (1993). *Su ürünlerinde kalite kontrol ilke ve yöntemleri*. Ankara: Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:17, Ayrıntı Matbaası.
- Varlık, C., Özden, Ö., Erkan, N. ve Alakavuk, D. Ü. (2007). *Su Ürünlerinde Temel Kalite Kontrol*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayın No. 4662. Fakülte Yayın No:8, İstanbul Üniversitesi Basım ve Yayınevi Müdürlüğü, İstanbul. 202 s.
- Yeşilsu, A.F. ve Özyurt, G. (2013). *Su Ürünlerinin Tazeliğinin Değerlendirilmesinde Elektronik Burun ve Yapay Görme Sistemlerinin Kullanımı*. Yunus Araştırma Bülteni, 39-45.



SU ÜRÜNLERİ MUHAFAZA TEKNİKLERİ

Pakize ÇALIŞ ERÜMİT¹, Rahimeh JABERİ², Pınar OĞUZHAN YILDIZ³, Gökhan ARSLAN⁴
Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Erzurum^{1,2,3,4}

Öz

Su ürünleri bozulmaya karşı son derece duyarlı bir besin maddesidir. Bu nedenle avlandıktan hemen sonra taze olarak tüketilmeli veya tazeliklerini korumalarını sağlayacak tedbirler alınmalıdır. Su ürünlerinin muhafazasındaki amaçlardan birisi ürünün raf ömrünü uzatarak tüketiciye bozulmadan ulaştırılmasını sağlamaktır. Gelişen teknolojiye paralel olarak su ürünlerinin muhafazasında çeşitli teknikler uygulanmaktadır. Bunlar eski çağlardan beri uygulanan kurutma, tuzlama ve tütsümeden başlayarak günümüzde yaygın olarak kullanılan soğutma, dondurma, surimi, konserve, marinat teknolojisi gibi pek çok yöntem söz konusudur. Ayrıca yüksek basınç, ışınlama, ultrasonikasyon, vurgulu elektrik alan, ozon uygulamaları da su ürünlerinde kullanılmaya başlanan teknolojik yöntemlerdir. Bu derleme ile su ürünlerine uygulanan metotlar detaylı bir şekilde ele alınacaktır.

Anahtar Sözcükler: Su ürünleri, tazelik, bozulma, muhafaza

Giriş

Su ürünlerine gerek tazeliğinin korunması gerekse raf ömrünün uzatılması için çeşitli muhafaza teknikleri uygulanmaktadır. Bu teknikler sayesinde tüketicilerin hayatı kolaylaştırılarak uygun sürede hazırlanabilir ürünler ortaya çıkmaktadır. Ayrıca gıdaların bu şekilde sağlıklı olarak tüketilmesi sağlanmaktadır. Su ürünleri diğer gıdalara göre daha çabuk bozulmaktadır. Bundan dolayı ürünlerin uygun olarak işlenerek muhafaza edilmesi oldukça önemlidir. Böylece ürünlerin raf ömrünü uzatarak tüketiciye bozulmadan ulaştırılması sağlanmaktadır. Ayrıca ürünlerin işlenerek muhafazası ile duysal anlamada da daha fazla tüketiciye hitap eden ürünler sunulabilmektedir. Su ürünlerinin muhafaza edilmesindeki temel amaç; ürünün raf ömrünün uzatılmasının yanı sıra avlama mevsimi dışında da balığın tüketime sunulabilmesi ve ürünün bozulmadan tüketiciye ulaştırılmasının sağlanmasıdır. Balıklar avlandıktan sonra tüketiciye ulaşmaya kadar tazeliği, güvenliği ve besin değeri korunarak, uygun bir şekilde muhafaza edilmeli ve taşınmalıdır (Anonim, 2021a).

Su Ürünleri Muhafaza Teknikleri

Gelişen teknolojiye paralel olarak su ürünlerinin muhafazasında çeşitli teknikler uygulanmaktadır. Bunlar eski çağlardan beri uygulanan kurutma, tuzlama ve tütsümeden başlayarak günümüzde yaygın olarak kullanılan soğutma, dondurma, surimi, konserve, marinat teknolojisi gibi pek çok yöntem söz konusudur. Ayrıca yüksek basınç, ışınlama, ultrasonikasyon, vurgulu elektrik alan, ozon uygulamaları da su ürünlerinde kullanılmaya başlanan teknolojik yöntemlerdir (Anonim, 2021a).

Kurutma

En eski balık işleme yöntemlerindedir. Kurutma, besin maddesindeki suyun kontrollü bir şekilde uzaklaştırılması işlemidir. Bu işlemin amacı, raf ömrü kısa olan ürünlerin raf ömürlerini uzatmaktır (Varlık 2004; Anonim 2021b).

Tuzlama

Balıkların uzun süre muhafaza edilmeleri ve dayanıklı hale gelmeleri için kullanılan insanoğlunun uyguladığı en eski muhafaza yöntemlerinden birisidir. Tuzlama kendi başına uygulanan bir muhafaza tekniği olmasının yanında birçok işleme teknolojisi için de ön işlem olarak ta uygulanmaktadır. Tuzlama işleminde amaç balık etindeki suyun bir kısmının uzaklaştırılmasıdır. Ürüne lezzet kazandırmak amacıyla da uygulanmaktadır (Gökoğlu, 2002; Öğretmen ve Öğretmen, 2010).



Tütsüleme

Tütsüleme ilk çağlardan beri uygulanan geleneksel bir işleme ve muhafaza yöntemidir. Tütsüleme, kışın yaprağını döken sert ağaçların odunları ve odun talaşları ile elde edilen duman içerisinde tuzlanmış balığın belirli tekniklerle işlenmesi işlemidir. Tütsüleme işlemi ile hem ürün daha uzun raf ömrüne sahip olmakta hem de duman bileşenlerinin ürüne verdiği aroma sayesinde değişik bir lezzet kazandırmaktadır (Oğuzhan vd., 2005).

Soğuk Muhafaza

Soğutularak muhafaza su ürünleri endüstrisinde çok kullanılan bir yöntem olup, bu yöntemle su ürünlerinin tüketiciye sağlıklı bir şekilde ulaştırılması sağlanmaktadır. Soğutma işlemi, balık sıcaklığının donma noktasının hemen üzerindeki sıcaklık olan 0°C'ye düşürülmesine dayanan bir yöntemdir. Bunun için en iyi buz kullanmaktır. Balığın taze olarak muhafaza edilmesinde oldukça önemlidir. Balık kolay bozulabilir bir gıda olduğundan tüketiciye ulaşmaya kadar soğukta muhafaza edilmesi şarttır. Soğutma işlemi genellikle kısa süreli saklama amacı ile kullanılmaktadır. Soğutmadaki amaç, koruyucu katkı maddesi kullanmadan ürünü doğal haline yakın şekilde saklamaktır (Gökoğlu, 2002; Varlık vd., 2004).

Dondurarak Muhafaza

Dondurarak muhafaza teknolojisi gıdaların uzun süre bozulmadan depolanmalarını sağlayan bir tekniktir. Dondurulmuş ürünler taze materyalin tüm özelliklerini içerir ve bundan dolayı uzun süre muhafaza eder. Et, balık gibi kolay bozulan besinlerin taze durumda uzun süre muhafazası ancak dondurma teknolojisi ile mümkün olmaktadır. Dondurarak muhafaza teknolojisinde amaç su ürünlerinin lezzet ve besin içeriği açısından olumsuz bir etki göstermeden tüketiciye soğuk zincir kurallarına uygun olarak ulaştırmaktır (Bilgin, 2003; Varlık vd., 2004).

Surimi

Surimi Japonca'da kıyılmış balık eti anlamına gelmektedir. Mekanik olarak kılçıklarından ayrılmış balık etinin su ile yıkanıp, kıyıldıktan sonra, şeker, sorbitol ve polifosfat gibi maddelerle karıştırılması ile elde edilen bir ürün olan "dondurulmuş surimi" olarak tanımlanmaktadır (Kolsarıcı ve Ensoy, 1996; Çaklı ve Duyar, 2001; Kaba, 2009). Bu teknik ile ticari olarak avlanan su ürünlerinin yanı sıra, değerlendirilemeyen su ürünleri de hammadde olarak kullanılabilir.

Konserve

Konserve, su ürünlerinin ısıya dayanıklı kaplarda hermetik (hava geçirmez) olarak kapatılarak yüksek ısı uygulamaları ile ürün içerisinde bulunan mikroorganizmaların yok edilmesi işlemleri olarak tanımlanmaktadır. Bu teknolojiye temel amaç enzimatik ve mikrobiyal faaliyetlerin engellenmesi veya yok edilmesi sonucu ürünlerin raf ömürlerinin uzatılmasıdır. Konserve yöntemi ile su ürünleri uygun sıcaklıklarda depolandıklarında daha uzun raf ömrüne sahip olmaktadır (Gökoğlu, 2002; Öksüz, 2019; Anonim, 2021b).

Marinat

Marinat, gıdaların saklanması bilinen en eski muhafaza yöntemlerinden olup, M.Ö. 7. yüzyıla kadar dayanmaktadır. Marinyasyon, balığın tuz ve asetik asit ile muamele edilerek olgunlaştırılması ve dayanımının artırılmasını sağlayan bir işlemdir. Olgunlaştırma işlemi ile çiğ ürün yenilebilir şekle gelmektedir. Farklı lezzetler kazanması amacıyla şeker, baharatlar, mayonez, sos, yağ ve sebzeler vb. katkıları ilave edilerek lezzetlendirilebilirler. Marinatlama işleminde ürünün raf ömrü artarak karakteristik tat oluşmaktadır (Çaklı ve Kılınc 2004; Çetinkaya 2017).

Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulaması

Bu uygulamada, gıdalar ambalajlı ya da ambalajsız şekilde, 100-1000 MPa basınca maruz kalmaktadır. Su ürünlerine yüksek hidrostatik basınç uygulaması fizikokimyasal, mikrobiyal ve duyu kalitenin gelişmesinde oldukça önem arz



etmektedir. Geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında mikroorganizmaları inaktive edebilmekte ve raf ömrünün uzamasını sağlamaktadır. Bu uygulama ile ısıtma işlemi uygulanmaksızın, istenmeyen değişimlerin olmadığı, kalite kaybının minimum olduğu ve uzun raf ömrünün su ürünlerinin muhafazasında sağlanması bakımından oldukça önemlidir (Üretener, 2009; Oğuzhan, 2013a; Uçak, 2018).

Işınlatma

Işınlatma teknolojisi, kalitenin korunması, hijyenin sağlanması ve raf ömrünün uzatılması için gıdalara uygulanan bir teknolojidir. Bu teknikte ürün iyonize radyasyona maruz bırakılmaktadır. Işınlara, ışınlanan gıda tarafından absorbe edilen dozunun birimi Gray'dir. 1 Gray = 100 rad, 1000 Gray = 1 kiloGray (kGy) ve 10 kGy = 1 megarad olarak ifade edilir. Işınlatma parazitleri öldürmekte, raf ömrünü artırmakta, TVB-N ve TMA-N değerlerini düşürmekte, mikrobiyal faaliyeti düşürmekte, hijyenik kaliteyi ve su ürünlerinin güvenilirliğini artırmaktadır (Mol ve Ceylan, 2011; Oğuzhan, 2013b).

Sonuç olarak, su ürünleri diğer gıdalara kıyasla bozulmaya karşı son derece duyarlı bir besin maddesidir. Su ürünleri avlandıktan hemen sonra taze olarak tüketilmeli veya tazeliklerini korumalarını sağlayacak tedbirler alınmalıdır. Bu nedenle uygun tekniklerle korunması taşınması ve işlenmesi oldukça önem arz etmektedir.

Kaynakça

- Anonim (2021a). <https://docplayer.biz.tr/16074013-Su-urunleri-muhafaza-yontemleri-doc-dr-abdullah-oksuz-doc-dr-senol-guzel.html> adresinden erişildi.
- Anonim (2021b). <https://acikders.ankara.edu.tr> adresinden erişildi.
- Bilgin, Ş. (2003). *Farklı işleme yöntemlerine göre dağ alabalığının (Salmo trutta macrostigma, D., 1858) kimyasal yapısındaki değişimler* (Doktora tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Çaklı, S. ve Duyar, H.A. (2001). Surimi Teknolojisi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 18(1-2), 255-269.
- Çaklı, S. ve Kılınç, B. (2004). Marinat Teknolojisi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 21(1-2), 153-156.
- Çetinkaya, S. (2017). Su Ürünlerinde Marinat Teknolojisi ve Marinasyonun Kalite Özelliklerine Etkisi. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 3(2), 117-128.
- Gökoğlu, N. (2002). *Su ürünleri işleme teknolojisi*. İstanbul: Su Vakfı Yayınları
- Kaba, N. (2009). Surimi Teknolojisi ile Yağlı ve Koyu Etli Balıklardan Surimi Üretimi. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 3(4), 266-274.
- Kolsarıcı, N. ve Ensoy, Ü. (1996). Surimi teknolojisi. *Gıda*, 21(6), 389-401.
- Mol, S., Ceylan, Z., 2011. Su ürünleri ve ışınlatma teknolojisi. *Dünya Gıda Dergisi*, 10, 79-87.
- Oğuzhan, P., Angiş, S., Atamanalp, M. ve Haliloğlu, H.İ. (2005). *Su ürünlerinde tüsüleme teknikleri*. GAP IV. Tarım Kongresi, 21-23 Eylül, Şanlıurfa.
- Oğuzhan, P. (2013a). Yüksek hidrostatik basınç teknolojisinin gıda endüstrisinde kullanımı. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 205-219
- Oğuzhan, P. (2013b). Su ürünleri ışınlatma teknolojisi. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*. 13, 51-57.
- Öğretmen, Y.Ö. ve Öğretmen, N. (2010). *Su ürünleri işleme teknolojileri ve örnek bir su ürünleri işleme tesisine ait dondurulmuş hamsi iş akışı*. 1. Ulusal Hamsi Çalıştayı: Sürdürülebilir Balıkçılık. 17-18 Haziran, Trabzon.
- Öksüz, A. (2019). İşlenmiş su ürünleri ve beslenme. II. Gıda ve Sağlıklı Beslenme Sempozyumu Raporu. "Su Ürünleri ve Sağlık". Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları, TÜBA Raporları No: 31 Ankara.
- Uçak, İ. (2018). Su Ürünleri İşleme ve Muhafazasında Yüksek Hidrostatik Basınç Kullanımı. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 4(1), 47-57.
- Üretener, G. (2009). *Yüksek hidrostatik basınç uygulamasının balık kalitesi ve raf ömrü üzerine etkisi*. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Varlık, C. (2004). *Su ürünleri işleme teknolojisi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları.



MİKROPLASTIĞIN AKUAKÜLTÜRDEKİ ETKİLERİ

¹Tuğçe Kılıç, ²Deniz Çoban

Pukyong National Üniversitesi Balıkçılık Bilimi Fakültesi Balık Biyolojisi Anabilim Dalı Güney Kore¹
Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Aydın Türkiye²

Öz

Su ürünleri yetiştiriciliği, sucul canlıların insan eli altında kontrollü bir ortamda üretilmesi beslenmesi olarak tanımlanmaktadır. Çevre ise, canlıların yaşadığı ve yaşamları boyunca etkileşim içerisinde bulunduğu alan olurken, bu alanda oluşabilecek istemli veya istemsiz çeşitli faaliyetler sonucu bu çevrenin bozulması çevre kirliliği olarak karşımıza çıkmaktadır. Çevre kirliliğinde sorun olan mikroplastikler, Ulusal Amerika Birleşik Devletleri Okyanus ve Atmosfer İdaresi Deniz Atık Yönlendirme Komitesi tarafından 5 mm'den küçük boyuttaki plastikler mikroplastik olarak kabul edilmiştir. Mikroplastikler, yetiştiricilik koşullarında kullanılan materyallerin plastik kökenli olması ile balık yemi üretiminde kullanılan yöntemlerden farklı yollarla kontaminasyon oluşmaktadır. Mikroplastığın balığa geçişi, balığın bu mikroplastığı doğrudan veya dolaylı olarak yutması ile gerçekleşir. Bu plastik parçacıklar deniz canlıları tarafından besin sanılarak yanlışlıkla veya kasıtlı olarak yutulabilirler. Mikroplastikle ilgili yapılan çalışmalarda, plastik partiküller küçüldükçe çeşitli deniz canlıları tarafından daha kolay yutulduğu tespit edilmiştir. Mikroplastığın yutulmasında sindirim yolunda tıkanma ve/veya ölümcül yaralanmalara yol açtığı hayatta kalma ve üreme performansında olumsuz sonuçlar yarattığı gözlemlenmiştir. Türkiye'de yapılan çalışmalarda, Chelon saliens (Risso, 1810), Mullus barbatus barbatus (Linnaeus, 1758), Mullus surmuletus (Linnaeus, 1758), Trachurus mediterraneus (Steindachner, 1868) ve Lithognathus mormyrus (Linnaeus, 1758) balıkları ile midye dolma şeklinde satılan kara midyelerde yapılan incelemelerde yüksek miktarda mikroplastik görülmüş ve mikroplastik kirliliğinin Türk deniz sularındaki balıklar için yeni bir tehdit oluşturduğu bildirilmiştir. Sunulan çalışmanın amacı yetiştiricilik yoluyla elde edilen balıkların mikroplastığe maruz kalma yolları derlenmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Su Ürünleri, Yetiştiricilik, Mikroplastik, Çevre, Çevre Kirliliği

GİRİŞ

Çevrede, özellikle son yıllarda önlenemez şekilde çeşitli materyallerden oluşan çöp ve atıklar bulunmaktadır. Bu durum deniz ortamları başta olmak üzere çeşitli ortamlarda çöp birikimine neden olmaktadır. Deniz çöpleri, deniz ortamına boşaltılmış, atılmış veya bırakılmış kalıcı, üretilmiş, işlenmiş materyallerdir (UNEP 2005; Galgani ve diğ., 2010). Deniz çöpleri başlıca plastik, tahta, metaller, kağıt vs.den oluşmaktadır (Corcoran ve diğ., 2009). Plastik ve sentetik materyaller deniz ortamında kirlenmeye neden olan en yaygın türlerdendir (Allosp ve diğ., 2006). Günümüzde plastiklerin, kimyasallara ve ısıya karşı dirençli olmaları, kolay işlenmesi, düşük maliyeti olması nedeni ile kullanılabilirliği son yıllarda artmıştır (Ryan, 2015). Artan plastik üretimi ve bunların doğaya bırakılmasından dolayı gerek ülkemizde gerekse dünyada mikroplastik kirliliği önemli bir sorun haline gelmiştir. Plastik çöplerin, karasal ve sucul ekosistemleri önemli ölçüde etkileyebildiği gibi toprak ve suların da bu çöplerden dolayı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirdiği gözlemlenmektedir. Su ürünleri yetiştiricilik koşullarında su ortamında kullanılan materyallerin plastik kökenli olması kontaminasyona yol açmaktadır. Birçok araştırmacı, mikroplastığın deniz ortamında yaşayan canlıları etkilediğini, oluşturduğu riskleri çalışmalarında belirtmiştir. Deniz ortamında yaşayan canlıların mikroplastığı yutması kontaminasyonun en yaygın çeşididir. İşlenmiş su ürünlerinde işleme sırasında ve paketleme sırasında mikroplastik kontaminasyonu mümkündür (Fadare et al., 2020; Karami et al., 2018). Bunun yanı sıra balık yemi üretim işlemlerinde de mikroplastik kontaminasyonu oluşabilmektedir. Deniz canlılarının beslenme şeklide mikroplastığı bünyelerine almada belirleyicidir. Örneğin, filtrasyon yöntemi ile beslenen suyu süzen canlıların da mikroplastığe karşı hassas olduğu görülmüştür (Walkinshaw et al., 2020). Sunulan bu derlemede su ürünleri yetiştiriciliğinde sıklıkla kullanılan materyal olan plastik ile yetiştiricilik arasında ilişkiyi incelemek hedeflenmiştir. Ülkemizde ve dünyada bu konuda son yıllarda bazı çalışmalar yapılmış olup bunlara yer verilmeye çalışılmıştır.



SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ

Su Ürünleri Yetiştiriciliğinin Tanımı Ve Önemi

Balık, insan besin kaynağının hayati bir bileşenidir ve insanın en önemli yüksek kaliteli hayvansal protein kaynağıdır. Dünya çapında yaklaşık 1 milyar insanın birincil hayvansal protein kaynağı olarak balığa güvendiği tahmin edilmektedir (FAO 2001) ve balık 3 milyardan fazla kişiye kişi başına düşen ortalama hayvansal protein alımının en az %15'ini sağlamaktadır (FAO 2009). FAO tarafından derlenen su ürünleri yetiştiriciliğine ilişkin dünya çapındaki en son istatistiklere göre, dünya su ürünleri üretimi 2018'de 114,5 milyon ton canlı ağırlıkla tüm zamanların en yüksek rekorunu elde etti. Tüm bu türlerin çiftlik satış değeri 263,6 milyar ABD dolarıdır. Toplam üretimin 82,1 milyon ton sucul hayvanları (250,1 milyar ABD doları), 32,4 milyon ton su yosunu (13,3 milyar ABD doları) ve 26 000 ton süs deniz kabuğu ve inciden (179 000 ABD doları) oluşmuştur.



Şekil 1: Su Ürünleri Yetiştiriciliği Çiftlik Ortamı

Sucul ortamlarda bitki (mikro ve makro algler) ve hayvanların (balık, kabuklu, yumuşakça ve eklembacaklılar) yarı kontrollü ve/veya tam kontrollü şartlar altında farklı amaçlar için (gıda, süs, rekreasyon ve akademik vb.) insan eli altında yetiştirilmesine *Su Ürünleri Yetiştiriciliği* denir. Su ürünleri yetiştiriciliği tek bir üretim modelini değil, yüzlerce tür balık, kabuklu ve akuatik bitki kültürünü kapsar. Toprak ve beton havuzlar, kafes, kapalı devre sistemler olmak üzere yetiştiricilik sistemleri bulunmaktadır, arasındaki farklar sadece su kullanma ve yemleme yöntemi bakımından önemlidir.



Şekil 2: Su Ürünleri Yetiştiriciliği Ortamı

Akdeniz ülkelerinde akuakültür sektörü daha çok levrek (*Dicentrarchus labrax*) ve çipura (*Sparus aurata*) türleri üzerine yoğunlaşmış durumdadır. Ancak artan üretim maliyetleri ve azalan kar marjları üreticileri daha ekonomik ve etkin üretim stratejilerini geliştirmeye yönlendirmiştir. Bu gelişmeler üreticilerin yeni potansiyel türlerin üretiminin



yanında çipura ve levrek gibi yoğun üretimi yapılan türlerde yenilikçi ve biyoteknolojik odaklı araştırmaları zorunlu kılmıştır.

MİKROPLASTİK

Mikroplastığın Sınıflandırılması

Çevre kirliliğinde sorun olan mikroplastikler, Ulusal Amerika Birleşik Devletleri Okyanus ve Atmosfer İdaresi Deniz Atık Yönlendirme Komitesi tarafından 5 mm'den küçük boyuttaki plastikler mikroplastik olarak kabul edilmiştir. İlerleyen zamanda değişik boyutlardaki plastikler standardize edilmiştir (Lusher ve ark.,2017). Standardize edilen mikroplastikler; megaplastikler >1 m, makroplastikler <1m, mezoplastikler <2.5cm (25mm), büyük mikroplastikler 1mm – 5 mm, küçük mikroplastikler 1mm – 20 µm (0.02 mm), nanoplastikler 1nm – 100 nm (GESAMP, 2016; Verschoor, 2015; Lusher vd.,2017).

Başlıca yaygın mikroplastik türleri (Cole ve ark.,2013); Yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE), düşük yoğunluklu polietilen (LDPE), polietilen tereftalat (PET), polipropilen (PP), polistiren (PS), polivinil klorür (PVC), poliamid (PA). Günümüzde yaygın kullanılan plastikler, küresel plastik üretiminin yaklaşık % 90'ını temsil eden polietilen (PE), polipropilen (PP), polivinilklorid (PVC), polistiren (PS) ve polietilentereftalat (PET) dir (Venghaus, 2017).

Kullanım amacına göre farklı renklerde üretilen plastikler siyah,şefaf kırmızı,mavi,beyaz,pembe,sarı,mor,turuncu, yeşil,kahverengi gibi bir çok renkli şekilde doğada bulunur (Hidalgo-Ruz ve diğ., 2012).

Deniz ekosistemlerinde mikroplastik taşınımı rüzgar,kıyı akıntıları,dalga hareketleri,mikroorganizmalar,canlılar ve gelgit olayları gibi çeşitli faktörlerle gerçekleştirilmektedir (Yurtsever, 2018).

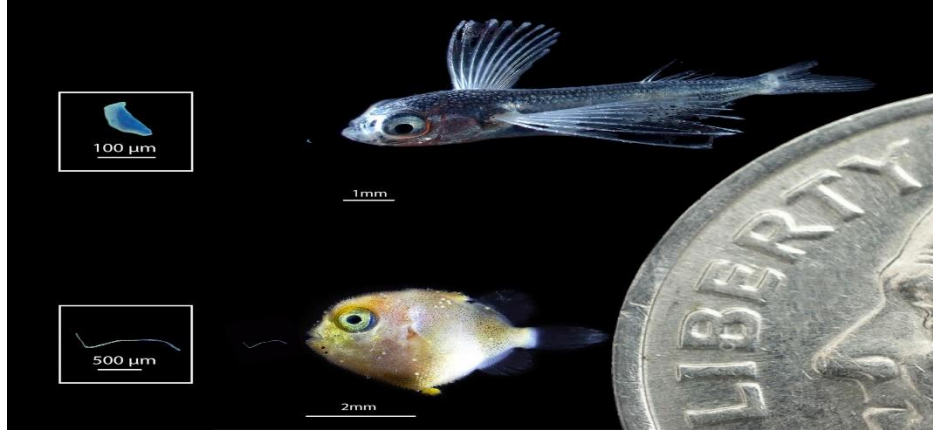
Mikroplastikler birincil ve ikincil olarak 2 gruba ayrılır. Birincil grupta; diş macunu, peeling kremleri gibi kozmetik ürünler ve deterjanlar bulunur. İkincil grupta ise; büyük plastik parçalarının güneş ışığı, su ve rüzgâr gibi çevresel etkilerle aşınması ve küçük boyutlara ufalanması sonucu ortaya çıkan mikroplastiklerdir (Gregory, 2009; Digka ve ark., 2018).

Mikroplastikler sucul ortama farklı yollardan girebilir. Bu giriş yolları hem deniz,hem kara tabanlı faaliyetler olabilir. Kara tabanlı faaliyetler; liman faaliyetleri, gemi bazlı plastik çöp, kanalizasyon sorunları, turizm faaliyetleri, yüksek kıyı nüfusu, balıkçılıktan kaynaklanan çöp, evsel çöp, deniz tabanlı faaliyetler; balıkçılık sektöründe kayıp, unutulmuş, bırakılmış olta ve ağ takımları (Allsopp ve ark., 2006).

BALIKLARDA MİKROPLASTİK GEÇİŞİ

Mikroplastığın balığa geçişi, balığın bu mikroplastığı doğrudan veya dolaylı olarak yutması ile gerçekleşir. Bu plastik parçacıklar deniz canlıları tarafından besin sanılarak yanlışlıkla veya kasıtlı olarak yutulabilir (Allsopp ve ark.,2006). Dolayısıyla bizim denize bıraktığımız, attığımız atıklar özellikle renkli cezbedici hale geldiğinde kolay yutulabilir. Mikroplastikle ilgili yapılan çalışmalarda, plastik partiküller küçüldükçe çeşitli deniz organizmaları tarafından daha kolay yutulduğu tespit edilmiştir (FAO. 2016b).

Plastik boyutu küçüldükçe, balıkların gıda dışı partikülleri ayırt etmesi zorlaşır ve buna bağlı olarak plastik tüketimi artar.(Critchell ve Hoogenboo,2018). Balık, mikroplastığı yuttuğunda fiziksel risk ve kimyasal risk olmak üzere 2 gruba ayrılır, Kimyasal riskler, plastiğin veya emilen kirleticileri organizmaya sızabilir. Fiziksel riskler; yutulan mikroplastik oranına bağlıdır. Tıkanmalar, ölümcül yaralanmalar meydana gelebilir. Hayatta kalma ve üreme performansında da olumsuz sonuçlar yarattığı gözlemlenmiştir(Rochman,2015).

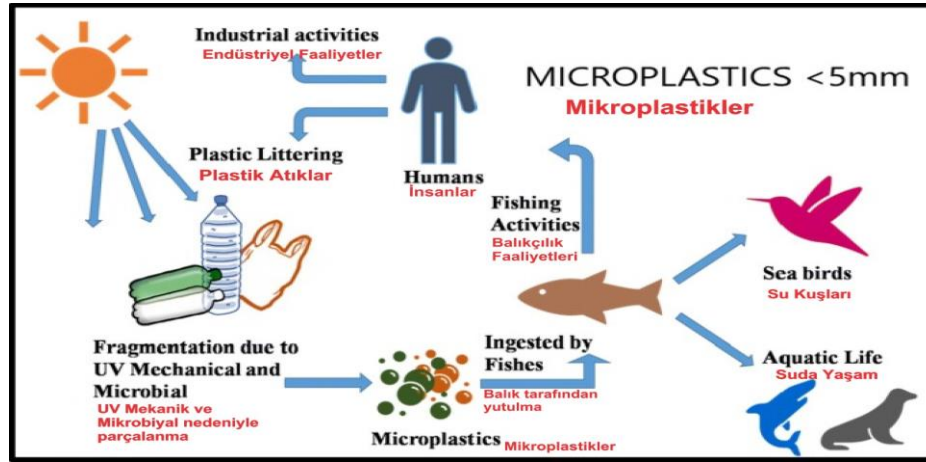


Şekil 3: Balıkların yutmuş olduğu büyütülmüş plastikler ve 10 centlik madeni para (NOAA Fisheries,2019)

Mikroplastikler ,canlıların vücuduna girdiğinde sindirim sistemi boyunca ilerler, ardından ya dışkı ile atılır ya da burada tutulurlar. Tutulan mikroplastikler sindirim sistemine fiziksel zarar verirken aynı zamanda canlının daha az yiyecek ihtiyacı duymasına sebep olur (Khalid ve diğerleri, 2021).

Omnivor,herbivor,etçil olarak farklı beslenme tiplerine sahip olan balıklarda mikroplastik varlığı araştırıldığında omnivor beslenme tipine sahip balıklarda mikroplastik oranı yüksek çıktığı görülmüştür (Mizraji vd., 2017).

Plastikler bozulmaya karşı dirençli olduklarından dolayı uzun yıllar boyunca ortamda kalırlar. Dışkı ile birlikte elimine edilebilir ve muhafaza edilir. Biyo-birikim ardından mikroplastik, besin zinciri ile canlılar arası birbirine aktarılır (Perez-Venegas ve ark.,2017). Besin zincirinde ilerleyen mikroplastikler su ürünleri tüketimi sonucunda insanlara geçmektedir (GESAMP, 2015; Hantoro ve diğ., 2019).



Şekil 4: Mikroplastiklerin Taşınımı ve Etkileşimi (Issac ve Kandasubramanian,2020)

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE MİKROPLASTİK

Mikroplastığın Akuakültürde Etkisi Ve Olası Kontaminasyonu

Mikroplastikler, yetiştiricilik koşullarındaki su ortamlarına farklı yollardan girebilir. Balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliğinde büyük ölçüde plastik kullanılmaktadır.Yetiştiricilik koşullarında kullanılan balık ağ kafesleri



genellikle bir çerçeve yapısı üzerine asılmış bir ağdan oluşur bu yapılarda kullanılan materyalin büyük bir çoğunluğu plastik kökenlidir (Lusher ve ark.,2017). Bunun yanı sıra; halatlar,balık kasaları,havuz kaplamaları,balık yemlikleri,balık tankları,şamandıralar ve dubalar suya karşı dayanıklı olması ve kolay şekillendirilmelerinden dolayı plastik malzemeden yapılmıştır. Çift kabuklu yumuşakçaların (istiridyeye, tarak, midye) yetiştiriciliğinin çoğu aşamasında plastik kullanılmaktadır (Lusher ve ark.,2017). Tarak toplamak için de polietilen ağ torbaları kullanılır ayrıca poliamid veya polipropilen iplerde kullanılmaktadır (Lovatelli, 1988).

Balık Yemi ve Hammaddesinde Olası Kontaminasyon

Balık yemi üretiminde pişirme, presleme, kurutma, soğutma, torbalama, depolama ve taşınma işlemlerinde mikroplastik kontaminasyonu oluşabilmektedir. Yapılan çalışmalarda mikroplastik içeren balık unu ile beslenen yetiştiricilik balıklarında mikroplastik geçişi gözlemlenmiştir(Hantoro ve diğ., 2019; Hanachi ve diğ., 2019). Balık unu üretiminde kullanılan balık türleri ve bunların avcılık/paketleme yöntemleri mikroplastik bulaşımı için önemlidir (Park ve Kim,2013). Burada önemli olan avcılık yoluyla yakalanan balıkların mikroplastığe maruz kalmamış olmaları tercih edilmelidir.

Su Ürünleri Gıda Maddesi İşlemesi Sırasında Kontaminasyon

Gıda maddesi işlemesi sırasında ürünler, potansiyel kaynaklarla mikroplastik ile kontamine olabilir. Su ürünlerinin işleme teknolojisinde kullanılan ambalaj,kullanılan katkı maddesi ve diğer etkenli kaynaklarla kontaminasyon gerçekleşebilir. İşleme sırasında kullanılan su (Koelmans ve diğ., 2019),tuz (Gündoğdu, 2018), bal ve şeker (Liebezeit ve Liebezeit, 2013) gibi bazı gıda maddelerinde mikroplastik görülmüştür. Karami ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada sardalya ve çapa balığı konservelerinde 13 ülkeden alınan 20 farklı markada, mikroplastığe rastlanmıştır.

Diğer bir çalışmada,7 farklı marka ton ve uskumru konservelerinde %80 inde mikroplastik bulunmuştur. Konserve balıkların temizlenmesi ve konservenmesi aşamalarında kullanılan katkı maddeleri potansiyel kaynak olarak görülmüştür (Akhbarizadeh ve diğ., 2020).

Su ürünleri işleme sektöründe ambalaj ve paketlemede kullanılan materyaller genelde plastiktir,bu da ürünün kalitesini bozabildiği bilinmektedir.İşlenmiş su ürünleri tesislerinde olası mikroplastik bulaşma kaynakları incelenmeli önlemler alınmalıdır.

DÜNYADA VE TÜRKİYE DE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Dünyada yapılan araştırmalarda;yetiştiriciliği yapılan canlıların,doğadan avlanan canlılara göre yaşam süresi daha kısa olduğundan dolayı mikroplastik birikimi bakımından tüketimi daha az tehlikeli olduğu düşünülmektedir (Smith ve ark.,2018).Fakat literatürde yetiştiricilik ve avcılıktan elde edilen su ürünlerinin mikroplastik içerikleri belirsizdir. Çiftlik midyelerinin, doğadan yakalanan midyelere göre daha yüksek oranda mikroplastik oranına rastlanmıştır (Van Cauwenberghe ve Janssen 2014). Hong Kong'un doğu kıyılarında yapılan bir araştırmada ise 30 adet çiftlik kefal ve 30 adet doğal deniz kefal balığının sindirim sistemlerindeki mikroplastik oranları araştırılmış ve doğal balıklarda daha fazla mikroplastik bulunmuştur(Cheung ve ark., 2018). Filtrasyon yöntemi ile beslenen midye, istiridyeler, yengeçler ve çiftliklerde üretilen su ürünlerinde mikroplastik parçacıklara rastlanmıştır (Avio ve ark.,2015). Yapılan bir çalışmada,yengeçlerin sadece besin ile mikroplastığı almadığı aynı zamanda denizlerdeki mikroplastığı solungaçları ile çekerek solunum sisteminde tutabildikleri gösterilmiştir (Watts ve ark.,2014). Buz Denizi'nin güney sahillerinde yapılan bir araştırmada *Crangon crangon* türü kahverengi karideslerdeki mikroplastik parçacık miktarı incelenmiş ve %63'ünde farklı boyutlarda sentetik lifler tespit edilmiştir (Devriese ve ark., 2015; OSPAR, 2015). Denizlerdeki besin zincirinin tabanında olan zooplanktonlar (küçük organizmalar)1 mm altında plastik parçalarla beslendiği anlaşılmıştır. Zehirli maddeler içerebilen bu parçaların, zooplanktonlardan başlayarak besin zincirinin üst basamaklarına kadar taşınıp insanlara ulaştığı düşünülmektedir (WWF, 2018). Tunus'un Bizerte Lagünü bölgesinde yapılan bir araştırmada da, yumuşakça türlerinde mikroplastik parçacıkları açısından yüksek riskler olduğu görülmüştür (Abidli ve ark., 2019). Norveç'te yapılan bir çalışmada ise Atlantik Morina' nın (*Godus morhua*) midesinde %3 oranında mikroplastik belirlenmiştir (Brate ve ark., 2016).

Türkiye'de yapılan çalışmalarda; *Chelon saliens* (Risso, 1810), *Mullus barbatus barbatus* (Linnaeus, 1758), *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758), *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868) ve *Lithognathus mormyrus* (Linnaeus,1758) balıkları ile midye dolma şeklinde satılan kara midyelerde yapılan incelemeler sonucu yüksek miktarda mikroplastik görülmüş ve mikroplastik kirliliğinin Türk deniz sularındaki balıklar için yeni bir tehdit oluşturduğu bildirilmiştir (Gündoğdu ve ark., 2020). 5 balık türüne ait Barbun *Mullus barbatus*, Berlam *Merluccius merluccius*, Mezgit *Trisopterus minutus*, Kıрма Mercan *Pagellus erythrinus*, Mercan *Pagellus* toplamda 269 balığın



mide ve bağırsaklarının analizleri yapılmış ve izlenen 269 balıktan 162'sinin sindirim kanalları içerisinde toplamda 380 adet mikroplastik parçacık tespit edilmiş olup sindirim kanallarında 6'sı fiber, 4'ü sert plastik ve 2'si naylon, 2'si diğer, 1'i kauçuk olmak üzere 15 farklı plastik tipi tespit edilmiştir (Tübitak-Mam, ÇŞB, 2017).

SONUÇ

Plastikler diğer endüstri malzemelerine göre ucuz, hafif, uzun ömürlü ve suya dayanıklı olmasından dolayı günümüzde ham madde olarak tercih edilmektedir. Doğaya bıraktığımız, attığımız her plastik parçası mikroplastik parçacıklarına dönüşebilmektedir. Denizel ortamdaki plastik atıkların sayısı her geçen gün arttığından dolayı deniz ekosistemindeki plastik kirliliği sorunu, canlılar üzerinde zararlı etkileri nedeniyle endişe duyulan konu haline gelmiştir. Denizel ortamda uzun süre boyunca UV ışığı ve fiziksel aşınma sonucu plastikler parçalanma eğilimi göstermektedirler. Mikroplastik kirliliğinin deniz ortamındaki olumsuz etkileri, organizmaların sağlığını kötü etkilemektedir. Bu nedenle, plastik ürünlerinin gereksiz kullanımına önlem alınması gerekmektedir. Denizel ortama giren plastik miktarı azaltılmalı veya durdurulmalı farklı alternatifler kullanılmalıdır ve tüketim açısından farkındalık yaratılmalıdır. Denizlerde bulunan plastiklerin uzaklaştırılması için yeni olanak ve teknolojiler geliştirilmelidir.

Ülkemizde mikroplastik kirliliğini belirlemek için gerekli araştırmalar yapılarak mikroplastiklerin kaynakları, kullanım miktarı, oluşumu ve taşınımları çevre ile insan sağlığına etkileri, biyobirikimleri detaylıca araştırılması gereklidir. Doğa balıklarında mikroplastik varlığı hakkında çalışmalar mevcutken, yetiştiricilik kökenli balıklarda mikroplastik yutma seviyeleri üzerine çalışmalar azdır. Bu sebeple sunulan çalışmanın amacı yetiştiricilik yoluyla elde edilen balıkların mikroplastığe maruz kalma yolları derlenmeye çalışılmıştır.



Kaynakça

- Abidli, S., Lahbib, Y., & El Menif, T. (2019). Microplastics in commercial mollusks from the lagoon of Bizerte (Northern Tunisia). *Marine Pollution Bulletin* 142, 243-252.
- Akhbarizadeh, R. S. ((2020).). Abundance, composition, and potential intake of microplastics in canned fish. *Marine Pollution Bulletin*, 111633.
- Allsopp, M. J. (2006). Environmental and human health concerns in the processing of electrical and electronic waste. *Greenpeace Research Laboratories, Department of Biological Science*.
- Avio CG, G. S. (2015a). Pollutants bioavailability and toxicological risk from microplastics to marine mussels. *Environmental Pollution*, 198:211-222.
- Barnes, D. (1985-1998). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Science*, 364(1526).
- Brate, I. (2016). Plastic ingestion by Atlantic cod (*Gadus Morhua*) from the Norwegian coast. *Marine pollution bulletin*, 105-110.
- Cheung LTO, L. C. (2018). Microplastic contamination of wild and captive Flathead Grey mullet (*Mugil cephalus*). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15:597-601.
- Cole, M. ., (2013). Galloway Microplastic ingestion by zooplankton Environ. *Sci. Technol.*, 6646-6655.
- Corcoran, P. M. (2009). Plastics and beaches: A degrading relationship. *Marine Pollution Bulletin*, 58:80-84.
- Costa, J.-S. (2016). (Nano)plastics in the environment -sources, fates and effects. *Science of the Total Environment*, 566,15-26.
- Critickell K., H. M. (2018). Effects of microplastic exposure on the body condition behaviour of planktivorous reef fish (*Acanthochromis polyacanthus*).
- Devrise LI, V. d.-P. (2015). Microplastic contamination in brown shrimp (*Crangon crangon*, Linnaeus 1758) from coastal waters of the Southern North Sea and Channel area. *Marine Pollution Bulletin*, 98:179-187.
- Digka N, T. C. (2018). PET microplastics do not negatively affect the survival, development, metabolism and feeding activity of the freshwater invertebrate *Gammarus pulex*. *Environ Pollut*, 234:181-189.
- Eeber A, S. C. (2018). Microplastics do not negatively affect the survival, development, metabolism and feeding activity of the freshwater invertebrate *Gammarus pulex*. *Environ Pollut*, 234:181-189.
- FAO. (2016b). *The state of World Fisheries and Aquaculture 2016*. Rome.
- Fisheries, N. ((10.11.2020)). *Prey -Size Plastics are Invading Larval Fish Nurseries*. Retrieved from <https://www.fisheries.noaa.gov/feature-story/prey-size-plastics-are-invading-larval-fish-nurseries>.



- Galgani, F. F. (n.d.). *Marine Strategy Framework Directive Task Group 10 Report Marine litter, JRC Scientific and Technical Report, ICES JRC IFREMER Joint Report (No:3210-2009/2009 2010), Ed. by N.Zampoukas.*
- GESAMP. (2015). *Sources, fate and effects of MP in the marine environment: A Global Assessment.* IN Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection GESAMP No:93, pp 1-220. ISSN 1020 -4873.
- GESAMP. (2016). *Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment :part two of a global assessment.* Kershaw, P.J&Rochman, C.M., eds). (IMO FAO UNESCO IOC UNIDO WMO IAE UN UNEP UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection).
- Gündoğdu, S. ((2018).). Contamination of table salts from Turkey with microplastics. *Food Additives and Contaminants-Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk and Assessment*, 35(5), 1006-1014.
- Gündoğdu, S. (2020). Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tracts of some edible fish species along the Turkish coast. *Turkish Journal of Zoology*, 44(4), 312-323.
- Gündoğdu, S. (2020). Stuffed with microplastics. *Microplastic occurrence in traditional stuffed mussels sold in the Turkish market.*
- Hantaro, I. B. (Additives&Contaminants:). Microplastics in coastal areas and seafood: implications for food safety. *Food*, Part A, 36(5), 674-711.
- Hantoro, I. B. (2019). Microplastics in coastal areas and seafood: implications for food safety. *Food Additives&Contaminants.*, Part A, 36(5), 674-711.
- Hartmann, N. (2012). Aquatic ecotoxicity testing of nanoplastics: lessons learned from nanoecotoxicology. *In ASLO Aquatic Science and Technology*, 46(6), 3060-3075.
- Hartmann, N. (2015). Aquatic ecotoxicity testing of nanoplastics: lessons learned from nanoecotoxicology. *In ASLO Aquatic Sciences Meeting.*
- Hidalgo-Ruz, V. (2012). Microplastics in the marine environment: A review of the methods used for identification and quantification. *Environmental Science and Technology*, 46(6), 3060-3075.
- Isaac, M. B. (2021). Effect of microplastics in water and aquatic systems.
- Isaac, M. B. (2021). Effect of microplastics in water and aquatic systems.
- Karami, A. (2017). A high performance protocol for extraction of microplastics in fish. *Science of the Total Environment*, 578, 485-494.
- Khalid N, A. M. (2021). Linking effects of microplastics to ecological impacts in marine environments.
- Koelmans, A. M. (2019). Microplastics in freshwaters and drinking water: Critical review and assessment of data quality. *Water Research*, 155, 410-422.



- Liebezeit, G. (2013). Non-pollen particulates in honey and sugar. *Food Additives and Contaminants -Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 30(12),2136-21140.
- Lovatelli, A. (1988). Status of scallop farming. *A review of techniques.*, 87 1.22.
- Lucia, G. (2014). Amount and distribution of neustonic micro-plastic off the western Sardinian coast (Central-Western Mediterranean Sea). *Marine environmental research*,, 100,10-16.
- Lusher A, H. P.-H. (2017). Microplastics in Fisheries and Aquacultur.
- MAM-ÇŞB., T. (2017.). *Denizlerde Bütünlük Kirlilik İzleme Programı 2014-2016 Yılı Marmara Denizi Özet Raporu, Rapor No:5148704*. Ankara: (ÇTÜE.16.330).
- Mizraji, R.-V. M.-M. (2017). Is the feeding Bulat and Kılınc, Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 37(4), 437-443 (2020) 442 type related with the content of microplastics in intertidal fish gut. *Marine Pollution Bulletin*,, 116(1-2), 15, 498-500.
- MR, G. (2009). Environmental implications of plastic debris in marine settings entanglement, ingestion, smothering, hangerson, hitch-hiking and alien invasions. *Biological Sciences* , 364(1526):2013-2025.
- OSPAR. (2015). The Convention for the Protection of the Marine Environment of the North East Atlantic. *Coordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP) Guidelines for Monitoring and Assessment of Plastic in Stomachs of Fulmars in the North Sea area.*, Agreement 2015-03.
- P.Hanachi, S. (2019). Hosseini Abundance and properties of microplastics found in commercial fish meal and cultured common carp (Cyprinus carpio) *Environ. Sci. Pollut. Res.*,, pp.2377-23787, 10.1007/s11356-019-05637-6.
- Park, C. (2013). Abalone aquaculture in Korea. *J. Shellfish Res.*,, 32(1):17-19.
- Perez-Venegas, D.-M. (2017). Coastal debris survey in a remote island of the Chilean Northern Patagonia. *Mar Pollut. Bull.*
- Piccardo M, P. F. (2020). PET microplastics toxicity on marine key species is influenced by pH, particle size and food variations. *Sci Total Environ*, 715:136947.
- Programme), U. (. (2005). *Marine Litter, An Analytical Overview*. Nairobi.
- Reinold, S.-G. (2021.). Evidence of microplastic ingestion by cultured European sea bass (Dicentrarchus labrax). 168, 112450.
- Rochman, C. (2015). The complex mixture, fate and toxicity of chemicals associated with plastic debris in the marine environment. *In: Marine Anthropogenic Litter. Springer, Cham*,, pp.117-140.
- Ryan, P. (2015). A brief history of marine litter research. *In Marine Anthropogenic Litter. Springer International Publishing.*, ISBN:978-3-319-16509-7.
- Smith, M. (2018). Microplastics in Seafood and the Implications for Human Health. *Current Environmental Health Reports*,, 5, 375-386.



Van Cauwenberghe, L. (2014). Microplastics in bivalves cultured for human consumption. *Environmental Pollution*, 193,65-70.

Venghaus, D. M. (2017.). Microplastics in bivalves cultured for human consumption. *Environmental Pollution*, 193,65-70.

Verschoor, A. (2015.). Towards a definition of microplastics:Considerations for the specification of physico-chemical properties. *National Institute for Public Health and the Environment*.

YURTSEVER, M. (2018.). Abiyotik bir su ürünü olan sofrta tuzunda mikroplastik kirliliği tehlikesi,. *Su Ürünleri De*, 35(3):243-249.



MİKROPLASTİKLERİN SU ORTAMLARINA VE CANLILARA ETKİLERİ

Zehranur Demir¹, Veysel Parlak¹

¹Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Bölümü, Erzurum

Öz

Mikro plastik terimi ilk olarak yüksek gerilimlere maruz kalan plastiklerin parçacıklarını ifade etmek için kullanılmıştır. Mikro plastikler, 5 milimetre veya daha küçük plastik parçalarıdır. Mikroplastikler gelişen teknoloji ve artan sanayi faaliyetleri sonucunda endüstriyel ürün ya da polimer bazlı atıkların son ürünü olarak karşımıza çıkmaktadır. Son yıllarda yapılan araştırmalarda sucul ve karasal ortamda mikro plastik kalıntıları tespit edilmeye başlanmıştır. Ayrıca bu mikro plastik varlığının, insan sağlığı ve biosfer üzerinde ki olumsuz etkilerinin yanı sıra yağmurlar ve buzulların erimesi üzerine de birçok olumsuz etkisinin olduğu ortaya konulmaktadır.

Anahtar kelime: Su ürünleri, mikroplastik, sağlık

Giriş

Mikroplastikler, okyanus ve sudaki yaşamımıza zarar verebilecek, beş milimetreden kısa küçük plastik parçalardır. Plastik, okyanuslarımızda ve Büyük Göllerimizde bulunan en yaygın deniz çöpu türüdür. Plastik döküntüler her şekilde ve boyutta olabilir, ancak uzunluğu beş milimetreden (veya yaklaşık bir susam tohumu büyüklüğünden) daha kısa olanlara "mikroplastikler" denir (Anderson et al., 2016). Gelişmekte olan bir çalışma alanı olarak, mikroplastikler ve etkileri hakkında henüz çok fazla şey bilinmiyor. Mikroplastikler, giderek daha küçük parçalara ayrılan daha büyük plastik döküntüler de dâhil olmak üzere çeşitli kaynaklardan gelmektedir. Ek olarak, bir mikroplastik türü olan mikro boncuklar, bazı temizleyiciler ve diş macunları gibi sağlık ve güzellik ürünlerine eksfoliyant olarak eklenen çok küçük üretilmiş polietilen plastik parçalarıdır. Bu küçük parçacıklar su filtreleme sistemlerinden kolayca geçer ve okyanusa ve büyük göllere ulaşır ve sudaki yaşam için potansiyel bir tehdit oluşturur. Aslında bu mikro boncuklar yeni bir sorun değil. Birleşmiş Milletler Çevre Programına göre, plastik mikro boncuklar ilk olarak yaklaşık elli yıl önce kişisel bakım ürünlerinde ortaya çıktı ve plastikler giderek doğal bileşenlerin yerini aldı. Günümüzde yoğun bir şekilde tüketimi olan ve bilinçsizce doğaya atılan bu mikroplastikler tüm yaşam için büyük bir sorun haline gelmiştir (Dris et al., 2015).

Birincil ve ikincil mikroplastikler

Birincil mikroplastikler, küçük plastik parçacıklar olarak çevreye doğrudan salınır. Bunlar, bazı tüketici ve endüstriyel ürünlerde bulunanlar gibi kasıtlı olarak tasarlanmış parçacıklardır. Kozmetiklerde aşındırıcı olarak mikroplastikler kullanılmıştır. İkincil mikroplastikler, plastik poşetler ve şişeler gibi büyük plastik atıkların çevreye maruz kaldıklarında daha küçük plastik parçalara ayrışmasının bir sonucudur (Yuan et al., 2019).

Neden mikroplastik üretiyoruz?

Üreticiler, küçük ölçeğinin yarattığı benzersiz fiziksel ve kimyasal özellikler nedeniyle birincil mikroplastikleri tasarlar. Bu özellikler arasında dayanıklılık, sertlik ve aşındırıcılık yer alır. Yoğunluk, boyut, şekil ve bileşim özelliklerini etkiler. Bilim adamları mikroplastikleri kozmetik, kişisel bakım, deterjanlar, boyalar/kaplamalar/mürekkepler, endüstriyel aşındırıcılar, tarım, ilaç, atık su arıtma ve inşaat gibi birçok alanda kullanmaktadır. Ancak bu parçacıklar genellikle çevresel veya fiziksel olaylardan havalanır, bozulur veya aşınarak okyanuslarımıza ve başka yerlere ulaşır (Duis ve Coors, 2016).



Birincil mikroplastikler nereden geliyor?

Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN) tarafından yapılan bir araştırmaya göre, okyanuslardaki birincil mikroplastiklerin çoğunun kaynağı sıradan tüketici ürünleridir. Bunlar sentetik tekstiller, şehir tozu, lastikler, yol işaretleri, denizcilik kaplamaları, kişisel bakım ürünleri ve mühendislik ürünleridir (WHO, 2016).

Materyal ve Yöntem

Mikroplastik karakterizasyon ve tanımlama

Mikroplastikler ve bunların gezegenimiz, besin zinciri ve vücudumuz için ne anlama geldiği konusuna hâkim olmak, dünya çapında çevre ve gıda laboratuvarları için artan bir öncelik haline gelmektedir. Bilgiyi iletmek ve nihayetinde yeni fikirleri ve çözümleri teşvik etmek için doğru analitik araştırma araçlarına ve en iyi yöntem uygulamalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bir FT-IR cihazı, çeşitli boyutlardaki parçacıkları ölçebilir ve bir FT-IR kızılötesi mikroskobu, 250–5 µm (0.25–0.005 mm) boyutundaki parçacıkları tanımlayarak mikroplastik analizinde kullanışlı hale getirir. Gıdaları spesifik olarak analiz ederken, dikkate alınması gereken en önemli faktörlerden biri, numunelerin analizden önce hazırlanmasıdır. Mikroplastiklerin yaygın kontaminasyonu nedeniyle, çok çeşitli gıdaların analiz edilmesi gerekmektedir. Örneğin, mikroplastikler içme suyunda, şişelenmiş suda, deniz tuzunda, deniz ürünlerinde, balıkta ve hatta balık bazlı ürünlerle beslenen kümes hayvanları gibi deniz dışı hayvanlarda bile bulunabilir. Farklı yiyecek çeşitleri, analitik bilim adamları için benzersiz bir sorun teşkil ediyor: temiz ve yorumlanabilir bir kızılötesi spektrumun üretilmesini sağlamak için her numune matrisi hazırlanmalıdır. Şişelenmiş su için, daha sonra FT-IR mikroskobu tarafından analiz edilen mikroplastik parçacıkların filtrasyonu ile numune hazırlama nispeten basittir. Yiyecek örneklerinin hazırlanması daha karmaşıktır. Filtrasyon ve analiz için hazır "temiz" bir numuneye sahip olmak yerine, deniz veya kara hayvanları, hazırlık boyunca ek adımlar gerektirir. Gıda numunelerinde göz önünde bulundurulması gereken en önemli hususlardan biri, filtrasyon ve FT-IR analizi yapılmadan önce mikroplastik partikülleri izole etmek için mevcut olan herhangi bir organik veya biyolojik materyalin uzaklaştırılması ihtiyacıdır. Biyolojik materyalin çıkarılması zaman alıcı olsa da, laboratuvarların bu materyallerin çıkarılması için standart protokolleri vardır. Sindirim, malzemeleri parçalamak ve mikroplastik partikülleri filtreleme ve analiz için izole etmek için asit, baz, peroksit bazlı kimyasallar ve hatta enzimler kullanan en yaygın yaklaşımdır. Ayrıca Raman spektroskopisi, mikroplastiklerin türlerini ve kökenlerini belirlemede önemli bir rol oynar. Yapılan işlem ekosistemimize giren mikroplastik miktarını kontrol etmeye yönelik politikalar ve prosedürler geliştirme çabalarının bir parçasıdır. Çalışmalardan elde edilen veriler ile karşılaşılan sorunlara çözüm aranmakta ve bunun biyosfer ve insan sağlığı üzerindeki etkisine araştırılmaktadır (Huppertsberg, ve Knepper, 2020).

Sonuç ve Öneriler

Mikroplastiklerin sağlık riskleri nelerdir?

Mikroplastikler, bileşimlerine bağlı olarak toksik olabilir. Ayrıca kendisine yapışan diğer moleküllerin taşıyıcısı olarak da hareket edebilir. Bu tutunan moleküllerin bazıları bakteriyel, diğerleri viraldir. Bilim adamları, bu toksinlerin kümülatif birikiminin canlı organizmaların sağlığını etkileyebileceğinden endişelenmektedir. Yine de araştırmacılar, bir vücudun tolere edebileceği mikroplastiklerin hacminden veya neden olabileceği hasardan emin değildir. Genel fikir, tüketen mikroplastikler organlara fiziksel olarak zarar verebilir ve pestisitler gibi tehlikeli kimyasalları taşıyabilir. Yapılan çalışmalar, bu maddelerin bağışıklık fonksiyonunu zayıflatabileceğini ve büyümeyi ve üremeyi engelleyebileceğini göstermiştir. Dünya Sağlık Örgütü 2017'da içme suyundaki mevcut mikroplastik seviyesinin henüz bir sağlık riski oluşturmadığını bildirmiştir. Ancak araştırmalar bu konu hakkında daha fazlasını bilmemiz gerektiğini söylemektedir (FAO, 2017). Mikroplastiklerle kirlenmiş deniz ürünleri yemenin etkisinin incelediği çalışmalarda, birikmiş plastiğin bağışıklık sistemine zarar verebileceği ve bağırsakların dengesini bozabileceği ifade edilmiştir. Partikül analizi ve Raman spektroskopisi yoluyla yapılan son araştırmalarda, mikroplastik türleri tanımlamaya çalışılmaktadır. Bilim adamları, bu parçacıkları kaynaklarına kadar izleyebilmemiz için örnekleme, çıkarma ve analiz yöntemleri geliştirmektedir. Bu şekilde elde edilecek veriler ile bu potansiyel tehdidi ele alabilir ve kamu politikası oluşturulabilir (FAO, 2020).



Yiyecek ve İçeceklerde Mikroplastik Tespiti

Dünyamızın plastik atıklarla ilgili büyük bir sorunu olduğuna hiç şüphe bulunmamaktadır. Plastik kirliliği dünya çapında neredeyse salgın oranlara ulaşmaktadır. Plastik atıklar sadece çevresel bir kirleticisi ve endişe kaynağı olmakla sınırlı değildir. Antropojenik faaliyetlerin küresel gıda zincirimiz üzerindeki giderek artan etkisini vurgulayan kanıtları bulunmaktadır.

Plastiğin gıdadaki etkisini düşünmeden önce, çevredeki plastik sorununun ana hatlarını vermek önemlidir. Dünya okyanuslarının yaklaşık 270.000 ton yüzen plastik atık içerdiği tahmin edilmektedir (Vandermeersch et al., 2015). Günlük aktivitelerde kullanılan tek kullanımlık plastiklerin çoğu ya biyolojik olarak parçalanamaz ya da birkaç on yıl içinde yavaş yavaş bozulur. Ancak bu atık, plastik denklemin sadece bir parçasını temsil etmektedir. Daha büyük plastikler (soda şişeleri, balık ağları veya plastik torbalar gibi) bozulduğunda veya ayrıştığında, çevre üzerinde daha az görünür bir etkiye sahip olabilecek daha küçük parçacıklar veya parçalar oluştururlar.

Mikroplastiklerin doğal olmasına ya da insanlar tarafından bilinçli olarak oluşturulduğuna bakılmaksızın, besin zincirine sızdığından şüphelenildiği yer dünya okyanuslarıdır. Besin zincirine mikroplastik karışmasının mekanizması incelendiğinde ilk basamak mikroplastikleri yutan zooplanktondur (Foley et al., 2015). Zooplankton besin zincirinin en altında yer aldığından, herhangi bir mikroplastik kontaminasyon besin zincirinde biyolojik olarak büyütülecek ve nihayetinde insanlara kadar ulaşacaktır.

Son yıllarda, çok sayıda çalışma, tüketilen önemli miktarda deniz ürününün mikroplastik parçacıklar içerdiğini göstermiştir. Bir çalışmada, araştırmacılar, ortalama Avrupa tüketicisi diyetinin, yaklaşık 11.000 mikroplastik partiküle maruz kalmalarıyla sonuçlandığını bulmuştur (Karami et al., 2017). Daha yakın zamanlarda, Viyana Tıp Üniversitesi'nden yapılan araştırma, ilk kez insan dışkısında dokuz farklı mikroplastik türünün varlığını tespit edilmiştir (Schwabl ve ark. 2018). Bu çalışma, insanlarda mikroplastiklerin kökeninin kontamine gıda tüketmekten kaynaklandığına dair güçlü kanıtlar sağladı. Bir diğer çalışmada, polistiren mikropartiküllere maruz kaldığında istiridye üremesi ciddi şekilde etkileği belirlenmiştir (Kasamesiri ve Thaimuangphol, 2020). Şu anda mikroplastikle kirlenmiş gıdaları tüketme ile ilişkili sağlık riskleri konusunda sınırlı bir anlayış olmasına rağmen, mikroplastiklerin yaşamları boyunca çeşitli kimyasalları veya bakterileri biriktirdiği bilinmektedir. Bu kirleticiler daha sonra mikroplastiklerle birlikte gıda zincirine girebilir ve potansiyel olarak tüketici hastalıklarına neden olabilir. Örneğin, sudaki poliklorlu bifeniller, poliaromatik hidrokarbonlar, ağır metaller ve pestisitler gibi kirleticilerin mikroplastik partiküllerin yüzeyine yapışması mümkündür. Bunlar daha sonra deniz yaşamı tarafından "yutulur", tüketicilere deniz ürünleri şeklinde maruz bırakılmadan önce besin zincirinde biyolojik olarak büyütülür (Seltenrich, 2015). Ek olarak, plastik ambalajların veya birincil mikroplastiklerin üretimi, tüketildiğinde zararlı kimyasalların girmesine neden olabilir. Örneğin, polivinil klorür genellikle insanlar için toksik olduğu bilinen plastikleştiricilerle yüklenir (Vethaak et al., 2021).

Elde edilen veriler doğrultusunda, küresel anlamda mikroplastikler sucul ortam aracılığı ile sofralarımıza kadar ulaşmaktadır. Dünya genelinde balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği, küresel nüfusun beslenme ve geçim kaynaklarının büyük bir bölümünün kritik bir bileşeni olduğundan, çevredeki ve ticari açıdan önemli balıklardaki plastik kontaminasyon sorunu, balıkçılık, su ürünleri yetiştiriciliği ve bunlara bağlı olan tüm parametreler için önemli bir sorun haline gelmektedir (Rochman et al., 2015). Deniz ürünlerini tüketicileri etkileyen mikroplastik kontaminasyon endişesine rağmen, hala bu iddiaları destekleyen çok sınırlı bilgi vardır ve yeterince çalışılmamış bölge ve türlerden balık türlerinde mikroplastik alımına ilişkin kalite bilgisinde bir artış olmasını önerilmektedir (Nelms et al., 2018). Bireylerin plastik kullanımını sınırlamak için plastik kullanımının farkındalığına yönelik pek çok çaba sarf edilmektedir, ancak plastik kullanımı konusunda balıkçılık endüstrisine, balıklara ve onların yararına olacak döngüsel bir ekonomiye geçmemizi sağlamak için daha fazla politika ve düzenlemeye ihtiyaç bulunmaktadır (Roch et al. 2018; Rochman et al. 2016). Sonuç olarak, küresel olarak balıklardaki plastik kontaminasyonun ve bu tür plastiği etkileyen habitat, diyet ve çevre gibi ekolojik faktörlerin daha iyi anlaşılması, özellikle küresel balıkçılığın ticari değeri göz önüne alındığında, çevre ve gıda güvenliği gereksinimlerini korumak için gelecekteki araştırma stratejilerini geliştirecektir.



Kaynakça

- Anderson J,C., Park B,J., Palace, V.P.2016. Microplastics in aquatic environments: implications for Canadian ecosystems. *Environ Pollut.* 2016;218(Supplement C):269–80.
- Dris R, Imhof H, Sanchez W, Gasperi J, Galgani F, Tassin B, Laforsch C (2015) Beyond the ocean: contamination of freshwater ecosystems with (micro-)plastic particles. *Environ Chem* 12:539–550.
- Duis K, Coors A. Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects. *Environ Sci Eur.* 2016;28(1):2.
- FAO (2017) Microplastics in fisheries and aquaculture. <http://www.fao.org/3/a-i7677e.pdf>
- FAO (2020) The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome, Italy. <http://www.fao.org/3/ca9229en/online/ca9229en.html>
- Foley CJ, Feiner ZS, Malinich TD, Hook TO (2018) A meta-analysis of the effects of exposure to microplastics on fish and aquatic invertebrates. *Sci Total Environ* 631–632:550–559.
- Huppertsberg, S., Knepper, T.P.,2020. Validation of an FT-IR microscopy method for the determination of microplastic particles in surface waters. *MethodsX* Volume 7, 2020, 100874
- Karami A, Golieskardi A, Ho YB, Larat V, Salamatinia B. Microplastics in eviscerated flesh and excised organs of dried fish. *Sci Rep.* 2017;7(1):5473.
- Kasamesiri P, Thaimuangphol W (2020) Microplastics ingestion by freshwater fish in the Chi River Thailand. *Int J Geomate* 18:114–119.
- Nelms SE, Galloway TS, Godley BJ, Jarvis DS, Lindeque PK (2018) Investigating microplastic trophic transfer in marine top predators. *Environ Pollut* 238:999–1007
- Roch S, Friedrich C, Brinker A (2020) Uptake routes of microplastics in fishes: practical and theoretical approaches to test existing theories. *Sci Rep* 10:3896.
- Rochman CM, Tahir A, Williams SL, Baxa DV, Lam R, Miller JT, Teh FC, Werorilangi S, Teh SJ (2015) Anthropogenic debris in seafood: plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Sci Rep* 5:1434.
- Seltenrich, N.2015. New link in the food chain? Marine plastic pollution and seafood safety. *Environ Health Perspect.* 2015;123(2):A41.
- Vandermeersch G, Van Cauwenberghe L, Janssen CR, Marques A, Granby K, Fait G, Kotterman MJ, Diogene J, Bekaert K, Robbens J, Devriese L (2015) A critical view on microplastic quantification in aquatic organisms. *Environ Res* 143:46–55.
- Vethaak A,D., Legler, J (2021) Microplastics and human health. *Science* 371:672–674.
- WHO, 2016.Evaluation of certain food additives and contaminants: eightieth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series. 2016;(995):I.
- Yuan W, Liu X, Wang W, Di M, Wang J (2019) Microplastic abundance, distribution and composition in water, sediments, and wild fish from Poyang Lake, China. *Ecotoxicol Environ Saf* 170:180–187.



BAZI BİTKİSEL UÇUCU YAĞLARIN NANOEMÜLSİYONLARININ BAKTERİYEL BALIK PATOJENLERİNE KARŞI ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTELERİNİN BELİRLENMESİ

Lokman AKIN¹, Öznur ÖZİL¹, Öznur DİLER¹

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi

Öz

Kültür balıkçılığında görülen hastalıkların %54.9' unun bakteriyel sorunlar nedeniyle olduğu göz önünde bulundurulduğunda üretim dönemi boyunca farklı enfeksiyöz etkenler ciddi boyutta ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Balık hastalıklarında profilaktif ve tedavi amacıyla kullanılan antimikrobiyal ilaçlar direnç gelişimi ortaya çıkarmaktadır. Dolayısı ile balıkçılıkta istenmeyen çevre etkileri kendini göstermektedir. Bu nedenlerden dolayı bakteriyel hastalıklara karşı kullanılacak uygun, güvenilir ve doğal antimikrobiyal ürünlere ihtiyaç vardır.

Tıbbi bitkilere ait uçucu yağlar, bitkilerden veya bitkisel droglardan, su veya su buharı destilasyonu ile elde edilen, oda sıcaklığında sıvı halde olan, fakat bazen donabilen, uçucu, kuvvetli kokulu ve yağimsı karışımlardır. Yağların güçlü antimikrobiyal etkileri sayesinde mikroorganizmaların çoğalmasını önleme özelliğindedirler. Son yıllarda doğal bitkisel ürünlerin vücudun spesifik bölgelerine ve hücrelerine daha etkili ulaşmasını sağlayan nanoteknolojik yöntemler üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu yöntemlerden biri olan nanoemülsiyonlar, mikroorganizmaların büyüdüğü ve çoğaldığı bölgelerde uçucu yağların yayılımını artırmaktadır. Böylece uçucu yağ nanoemülsiyonları mikroorganizmaların hücre duvarlarındaki geçirgenliğinde artış sağlayarak antimikrobiyal etkiyi de artırmaktadır.

Bu çalışma ile Origanum onites (kekik) ve Foeniculum vulgare (rezene) tıbbi bitkilerine ait uçucu yağ ve nanoemülsiyonlarının bakteriyel balık patojenlerine (Aeromonas hydrophila, Lactococcus garvieae, Vibrio anguillarum ve Photobacterium damsela) karşı in vitro antibakteriyel etkileri disk difüzyon yöntemine göre incelenmiş olup bakteriyel balık patojenlerine karşı söz konusu bitkilere ait uçucu yağlardan O. onites türünün güçlü bir antibakteriyel etkisi olduğu tespit edilmiştir. Bu antibakteriyel etkinin yağların nanoemülsiyon formunda daha da arttığı belirlenmiştir. Özellikle O. onites bitkisi nanoemülsiyon formunun A. hydrophila, L. garvieae, V. anguillarum ve P. damsela türlerinin neden olduğu bakteriyel hastalıklarda doğal bir tedavi edici olarak kullanılabilme potansiyeli olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Origanum onites, Foeniculum vulgare, antibakteriyel etki, tıbbi bitkiler, balık patojeni

Giriş

Su ürünleri üretimimiz son yıllarda giderek artan bir yükseliş göstermiştir (TUIK, 2009). Kültür balıkçılığında görülen hastalıkların %54,9' unun bakteriyel sorunlar nedeniyle olduğu göz önünde bulundurulduğunda üretim dönemi boyunca farklı enfeksiyöz etkenler ciddi boyutta ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Balık hastalıklarında profilaktif ve tedavi amacıyla kullanılan antimikrobiyal ilaç uygulamaları direnç gelişimini ortaya çıkarmakta, dezenfektan uygulamaları ile de yararlı bakteriyel flora ortadan kaldırılmaktadır. Dolayısı ile balıkçılıkta istenmeyen çevre etkileri kendini göstermektedir. Bu nedenlerden dolayı bakteriyel hastalıklara karşı kullanılacak uygun, güvenilir ve doğal antimikrobiyal ürünlere ihtiyaç vardır. Uçucu yağlar, bitkilerden su veya su buharı destilasyonu ile elde edilen, oda sıcaklığında sıvı halde olan, fakat bazen donabilen, uçucu, kuvvetli kokulu ve yağimsı karışımlardır (Çalikoğlu vd., 2006). Yağların çoğunluğu bakterilere, mantarlara ve virüslere karşı etkilidir; güçlü antimikrobiyal etkileri sayesinde mikroorganizmaların çoğalmasını önleme özelliğindedirler (Baydar, 2009; Evren ve Tekgüler, 2011). Bitkisel ürünlerin doğada bulunmaları, dolayısıyla doğaya ek toksik madde yayılmasının söz konusu olmaması, kısa zamanda



dekompoze olarak toprak ve su kirliliğine yol açmamaları, hayvan ve insan sağlığını tehdit edecek uzun süreli kalıntılar oluşturmamaları nedeniyle tercih sebebi olmuşlardır.

Nanoteknoloji, 100 nm' den daha küçük biyolojik ve biyolojik olmayan yapıların karakterizasyonu, yapımı ve işlenmesi üzerinde yoğunlaşmış bir teknolojidir. Nanoteknoloji ile, besin öğelerinin, proteinlerin ve antioksidanların vücudun spesifik bölgelerine ve hücrelerine daha etkili ve verimli ulaşması sağlanarak bu bileşenlerin etkinliği ve biyoyararlılığı artırılmaktadır. Nanoteknolojinin uygulama alanlarından olan nanoemülsiyonlar, birbiri ile karışmayan en az iki sıvının birbirleri içerisinde damlacıklar halinde dağıldığı heterojen sistemlerdir. Nanoemülsiyon sistemler emülsiyeye edilmiş antimikrobiyal maddeyi mikroorganizmaların faaliyet gösterdiği bölgelere ulaştırmada daha etkililerdir (Solans vd., 2005). Nanoemülsiyon sistemleri vasıtasıyla enkapsüle edilen bitkisel özlü uçucu yağlar artırılmış antimikrobiyal aktiviteleri nedeniyle doğal antimikrobiyal madde olarak hem üreticilerin hem de tüketicilerin dikkatini çekmektedir.

Bu çalışma ile su ürünleri üretiminde ciddi kayıplara sebep olan *A. hydrophila*, *V. anguillarum*, *P. damsela* ve *L. garvieae* bakterileri türlerine karşı *O. onites* (kekik) ve *F. vulgare* (rezene) uçucu yağlarının ve nanoemülsiyonlarının *in vitro* antibakteriyel etkileri belirlenmiştir.

Literatür Bilgisi

Balık hastalıklarının kemoteropatikler ile tedavisi çoğunlukla ekonomik olmamaktadır. Ayrıca çevre kirliliği, rezidü gibi birçok problem ilaç uygulamalarını sınırlamaktadır. Bakteriyel hastalıkların tedavisinde direnç probleminin önlenmesi için antibiyogram yapma zorunluluğu da tedavinin süresini uzatmaktadır. Balık hastalıklarından korunmak amacıyla aşılarda kullanılmaktadır. Ancak söz konusu yöntemin istenen sürede koruma sağlayamama ve yüksek maliyet gibi dezavantajları bulunmaktadır. Tüm bu nedenlerden dolayı, enfeksiyöz etkenlerin tedavisi için kullanılacak doğal, güvenilir ve ucuz alternatif doğal ürünlere ihtiyaç vardır.

Son yıllarda bitkilerden elde edilen bileşiklerin hastalık ve zararlılara karşı kullanılma olanaklarının belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bitkisel ürünlerin doğada bulunmaları, dolayısıyla doğaya ek toksik madde yayılmasının söz konusu olmaması, kısa zamanda dekompoze olarak toprak ve su kirliliğine yol açmamaları, ürünler üzerinde hayvan ve insan sağlığını tehdit edecek uzun süreli kalıntılar oluşturmamaları nedeniyle tercih sebebi olmuşlardır.

Türkiye özellikle uçucu yağ içeren bitkiler bakımından çok zengin bir floraya sahip bulunmaktadır. *Origanum* türleri, Labiatae grubundan, Akdeniz iklim kuşağında yer alan ülkelerde görülen, ülkemizde hem kültür yolu ile üretilen hem de doğadan elde edilen dolayısı ile bol temin edilebilen (Özgül vd., 2005), antimikrobiyal etkili karvakrol (%70-80) ve terpen (terpinen, cymen) bileşenlerini içermektedirler (Oflaz vd., 2002). Rezene, Umbelliferae familyasından, Akdeniz iklimine sahip ülkelerde kültürü yapılan değerli bir tıbbi ve aromatik bitkidir. Rezene meyvelerinden gıda, koku ve ilaç endüstrilerinde yaygın olarak faydalanılır (Şanlı vd., 2008). Rezene üzerinde yapılan biyolojik aktivite çalışmalarının hemen hepsi meyveden hazırlanan ekstraktlar, uçucu yağ ve uçucu yağın ana bileşenleri üzerine olduğu tespit edilmiştir. Rezene uçucu yağlarının antimikrobiyal, antioksidan, antiinflamatuar, etkileri farklı araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir (Koca Çalışkan vd., 2010).

Nanoteknoloji yüzyılın anahtar teknolojilerinden birisi olarak görülmektedir (Siegrist vd., 2007). Nanoteknoloji, bilgisayar, elektronik, tıp, ilaç, çevre, enerji, malzeme, biyoteknoloji, tekstil, tarım ve gıda gibi birçok alanda yeni ürünler üretmek için uygulama imkânı sunabilmektedir. Nanoteknolojik bir yöntem olan nanoemülsiyonların antimikrobiyal koruyucu oldukları bilinmektedir. Yapılan birçok araştırmada nanoemülsiyonların, bakteriler (Friberg, 1984; Jones vd., 1997; Bortoleto vd., 1998), mantarlar (Zhang vd., 2008) ve virüsler (Chepurnov vd., 2003) üzerinde antimikrobiyal etkileri olduğu bildirilmiştir. Üstelik bu bileşimlerin hafif ve biyolojik açıdan güvenilir oldukları, dokuda bulunan ökaryotik hücrelerde olumsuz bir etkiye neden olmadıkları Chepurnov vd (2003) tarafından



bildirilmiştir. Nanoemülsiyondaki damlacıkların mikroorganizmalar üzerinde hayati bir rol oynadığı, bu damlacıkların seçici olarak bakteriyel hücre duvarı yada organizmanın lipit tabakasını kararsız hale getiren viral tabaka ile birleştiği ve sonuç olarak dokuda mevcut olan ökaryotik hücreyi etkilemeksizin prokaryotik hücrelerin (patojenlerin) parçalanmasını sağladığı belirtilmiştir (Solans vd., 2005).

Günümüzde bitkisel uçucu yağların antibakteriyel aktivitesi ile ilgili çalışmalar hızla devam etmektedir. Literatürde, su ürünlerinde kekik (Ekici vd., 2011; Afizi vd., 2013; Bharti vd., 2013; Starliper vd., 2015; Görmez ve Diler, 2017), kantaron (Yıldırım vd., 2013; Turker ve Yıldırım, 2015), ısırgan otu (Dar vd., 2012; Ramtin vd., 2014), biberiye (Soltani vd., 2014) ekstrakt ve uçucu yağlarının antibakteriyel aktivitelerinin olduğu görülmektedir. Ancak uçucu yağların nanoemülsiyon uygulamalarının bakteriyel balık patojenlerine karşı antimikrobiyal aktivitelerini artırmak suretiyle etki etmesi beklenmektedir. Su Ürünleri üretimi için yeni bir uygulama olup, diğer alanlarla kıyaslandığında çok daha yeni bir geçmişe sahiptir.

Yöntem

Bitki Uçucu Yağlarının Nanoemülsiyonlarının Hazırlanması

Nanoemülsiyonlar, Hamouda vd (1999) tarafından kullanılan yöntemle göre hazırlanmıştır. Çalışmamızda su içinde yağ nanoemülsiyonunda yağ fazı oluşturmak için bitki uçucu yağı (kekik ve rezene), etanol ve sürfektan (Tween 80) kullanılmıştır. Bu amaçla, nanoemülsiyonun yağ fazı için beher içerisine 14 ml bitki uçucu yağı, 3 ml Tween 80 ve 3 ml etanol eklenip karıştırılarak 86°C sıcaklığa ayarlanan etüv içerisinde 1 saat süreyle bekletilmiştir. Etüvden alınan karışım oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulmuş, soğuyan karışım içerisine toplam emülsiyonun %80' ini oluşturacak şekilde sterilize edilmiş saf su eklenmiştir. Daha sonra buz dolu bir beher içerisinde birleştirilerek ultrasonik homojenizatörde 72 AMPL' de 15 dk homojenize edilmiştir.

Antibakteriyel Aktivitenin Tespiti

Bitki uçucu yağları ve nanoemülsiyonlarının antibakteriyel etkileri disk difüzyon metodu kullanılarak tespit edilmiştir. Bu amaçla, söz konusu bileşenler 1000-7.81 µl/ml konsantrasyon aralıklarında etanol ile homojenize edilmiştir. 1000 µl/mL olacak şekilde çalışma stoğu oluşturulup, etanol ile stok sürekli yarıya düşürülerek (500, 250, 125, 62.5, 31.2, 15.6 ve 7.8 µl/mL) diğer test konsantrasyonları oluşturulmuştur. Daha sonra bu konsantrasyonlar 6 mm çapında steril disklerle 25 µl emdirilmiştir.

Antibakteriyel etkinin belirlenmesinde, *A. hydrophila* ve *L. garvieae* suşları için triptic soy agar (TSA), *V. anguillarum* ve *P. damsela* için %1 oranında NaCl ilaveli TSA hazırlanmıştır. Hazırlanan besiyeri döküm sıcaklığına geldiğinde, Mc Farland 0.5' e ayarlanan bakteri süspansiyonundan (10⁸ cfu/ml) 100 ml besiyerine 100 µl eklenerek döküm yapılmıştır. Dökümden 15-20 dk sonra uçucu yağ emdirilmiş diskler besiyerleri üzerine hafifçe bastırılarak yerleştirilmiş ve 25°C' de 24 saat inkübe edildikten sonra disk etrafında oluşan inhibisyon zonlarının çapları ölçülerek elde edilen değerlerin ortalaması alınmıştır. Bakterinin %50' sini inhibe eden değer minimum inhibisyon konsantrasyonu (MIC) olarak belirlenmiştir (EUCAST, 2017).

Veri Analizi

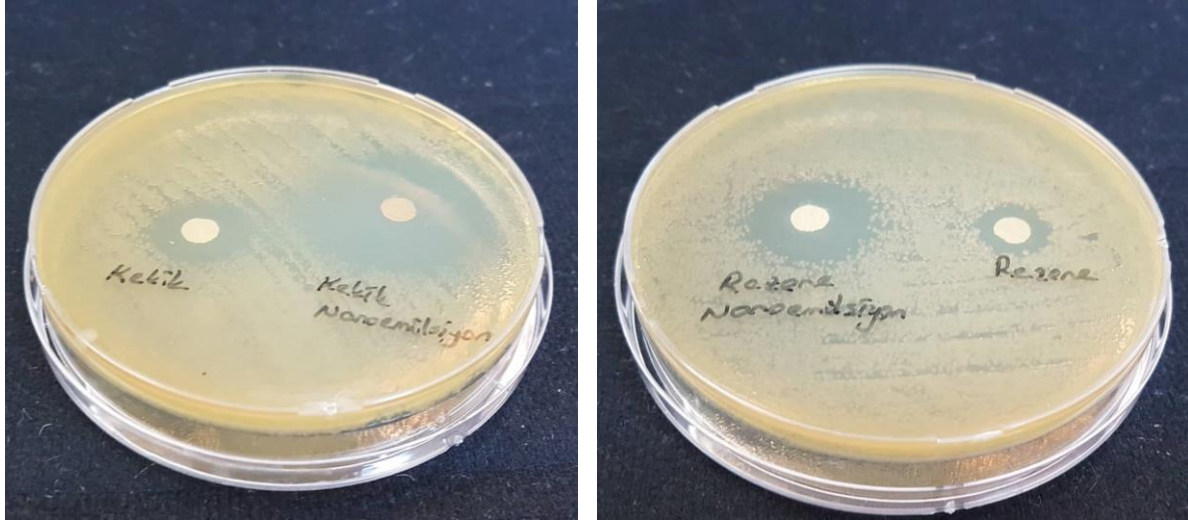
Denemede elde edilen veriler SPSS 18.0 paket programında Anova testi ile değerlendirilmiştir (SPSS Inc, Chicago, IL, USA). Denemede incelenen çeşitli parametrelerin önem derecelerini karşılaştırırken sonuçlar ortalama değer ve standart sapma olarak verilmiş, gruplar arasındaki ayrım için varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmış ve önem düzeyi p<0,05 olarak seçilmiştir.



Bulgular

Bu araştırmada, ülkemizde doğal olarak bulunan tıbbi bitkilerden *O. onites* ve *F. vulgare* uçucu yağları ve bu yağların nanoemülsiyonlarının farklı balık patojenlerine (*V. anguillarum*, *P. damsela*, *A. hydrophila* ve *L. garvieae*) karşı antibakteriyel etkisi incelenmiştir.

Farklı konsantrasyonda (7,8, 15,6, 31,2, 62,5, 125, 250, 500 ve 1000 µl/ml) kullanılan uçucu yağlarda doz artışına paralel olarak antibakteriyel etkinin arttığı, tüm patojenlere karşı en yüksek antibakteriyel etkinin 1000 µl/ml konsantrasyonda olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda her iki bitki türüne ait uçucu yağların nanoemülsiyon formlarının uçucu yağlara göre daha iyi antibakteriyel etki gösterdiği belirlenmiştir ($p < 0,05$) (Şekil 1).



Şekil 1. *V. anguillarum* bakterisine karşı bitki uçucu yağ ve nanoemülsiyonlarının disk difüzyon testinde oluşturduğu zonlar

Disk difüzyon testi sonucunda, *A. hydrophila* bakterisi için en iyi antibakteriyel etki *O. onites* uçucu yağının nanoemülsiyon formunun 1000 µl/ml konsantrasyonunda $36,00 \pm 1,41^a$ mm ve 500 µl/ml konsantrasyonunda $22,50 \pm 0,70^b$ mm zon çapı değeri ile belirlenmiştir. *O. onites* uçucu yağının nanoemülsiyon formunun standart olarak kullanılan antibiyotiklere göre *A. hydrophila* bakterisi üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür ($p < 0,05$) (Tablo 1). *F. vulgare* uçucu yağının ise herhangi bir antibakteriyel etkisinin olmadığı belirlenmiştir. MIC değerlerinin ise *O. onites* uçucu yağının nanoemülsiyon formunda 7,8 µl/ml, *O. onites* uçucu yağında 15,6 µl/ml ve *F. vulgare* uçucu yağının nanoemülsiyon formunda 1000 µl/ml olarak belirlenmiştir (Tablo 1). *O. onites* uçucu yağının ve nanoemülsiyon formunun MIC değerinin düşük olması nedeniyle *A. hydrophila* bakterisinde duyarlılığın diğer yağa göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tablo 1. Disk difüzyon testi sonucu bitkisel uçucu yağ ve nanoemülsiyonlarının *A. hydrophila* bakterisine karşı oluşturduğu zon çapı ve MIC değerleri

Konsantrasyonlar (µl/ml)	<i>O. onites</i>	<i>O. onites</i> (Nanoemülsiyon formu)	<i>F. vulgare</i>	<i>F. vulgare</i> (Nanoemülsiyon formu)
1000	$20,00 \pm 0,00^c$	$36,00 \pm 1,41^a$	$0,00 \pm 0,00^i$	$8,50 \pm 0,00^h$



500	13,00±1,41 ^f	22,50±0,70 ^b	0,00±0,00 ⁱ	0,00±0,00 ⁱ
250	11,00±1,41 ^g	17,00±1,41 ^d	0,00±0,00 ⁱ	0,00±0,00 ⁱ
125	10,50±0,70 ^g	15,50±0,70 ^e	0,00±0,00 ⁱ	0,00±0,00 ⁱ
62,5	8,00±2,82 ^h	15,00±0,00 ^e	0,00±0,00 ⁱ	0,00±0,00 ⁱ
31,2	7,50±0,70 ^h	12,50±0,70 ^f	0,00±0,00 ⁱ	0,00±0,00 ⁱ
15,6	8,00±0,00 ^h	10,00±0,00 ^g	0,00±0,00 ⁱ	0,00±0,00 ⁱ
7,8	0,00±0,00 ⁱ	7,50±0,70 ^h	0,00±0,00 ⁱ	0,00±0,00 ⁱ
N.K	0,00±0,00 ⁱ	0,00±0,00 ⁱ	0,00±0,00 ⁱ	0,00±0,00 ⁱ
P.K	22,50±0,70 ^b	22,50±0,70 ^b	22,50±0,70 ^b	22,50±0,70 ^b
MIC değeri (µl/ml)	15,6	7,8	-	1000

-Aynı sütun ve satırdaki farklı harfler, gruplar arası farkın istatistik olarak önemli olduğunu göstermektedir (p<0,05).

L. garvieae bakterisi için *O. onites* uçucu yağının nanoemülsiyon formu 1000 µl/ml konsantrasyonda 26,00±1,41^a mm zon çapı değeri, 500 ve 250 µl/ml konsantrasyonda 22,50±3,53^b mm zon çapı değeri ile en iyi antibakteriyel etkiye sahip oldukları belirlenmiştir. *O. onites* uçucu yağının nanoemülsiyon formunun standart olarak kullanılan antibiyotiklere göre *L. garvieae* bakterisi üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür (p<0,05) (Tablo 2). *F. vulgare* uçucu yağının ise herhangi bir antibakteriyel etkisinin olmadığı belirlenmiştir. MIC değerlerinin ise *O. onites* uçucu yağının nanoemülsiyon formunda 15,6 µl/ml, *O. onites* uçucu yağında 31,2 µl/ml ve *F. vulgare* uçucu yağının nanoemülsiyon formunda 1000 µl/ml olarak belirlenmiştir (Tablo 2). *O. onites* uçucu yağının ve nanoemülsiyon formunun MIC değerinin düşük olması nedeniyle *L. garvieae* bakterisinde duyarlılığın diğer yağa göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tablo 2. Disk difüzyon testi sonucu bitkisel uçucu yağ ve nanoemülsiyonlarının *L. garvieae* bakterisine karşı oluşturduğu zon çapı ve MIC değerleri

Konsantrasyonlar (µl/ml)	<i>O. onites</i>	<i>O. onites</i> (Nanoemülsiyon formu)	<i>F. vulgare</i>	<i>F. vulgare</i> (Nanoemülsiyon formu)
1000	16,50±0,70 ^{de}	26,00±1,41 ^a	0,00±0,00 ^j	7,00±0,00 ⁱ
500	15,50±0,70 ^e	22,50±3,53 ^b	0,00±0,00 ^j	0,00±0,00 ^j
250	15,50±2,12 ^e	22,50±3,53 ^b	0,00±0,00 ^j	0,00±0,00 ^j
125	15,00±0,00 ^{ef}	19,50±0,70 ^c	0,00±0,00 ^j	0,00±0,00 ^j
62,5	11,50±2,12 ^{gh}	19,00±1,41 ^c	0,00±0,00 ^j	0,00±0,00 ^j
31,2	10,00±0,00 ^h	13,00±1,41 ^{fg}	0,00±0,00 ^j	0,00±0,00 ^j
15,6	0,00±0,00 ^j	10,00±0,00 ^h	0,00±0,00 ^j	0,00±0,00 ^j
7,8	0,00±0,00 ^j	0,00±0,00 ^j	0,00±0,00 ^j	0,00±0,00 ^j
N.K	0,00±0,00 ^j	0,00±0,00 ^j	0,00±0,00 ^j	0,00±0,00 ^j
P.K	18,50±0,70 ^{cd}	18,50±0,70 ^{cd}	18,50±0,70 ^{cd}	18,50±0,70 ^{cd}
MIC değeri (µl/ml)	31,2	15,6	-	1000

-Aynı sütun ve satırdaki farklı harfler, gruplar arası farkın istatistik olarak önemli olduğunu göstermektedir (p<0,05).

V. anguillarum bakterisi için *O. onites* uçucu yağının nanoemülsiyon formu 1000 µl/ml konsantrasyonda 35,50±0,70^a mm, 500 µl/ml konsantrasyonda 34,00±1,41^a mm, 250 µl/ml konsantrasyonda 26,50±0,70^b mm, 125 µl/ml konsantrasyonda 25,00±0,00^{bc} mm ve 62,5 µl/ml konsantrasyonda 23,50±0,70^{cd} mm zon çapı değeri ile en iyi antibakteriyel etkiye sahip oldukları belirlenmiştir. *O. onites* uçucu yağının nanoemülsiyon formunun standart olarak kullanılan antibiyotiklere göre *V. anguillarum* bakterisi üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür (p<0,05) (Tablo 3).



MIC değerlerinin ise *O. onites* uçucu yağının nanoemülsiyon formunda 7,8 µl/ml, *O. onites* uçucu yağında 15,6 µl/ml, *F. vulgare* uçucu yağı ve nanoemülsiyon formunda 1000 µl/ml olarak belirlenmiştir (Tablo 3). *O. onites* uçucu yağının ve nanoemülsiyon formunun MIC değerinin düşük olması nedeniyle *V. anguillarum* bakterisinde duyarlılığın diğer yağa göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3. Disk difüzyon testi sonucu bitkisel uçucu yağ ve nanoemülsiyonlarının *V. anguillarum* bakterisine karşı oluşturduğu zon çapı ve MIC değerleri

Konsantrasyonlar (µl/ml)	<i>O. onites</i>	<i>O. onites</i> (Nanoemülsiyon formu)	<i>F. vulgare</i>	<i>F. vulgare</i> (Nanoemülsiyon formu)
1000	17,50±0,70 ^g	35,50±0,70 ^a	8,50±0,00 ^l	15,50±2,12 ^{hij}
500	17,00±0,00 ^{gh}	34,00±1,41 ^a	0,00±0,00 ^m	0,00±0,00 ^m
250	16,50±0,70 ^{ghj}	26,50±0,70 ^b	0,00±0,00 ^m	0,00±0,00 ^m
125	16,00±0,00 ^{ghj}	25,00±0,00 ^{bc}	0,00±0,00 ^m	0,00±0,00 ^m
62,5	15,00±1,41 ^{ij}	23,50±0,70 ^{cd}	0,00±0,00 ^m	0,00±0,00 ^m
31,2	14,50±0,70 ^j	22,50±0,70 ^{de}	0,00±0,00 ^m	0,00±0,00 ^m
15,6	11,50±2,12 ^k	20,00±0,00 ^f	0,00±0,00 ^m	0,00±0,00 ^m
7,8	0,00±0,00 ^m	20,00±0,00 ^f	0,00±0,00 ^m	0,00±0,00 ^m
N.K	0,00±0,00 ^m	0,00±0,00 ^m	0,00±0,00 ^m	0,00±0,00 ^m
P.K	21,00±1,41 ^{ef}	21,00±1,41 ^{ef}	21,00±1,41 ^{ef}	21,00±1,41 ^{ef}
MIC değeri (µl/ml)	15,6	7,8	1000	1000

-Aynı sütun ve satırdaki farklı harfler, gruplar arası farkın istatistik olarak önemli olduğunu göstermektedir (p<0,05).

P. damsela bakterisi için *O. onites* uçucu yağının nanoemülsiyon formu 1000 µl/ml konsantrasyonda 38,50±0,70^a mm, 500 µl/ml konsantrasyonda 35,00±0,00^a mm, 250 µl/ml konsantrasyonda 32,50±0,70^b mm, 125 µl/ml konsantrasyonda 29,50±0,70^c mm zon çapı değeri ile en iyi antibakteriyel etkiye sahip oldukları belirlenmiştir. *O. onites* uçucu yağının nanoemülsiyon formunun standart olarak kullanılan antibiyotiklere göre *P. damsela* bakterisi üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür (p<0,05) (Tablo 4). *F. vulgare* uçucu yağı ve nanoemülsiyon formunun ise herhangi bir antibakteriyel etkisinin olmadığı belirlenmiştir. MIC değerlerinin ise *O. onites* uçucu yağının nanoemülsiyon formunda 7,8 µl/ml ve *O. onites* uçucu yağında 15,6 µl/ml olarak belirlenmiştir (Tablo 4). *O. onites* uçucu yağının ve nanoemülsiyon formunun MIC değerinin düşük olması nedeniyle *P. damsela* bakterisinde duyarlılığın diğer yağa göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4. Disk difüzyon testi sonucu bitkisel uçucu yağ ve nanoemülsiyonlarının *P. damsela* bakterisine karşı oluşturduğu zon çapı ve MIC değerleri

Konsantrasyonlar (µl/ml)	<i>O. onites</i>	<i>O. onites</i> (Nanoemülsiyon formu)	<i>F. vulgare</i>	<i>F. vulgare</i> (Nanoemülsiyon formu)
1000	24,00±1,41 ^{ef}	38,50±0,70 ^a	0,00±0,00 ^l	0,00±0,00 ^l
500	22,50±3,53 ^{fg}	35,00±0,00 ^b	0,00±0,00 ^l	0,00±0,00 ^l
250	22,50±3,53 ^{fg}	32,50±0,70 ^b	0,00±0,00 ^l	0,00±0,00 ^l
125	21,00±1,41 ^g	29,50±0,70 ^c	0,00±0,00 ^l	0,00±0,00 ^l
62,5	16,50±0,70 ^h	29,00±1,41 ^{cd}	0,00±0,00 ^l	0,00±0,00 ^l
31,2	12,50±3,53 ^l	26,50±0,70 ^{de}	0,00±0,00 ^l	0,00±0,00 ^l
15,6	11,00±2,82 ^{jk}	24,50±0,70 ^{ef}	0,00±0,00 ^l	0,00±0,00 ^l



7,8	0,00±0,00 ^l	23,00±1,41 ^{fg}	0,00±0,00 ^l	0,00±0,00 ^l
N.K	0,00±0,00 ^l	0,00±0,00 ^l	0,00±0,00 ^l	0,00±0,00 ^l
P.K	26,50±0,70 ^{de}	26,50±0,70 ^{de}	26,50±0,70 ^{de}	26,50±0,70 ^{de}
MIC değeri (µl/ml)	15,6	7,8	-	-

-Aynı sütun ve satırdaki farklı harfler, gruplar arası farkın istatistiki olarak önemli olduğunu göstermektedir (p<0,05).

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak bu çalışma ile *O. onites* ve *F. vulgare* tıbbi bitkilerine ait uçucu yağ ve nanoemülsiyonlarının bakteriyel balık patojenlerine (*A. hydrophila*, *L. garvieae*, *V. anguillarum* ve *P. damselae*) karşı *in vitro* antibakteriyel etkileri disk difüzyon yöntemine göre incelenmiş olup bakteriyel balık patojenlerine karşı söz konusu bitkilere ait uçucu yağlardan *O. onites* türünün güçlü bir antibakteriyel etkisi olduğu tespit edilmiştir. Bu antibakteriyel etkinin yağların nanoemülsiyon formunda daha da arttığı belirlenmiştir. Özellikle *O. onites* bitkisi nanoemülsiyon formunun *A. hydrophila*, *L. garvieae*, *V. anguillarum* ve *P. damselae* türlerinin neden olduğu bakteriyel hastalıklarda doğal bir tedavi edici olarak kullanılabilme potansiyeli olduğu belirlenmiştir. Gelecekteki çalışmalarda, yetiştiriciliği yapılan balık türlerinde tıbbi bitkilerin *in vivo* antibakteriyel etkisi ile ilgili deneysel çalışmalar yapılarak elde edilen sonuçların desteklenmesine ve uygulanmasına gereksinim vardır.

Teşekkür

Bu çalışmaya 2209-B Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı ile maddi olarak destek veren TÜBİTAK' a teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Afizi, M. K., Fatimah, B. S., Mariana, N. S. ve Abdel-Hadi, Y. M. (2013). Herbal and antibiotic resistance of *Aeromonas* bacteria isolated from cultured fish in Egypt and Malaysia. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 8(2), 425-429.
- Baydar, H. (2009). Tıbbi ve aromatik bitkiler bilimi ve teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 51, 348s, Isparta.
- Bharti, V., Vasudeva, N. ve Dhuhan, J. S. (2013). Combination studies of *Oreganum vulgare* extract fractions and volatile oil along with ciprofloxacin and fluconazole against common fish pathogens. *Advanced Pharmaceutical Bulletin*, 3(1), 239-246.
- Bortoleto, R. K., De Oliveira, A. H. C., Ruller, R., Arni, R. K. ve Ward, R. J. (1998). Tertiary structural changes of the α -hemolysin from *Staphylococcus aureus* association with liposome membranes. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 351(1), 47-52.
- Chepurnov, A. A., Bakulina, L. F., Dadaeva, A. A., Ustinova, E. N., Chepurnova, T. S. ve Baker Jr, J. R. (2003). Inactivation of Ebola virus with a surfactant nanoemulsion. *Acta Tropica*, 87(3), 315-320.
- Çalikoğlu, E., Kıralan, M. ve Bayrak, A. (2006). Uçucu yağ nedir, nasıl üretilir ve Türkiye' deki durumuna genel bir bakış. Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs, Bolu.
- Dar, S. A., Ganai, F. A., Yousuf, A. R., Bhat, T. M. ve Bhat, F. A. (2012). Bioactive potential of leaf extracts from *Urtica dioica* L. against fish and human pathogenic bacteria. *African Journal of Microbiology Research*, 6(41), 6893-6899.
- Ekici, S., Diler, Ö., Didinen, B. I. ve Kubilay, A. (2011). Balıklardan izole edilen bakteriyel patojenlere karşı bazı bitkisel uçucu yağların antibakteriyel aktivitesi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 1, 56-69.
- EUCAST 6.0 (2017). Antimicrobial susceptibility testing. EUCAST, European.
- Evren, M. ve Tekgüler, B. (2011). Uçucu yağların antimikrobiyel özellikleri. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR*, 9(3), 28-40.
- Friberg, S. E. (1984). Microemulsions in relation to cosmetics and their preservation. *Cosmetic and Drug Preservation, Principles and Practice, Cosmetic Science and Technology Series*, 1.



- Görmez, Ö. ve Diler, Ö. (2017). Balık patojenlerine karşı bazı bitkisel uçucu yağların antibakteriyel aktivitesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Yalvaç Akademi Dergisi*, 2(1), 112-122.
- Hamouda, T., Hayes, M. M., Cao, Z., Tonda, R., Johnson, K., Wright, D. C. ve Baker, J. R. (1999). A novel surfactant nanoemulsion with broadspectrum sporicidal activity against *Bacillus* species. *Journal of Infectious Diseases*, 180(6), 1939-1949.
- Jones, M. N., Song, Y. H., Kaszuba, M. ve Reboiras, M. D. (1997). The Interaction of phospholipid liposomes with bacteria and their use in the delivery of bactericides. *Journal of Drug Targeting*, 5(1), 25-34.
- Koca Çalışkan, U., Özçelik, B., Sazlı, A. ve Sezik, E. (2010). *Foeniculum vulgare* Mill. aktar ve kültür örneklerinin uçucu yağlarının avrupa farmakopesine uygunluğu ve antimikrobiyal aktivite yönünden karşılaştırılması. *Ankara Ecz. Fak. Derg.*, 39(3), 195-210.
- Oflaz, S., Kürkçüoğlu, M. ve Başer, K. H. C. (2002). *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* üzerinde farmakognozik araştırmalar. 14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, 29-31 Mayıs, Eskişehir, 252-258.
- Özgüven, M., Sekin, S., Gürbüz, B., Şekeroğlu, N., Ayanoglu, F. ve Ekren, S. (2005). Tütün, tıbbi ve aromatik bitkiler üretimi ve ticareti. Tütün Sektörünün Dünü, Bugünü, Yarını ve Beklentileri Sempozyumu, 4 Mart, İzmir, 1-22.
- Ramtin, M., Massiha, A., Khoshkholgh-Pahlaviani, M. R. M., Issazadeh, K., Assmar, M. ve Zarrabi, S. (2014). *In vitro* antimicrobial activity of *Iris pseudacorus* and *Urtica dioica*. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*, 16(3), 35-39.
- Siegrist, M., Cousin, M.E., Kastenholz, H. ve Wiek, A. (2007). Public acceptance of nanotechnology foods and food packaging: the influence of affect and trust. *Appetite*, 49(2), 459-466.
- Solans, C., Izquierdo, P., Nolla, J., Azemar, N. ve Garcia-Celma, M. J. (2005). Nano-emulsions. *Current Opinion in Colloid and Interface Science*, 10(3), 102-110.
- Soltani, M., Ghodrathnama, M., Ebrahimzadeh-Mosavi, H. A., Nikbakht-Brujeni, G., Mohamadian, S. ve Ghasemian, M. (2014). Shirazi thyme (*Zataria multiflora* Boiss) and rosemary (*Rosmarinus officinalis*) essential oils repress expression of *sagA*, a streptolysin S-related gene in *Streptococcus iniae*. *Aquaculture*, 430, 248-252.
- Starliper, C. E., Ketola, H. G., Noyes, A. D., Schill, W. B., Henson, F. G., Chalupnicki, M. A. ve Dittman, D. E. (2015). An investigation of the bactericidal activity of selected essential oils to *Aeromonas* spp. *Journal of Advanced Research*, 6(1), 89-97.
- Şanlı, A., Karadoğan, T. ve Baydar, H. (2008). Doğal olarak yetişen tatlı rezene (*Foeniculum vulgare* Mill. var. *dulce*)'nin farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde uçucu yağ miktarı ile bileşenlerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(2), 17-22.
- TUİK (2009). Su ürünleri istatistikleri. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu. Ankara. <http://www.tuik.gov.tr> (16.07.2009), s. 125.
- Zhang, H., Lu, Z., Zhang, L., Bao, Y., Zhan, X. ve Feng, F., 2008. Antifungal activity of a food-grade dilution-stable microemulsion against *Aspergillus niger*. *Letters in Applied Microbiology*, 47, 445-450.