



Menba

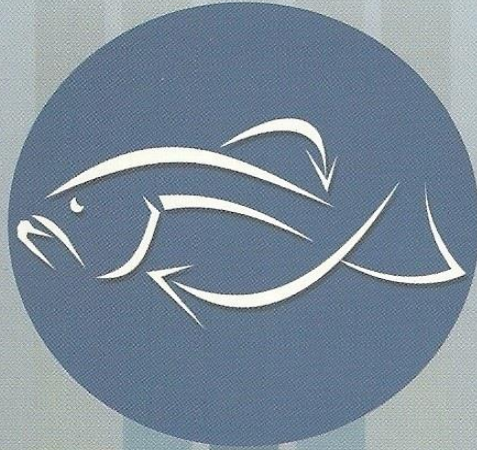
Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi
Menba Journal of Fisheries Faculty

Yıl/Year: 2019

Cilt/Volume: 5

Sayı/Issue: 2

ISSN: 2147-2254 | e-ISSN: 2667-8659



YAZIM KURALLARI

Yayının Hazırlanması

Araştırma makaleleri referanslar, çizelgeler ve figürler dahil 20 sayfayı geçmemelidir.

Kısa raporlar, referanslar hariç 6 sayfayı geçmemelidir.

Derlemelerde herhangi bir sayfa sınırlaması yoktur.

Araştırma sonuçları Türkçe veya İngilizce olarak yazılabilir. Sonuçların daha önceden hiçbir yerde basılmamış olması ya da başka bir dergiye gönderilmemiş olması gerekmektedir.

Yazım Şekli

Makaleler A4 formatında, tek satır aralıklı, Times New Roman, 12 punto büyüklüğünde ve her yünden 25 mm boşluk bırakılarak yazılmalıdır.

Makale İçeriği

1.Sayfa

Makalenin birinci sayfasında başlık, yazarların tam isimleri ve iletişim adresleri yer almalıdır. İlgili yazar belirtilmeli ve ilgili yazarın yazışma adresi (Posta, e-posta ve telefon) tam olarak belirtilmelidir.

2.Sayfa

Türkçe özet ve anahtar kelimeler yazılmalıdır
İngilizce özet ve anahtar kelimeler yazılmalıdır.

3.Sayfa ve sonrası

Tüm metin, referanslar, çizelgeler ve şekilleri içermelidir.

Makale başlıkları;

GİRİŞ

MATERYAL ve YÖNTEM

BULGULAR ve TARTIŞMA

SONUÇ ve ÖNERİLER

KAYNAKLAR

Çizelgeler (Metin içerisinde ilgili yerde bulunmalıdır)

Şekiller (Metin içerisinde ilgili yerde bulunmalıdır)

Kaynaklar

Kaynaklar makale içerisinde Yazar (Yıl) yada (Yazar, Yıl) veya Yazar ve ark. (Yıl) yada (Yazar ve ark., Yıl) olarak belirtilmelidir.

Kaynaklar, kaynaklar kısmında alfabetik sıraya göre belirtilmeli ve DOI numaraları eklenmelidir.

Bilimsel Dergiler: Bilen, S., Bulut, M., Bilen, M.A., 2011. Immunostimulant effects of *Cotinus coggyria* on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish and Shellfish Immunology*, 30 (2): 451-455.

Kitap İçerisinde Bölüm: Baytop, T., 1999. Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi—Geçmişten Bugüne. Nobel Tıp Basımevi, 2.Baskı: İstanbul, Türkiye. 320-350 Pp. DOI: 10.1016/j.jep.2006.11.035.

Kitap: Baytop T., 1999. Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi—Geçmişten Bugüne. Nobel Tıp Basımevi, 2.Baskı: İstanbul, Türkiye. 480 Pp.

Tezler: Bilen S., 2012. Bazı Bitkilerin Balıklarda Bağışıklık Sistemi Üzerine Etkileri. Master Tezi. Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.

İnternet Adresleri: FAO, 2008. Information on fisheries management in Turkey. <http://www.fao.org/fi/fcp/en/ROM/body.htm>

Çizelgeler

Çizelgeler numaralandırılmalı (1,2,3...) Çizelge başlığı çizelgenin üst kısmına, çizelge içindeki açıklamalar çizelge altına yapılmalıdır. Makale içerisinde çizelgelerin yeri belirtilmelidir.

Şekiller

Şekiller numaralandırılmalı (1,2,3...) Şekil başlığı şeklin alt kısmına yazılmalı ve şekil ile ilgili açıklamalar parantez içinde verilmelidir.



Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi

Menba Journal of Fisheries Faculty

Yıl/Year: 2019 Cilt/Volume: 5 Sayı/Issue: 2

ISSN: 2147-2254 | e-ISSN: 2667-8659

Yazışma adresi / Correspondence Address

Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi – KASTAMONU

Tel: 0366 280 23 00 | Fax: 0366 280 23 13

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/menba>

Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi yılda iki sayı olarak yayınlanır ve hakemli dergidir. Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi Uluslararası bir dergidir. Dergi içerisindeki makaleler, tablolar, şekiller ve resimler komple veya kısmen izinsiz olarak kullanılamaz. Dergi ve kitaplarda alıntı yapılması halinde referans gösterilmelidir.

Menba Journal of Fisheries Faculty is published twice in a year and refere journal. Menba Journal of Fisheries Faculty is an International. Any of the articles, tables, figures and pictures are not allowed to be copied completely or partially without authorisation. The journals and books which quote, have to indicate the journal as reference.

Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi **CAB Direct, Google Scholar, Paperity, Academic Journal Index** dizinlerinde taranmaktadır.

Menba Journal of Fisheries Faculty is indexed in **CAB Direct, Google Scholar, Paperity, Academic Journal Index**

İmtiyaz Sahibi (Privilege Owner)

Prof. Dr. Ahmet Hamdi TOPAL / Rektör (Rector)

Editör (Editor)

Prof. Dr. Mahmut ELP

Yardımcı Editör (Co-Editor)

Arş. Gör. Mustafa İbrahim OSMANOĞLU

Yayın Kurulu (Editorial Board)

Dr. Hasan Hüseyin ATAR- Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Dr. Sajmir BEQIRAJ- University of TİRANA

Dr. Gouranga BISWAS- Kakdwip Research Centre of Central Institute of Brackishwater Aquaculture (ICAR), India

Dr. Osman ÇETİNKAYA- Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye

Dr. Hünkar Avni DUYAR- Sinop Üniversitesi, Sinop, Türkiye

Dr. Kenan GÜLLÜ- Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla, Türkiye

Dr. Şenol GÜZEL- Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, Türkiye

Dr. Naim SAĞLAM- Fırat Üniversitesi, Elazığ, Türkiye

Dr. Nuri BAŞUSTA- Fırat Üniversitesi, Elazığ, Türkiye

Dr. Fazıl ŞEN- Yüzüncüyıl Üniversitesi, Van, Türkiye

Dr. Şükrü Şenol PARUĞ- Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, Türkiye

Dr. Marina SAZYKINA- Scientific Research Institute of Biology of Southern Federal University, Russia

Dr. Sonya UZUNOV- Institute of Fishing Resources, Bulgaria

Dr. Telat YANIK- Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

ARAŞTIRMA / RESEARCH

- Türkiye'nin Batı Karadeniz Kıyı Sularındaki Ağır Metal Birikiminin Mevsimsel Olarak İncelenmesi
Seasonal Investigation of Heavy Metal Accumulation in Waters of Western Black Sea Coasts of Turkey
Nuri Mohamed ELDERWISH, Yiğit TAŞTAN, Adem Yavuz SÖNMEZ.....1-8
- Karadeniz'de Hamsi (*Engraulis Encrasicolus*) ve Çaç (*Sprattus Sprattus*) Balıklarının Avcılığı İle Balık Unu-
Yağı İşleme Teknolojisi Üzerine Bir Araştırma
A Study on Fishing and Fish Meal-oil Processing Technology of Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and
European Sprat (*Sprattus sprattus*) in the Black Sea
Barış BAYRAKLI, Süleyman ÖZDEMİR, Hünkar Avni DUYAR.....9-16

DERLEME / REVIEW

- Nano- ve Mikroplastik'lerin İnsan Sağlığı ve Ekosistem Üzerindeki Olası Etkileri
Possible Effects of Nano- and Microplastics on Human Health and the Ecosystem
Meral YURTSEVER.....17-24
- Dünyada ve Türkiye'de Su Ürünleri Üretiminde İstatistik Durum
Statistical Situation of Fishery and Aquaculture Production in World and Turkey
Abduselam GÜN, Volkan KIZAK.....25-36



TÜRKİYE’NİN BATI KARADENİZ KIYI SULARINDAKİ AĞIR METAL BİRİKİMİNİN MEVSİMSSEL OLARAK İNCELENMESİ

Seasonal Investigation of Heavy Metal Accumulation in Waters of Western Black Sea Coasts of Turkey

Nuri Mohamed ELDERWISH¹, Yiğit TAŞTAN¹, Adem Yavuz SÖNMEZ¹

¹ Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Kastamonu, Türkiye

E-posta: aysonmez@kastamonu.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış Tarihi: 30/08/2019

Kabul Tarihi: 26/12/2019

ARTICLE INFO

Received: 30/08/2019

Accepted: 26/12/2019

Anahtar Kelimeler:

Kastamonu

Sinop

Zonguldak

Su

Ağır Metaller

Keywords:

Kastamonu

Sinop

Zonguldak

Water

Heavy Metals

Öz

Bu çalışmada Kastamonu, Sinop ve Zonguldak kıyılarından üç istasyondan temin edilen su örneklerinin ihtiva ettiği Mn, Cd, Zn, Cu, Fe, Ni, Pb ağır metallerinin düzeyleri tespit edilmiş ve mevsimsel değişiklikleri incelenmiştir. Su numunelerinin analizleri ICP-OES (SpectroBlue) cihazında yapılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre bazı ağır metallerde istasyonlar arası ve mevsimsel farklılıklar ortaya çıkarken analiz edilen metallerin hepsinde metal çiftleri arasında pozitif yönde kuvvetli korelasyon bulunmuştur. Ağır metaller kaynaklık eden benzer kirleticiler olduğu sonucuna varılırken genel itibari ile sonuçlar tahammül edilebilir limitler içerisindedir.

Abstract

In this study, heavy metal (Mn, Cd, Zn, Cu, Fe, Ni, Pb) levels in water samples obtained from Kastamonu, Sinop and Zonguldak coasts were determined and seasonal changes were investigated. Analysis of water samples were performed by using ICP-OES (SpectroBlue). According to results, while there were significant positive correlation between all metal pairs, differences between seasons and stations were also observed in some heavy metals. Although it was concluded that are similar pollutants causing heavy metals to be present in the water, the results were withing tolerable limits in general.

Atıf bilgisi/Cite as: Elderwish N. M., Taştan Y., Sönmez A. Y., 2019. Türkiye'nin Batı Karadeniz Kıyı Sularındaki Ağır Metal Birikiminin Mevsimsel Olarak İncelenmesi. Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 5(2), 1-8.

GİRİŞ

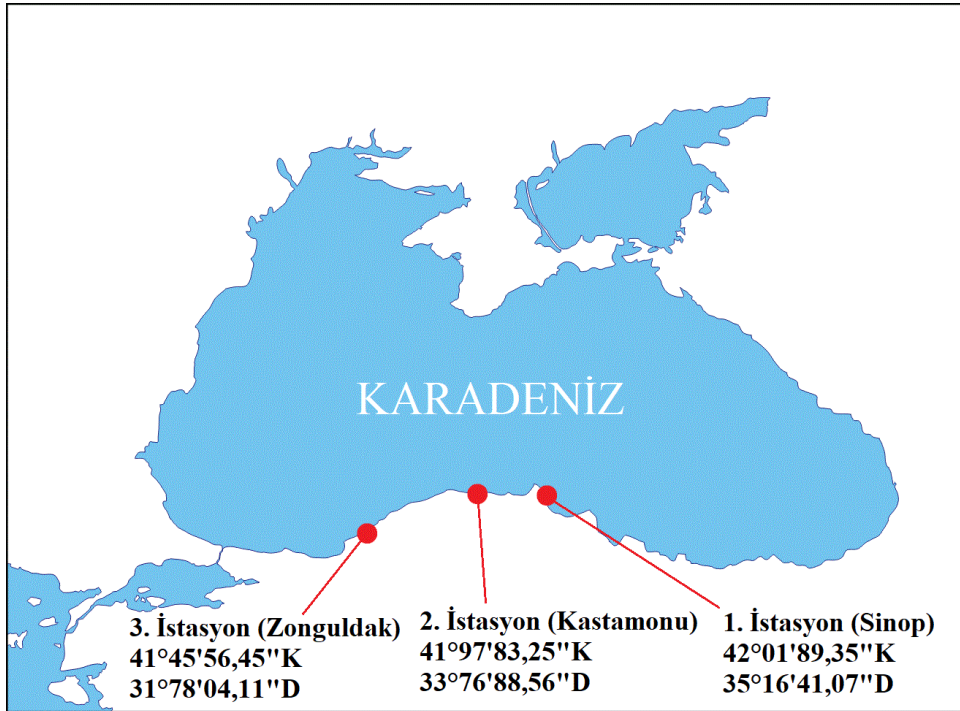
Su; evsel, endüstriyel, tarımsal sulama, rekreasyon, ticari ve sportif balıkçılık, enerji üretimi, drenaj ve atık imhası gibi birçok amaçla kullanılan en önemli doğal kaynaklarımızdan bir tanesidir. Bahsedilen kullanım amaçlarının yanı sıra sudaki yaşam da bir o kadar önemlidir. Su ortamları geniş bir flora ve faunaya ev sahipliği yapmaktadırlar. Örneğin algler sayesinde dünyadaki oksijen ihtiyacının çoğu karşılanmakta, sudaki birçok organizma sanayi, gıda, kozmetik, farmakoloji, tıp vb. gibi sektörlerle hizmet etmektedir. Tüm bu nedenlerden ötürü su kaynaklarımızın iyi muhafaza edilmesi ve iyi yönetilmesi gerekmektedir. Suyun yönetilmesi demek suyun ve sucul yaşamın korunması anlamına gelmektedir. Bu amaca ulaşmak için derinlik, akış rejimi, sıcaklık, bulanıklık gibi fiziksel; nitrit, nitrat, pH, çözünmüş maddeler gibi kimyasal kalite parametrelerinin belirli limitler arasında tutulması gerekir. Bilhassa planlı veya kazara atık boşaltılan sularda söz konusu parametreler istenmeyen şekilde değişebilir; bu değişim de bölgede yaşayan sucul organizmaların yaşam döngülerini etkileyerek su ortamının biyolojik özelliklerini istenmeyen yönde değiştirebilir (Abel, 2002).

Yukarıdaki paragraftan da anlaşılacağı üzere suyun özellikleri biyolojik, kimyasal ve fiziksel olarak sınıflandırılmaktadır. Su kirliliği ise bu özelliklerden herhangi birinde istenmeyen yönde meydana gelen değişimler olarak nitelendirilebilir (Sönmez vd., 2008). Su kirliliğinin en önemli kısımlarından birisi kimyasal kirlilik ve bunun temelini teşkil eden en mühim bileşen ise ağır metallerdir. Özellikle son yıllardaki artan nüfus ile birlikte sanayileşme ve endüstrileşmede yaşanan artışa bağlı olarak su kaynakları sürekli kirlilik baskısı altındadır. Bu nedenle su kaynaklarının kirlilik düzeyi sürekli izlenmeli ve kontrol altında tutulmalıdır. İcap ettiğinde karar mekanizmalarına eylem ve tedbir olanağı sağlanmalıdır.

Bu amaçla bu çalışmada Kastamonu, Sinop ve Zonguldak kıyılarından temin edilen su örneklerinin ihtiva ettiği Mn, Cd, Zn, Cu, Fe, Ni, Pb ağır metallerinin düzeyleri tespit edilmiş ve mevsimsel değişiklikleri incelenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada ağır metal düzeylerini tespit etmek amacıyla materyal olarak Kastamonu, Sinop ve Zonguldak illeri kıyılarından belirlenen üç istasyondan alınan su örnekleri kullanılmıştır (Şekil 1). Bütün örneklemeler Aralık 2016, Mart 2017, Haziran 2017 ve Eylül 2017 aylarında olmak üzere 4 kez gerçekleştirilmiştir. Deniz suyunun içerdiği ağır metal miktarlarını belirlemek için su örnekleri polietilen şişe vasıtasıyla alınmıştır. Kullanılan tüm şişeler örnek alınmadan önce ortam suyu ile üç kere çalkalanmıştır. Alınan örnekler katı partikülleri süzmek amacıyla 0.45 µm çapında membran filtrelerden geçirilmiş ve nitrik asit ilave edilerek önceden nitrik asit ile yıkanmış polietilen şişelere konulmuştur (Alam vd., 2001; Sönmez vd, 2012). Su örneklerinden ağır metal analizleri ise herhangi bir ön işleme tabi tutmadan ICP-OES (SpectroBlue) cihazında yapılmıştır. İstatistikî analiz için verilere varyans analizini (ANOVA) takiben Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Ayrıca metallerin aralarındaki ilişkinin görülebilmesi adına Korelasyon testi yapılmıştır.



Şekil 1. Örneklemeye istasyonları ve koordinatları

BULGULAR ve TARTIŞMA

Deniz suyundan alınan su örneklerindeki Cu seviyesinin mevsimsel değişimi Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Deniz suyunda bakırın (Cu) mevsimsel değişimi ($\mu\text{g l}^{-1}$)

Mevsimler	İstasyonlar (Cu)		
	1 (Sinop)	2 (Kastamonu)	3 (Zonguldak)
	$\bar{X} \pm \sigma_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm \sigma_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm \sigma_{\bar{x}}$
Sonbahar	5,95±2,89 ^{AB}	9,27 ±3,40 ^A	0,73±0,33 ^B
Kış	6,18±2,52 ^{AB}	10,20±2,61 ^A	0,49±0,32 ^B
İlkbahar	2,60±1,57 ^B	16,50±2,38 ^A	0,88±0,28 ^B
Yaz	3,49±1,13 ^B	15,07±3,10 ^A	1,39±0,62 ^B

Küçük harfler mevsimler arası, büyük harfler ise istasyonlar arası farklılığı ifade etmektedir ($p < 0,05$).

Sinop, Kastamonu ve Zonguldak illerinden farklı mevsimlerde alınan su örneklerinde ölçülen bakır (Cu) değerleri Çizelge 1’de verilmiştir. Çizelgeye göre mevsimler arasında farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmazken istasyonlar arasındaki farklılık istatistiki bağlamda önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Mevsimler ile istasyonlar arasındaki interaksiyon da önemsiz olarak tespit edilmiştir. İstasyonlarda en düşük Cu değeri sonbaharda Zonguldak istasyonundan ($0,73 \pm 0,33 \mu\text{g l}^{-1}$) elde edilirken, en yüksek ortalama ($16,50 \pm 2,38 \mu\text{g l}^{-1}$) ilkbaharda Kastamonu istasyonundan ölçülmüştür.

Doğu Karadeniz kıyılarında yapılan bir çalışmada Cu düzeyinin $7,57-14 \mu\text{g l}^{-1}$ arasında değiştiği ve mevsimsel bir farklılığın olmadığı bildirilirken (Yılmaz Bayrak, 2016), Çevik vd. (2008) tarafından Doğu Karadeniz kıyılarında yapılan bir başka çalışmada Cu değerleri $7,5-20,5 \mu\text{g l}^{-1}$ arasında bulunmuş, Orta Karadeniz (Sinop) kıyılarında yapılan bir başka çalışmada ise $0,02-0,17 \mu\text{g l}^{-1}$ arasında olduğu rapor edilmiştir (Karaalioğlu, 2006). Fransa’da yapılan bir çalışmada $5,59-15,10 \mu\text{g l}^{-1}$ arasında (Salem vd., 2004), Doğu Ege kıyılarında yapılan bir çalışmada $0,00083-0,0049 \mu\text{g l}^{-1}$ arasında (Aydın Önen vd., 2011), Marmara kıyılarında yapılan bir başka çalışmada ise $0,00114-0,0134 \mu\text{g l}^{-1}$ arasında olduğu bildirilmiştir (Bingöl vd., 2013).

Bulgular incelendiğinde ölçülen Cu değerlerinin Karadeniz Bölgesi’nde yapılan çalışmalarla uyumlu, diğer denizlerde yapılan çalışmalardan ise nispeten yüksek olduğu görülmektedir. Bu özellikle bölgede yoğun olarak yapılan bakır madenciliği faaliyetlerine bağlanırken ülkemizin önemli bakır rezervlerinin de bu bölgede olduğu bilinmektedir. Cu verileri genel hatları ile incelendiğinde 2. istasyonda değerlerin diğer istasyonlardan yüksek olduğu görülmektedir. Bu da yukarıdaki tespiti destekler niteliktedir. Çünkü Küre dağlarındaki bakır madenciliği faaliyetleri ve İnebolu limanındaki bakır sevkiyatı yoğunluğu mevcut değerlerin yükselmesine sebep olmaktadır.

Çizelge 2. Deniz suyunda çinkonun (Zn) mevsimsel değişimi ($\mu\text{g l}^{-1}$)

Mevsimler	İstasyonlar (Zn)		
	1 (Sinop)	2 (Kastamonu)	3 (Zonguldak)
	$\bar{X} \pm \sigma_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm \sigma_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm \sigma_{\bar{x}}$
Sonbahar	3,63±1,62 ^B	7,19±0,24 ^{aA}	1,98±0,19 ^{aB}
Kış	4,57±1,88 ^A	6,71±0,57 ^{abA}	0,75±0,36 ^{abB}
İlkbahar	4,49±2,01 ^{AB}	6,76±0,71 ^{abA}	1,62±0,75 ^{aB}
Yaz	4,76±2,12 ^A	4,46±1,21 ^{bA}	0,04±0,01 ^{bB}

Küçük harfler mevsimler arası, büyük harfler ise istasyonlar arası farklılığı ifade etmektedir ($p < 0,05$).

Çizelge 2 incelendiğinde Zn değerleri bakımından istasyonlar arasında farklılık istatistiki bağlamda önemli olarak tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Mevsimler arasındaki farklılık ise yalnızca 2. ve 3. istasyonlarda önemli olarak ortaya çıkmıştır ($p < 0,05$). Birinci istasyonda mevsimler arasında herhangi bir farklılık görülmemiştir. Öte yandan mevsimler ile istasyonlar arasındaki interaksiyon da istatistiki bağlamda farksız olarak neticelenmiştir. En düşük ortalama yaz mevsiminde 3. istasyonda ($0,04 \pm 0,01 \mu\text{g l}^{-1}$) gerçekleşirken, en yüksek ortalama $7,19 \pm 0,24 \mu\text{g l}^{-1}$ ile sonbaharda 2. istasyonda gerçekleşmiştir.

Çalışma sonuçları literatür ile değerlendirildiğinde Karadeniz kıyılarındaki çalışmalar ile benzer sonuçlar elde edildiği müşahade edilmiştir. Doğu Karadeniz kıyılarında yapılan bir çalışmada Zn değerleri $6-207,5 \mu\text{g l}^{-1}$

arasında rapor edilirken (Çevik vd., 2008), Fransa’da yapılan bir çalışmada 5,52-9,90 $\mu\text{g l}^{-1}$ arasında (Salem vd., 2014), Doğu Karadeniz’de yapılan bir başka çalışmada ise 2,31-9,20 $\mu\text{g l}^{-1}$ arasında değiştiği rapor edilmiştir (Yılmaz Bayrak, 2016). Karaalioglu (2006) tarafından Orta Karadeniz kıyılarında yapılan çalışmada Zn değerleri 0,04-0,53 $\mu\text{g l}^{-1}$ arasında bildirilmiştir.

Çalışma sonuçlarımız Karadeniz kıyılarındaki çalışmalar ile uyumlu görünse de bazı mevsim ve istasyonlarda yükseklik göze çarpmaktadır. Birinci ve ikinci istasyonda verilerin yüksekliği yine mevcut madencilik faaliyetlerinin bu bölgede yoğunlaşması ve maden taşımacılığı faaliyetlerinin de değerleri etkilediği gerçeğini gözler önüne sermiştir. Öte yandan geçiş mevsimlerinde de yağışların suya taşınımı artırdığından mütevellit nisbi bir yükseklik olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Deniz suyunda nikelin (Ni) mevsimsel değişimi ($\mu\text{g l}^{-1}$)

Mevsimler	İstasyonlar (Ni)		
	1 (Sinop)	2 (Kastamonu)	3 (Zonguldak)
	$\bar{X} \pm \sigma_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm \sigma_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm \sigma_{\bar{x}}$
Sonbahar	3,09±1,23 ^B	13,41±0,79 ^A	0,98±0,32 ^B
Kış	4,63±1,34 ^B	13,56±0,39 ^A	0,81±0,36 ^C
İlkbahar	4,38±1,96 ^B	14,77±0,24 ^A	1,03±0,34 ^B
Yaz	5,32±2,38 ^B	14,78±0,33 ^A	1,66±0,16 ^B

Küçük harfler mevsimler arası, büyük harfler ise istasyonlar arası farklılığı ifade etmektedir ($p < 0,05$).

İstasyonlarda Ni değişimine ilişkin Çizelge 3 incelendiğinde mevsimler arasında herhangi bir farklılık görülmezken ($p > 0,05$), istasyonlar arasında istatistiki bakımdan farklılık önemli düzeyde bulunmuştur ($p < 0,05$). Öte yandan mevsimler ile istasyonlar arası interaksiyon da istatistiki anlamda farksız olarak gerçekleşmiştir. Ni verileri de Cu ve Zn verilerinde olduğu gibi en düşük 3. istasyon olan Zonguldak’ta ölçülmüş, bu istasyonda en düşük ortalamayı ise 0,81±0,36 $\mu\text{g l}^{-1}$ ile kış mevsimi vermiştir. Mevsimler arasında fark olmamakla birlikte en yüksek ortalama da yine ikinci istasyon olan Kastamonu’da tespit edilmiştir.

Batı Akdeniz’de yapılan bir çalışmada Ni düzeyinin 1,65-4,446 mg l^{-1} arasında olduğu rapor edilirken (Morley vd. 1997), Haraldsson ve Westerlund (1991) tarafından Karadeniz açık sularında yapılan çalışmada 9,4 nmol l^{-1} , Medinets vd. (1994) tarafından yapılan çalışmada 3,92-189 nmol l^{-1} arasında olduğu bildirilmiştir. Yine Doğu Karadeniz kıyılarında yapılan bir diğer çalışmada ise 8,75-9,26 $\mu\text{g l}^{-1}$ arasında değiştiği bildirilmiştir (Yılmaz Bayrak, 2016). Çalışma sonuçları bu çalışmalarla uyum gösterirken Çoban (2009) tarafından Batı Karadeniz’de ve Bingöl vd. (2013) tarafından Marmara kıyılarında yapılan çalışmalara göre nispeten yüksek bulunmuştur.

Çalışma sonuçlarımıza göre nikel düzeyi 3. istasyon haricinde iki istasyonda nispeten yüksek olarak değerlendirilmiştir. Özellikle liman faaliyetlerinin olduğu bölgelerde artış dikkat çekmektedir. Yine endüstri ve sanayi faaliyetlerinin bu bölgelerdeki yoğunluğu, özellikle ikinci istasyon bölgesindeki ağaç işleme ve boya sanayisi mevcut yüksekliğin izah sebebi olabilecektir.

Çizelge 4. Deniz suyunda demirin (Fe) mevsimsel değişimi ($\mu\text{g l}^{-1}$)

Mevsimler	İstasyonlar (Fe)		
	1 (Sinop)	2 (Kastamonu)	3 (Zonguldak)
	$\bar{X} \pm \sigma_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm \sigma_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm \sigma_{\bar{x}}$
Sonbahar	5,70±2,94 ^B	17,06±0,08 ^A	0,59±0,11 ^B
Kış	8,21±3,67 ^B	17,12±0,10 ^A	0,71±0,09 ^C
İlkbahar	8,27±3,70 ^B	17,17±0,09 ^A	0,69±0,10 ^C
Yaz	8,60±3,85 ^B	16,99±0,05 ^A	0,76±0,09 ^C

Küçük harfler mevsimler arası, büyük harfler ise istasyonlar arası farklılığı ifade etmektedir ($p < 0,05$).

Demir verilerini içeren Çizelge 4 incelendiğinde mevsimler arasında herhangi bir istatistiki farkın ortaya çıkmadığı, buna karşın istasyonlar arasında önemli düzeyde farklılığın ($p < 0,05$) ortaya çıktığı görülmektedir. Mevsimler ile istasyonlar arasındaki interaksiyon da istatistiki bakımdan önemsizdir. Fe sonuçları da diğer metal sonuçlarında olduğu gibi ikinci istasyonda daha yüksek diğer istasyonlarda daha düşük olarak karşımıza çıkmıştır.

En yüksek ortalama Kastamonu istasyonunda $17,17 \pm 0,09 \mu\text{g l}^{-1}$ olarak ölçülürken en düşük ortalama yine Zonguldak istasyonunda $0,59 \pm 0,11 \mu\text{g l}^{-1}$ olarak belirlenmiştir.

Güney Doğu Akdeniz'de Haifa Körfezi'nde yapılan bir çalışmada demirin $20,4-953 \mu\text{g l}^{-1}$ arasında olduğu bildirilmiştir (Herut vd., 1999). Doğu Karadeniz kıyılarında yapılan bir çalışmada $130-680 \mu\text{g l}^{-1}$ arasında olduğu (Çevik vd.,2008), aynı bölgede yapılan bir başka çalışmada ise $11-442 \mu\text{g l}^{-1}$ arasında olduğu rapor edilmiştir (Yılmaz Bayrak, 2016).

Çalışma sonuçlarımıza göre Fe sulara bulunması gereken tahammül edilebilir limitlerin oldukça altındadır. Buna karşın diğer metal verilerinde olduğu gibi ikinci istasyonda diğerlerine nazaran bir yükseklik göze çarpmaktadır. Fe ve Mn metallerin her ikisi de yeraltı sularında hemen her zaman, yüzeysel sulara ise yılın bazı aylarında yüksek konsantrasyonlarda bulunurlar. Ayrıca Fe ve Mn suda çözünmeyen (Fe^{+3} ve Mn^{+4}) ile çözünen (Fe^{+2} ve Mn^{+2}) hallerinin her iki şeklinde de bulunmaktadır. İki değerlikli Fe ve Mn, genellikle yeraltı sularında bulunur (URL-1). Bu da ikinci istasyon bölgesinde sanayi faaliyetlerinin yanı sıra dağlardan doğarak denize karışan olukça fazla su kaynağı bulunması ile izah edilmektedir.

Çizelge 5. Deniz suyunda manganın (Mn) mevsimsel değişimi ($\mu\text{g l}^{-1}$)

Mevsimler	İstasyonlar (Mn)		
	1 (Sinop)	2 (Kastamonu)	3 (Zonguldak)
	$\bar{X} \pm \sigma_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm \sigma_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm \sigma_{\bar{x}}$
Sonbahar	$0,86 \pm 0,38^B$	$3,02 \pm 0,02^A$	$0,04 \pm 0,01^C$
Kış	$2,02 \pm 0,40^B$	$3,03 \pm 0,01^A$	$0,03 \pm 0,01^C$
İlkbahar	$1,32 \pm 0,59^B$	$3,02 \pm 0,02^A$	$0,04 \pm 0,01^C$
Yaz	$1,54 \pm 0,69^B$	$3,05 \pm 0,01^A$	$0,03 \pm 0,01^C$

Küçük harfler mevsimler arası, büyük harfler ise istasyonlar arası farklılığı ifade etmektedir ($p < 0,05$).

Mangan sonuçlarını içeren Çizelge 5'e bakıldığında mevsimsel olarak herhangi bir farklılığın ortaya çıkmadığı görülmektedir. Buna karşın istasyonlar arası farklılığın ise istatistiki bağlamda önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Mevsim ile istasyonlar arasındaki interaksiyon da önemli değildir. Mn verileri de diğer metallere benzer sonuçlar vermiştir. En düşük ortalama Zonguldak istasyonunda ($0,03 \pm 0,01 \mu\text{g l}^{-1}$) tespit edilirken, en yüksek ortalama yine Kastamonu istasyonunda ($3,02 \pm 0,02 \mu\text{g l}^{-1}$) ölçülmüştür.

Mn sonuçları literatürle değerlendirildiğinde uyumlu sonuçlar ortaya çıkmıştır. Doğu Karadeniz kıyılarında yapılan bir çalışmada Mn değerlerinin $5,89-12 \mu\text{g l}^{-1}$ arasında olduğu tespit edilmiştir (Yılmaz Bayrak, 2016). Batı Karadeniz'de Zonguldak kıyılarında yapılan bir başka çalışmada $0,011-0,039 \mu\text{g l}^{-1}$ arasında olduğu bildirilmiştir (Çoban vd., 2009). Bingöl vd., (2013) tarafından Marmara kıyılarında yapılan bir başka çalışmada $0,159-0,770 \mu\text{g l}^{-1}$ arasında, Türkmen (2003) tarafından İskenderun Körfezi'nde yapılan bir başka çalışmada $0,0095-0,435 \mu\text{g l}^{-1}$ arasında, Boran ve Altınok (2010) tarafından yapılan bir çalışmada ise Batı Karadeniz'de maksimum Mn konsantrasyonunun $7,753 \mu\text{g l}^{-1}$ olarak ölçüldüğü bildirilmiştir.

Çalışma sonuçlarımız genel hatları ile literatürle uyumlu olmakla birlikte bazı kaynaklara göre daha yüksek bulunmuştur. Fakat sulara bulunması gereken tahammül edilebilir limitler içerisinde müşahade edilmiştir. Diğer metal sonuçlarında olduğu gibi Kastamonu ve Sinop istasyonları Zonguldak istasyonuna göre daha yüksek olarak ortaya çıkmıştır. Bunun genel sebebi bu bölgelerdeki sanayi ve endüstri kuruluşlarının yoğun faaliyetleri olarak görülmektedir.

Çizelge 6. Deniz suyunda kadmiyumun (Cd) mevsimsel değişimi ($\mu\text{g l}^{-1}$)

Mevsimler	İstasyonlar (Cd)		
	1 (Sinop)	2 (Kastamonu)	3 (Zonguldak)
	$\bar{X} \pm \sigma_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm \sigma_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm \sigma_{\bar{x}}$
Sonbahar	$0,05 \pm 0,01^B$	$0,06 \pm 0,03^A$	$0,02 \pm 0,001^C$
Kış	$0,04 \pm 0,01^B$	$0,06 \pm 0,02^A$	$0,03 \pm 0,001^C$
İlkbahar	$0,04 \pm 0,01^B$	$0,06 \pm 0,02^A$	$0,02 \pm 0,002^C$
Yaz	$0,05 \pm 0,01^B$	$0,06 \pm 0,01^A$	$0,03 \pm 0,003^C$

Küçük harfler mevsimler arası, büyük harfler ise istasyonlar arası farklılığı ifade etmektedir ($p < 0,05$).

Deniz suyunda Kadmiyum (Cd) sonuçlarının verildiği Çizelge 6 incelendiğinde mevsimsel bir istatistiki fark ortaya çıkmazken istasyonlar arasındaki farkın istatistiki bağlamda önemli ($p < 0,05$) olduğu sonucuna varılmıştır. Yine mevsimler ile istasyonlar arasındaki interaksiyonun da önemsiz olduğu ortaya çıkmıştır. 3. İstasyon en düşük ortalamayı ($0,02 \pm 0,001 \mu\text{g l}^{-1}$) verirken, en yüksek ortalama yine ikinci istasyon olan Kastamonu'da belirlenmiştir ($0,06 \pm 0,01 \mu\text{g l}^{-1}$).

Sularda kadmiyum değerlerine ilişkin literatürler kısıtlı olsa da genel manada değerlendirildiğinde bazı çalışmalarla uyumlu bazı çalışmalara göre ise yüksek seyretmiştir. Boran ve Altınok (2010), çalışmalarında Batı Karadeniz'de Zonguldak'ta en yüksek Cd konsantrasyonunun $5,82 \mu\text{g l}^{-1}$ olduğunu rapor etmişlerdir. Çoban vd., (2009) yaptıkları çalışmada yine Zonguldak'ta 14 istasyonda Cd değerlerinin $0,29-1,71 \mu\text{g l}^{-1}$ arasında değiştiğini bildirmiştir. Ayas vd., (2009) tarafından Mersin Körfezinde yapılan çalışmada Kazanlı istasyonunda Cd seviyesinin $0,14-0,16 \mu\text{g l}^{-1}$, Karaduvar istasyonunda $0,23-0,73 \mu\text{g l}^{-1}$ ve Mersin Limanında $0,14-0,45 \mu\text{g l}^{-1}$ arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda Cd seviyesi literatüre göre nispeten yüksek seyretmiş olmasına karşın tehlike arz edecek seviyede değildir. Diğer metal sonuçları ile benzer olarak Kastamonu istasyonu diğerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Özellikle bölgedeki sanayi ve endüstri kuruluşlarının yanı sıra liman ve tersane faaliyetleri de bu yüksekliği teşvik etmektedir.

Çizelge 7. Deniz suyunda kurşunun (Pb) mevsimsel değişimi ($\mu\text{g l}^{-1}$)

Mevsimler	İstasyonlar (Pb)		
	1 (Sinop)	2 (Kastamonu)	3 (Zonguldak)
	$\bar{X} \pm \sigma_x$	$\bar{X} \pm \sigma_x$	$\bar{X} \pm \sigma_x$
Sonbahar	$4,51 \pm 1,40^B$	$22,23 \pm 1,52^{bA}$	$1,54 \pm 0,54^B$
Kış	$6,51 \pm 2,33^B$	$23,10 \pm 0,54^{abA}$	$2,33 \pm 0,56^B$
İlkbahar	$7,07 \pm 2,55^B$	$25,23 \pm 0,44^{aA}$	$2,36 \pm 0,47^C$
Yaz	$10,51 \pm 3,50^B$	$24,83 \pm 0,69^{abA}$	$2,40 \pm 0,29^C$

Küçük harfler mevsimler arası, büyük harfler ise istasyonlar arası farklılığı ifade etmektedir ($p < 0,05$).

Mevsimlere göre istasyonların Pb değerlerini içeren Çizelge 7'ye bakıldığında istasyonlar arasında farklılık istatistiki bakımdan önemli olarak ortaya çıkmıştır ($p < 0,05$). Mevsimler arasındaki farklılık sadece ikinci istasyon olan Kastamonu istasyonunda istatistiki bağlamda önemli olarak gerçekleşmiştir ($p < 0,05$). Mevsimler ile istasyonlar arasındaki interaksiyon ise önemli değildir ($p > 0,05$). En düşük ortalama 3. istasyonda ($1,54 \pm 0,54 \mu\text{g l}^{-1}$) kaydedilirken, en yüksek ortalama yine 2. istasyon olan Kastamonu'da kaydedilmiştir ($24,83 \pm 0,69 \mu\text{g l}^{-1}$).

Çevik vd., (2008) tarafından Doğu Karadeniz kıyılarında yapılan bir çalışmada Pb verilerinin $17,5-39,5 \mu\text{g l}^{-1}$ arasında olduğu bildirilmiştir. Doğu Karadeniz kıyılarında (Yılmaz Bayrak, 2016) yapılan bir başka çalışmada ise Pb değerlerinin $3,49-13 \mu\text{g l}^{-1}$ arasında olduğu rapor edilmiştir. Türkmen (2003) tarafından İskenderun Körfezi'nde yapılan bir çalışmada ortalama Pb konsantrasyonunun $0,673 \mu\text{g l}^{-1}$ olduğu; Karaalioglu (2006)'nun Orta Karadeniz kıyılarında yaptığı çalışmada ise $0,01-0,09 \mu\text{g l}^{-1}$ arasında olduğu bildirilmiştir.

Çalışma sonuçlarımız literatürdeki bazı bilgiler ile uyuşmakta iken bazılarına göre de farklı bulunmuştur. Bu çalışmaların yürütüldüğü alanların konumu, kirlenici kaynakları ve düzeylerinin farklılığından kaynaklanmaktadır. Öte yandan ikinci istasyon bölgesinin hem diğer istasyonlardan yüksek oluşu hem de istasyon içinde yaz aylarındaki nisbi artışın mevcut madencilik, taşımacılık faaliyetleri ile sanayi faaliyetlerinin yoğunluğuna bağlanmaktadır. Pb, yer kabuğunda oldukça yaygın bir element olup sediment ve toprak parçacıkları tarafından yoğun absorbe edilebilmektedir (Kesler, 1994). Aynı zamanda çevredeki ana kaynaklarının madencilik, aküler, tıbbi ekipmanlar, boyalar, seramik, kaplama ve kurşunlu benzin (ATSDR, 2003) olduğu düşünüldüğünde mevcut yükseklik rahatlıkla izah edilebilecektir.

Çizelge 8. Deniz sularında bulunan elementler arası korelasyon katsayıları

	Cd	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Cd	1						
Cu	0,727**	1					
Fe	0,984**	0,708**	1				
Mn	0,973**	0,715**	0,978**	1			
Ni	0,926**	0,751**	0,944**	0,952**	1		
Pb	0,899**	0,749**	0,924**	0,930**	0,986**	1	
Zn	0,884**	0,589**	0,867**	0,849**	0,754**	0,722**	1

** Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlı.

Çizelge 8’de deniz suyu örneklerinden ölçülen ağır metaller arası korelasyon katsayıları verilmiştir. Genel anlamda tamamında pozitif yönlü önemli bir korelasyon olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Benzer sonuçlar Yılmaz Bayrak (2016) tarafından yapılan çalışmada Mn-Pb, Ni-Zn ve Zn-Pb arasında görülmüştür. Yine Türkmen (2003) tarafından yapılan bir başka çalışmada Cd-Fe, Cu-Pb, Fe-Cu, Mn-Ni ve Pb-Zn arasında pozitif yönde önemli ilişki elde edildiği rapor edilmiştir.

SONUÇ

Bu çalışmada Batı Karadeniz sahil şeridinden Sinop, Kastamonu ve Zonguldak illeri olmak üzere 3 istasyondan farklı mevsimlerde alınan su örneklerindeki Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn konsantrasyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmadan elde edilen su örneklerinden ölçülen ağır metal verilerinde mevsimsel farklılıklar genel itibari ile geçiş mevsimlerinde izlenmiştir. İstasyonlar bağlamındaki farklılıklar ise genel itibari ile istasyonun yerine, kirletici unsurların çokluğuna ve çeşitliliğine bağlı olarak değişmiştir. Ayrıca istasyonlar bölgesindeki jeolojik yapının da ortaya çıkan metal düzeylerinde etki ettiği müşahede edilmiştir. Bazı ağır metallerin belirtilen limitlerin üstünde ortaya çıkması istasyonlar bölgesindeki endüstri ve sanayi faaliyetlerinin yoğunluğuna bağlıdır. Öte yandan istasyonlar bölgesi özellikle madencilik faaliyetleri bakımından yoğun bir bölgedir. Yine tersane ve liman taşımacılığı faaliyetleri de bu durumu olumsuz yönde etkilemiştir. Bununla beraber istasyonlar bölgesinin yıllık yağış durumları ve irili ufaklı bu bölgelerden denize karışan derelerle taşınan ağır metaller de mevcut durumu bazı mevsimlerde etkilemiştir.

Sonuç olarak Karadeniz, ülkemiz balıkçılığı açısından toplam üretimin çok büyük bir kısmını oluşturan önemli bir ekosistemdir. Genel itibari ile son yıllarda artan endüstrileşme ve sanayi faaliyetleri ile kıyılardaki diğer faaliyetler ve Karadeniz’deki yoğun maden yataklarına bağlı madencilik faaliyetleri kıyı şeridini sürekli tehdit altında bulundurmaktadır. Dolayısıyla bu ve bu tip kirlilik tespiti çalışmalarının sık sık yapılması ve karar mekanizmalarına gerekli tedbirlerin alınması için rutin raporlamalarının yapılması gereklidir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Nuri Mohamed ELDERWISH’in Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalında yürüttüğü doktora tezinin bir bölümüdür. Çalışma sözlü bildiri olarak 2. Uluslararası Mühendislik ve Yaşam Bilimleri Kongresinde sunulmuştur.

KAYNAKLAR

- Abel, P.D. (2002). *Water Pollution Biology*. London: Taylor & Francis.
- ATSDR. (2003). Agency for Toxic Substances and Disease Registry, <http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaq.html>
- Alam, M.G.M., Tanaka, A., Stagnitti, F., Allinson, G., & Maekawa, T. (2001). Observations on the effects of caged carp culture on water and sediment metal concentrations in lake Kasumigaura, Japan. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 48,107-115.
- Ayas, D., Kalay, M., Sangün, M. K. (2009). Mersin Körfezi’nden Örneklenen Yüzey Suyu ve *Patella* Türlerindeki (*Patella caerulea*, *Patella rustica*) Cr, Cd ve Pb Düzeylerinin Belirlenmesi. *Ekoloji*, 18(70), 32-37.
- Aydın Önen, S., Kucuksezgin, F., & Kocak, F. (2011). Temporal and spatial biomonitoring of heavy metals in Eastern Aegean coastal waters using Amphibalans Amphitrite. *Marine Pollution Bulletin*, 82, 2548-2556.

- Boran, M., Altınok, I. (2010). A Review of Heavy Metals in Water, Sediment and Living Organisms in the Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10, 565-572.
- Bingöl, D., Ay, Ü., Karayunlu, B. and Uzgoren, N. (2013). Chemometric evaluation of the heavy metals distribution in waters from the Dilovası region in Kocaeli, Turkey. *Marine Pollution Bulletin*, 63,134-139.
- Cevik, U., Damla, N., Kobya, A. I., Bulut, V.N., Duran, C., Dalgıç, G. and Bozacı, R. (2008). Assessment of metal element concentrations in mussel (*M. galloprovincialis*) in Eastern Black Sea. *Turkey Journal of Hazardous Material*, 160, 396-401.
- Çoban, B., Balkıs, N., Aksu, A. (2009). Heavy metal levels in sea water and sediments of Zonguldak. *Turkey Journal Black Sea/Mediterranean Environment*, 15, 23-32.
- Haraldson, C. and Westerlund, S. (1991). Total and suspended cadmium, cobalt, copper, iron, lead, manganese, nickel and zinc in the water column of the Black Sea. *Black Sea Oceanography*, 351, 161-172.
- Herut, B., Tibor, G., Yacobi, Y. Z., & Kress, N. (1999). Synoptic Measurements of Chlorophyll-a and Suspended Particulate Matter in a Transitional Zone from Polluted to Clean Seawater Utilizing Airborne Remote Sensing and Ground Measurements, Haifa Bay (SE Mediterranean). *Marine Pollution Bulletin*, 38(9), 762-772.
- Karaalioglu, O. (2006). Sinop İli Kıyı Şeridinde Deniz Ortamı Kalitesinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı*, Sinop, Türkiye, 109 s.
- Kesler, S. E. (1994). Mineral Resources, Economics and the Environment. *New York: Macmillan College Publishing Company, Inc.*, s223, USA.
- Medinets, V.I., Kolosov, A.A. and Kolosov, V.A. (1994). Investigation of the Black Sea Ecosystem. *Collection of Papers of Ukrainian Scientific Center of the Sea Ecology*, 1, 47-53.
- Morley, N. H., Burton, J. D., Tankere, S. P. C., & Martin, J.-M. (1997). Distribution and behaviour of some dissolved trace metals in the western Mediterranean Sea. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 44(3-4), 675-691. doi:10.1016/s0967-0645(96)00098-7
- Salem, Z. B., Capelli, N., Lafferay, X., Elise, G., Ayadi, H. and Aleya, L. (2014). Seosanal variation of heavy metals in water, sediment and roach tissues in a landfill draining system pond (Etueffont, France). *Ecological Engineering*, 69, 25- 37.
- Sönmez, A.Y., Hisar, O., Karataş, M., Arslan, G., & Aras, M.S. (2008). Sular Bilgisi. *Nobel Yayın Dağıtım A.Ş.* Ankara.
- Sönmez, A.Y., Hisar, O., & Yanık, T. (2012). Karasu Irmağında Ağır Metal Kirliliğinin Tespiti ve Su Kalitesine Göre Sınıflandırılması. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 43(1), 69-77.
- Türkmen A. (2003). İskenderun Körfezi'nde Deniz Suyu, Askıdaki Katı Madde, Sediment ve Dikenli Taş İstiridyesi'nde (*Spondylus spinosus* Schreibers, 1793) Oluşan Ağır Metal Birikimi Üzerine Araştırma. *Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Doktora Tezi, pp. 152, Erzurum.
- URL-1, www.proses-tim.com/medya/su-kimyasi.pdf (Erişim Tarihi: 28.08.2019)
- Yılmaz Bayrak, E. (2016). Doğu Karadeniz Kıyusal Alanının Ağır Metal Kirliliğinin Tespiti Ve Akdeniz Midyesinin (*Mytilus galloprovincialis*) Cu Tutma (Adsorbsiyon) Kapasitesinin Araştırılması. Doktora Tezi, *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Rize.



KARADENİZ'DE HAMSİ (*Engraulis encrasicolus*) VE ÇAÇA (*Sprattus sprattus*) BALIKLARININ AVCILIĞI İLE BALIK UNU-YAĞI İŞLEME TEKNOLOJİSİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

A Study on Fishing and Fish Meal-oil Processing Technology of Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and European Sprat (*Sprattus sprattus*) in the Black Sea

Barış BAYRAKLI^{1*}, Süleyman ÖZDEMİR², Hünkar Avni DUYAR²

¹Sinop Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Su Ürünleri Bölümü, 57000, Osmaniye-Sinop

²Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 57000, Aklıman-Sinop

*E-posta: barisbayrakli@gmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış Tarihi: 05/11/2019

Kabul Tarihi: 26/12/2019

ARTICLE INFO

Received: 05/11/2019

Accepted: 26/12/2019

Anahtar Kelimeler:

Hamsi

Çaça

Avcılık

Balık unu-yağı

Karadeniz

Keywords:

Anchovy

European sprat

Fishery

Fish meal-oil

Black Sea

Öz

Bu çalışmada, balık unu-yağının üretiminde kullanılan pelajik türlerden hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L., 1758) ve çaça (*Sprattus sprattus*, L., 1758) balıklarının avcılık ve balık unu-yağı sektöründeki mevcut durumu analiz edilmiştir. Araştırmanın avcılık verileri 2010-2014 tarihlerinde ticari balıkçı gemilerinden, balık unu-yağı verileri 2008-2018 yıllarında bölgedeki fabrikalardan alınarak yürütülmüştür. Karadeniz'de hamsi gırgır ve ortasu trolü ağları ile çaça balığı ise ortasu trolü ağları ile avlanmaktadır. Karadeniz'de hamsi avcılığı daha uzun dönem ve geniş sahalarda yoğun avlanırken, çaça balığı belirli aylarda sınırlı bir saha içerisinde avlanmaktadır. Bu durumda üretim, balık unu-yağı fabrikalarının çalışma ve balığı işleme potansiyelinde değişiklik göstermektedir. Çalışmada alınan tüm veriler değerlendirilerek, hem hamsi hem de çaça balıklarından, Türkiye su ürünleri avlama ve işleme sektörüne sürdürülebilir ve maksimum ürünle katkı sağlanabilmesi için öneriler sunulmuştur.

Abstract

In this study, the current status of anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L., 1758) and sprat (*Sprattus sprattus*, L., 1758), which are used in the production of fish meal oil, in the fish meal and oil sector were analyzed. The fisheries data of the study were taken from commercial fishing vessels in 2010-2014 fishing seasons and fish meal-oil data were collected from factories in the region in 2008-2018 were carried out. In the Black Sea, anchovies are caught with purse-seine and midwater trawl and sprat with midwater trawl. In the Black Sea, anchovies are captured more extensively and in large areas, sprat catches within a limited range in certain months. In this case, production, fish meal-oil factories and fish processing potential also varies. In this study, evaluation of all data received for anchovies and sprat, suggestions on sustainable with maximum product in fishing sector, aquaculture and processing industry in Turkey were presented.

GİRİŞ

Üç tarafı denizlerle çevrili bir yarımada konumunda olan Türkiye'nin 8.333 km'lik kıyı şeridi ve 177.714 km uzunluğunda nehirleri ile birlikte su kaynaklarımızın toplam yüzey alanı 25 milyon hektara ulaşmaktadır. Türkiye'deki toplam tarım alanı kadar su alanımız mevcuttur. Bu nedenle balıkçılık kaynaklarının etkin kullanımı büyük önem taşımaktadır.

İnsanların sağlıklı beslenmesinde oldukça önemli olan su ürünlerinin tüketilme oranı sürekli olarak artmaktadır. Bu artış da su ürünleri yetiştiriciliğinin katkısı azımsanamayacak kadar fazladır. Dünyada, avcılık yolu ile yaklaşık olarak 111,2 milyon ton/yıl su ürünleri elde edilmektedir (FAO, 2019). Gelecek yıllarda gerek aşırı avcılık, gerekse kirlilik nedeni ile azalma olacağı varsayılırken; insanların besin ihtiyacının yetiştiricilik yolu ile elde edilen su ürünlerinden karşılanacağı düşünülmektedir.

FAO'ya göre yetiştiricilik sektörü son on yıl içerisinde yılda ortalama yüzde 6,6 oranında büyüyerek, dünya çapında en çok gelişen gıda üretim sektörü olmuştur. Hâlihazırda, küresel su ürünleri üretiminin % 37'si yetiştiricilikle sağlanmakta olup, uzun vadede yetiştiricilik sektörünün üretim bakımından avcılık sektörünü geçmesi beklenmektedir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü verilerine göre, Türkiye kültür balığı üretimini Çin ve Hindistan'ın ardından en hızlı artıran 3. ülke olmuştur. Ülkemizde yetiştiricilik giderek gelişmekte olup, 2000–2017 döneminde Türkiye'de kültür balığı üretimi 3,5 kat artarak, 79 031 tondan 276 502 tona yükselmiştir (TÜİK, 2018).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan yem rasyonlarında balık unu kullanım oranı, kümes ve hayvan yem rasyonlarında kullanım oranından daha yüksektir (Tacon, 1998). Özellikle karnivor balık türlerinin yetiştiriciliğinde kullanılan ticari yem formüllerinde protein kaynağı olarak balık unu kullanılması elzemdir (Solar ve ark., 2005). Yüksek kaliteli bir balık unu mükemmel bir aminoasit dengesine (Webster ve ark., 1999) ve zengin bir protein, mineral madde (kalsiyum, fosfor, demir), vitamin (B12, Kolin, niasin, pantoteknik asit ve riboflavin) kaynağına sahiptir (Waldroup ve Adams, 1994). Balık unu, bitkisel kaynaklı proteinlerden daha yüksek oranda esansiyel aminoasit (özellikle lizin ve methionin) ve bitkisel kaynaklı yağlarda bulunmayan yağ asitleri (eikosapentaenoik asit ve dekosahexaenoik asit) bulundurur (De Silva ve Anderson, 1994). Ayrıca balık unu çok zengin bir enerji ve omega 3 yağ asidi kaynağıdır (Simopoulos, 2000).

Yetiştiricilik sektöründe meydana gelen büyümeye paralel olarak balık unu ve yağı pazarında üretimin artmadığı ve artmayacağı öngörüldüğünden dolayı fiyatların sürekli artması beklenmektedir (Kristofersson ve ark., 2004). Bu iki elzem maddenin maliyetleri yüksek olmasına rağmen birebir alternatifleri görülmemektedir (Tacon, 2002.).

Balık unu ve yağı üretiminde genellikle küçük pelajik türler ile ekonomik değeri olmayan küçük demersal balıklar kullanılmaktadır. Türkiye balık unu ve yağ sanayi Karadeniz'de yoğun olarak avlanan hamsi balığının işlenmesi amacıyla bu bölgede gelişmiştir. 1980'li yıllarda devlet teşviki ile 19 fabrika kurulmuş olup zamanla avlanan balık miktarlarında meydana gelen dalgalanmalardan dolayı bazıları üretimlerini durdurmuşlardır (Bayraklı, 2009). Fabrikaları ile entegre bir şekilde çalışan balıkçı gemi filoları bulunan tesisler bu dalgalanmalardan az etkilenmişlerdir. Ülkemizde halen, zamanla kapasitelerini artırarak üretimlerine devam eden balık unu ve yağı tesisi bulunmaktadır. Türkiye Karadeniz kıyılarını takip ederek göç eden hamsi balığı liman şehirlerinden karaya çıkarılmakta ve karayolu ile balık unu ve yağ fabrikalarına nakledilmektedir. Bu sebeple, fabrikaların çoğu Karadeniz'e coğrafik olarak hakim olan Sinop ilinde yoğunlaşmıştır (Duyar ve Bayraklı, 2005; Yıldırım, 2006).

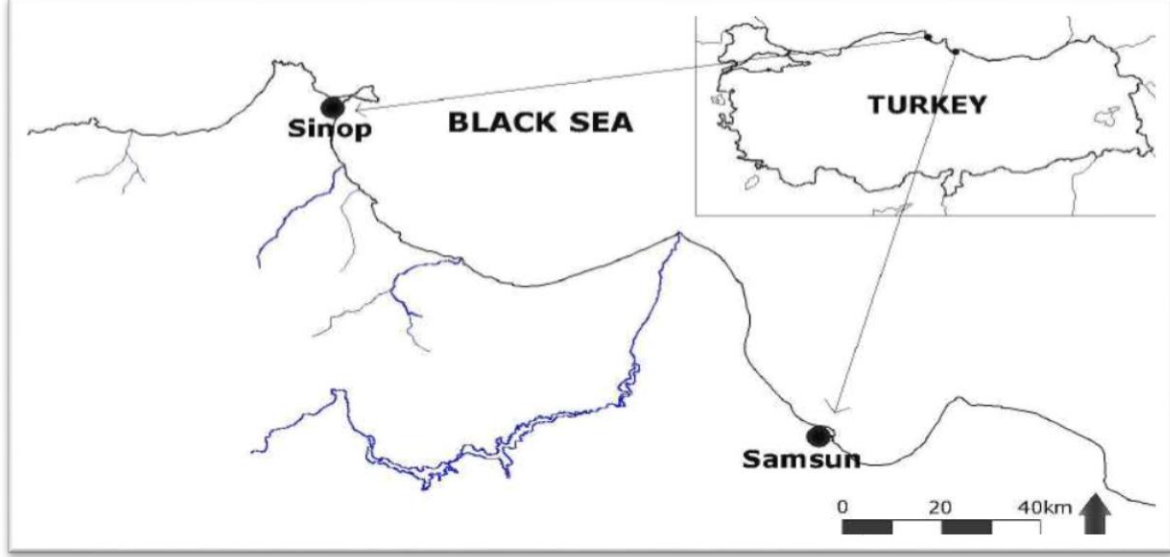
Karadeniz'de hamsi balığı çevirme av araçlarından gırgır ve sürükleme av araçlarından ortasu trolü ile avlanmaktadır (Özdemir ve ark., 2006). Özellikle çaça balığının avcılığında en etkin ve yoğun olarak ortasu trolü ağları kullanılmaktadır (Erdem ve ark., 2007). Uygun özellikte tasarlanan ve kullanılan ortasu trol ağlarının seçiciliği gırgır ağlarına göre daha yüksektir (Özdemir, 2010). Türkiye'de kullanılan ortasu trolü ağları çift gemi ile çekilmektedir (Özdemir ve ark., 2007). Türkiye'de tek gemi ile kapılı ortasu trol avcılığı yapılması yasaktır. Karadeniz'de Ortasu trolü ile çaça avcılığının yoğunlaştığı av sahası Samsun ili kıyılarını ve Sinop ilinin batı bölgelerini kapsamaktadır (Erdem ve Özdemir 2008; Erdem ve ark., 2008).

Balıkçılık sektöründe önemli bir yeri olan hamsi ve çaça balıklarının avcılığı, biyolojisi, populasyon dinamiği ve işleme üzerine çok sayıda araştırma mevcuttur (Samsun ve ark., 2005, Duyar ve Bayraklı, 2005; Bilgin ve ark., 2006; Yıldırım, 2006; Kalaycı ve ark., 2006; Bilgin, 2009; Özdemir ve ark., 2010a; Erdoğan-Sağlam ve Sağlam, 2013; Özdemir ve ark., 2018). Ancak araştırmalar belirli bir dönemi kapsamakta ve süreklilik göstermemektedir.

Bu araştırmada Karadeniz bölgesinde yapılan hamsi ve çaça avcılığı ile balık unu-yağı sektöründeki durumu incelenerek, her iki türün Türkiye su ürünleri avlama ve işleme sektörüne sürdürülebilir ve maksimum ürünle katkı sağlayabilmesi için öneriler sunulmuştur.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma Türkiye'nin balıkçılık üretim sektörüne önemli katkılarda bulunan ve yön verme potansiyeline sahip Karadeniz'in tam merkezinde yer alan Samsun ve Sinop illerinde yürütülmüştür. Karadeniz'in doğusu trol avcılığına kapalı olduğundan Orta ve Batı Karadeniz'de avcılığa serbest bölgelerden veriler temin edilmiştir (Şekil 1). Balık unu-yağı fabrikalarının büyük bölümü de bu bölgelerde faaliyet göstermektedir.



Şekil 1. Çalışma Sahası

Çalışmanın hamsi ve çaça balığı ile ilgili avcılık verileri 2010-2014 yıllarını kapsamaktadır. Çaça balığının işleme teknolojisi açısından değerlendirilebildiği tek sektör olan balık unu-yağı ile ilgili veriler ise 2008-2017 yıllarını kapsamaktadır. Hamsi ve çaça balığına ilişkin avcılık ve boy kompozisyonu verileri ticari balıkçı gemilerinden temin edilmiştir. Avlanan balıklardan 1 mm hassasiyetle total boy (cm) ve 0,01 g hassasiyetle ağırlık (g) verileri kaydedilirken, balık unu-yağına ilişkin üretim verileri bölgede yer alan fabrikalardan alınmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Türkiye'de faaliyet gösteren balık unu-yağı fabrikaları sadece Karadeniz bölgesinde bulunmaktadır. Araştırmada bölgenin tamamında aktif faaliyet gösteren balık unu-yağı fabrika sayısı 11 olarak tespit edilmiştir. Bu fabrikalardan 5 adeti Sinop ilinde, 3 ü Samsun'da, 3 tanesi Trabzon'da, 1 adeti de Rize'de kuruludur. Çizelge 1 de görüldüğü gibi balık unu-yağı fabrikalarının %74,45 lik bir bölümü Orta ve Batı Karadeniz bölgesinde yer almaktadır.

Çizelge 1. Türkiye'deki balık unu-yağı fabrikaları ve kapasiteleri (gün/ton)

Fabrika adı	Faaliyet yeri	Kapasitesi
Dalyan	Sinop	1600
Can Kardeşler	Sinop	2000
Baysun	Sinop	800
Sibal	Sinop	800
Sidemsan	Sinop	300
Trabzon Su Ürünleri	Trabzon	1000
Karsusan	Trabzon	700
Koptur	Trabzon	800
Sürsan-I	Samsun	1000
Sürsan-II	Sinop	600
Sürsan III	Rize	400
Kardez	Samsun	150
Kıyak Kardeşler	Samsun	1200
TOPLAM		11350

Türkiye’de balık unu fabrikalarının %53,75’i Sinop il sınırları içerisinde bulunmaktadır. Fabrikalar kapasite olarak incelendiğinde en yüksek oranın Sinop bölgesindeki % 17,05 ile Can Kardeşler ve % 14,10 ile Dalyan fabrikalarında olduğu belirlenmiştir. Bunları Samsun bölgesinde faaliyet gösteren Kıyak Kardeşler % 10,57 oranla takip etmektedir. En düşük kapasite ise % 1,32 oranla Samsun ilinde ki Kardez balık unu ve yağı fabrikasına aittir (Çizelge 1).

Hamsi ve çaça balığının avcılığına bağlı olarak Türkiye balık unu ve yağı üretimi değişim göstermektedir (Çizelge 2). Son yıllarda yine Karadeniz’de hamsi avcılığının yapıldığı dönemlerin dışında yoğun olarak avlanan çaça balığı fabrikaların üretim miktarları ile çalışma gün sayılarını artırmıştır (Bayraklı, 2009; Duyar, 2016).

Karadeniz’de son yıllara kadar hamsi avcılığı genel olarak Kasım ile Şubat ayları arasında yoğun olarak yapılmaktadır. Şubat ayında azalan hamsi av miktarı özellikle ortasu trolü ile yapılan avcılığı, çaça balığı üzerine yönlendirmiştir. Bölgede çaça avcılığı genellikle Şubat sonu ve Mayıs ayına kadar etkin bir şekilde devam etmektedir. Ancak son birkaç yıldır hamsi avcılığının Eylül sonu Ekim başı gibi başlaması ve avcılığın yapıldığı sürenin kısalması nedeniyle fabrikaların üretim kapasitesini ve gün sayısını etkilemiştir. Bu nedenle sektördeki hamsinin tek alternatif çözüme daha bir önem kazanmıştır. Çaça balığı hamsinin az avlandığı dönemlerde hem avcılık üretimine hem de balık unu-yağı üretimine büyük katkılar sağlamıştır. Hatta çaça balığı 2014 ve 2016 yıllarında hamsiden daha fazla avlanan balık konumuna ulaşmıştır. (Çizelge 2).

Çizelge 2. Türkiye Hamsi, çaça avcılık üretimi ile balık unu-yağı üretim miktarları (1000 ton)

Yıllar	Çaça	Hamsi	Balık Unu	Balık Yağı
2008	39,3	95,7	17,30	7,07
2009	53,4	90,2	16,85	7,08
2010	57	113,1	30,62	13,38
2011	87,1	127,6	38,65	16,69
2012	12,1	82,9	17,10	7,73
2013	9,8	76,2	15,48	7,01
2014	41,6	36,8	14,11	5,97
2015	77	102,6	32,33	13,91
2016	50,2	46,9	17,48	7,41
2017	34	158	23,84	10,28

* 2017 yılında hamsi miktarı eklenmemiştir.

Araştırmada avlanan çaça ve hamsi balıklarının genel ortalama boyları sırasıyla 8,68±0,037 cm ve 10,27±0,071 cm olarak hesaplanmıştır. Hamsinin ortalama boyu en yüksek 2010-2011 av sezonunda, düşük ise 2013-2014 av sezonunda elde edilirken çaça balığı için bu değerler sırasıyla 2010-2011 ve 2012-2013 av sezonlarında belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Hamsi ve çaça balığının ortama boy değerleri (cm)

Av Sezonu	Çaça		Hamsi	
	Ortalama Boy	N (adet)	Ortalama Boy	N (adet)
2010-2011	9,01±0,04	3505	10,96±0,08	2112
2011-2012	8,78±0,03	2688	10,23±0,06	2052
2012-2013	8,05±0,05	2027	10,02±0,06	2133
2013-2014	8,89±0,02	1955	9,89±0,09	1876
Genel	8,68±0,04	10175	10,27±0,07	8173

Hamsi ve çaça balığının avcılık üretimi ile ortalama boy değerleri arasında ters yönde bir ilişki görülmektedir. Hamsinin 2011 yılındaki 126,6 bin tonluk üretiminin 2014 yılına geldiğinde kademeli olarak 36,8 bin tonlara kadar düştüğü, benzer şekilde avlanan hamsinin ortalama boyunda da düşüşler olduğu belirlenmiştir. Bunun nedenlerinin hamsinin üreme ve beslenme göçü için uygun şartların oluşmaması, Karadeniz ekosisteminde

oluşan birçok değişimin hamsinin bilinen göç yollarını değiştirmesi, göçüne erken başlaması ya da geciktirmesi sayılabilir. Ayrıca uzun yıllardır işletilen hamsi stokları üzerindeki av baskısı, kirlilikteki artışlar da diğer bir etken olarak gösterilebilir. Yine Karadeniz'deki önemli göç balıklarından palamut ve lüferin av miktarının önceki yıllara oranla yüksek olması da prey (av) ve predatör (avcı) ilişkisini güçlendirirken sürü oluşturan balıkların yoğunluğuna etki etmektedir. 2005 yılındaki en yüksek seviyede üretime ulaşan palamut ile düşük seviyede kalan hamsi üretimi arasındaki ilişki buna bir örnek gösterilebilir (Özdemir ve ark., 2010b).

Bat ve ark., (2007) son yıllarda Karadeniz ekosisteminde bir çok değişimin meydana geldiğini ve bunun başta hamsi olmak üzere bir çok pelajik tür üzerinde etkili olduğunu belirtmiştir. Özdemir ve ark., (2010c) Karadeniz'de en fazla avlanana pelajik türlerin hamsi, çaça, istavrit, lüfer ve tirsi olduğunu ifade etmektedir. Bu türlerin üreme, büyüme ve populasyon özellikleri ile stok ve sürü yapısının buna bağlı olarak da üretim miktarının yıllık, aylık, mevsimsel, haftalık hatta günlük olarak değişebileceği ifade edilmektedir (Bilgin, 2006; Bilgin, 2009; Samsun ve ark., 2006; Özdemir ve ark., 2009; Özdemir ve ark., 2010c; Özdemir ve ark., 2015; Özdemir ve Erdem, 2018).

Hamsi üzerine yapılan bir çok araştırmada yıllara göre artan bir av baskısının olduğunu Patterson (1992) tarafından küçük pelajik türler için belirtilen optimum işletme oranı olan 0.5 den yüksek olduğunu vurgulamaktadır (Özdamar ve ark., 1995; Gözler ve Çiloğlu, 1998; Mutlu, 2000; Samsun ve ark., 2004; Şahin ve ark., 2006; Bilgin ve ark., 2006; Erdoğan-Sağlam ve Sağlam, 2013; Özdemir ve ark., 2018). Karadeniz'de avlanan hamsi balığı için işletme oranını 0.65 olarak hesaplamışlar ve tür üzerinde av baskısı olduğunu belirtmiştir.

Çaça balığı açısından bakıldığında hamsiye göre tam tersi bir durum söz konusudur. Karadeniz'de özellikle Türkiye kıyılarında çaça avcılığı 2000 li yılların başında etkin olarak avlanmaya başlanmıştır. Özellikle Karadeniz'de ortasu trol ağlarının kullanılmaya başlanması zaman içerisinde geliştirilmesi ve balık avcılığı sektöründe yaygınlaşması ile üretim kademeli olarak artış göstermiştir. Karadeniz'de önceleri birkaç balıkçı gemisinin kullandığı ortasu trol ağları artık birçok balıkçı tarafından kullanılmakta ve besin amaçlı tüketime sunulan balıkların avcılığının az olduğu dönemlerde av sezonunu toparlayan balık olarak can suyu görevi görmektedir.

Çaça balığı 2011 yılındaki üretimi ile tepe noktasına ulaştığında hamsiden sonra en fazla avlanan tür olarak istavrit, palamut, sardalya, lüfer gibi pek çok önemli türü de geride bırakmıştır. Özellikle hamsiye göre daha yeni işletilmeye başlanan çaça balığının başlangıçta işletme oranının (E) optimum seviyede (0.5) olduğu (Avşar, 2005) sonraki yıllarda bu değer Türkiye kıyıları için yavaş yavaş yükseldiği ve arttığı tespit edilmiştir (Kalaycı ve ark., 2006; Özdemir ve ark., 2018). Bu değer Karadeniz'deki diğer ülkelerden Bulgaristan ve Romanya kıyıları için ise optimum seviyede olduğu ifade edilmektedir (Daskalov ve ark., 2012; Radu ve ark., 2013).

Avlanan çaça balığının ortalama boyunun yıllara göre çok değişmediği, 2012-2013 av sezonunda diğer av sezonlarına göre önemli bir fark oluştuğu söylenebilir. Av sezonlarında çaça avcılığının yoğun yapıldığı ilkbahar mevsiminde (Mart-Nisan) daha büyük boyda bireylerin avlandığı belirlenmiştir. Çaça balığının yıllara göre elde edilen ortalama boy değerleri ile diğer çalışmalardan elde edilen değerler benzerlik göstermektedir (Şahin, 1999; Kalaycı ve ark., 2006; Erdem ve Özdemir, 2008; Özdemir ve ark., 2010a; Özdemir ve ark., 2018)

SONUÇ ve ÖNERİLER

Su ürünleri yetiştiriciliğinde meydana gelen artış balık unu ve yağı talebini de artırmaktadır (Duyar ve Bayraklı, 2005). Yetiştiricilik sektöründe meydana gelen büyümeye karşın balık unu üretim miktarı artmamaktadır. Ayrıca dünya su ürünleri üretim değerleri incelendiğinde av miktarının artmadığı ve artmayacağı ve bu nedenle balık unu fiyatları sürekli olarak artacağı tahmin edilmektedir. Balık stoklarının korunması için balık unu yerine kullanılacak alternatif bitkisel ve hayvansal protein kaynakları aranmaktadır. Ancak birebir alternatifleri bulunamayan bu hammaddenin doğru politikalarla üretilmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir.

Türkiye'deki balık unu-yağ fabrikalarının büyük çoğunluğu Sinop il sınırları içerisinde yer almaktadır. Balık unu işleminde hedef tür olan hamsi balığı Karadeniz Bölgesi'nde kısa sürede ve yoğun bir şekilde avlanmaktadır. Bir günde avlanan ve taze olarak tüketilemeyen kısmı gün içerisinde sadece 2000 ton/gün kapasite ile çalışan fabrikada değerlendirilmekte daha düşük kapasite ile çalışan fabrikalarda ise (600 - 1000 ton/gün) 2. güne kalabilmektedir. Ertesi gün yapılan yoğun avcılık neticesinde hammaddenin işlenmesi daha uzun sürebilmektedir. Yoğun avcılık sezonunda işlenmek üzere bekleyen hammaddenin oluşturulacak büyük soğuk hava depolarında bekletilmesi ya da fabrika kapasitelerinin yoğun av sezonlarında hammaddeyi taze olarak işleyebilecek kadar artırmaları önerilmektedir (Bayraklı, 2009). Kapasite artırımı ilk başta hedef tür balık üzerine bir baskı oluşturacak gibi gözükse de fabrikalar için avlanan balık işlenmek üzere konteyner ya da yedek gemilerde bekletilmektedir. Bunun sonucu olarak da düşük kaliteli balık unu ve balık yağı elde edilmektedir.

Balık unu ve yağ fabrikalarının en önemli sorunlarından birisi de hammadde temini ve üretim sezonunun kısa olmasıdır. Bu aynı zamanda bölgede iş istihdamını da etkilemektedir. Av sezonunun uzaması fabrika çalışma gün/yıl sayısını artıracak ve aynı zamanda bölgede iş istihdamına katkıda bulunacaktır.

Balık unu-yağı fabrikaları Karadeniz’de bol olarak avlanan hamsinin işlenmesi planlanarak kurulmuştur. Bu fabrikaların av sezonu boyunca tam kapasite çalışabilmesi yeterli hammadde miktarının teminine bağlıdır (Duyar, 2016). Bu durumda zaman zaman hamsi üzerinde yoğun av baskısı oluşabilmektedir. Hamsi stoklarının aşırı yıpranmasının önüne geçilebilmesi için pelajik türler için tespit edilen optimum işletme oranı (0,5) dikkate alınmalıdır.

Karadeniz’de hamsi üzerindeki av baskısı azaltılırken balık unu-yağı fabrikalarının sürdürülebilirliğine katkı yapacak alternatif tür ise çaça balığıdır. Karadeniz balık stoklarından en uygun seviyede faydalanılabilmesi gerekmektedir (Samsun ve ark., 2006; Özdemir ve ark., 2007). Bunun için hamsi ve çaça balığı stok çalışmalarının yapılması ve stokların aşırı yıpratılmaması için etkin kararların alınması ve sektör tarafından da dikkate alınması faydalı olacaktır. Bununla birlikte Karadeniz’de avcılığı yapılan balık türleri için ülkeler arasında da bir standart olması büyük bir önem taşımaktadır. Özellikle Karadeniz kıyı ülkeleri arasında balık türleri için belirlenen asgari avlama boyu büyük farklılıklar göstermektedir. Bazı ülkelerde uygulanan boy yasağı üreme boyuna ulaşmamış balıkların avlanmasına neden olurken bazı çelişkiler ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca diğer Karadeniz ülkeleri tarafından da benzer talepler gündeme getirilmektedir.

Sonuç olarak, son yıllarda Türkiye kıyı sularında avlanan tüm pelajik balık türlerinin üretiminde önemli düşüşler göze çarpmaktadır. Yapılan araştırmalarda bunu etkileyen av baskısı, kirlilik, iklim değişiklikleri ve küresel ısınma gibi birçok faktörden bahsedilmektedir (Bat ve ark., 2007; Gücü ve ark., 2017; Özdemir ve ark., 2018). Ancak balıkçılığımız için bazı ciddi kararları alırken daha dikkatli olunmalıdır. Bilimin ortaya koyduğu gerçekler ile yapılan titiz ve ciddi araştırmalar bu noktadaki en önemli dayanaktır.

Dünyada bir değil çok fazla sayıda bilimsel çalışmalar ile balık türlerinin biyolojisi ve populasyon özellikleri belirlenmektedir. Bu konudaki önemli başlıklardan biri de ilk üreme boyu ve üreme zamanıdır. Bununla birlikte su ürünleri avcılığında kullanılan av araçlarının ekosistem yaklaşımlı olarak özelliklerinin ve kullanım şekillerinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi çalışmaları halen devam etmektedir. Bu araştırmalarda belirtilen sonuçlar dikkate alınmadan yapılacak bazı düzenlemeler uzun vadede balık stokları, balıkçılık sektörü ve üretimi dolayısı ile insan ve ülke ekonomisi üzerinde sıkıntılı süreçlerin başlamasına neden olabilecektir.

Bu sonuçlar ve değerlendirmeler ışığında balıkçılığımızın sürdürülebilir ve maksimum kazançla devamlılığı için kendini yenileyen, geliştiren, daha korumacı, bilinçli ve sorgulayan bir bakışla balıkçılık faaliyetlerimizi devam ettirmeliyiz.

KAYNAKLAR

- Avşar, D., 2005. Population parameters of sprat (*Sprattus sprattus phalericus* RISSO) from the Turkish Black Sea coast. Fisheries Research 21: 437-453.
- Bayraklı, B. and Duyar, H.A., 2016. The Effect of Freshness on Meat Color and Chemical Composition of European Anchovy, *Engraulis encrasicolus*, caught by Purse Seine in the Black Sea. Int'l Journal of Advances in Agricultural & Environmental Engg. (IJAAEE), 3(2). ISSN 2349-1523 EISSN 2349-1531
- Bayraklı, B., 2009. Balık Tazeliğinin Balık Unu Kalitesi Üzerine Etkisi. Sinop Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 126 s.
- Bat, L., Şahin, F., Satılmış, H.H., Üstün, F., Birinci-Özdemir, Z., Kıdeys A.E. & Shulman, G.E., 2007. The changed ecosystem of the black sea and its impact on anchovy fisheries (in Turkish). Journal of FisheriesSciences.com, 1(4):191-227.
- Bilgin, S. 2006. Türkiye sularında (Karadeniz) avlanan (1985-2005 av sezonu) hamsi balığının, *Engraulis encrasicolus* (L., 1758), balıkçılık biyolojisi yönünden değerlendirilmesi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 22 (1-2): 213-222.
- Bilgin, S., Samsun, N., Samsun, O., Kalaycı, F., (2006). Orta Karadeniz’de 2004-2005 av sezonunda hamsi’nin, *Engraulis encrasicolus* L., 1758, boy-frekans analiz metodu ile populasyon parametrelerinin tahmini. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi 23(1/3): 259-364.
- Daskalov, G., Osio, C., Charef, A., 2012. Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF), Assessment of black sea stocks (STECF-12-15). European Commission, JRC Scientific and Policy Report, 279 p., Italy.
- De Silva, S. S. and Anderson, T. A., 1994. Fish nutrition in aquaculture. Chapman and Hall Aquaculture Series 1. London, 319 p.
- Duyar, H.A., 2016. Su Ürünleri İşleme, Nakil, Pazarlama, Balık Halleri GTHB Uygulamaları, 242-261. (Editör Sevilay Demirel, 2023-2071 Vizyonu ile Tarım. ISBN 978-605-85250-1-6, Semih Ofset-Ankara.
- Duyar, H.A., Bayraklı, B., 2005. Sinop İlinde Bulunan Su Ürünleri İşleme Tesislerinin Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. Su Ürünleri Mühendisleri Dergisi (SUMDER), 24(4): 53-56.
- Erdem, Y., Özdemir, S., Satılmış, H.H., 2007. Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L.) avcılığında kullanılan ortasu trolünün gece-gündüz av verimi ve boy kompozisyonunun karşılaştırılması. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 23(1-2): 230 -237.

- Erdem, Y., Özdemir, S., 2008. Karadeniz kıyılarında çift tekne ile çekilen ortasu trolü ile bazı pelajik balıkların avcılığı, O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 23(2): 78-82.
- Erdem, Y., Özdemir, S., Satılmış, H.H., Birinci Özdemir, Z., 2008. Ortasu Trolü ile Gündüz İki Farklı Periyotta Avlanan Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L.)'nin Av Verimi ve Boy Kompozisyonu. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi 9(1):17-23.
- Erdoğan-Sağlam, N., Sağlam, C., 2013. Age, growth and mortality of anchovy *Engraulis encrasicolus* in the south-eastern region of the Black Sea during the 2010–2011 fishing season. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 93(8): 2247-2255.
- FAO, 2019. Fishery and aquaculture statistics. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Gözler, A.M., Çiloğlu, E., (1998). Rize-Hopa açıklarında 1997-1998 avlanma sezonunda avlanan hamsi (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) balığının bazı populasyon parametreleri üzerine bir araştırma. Doğu Anadolu Bölgesi III. Su Ürünleri Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 373-383, Erzurum.
- Gücü, A.C., Genç, Y., Dağtekin, M., Sakınan, S., Ak, O., Ok, M., Aydın, İ., 2017. On Black Sea Anchovy and Its Fishery. Reviews In Fisheries Science & Aquaculture, 25(3): 230-244.
- Kristofersson, D, James, L. and Anderson, 2004. Structural breaks in the fishmeal - soybean meal price relationship. Department of Economics and Resource Management Agricultural University of Norway PO Box 5033, NO-1432 Ås, Norway
- Kalaycı, F., Bilgin, S., Samsun, O., Samsun, N., (2006). Orta Karadeniz'de avlanan çaça (*Sprattus sprattus phalericus* Risso, 1826) balığı stoğunun genel durumu ve balık endüstrisi içerisindeki yerinin araştırılması. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi 23(1/3): 449-455.
- Mutlu, C., 2000. Doğu Karadeniz'de hamsi populasyonunun özellikleri ve stok miktarının tahmininde analitik yöntemlerin uygulanması, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 112 s., Trabzon.
- Özdamar, E., Samsun, O., Erkoyuncu, İ., 1995. Karadeniz'de (Türkiye) 1994–1995 av sezonunda hamsi (*Engraulis encrasicolus* L.) balığına ilişkin populasyon parametrelerinin tahmini. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi 12(1-2): 135-144. Özdemir S., 2010.
- Özdemir, S., 2010. Karadeniz'de Sürdürülebilir Hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L.) Avcılığında Ortasu Trolünün Önemi. I. Ulusal Hamsi Çalıştayı: Sürdürülebilir Balıkçılık, Bildiriler Kitabı 129-135 s. (17-18 Haziran 2010) Trabzon.
- Özdemir, S. and Erdem, E., 2018. Monitoring of Weekly Catch Per Unit Effort (CPUE) and Some Biological Features of Bluefish (*Pomatomus saltatrix* Linnaeus, 1766) Captured from Southern Black Sea Coasts of Turkey. Marine Science and Technology Bulletin, 7(2):68-73.
- Özdemir, S., Erdem, Y., Satılmış, H.H., Birinci Özdemir, Z., 2006. Karadeniz'de ortasu trolü ile gece süresince avlanan hamsi (*Engraulis encrasicolus* L., 1758)'nin av verimi ve boy kompozisyonunun belirlenmesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi 23(3-4): 417–421.
- Özdemir S., Erdem, Y., Satılmış, H.H., Birinci Özdemir, Z., Erdem, E., (2007). İki Farklı Av Sahasında Ortasu Trolü ile Avlanan Hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L.) Balığının Sürü Yapısı ve Av Veriminin İncelenmesi. F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 19(1): 33-40.
- Özdemir, S., Erdem, E., Birinci Özdemir, Z., Şahin, D., 2009. Karadeniz'de avlanan pelajik türlerden istavrit (*Trachurus trachurus*), lüfer (*Pomatomus saltatrix*) ve tirsi (*Alosa alosa*) balıklarının boy kompozisyonundan populasyon parametrelerinin tahmini. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 21(1): 1-8.
- Özdemir, S., Erdem, E., Aksu, H., Birinci Özdemir, Z., 2010a. Çift Tekne ile Çekilen Ortasu Trolü ile Avlanan Bazı Pelajik Türlerin Av Kompozisyonu ve Boy-Ağırlık İlişkilerinin Belirlenmesi. J.FisheriesSciences.com. 4(4): 427-436.
- Özdemir, S., Birinci Özdemir, Z., Satılmış, H.H. Erdem, E., Gönener, S., 2010b. Karadenizde 2005–2009 Av Sezonlarında Ortasu Trolü İle Avlanan Hamsinin (*Engraulis encrasicolus* L.) Boy Kompozisyonlarının Karşılaştırılması. I. Ulusal Hamsi Çalıştayı: Sürdürülebilir Balıkçılık, Bildiriler Kitabı 136- 144 s. (17-18 Haziran 2010) Trabzon.
- Özdemir, S., Erdem, Y., Satılmış, H.H., 2010c. Orta Karadeniz'de Ortasu Trolü İle Avlanan Hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L.) Balığının Sürü Yapısı ve Boy Kompozisyonunun Günlük Değişimi. I. Ulusal Hamsi Çalıştayı: Sürdürülebilir Balıkçılık, Bildiriler Kitabı 122-128 s. (17-18 Haziran 2010) Trabzon.
- Özdemir, S., Erdem, E., Birinci Özdemir, Z., Aksu, H., 2015. Monthly Monitoring of Length–Weight Relationships of Allis shad (*Alosa immaculata* Bennett, 1835) , Horse mackerel (*Trachurus mediterraneus* Steindacher, 1968) and Sprat (*Sprattus sprattus* Linnaeus, 1758) from the Southern Black Sea, Turkey. Cahiers de Biologie Marine, 56(1):25-30.
- Özdemir, S., Erdem, Y., Birinci Özdemir, Z., Erdem, E., Aksu, H., 2018. Estimation of growth parameters and mortality rates of sprat (*Sprattus sprattus* L.) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L.) captured in the Black Sea. Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences

- Patterson, K., 1992. Fisheries for small pelagic species: an empirical approach to management targets. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 2: 321-338.
- Radu, G., Maximov, V., Anton, E., Cristea, M., Țiganov, G., Țoțoiu, A., Spînu, A.D., (2013). State of the fishery resources in the Romanian marine area. *Cercetări Marine* 45: 268-295.
- Samsun, O., Samsun, N., Karamollaoglu, A.C., 2004. Age, growth, and mortality rates of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.1758) off the Turkish Black Sea coast. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science* 28: 901-910.
- Samsun, O., Kalaycı, F., Samsun, N., Bilgin, S., 2006. Karadeniz’de ortasu trolü ile avlanan pelajik balıkların bazı biyolojik özellikleri ve avcılık verilerinin incelenmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 23(1/3): 487-493.
- Simopoulos, A.P., 2000. Human requirement for n3 polyunsaturated fatty acids. *Poultry Science* 79, 961-970.
- Solar, M.C.L., Zeng N.X., Essert, T.K., Truong, T.D., Pina, C., Cullor, J.S., Smith, W.L. and Larrain, R., 2005. Disinfection of fishmeal with radiofrequency heating for improved quality and energy efficiency. *J Sci Food Agric* 85:2273–2280
- Şahin, T., 1999. Some biological characteristics of sprat (*Sprattus sprattus phalericus* RISSO, 1826) on the Eastern Black Sea Coast. *Turkish Journal of Zoology* 23(1): 249-255.
- Şahin, C., Gözler, A.M., Hacımurtazaoglu, N., 2006. 2004–2005 Av Sezonunda Doğu Karadeniz’deki Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) Populasyonunun Yapısı. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 23: 497–503.
- Tacon, A. C. G., 1998. In *International Aquafeed Directory* (ed. Fraser, S.) 537, Turret, Middlesex, UK.
- Tacon, A.J., 2002. Thematic Review of Feeds and Feed Management Practices in Shrimp Aquaculture. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment, Rome, 69 p.
- TÜİK, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu. Su Ürünleri İstatistikleri
- Waldroup, P.W. and Adams, M.H., 1994. Evaluation of the phosphorus provided by animal proteins in the diet for broiler chickens. *J. Appl. Poult. Res.*, 3: 209-218.
- De Silva ve Anderson, 1994
- Webster, C. D., Tiu, L. G., Margan, A. M. and Gannam, A., 1999. Effect of partial and total replacement of fishmeal on growth and body composition of sunshine bass, *Morone chrysops* X *M. saxatilis*, fed practical diets. *J. World Aquaculture Soc.* 30, 443-453.
- Yıldırım, Ö. (2006). Sinop İli Balık Unu-Yağı Fabrikalarının Mevcut Durumu ve Türkiye Balık Unu-Yağı Üretimindeki Yeri. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18 (2), 197-203



NANO- VE MİKROPLASTİK' LERİN İNSAN SAĞLIĞI VE EKOSİSTEM ÜZERİNDEKİ OLASI ETKİLERİ

Possible Effects of Nano- and Microplastics on Human Health and the Ecosystem

Meral YURTSEVER

Sakarya Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye

E-posta: mevci@sakarya.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış Tarihi: 09/07/2019

Kabul Tarihi: 26/12/2019

ARTICLE INFO

Received: 09/07/2019

Accepted: 26/12/2019

Anahtar Kelimeler:

Mikroplastik
Nanoplastik
Kirlilik
Maruziyet
Ekosistem

Keywords:

Microplastic
Nanoplastic
Pollution
Exposure
Ecosystem

Öz

Tamamıyla antropojenik kaynaklı ve kalıcı bir çevresel kirlenici olan nano- ve mikroplastikler, su, hava veya toprak kirliliği ile ilgili standartlarda henüz bir kirlenici parametre olarak yer almasa da, son zamanlarda küresel ölçekte öncelikli kirleniciler kapsamında dikkate alınmaya başlamıştır. Maalesef günümüzde tükettiğimiz gıdalar ve soluduğumuz hava nano- ve mikroplastik kirliliği içerebilmektedir. Nano- ve mikroplastik' lerin insan sağlığına etkilerinin anlaşılması konularındaki sınırlı araştırmalar ve gözlemsel kanıtlar, çeşitli kaynaklardan gelebilecek nano- ve mikroplastik' lere maruziyetin mevcut düzeylerinin ciddi bir toksisite oluşturma ihtimalinin düşük olduğunu, fakat imkansız da olmayacağını göstermektedir. Bununla birlikte, patojenik mikroorganizmaları ve toksik kimyasalları yüzeyinde taşıyabilen nano- ve mikroplastik' lerin yüksek dozlarda kronik olarak gıdalarla yutulmasının ve solunmasının potansiyel etkileri henüz bilinmemektedir.

Abstract

As a completely anthropogenic as well as an persistent environmental pollutant, nano- and microplastics have recently drawn interest among the emerging pollutants on a global scale, even though they have yet to be recognized as official pollutant parameters as part of the standards on water, air, or soil pollution. Unfortunately nowadays, the foods we eat, the water we drink and the air we breathe could contain nano- and microplastic pollution. The limited research and observational evidence regarding the nano- and microplastics impact on human health leads to the conclusion that the current levels of exposure to nano- and microplastics from various sources have a low but certainly undeniable potential of causing significant toxicity. On the other hand, the potential effects of chronic consumption by foodstuff or inhalation of high doses of nano- and microplastics which can carry pathogenic microorganisms and other toxic chemicals on their surface, have not yet been investigated in detail.

Atıf bilgisi/Cite as: Yurtsever M, 2019. Nano- ve mikroplastik' lerin insan sağlığı ve ekosistem üzerindeki olası etkileri. Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 5(2), 17-24.

GİRİŞ

Plastik Atıklar ve Nano- ve Mikroplastik Oluşumu

Çevrede özellikle son yıllarda önlenemez şekilde artan çöplerin çoğunluğunu plastik atıklar, bu atıkların büyük kısmını da tek kullanımlık plastik malzemeler oluşturmaktadır. Plastik kirliliğiyle ilgili olarak yapılan yeni araştırmalarda, yerleşim olmayan ıssız adalardan kutuplara, hatta dünyanın en derin noktası olan

Mariana çukuruna (Peng ve ark., 2018) kadar bir çok yerde plastik polimer parçalarına rastlandığı ortaya çıkmıştır. Plastik çöplerin, karasal ve sucul ekosistemleri önemli ölçüde etkileyerek canlıların devamlılığını bozabildiği gibi, toprak ve suların da fiziksel kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirdiği görülmektedir. Plastikler ve onların atıkları dünyada her an her yerde, aşırı miktarda ve dağılmış halde bulunabilmektedir. Hatta o kadar ki, gömüldükleri tortul kayaçların yaş ve karakterinin bir işareti olarak bile kullanılabilir. Ucuz, hafif, esnek, dayanıklı, pratik, kullanışlı plastik malzemelerin tamamıyla hayatımıza girmesinden dolayı son yüzyılı “Plastisen (Plasticene)” yani “Plastik Çağ” olarak nitelendiren bilim adamları (Reed, 2015; Mendoza ve ark., 2018) tarafından artık, plastiklerle ilgili çoğu konu anlatılırken plastik- ön eki ile yeni terimler üretilmektedir. Örneğin dünyadaki jeolojik kayaçlara atıfta bulunarak uzun vadede oluşacak jeolojik katmanlar “plastiglomerat” (plastiglomerate) olarak (Corcoran ve ark., 2014; Zalasiewicz ve ark., 2016), sularda gezen plastik parçacıklar üzerinde yaşayabilen çeşitli mikrobiyal topluluğa atıfta bulunularak onlar da “plastisfer” (plastisphere) (Zettler ve ark., 2013) olarak adlandırılmaktadır. Zettler’ e göre plastik parçacıklar (Mikroplastikler) biyofilm oluşumunu tetiklemektedir, plastik parçacıkları kaplayan ve üzerinde yaşayan canlılar; heterotroflar, ototroflar, avcılar ve simbiyontlardan oluşan çeşitli mikrobiyal topluluklardır.

İlk olarak Thompson ve arkadaşları (2004) tarafından kullanılan “Mikroplastik” terimi genel olarak 5 mm’ den küçük olan plastik parçacıklar olarak tanımlanmıştır. Daha sonra mikroplastikler boyut büyüklüğüne göre; küçük (1 µm-1000 µm) ve büyük (1000 µm-5000 µm) mikroplastikler olarak iki grupta ele alınmıştır (Erni-Cassola ve ark., 2017). Mikroplastiklerin birincil kaynakları olarak günümüzde kimi ülkede kozmetiklerde kullanımı yasaklanmış olan mikroboncuklar (microbeads) (Yurtsever ve Yurtsever, 2019), plastik fabrikalarının üretim peleti döküntü ve/veya atıkları, ikincil kaynakları olarak ise, sentetik tekstil ürünlerinden dökülen mikrolifler (microfiber, MF), araç lastiği döküntüleri, yol kaplama ve boya döküntüleri ve kısacası plastiklerin çevrede zamanla parçalanarak oluşan küçük döküntüleri sayılabilir. Gıdalardaki mikroplastikler incelenecek olursa, bu plastiklerin bazı ürünler için temel hammadde içerisinde, bazılarında üretim süreçleri aşamasında bazılarında ise paketlenme de kullanılan ambalaj malzemelerinden dolayı ve ürünün tüketimi esnasında (havadan vb.) gıdalara geçebilmesi mümkündür.

Literatürde nano- (NP) ve mikroplastik (MP) kirliliği için yeni ve daha kapsamlı bir tanım bulunmaktadır; Organik malzemelerin ve kirletici maddelerin bir eko-korona oluşturmak üzere ard arda bağlanabildiği polimerlerin ve katkı maddelerinin dinamik karışımına denir. Burada oluşan yapıdaki parçacıkların yoğunluğu ve yüzey yükü plastiklerden dolayı artmakta ve diğer maddelerin biyoyararlanımları ve toksisiteleri değişebilmektedir (Galloway ve ark., 2017). MP’ ler için yapılan en son tanım ise şöyledir: “Mikroplastikler birincil ve ikincil kaynaklardan gelen, 1 µm -5000 µm arası boyutlarda olabilen, suda çözünmeyen, düzgün veya şekilsiz polimerik parçacıklardır” (Frias ve Nash, 2019). Çevrede ve sularda büyük bir kirlilik oluşturduğu bilinen atık plastikler, farklı bir çok çalışmada (de Lucia ve ark., 2014; da Costa ve ark., 2016, Brâte ve ark., 2016) boyutlarına göre sınıflandırılmaya çalışılmıştır. Ancak bu konuda bir kavram karmaşası bulunmaktadır. Bu sebeple, MP konusunda uzmanların oluşturduğu bir grup tarafından yeni bir sınıflandırma yapılmış ve plastiklerin küçükten büyüğe doğru; nanoplastik (NP) (1nm-1µm), mikroplastik (1µm-1 mm), mezoplastik (1mm-1 cm) ve makroplastik (≥1 cm) olarak sınıflandırılması önerilmiştir (Hartmann ve ark., 2019).

Çevredeki plastikler; doğal olarak rüzgar, hava, güneş ışığı, sulardaki dalga, akıntı, gel-git, tuzluluk, canlı faaliyetleri gibi etkilerle ve çeşitli antropojenik etkilerle parçalanarak mikroplastiklere dönüşmektedir. Çevresel koşullar, örneğin rüzgar şehir bölgelerinden şehirleşmemiş alanlara hatta yerleşimden çok uzak alanlara bile nano- ve mikroplastikleri taşıyabilmektedir. Son dönemde yapılan çalışmalarda; soluduğumuz havada ve atmosferik döküntülerde de ciddi oranda nano- ve mikroplastiklerin bulunduğu, bunların yoğun olarak sentetik tekstil ürünlerinin aşırı kullanımına bağlı olarak MF’ lardan oluştuğu bildirilmiştir (Dris ve ark., 2016; Kaya ve ark., 2018). Mikroplastik lifler (MF) boyut ve hacimsel olarak düşünüldüğünde aynı büyüklükteki plastik parçalara kıyasla daha küçük, daha hafiftir ve daha az yer kaplar. Bu da, lif formundaki plastiklerin, neden havada daha fazla bulunduğu ve kolayca taşınabildiğinin cevabıdır (Free ve ark., 2014). Özellikle kalabalık yerleşim bölgelerindeki havada daha fazla MF’ lere rastlandığı ve bunların önemli oranda petrokimyasal madde türevi içerdiği vurgulanmaktadır (Dris ve ark., 2016).

Plastik Kirliliğinin Canlılara Etkileri

Plastiklerin çok uzun ömürlü olması ve daha dayanıklı kompozit türlerinin de üretilip kullanılmasından dolayı oluşan atık plastik parçacıkların bir defa çevreye dağıldığında yüzyıllarca bozunmadan kalabilmesi mümkündür. Bunun yanı sıra mikroplastiklerin; organoklorlu pestisitler, kalıcı organik kirleticiler (KOK’ lar), hormon bozucular, antibiyotikler vb. gibi toksik organik kimyasalları ve ağır metalleri adsorplayabilme kapasiteleri de bulunmaktadır. Hidrofobik küçük plastik partiküllerin hacmine oranla büyük olan yüzey alanları; toksik kimyasalların polimer yüzeyine adsorplanmasını kolaylaştırarak, deniz organizmaları için kompleks bir kirletici madde karışımı sunmaktadır (Rochman ve ark., 2013). Ayrıca plastiklerin üretimi esnasında ağır metaller (Pb, Cu, Cd), ftalatlar, Bisfenol A (BPA) vb. gibi toksik olarak nitelendirilen katkı maddelerinin kullanılmasından dolayı, bu plastiklerden koparak oluşan MP parçaları da aynı

toksik bileşenleri içerecektir. Plastiklerin -dolayısıyla da NP ve MP' lerin-, çevredeki sularda çeşitli organik ve inorganik toksik kirletici maddeleri tutarak yüzeylerinde biriktirebilme ve kirleticileri canlılara taşıyarak canlılarda da biyoakümülyasyona sebep olabilme gibi potansiyelleri de bulunmaktadır (Brennecke ve ark., 2016; Koelmans ve ark., 2016).

Günümüzde NP ve MP kirliliğinin en belirgin tehdidi özellikle sucul ekosistem üzerindedir. Su kaynaklarında rastlanan çöplerin çoğunluğunu plastikler oluşturmaktadır. Yoğunlukları nedeniyle sularda yüzebilen plastik çöpler yüzey bölgesinde suyun renk, bulanıklık ve ışık geçirgenliği gibi fiziksel su kalite parametrelerini etkileyebildiği gibi, plastiklerden zamanla sızabilecek toksik bileşenler de kimyasal parametreleri bozabilir (Koelmans ve ark., 2016). Günümüzde aşırı miktarlara ulaşabilen iri veya ufak boyutlardaki plastik çöplerin, okyanuslardaki restoratif kapasiteyi zamanla azaltmaya başladığı anlaşılmıştır. Son zamanlarda sularda yaşayan birçok canlı ve su kuşları ile ilgili yapılan çalışmalarda plastik çöplere dolaşmış olan hayvanların boğulabildiğini, dış yaralanmalara uğrayabildiğini, besine ulaşabilme ve avcı hayvanlardan kaçabilme kabiliyetini kaybedebildiğini, dolu bir mide ve tokluk hissi sonucu zamanla zayıflayarak formunu yitirebildiğini ve ölebildiğini göstermektedir (Jepsen ve ark., 2019; Thiel ve ark., 2018; Mato ve ark., 2001). Su kuşları (Albatros, martı) yiyecekleri midye, balık ve kalamarla beraber sulardaki plastik parçacıkları da yutabilmekte, su kaplumbağaları ise deniz anasıyla beslenirken etrafını sarmalayan plastik poşetleri de yiyecek zannederek yutabilmektedir. Yapılmış bazı çalışmalar, avlanmış balık türlerinin gastrointestinal (GIT) kanallarında bulunan MP parçacığını kaydederek ve bu balıkların avcılara transfer olma potansiyelini vurgulamaktadır (Nelms ve ark., 2018). Canlıların çoğunun sulardaki MP' leri yiyecek zannederek kolayca yutmasının sebepleri olarak; sulardaki plastiklerin parçalanmış, kolay yutulabilir formda olması, renginin ve şeklinin canlıların genelde tükettiği avına benzemesi, canlıların yaşadığı ortamda fazla MP bulunması, MP yüzeylerinin organik maddelerle beraber bir biyofilm tabakası ile kaplanmış olması sayılabilir (Cole ve ark., 2013; Kirstein ve ark., 2016).

Ayrıca, plastik üzerine tutunabilen patojenler öncelikli olarak denizel canlılar için tehdit oluşturmaktadır. Çünkü hem kalıcı organik kirleticiler, ağır metaller, hem de patojenlerin plastik üzerinde konsantrasyonu deniz suyundaki konsantrasyonlarına göre katbekat yüksektir. Dolayısı ile mikroplastiklere öncelikli olarak maruz kalan su ürünlerinin tüketimi ile NP ve MP' ler insan sağlığı üzerinde tehdit oluşturabilecektir. Bundan başka, deniz organizmalarının hücrelerinde ve dokularında mikroplastik birikimine bağlı olarak kronik biyolojik etkiler ortaya çıkabilir (Sharma ve Chatterjee, 2017).

NP ve MP' lerin insanlar için olası risklerini anlayabilmek için, plastik parçacığın şekli, büyüklüğü ve yüzey kimyası gibi özelliklerinin bilinmesi gerekir. Son zamanlarda yapılan çalışmalar, plastiklerin parçalanmasıyla oluşan nanoplastiklerin, kaynaklandığı malzemeden çok daha farklı fiziko-kimyasal özelliklere sahip olduğunu göstermektedir (Lehner ve ark., 2019). Sağlık açısından ele alındığında nanoplastiklere mide-bağırsak (GI) sistemiyle, akciğer yoluyla ve cilt yoluyla üç ana maruziyet mümkündür. MP' lerin toksisitesi büyük ölçüde parçacık büyüklüğüne bağlıdır, genel olarak, parçacık ne kadar küçük olursa, asidik bağırsak koşullarında toksik kimyasallar açığa çıkararak nüfuz edebileceği organizmanın içine girebilir (Bakir ve ark., 2014; Antunes ve ark., 2013). Çok sayıda çalışma, model kimyasalların bireysel organizmalar ve yapay besin zincirleri üzerindeki etkilerini araştırmaktadır. Ancak, MP' lerin ve çevre kirliliğiyle ilgili kimyasal içeriklerinin kaderinin, besin zinciri üzerinden izlendiği pek bir çalışma bulunmamaktadır. Ayrıca, MP' lerin ve bunlarla ilişkili kirletici maddelerin deniz ürünlerinden insanlara geçişini ve insan sağlığı üzerindeki etkilerini anlama girişimi henüz bulunmamaktadır (Carbery ve ark., 2018).

Plastik Parçacıklar Üzerinde Biyofilm Oluşumu

Plastik küre (Plastisfer) ilk olarak, Zettler ve ark. (2013) tarafından tanımlanmıştır. "Plastisfer", plastik parçacıkların yüzeyinde var olan küçük bir yaşamı ifade eden bir terimdir. Bu ortam, karadaki bitkilere benzer bir şekilde ışıktan enerji üretmek için fotosentez yapan organizmalardan, parazitlere ve hatta omurgasız hayvanlara, balıklara ve insanlara zarar verebilecek potansiyel hastalığa neden olan organizmalara kadar tüm av ve avcılar anlamında kullanılmaktadır.

Denizlerde yapılan araştırmalarda, plastik parçacıkların üzerinde rastlanan mikrobiyal toplulukların doğal deniz ortamında bulunanlardan farklı olabildiği görülmüş ve sucul ortamdaki plastiklere bağlanmış mikroorganizmaların ait olmadıkları bir ekosisteme taşınmış olması konusu büyük bir endişe sebebi olmuştur (Zettler ve ark., 2013). Farklı türlerin plastikler sayesinde uzun mesafeler boyunca taşınması durumu onlar için; doğal olmayan "istilacı tür veya hastalık vektörleri" gibi olmalarına izin veren bir potansiyel yaratmaktadır (Viršek ve ark., 2017). Ayrıca, atıksu arıtma tesislerinden gelen arıtılmış sularda belli miktarda MP' lere rastlandığı bilinmektedir (Sun ve ark., 2019). Arıtma tesisi çıkışında bulunan MP' ler arıtılmış suların, tatlı su mikrobiyal topluluğu üzerindeki etkisini artırabilmektedir. Su ortamındaki bakteriyel topluluğun atık suda bulunanlara olan benzerliği, arıtılmış sudaki artan mikroplastik sayısı ile doğru orantılıdır (Eckert ve ark. 2018).

İnsan patojeni gibi bakteriler *Vibrio spp.* (Kirstein ve ark., 2016) ve diğer *Vibrionaceae* (De Tender ve ark., 2015) türleri, denizel ortamdaki MP' ler üzerinde kolonize halde bulunmuştur. Mikroplastikler, insan

patojenlerinin deniz ortamında yayılması için potansiyel vektörlerdir. Deniz ortamında rastlanan mikroplastikler gibi kalıcı kirleticiler, metallerin, antibiyotiklerin ve insan patojenlerinin çoğalmasında bir aracı olarak bilinir. Son zamanlarda yayınlanan araştırmalar, mikroplastiklerde bulunan filogenetik olarak farklı mikroorganizmalar arasındaki yatay gen transferinin, serbest yaşayan mikroorganizmalardan çok daha hızlı olduğunu doğrulamıştır. Bu nedenle, mikroplastikler, çoklu ilaç dirençli insan patojenleri için potansiyel teşkil ederek, deniz ortamında rekreasyon faaliyetleri yapan ve deniz kaynaklı gıdaları yiyen çoğu insan için ciddi bir risk oluşturabilir. Bu nedenle, metal, antibiyotik, insan patojenleri ve mikroplastiklerle birlikte kirlenen deniz ortamları, global ölçekte önemli bir sağlık tehdidi oluşturmaktadır (Imran ve ark., 2018).

Bunun yanı sıra Neu ve ark. (2018), yaptıkları bir çalışmada esnek ve yumuşak plastik materyallerin mikrobiyal büyümeyi desteklediğini göstermiştir. Çocukların yaygın kullandıkları banyo oyuncakları, esnek sentetik polimerik malzemelerden ve çoğunlukla polivinil klorür (PVC) veya silikon kauçuktan üretilmektedir. Plastiklerin yapısında bulunan karbon, bazı mikroorganizmalar tarafından enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalar, plastik malzemelerin bazı organik maddeleri adsorbe ettiğini, sonrasında biyofilm oluşumuna imkan sağladığını ve bunların da plastik malzemenin türüne bağlı olarak geliştiğini göstermiştir. Dahası, esnek polimerik malzemelerin, mikrobiyal büyüme ve biyofilm oluşumunu destekleyen önemli miktarlardaki organik karbon bileşiklerini de saldırdığı bilinmektedir. Bu salınan bileşikler tipik olarak birincil polimerler değil, daha çok, plastikleştiriciler ve stabilizatörler gibi katkı maddeleridir.

Plastik Kirliliğinin İnsan Sağlığına Muhtemel Etkileri

Karasal ve denizel ortamlarda dağılmış plastik çöplerin daha küçük parçacık formu olan NP ve MP' ler insanların vücuduna beslenme yoluyla ve/veya havadan solunum yoluyla girebilir. Ayrıca düşük bir ihtimal gibi görünse de özellikle yaralı ve hasta cilde sahip olanlarda deri dokusunun içlerine doğru NP nüfuzu söz konusu olabilir (Lehner ve ark., 2019).

İnsanların içtikleri sularda (çeşme suyu ve şişe su), günlük beslenmede yaygın tükettiği yiyeceklerde (tuz, midye, karides, balık gibi su ürünlerinde, şekerde, balda) ve bira, soda gibi içeceklerde de MP' lerin mevcudiyeti tespit edilmiştir (Kosuth ve ark., 2018; Liebezeit ve Liebezeit, 2014; Rochman ve ark., 2015; Yurtsever, 2018). Yapılan bir araştırma (Cox ve ark., 2019), bugüne kadar MP kirliliği açısından analiz edilmiş maddelerin önerilen ya da ortalama miktarlarını tüketen bir Amerikalı yetişkinin ve çocuğun; yılda 81000-123000 arasında MP' e maruz kaldığını göstermektedir. Bu sebeple beslenme ve inhalasyon yoluyla günlük olarak belli miktardaki NP ve MP' lere kronik şekilde maruz kalınabileceği açıkça görülmektedir, ancak bunun insan sağlığı üzerindeki etkileri henüz tam olarak anlaşılamamıştır.

Fareler üzerinde mikroplastiklerin doku dağılımı, birikimi ve dokuya özel sağlık riski gibi etkilerini araştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada (Deng ve ark., 2017) iki farklı çaptaki (5 µm ve 20 µm) floresan özellikli ve saf polistiren (PS) mikroplastik partikülleri kullanılmıştır. Sonuçlar, MP' lerin karaciğer, böbrek ve bağırsakta biriktiğini, MP' lerin partikül büyüklüğüne güçlü bir şekilde bağlı olan bir doku birikimi kinetiği ve dağılım örneğine sahip olduğunu göstermiştir. Ek olarak, çoklu biyokimyasal biyobelirteçler ve metabolomik profillerin analizleri, MP' lere maruz kalmanın, enerji ve lipid metabolizmasının yanı sıra oksidatif strese de neden olduğunu göstermiştir. Çalışmalar sonucunda, bağırsakta ve böbrekte biriken 5 µm mikroplastiklerin, 20 µm ile elde edilenden çok daha yüksek bir konsantrasyonda bulunduğu görülmüştür. Her ne kadar mekanizmalar hala açıklığa kavuşturulmasa da, bu çalışmada elde edilen, küçük parçacık büyüklüğünün dokulardaki nanopartikül birikimini arttırdığı bulgusunun, bu konuda yapılmış diğer bazı çalışma sonuçlarını (He ve ark., 2011; Park ve ark., 2010) desteklediği görülmektedir. Yani, oral olarak uygulanan plastik nano- ve mikropartiküllerin farelerde çeşitli dokularda dağılabildiği, bu dağılımın ve biriken miktarların parçacık boyutu ile ters orantılı olduğu anlaşılmaktadır. Diğer bir çalışmada ise beş hafta boyunca yetişkin Wistar erkek sıçanlara oral yoldan 38.92 nm boyutta polistiren nanoplastik (PS-NP) uygulanmış ve nöro-davranışsal etki testleri yapılmıştır. Yapılan tüm testlerde istatistiksel olarak anlamlı bir nöro-davranışsal değişiklik gözlenmemiştir (Rafiee ve ark., 2018).

İnsanların besin yoluyla MP' lere maruziyetini anlamak amacıyla yapılan yeni bir çalışmada; Avusturya, Finlandiya, İngiltere, İtalya, Japonya, Hollanda, Polonya ve Rusya gibi farklı coğrafik konumlardaki 8 ülkeden olan ve günlük beslenme diyetinde sucul ürünler de bulunan insanlardan alınan dışkı numunelerinde MP' ler incelenmiş ve yaklaşık 10g dışkıda toplam 9-24 adet 50-500 µm boyutlarında MP bulunduğu bildirilmiştir. Bu plastiklerin FT-IR analizlerinde, çoğunluğu PET, PP, PE olmakla beraber, POM, PA, PU, PS, PVC, PMMA türü polimerler oldukları tespit edilmiştir (Schwabl ve ark., 2018). İnsan kanındaki belirli immün hücrelerine (monositler ve dendritik hücreler) etkilerini anlamak amacıyla Nanoplastik PVC lifleri kullanılarak yapılan başka bir çalışma (Weber ve ark., 2018) ise, hücrelerin nanoplastik PVC ile etkileştiğini ve plastik parçacıklarının immün hücrelerde sitokin salınımını indüklediğini, dolayısıyla inflamasyonun meydana geldiğini göstermiştir. MP' ler için gastrointestinal sistemde absorpsiyon ve toksisite potansiyeli nispeten düşüktür. Bununla birlikte, NP' ler kolay emilir ve suda yaşayan canlılarda ve diğerlerinde beyin, karaciğer gibi dokularda birikim gösterebilir (Waring ve ark., 2018). İnsanlarda özellikle bağırsak hastalıkları olan hastaların nano- ve mikropartiküllere karşı

savunmasız olabileceği bilinmektedir (Schmidt ve ark. 2013). Gıdalarda veya besin zincirinde bulunabilecek MP kirliliğinin aşırı yüksek seviyelere ulaşmadıkça insan dokularında ciddi bir toksisiteye neden olması muhtemel değildir. Ancak bilim adamları bunun tamamen imkansız da olmadığını vurgulamaktadır. Sorunlu bir bağırsak, geçirgen bir beyin bariyeri ve kontamine olmuş gıdalara ve havaya kronik maruziyet gibi şartlar potansiyel oluşturabilir (Waring ve ark., 2018).

Beslenme ile plastik mikropartiküllere maruz kalınması durumunda insanlar üzerindeki potansiyel zararlı etkileri kromozomlarda değişikliklere neden olabilir ve infertilite, obezite ve kansere yol açabilir (Sharma ve Chatterjee, 2017).

Bir çalışmada (Pauly ve ark., 1998), 114 akciğer biyopsisinin % 87' sinde selüloz liflere ve plastik liflere (250 µm'ye kadar) rastlandığı bildirilmektedir. Havadan inhalasyonla alınan mikroplastik liflerin biyo-kalıcı olma ihtimali oldukça yüksektir (Gasperi ve ark., 2018). Aynı zamanda bu lifler diğer kirleticileri de taşıyabilir. Solunan hava, burun mukozası ve tüycükler sayesinde tutularak 5µm üzeri partiküllerden temizlenir. Çoğu MF burunda mukosilyer temizlikle tutulabilir. Bununla birlikte, daha küçük MF' ler akciğere kadar devam edebilir, özellikle de hassas kişilerde inflamasyon da dahil olmak üzere lokalize biyolojik tepkilere neden olabilir. MF' lerin üzerinde tutulmuş olan Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH) gibi kirleticiler akciğerlerde desorbe olup genotoksisiteye neden olurken; plastiğin kendisi ve katkı maddeleri (boyalar, plastikleştiriciler) üreme toksisitesi, kanserojenlik ve mutajenlik gibi sağlık etkilerine neden olabilir (Wright ve Kelly, 2017; Prata, 2018).

TARTIŞMA

Farklı türdeki nanopartiküller ile yapılan mevcut çalışmalar, meydana gelebilecek toksisitenin insanda bazı organları, üreme sistemini ve merkezi sinir sistemini etkileyebileceğini düşündürmekle beraber, toksisitenin olabilmesinde maruziyetin dozunun ve süresinin önemli olduğunu vurgulamaktadır. Günümüzde çevre ve sularındaki boyutları yeni anlaşılan NP ve MP kirliliğinin, gıdalardaki ve iç-dış hava ortamlarındaki konsantrasyonları ile bu kirliliğe maruziyet dozları hakkında pek fazla bilgi bulunmamaktadır. Hatta bu konuda Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ, 2019) tarafından hazırlanan yeni bir raporda, içme sularındaki MP' lerin sağlığa zararlı olduğuna dair henüz net kanıtlar bulunmadığı ve MP parçacıkların oranları hakkında daha fazla bilgiye ihtiyaç duyulduğunu bildirilerek, parçacıkların miktarının belirlenmesine yönelik daha derin araştırmalar yapılması gerektiğine dikkat çekilmektedir. Bunun yanı sıra mevcut sınırlı delillere dayanarak, içme suyunda mikroplastiklerle ilişkili kimyasalların ve mikrobiyal patojenlerin insan sağlığı için düşük bir endişe yarattığı da bildirilmektedir (DSÖ, 2019).

Çoğunlukla hayvan çalışmalarından elde edilen sınırlı veriler NP ve MP' lerin solunması veya yutulması halinde bir bağışıklık tepkisi başlatarak parçacık toksisitesine sebep olabileceğini ve birikebileceğini göstermektedir. Yutularak vücuda giren plastik parçacıkların özellikle hassas bireylerde ne tür bir sağlık problemine sebep olduğu konusu hala belirsiz olmakla birlikte, bilim adamları (Koelmans ve ark., 2019) bu tip mikro ve nanoplastik parçacıklarının parçacık toksisitesine (enflamatuvar, organ hasarı), kimyasal madde toksisitesine (ftalatlar, Bisfenol A, alev geciktiricilerin etkisiyle hormon bozucu, üreme ve nörogelişimsel etkiler ve kanser) veya patojen toksisitesine (viral, bakteriyel hastalıklar) sebep olabileceğini bildirmektedir. Özellikle hassas insanlarda veya maruziyetin yüksek olacağı çalışma veya yaşama ortamlarında etkilerinin ne olacağı konusunun aydınlatılması büyük önem arz etmektedir. NP ve MP' ler çok küçük boyutlarından dolayı çok çeşitli sucul organizmaya kolayca erişebiliyor, nihayetinde besin ağı boyunca aktarılabilme potansiyeline sahiptir. Mikroplastiklerin insanlara geçişi, insanların gıdalarla ve solunumla mikroplastiklere maruziyeti, maruziyetin kronik olup olmaması durumu, maruziyetin dozları ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etki potansiyeli gibi konulardaki hala belirsizlik bulunmaktadır. Günümüzde öncelikli bir kirletici haline gelen ve insanların dikkatini çeken mikroplastiklerin ileri çalışmalarla irdelenmesi ve özellikle hassas gruplar açısından mikroplastik maruziyetinin sınırlandırılması gerekli görünmektedir.

NP ve MP parçacıkları kullanılarak kontrollü şartlarda yapılan bazı deneysel çalışmalarda, yüksek NP ve MP konsantrasyonlarının, iltihaplanma ve stresi tetikleme dahil, çevreye ve canlılara fiziksel zarar verdiği gösterilse de gerçek ortamlarda yapılan sınırlı ve az sayıdaki çalışmalarda ölçülmüş seviyelerin çok yüksek olmadığı ve pek fazla risk oluşturmadığı düşünülmektedir (SAPEA, 2018). Literatürdeki çalışmalarda çevredeki 50 µm' den daha küçük plastik parçacıkların (NP ve MP) durumu pek incelenmemiştir. 10 µm'den küçük MP' ler spektroskopik cihazlarla (örn. FT-IR, Fourier dönüşümlü kızıl ötesi spektrofotometre) hassas bir şekilde doğrulanamamaktadır. Fakat özellikle bu kadar küçük parçacıkların incelenmesi, gıda, solunum ve insan sağlığı açısından oldukça önemlidir. Çünkü bu parçacıklar canlılarda hücre içine ve dolayısıyla organlara nüfuz edebilir.

Günümüzde insanlar için NP ve MP kirliliğine bağlı olarak yaygın bir risk gözlenirse de, plastik tüketimine bu hızla devam edilirse, bu kirliliğin uzun vadede ciddi risk oluşturması söz konusu olabilecektir. Bu sebeple başta tek kullanımlık plastikler (plastik bardak, tabak, çatal, kaşık, pipet ve benzeri yeme içme gereçleri, hastanelerde kullanılan PP önlük, maske, bone, örtü, perde) ile sentetik tekstil ürünleri olmak üzere, plastik kullanımının en azından hassas kişiler ve ortamlar (hastaneler, anasınıfları, tekstil fabrikaları) açısından gözden

geçirilmesi, alınacak tedbirlerle bu ortamlardaki bireyler açısından risk değerlendirme ve iyileştirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Alınacak yasal tedbir ve düzenlemelerle de plastiklerin kullanılması neticesi oluşan atıkların çevreye kontrolsüzce dağılmasının önlenmesi gerekmektedir (Yurtsever ve Balcı, 2018). Ayrıca plastiklerin, özellikle de tek kullanımlık plastiklerin aşırı tüketiminin karbon emisyonunu artırıcı etki edeceği de dikkate alınarak bu malzemelerin aşırı kullanımının önüne geçilmelidir. Çok kullanımlık plastik ürünlerin yanı sıra özellikle tek kullanımlık plastiklerin kullanımı kalabalık şehirlerdeki insanlar için ne kadar pratik olsa da, oluşan çöplerdeki plastikler zamanla küçük parçalara ayrılarak kanalizasyonları, tatlı suları, denizleri, okyanusları dolaşacak ve tekrar insanların karşısına gelebilecektir. Bu yüzden, insanların sürekli tüketiminde olan gıdalarda kullanılan malzemelerin de gizli bir mikroplastik taşıyıp taşımadığı konusunun detaylıca araştırılması gerekli görülmektedir.

Bu sebeplerden dolayı, tüm çevresel ortamlardaki NP ve MP' lerin, kaynakları, miktarları, dağılımları ve akıbeti ile diğer canlılar ve insanlar açısından özellikle hassas alıcılara yakından ilgili olabilecek maruziyet kaynakları, oranları, maruziyetin tipi ve olası sağlık risklerinin araştırılması ve çözüm tedbirlerinin alınması önem arz etmektedir.

SONUÇ

Plastik atıkların ve dolayısıyla da günümüzde el değmemiş ortamlarda bile rastlanan NP ve MP' lerin insanlar üzerindeki muhtemel olumsuz etkileri olarak; havadaki NP ve MP' lere inhalasyon yoluyla maruziyet sonucu ve/veya beslenmede alınan gıdalarla birlikte yutma sonucu oluşabilecek etkiler sayılabilir. Burada, insanlarda ciddi bir olumsuz etkiden bahsedebilmek için, maruziyetin özellikle daha küçük boyutta olan plastiklere (özellikle NP' lere), yüksek dozlarda ve kronik olarak gerçekleşmesi gerekmektedir. Buna ilaveten sürekli her yerde rastlanan ve görüntü kirliliği oluşturan plastik atıklar ile, insanların yediği içtiği gıdalarda bile bulunduğu anlaşılan NP ve MP' lerin insan psikolojisini etkilemesi de bu kirliliğin insanlara olumsuz etkileri kapsamında dikkate alınması gereken önemli bir konudur.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TUBITAK 115Y303 projesi kapsamında desteklenen çalışmalar ışığında gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

- Antunes, J. C., Frias, J. G. L., Micaelo, A. C., Sobral, P. (2013). Resin pellets from beaches of the Portuguese coast and adsorbed persistent organic pollutants. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 130, 62-69.
- Bakir, A., Rowland, S. J., Thompson, R. C. (2014). Enhanced desorption of persistent organic pollutants from microplastics under simulated physiological conditions. *Environmental Pollution*, 185, 16-23.
- Bråte, I. L. N., Eidsvoll, D. P., Steindal, C. C., Thomas, K. V. (2016). Plastic ingestion by Atlantic cod (*Gadus morhua*) from the Norwegian coast. *Marine pollution bulletin*, 112(1-2), 105-110.
- Brennecke, D., Duarte, B., Paiva, F., Caçador, I., Canning-Clode, J. (2016). Microplastics as vector for heavy metal contamination from the marine environment. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 178, 189-195.
- Carbery, M., O'Connor, W., Palanisami, T. (2018). Trophic transfer of microplastics and mixed contaminants in the marine food web and implications for human health. *Environment international*.
- Cole, M., Lindeque, P., Fileman E, Halsband C, Goodhead R, Moger J, Galloway T. S. (2013). Microplastic Ingestion by Zooplankton, *Environmental Science & Technology* 47 (12), 6646-6655.
- Corcoran, P. L., Moore, C. J., Jazvac, K. (2014). An anthropogenic marker horizon in the future rock record. *GSA today*, 24(6), 4-8.
- Cox, K. D., Covernton, G. A., Davies, H. L., Dower, J. F., Juanes, F., Dudas, S. E. (2019). Human Consumption of Microplastics. *Environmental Science & Technology*, 53, 12, 7068-7074.
- da Costa, J. P., Santos, P. S., Duarte, A. C., Rocha-Santos, T. (2016). (Nano) plastics in the environment—sources, fates and effects. *Science of the Total Environment*, 566, 15-26.
- de Lucia, G. A., Caliani, I., Marra, S., Camedda, A., Coppa, S., Alcaro, L., Campani, T., Giannetti, M., Coppola, D., Cicero, A. M., Panti, C., Bainsi, M., Guerranti, C., Marsili, L., Massaro, G., Fossi, M. C., Matiddi, M., (2014). Amount and distribution of neustonic micro-plastic off the western Sardinian coast (Central-Western Mediterranean).
- De Tender, C. A., Devriese, L. I., Haegeman, A., Maes, S., Ruttink, T., Dawyndt, P. (2015). Bacterial community profiling of plastic litter in the Belgian part of the North Sea. *Environmental science & technology*, 49(16), 9629-9638.
- Deng, Y., Zhang, Y., Lemos, B., Ren, H. (2017). Tissue accumulation of microplastics in mice and biomarker responses suggest widespread health risks of exposure. *Scientific Reports*, 7, 46687.
- Dris, R., Gasperi, J., Saad, M., Mirande, C., Tassin, B. (2016). Synthetic fibers in atmospheric fallout: a source of microplastics in the environment?. *Marine pollution bulletin*, 104(1-2), 290-293.
- DSÖ, (2019) <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/326499/9789241516198-eng.pdf?ua=1>

- Eckert, E. M., Di Cesare, A., Kettner, M. T., Arias-Andres, M., Fontaneto, D., Grossart, H. P., Corno, G. (2018). Microplastics increase impact of treated wastewater on freshwater microbial community. *Environmental Pollution*, 234, 495-502.
- Erni-Cassola, G., Gibson, M. I., Thompson, R. C., Christie-Oleza, J. A. (2017). Lost, but found with Nile red: a novel method for detecting and quantifying small microplastics (1 mm to 20 µm) in environmental samples. *Environmental science & technology*, 51(23), 13641-13648.
- Free, C. M., Jensen, O. P., Mason, S. A., Eriksen, M., Williamson, N. J., Boldgiv B. (2014). High-levels of microplastic pollution in a large, remote, mountain lake, *Marine pollution bulletin*, 85(1), 156-163.
- Frias, J. P. G. L., Nash, R. (2019). Microplastics: Finding a consensus on the definition. *Marine Pollution Bulletin*, 138, 145-147.
- Galloway, T. S., Cole, M., Lewis, C. (2017). Interactions of microplastic debris throughout the marine ecosystem. *Nature ecology & evolution*, 1(5), 0116.
- Gasperi, J., Wright, S. L., Dris, R., Collard, F., Mandin, C., Guerrouache, M., Tassin B. (2018). Microplastics in air: Are we breathing it in?, *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 1, 1-5.
- Hartmann, N., Hüffer, T., Thompson, R. C., Hassellöv, M., Verschoor, A., Daugaard, A. E., Herrling, M. P. (2019). Are we speaking the same language? Recommendations for a definition and categorization framework for plastic debris, *Environmental science & technology*.
- He, Q., Zhang, Z., Gao, F., Li, Y., Shi, J. (2011). In vivo biodistribution and urinary excretion of mesoporous silica nanoparticles: effects of particle size and PEGylation. *small*, 7(2), 271-280.
- Imran, M., Das, K. R., Naik, M. M. (2018). Co-selection of multi-antibiotic resistance in bacterial pathogens in metal and microplastic contaminated environments: An emerging health threat. *Chemosphere*.
- Jepsen, E. M., de Bruyn, P. N. (2019). Pinniped entanglement in oceanic plastic pollution: A global review. *Marine Pollution Bulletin*, 145, 295-305.
- Kaya, A. T., Yurtsever, M., Bayraktar, S. Ç. (2018). Ubiquitous exposure to microfiber pollution in the air. *The European Physical Journal Plus*, 133(11), 488.
- Kirstein, I. V., Kirmizi, S., Wichels, A., Garin-Fernandez, A., Erler, R., Löder, M., Gerds G. (2016). Dangerous hitchhikers? Evidence for potentially pathogenic *Vibrio* spp. on microplastic particles, *Marine Environmental Research*, 120, 1-8.
- Koelmans, A. A., Bakir, A., Burton, G. A., Janssen, C. R. (2016). Microplastic as a vector for chemicals in the aquatic environment: critical review and model-supported reinterpretation of empirical studies. *Environmental science & technology*, 50(7), 3315-3326.
- Koelmans, A. A., Nor, N. H. M., Hermsen, E., Kooi, M., Mintenig, S. M., De France, J., (2019), "Microplastics in freshwaters and drinking water: critical review and assessment of data quality." *Water Research*, 155, 410-422.
- Kosuth, M., Mason, S. A., Wattenberg, E. V. (2018). Anthropogenic contamination of tap water, beer, and sea salt. *PloS one*, 13(4), e0194970.
- Lehner, R., Weder, C., Petri-Fink, A., Rothen-Rutishauser, B. (2019). Emergence of nanoplastic in the environment and possible impact on human health, *Environmental Science & Technology*, 53(4), 1748-1765.
- Liebezeit, G., Liebezeit E. (2014). Synthetic particles as contaminants in German beers, *Food Additives & Contaminants: Part A*, 31(9): 1574-1578.
- Mato, Y., Isobe, T., Takada, H., Kanehiro, H., Ohtake, C., Kaminuma T. (2001). Plastic resin pellets as a transport medium for toxic chemicals in the marine environment, *Environmental Science and Technology* 35(2): 318-324.
- Mendoza, L. M. R., Karapanagioti, H., Álvarez, N. R. (2018). Micro (nanoplastics) in the marine environment: Current knowledge and gaps. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 1, 47-51.
- Nelms, S. E., Galloway, T. S., Godley, B. J., Jarvis, D. S., Lindeque, P. K. (2018). Investigating microplastic trophic transfer in marine top predators. *Environmental Pollution*, 238, 999-1007.
- Neu, L., Bänziger, C., Proctor, C. R., Zhang, Y., Liu, W. T., Hammes, F. (2018). Ugly ducklings—the dark side of plastic materials in contact with potable water. *npj Biofilms and Microbiomes*, 4(1), 7.
- Park, E. J., Bae, E., Yi, J., Kim, Y., Choi, K., Lee, S. H., Park, K. (2010). Repeated-dose toxicity and inflammatory responses in mice by oral administration of silver nanoparticles. *Environmental toxicology and pharmacology*, 30(2), 162-168.
- Pauly, J. L., Stegmeier, S. J., Allaart, H. A., Cheney, R. T., Zhang, P. J., Mayer, A. G., Streck, R. J. (1998). Inhaled cellulosic and plastic fibers found in human lung tissue. *Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers*, 7(5), 419-428.
- Peng, X., Chen, M., Chen, S., Dasgupta, S., Xu, H., Ta, K., Bai, S. (2018). Microplastics contaminate the deepest part of the world's ocean. *Geochemical Perspectives Letters*, 9, 1-5.
- Prata, J. C. (2018). Airborne microplastics: Consequences to human health?. *Environmental Pollution*, 234, 115-126.

- Rafiee, M., Dargahi, L., Eslami, A., Beirami, E., Jahangiri-rad, M., Sabour, S., Amereh, F. (2018). Neurobehavioral assessment of rats exposed to pristine polystyrene nanoplastics upon oral exposure. *Chemosphere*, 193, 745-753.
- Reed, C. (2015). Dawn of the Plasticene age. *New Scientist*, 225(3006), 28-32.
- Rochman, C. M., Hoh, E., Kurobe, T., Teh, S. J. (2013). Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress. *Scientific reports*, 3, 3263.
- Rochman, C. M., Tahir, A., Williams, S. L., Baxa, D. V., Lam, R., Miller, J. T., Teh, S. J. (2015). Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Scientific reports*, 5, 14340.
- SAPEA, Science Advice for Policy by European Academies. (2018). *A Scientific Perspective on Microplastics in Nature and Society*. Berlin: SAPEA.
- Schmidt, C., Lautenschlaeger, C., Collnot, E. M., Schumann, M., Bojarski, C., Schulzke, J. D., Stallmach, A. (2013). Nano- and microscaled particles for drug targeting to inflamed intestinal mucosa—A first in vivo study in human patients. *Journal of Controlled Release*, 165(2), 139-145.
- Schwabl P., Liebmann B., Köppel S., Reiberger T., Assessment of microplastic concentrations in human stool – Preliminary results of a prospective study, *International Conference On Emerging Contaminants (EmCon) In Oslo, June 2018*.
- Sharma, S., Chatterjee, S. (2017). Microplastic pollution, a threat to marine ecosystem and human health: a short review. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(27), 21530-21547.
- Sun, J., Dai, X., Wang, Q., van Loosdrecht, M. C., Ni, B. J. (2019). Microplastics in wastewater treatment plants: Detection, occurrence and removal. *Water research*.
- Thiel, M., Luna-Jorquera, G., Álvarez-Varas, R., Gallardo, C., Hinojosa, I. A., Luna, N., Portflitt-Toro, M. (2018). Impacts of marine plastic pollution from continental coasts to subtropical gyres—fish, seabirds, and other vertebrates in the SE Pacific. *Frontiers in Marine Science*, 5(238).
- Thompson, R. C., Olsen, Y., Mitchell, R. P., Davis, A., Rowland, S. J., John, A. W., Russell, A. E. (2004). Lost at sea: where is all the plastic?. *Science*, 304(5672), 838-838.
- Viršek, M. K., Lovšin, M. N., Koren, Š., Kržan, A., Peterlin, M. (2017). Microplastics as a vector for the transport of the bacterial fish pathogen species *Aeromonas salmonicida*. *Marine pollution bulletin*, 125(1-2), 301-309.
- Waring, R. H., Harris, R. M., Mitchell, S. C., (2018). Plastic contamination of the food chain: A threat to human health?. *Maturitas*.
- Weber A., (2018). What about us? Effects of nano- and microplastics on human immune cells, *micro2018, Spain*.
- Wright, S.L., Kelly, F.J., (2017). Plastic and human health: a micro issue? *Environ. Sci. Technol.* 51 (12), 6634-6647.
- Yurtsever, M. (2018). Microplastic pollution threat in table salt that an abiotic sea product. *Su Ürünleri Dergisi*, 35(3), 243-249.
- Yurtsever, M., Balcı S.Z., (2018). Steril Alanlar Ne Kadar Steril? Mikro-Nanoplastik Kirliliği, 4th. National Environmental Management Symposium In Health Organizations, İstanbul.
- Yurtsever, M., Yurtsever, U. (2019). Use of a convolutional neural network for the classification of microbeads in urban wastewater, *Chemosphere*, 216, 271-280.
- Zalasiewicz, J., Waters, C. N., do Sul, J. A. I., Corcoran, P. L., Barnosky, A. D., Cearreta, A., McNeill, J. R. (2016). The geological cycle of plastics and their use as a stratigraphic indicator of the Anthropocene. *Anthropocene*, 13, 4-17.
- Zettler, E. R., Mincer, T. J., Amaral-Zettler, L. A. (2013). Life in the “plastisphere”: microbial communities on plastic marine debris. *Environmental science & technology*, 47(13), 7137-7146.



DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE SU ÜRÜNLERİ ÜRETİMİNDE İSTATİSTİKİ DURUM

Statistical Situation of Fishery and Aquaculture Production in World and Turkey

Abdulselam GÜN^{1*}, Volkan KIZAK²

¹Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Elazığ

²Munzur Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Bölümü, Tunceli

*E-posta: agun72@hotmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış Tarihi: 18/10/2019

Kabul Tarihi: 26/12/2019

ARTICLE INFO

Received: 18/10/2019

Accepted: 26/12/2019

Anahtar Kelimeler:

Balıkçılık
Su ürünleri yetiştiriciliği
Üretim istatistikleri

Keywords:

Fishery
Aquaculture
Production statistics

Öz

Dünya çapında aşırı avcılık baskısı ve bilinçsiz avcılık yöntemleri nedeniyle avcılık su ürünleri üretimi olumsuz yönde etkilenmektedir. Doğal balık stokları üzerindeki baskının azaltılması, ucuz ve bol protein ihtiyacının karşılanmasında su ürünleri yetiştiriciliği önemini arttırmaktadır. Dünyada avcılık yoluyla su ürünleri üretimi son yıllarda kayda değer artış göstermezken, yetiştiricilik yoluyla su ürünleri üretiminde önemli oranda artış olduğu görülmektedir. Dünya denizlerinde 2010 yılında avcılık yolu ile elde edilen su ürünleri miktarı 77,8 milyon ton iken (bu rakamlara su bitkileri ve deniz memelileri dahil değildir), 2016 yılında sadece 79,2 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye’de denizlerden ve iç sulardan elde edilen balık ve diğer su ürünleri toplam avcılık miktarları 2000 yılında 503.289 ton iken, 2017 yılında 354.318 tona gerilemiştir. Dünyada 2010 yılında 59,1 milyon ton olan yetiştiricilik üretim miktarı 2016 yılında 80 milyon tona ulaşarak, 2010 yılına oranla % 33 oranında bir artış göstermiştir. Türkiye’de 2000 yılında toplam yetiştiricilik miktarı 79.031 ton olarak gerçekleşirken, bu oran 2017 yılında 276.502 ton olarak gerçekleşmiştir. Sürdürülebilir bir balıkçılık için avlanabilecek balık miktarında en üst seviyeye ulaşıldığı tahmin edilirken, su ürünleri yetiştiriciliğinin dünya çapında giderek önem kazandığı yıldan yıla artan üretim miktarlarından görülmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliği, Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından dünyada en hızlı büyüyen gıda üretim sektörü olarak belirlenmiştir. Bu derleme çalışmasının amacı, Dünyada ve Türkiye’de su ürünleri üretiminin genel durumu hakkında bilgi vermektir.

Abstract

Capture production is adversely affected due to excessive fishery pressure and unconscious fishery methods in worldwide. Aquaculture seems to be unrivaled in the future for reducing pressure on natural stocks and maintaining the need for cheap and abundant protein. While the production of fishery in the world has not increased significantly in recent years, it is seen that there is a significant increase in aquaculture production. The amount of capture production in the world's seas was 77.8 million tons in 2010 (these numbers do not include aquatic plants and marine mammals), but it did not change much in 2016, was only 79.2 million tons. Turkey's capture production from marine and inland waters was 503.289 tons in the year 2000, while the total amount of capture declined to 354.318 tons in 2017. The amount of aquaculture production in the world, which was 59.1 million tons in 2010, reached 80 million tons in 2016 and increased by 33% compared to 2010. The total amount of aquaculture production in Turkey was realized as 79.031 tonnes in 2000 and this production has been risen to 276.502 tonnes in 2017. While it is estimated that the maximum amount of fish that can be caught for sustainable fishing is reached highest level, it is seen that production of aquaculture is increasing from the year of year in worldwide. Aquaculture has been identified by the Food and Agriculture Organization (FAO) as the fastest growing food production sector in the world. The aim of this review is to give information about the general status of fishery and aquaculture production in the world and Turkey.

Atf bilgisi/Cite as: Gün A., Kızak V., 2019. Dünyada ve Türkiye’de su ürünleri üretiminde istatistiki durum. Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 5(2), 25-36.

GİRİŞ

Bütün dünyada artan nüfusun bir etkisi olarak mevcut kaynakların etkin ve verimli kullanımı gitgide zorunlu hale gelmektedir. Dünyanın dörtte üçünü oluşturan sucul ekosistemlerden gıda üretimi en önemli kaynaklardan biri olarak görülmektedir. Dünya genelinde avcılık yöntemiyle balıkçılık üretiminde son 10 yılda kayda değer bir artış görülmemektedir ve sürdürülebilir üretimin 100 milyon tonu geçmeyeceği kabul edilmektedir. Buna karşın, yetiştiricilik ile su ürünleri üretiminde sürekli bir artış söz konusudur (Çakmak ve ark., 2011).

Su ürünleri üretimi genel olarak avcılık ve yetiştiricilik olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Son yıllarda avcılık yolu ile yapılan balıkçılığın toplam üretim içindeki payı azalırken, yetiştiricilik yoluyla yapılan üretim miktarı hızla artmaktadır. Bunun en önemli nedeni denizlerden avcılık yolu ile elde edilebilecek ürün miktarının daha fazla arttırılmamasıdır. Sürdürülebilir bir balıkçılık için avlanabilecek balık miktarında en üst seviyeye ulaşıldığı tahmin edilirken (Yiğit ve ark., 2011), su ürünleri yetiştiriciliğinin dünya çapında giderek önem kazandığı yıldan yıla artan üretim miktarlarından görülmektedir.

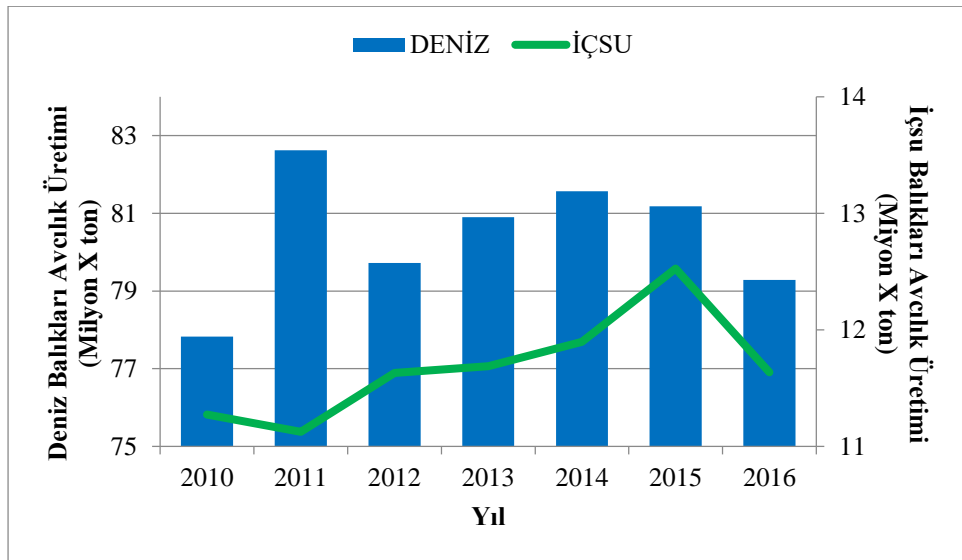
Dünyada ve Türkiye’de Su Ürünleri Üretimi

Dünyada ve Türkiye’de avcılık yoluyla su ürünleri üretimi son yıllarda kayda değer artış göstermezken, yetiştiricilik yoluyla su ürünleri üretiminde önemli oranda artış olduğu tespit edilmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliği, FAO tarafından dünyada en hızlı büyüyen gıda üretim sektörü olarak belirlenmiştir ve dünyanın hemen her bölgesinde gelişme kaydetmektedir (Subasinghe ve ark., 2009). Dünya genelinde su ürünleri üretimi, hayvansal üretim sektörleri içinde en yüksek oran olarak yılda ortalama %8,8 oranında büyümektedir. Çin Halk Cumhuriyeti, dünyanın en büyük su ürünleri üreticisidir ve Asya ülkeleri toplamda dünya su ürünleri üretiminin yaklaşık %90’ını sağlamaktadır. FAO’ya göre gelişmekte olan ülkeler 1970 yılında su ürünleri üretiminin %59’unu sağlarken, bu rakam 2002 yılında %90’a ulaşmıştır. 2030 yılında 85 milyon ton gıda olarak su ürünleri üretimi tahmin edilmektedir (Tatlıdil ve ark., 2009). FAO 2016 yılı verilerine göre avcılık ve yetiştiricilik yoluyla elde edilen üretim miktarları karşılaştırıldığında, Asya kıtasının hem yetiştiricilik hem de avcılık yolu ile elde edilen su ürünleri üretiminde önde geldiği görülmektedir (FAO, 2018a).

Dünyada ve Türkiye’de Su Ürünleri Avcılık Miktarları

Dünya Su Ürünleri Avcılık Miktarları

2010-2016 yılları arasında gerçekleşen dünya avcılık verileri incelendiğinde (Şekil 1), dünya denizlerinde 2010 yılında avcılık yolu ile elde edilen su ürünleri miktarı 77.828.396 ton iken (bu rakamlara su bitkileri ve deniz memelileri dahil değildir), artan nüfus ile beraber bu rakam 2016 yılında çok değişmemekle birlikte sadece 79.288.046 ton olarak gerçekleşmiştir (FAO, 2018a).



Şekil 1. 2010 – 2016 yılları arası dünya denizleri ve iç sularında yapılan avcılık miktarları (ton) (FAO, 2018). Üretim rakamlarına su bitkileri ve deniz memelileri dahil değildir.

Dünya geneli iç sulardaki avcılık miktarlarına bakıldığında 2010 yılında 11.271.565 ton iken, 2016 yılında 11.635.500 ton olarak gerçekleşmiştir. Şekil 1'de yer alan deniz ve iç su toplam verilerine bakıldığında 2010 yılında toplam avcılık miktarı 89.099.961 ton olarak gerçekleşirken bu oran 2016 yılında 90.923.545 ton olarak gerçekleşmiştir. Dünya nüfusunun artış hızı dikkate alındığında Dünya genelinde 2010 ile 2016 yılları arasında gerçekleşen avcılık miktarlarında bir azalmadan ziyade durağanlık olduğu görülmektedir. Dünya Avcılık üretiminin, nispeten durağanlık gösterdiği 1980'li yıllardan beri, toplam deniz avcılığı, 2015'de 81.2 milyon ve 2016'da ise 79.3 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Peru ve Şili tarafından avlanan ve son derece dalgalanmalı bir seyir gösteren hamsi (*Engraulis ringens*) avında, El Nino kasırgası etkisiyle 1.1 milyon ton düşüş olduğu bildirilmektedir. (FAO, 2018b). Avcılık miktarının azalmasında iklimsel faktörlerin etkisi yanında, ülkelere göre uygulanan kota farklılıkları, yasaklamalar ve düzenlemeler, av araç gereçlerinin kısıtlanması gibi etkenler de söz konusudur.

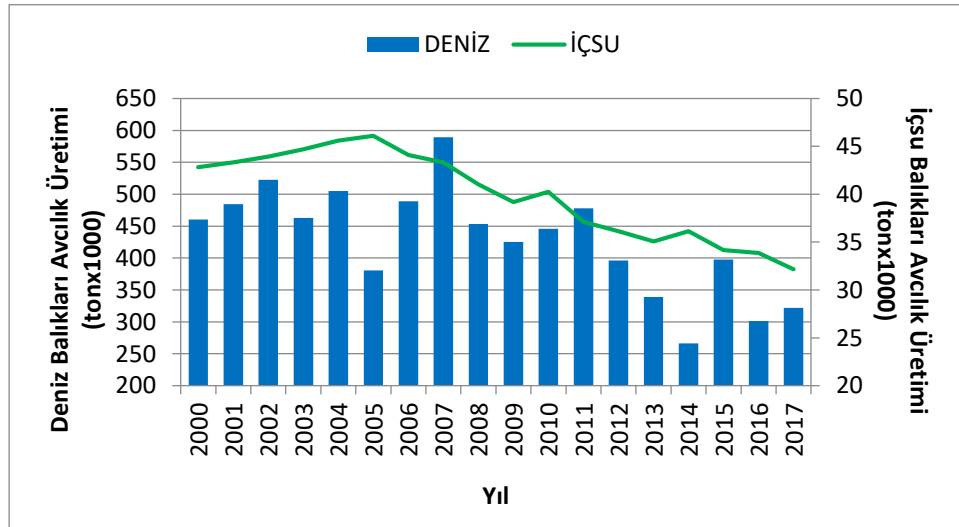
Çizelge 1. 2010 – 2016 yılları arası dünyada bazı tatlı su balık gruplarına göre avcılık miktarları (ton) (FAO, 2018)

Bazı Tatlı Su Balık Gruplarına Göre Dünya Avcılık Miktarı (Ton)							
Yıl	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Çeşitli tatlı su balıkları	7 490 713	7 384 513	7 605 349	7 755 751	7 770 835	7 870 072	7 961 131
Sazan ve diğer Cyprinidler	1 330 466	1 234 689	1 518 986	1 455 797	1 557 979	1 517 672	1 594 184
Somon, alabalık, gümüş balığı	979 660	1 125 254	972 506	1 191 777	949 228	1 102 984	937 470
Tilapia ve diğer çikletler	773 529	780 738	706 650	697 625	725 359	709 855	787 470

Dünyada bazı tatlı su balık gruplarında avcılık miktarları 2010–2016 yılları arasında ciddi bir değişiklik göstermemiştir (FAOa, 2018) (Çizelge 1). Büyük çoğunluğu Asya'da bulunan 16 ülke, 2016 yılında iç sularda avcılığın yaklaşık olarak yüzde 80'lik bölümünü gerçekleştirmiştir. İç su balıkçılığı üretiminin sürekli olarak artma eğilimi göstermesinin yanıltıcı olabileceği, bu artışın sadece üretim artışından değil, bir nebze ülkelerin iyileştirilmiş av kayıtlarından ileri geldiği bildirilmektedir (FAOb, 2018). 2010 yılında avcılık yolu ile elde edilen çeşitli tatlı su balıkları miktarları 7.490.713 ton iken, 2016 yılında 7.961.131 ton olarak gerçekleşmiştir. Çeşitli tatlı su balıklarının avcılık miktarlarındaki artış, stokların ciddi bir av baskısı ile karşı karşıya kalabileceğini göstermektedir. Somon, Alabalık ve Gümüş balığı avcılık miktarlarında yıllara göre periyodik olarak azalma ve artışlar söz konusudur.

Türkiye Su Ürünleri Avcılık Miktarları

Türkiye denizlerinde 2000 yılında avcılık yolu ile elde edilen su ürünleri miktarı 460.521 ton iken, 2017 yılında 322.173 tona gerilemiştir (TÜİK, 2018) (Şekil 2).



Şekil 2. 2000 – 2017 yılları arası Türkiye deniz ve iç sularda yapılan avcılık miktarları (ton) (TÜİK, 2018)

Türkiye geneli iç sulardaki avcılık miktarları 2000 yılında 42.824 ton iken, 2017 yılında 32.145 tona gerilemiştir. 2000 yılında toplam avcılık miktarı 503.345 ton olarak gerçekleşirken, bu oran 2017 yılında 354.318 tona gerilemiştir (Şekil 2, Çizelge 2). Gerek denizlerimizde gerekse de iç sularımızda avcılık yoluyla üretimde ciddi azalmaların olduğu görülmektedir.

Çizelge 2. 2000 – 2017 yılları arası Türkiye denizlerinde ve iç sularında avcılığı yapılan balık ve diğer su ürünleri miktarları (ton) (TÜİK, 2018).

Yıllar	DENİZ (Ton)			İÇ SU (Ton)			TOPLAM (Ton)
	Balıklar	Diğer	Toplam	Balıklar	Diğer	Toplam	
2000	441.634	18.831	460.465	39.474	3.350	42.824	503.289
2001	464.987	19.230	484.217	39.215	4.108	43.323	527.540
2002	493.446	29.298	522.744	39.209	4.729	43.938	566.682
2003	416.126	46.948	463.074	39.873	4.825	44.698	507.772
2004	456.752	48.145	504.897	40.586	4.999	45.585	550.482
2005	334.248	46.133	380.381	42.630	3.485	46.115	426.496
2006	409.945	79.021	488.966	40.990	3.092	44.082	533.048
2007	518.201	70.928	589.129	40.213	3.108	43.321	632.450
2008	395.660	57.453	453.113	38.553	2.458	41.011	494.124
2009	380.636	44.410	425.046	35.604	3.583	39.187	464.233
2010	399.656	46.024	445.680	36.458	3.801	40.259	485.939
2011	432.246	45.412	477.658	34.328	2.769	37.097	514.755
2012	315.637	80.686	396.323	33.787	2.333	36.120	432.443
2013	295.168	43.879	339.047	32.281	2.793	35.074	374.121
2014	231.058	35.019	266.077	33.263	2.871	36.134	302.211
2015	345.765	51.966	397.731	32.376	1.800	34.176	431.907
2016	263.725	37.739	301.464	31.509	2.347	33.856	335.320
2017	269.677	52.496	322.173	29.773	2.372	32.145	354.318

TÜİK'nun 2000-2017 yılları arasında Türkiye su ürünleri verilerine göre (Çizelge 2), denizlerden ve iç sulardan elde edilen balık ve diğer su ürünleri avcılık miktarlarında düşüşler meydana gelmiştir. 2000 yılında Türkiye'de denizlerden avcılık yolu ile elde edilen balık ve diğer su ürünleri toplam miktarları 460.465 ton iken, 2017 yılında 322.173 ton olarak gerçekleşmiştir. İç sularda ise üretim miktarları 42.824 tondan 32.145 tona gerilemiştir. Avcılık yoluyla üretim miktarlarının bu denli azalmasında bilinçsiz ve aşırı avcılığın balık stoklarına zarar vermesi, balık üreme alanlarının tahrip edilmesi, küresel ısınma, çevre kirliliği gibi birçok faktör söz konusu olabilir.

Çizelge 3. 2000 – 2017 yılları arası Türkiye iç sularında bazı türlerdeki avcılık miktarları (ton) (TÜİK, 2018)

Yıl	Bazı Tath Su Balığı Türlerine Göre Türkiye Avcılık Miktarı (Ton)								
	Alabalık	İnci Kefali	Sazan	Gümüş	Siraz	Yayın	Turna	Kefal	Kerevit
2000	277	15654	14137	1583	1124	1019	224	698	1681
2001	364	15848	12265	1685	1009	813	192	710	1634
2002	352	14930	12965	1733	918	987	217	659	1894
2003	393	14215	13820	1826	1013	912	237	738	2183
2004	352	14259	13451	2107	1027	897	253	820	2317
2005	376	14103	13718	5248	971	804	249	830	809
2006	374	11978	12116	6677	967	1245	279	948	797
2007	550	11623	12286	6540	985	1293	242	927	816
2008	630	11758	11625	6630	993	1275	213	1023	783
2009	557	10685	10964	6184	891	1193	197	970	734
2010	738	11382	12058	4438	962	1178	228	1512	1030
2011	518,5	9167,7	9998,1	6705,2	923,8	946,1	238,2	1325,3	609,6
2012	444	9621	9973	3608,5	812,5	816	215	1138	492
2013	437,5	8600	8276,6	5012,3	735,5	617,9	213,2	1094,4	532,1
2014	431	8310	8036	6471	706	629	240	1192	582

Çizelge 3. 2000 – 2017 yılları arası Türkiye iç sularında bazı türlerdeki avcılık miktarları (ton) (TÜİK, 2018) (Devam)

2015	371	8850	7223	4930	695	549	203	1161	532
2016	374	9950	4736	4640	708	512	226	1136	544
2017	309	9830	3543	4892	757	387	195	1424	669

Türkiye’de bazı tatlı su balık gruplarında avcılık miktarları 2000–2017 yılları arasında farklılıklar göstermemiştir (TÜİK, 2018) (Çizelge 3). 2000 yılında avcılık yolu ile elde edilen İnci Kefali miktarları 15654 ton iken, 2017 yılında 9830 ton olarak gerçekleşmiştir. İç su balıkları toplam avcılığının yaklaşık %25’i inci kefalinden sağlanmaktadır. Buna rağmen, bu türün kapalı ve sınırlı bir havzada neslini sürdürüyor olması ve sık sık insan kaynaklı müdahalelere maruz kalması, popülasyonun devamlılığı açısından her zaman olumsuz sonuçlar doğurma potansiyeline sahiptir (Şen ve ark., 2015).

2000–2017 yılları arasında Alabalıktaki artışın özellikle iç sularda kafes yetiştiriciliği yapan işletmelerden kaçan balıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. İnci Kefali, Sazan, Siraz, Yayın balığı, Turna ve Kerevit avcılık miktarlarında da azalma sözkonusudur. Avcılık miktarına göre ilk üç sırada yer alan inci kefali, sazan ve gümüş balıklarının yıllara bağlı olarak ticari av miktarlarında düşüş görülmektedir. Son yıllarda, üreme dönemi avcılığının da yasaklanmasının üretim miktarındaki bu düşüşte etkili olduğu belirtilmektedir. Bununla birlikte, asıl problemin aşırı avcılık olmadığı, inci kefalinin uygun üreme alanlarının tahrip veya yok edilmesinin en önemli etken olduğu bildirilmektedir (Elp ve ark., 2006).

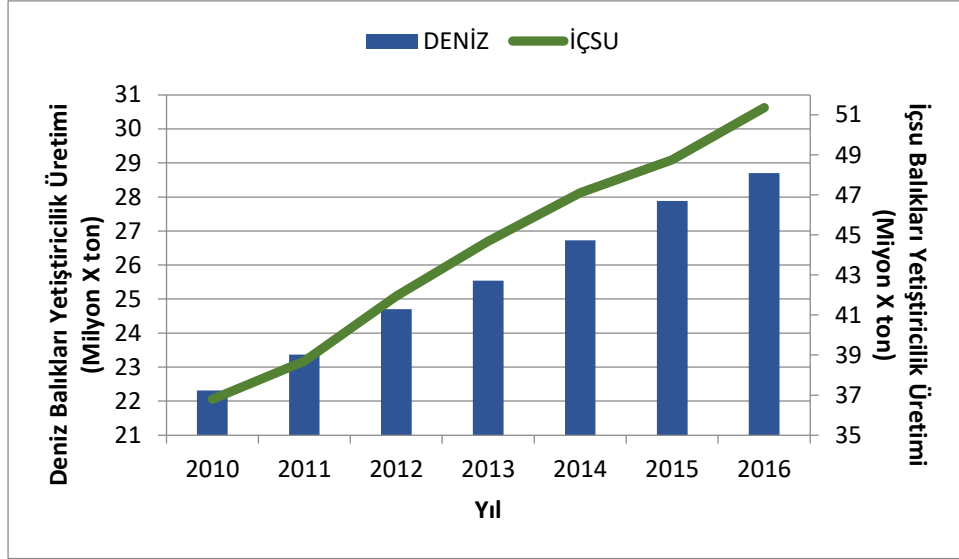
Dünya ve Türkiye Su Ürünleri Yetiştiricilik Miktarları

Dünya Su Ürünleri Yetiştiricilik Miktarları

2010 - 2016 yılları arasında, dünya deniz ve iç sulardaki yetiştiricilik hacmi yılda ortalama 4 milyon ton artmıştır (FAO, 2018a). 2010 yılında 59.1 milyon ton olan yetiştiricilik üretim miktarı 2016 yılında 80 milyon tona ulaşarak, 2010 yılına oranla % 33 oranında bir artış göstermiştir (Şekil 3). Bu durumun en önemli nedeni artan gıda talebidir. Gıda ihtiyacı yılda ortalama %3.2 oranında artarak %1.6 olan dünya nüfusunun artış oranını ikiye katlamıştır. Bu nedenle, su ürünleri yetiştiriciliğindeki istikrarlı büyüme şaşırtıcı görünmemektedir. Bu büyümede etkili olan diğer faktörler; şehirleşme ve artan gelir düzeyi olarak değerlendirilmektedir (FAO, 2018a).

Su ürünleri üretimi iç su ve deniz ürünleri yetiştiriciliği olarak sınıflandırılmaktadır. 1980 yılında iç sularda ve denizlerde yapılan üretim (2.35 milyon ton) aynı seviyede iken iç sularda yıllar itibari ile üretim giderek artmış ve denizlerde yapılan yetiştiriciliği geride bırakmıştır. Dünya iç su ve deniz yetiştiricilik üretimi arasındaki fark 2010 yılında yaklaşık 14 milyon ton iken, 2016 yılında 23 milyon ton olmuştur (FAO, 2018a).

Doğal stokların giderek azalması, dünya çapında hızla artan nüfusun protein ihtiyacının karşılanmasında kültür balıkçılığının önemini artırmıştır. Hali hazırda küresel su üretiminin büyük bir kısmı yetiştiricilikle sağlanmakta olup uzun vadede yetiştiricilik sektörünün üretim bakımından avcılık sektörünü geçmesi beklenmektedir. Toplam su ürünleri üretimine baktığımızda (Şekil 1 ve Şekil 3), avlanan su ürünleri miktarı artmazken, yetiştiricilik üretimlerinin yıllar içinde daha fazla arttığı görülmektedir.



Şekil 3. 2010 – 2016 yılları arası dünya denizleri ve iç sularında yapılan yetiştiricilik miktarları (ton) (FAO, 2018). Üretim rakamlarına su bitkileri ve deniz memelileri dahil değildir.

2010-2016 yılları arasında dünya deniz ve iç su yetiştiricilik verilerine bakıldığında (Şekil 3), dünya denizlerinde 2010 yılında yetiştiricilik yolu ile elde edilen su ürünleri miktarı 22.310.734 ton iken (bu rakamlara su bitkileri ve deniz memelileri dahil değildir), bu miktar 2016 yılında 28.703.601 ton olarak gerçekleşmiştir (FAO, 2018a). Yine dünya geneli iç sulardaki yetiştiricilik miktarlarına bakıldığında 2010 yılında 36.790.052 ton iken, 2016 yılında 51.368.288 ton olarak gerçekleşmiştir. Deniz ve iç su yetiştiricilik toplam verilerine bakıldığında 2010 yılında toplam yetiştiricilik miktarı 59.100.786 ton olarak gerçekleşirken, bu oran 2016 yılında 80.071.894 ton olarak gerçekleşmiştir. Bu miktarlar dünya genelinde hem denizlerde hem de iç sularda elde edilen su ürünleri miktarlarında önemli bir artış olduğunu göstermektedir. 2010-2016 yılı iç sularda yapılan balık yetiştiriciliği miktarı, tüm dünyadaki su ürünleri yetiştiriciliğinin önemli bir bölümünü karşılayacak konuma gelmiştir.

Çizelge 4. 2008 – 2016 yılları arası dünyada bazı tatlı su balığı türlerine göre yetiştiricilik miktarları (ton) (FAO, 2018).

Yıl	Bazı Tatlı Su Balığı Türlerine Göre Dünya Yetiştiricilik Miktarı (Ton)					
	Ot Sazanı	Gümüş Sazanı	Sazan	Nil Tilapiyası	Atlantik Somonu	Gökkuşluğu Alabalığı
2008	3 797 977	3 792 346	2 974 495	2 061 577	1 451 267	673 741
2009	4 184 455	4 100 488	3 145 844	2 240 349	1 451 635	751 395
2010	4 362 251	4 099 666	3 420 657	2 537 445	1 437 052	752 128
2011	4 659 697	4 130 258	3 496 865	2 809 802	1 735 389	792 588
2012	5 017 622	4 193 252	3 752 683	3 259 825	2 074 398	883 390
2013	5 228 327	4 598 429	3 968 053	3 424 404	2 093 986	816 631
2014	5 538 992	4 967 866	4 160 957	3 676 911	2 348 067	796 088
2015	5 839 349	5 124 258	4 329 150	3 953 211	2 381 579	751 662
2016	6 068 015	5 300 736	4 556 622	4 199 567	2 247 759	814 091

Dünyada bazı tatlı su balığı türlerine göre yetiştiricilik miktarları 2008–2016 yılları arasında ciddi bir artış göstermiştir (FAO, 2018a) (Çizelge 4). 2008 yılında yetiştiricilik yolu ile elde edilen Ot Sazanı miktarı 3.797.977 ton iken, 2016 yılında 6.068.015 ton olarak gerçekleşmiştir. 2008 yılında yetiştiricilik yolu ile elde edilen Gökkuşluğu Alabalığı miktarı 673.741 ton iken, 2016 yılında 814.091 ton olarak gerçekleşmiştir. 2008-2016 yılları arasında dünya genelinde Ot Sazanı, Gümüş Sazanı, Sazan, Nil Tilapiyası, Atlantik Somonu ve Gökkuşluğu Alabalığı yetiştiriciliği miktarlarındaki artış dikkat çekicidir.

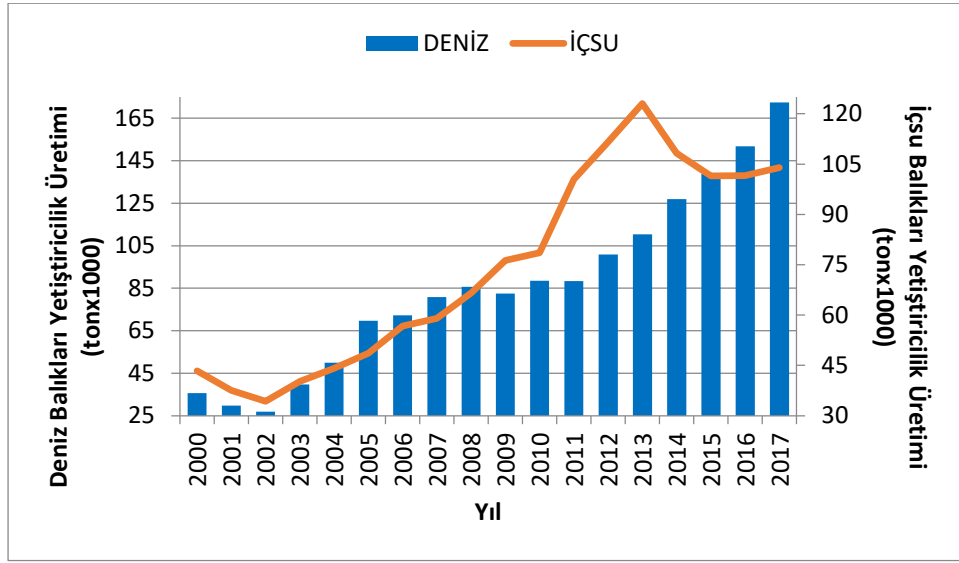
Türkiye Su Ürünleri Yetiştiricilik Miktarları

Su ürünleri, Türkiye tarım sektörünün dört alt sektöründen birisi olup insan beslenmesine katkısı, sanayi sektörüne hammadde sağlaması, istihdam imkanı oluşturması ve yüksek ihracat potansiyeline sahip bulunması

gibi göstergelerden dolayı önemli bir konuma sahiptir. Türkiye su ürünleri 1984'ten beri her yıl %11'in üzerindeki büyümeyle, gıda sektörleri arasında en hızlı büyüyen ve gelişen sektör olmuştur (Arda, 2014).

Son yıllarda Türkiye'de su ürünleri yetiştiriciliği gelişen teknoloji ve ekonomik büyümeye paralel olarak bir ivme kazanmış durumdadır. Avcılık üretimindeki azalma sonucunda da yetiştiriciliğin önemi her geçen gün artmaktadır. Su ürünleri yetiştiricilik çalışmaları ilk önce iç sularda başlamış, daha sonra yerini deniz ortamlarına bırakmış, ekonomik yetiştirme yöntemlerinin saptanması ve uygulanması ile de girişim boyutundaki çalışmalar sektörel yapıya kavuşmuştur. İlk yıllarda yetiştiriciliği daha kolay olan sazın yetiştiriciliğine yönelme olmuşsa da, bugün ekonomik değeri yüksek olan alabalık, çipura ve levrek türlerinin yetiştiriciliğine geçilmiştir (Aydın ve Sayılı, 2009).

Türkiye geneline bakıldığında yıllar itibarıyla denizlerden avcılık yoluyla elde edilen su ürünleri üretim miktarının giderek azalırken (Şekil 2), gerek deniz gerekse de iç sulardaki yetiştiricilik miktarının artmakta (Şekil 4) olduğu dikkat çekmektedir. Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de su ürünleri yetiştiriciliğinde iç sularda yapılan yetiştiricilikten sağlanan üretim miktarının toplam üretimde önemli bir paya sahip olduğu Şekil 4'de görülmektedir.



Şekil 4. 2000 – 2017 yılları arası Türkiye denizleri ve iç sularında yapılan yetiştiricilik miktarları (ton) (TÜİK, 2018).

Türkiye'de 2000 yılında denizde yetiştiricilik yolu ile elde edilen su ürünleri miktarı 35.646 ton iken, bu miktar 2017 yılında 172.492 ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2018) (Çizelge 8). Yine Türkiye geneli iç sulardaki yetiştiricilik miktarlarına bakıldığında 2000 yılında 43.385 ton iken, 2017 yılında 104.010 ton olarak gerçekleşmiştir. Şekil 4'de yer alan deniz ve iç su toplam verilerine bakıldığında 2000 yılında toplam yetiştiricilik miktarı 79.031 ton olarak gerçekleşirken, bu oran 2017 yılında 276.502 ton olarak gerçekleşmiştir. Bu miktarlar Türkiye genelinde hem denizlerde hem de iç sularda yetiştiricilik yolu ile elde edilen su ürünleri miktarlarında ciddi bir artma olduğunu göstermektedir. 2000-2017 yılı yetiştiricilik verilerine göre denizlerde yapılan balık yetiştiriciliği miktarı, Türkiye'deki su ürünleri yetiştiriciliğinin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır.

Çizelge 5. 2000 – 2017 yılları arası Türkiye su ürünleri üretim, ihracat, ithalat ve tüketim miktarları (ton) (TÜİK, 2018).

Yıllar	Üretim (ton)	İhracat (ton)	İthalat (ton)	Tüketim (ton)		Değerlendirile - meyeyen (ton)	Kişi Başına Tüketim (kg)
				İç tüketim	Bal. un/yağ*		
2000	582.376	14.533	44.230	538.764	71.000	2.309	8,0
2001	594.977	18.978	12.971	517.832	62.755	8.383	7,5
2002	627.847	26.860	22.532	466.289	156.000	1.230	6,7
2003	587.715	29.937	45.606	470.131	120.000	13.253	6,7
2004	644.492	32.804	57.694	555.859	105.000	8.523	7,8
2005	544.773	37.655	47.676	520.985	30.000	3.809	7,2
2006	661.991	41.973	53.563	597.738	60.000	15.843	8,2
2007	772.323	47.214	58.022	604.695	170.000	8.436	8,6

Çizelge 5. 2000 – 2017 yılları arası Türkiye su ürünleri üretim, ihracat, ithalat ve tüketim miktarları (ton) (TÜİK, 2018). (Devam)

2008	646.310	54.526	63.222	555.275	95.742	3.989	7,8
2009	622.962	54.354	72.686	545.368	90.211	5.715	7,6
2010	653.080	55.109	80.726	505.059	168.073	5.565	6,9
2011	703.545	66.738	65.698	468.040	228.709	5.756	6,3
2012	644.852	74.007	65.384	532.347	94.201	9.682	7,1
2013	607.515	101.063	67.530	479.708	87.896	6.378	6,3
2014	537.345	115.682	77.545	420.361	73.667	5.180	5,5
2015	672.241	121.053	110.761	479.741	176.138	6.070	6,1
2016	588.715	145.469	82.074	426.085	93.096	6.139	5,4
2017	630.820	156.681	100.444	441.573	130.917	2.093	5,5

*Balık unu ve yağı fabrikalarında işlenen miktar.

2000-2017 yılları arasında Türkiye’de gerçekleşen üretim, ihracat, ithalat, tüketim ve kişi başına düşen miktar verileri incelendiğinde (Çizelge 5), Türkiye’de 2000 yılında toplam üretim 582.376 ton olarak gerçekleşmiş, bunun 14.533 tonu ihraç edilmiş, 538.764 tonu iç tüketimde kullanılmış, 71.000 ton balık unu ve yağ fabrikalarında işlenmiş, 2.309 tonu değerlendirilememiş ve 44.230 ton su ürünleri ithal edilmiş, kişi başına düşen tüketim miktarı 8.0 kg olarak tespit edilmiştir. 2017 yılında ise toplam üretim 630.820 ton olarak gerçekleşmiş, bunun 156.681 tonu ihraç edilmiş, 441.573 tonu iç tüketimde kullanılmış, 130.917 ton balık unu ve yağ fabrikalarında işlenmiş, 2.093 tonu değerlendirilememiş ve 100.444 ton su ürünleri ithal edilmiş, kişi başına düşen tüketim miktarı 5.5 kg’a gerilemiştir. Protein ihtiyacının karşılanabileceği zengin balık kaynakları olmasına rağmen, halkın balık tüketim alışkanlığı yaygın olmadığı için Türkiye bu kaynaktan yeterince faydalanamamaktadır (Anonim, 2018).2000-2017 yılları arasında Türkiye’de üretimin artmasına paralel olarak ihraç edilen miktarlarda önemli artışlar yaşanmıştır. Yıllar bazında ithal edilen su ürünleri miktarında da artış vardır. İç tüketimde kullanılan miktarda düşüş görülürken, balık unu ve yağ fabrikalarında işlenen su ürünleri miktarında bir artış söz konusudur. Değerlendirilemeyen oran da ise önemli bir değişiklik yaşanmamıştır.

Çizelge 6. Türkiye su ürünleri yetiştiricilik tesislerinin kapasitelerine göre dağılımları (ton) (BSGM, 2018).

Grup	Kapasite Grubu (ton)	Tesis Sayısı (adet)	Toplam Proje Kapasitesi (ton/yıl)
Deniz	0-50	173	3.939
	51-100	17	1.415
	101-250	18	3.324
	251-500	68	23.368
	501-1000	71	61.524
	1001>	80	160.870
	TOPLAM		427
İç su	0-50	1.352	21.497
	51-100	108	9.460
	101-250	175	35.164
	251-500	118	51.689
	501-1000	125	108.209
	1001>	3	7.400
	TOPLAM		1.881
Deniz + İç su	0-50	1.525	25.436
	51-100	125	10.875
	101-250	193	38.488
	251-500	186	75.057
	501-1000	196	169.733
	1001>	83	168.270
	TOPLAM		2.308

Devlet teşviklerinin de yardımıyla yetiştiricilik yoluyla denizlerde ve iç sularımızda kültür balıkçılığı üretimi yapan tesis sayısı her geçen gün artmaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü’nün verilerine göre (Çizelge 6), Türkiye’de 2018 yılı itibarıyla denizlerde yetiştiricilik yapan tesislerin sayısı 427 ve bunların toplam kapasiteleri 254.440 ton/yıl olarak verilmiştir (BSGM, 2018). Aynı şekilde iç sularda

yetiştiricilik yapan tesislerin sayısı 1.881 ve bunların toplam kapasiteleri 233.419 ton/yıl olarak verilmiştir. Türkiye’de 2018 yılı itibariyle denizlerde ve iç sularda yetiştiricilik yapan toplam tesis sayısı 2.308 ve bunların toplam kapasiteleri 487.859 ton/yıldır..

Çizelge 7. 2000 – 2017 yılları arası Türkiye deniz ve iç su yetiştiricilik miktarları ve toplamdaki payları (ton) (TÜİK, 2018).

Yıllar	Yetiştiricilik Üretimi				TOPLAM (ton)
	Deniz (ton)	Toplamdaki Payı (%)	İç su (ton)	Toplamdaki Payı (%)	
2000	35.646	45,1	43.385	54,9	79.031
2001	29.730	44,2	37.514	55,8	67.244
2002	26.868	43,9	34.297	56,1	61.165
2003	39.726	49,7	40.217	50,3	79.943
2004	49.895	53,1	44.115	46,9	94.010
2005	69.673	58,9	48.604	41,1	118.277
2006	72.249	56,0	56.694	44,0	128.943
2007	80.840	57,8	59.033	42,2	139.873
2008	85.629	56,3	66.557	43,7	152.186
2009	82.481	52,0	76.248	48,0	158.729
2010	88.573	53,0	78.568	47,0	167.141
2011	88.344	46,8	100.446	53,2	188.790
2012	100.853	47,5	111.557	52,5	212.410
2013	110.375	47,3	123.018	52,7	233.393
2014	126.894	54,0	108.239	46,0	235.133
2015	138.879	57,8	101.455	42,2	240.334
2016	151.794	59,9	101.601	40,1	253.395
2017	172.492	62,4	104.010	37,6	276.502

Türkiye’de 2000 yılında denizlerde yetiştiricilik yolu ile elde edilen su ürünleri miktarı 35.646 ton ve toplamdaki payı %45.1 iken, bu miktar 2017 yılında 172.492 ton ve toplamdaki payı %62.4 olarak gerçekleşmiştir(Çizelge 7). Yine Türkiye geneli iç sulardaki yetiştiricilik miktarlarına bakıldığında, 2000 yılında 43.385 ton ve toplamdaki payı %54.9 iken, 2017 yılında 104.010 ton ve toplamdaki payı %37.6 olarak rapor edilmiştir. 2000 yılında toplam yetiştiricilik miktarı denizler için %45.1 iken, iç sular için toplamdaki payı %54.9 olarak gerçekleşmiştir. Bu oran 2017 yılında denizler için %62.4 iken iç sular için toplamdaki payı %37.6 olarak kaydedilmiştir. 2000-2017 yılı yetiştiricilik verilerine göre, denizlerde yapılan balık yetiştiriciliği miktarı Türkiye’deki su ürünleri yetiştiriciliğinin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır.

Katma Değer

Çizelge 8. 2000-2017 yılları arasında Türkiye’de avcılık ve yetiştiricilik ile elde edilen toplam su ürünleri miktarları ve değeri (ton) (TÜİK, 2018).

Yıllar	AVCILIK		YETİŞTİRİCİLİK		TOPLAM	
	Miktar (ton)	Değer (₺)	Miktar (ton)	Değer (₺)	Miktar (ton)	Değer (₺)
2000	503.345	367.840.650	79.031	139.552.950	582.376	507.393.600
2001	527.733	490.719.350	67.244	173.890.600	594.977	664.609.950
2002	566.682	630.759.100	61.165	212.248.000	627.847	843.007.100
2003	507.772	878.154.800	79.943	415.575.800	587.715	1.293.730.600
2004	550.482	1.120.965.400	94.010	520.603.300	644.492	1.641.568.700
2005	426.496	1.574.988.300	118.277	704.283.000	544.773	2.279.271.300
2006	533.048	1.706.983.000	128.943	766.229.750	661.991	2.473.212.750
2007	632.450	1.323.151.750	139.873	839.762.500	772.323	2.162.914.250
2008	494.124	1.097.178.400	152.186	850.646.080	646.310	1.947.824.480
2009	464.233	837.387.880	158.729	952.935.500	622.962	1.790.323.380
2010	485.939	1.078.515.200	167.141	1.066.778.600	653.080	2.145.293.800
2011	514.755	1.143.272.172	188.790	1.270.028.140	703.545	2.413.300.312
2012	432.442	1.209.028.426	212.410	1.605.293.700	644.852	2.814.322.126
2013	374.121	1.188.432.525	233.394	1.704.471.151	607.515	2.892.903.676

Çizelge 8. 2000-2017 yılları arasında Türkiye’de avcılık ve yetiştiricilik ile elde edilen toplam su ürünleri miktarları ve değeri (ton) (TÜİK, 2018). (Devam)

2014	302.212	1.099.749.495	235.133	2.160.070.890	537.345	3.259.820.385
2015	431.907	1.245.020.381	240.334	2.569.208.590	672.241	3.814.228.971
2016	335.320	1.340.878.317	253.395	3.239.320.980	588.715	4.580.199.297
2017	354.318	1.535.689.774	276.502	4.049.886.200	630.820	5.585.575.974

2000 yılında avcılık yolu ile elde edilen su ürünleri miktarı 503.345 ton ve bu miktarın maddi değeri 367.840.650 TL iken, bu miktar 2017 yılında 354.318 ton ve maddi değeri 1.535.689.774 TL olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2018) (Çizelge 8). 2000 yılında yetiştiricilik yolu ile elde edilen su ürünleri miktarı 79.031 ton ve bu miktarın maddi değeri 139.552.950 TL iken, bu miktar 2017 yılında 276.502 ton ve maddi değeri 4.049.886.200 TL olarak kaydedilmiştir. Türkiye geneli avcılık ve yetiştiricilik yolu ile elde edilen su ürünleri miktarları toplamı 2000 yılında 582.376 ton olarak gerçekleşirken, bunun maddi değeri 5.585.575.974 TL olarak gerçekleşmiştir. Türkiye’de avcılık yolu ile elde edilen su ürünleri miktarında yıllar bazında önemli bir düşüş yaşanırken, maddi değer olarak ciddi bir artış söz konusudur. Türkiye’de yetiştiricilik yolu ile elde edilen su ürünleri miktarında yıllar bazında ciddi bir artış yaşanırken, maddi değer olarak çok daha büyük bir artış söz konusudur.

Çizelge 9. 2000-2017 yılları arası Türkiye toplam su ürünleri ithalat ve ihracat miktarları (ton) (TÜİK, 2018).

Yıllar	İHRACAT			İTHALAT		
	Miktar (ton)	Değer (\$)	Değer (₺)	Miktar (ton)	Değer (\$)	Değer (₺)
2000	14.533	46.374.937	28.752.958	44.230	36.647.254	22.601.314
2001	18.978	54.487.312	68.838.077	12.971	11.295.373	11.917.561
2002	26.860	96.728.389	148.444.397	22.532	18.754.783	29.392.818
2003	29.937	124.842.223	186.152.895	45.606	32.636.120	48.123.816
2004	32.804	180.513.989	258.987.885	57.694	54.240.304	77.423.079
2005	37.655	206.039.936	277.963.150	47.676	68.558.341	92.425.248
2006	41.973	233.385.315	336.723.477	53.563	83.409.842	120.592.605
2007	47.214	273.077.508	356.293.408	58.022	96.632.063	126.432.371
2008	54.526	383.297.348	505.545.565	63.222	119.768.842	154.343.337
2009	54.354	318.063.028	494.899.926	72.686	105.822.852	163.633.104
2010	55.109	312.935.016	471.459.989	80.726	133.829.563	200.395.897
2011	66.738	395.306.914	664.333.252	65.698	173.886.517	290.826.203
2012	74.006	413.917.190	744.907.572	65.384	176.402.894	317.626.975
2013	101.063	568.207.316	1.083.243.678	67.530	188.068.388	359.490.196
2014	115.381	675.844.523	1.481.211.383	77.551	198.273.838	435.691.472
2015	121.053	692.220.595	1.879.701.163	110.761	250.969.660	685.467.749
2016	145.469	790.303.664	2.398.269.090	82.074	180.753.629	548.878.092
2017	156.681	854.731.829	3.128.112.446	100.444	230.111.248	841.383.610

Türkiye’de 2000 yılında ihraç edilen su ürünleri miktarı 14.533 ton ve bunun maddi değeri 46.374.937 \$ ve 28.752.958 TL iken, bu miktar 2017 yılında 156.681 ton ve maddi değeri ise 854.731.829 \$ ve 3.128.112.446 TL olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2018) (Çizelge 9). 2000 yılında ithal edilen su ürünleri miktarı 44.230 ton ve bu miktarın maddi değeri 36.647.254 \$ ve 22.601.314 TL iken, bu miktar 2017 yılında 100.444 ton ve maddi değeri 230.111.248 \$ ve 841.383.610 TL olarak kaydedilmiştir.

Türkiye’de yetiştiricilik yolu ile elde edilen su ürünleri miktarlarının yıllar bazında sürekli artmış olması ihraç edilen su ürünleri miktarlarının da artmasına sebep olmuştur. İthal edilen su ürünleri miktarlarındaki yıllar bazındaki artış ise ihracatın gerisinde kalmıştır.

Türkiye’de Yetiştiriciliği Yapılan Mevcut Türler

Çizelge 10. 2000 – 2017 yılları arası Türkiye’de yetiştiriciliği en çok yapılan bazı balık türlerinin miktarları (ton) (TÜİK, 2018).

Yıllar	Alabalık			Çipura	Levrek
	İç su	Deniz	Toplam		
2000	42.572	1.961	44.533	15.460	17.877
2001	36.827	1.240	38.067	12.939	15.546
2002	33.707	846	34.553	11.681	14.339
2003	39.674	1.194	40.868	16.735	20.982
2004	43.432	1.650	45.082	20.435	26.297
2005	48.033	1.249	49.282	27.634	37.290
2006	56.026	1.633	57.659	28.463	38.408
2007	58.433	2.740	61.173	33.500	41.900
2008	65.928	2.721	68.649	31.670	49.270
2009	75.657	5.229	80.886	28.362	46.554
2010	78.165	7.079	85.244	28.157	50.796
2011	100.239	7.697	107.936	32.187	47.013
2012	111.335	3.234	114.569	30.743	65.512
2013	122.873	5.186	128.059	35.701	67.913
2014	107.983	5.610	113.593	41.873	74.653
2015	101.166	6.872	108.038	51.844	75.164
2016	101.297	5.716	107.013	58.254	80.847
2017	103.705	5.952	109.657	61.090	99.971

Türkiye’de bazı deniz ve tatlı su balığı türlerine göre yetiştiricilik miktarları 2000–2017 yılları arasında önemli bir artış göstermiştir (Çizelge 10) (TÜİK, 2018). Gökkuşuğu alabalığı, Çipura ve Levrek yetiştiriciliği üretimindeki artış dikkat çekicidir. Devlet tarafından verilen teşviklerin ve yurt dışından bu ürünlere olan taleplerin, bu artışta önemli etkenler olduğu düşünülmektedir.

SONUÇ

Dünyada ve Türkiye’de aşırı avcılık baskısı, bilinçsiz avcılık yöntemleri, çevre kirliliği, küresel ısınma ve öngörülemez birçok faktörden dolayı avcılık su ürünleri üretimi olumsuz yönde etkilenmektedir. Bununla birlikte, su ürünleri yetiştiriciliğinin önemi yıllar geçtikçe artmaktadır. Doğal stoklar üzerindeki baskının azaltılması, ucuz ve bol protein ihtiyacının karşılanmasında su ürünleri yetiştiriciliği gelecekte rakipsiz görünmektedir. Bu nedenle, Dünya genelinde yetiştiricilikten elde edilen su ürünleri miktarları hızla artmaktadır. Bu artış tahmin edilenin üzerinde olurken, tür çeşitliliğinde arzu edilen bir artış olmadığı görülmektedir. Yoğun üretimi yapılan türlerin pazarda doygunluk oluşturması durumunda çözüm alternatif ürünlerle piyasaya girmektir. Sürdürülebilir su ürünleri üretimin önemli unsurlarından birisi ürün çeşitliliğini arttırabilmektir. Yetiştiricilik yoluyla elde edilen tür sayısındaki artışın devam etmesi adına araştırmacıların ve sektörün su ürünleri yetiştiriciliğinde alternatif türler üzerine daha çok çalışma yapması ve yeni türleri yetiştiriciliğe kazandırmaları büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2018. Tarım ürünleri piyasaları, su ürünleri. Tagem, Temmuz 2018, Ürün No 24.
- Arda Y., 2014. Ordu Ve Trabzon İllerinde Deniz Balığı Yetiştiriciliği Yapan İşletmelerin Yapısal Analizi. Yüksek lisans tezi. Ordu Üniversitesi, Ordu.
- Aydın, O., Sayılı, M. 2009. Samsun ilinde alabalık işletmelerinin yapısal ve ekonomik analizi. GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 26: 97-107.
- BSGM, 2018. Tarım ve Orman Bakanlığı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü [https://www.tarimorman.gov.tr/BSGM/Bilgi/Dokumanlar / İstatistikler / Su Ürünleri İstatistikleri Ocak 2019](https://www.tarimorman.gov.tr/BSGM/Bilgi/Dokumanlar/Istatistikler/Su_Urunleri_Istatistikleri/Ocak_2019)
- Çakmak, E., Aksungur, N., Firdin, Ş., Aksungur, M., Çavdar, Y., Kurtoğlu, İ.Z., Başçınar, N.S., Akbulut, B., Savaş, H., Üstündağ, E., Alkan, A., Ergün, H., Ertekin, A., Zengin, B., Serdar, S., Fidan, D. ve Özkan, B., 2011. Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811)’nın Özel Sektöre Kazandırılması, Proje Sonuç Raporu Kitabı, TAGEM/HAYSÜD/2006/ 09/03/02, Trabzon, 147 s.

- Elp, M., Şen, F., Çetinkaya, O., 2006. Van Gölü Havzası Su Kaynaklarında Yaşayan Balık Populasyonlarının Karşılaştığı Problemler ve Çözüm Yolları. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 23 (1/3): 407-412.
- FAO, 2018a. FAO Yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2016.
- FAO, 2018b. Dünyada Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliğinin Durumu. <http://www.fao.org/3/CA0191TR/ca0191tr.pdf> Aralık 2019.
- Subasinghe, R., Soto, D., Jia, J., 2009. Global aquaculture and its role in sustainable development. Aquaculture, 1: 2-9.
- Şen, F., Paruğ Ş.Ş., Elp, M., 2015. İnci Kefali'nin (*Alburnus tarichi*, Güldenstädt, 1814) Dünü, Bugünü ve Geleceği Üzerine Projeksiyonlar. YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi, 25(3): 347-356.
- Tatlıdil, F., Aktürk, D., Batramoğlu, Z., Fidan, H., 2009. Development Trends of Aquaculture in the World. Journal of Animal and Veterinary Advances, 8 (11): 2291-2298.
- TÜİK, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu <http://www.tuik.gov.tr> Korularına Göre İstatistikler / Tarım / Su Ürünleri İstatistikleri / İstatistiksel Tablolar ve Dinamik Sorgulama Ocak 2019
- Yiğit, N., Koca. S., Terzioğlu, S., Didinen, I., 2011. Sürdürülebilir Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Çevre Dostu Üretim. Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, 3 (1): 107-113.