



**DONDURULMUŞ OLARAK SATIŞA SUNULAN HAMSİ BALIĞININ
MİKROBİYOLOJİK KRİTER, RADYONÜKLİD AKTİVİTE KONSANTRASYONU
VE BAZI KALICI ORGANİK KİRLİTİCİ MİKTARLARININ ARAŞTIRILMASI**

Özen Yusuf Öğretmen*

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Abd. Rize, Türkiye

Geliş / Received: 22.02.2022; Kabul / Accepted: 23.03.2022; Online baskı / Published online: 30.03.2022

Öğretmen, Ö.Y. (2021). Dondurulmuş olarak satışa sunulan hamsi balığının mikrobiyolojik kriter, radyonüklid aktivite konsantrasyonu ve bazı kalıcı organik kirletici miktarlarının araştırılması. *GIDA* (2022) 47 (2) 359-371 doi: 10.15237/gida.GD22026

Öğretmen, Ö.Y. (2021). Investigation of microbiological properties, radionuclide activity concentration and some persistent organic pollutants in the frozen anchovy put on the market. *GIDA* (2022) 47 (2) 359-371 doi: 10.15237/gida.GD22026

ÖZ

Dondurularak satışa sunulan hamsi balığı örneklerinde mikrobiyolojik kriter, radyonüklid aktivite ve bazı kalıcı organik kirleticilerin miktarları tespit edilerek Türk Gıda Kodeksi (TGK) ve Avrupa Birliği Konsey tarafından belirlenen yönetmeliklere göre uygunluğu araştırılmıştır. Tespit edilen mikrobiyolojik değerler TGK ve Avrupa Birliği Konsey yönetmeliğinde belirtilen kriterlere uygun bulunmuştur. Radyonüklid aktivite konsantrasyonu Cs-131, Cs-137, K-40 ve I-131 için sırasıyla <5, <5, 102±15 ve <1 Bq kg⁻¹ bulunmuş olup, yönetmelikte belirlenen maksimum sınır değerlerinin altında tespit edilmiştir. Kalıcı organik kirleticilerden dioksinler toplamı (PCDD/F), dioksin ve dioksin benzeri PCB'ler (dl-PCB'ler) toplamı ve indikatör PCB'ler toplamı sırasıyla 0.02±0.0 pg/g yaş ağırlık, 0.050±0.01pg/g yaş ağırlık ve 2.91±0.43 ng/g yaş ağırlık olarak bulunmuş olup TGK ve Avrupa Birliği Konsey yönetmeliğinde belirtilen maksimum kalıntı seviyelerinin altındadır.

Anahtar kelimeler: Hamsi, *Engraulis encrasicolus*, mikrobiyolojik kriter, radyonüklid aktivite, dioksin

**INVESTIGATION OF MICROBIOLOGICAL PROPERTIES, RADIONUCLIDE
ACTIVITY CONCENTRATION AND SOME PERSISTENT ORGANIC
POLLUTANTS IN THE FROZEN ANCHOVY PUT ON THE MARKET**

ABSTRACT

The microbiological criters, radionuclide activity and the amounts of some persistent organic pollutants were determined in the frozen anchovy samples, and their conformity was investigated according to the regulations determined by the Turkish Food Codex (TFC) and the European Union Council. The detected microbiological values were found to comply with the criteria specified in the TFC and the European Union Council regulations. Radionuclide activity concentrations were found to be <5, <5, 102±15 and <1 Bq kg⁻¹ for Cs-131, Cs-137, K-40 and I-131, respectively, which are below the maximum limit values determined in the regulation. The total of dioxins (PCDD/F), the sum of dioxin and dioxin-like PCBs (dl-PCBs), and the sum of indicator PCBs were found to be 0.02±0.0 pg/g wet weight, 0.050±0.01pg/g wet weight, and 2.91±0.43 ng/g wet weight, which are below the maximum residue levels specified in the Turkish Food Codex and the European Union Council regulation.

* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author

✉: ozenyusuf.ogretmen@erdogan.edu.tr

☎: (+90) 464 2233385

☎: (+90) 464 223 4118

Özen Yusuf Öğretmen; ORCID no: 0000-0002-1767-2693

Keywords: Anchovy, *Engraulis encrasicolus*, microbiological criteria, radionuclide activity, Dioxin

GİRİŞ

Hamsi (*Engraulis encrasicolus*), Engraulidae familyasına ait olup kısmen ılıman sularda bulunan, 40-50 bin arası yumurta bırakan balıklardır (Türksönmez ve Diler, 2019). Hamsi 1 yıl içinde cinsi olgunluğa ulaşmakta olup çoğunlukla kopepodlar, kladoceranlar, dekapodlar ve meroplankton gibi çeşitli fitoplankton ve zooplankton türleri ile beslenirler (Öğretmen, 2022). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütüne (FAO) göre hamsi dünyadaki en önemli balık türlerinden biridir ve hamsi türleri (*Engraulis ringens*, *Engraulis japonicus*, *Engraulis encrasicolus*, *Engraulis capensis*) dünyadaki toplam av üretiminin %9.06'sını temsil etmektedir (Karslı, 2021). 2020 yılı su ürünler istatistiklerine göre Türkiye'de denizlerden 291.910 ton balık avlanmış olup, avcılığı en fazla yapılan pelajik deniz balığı türünün Hamsi (171.253 ton) olduğu bildirilmiştir. (TÜİK, 2021). Türkiye'de birçok ilde yapılan birçok bilimsel çalışmalarda en çok tüketilen deniz balıkları içerisinde hamsi ilk sırada yer almaktadır (Selvi vd., 2022; Kuşat ve Şahan, 2021; Karakaya vd., 2020; Güvenin ve Sağlam, 2020; Deniz ve Sarıözkan, 2020; Bolat ve Telli, 2019; Çaylak vd., 2019; Yüksel ve Diler, 2019; Bolat ve Cevher, 2018). Çevre, balık ve balık ürünlerinin mikrobiyotasının en önemli belirleyicisi olarak kabul edilmektedir. Balık genel olarak güvenli bir gıda olup sağlıklı balıkların kasları steril olarak kabul edilmektedir. Mikroorganizmalar balıkların deri ve solungaç gibi yüzey kısımlarında, böbrek, karaciğer ve dalak gibi iç organlarında yaygın olarak bulunmaktadır. Patojenik ve bozulmalara neden olan mikroorganizmalar üretim ve tedarik zincirinin herhangi bir aşamasında balık ve balık ürünlerine bulaşabilir. Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) ve ABD Tarım Bakanlığı (USDA) verilerine göre *Salmonella spp.*, *L. monocytogenes*, *Vibrio spp.*, *Yersinia spp.*, *C. botulinum*, *S. aureus* ve *Aeromonas spp.* balık ve balık ürünlerinde rastlanan en yaygın patojenlerdir. Bunlar arasında *Listeria monocytogenes* varlığı balık ve balık ürünlerinin geri çağırılmasındaki en yaygın nedendir. Bu patojen bakteri donma sıcaklığında yaşayabilmekte ve hatta buzdolabı koşullarında balıklarda büyüebilmektedir. Balık işleme tesislerinde çapraz bulaşma ve kontaminasyon iki önemli

tehlikedir. Kötü işleme ve hijyen uygulamaları çapraz bulaşma riskini artıran nedenler arasındadır (Sheng ve Wang, 2021). 2073/2005/EC sayılı 'Gıda Maddeleri İçin Mikrobiyolojik Kriterler Hakkında' Avrupa Birliği Komisyon Tüzüğüne paralel olarak ülkemizde de 2011 yıl ve 28157 sayılı Türk Gıda Kodeksi 'Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği' ile mikrobiyolojik limitler belirlenmiştir. Bu yönetmelik gıdaların mikrobiyolojik kriterleri ile gıda işletmecilerinin uyması ve uygulaması gereken kuralları kapsamaktadır (TGK, 2011; European Commission, 2005). Deniz ortamındaki radyonüklidlerin araştırılması özellikle yüksek balık tüketimi olan popülasyonların sağlığı için önem arz etmektedir. İnsanların radyasyona maruz kalması çoğu zaman doğal olarak oluşan radyonüklidlerden meydana gelmektedir. Bu radyonüklidler deniz ortamında bulunmakla beraber karasal ve atmosferik yollardan antropojenik kaynaklardan alınabilmektedir. Doğal radyoaktiviteye ek olarak 1986 yılındaki Çernobil nükleer santral faciası ve 2011 yılındaki Fukushima nükleer santral kazası ve 1960 yılındaki nükleer silah test kazaları çevreye yapay nüklidlerin salınmasına neden olmuştur (Kılıç vd., 2014). Çernobil nükleer santral kazasında reaktöre en yakın denizlerden biri olan Karadeniz'e önemli miktarda radyoaktif maddeler girmiştir (Baltaş vd., 2016). Deniz suyundaki sezyumun (Cs) bir izotopu olan Cs-137 hem atmosferik hem de nükleer silah testleri veya nükleer tesis kazalarından salınımı sağlanmakta olup, nispeten uzun bir yarı ömre sahip ve çok güçlü gama ışınları sağladığı için insan için zararlı olabilmektedir (Lee ve Kim, 2021). Doğal olarak oluşan radyoizotoplardan toryum, uranyum serileri ile potasyum-40 insanlarda hem iç hem de dış radyasyona maruz kalmanın kaynağı olup, öncelikle insan vücuduna gıdaların yutulması sonucu girmektedir (Görür vd., 2012). Kalıcı organik kirleticiler doğal ortamda kırılmayan ve çözünemeyen bir yapıya sahip olduğu için uzun süre kalabilmekte aynı zamanda yağ dokusunda birikme özelliği taşımakla birlikte hem çevre hem de insan sağlığı üzerinde ciddi risk taşımaktadır. Bu kimyasallar hem küresel hem de bölgesel ölçekte uluslararası bir ilginin konusu olup, bu kimyasal gruplara karşı insan ve çevrenin

korunmasına odaklanan küresel uluslararası anlaşma-Kalıcı Organik Kirleticilere İlişkin Stockholm Sözleşmesi (SC) imzalanmıştır (ÇŞİDB, 2022). Kalıcı organik kirleticilerden olan Poliklorlu dibenzo-p-dioksinler (PCDD'ler), poliklorlu dibenzofuranlar (PCDF'ler) ve poliklorlu bifeniller (PCB'ler) toksik ve kalıcı poliklorlu kimyasal gruplar olup, tüm sanayileşmiş ülkelerde her yerde bulunmaktadır (Çakıroğulları vd., 2010). Dioksinler, doğada yanma; kömür, petrol ve ürünlerinin yakılması, kanalizasyon ve tıbbi atıklar gibi maddelerin atıklarının yakılması, orman yangınları, kâğıt endüstrisinde Cl içeren madde kullanımı, metallerin işlenmesi gibi olaylar sonucu ortaya çıkabilirler (Koç ve Kısa, 2005). PCDD/F'ler ve dioksin benzeri PCB'ler (dl-PCB'ler) insan vücuduna et, yağlı balık, süt ve süt ürünleri gibi lipid bakımından yüksek gıdalarda alınması yoluyla girmektedir. Yaşam boyu insan vücudundaki yağda birikerek vücuda yavaş yavaş metabolize olur (Moon ve Choi, 2009) ve lipofilik özelliklerinden dolayı kısırlık, üreme sistemi bozuklukları, immünolojik toksisite ve kanserojen etkiler yaparlar (Barone vd., 2021). Avrupa Birliği 1259/2011 sayılı düzenlemede gıdalardaki PCDD/F'ler ve dl-PCB'ler için toksit eşdeğer (WHO-TEQ) olarak ifade edilen izin verilen maksimum seviyeleri belirlemiştir. Benzer şekilde Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) PCDD/F'ler ve dl-PCB'lerin geçici tolere edilebilir alımlarını; günlük 2 WHO-TEQ pg /kg vücut ağırlığı, haftalık 14 WHO-TEQ pg/kg vücut ağırlığı ve aylık bazda 70 WHO-TEQ pg/kg vücut ağırlığı olarak belirlemiştir (Bartalini vd., 2020). Türk Gıda Kodeksi 1881/2006/EC sayılı 'Gıdalardaki Belirli Bulaşanların Maksimum Limitlerinin Belirlenmesi' Hakkında Avrupa Birliği Komisyon Tüzüğüne paralel olarak dioksinleri ve dioksin benzeri poliklorlubifenilleri (PCB) seviyelerini belirlemiştir (TGK, 2011).

Bu çalışmada ülkemizde avcılığı en fazla yapılan ve birçok kesim tarafından en fazla tüketilen Hamsi balığının dondurulduktan sonra satışa hazır şekliyle mikrobiyolojik kriterleri, radyonüklid konsantrasyonları ve dioksin ve dioksin benzeri poliklorlubifenilleri (PCB) belirlenerek Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Birliği Konsey tüzüklerinin belirlemiş olduğu maksimum

sınır değerlerine göre uygunluğu araştırılmıştır. Özellikle ülkemizde radyonüklid konsantrasyon ve dioksin ve dioksin benzeri poliklorlubifeniller (PCB) ile ilgili çalışmaların kısıtlı olması sebebiyle bu çalışma ileride yapılması düşünülen çalışmalara da referans olması açısından önem taşımaktadır.

MATERYAL VE METOT

Çalışmada 2019-2020 yılı avcılık sezonunda Güneydoğu Karadeniz'de gırgır teknesiyle yakalandıktan sonra Trabzon'da faaliyet gösteren bir balık işleme tesisinde dondurulup piyasaya sunulan Hamsi balığı örnekleri kullanılmıştır. Hamsi örneklerinin mikrobiyolojik kriter (Aerobik koloni sayımı, Enterobakteri, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, Koliform bakteri, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, *Vibrio cholera*, *Vibrio parahaemolyticus*), radyonüklid aktivite konsantrasyonları (Cs-134, Cs-137, K-40, I-131) ile kalıcı organik kirleticilerden poliklorlu dibenzo-p-dioksinler (PCDD/F) toplamı, dioksin ve dioksin benzeri PCB'ler (dl-PCB) toplamı ve indikatör PCB'ler (PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-138, PCB-153, PCB-180) (ICES-6) toplamı analiz edilmiştir.

Mikrobiyolojik analiz

Çalışmada 1 kg'lık strafor tabaklar içerisinde dondurulduktan sonra ambalajlanan ve satışa hazır sunulan hamsi örneklerinin mikrobiyolojik analizleri Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından onaylı akredite laboratuvarında yaptırılmıştır. Hamsi örnekleri laboratuvara strafor kutu içerisinde buzlanmış olarak ulaştırılmıştır. Mikrobiyolojik analizler için 4 farklı parti numarasına sahip 3'er kg'lık hamsi örneklerinden (3 kg x4= 12 kg örnek miktarı) 5'er paralel olmak üzere toplamda 20 adet mikrobiyolojik analiz (n=20) gerçekleştirilmiştir.

Toplam aerobik koloni analizi; Toplam aerobik koloni EN/ISO 4833-1:2013 tarafından belirlenen prosedür uygulanarak yapılmıştır. Bunun için PCA (Plate Count Agar) (Merck®) agar üzerine yayma plak yöntemi ile ekimler gerçekleştirilmiştir. Bakteri sayımı, 37°C'de 24-48 saat inkübasyondan sonra yapılmıştır.

Enterobacteriaceae; Enterobacteriaceae familyasına ait bakterilerin sayımı EN/ISO 21528-2: 2004 talimatları takip edilerek yapılmıştır. Buna göre, izole edilen koloniler 35-37°C'de 18-24 saat ön zenginleştirilmeye bırakılmış daha sonra süspansiyon bir kromojenik ESBL seçici ortamına aktarıldıktan sonra tekrar 35-37°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır.

E. coli; Çalışmada *E. coli* sayımı ISO 16649-3: 2015 prosedürüne göre; 37±1°C sonra 44±1°C inkübasyondan sonra en olası sayının (MPN) hesaplanması ile sonuçlara ulaşılmıştır.

S. aureus: ISO 6888-1: 2021 prosedürü kullanılarak sayım yapılmıştır. Bu prosedür, 34°C ile 38°C'de aerobik inkübasyondan sonra katı bir besiyerinde (Baird-Parker besiyesi) elde edilen koloniler sayılmıştır.

Koliform bakteri: ISO 4831: 2006 metodu kullanılarak koliform bakteri sayıları tespit edilmiştir. ISO 4831: 2006 prosedüründe numaralandırma, 30°C veya 37°C'de bir sıvı ortamda inkübasyondan sonra en olası sayının (MPN) hesaplanmasıyla gerçekleştirilmiştir.

Listeria monocytogenes: ISO 11290-1: 2017 prosedürüne uygun olarak yapılmıştır. Kısaca, örnekler (25g) 225 ml Half Fraser broth içerisinde homojenize edilmiş daha sonra 30°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda 0.1 ml kültür Fraser broth'a aktarılmış ve 37°C'de 48 saat tekrar inkübasyona bırakılmıştır. Half Fraser ve Fraser broth ile zenginleştirilen kültürler, tanımlama için kromojenik ortam üzerine kaplanmıştır.

Salmonella spp.: ISO 6579: 2002 talimatlarına göre yapılmıştır. Bu amaçla, 25 g örnek 225 ml tamponlu pepton su (BPW) içinde homojenize edilerek 37±1°C'de 18±2 saat inkübe edilmiştir. Daha sonra BPW'deki kültürden 0.1 ml alınarak seçici zenginleştirme işlemi için Rappaport Vassiliadis (MSRV) besiyerinde 41.5±1°C' de 24±3 saat inkübe edilmiştir. Oluşan kültürlerden ksilosin lizin deoksikolat (XLD) agar besiyerine tek koloni düşürme tekniği ile ekim gerçekleştirilmiştir. Katı besiyerleri üzerinde

oluşan siyah merkezli renksiz koloniler şüpheli *Salmonella* spp. olarak değerlendirilmiştir.

Vibrio spp: ISO 21872-1: 2007 prosedürüne göre yapılmıştır. 25 g örnek 225 ml peptonlu suya ilave edilmiş ve 41.5 °C'de 6 saat inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra inoküle edilen ortamın 1 ml'si 10 ml alkalın pepton suyuna aktarılmış ve 41.5°C'de 18 saat inkübe edilmiştir. Bu kültürler TCBS ve VID besiyerleri üzerine ekim yapılarak 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. Son olarak TCBS besiyeri üzerindeki pürüzsüz yeşil veya sarı koloniler *Vibrio* spp olarak sayılmıştır.

Radyonüklid aktivite analizi

Hamsi örneklerinde radyonüklidin analizleri TC. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından akredite laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Örneklerde radyonüklidin analizi HpGe ve/veya Ge (Li) yarı iletken detektörleri ile yüksek çözünürlüklü gama ışını spektrofotometrisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizler CSN EN ISO 10703 (75 7630) standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir (CSN, 2008). Kısaca, örnekler detektörü çevreleyen 450 ml hacimli Marinelli beherine doldurulur ve tek tek radyonüklidlerin kütle aktiviteleri ölçülen spektrumunda değerlendirilir. Ölçüm limitleri Cs-134 ve Cs-137 için 5 Bq kg⁻¹, K- 40 için 10 Bq kg⁻¹ ve I-131 için 1 Bq kg⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Radyonüklid aktivite analizleri 3 paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

Kalıcı Organik Kirleticiler (PCDD/F, dl-PCB'ler ve İndikatör PCB'ler (ICES-6) toplamı)

Hamsi örneklerinde kalıcı organik kirletici analizleri TC. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından akredite laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Analizler Metot 1613B ve 1668B metoduna göre standart yöntemler uygulanarak yapılmıştır. Buna göre; enjeksiyonlar 10000 rezolusyonda gerçekleştirilmiş olup, GC-HRMS cihazında yapılmıştır. 250µm x 0.25µm x 60m boyutunda DB5MS (%5 fenil, %95 polidimetilsiloksan) kolon kullanılmıştır. Analizde taşıyıcı ve make up gazı olarak %99.999 saflığında helyum gazı kullanılmıştır. GC metodunun inlet sıcaklığı 280°C, enjeksiyon özelliği splitless'dır. Dioksin ve

non ortho PCB'lerin tayininde fırın programı 110°C'den itibaren 20°C'lik artışla 200°C'e kadar çıkıldıktan sonra bu sıcaklıkta 20 dakika bekletilip 4°C'lik artışla 280°C'e kadar çıkacak ve bu sıcaklıkta 8 dakika bekletildikten sonra 5°C'lik artışla 300°C'e çıkacak şekilde programlanmıştır. Mono ortho ve indikatör PCB'lerin tayininde ise fırın programı 110°C'den itibaren 20°C'lik artışla 200°C'e kadar çıkarıldıktan sonra bu sıcaklıkta 10 dakika bekletilip 4°C'lik artışla 300°C'e kadar çıkacak şekilde programlanmıştır (USEPA 1997, USEPA 2008).

Tahmini haftalık alım (THA)

Tahmini bir haftalık dl-PCB alımı (THA) Türkiye için haftalık balık tüketimi verilerinin, analiz edilen hamsi balığında tespit edilen dl-PCB'lerin ortalama WHO-TEQ konsantrasyonu ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır. Tahmini haftalık alım aşağıdaki formüller göre hesaplanmıştır (Bartalini vd., 2020);

$$THA = \frac{\text{Haftalık balık tüketimi} \times \text{dl-PCB'ler toplamı}}{\text{İnsan vücut ağırlığı}}$$

THA; Tahmini haftalık alım (pg/hafta)/kg vücut ağırlığı, Haftalık balık tüketimi (g/hafta), dl-PBC (Dioksin benzeri PCB'ler (WHO-TEQ pg /g yaş ağırlık), İnsan vücut ağırlığı (ortalama 70 kg olarak hesaplanmıştır)

Not: Türkiye'nin haftalık balık tüketimi TÜİK (2021) verilerinin belirttiği olduğu kişi başı yıllık balık tüketimine (6.7 kg) göre hesaplanmıştır (6700g/52= 128.8g).

BULGULAR

Bu çalışmada dondurulmuş olarak satışı sunulan hamsi balığının mikrobiyolojik kriterleri, bazı kalıcı organik kirleticiler (PCDD/F, dl-PCB'ler toplamı indikatör PCB'ler toplamı (ICES-6) ve radyonüklid aktivite konsantrasyonları (Cs-131, Cs-137, K-40, I-131) tespit edilerek Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Birliği Konseyi tarafından belirlenen yönetmeliklerde belirtilen maksimum seviyelere göre uygunluğu araştırılmıştır.

Mikrobiyolojik analiz bulgular: Dondurulmuş olarak temin edilen hamsi balığı örneklerinde aerobik koloni miktarı <10 ile 2.9×10^3 cfu/g arasında tespit edilmiştir. Analiz edilen balıkların tamamında (%100) *Staphylococcus aureus* <10 cfu/g

olarak tespit edilmiştir. *E. coli* bakterisi sayısı hamsi balıklarının %75'inde <3 MPN/g, %25'inde ise <1.8 MPN/g olarak bulunmuştur. Koliform bakteri sayısı örneklerin %75'inde <3 MPN/g, %25'inde 3.6 MPN/g tespit edilmiştir. Enterobakteri sayısı örneklerin tamamında (%100) <10 cfu/g olarak bulunmuştur. Patojen mikroorganizmalardan *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, *Vibrio cholera* ve *Vibrio parahaemolyticus*'a gerçekleştirilen analizlerin tamamında (%100) rastlanılmamıştır (Çizelge 1). 29 Aralık 2011 tarih ve 28157 sayılı (3. Mükerrer) resmî gazetede yayımlanan Türk Gıda Kodeksi 'Mikrobiyolojik kriterler' yönetmeliği ile Avrupa Birliği Komisyonu tarafından hazırlanan 2073/2005/EC sayılı 'Gıdalar için mikrobiyolojik kriterler' yönetmeliğinde belirtilen maksimum sınır değerler Çizelge 1'de verilmiştir.

Radyonüklid aktivite konsantrasyonu analiz bulgular: Çalışmada kullanılan Hamsi balığı örneklerinin radyonüklid aktiviteleri Çizelge 2'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Cs-134 ve Cs-137 aktivitesi <5 Bq kg⁻¹, K-40 aktivitesi 102 ± 15 Bq kg⁻¹ ve I-131 aktivitesi <1 Bq kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir.

Kalıcı Organik kirleticiler (PCDD/F toplamı, dl-PCB'ler toplamı ve indikatör PCB'ler toplamı): Dondurulmuş olarak temin edilen hamsi örneklerinde PCDD/F toplamı, dl-PCB'ler toplamı ve indikatör PCB'ler toplamı sırasıyla 0.02 ± 0.00 pg/g yaş ağırlık, 0.05 ± 0.01 pg/g yaş ağırlık ve 2.91 ± 0.43 ng/g yaş ağırlık olarak bulunmuştur (Çizelge 3). TC. Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından belirtilen 2011 yıl ve 28157 sayılı "Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği ve Avrupa Birliği Komisyonu tarafından hazırlanan 3 Şubat 2006 sayı ve 199/2006 numaralı 'Gıda maddelerindeki belirli kirleticiler için maksimum seviyeler' başlıklı yönetmelikte belirtilen PCDD/F toplamı, dl-PCB'ler toplamı ve indikatör PCB'ler toplamı maksimum limit değerleri Çizelge 3'de belirtilmiştir.

Tahmini Haftalık Alım (THA)

Dünya sağlık örgütü (DSÖ) son yıllarda insan sağlığını olumsuz etkileyebilecek kirleticiler için

farklı toksikolojik referans değerleri oluşmuştur. En sık kullanılan değerlerden biri, Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesinin (EFSA) gıda zincirindeki kirleticilere ilişkin uzman paneli (CONTAM) tarafından getirilen THA miktarıdır (Bartalani vd., 2020). Çalışmada örneklenen Hamsi balıklarında

tahmini haftalık dl-PCB'ler toplamı alımı 0.092 WHO-TEQ pg/kg vücut ağırlığı olarak hesaplanmıştır. Hesaplama TÜİK (2021) su ürünleri istatistiklerine göre yıllık kişi başı balık tüketimi üzerinden ve insan vücut ağırlığı 70 kg varsayılarak hesaplanmıştır.

Çizelge 1. Donuk hamsi örneklerinin mikrobiyolojik kriterleri
Table 1. Microbiological criters of frozen anchovy samples

Analizler <i>Analyzes</i>	Numune alma planı ve limitler <i>Sampling plan and limits</i>		Ham madde (Hamsi) <i>Raw material</i> (Anchovy)
	Avrupa Komisyonu ^a <i>European Commission^a</i>	Türk Gıda Kodeksi ^b <i>Turkish Food Codex^b</i>	
Aerobik koloni sayımı (cfu/g) <i>Aerobic colony count (cfu/g)</i>	n=5, c=2, m=5x10 ⁵ , M=5x10 ⁶	n=5, c=2, m=10 ⁶ , M=10 ⁷	<10 4.3x10 ² 1.5x10 ³ 2.9x10 ³
Enterobakteri (cfu/g) <i>Enterobacteriaceae (cfu/g)</i>	m= 2, M= 3		<10
<i>Escherichia coli</i> (MPN/g)	n=5, c=2, m= 1 MPN/g, M= 10 MPN/g	n=5, c=2, m=9, M=12	<3
<i>Staphylococcus aureus</i> (cfu/g)	n=5, c=2, m=10 ² , M=10 ³	n=5, c=2, m=10 ³ , M=5x10 ³	<10
Koliform bakteri (MPN/g) <i>Coliform bacteria (MPN/g)</i>	n =5, c=3, m=10 ² M=10 ³	n=5, c=2, m=160, M=210	<3
<i>Listeria monocytogenes</i> (/25g)	n= 5, c=0, m=0, M=0	n= 10, c=0, m=0, M=0	T.E.
<i>Salmonella</i> spp. (/25g)	n=5, c=0, m=0, M=0	n= 10, c=0, m=0, M=0	T.E.
<i>Vibrio cholera</i> (/25g)	n= 10, c=0, m=0, M=0	n= 10, c=0, m=0, M=0	T.E.
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> (/25g)	n= 10, c=0, m=0, M=0	n= 10, c=0, m=0, M=0	T.E.

^aAvrupa Komisyonu (European Commission, 2005); ^bTürk Gıda Kodeksi (TGK, 2011)
T.E.: Tespit Edilemedi

Çizelge 2. Donuk hamsi örneklerinin radyonüklid aktivitesi (Bq kg⁻¹)
Table 2. Radionuclide activity of frozen anchovy samples (Bq kg⁻¹)

Radyonüklid <i>Radionuclide</i>	Radonüklid aktivite <i>Radionuclide activity</i>
Cs-131	<5
Cs-137	<5
K-40	102±15.0
I-131	<1

Çizelge 3. Donuk hamsi örneklerinde PCDD/F'ler toplamı, dl- PCB'ler toplamı ve indikatör PCB'ler toplamı

Table 3. The sum of PCDD/Fs, dl- PCBs, and indicator PCBs in frozen anchovy samples.

Kalıcı organik kirletici <i>Persistent organic pollutant</i>	Ham madde (Hamsi) <i>Raw material (Anchovy)</i>	^a Türk Gıda Kodeksi <i>^aTurkish Food Codex</i>	^b Avrupa Komisyonu <i>^bEuropean Commission</i>
Dioksinler toplamı (WHO/PCDD/F-TEQ) (pg/g yaş ağırlık) <i>Sum of dioxins (WHO/PCDD/F-TEQ) (pg/g wet weight)</i>	0.02±0.00	<3.5	<3.5
dl- PCB'ler toplamı (WHO/PCDD/F-PCB-TEQ) (pg/g yaş ağırlık) <i>Sum of dioxins and dioxin-like PCBs (WHO/PCDD/F-PCB-TEQ) (pg/g wet weight)</i>	0.05±0.01	<6.5	<6.5
İndikatör PCB'ler toplamı (ICES-6) (ng/g yaş ağırlık) <i>Sums of indicator PCBs (ICES-6) (ng/g wet weight)</i>	2.91±0.43	<75	<75

^aTürk Gıda Kodeksi (TGK, 2011), ^bAvrupa Komisyonu (European Commission, 2011)

TARTIŞMA VE SONUÇ

Mikrobiyolojik kriterler

Gelişmekte olan ülkelerde evsel ve endüstriyel atıkların yeterli seviyede arıtılmadan nehir, göl ve denizlere bırakılması sonucunda içinde bulundukları organik maddeler mikroorganizmaların gelişmesi için elverişli bir ortam oluşturmaktadır. Bu durum su ürünleri açısından büyük tehlike arz etmektedir. Bu çalışmada dondurulmuş olarak piyasada satışa sunulan hamsi balığı örneklerinde gerçekleştirilen mikrobiyolojik analiz sonuçlarının %100'ünde elde edilen sonuçlar, Türk Gıda Kodeksinin 28157 sayılı ile yayınlanan mikrobiyolojik kriterler yönetmeliğine (TGK, 2011) ve Avrupa Birliği Konseyi tarafından hazırlanan yönetmelikte (European Commission, 2005) belirtilen maksimum bulunabilirlik sınır değerlerin altında tespit edilmiş olup, mikrobiyolojik kriterler bakımından insan sağlığını riske atacak bir tehlikeye rastlanılmamıştır. Kocatepe vd. (2014), gerçekleştirdikleri çalışmada soğuk depolama başlangıcında hamsi balığının Enterobakteri miktarını 0.98 log kob/g olarak tespit etmiş olup, muhafaza periyodu boyunca hiçbir grupta rastlanmadığını bildirmişlerdir. Günşen vd. (2011), taze hamsi balığı örneklerinde toplam koliform miktarını 11 MPN/g, *E. coli* sayımını 3

MPN/g ve *S. aureus* miktarını 3.0×10^2 cfu/g olarak tespit etmiş olup, *L. monocytogenes*'e mevcut çalışmada olduğu gibi rastlanılmadığını bildirmişlerdir. Evren vd. (2008), farklı pişirme yöntemleri uygulanan hamsi balığının mikrobiyolojik kriterlerini incelemişler ve çiğ hamsi balığı örneklerinde koliform bakteri sayısını $2.28 \log_{10}$ kob/g ve *E. coli* bakteri sayısını $2.04 \log_{10}$ kob/g olarak tespit etmiş olup mevcut çalışma ile benzer değerler göstermiştir. Koliform bakteriler ve *E. coli* indikatör mikroorganizmalar olarak değerlendirilmekte olup, gıdada varlığının tespit edilmesi veya belirli bir limitin üstünde bulunması gıdanın uygun olmayan koşullarda işlenip tüketime sunulduğunu göstermektedir (Karademir ve Kahraman, 2021). Bu çalışmada temin edilen hamsi balığı örneklerinde koliform bakteri sayısı <3- 3.6 MPN/g arasında tespit edilmiştir. İnat vd. (2013), tuzlanmış hamsi balığında koliform bakteri miktarını örneklerinin %96'sında $<1.0 \times 10^2$, %4'ünde 10^2 - $<10^3$ kob/g olarak etmişlerdir. Aynı çalışmada Enterobakteri düzeyi analiz edilen örneklerin %100'ünde $<1.0 \times 10^2$ kob/g olarak belirlenmiştir. Çorapçı (2018), taze hamsi balığı örneklerinde toplam koliform bakteri miktarını mevcut çalışmaya benzer olarak $2.79 \pm 0.02 \log$ cfu/g, $-22 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 12 aylık depolama sonrasında ise $<10 \log$ cfu/g

olarak tespit etmiştir. *S. aureus*, gıdaların üretim periyodu boyunca yetersiz personel hijyeni koşullarının olduğu durumlarda ortaya çıkan önemli bir kriterdir (Karademir ve Kahraman, 2021). Mevcut çalışmada *S. aureus* sayısı temin edilen bütün hamsi balığı örneklerinde <10 cgu/g olarak tespit edilmiş olup, Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Birliği konseyi tarafından hazırlanan yönetmeliklerde belirtilen kriterlere uymaktadır.

Aynı zamanda *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Vibrio cholera* ve *Vibrio parahaemolyticus* varlığına rastlanılmamış olup ulusal ve uluslararası yönetmeliklerde belirtilen kriterlere uygun özellik göstermektedir.

Radyonüklid aktivite konsantrasyonu

Çalışmada dondurulmuş hamsi balığı örneklerine ait Cs-131, Cs-137, K-40 ve I-131 radyonüklidlerinin aktivite sonuçları Çizelge 2'de

verilmiştir. Mevcut çalışma sonuçları incelendiğinde en yüksek konsantrasyon K-40 radyonüklidinde (102 ± 15.0 Bq kg^{-1}) bulunmuştur. Cs-131, Cs-137 ve I-131 radyonüklidlerinin konsantrasyonları tespit edilebilir sınır değerinin altında saptanmıştır.

Bir nükleer kaza veya herhangi bir radyolojik acil durum sonrasında gıda ve yemlerde izin verilen maksimum radyoaktif kontaminasyon seviyeleri Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu (AAET) tarafından hazırlanan ve Avrupa Birliği resmî gazetesinde (15 Ocak 2016 tarih ve sayı 3954/87) yayınlanan yönetmelikle belirlenmiş ve bu değerler tüm Avrupa Birliği ülkeleri tarafından kabul edilmektedir. Bu yönetmelik kapsamında tarafından farklı besin gruplarına ait gıdalara uygulanmasına izin verilen maksimum seviyeler Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Gıdalarda izin verilen maksimum radyoaktif kontaminasyon seviyeleri (European Commission, 2016)

İzotop grubu <i>Isotope group</i>	Besin grubu (Bq kg^{-1}) <i>Food group</i>			
	Bebek maması <i>Baby foods</i>	Süt ürünleri <i>Dairy products</i>	Sıvı içecekler <i>Liquid foodstuffs</i>	Diğer gıda maddeleri <i>Other food stuffs</i>
Stronsiyum izotoplarının toplamı, özellikle Sr-90 <i>Sum of isotopes of strontium, notably Sr-90</i>	75	125	125	750
İyot izotoplarının toplamı, özellikle I-131 <i>Sum of isotopes of iodine, notably I-131</i>	150	500	500	2000
10 günden uzun yarılanma ömrüne sahip diğer tüm nüklidlerin toplamı, özellikle Cs-134 ve Cs-137 <i>Sum of all other nuclides of half-life > 10 days, notably Cs-134 and Cs-137</i>	400	1000	1000	1250
Plütonyum ve transplütonyum elementlerinin, özellikle Pu-239 ve Am-241'in alfa yayan izotoplarının toplamı <i>Sum of alpha-emitting isotopes of plutonium and trans-plutonium elements, notably Pu-239, Am-241</i>	1	20	20	80

Çalışmada temin edilen hamsi balığı örneklerinin randonüklid konsantrasyonları Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu tarafından oluşturulan yönetmelikte (European Commission, 2016) belirtilen gıda maddelerinde maksimum aktivite konsantrasyon seviyelerinden düşük bulunmuş olup, insan sağlığı açısından risk teşkil etmediği düşünülmektedir.

Ortak FAO/WHO Uzman Komitesi tarafından yayınlanan Gıda ve Yemlerdeki Kirleticiler ve Toksinler için Kodeks Genel Standardı, nükleer veya radyolojik bir acil durumun ardından "İnsan tüketimine yönelik ve uluslararası ticareti yapılan gıdalardaki radyonüklidler" için belirli limit değerleri belirlemiştir (Joint FAO/WHO, 2016). Bu değerler Çizelge 5'te özetlenmiştir

Çizelge 5. Nükleer veya radyolojik acil durum sonrasında kontaminasyonda uluslararası ticarete kullanım için gıdalardaki radyonüklid seviyeleri (Joint FAO/WHO, 2016).

Table 5. Radionuclide levels in food for use in international trade in contamination after a nuclear or radiological emergency (Joint FAO/WHO, 2016).

Besin grubu <i>Food group</i>	Temsil eden radyonüklid <i>Representing radionuclide</i>	Radyonüklid seviye (Bq kg ⁻¹) <i>Radionuclide level</i>
Bebek mamaları <i>Baby foods</i>	²³⁸ Pu, ²³⁹ Pu, ²⁴⁰ Pu, ²⁴¹ Am ⁹⁰ Sr, ¹⁰⁶ Ru, ¹²⁹ I, ¹³¹ I, ²³⁵ U ³⁵ S**, ⁶⁰ Co, ⁸⁹ Sr, ¹⁰³ Ru, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs, ¹⁴⁴ Ce, ¹⁹² Ir ³ H***, ¹⁴ C, ⁹⁹ Tc	1 100 1000 1000
Bebek maması dışındaki diğer gıdalar <i>Other foodstuffs except baby foods</i>	²³⁸ Pu, ²³⁹ Pu, ²⁴⁰ Pu, ²⁴¹ Am ⁹⁰ Sr, ¹⁰⁶ Ru, ¹²⁹ I, ¹³¹ I, ²³⁵ U ³⁵ S**, ⁶⁰ Co, ⁸⁹ Sr, ¹⁰³ Ru, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs, ¹⁴⁴ Ce, ¹⁹² Ir ³ H***, ¹⁴ C, ⁹⁹ Tc	10 100 1000 10000

* Bu şekilde kullanılması amaçlandığında, ** Organik olarak bağlı kükürt değerini temsil eder, *** Organik olarak bağlı trityum değerini temsil eder

*When intended to be used in this way, **Represents the organically bound sulfur value, ***Represents the organically bound tritium value

Çalışmada temin edilen hamsi balıklarının radyonüklid konsantrasyonları Ortak FAO/WHO Uzman Komitesi tarafından nükleer veya radyolojik tehlike durumunda ticari amaçlı kullanılan gıdalar için belirtmiş olduğu radyonüklid seviyeleriyle kıyaslandığında oldukça düşük tespit edilmiştir. 1986'da Çernobil nükleer enerji santralinde meydana gelen patlama sonucunda oluşan nükleer serpinti aralarında Türkiye'nin de olduğu birçok Avrupa ülkesini etkilemiş olup Karadeniz ekosistemini ciddi şekilde hasara uğratmıştır. Bu kazayı takiben Karadeniz'deki balık türlerinde serpinti radyonüklidleri çeşitli araştırmacılar tarafından takip edilmektedir. Bu çalışmalardan; Baltaş vd. (2017) Rize ilinin farklı bölgelerinden temin ettikleri Hamsi balığında K-40 konsantrasyonlarını 56.70-109.10 Bq kg⁻¹ olarak tespit etmiş olup, mevcut çalışma ile benzerlik göstermektedir. Görür vd. (2012), Rize, Trabzon,

Giresun, Samsun ve Sinop bölgelerinden temin ettikleri hamsi örneklerinde K-40 ve Cs-137 konsantrasyonlarını sırasıyla K-40 için 35.04±0.24, 39.60±0.29, 36.30±0.23, 35.68±0.25 ve 112±1.57 Bq kg⁻¹ olarak, Cs-137 için ise 0.08±0.01, 0.06±0.01, 0.07±0.02, 0.06±0.01 ve 0.62±0.03 Bq kg⁻¹ olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışma bulguları ile mevcut sonuçları kıyaslandığında Cs-137 konsantrasyonları bakımından benzer özellik göstermektedir. K-40 konsantrasyonları ise Sinop bölgesinden temin edilen hamsi örnekleriyle benzer olup, diğer bölgelere göre daha yüksektir. Topcuoğlu vd. (2001), 1997-1998 yıllarında Amasra'dan temin ettiği hamsi balığında Cs-137 konsantrasyonunu 8±3 ve 10±5 Bq kg⁻¹, Sinop'tan temin ettiğinde <3 ve 5±3 Bq kg⁻¹ ve Perşembe'den temin ettiklerinde ise 4±2 ve <3 Bq kg⁻¹ bulmuştur. Huisu ve Kim (2021), Kore'den temin ettikleri hamsi balıklarını çok küçük (1.6-3 cm), küçük (4-

5 cm), orta (5-6 cm) ve büyük (7-8 cm) olarak gruplandırmışlar ve Cs-137 konsantrasyonunu sırasıyla 74 ± 11 , 121 ± 16 , 132 ± 16 ve 137 ± 19 Bq kg^{-1} olarak tespit etmiş olup, mevcut çalışmaya göre çok büyük farklılıklar göstermektedir.

Kalıcı Organik Kirleticiler (PCDD/F'ler toplamı, dl-PCB'ler ve indikatör PCB'ler toplamı)

Dioksin ve benzeri maddeler polivinilklorür plastik üretimi, kâğıt endüstrisinde kullanılan klorlü pestisitlerin ve herbisitlerin üretimi, kimyasal ve tıbbi atıkların toplu yakma fırınlarında yakılması gibi nedenlerden dolayı ortaya çıkmakta olup, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından birinci sınıf kanserojen maddeler içerisinde yer almaktadır (Koç ve Kısa, 2005). Mevcut çalışmada tüketime hazır olarak piyasaya sürülen hamsi balığı örneklerinde gerçekleştirilen analizler neticesinde elde edilen bulgular Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Birliği 'Gıdalarda bulaşanların maksimum seviyelerinin belirlenmesi' mevzuatında belirtilen maksimum kalıntı seviyelerinin altında tespit edilmiş olup, insan sağlığı açısından tüketilmesinde bir sakınca olmadığı görüşüne varılmıştır. Çakıroğulları vd. (2010) Karadeniz'den temin ettikleri mezgit (*Gadus merlangus* L. 1758), hamsi (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) ve istavrit balıkları (*Trachurus mediterraneus* S. 1868) PCDD/F'ler, dioksin benzeri PCB'ler ve indikatör PCB'ler açısından analiz etmişler ve sonuçlarını mevcut çalışmaya benzer bir şekilde TGK ve Avrupa Birliği mevzuatlarına uygun bulmuşlardır. Aynı çalışmada hamsi örneklerinde PCDD/F'ler toplamı ve indikatör PCB'ler toplamını sırası ile 0.53-0.48 pg TEQ/g yaş ağırlık ve 2.15-2.45 pg TEQ/g yaş ağırlık olarak tespit etmiş olup mevcut çalışmaya göre yüksek bulmuşlardır. Bartolini vd. (2020), Akdeniz'den yakaladıkları hamsi balığında indikatör PCB'ler toplamı (ICES-6), dl-PCB'ler toplamını ortalama olarak sırasıyla 3.15 ng/g yaş ağırlık ve 0.325 pg/g yaş ağırlık olarak tespit etmişlerdir. Farklı bir çalışmada hamsi balığı (*Engraulis japonica*) için PCDD/F toplamı ve dl-PCB'ler toplamı sırasıyla 0.31 ± 0.48 ve 0.55 ± 0.32 TEQ pg/g yaş ağırlık olarak bildirilmiştir (Moon ve Choi, 2009). Mevcut çalışma sonuçları literatür verileriyle kıyaslandığında bazı farklılıklar görülmektedir. Bu farklılıkların balık örneklerinin

farklı coğrafik ortamdan temin edilmeleri, tür farklılıkları, örnekleme yapılan su ortamına bilinçsiz tarım ilaçlamaları sonucu karışan kirleticiler, endüstriyel atıkların kontrolsüz bir şekilde bırakılması sonu su ortamına ulaşması, bazı yanma olayları sonucunda bölgeye yüksek düzeyde dioksinli bileşiklerin yayılması gibi sebeplerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Tahmini Haftalık Alım (THA)

Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) son yapılan düzenleme ile 14 WHO-TEQ pg/kg vücut ağırlığı olan tahmini haftalık alımı 2 WHO-TEQ pg/kg vücut ağırlığı indirmiştir (EFSA, 2018). Gerçekleştirilen çalışmada tahmini haftalık alım belirtilen maksimum limit seviyesinin oldukça aşağısında tespit edilerek (0.092 WHO-TEQ pg/kg vücut ağırlığı) EFSA'nın belirttiği kriterlere uygun özellik göstermektedir. Bartolini vd. (2020) yaptıkları çalışmada İtalya'dan yakaladıkları hamsi ve sardalya balıklarında THA'yı 0.29 ve 1.2 WHO-TEQ pg/kg vücut ağırlığı olarak bulmuş olup mevcut çalışmaya benzer şekilde EFSA tarafından belirtilen değerler bakımından uygunluk göstermektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada Türkiye'nin Doğu Karadeniz kıyılarından avcılık sezonunda gırgır tekneleriyle avlandıktan sonra su ürünleri işleme tesisinde dondurulup tüketime hazır olarak piyasaya sürülen hamsi balığının mikrobiyolojik kriter, radyonüklid konsantrasyonu ve kalıcı organik bileşiklerinin tespit edilip elde edilen sonuçların Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Birliği Konseyinin belirtmiş olduğu yönetmeliklere uygunluğunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre örneklene hamsi balığında mikrobiyolojik kriter yönünden hem Türk Gıda Kodeksi hem de Avrupa Birliği Konsey tarafından hazırlanan yönetmeliklerdeki kriterlere uygun özellik göstermiştir. Bu sonuçlara göre örnekleme yapılan işleme tesisinin balık taşıma ve nakil işlemleri, işleme ve depolama faaliyetleri, tesis ve personel hijyeni gibi şatları yerine getirdiği çıkarımı yapılabilir. Hamsi balığında radyonüklid aktivite konsantrasyonu ise tespit edilebilir sınır değerinin altında bulunmuş olup Avrupa Birliği Komisyonu tarafından oluşturulan yönetmeliklerin belirttiği

maksimum limit değerleri ile Ortak FAO/WHO Uzman Komitesinin belirttiği seviyelerin oldukça altında saptanmıştır. PCDD/F toplamı, dl-PCB'ler toplamı ve indikatör PCB'ler toplamı gibi kalıcı organik kirleticiler bakımından oldukça düşük seviyelerde bulunmuş olup mevzuatların belirttiği kriterler bakımından uygun özellik göstermiştir. Sonuç olarak gerçekleştirilen analiz sonuçlarına göre dondurularak piyasa sürülen hamsi balığı örneklerinin tüketilmesinde insan sağlığını riske atacak herhangi bir engel olmadığı ve Türk Gıda Kodeksi hem de Avrupa Birliği Komisyonu tarafından belirtilen yönetmeliklerdeki yasal limitlere uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarın makale ile ilgili başka kişiler veya kurumlar ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

TEŞEKKÜR

Trabzon İlinde faaliyet gösteren Su Ürünleri İşleme tesisine Hamsi balığı örneği temin ettiği için teşekkür ederim. Ayrıca analizlerin gerçekleştirildiği özel akredite firmalara teşekkür ederim.

KAYNAKÇA

Baltas, H., Kiris, E., Dalgic, G., Cevik, U. (2016). Distribution of 137Cs in the Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis*) in Eastern Black Sea Coast of Turkey. *Marine Pollution Bulletin*, 107(1), 402-407. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.03.032>

Baltas, H., Kiris, E., Sirin, M. (2017). Determination of radioactivity levels and heavy metal concentrations in seawater, sediment and anchovy (*Engraulis encrasicolus*) from the Black Sea in Rize, Turkey. *Marine Pollution Bulletin*, 116(1-2), 528-533. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.01.016>

Bartalini, A., Muñoz-Arnanz, J., Bains, M., Panti, C., Galli, M., Giani, D., Jiménez, B. (2020). Relevance of current PCB concentrations in edible fish species from the Mediterranean Sea. *Science of The Total Environment*, 737, 139520. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139520>

Bolat, Y., Cevher, H. (2018). Konya İli (Türkiye) Su Ürünleri Tüketim Alışkanlıkları Üzerine Bir Anket Çalışması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 14 (3), 241-252. DOI: 10.22392/egirdir.398151

Bolat, Y., Telli, Ö. (2019). Denizli İli su ürünleri tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Acta Aquatica Turcica*, 15(1), 80-90

Commission Regulation (2006). Laying down methods of sampling and analysis for the official control of levels of dioxins and dioxin-like PCBs in certain foodstuffs. (EC) No 1883/2006, 19 December 2006. OJEU L364 20.12.2006, pp. 32-43.

CSN, I. (2008). CSN EN ISO 10703 (75 7630) Jakost vod–Stanovení objemové aktivity radionuklidů spektrometrií záření gama svysokým rozlišením. Praha: Český normalizační institut.

Çakıroğulları, G.Ç., Uçar, Y., Oymael, B., Bozkurt, E. N., Kılıç, D. (2010). PCDD/F, dl-PCB and indicator PCBs in whiting, Horse mackerel and anchovy in Black Sea in Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10(3). Doi: 10.4194/trjfas.2010.0308

Çaylak, B., Çolakoğlu, F., Künili, İ.E., Ormancı, H.B. (2019). A Survey on Seafood Consumption and Consumer Preference in İzmir Province. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(sp1), 101-106. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7isp1.101-106.2735>

Deniz B, Sarıözkan S. (2020). Kayseri ilinde balık tüketimi ve tüketici tercihlerinin belirlenmesi. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(3): 200-208.

EFSA (European Food Safety Authority). (2018). Risk for animal and human health related to the presence of dioxins and dioxin-like PCBs in feed and food. *EFSA Journal*, 16, 5333. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5333>

European Commission, (2005). Commission Regulation (EC) No. 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs Official Journal of the European Union, L 338 (2005), pp. 1-26 22.12.2005.

European Commission (2011). Commission regulation (EC) No 1259/2011 of 2 December 2011 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for dioxins, dioxin-like PCBs and nondioxin-like PCBs in foodstuffs. Official Journal of the European Union L 320/18, 03.12.2011.

European Commission, (2016). Council Directive 2013/59/Euratom of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation, and repealing Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom

Evren, M., Turhan, S., Üstün, N.Ş. (2008). Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) balıklarının mikrobiyolojik özellikleri üzerine pişirme yöntemlerinin etkisi. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.

Görür, F.K. Keser, R. Akçay, N. Dizman, S. (2012). Radioactivity and heavy metal concentrations of some commercial fish species consumed in the Black Sea Region of Turkey *Chemosphere*, 87, pp. 356-361. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.12.022>

Günşen, U., Özcan, A., Aydın, A. (2011). Determination of Some Quality Criteria of Cold Stored Marinated Anchovy under Vacuum and Modified Atmosphere Conditions. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11 (2), Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/trjfas-ayrildi/issue/13273/160343>

Güvenin, O., Erdoğan Sağlam., N. (2020). The comparison of seafood consumption preferences and habits in Ordu and Samsun (Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(3), 259-265. DOI: 10.12714/egejfas.37.3.08

Huisu, L., Kim, I. (2021). Accumulations of artificial radionuclides ¹³⁷Cs and ²³⁹⁺²⁴⁰Pu in anchovy from the Korean seas. *Radioprotection*, 56(4), 319-326. Doi: 10.1051/radiopro/2021009

İnat, G., Pamuk, Ş., Sırıken, B., Demirel, YN. (2013). Tüketime hazır tuzlanmış hamsi balıklarının (*Engraulis encrasicolus*) mikrobiyolojik

ve kimyasal kalitelerinin belirlenmesi. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 84(1), 26-35.

Joint FAO & World Health Organization (WHO). (2016). Criteria for Radionuclide Activity Concentrations for Food and Drinking Water (No. IAEA-TECDOC-1788). Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture.

Karademir, F., Kahraman., T. (2021). İstanbul'da Tüketime Sunulan Midye Dolmaların Mikrobiyolojik Kalitesinin Belirlenmesi. *Kocatepe Veterinary Journal*, 14(4), 433-440. <https://doi.org/10.30607/kvj.958598>

Karakaya, E., Sökmen, TÖ., Kırıcı, M. (2020). Erzincan İli Balık Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi. *Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 6(1), 18-29

Karslı, B. (2021). Determination of metal content in anchovy (*Engraulis encrasicolus*) from Turkey, Georgia and Abkhazia coasts of the Black Sea: Evaluation of potential risks associated with human consumption. *Marine Pollution Bulletin*, 165, 112108. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112108>

Kılıç, Ö., Belivermiş, M., Gözel, F., Carvalho, F.P. (2014). Radioactivity levels in mussels and sediments of the Golden Horn by the Bosphorus Strait, Marmara Sea. *Marine pollution bulletin*, 86(1-2), 555-561. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.06.033>

Kocatepe, D., Turan, H., Kaya, Y., Taşkaya, G., Erdoğan, F., Erden, R. (2014). Effect of potassium metabisulphite, glaze and vacuum on shelf life of frozen blacksea anchovy (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus1758). *Research&reviews*, 9(3), 79-87.

Koç, F., Kısa, F. (2005). Dioksinler. *Etilik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 16(1-2), 57-62.

Kuşat, M., Şahan, M. (2021). Su Ürünleri Tüketim Tercihleri Üzerine Uşak İlinde Bir Anket Çalışması. *Acta Aquatica Turvica*, 17 (3), 376-385. DOI: 10.22392/actaquat.848663

ÇŞİDB, (2022). Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. <https://onceliklikimyasallar.csb.gov.tr/kalici->

- organik-kirleticiler-i-5173 (Erişim tarihi: 18.02.2022)
- Moon, H.B., Choi, H.G. (2009). Human exposure to PCDDs, PCDFs and dioxin-like PCBs associated with seafood consumption in Korea from 2005 to 2007. *Environment International*, 35(2), 279-284. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2008.07.003>
- Öğretmen, Ö.Y. (2022). The effect of migration on fatty acid, amino acid, and proximate compositions of the Black Sea anchovy (*Engraulis encrasicolus*, Linne 1758) from Turkey, Georgia, and Abkhazia. *Journal of Food Composition and Analysis*, 105, 104197. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104197>
- Selvi, K., Kaya, B., Özdikmenli Tepeli, S., Kandemir, G. (2022). Çanakkale'nin Yenice ve Bayramiç ilçelerinde su ürünleri tüketiminin değerlendirilmesi. *Acta Aquatica Turcica*, 18(0), <https://doi.org/10.22392/actaquatr.991184>
- Sheng, L., Wang, L. (2021). The microbial safety of fish and fish products: Recent advances in understanding its significance, contamination sources, and control strategies. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(1), 738-786. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12671>
- TGK (Türk Gıda Kodeksi) (2011). Türk Gıda Kodeksi Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği. Resmî Gazete Tarihi: 29.12.2011 Resmî Gazete Sayısı: 28157 (3. Mükerrer). Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111229M3-8.htm> (Erişim Tarihi 21.02.2022)
- Topcuoglu, S., Kut, D., Esen, N., Gungor, N., Kirbasoglu, C. (2001). ¹³⁷Cs in Biota and Sediment Samples from Turkish Coast of the Black Sea, 1997–1998. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 250, 381–384. <https://doi.org/10.1023/A:1017932604374>
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), (2021). Su Ürünleri İstatistikleri 2021, Ankara.
- Türksönmez, Ç., Diler, A. (2019). Seasonal Determination of Heavy Metal Levels of Anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.,1758) Obtained from the Marmara Sea. *Acta Biologica Turcica*, 32(4): 242-247.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency), (1997). Method 1613B, Tetra- through octa-chlorinated dioxins and furans by isotope dilution HRGC/HRMS, September 15, 1997, 40 CFR 136 (FR 48405), Washington, DC
- USEPA (United States Environmental Protection Agency), (2008). Method 1668B Chlorinated Biphenyl Congeners in water, soil, Sediments, biosolids and tissue by HRGC/HRMS. Nov. 2008.
- Yüksel, E., Diler, A. (2019). Ankara İlinde su ürünleri tüketim tercihlerinin belirlenmesi. *Aydın Gastronomi*, 3(1), 11-21.