

Uskumru, Palamut ve Levrek Balıklarının Fırında Pişirme İşlemi Sonrasında Kalan Balık Sularının Yağ Asidi İçeriğinin Belirlenmesi ve Balık Suyu Çorbası Yapımında Kullanımı

Emre YAVUZER^{*1} 

¹ Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 40100/Kırşehir

Öz: Bu çalışmada, fırında pişirme işleminden sonra tepside kalan balık (uskumru, palamut ve levrek) sularının yağ asidi içeriği araştırılmıştır. Balık türlerinin yağ asidi kombinasyonlarını %25.35-%37.90 doymuş (SFA), %28.61-%38.80 tekli doymamış (MUFA) ve %20.60-26.02 çoklu doymamış asitler (PUFA'lar) oluşturmuştur. Omega 3 (w3) PUFA'ların değeri %13.50 ile %18.76 arasında değişirken Aterojenite (AI) ve Trombojenite İndeksi (TI) değerleri sırasıyla 0.44 ila 0.80 ve 0.35 ila 0.40 arasında bulunmuştur. Ayrıca uskumru, palamut ve levrek balıklarının fırında pişirme işlemi sonrasında elde edilen sularından balık suyu çorbaları hazırlanmış ve panelist algıları duyu analizlerle belirlenmiştir. Duyusal analiz sonuçları atık balık sularının balık suyu çorbasına dönüştürülmesiyle elde edilen ürünün endüstriyel olarak da kullanılabilceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Aterojenite, balık suyu çorbası, DHA, EPA, trombojenite

Determination of Fatty Acid Content of Fish Juices Left After Baking Mackerel, Bonito and Sea Bass Fishes and Their Use in Making Fish Juice Soup

Abstract: In this study, the fatty acid content of the fish (mackerel, bonito and sea bass) juice remaining after cooking process in the oven was investigated. The fatty acid combinations of fish species changed from %25.35 to %37.90 saturated (SFA), %28.61-%38.80 monounsaturated (MUFAs) and %20.60-%26.02 polyunsaturated acids (PUFAs). The value of w3 PUFAs ranged from 13.50 to 18.76 while the values of Atherogenicity (AI) and Thrombogenicity (TI) Index ranged from 0.44 to 0.80 and from 0.35 to 0.40, respectively. In addition, fish juice soups were prepared from the juices of mackerel, bonito and sea bass obtained after cooking in the oven and panelist perceptions were determined by sensory analysis. Sensory analysis results showed that the product with high nutritional value obtained by converting waste fish juice into fish juice soup can be used industrially.

Keywords: Atherogenicity, DHA, EPA, fish juice soup, thrombogenicity

GİRİŞ

Su ürünlerinin EPA (eikosapentaenoik asit, C20: 5n3) ve DHA (dokosaheksaenoik asit, C22: 6n3) gibi insan sağlığı için önemli çoklu doymamış yağ asitlerince zengin olduğu bilinmektedir (Özoğul ve ark., 2013; Yavuzer, 2018; Zhu ve ark., 2019). Bu uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri, koroner arter hastalığı, beyin sağlığı, enflamatuvar ve kanserin önlenmesi için büyük öneme sahiptir (Simopoulos, 1991; Conner, 2000; Ward ve Singh, 2005; Giudetti ve Cagnazzo, 2012; La Rovere ve Christensen, 2015). DHA kalp kasları, beyin ve göz retinasının ana parçası olmasına rağmen (Ward ve Singh, 2005), EPA beyin bozuklukları ve kanser tedavisi için de önemlidir (Fenton ve ark., 2000). Ancak damak tadı değişkenliği, biyolojik yapı farklılığı veya ekonomik nedenlerden dolayı, bazı tüketiciler bu sağlık açısından kritik bileşenleri tüketemeyebilir. Özellikle yaşlılar ve çocukların diğer bireylerden daha fazla doymamış yağ asitlerine ihtiyaç duyduğunu bildiren çalışmalar (Setty ve ark., 2019) DHA ve EPA eksikliğinin, orak hücre hastalığı olan çocuklarda hs-CRP ile pozitif korelasyon gösterdiğini ve EPA-Ppe'nin (EPA ile zenginleştirilmiş etanolamin plazmalogları) alzheimer hastalığını inhibe etmek için fonksiyonel bileşenler olarak uygulanması gerektiğini bildirmektedir (Che ve ark., 2018).

Balıklardaki yağ asidi seviyelerinin türe, cinsiyete, diyeteye veya bölgeye göre değiştiği bilinmesinden dolayı (Özoğul ve ark., 2013) farklı balık türlerini ve yenilebilir kısımlarını diyetlerde almak sağlıklı beslenme açısından oldukça önemlidir. Her ne kadar farklı balık türlerinin besin ve yağ asidi içeriği ile ilgili birçok çalışma olsa da, (Tidball ve ark., 2017; Turchini ve ark., 2018; Iaconisi ve ark., 2018) atık kontrolü ve sürdürülebilir bir çevre için balık atıklarının da detaylı analizlere ihtiyacı bulunmaktadır. Çalışmada analiz edilen uskumru, palamut ve levrek, dondurulmuş olarak da satıldığı için market raflarında kolayca bulunabilen önemli türlerdir. Çalışmada bu türlerin kullanılmasının nedeni tüketicilerin bu ürünleri her mevsim temin edebilmeleri ve bu türlerin genellikle fırında pişirilmeleridir. Uskumrunun (Alba ve ark., 2019), Atlantik palamutunun (Mısır ve ark., 2014) ve levreğin (Bouaziz ve ark., 2017) beslenme profillerine işaret eden birçok çalışma olmasına rağmen pişirme işlemi sonucunda yoğun olarak elde edilen balık sularının yağ asidi profili hakkında literatürde bilgi bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı atık balık sularının

***Sorumlu Yazar:** emreyavuzer@gmail.com

Geliş Tarihi: 25 Haziran 2020

Kabul Tarihi: 13 Ekim 2020

yağ asidi profillerini belirlemek ve atık balık sularından elde edilen balık suyu çorbasının panelistler tarafından beğenisini duyuşal olarak analiz etmektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Balık Örnekleri

Balık sularının yağ asidi analizleri için uskumru (*Scomber scombrus* 220 ± 5 gr), Atlantik palamutu (*Sarda sarda* 600 ± 53 gr) ve levrek (*Dicentrarchus labrax* 420 ± 21 gr) yerel bir balıkçıdan taze olarak temin edilmiştir. Aseptik laboratuvar koşullarında balıklar temizlenerek pişirme işlemine hazır hale getirilmiştir.

Balık Suyu ve Çorbalarının Elde Edilmesi

Balıklar 30 dakika boyunca 180 °C ev tipi fırında tepşilerde sadece 2 kg balık olacak şekilde pişirildi. Pişirme işleminden sonra tepşide biriken balık suları steril cam şişelere alınarak oda koşullarında soğutuldu ve analiz edilene kadar derin dondurucuda (-18 °C) saklandı. Balık sularından çorba yapımı için ilk olarak salça ayçiçek yağı ile kavruşdu ve bundan sonra balık suları eklendi. Son olarak, musluk suyu eklendikten sonra çorba kaynama noktasına gelene kadar karıştırdı. Kaynama noktasından sonra kısık ateşte 5 dakika bekletilerek içilebilir sıcaklığa kadar soğutuldu. Çorba karışımı 2 litre musluk suyuna 200 ml balık suyu ve 20 gr domates salçası ve 10 ml ayçiçek yağı olarak formüle edildi. Olası balık tat ve kokusunun etkilenmemesi amacıyla çorbaya herhangi bir baharat eklenmedi.

Duyuşal Analiz

Çalışmanın duyuşal analizleri Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Kaman MYO Gıda İşleme Bölümünü son sınıf öğrencileri tarafından yapıldı. Pişirme işlemi tamamlanan çorba, küçük çorba tabaklarında 50 kişilik panelist gruba servis edildi. Panelistlerden çorbaları renk, koku, lezzet, genel görüş ve yenilebilirlik konusunda, 9 puanlık hedonik ölçek (1 aşırı beğenmeme, 9 aşırı beğenme) değerlendirilmesi istendi. Elde edilen değerlerin ortalamaları alınarak duyuşal puan hesaplandı. Tüketilebilirlik seviye puanı <4 olarak belirlendi.

Yağ Asidi Analizleri

Lipid analizi, Bligh ve Dyer (1959) tarafından geliştirilen yöntemeye göre gerçekleştirilmiştir. 15 g homojenize edilmiş numuneye 120 mL metanol / kloroform (1/2) ilave edildikten sonra, karışım ultraturaks homojenizatör ile homojenize edilerek numunelere 20 ml %0.4 CaCl₂ çözeltisi ilave edildi ve filtre kağıdından (Sleicher & Schuell, 5951/2 185 mm) filtre edilen numuneler, 2 saat boyunca fırında durduktan sonra cam şişelere boşaltıldı. Hava almayacak şekilde kapatılan şişeler karanlıkta 1 gece tutularak bir sonraki gün, metanol-sudan oluşan üst tabaka, ayırıcı bir huni yardımıyla alındı. Kloroform, 60 °C'de bir su banyosunda döner bir buharlaştırıcı kullanılarak balonlarda kalan kloroform-lipit kısmından üflendi. Daha sonra, 256

balonlar 90 °C'de 1 saat fırında tutularak içindeki kloroformun tamamı uçmaya bırakıldı ve kurutucuda oda sıcaklığına kadar soğutulup 0.1 mg'lik hassas bir terazide tartıldı.

Yağ asidi bileşimi Ichihara ve ark. (1996) göre belirlenmiştir. 25 mg ekstrakte edilen yağ örneğine 4 ml 2M KOH ve 2 ml n-heptan ilave edilerek oda sıcaklığında 2 dakika vorteksleşti ve 10 dakika boyunca 4000 rpm'de santrifüjlenip GC (gaz kromatografisi-kütle spektrometresi) analizi için heptan katmanı alındı. Yağ asitlerinin belirlenmesi, alev iyonizasyon dedektörü ve kaynaşmış bir silis kılcal kolon (30 m × 0.32 mm id, 0.25 µm SGE Analytical Science Pty Ltd, Melbourne, Avustralya) ile donatılmış bir otomatik numune alıcıya (Perkin Elmer, Shelton, CT, ABD) sahip bir Perkin Elmer GC (Clarus 500) kullanılarak gerçekleştirildi. Fırın sıcaklığı 140 °C de 5 dakika tutularak 4 °C/dakika hızında 200 °C'ye yükseltildi ve 1 °C/dakika hızında 220 °C'ye yükselirken, enjektör ile dedektör sıcaklık sırasıyla 220 ve 280 °C'ye ayarlandı. Taşıyıcı gaz 16 ps'de kontrol edilip kullanılan ayrılma oranı 1:100 olarak yağ asitleri, yağ asidi metil esterlerinin (FAME'ler) tutulma süreleri, Münih, Almanya'daki Sigma - Aldrich Chemie GmbH'den elde edilen Standart 37 bileşenli FAME karışımı ile karşılaştırılarak tanımlandı. Çalışmada iki tekerrür numune kullanılıp veriler ortalama değer olarak belirlendi. Çalışmanın yağ asidi analizleri Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Mühendisliği'nde (Adana/Türkiye) yapıldı.

Aterojenite (AI) ve Trombojenite (TI) İndeksinin Belirlenmesi

Aterojenite ve trombojenite indeksi, farklı yağ asitlerinin insan sağlığı üzerindeki farklı etkileri dikkate alınarak Ulbricht ve Southgate (1991) tarafından önerildiği gibi aşağıdaki denklemlerle hesaplanmıştır:

$$AI = \frac{12 \cdot 0 + (4 \cdot 14 \cdot 0) + 16 \cdot 0}{(n-6 \text{ PUFA} + n-3 \text{ PUFA}) + \sum \text{MUFA}}$$
$$IT = \frac{14 \cdot 0 + 16 \cdot 0 + 18 \cdot 0}{(0.5 \cdot \sum \text{MUFA}) + 0.5 \cdot (n-6 \text{ PUFA}) + 3 \cdot (n-3 \text{ PUFA}) + (n-3 \text{ PUFA})}$$

İstatistiksel Analiz

Tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Duncan'ın çoklu aralık testi için SPSS 22 istatistik paket programı (Chicago, Illinois, ABD) kullanılmıştır. Hesaplamalar iki tekerrürlü olarak yapılmış olup, p<0.05 olan karşılaştırmalar önemli farklılıkları belirtmektedir

BULGULAR VE TARTIŞMA

Uskumru, Atlantik palamutu ve levrek balıklarının fırında pişirilmesi sonucu elde edilen balık suları ile yapılan balık çorbalarına ait duyuşal analiz sonuçları Çizelge 1'de yer almaktadır. Grupların renk, koku, lezzet, genel görünüm ve yenilebilirlik özellikleri tüm gruplarda iyi puanlara sahip oldu. Panelistler arasında normalde balık tüketmeyen bireyler olmasına rağmen herhangi bir ret noktası olmadı.

Çizelge 1. Balık suyu çorbalarının duyuşsal analizi

Analizler	Uskumru $\bar{x}\pm S$	Atlantik palamudu $\bar{x}\pm S$	Levrek $\bar{x}\pm S$
Renk	8,45±0,68 ^a	8,50±0,68 ^a	8,50±0,60 ^a
Koku	7,95±0,67 ^b	7,75±0,71 ^b	8,35±0,67 ^a
Lezzet	8,00±0,72 ^{ab}	7,70±0,86 ^b	8,30±0,80 ^a
Genel Görünüm	7,95±0,68 ^b	8,30±0,65 ^{ab}	8,50±0,68 ^a
Yenilebilirlik	8,35±0,67 ^a	8,75±0,44 ^a	8,60±0,68 ^a
Ek Sorular	Evet	Hayır	
1) Çorbada balık tadı ve/veya kokusu var mıydı?	%20	%80	
2) Normalde balık yemeyi sever misiniz?	%72	%28	
2. Sorunun cevabı "Hayır" ise üçüncü soruya geçiniz.			
3) Balık çorbasını beğendiniz mi ve düzenli olarak mı tüketmek ister misiniz?	%100	-	

S: Standart sapma. Aynı satırdaki farklı harfler (a - b) önemli farklılıkları gösterir (p < 0.05)

Standart duyuşsal analiz sorularına ilave olarak 2 soru şu şekilde sorulmuştur: "Çorbada balık tadı ve/veya kokusu var mıydı?" ve "Normalde balık yemeyi sever misiniz?" Çizelge 1'de bu soruların evet / hayır yüzdeleri gösterilmekte olup, çalışmadaki panelistlerin %80'i çorbada balık tadı olmadığını belirtmiştir. Çorbadaki balık tadının ve kokusunun baskın olmayışı balık suyu çorbasının iştah sorunu olan hastalar ve çocuklar için kullanılabileceğini düşündürmektedir. Normalde balık tüketmeyen tüm panelistlerin düzenli olarak balık suyu çorbası tüketebileceklerini belirtmeleri de sağlıklı bir besin olan balığı tüketemeyen insanların balık çorbası ile balıkta bulunan yağ asitlerini alabileceklerini göstermektedir.

Balıkların lipit içeriğinin tür ve beslenme gibi faktörlere bağılı olarak değişebileceği bilinmektedir (Rasoarahona ve ark., 2005). Bu çalışmada analizi yapılan türlerin tamamını deniz balığı olmasına rağmen, levrek bir kültür balığıdır. Bununla birlikte, yağ asidi çeşitliliği türlerin yapısına göre farklılıklar göstermiştir. Üç farklı balık suyu için bulunan 27 yağ asidinin ortalama değeri % olarak Çizelge 2'de verilmektedir. Grupların yağ asidi bileşimlerinin %25.35-%37.90'ini doymuş (SFA), %28.61-%38.80'ini tekli doymamış (MUFA) ve %20.60-%26.02'ini çoklu doymamış asitler (PUFA) oluşturmaktadır. Bunlar arasında en yüksek oranlarda olanlar miristik asit (C14:0, %3,00-4,45), palmitik asit (C16:0, %16,33-22,01), palmitoleik asit (C16:1n7, %4,27-5,31), stearik asit (C18:0, %4,22-8,47), oleik asit (C18:1n9 cis, %19,80-28,37), linoleik asit (C18:2n6, %1,62-11,54), eikosapentaenoik asit (EPA, C20: 5n3, %3,47-5,55) ve dokosaheksaenoik asit (DHA, C22: 6n3, %7,55-13,50) olmuştur.

SFA'lar, oda sıcaklığında katı olan yağlardır. LDL adı verilen kötü kolesterolü arttırdığı ve böylece koroner kalp hastalığı riskini artırdığı düşünölmektedir. Ek olarak, son çalışmalar SFA'nın hipertansiyon ile ilişkisini bildirmiştir (Nakamura ve ark., 2019). Bu çalışmada en düşük SFA oranı levrek ve ardından da uskumru suyunda görölmüştür. Ayrıca, levrek suyundan palmitik asit (C16: 0) miktarı diğerlerine göre önemli ölçüde (p<0.05) (%13.33) daha düşüktür. Özoğul ve ark., (2007) palmitik asit miktarını uskumru etinde %14,5 ve levrek etinde %15,5 olarak bulmuşlardır. Palamut etine ait palmitik asit miktarı ise %17.79 olarak bildirilmiştir (Çorapçı,

2018). Mevcut çalışmada bu değerler söz konusu balıkların sularında daha yüksek seviyelerde bulunmuştur.

Özoğul ve ark., (2013), çalışmalarında balıkların lipit içeriğinin diyet gibi faktörlere bağılı olarak değişebileceğini belirtmiştir. Mevcut çalışmadaki sonuçlar tekli doymamış yağ asitleri açısından en zengin grubunun levrek suyu (%38.80) olduğunu ve bunu sırası ile uskumru (%30.37) ve palamut sularının (%28.61) izlediğini göstermiştir.

Oleik aside omega-9 yağı asidi de denmesinin nedeni dokuzuncu bağda yağ asidinin metil ucunda bir karbon-karbon çift bağı olmasıdır. Oleik asit aynı zamanda hücrelerimiz için önemli bir enerji kaynağı olarak hizmet eder ve birçok temel metabolitin üretimi ve biyosentezi için kullanılır. Oleik asit (C18:1n-9), levrek suyu için toplam MUFA'ların %28.37'sini oluşturan birincil MUFA olurken, uskumru suyu için toplam MUFA'ların %20.77'sine ve palamut suyu için toplam MUFA'ların %19.80'lik kısmına katkıda bulunmuştur. Daha önceki çalışmalar (Özoğul ve ark., 2007; Çorapçı, 2018) oleik asit seviyesini uskumru etinde %10,5, levrek etinde %15,9 ve palamut etinde %16,36 olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada, tüm atık suların çok zengin oleik asit kaynağı olduğu görölmekle birlikte balık eti kadar balık suyunda da oleik asit varlığı önemli düzeyde bulunmuştur. Bir diğer önemli MUFA olan cis-vaçcenik asit (C18: 1n7) gruplar arasında yakın bulunurken, palmitoleik asit (C16: 1n7) uskumru suyunda daha yüksek bulunmuştur. Mevcut çalışmada balık suyundaki palmitoleik asidin yüzdeleri değeri (%5,31) daha önceden (Özoğul ve ark., 2007) uskumru eti için bulunan %2,85 ve (Başhan 2019) tarafından bulunan %2,62 değerlerinden daha yüksek seviyedir.

Linoleik asit (C18: 2n6) levrek suyu için %11.54 oranında birincil PUFA iken uskumru suyu için bu değer %1,62 ve palamut suyu için %2.12 olarak bulunmuştur. Linoleik asidin insan vücudu tarafından yeterli miktarda sentezlenemeyeceği ve gıdalardan alınması gerektiği bilinmektedir (Cheng ve ark., 2019). Bundan dolayı levrek suyundaki diğer gruplara göre daha yüksek seviyede bulunan linoleik asit düzeyi önem arz etmektedir. En yüksek EPA (C20: 5n3) uskumru suyu için %5.55 oranında elde edilmiş, öte yandan en yüksek DHA'lar (C22: 6n3) uskumru ve palamut sularından elde edilerek %12.19 ve %13.50

Çizelge 2. Uskumru, palamut ve levrek sularının yağ asidi içeriği (%)

FA	Uskumru suyu $\bar{x} \pm S$ ****	Palamut suyu $\bar{x} \pm S$ ****	Levrek suyu $\bar{x} \pm S$ ****
C12:0	0,06±0,01 ^a	0,04±0,00 ^a	0,04±0,00 ^a
C14:0	3,22±0,08 ^b	4,45±0,09 ^a	3,00±0,13 ^b
C15:0	0,59±0,01 ^b	0,78±0,01 ^a	0,39±0,01 ^c
C16:0	20,68±0,26 ^a	22,01±0,45 ^a	16,33±0,72 ^b
C17:0	0,15±0,01 ^b	0,16±0,00 ^b	0,22±0,02 ^a
C18:0	8,47±0,10 ^a	5,59±0,11 ^b	4,22±0,28 ^c
C20:0	0,69±0,01 ^b	1,23±0,07 ^a	0,33±0,02 ^c
C22:0	0,41±0,01 ^b	2,92±0,04 ^a	0,43±0,02 ^b
C24:0	0,08±0,00 ^c	0,74±0,02 ^a	0,42±0,05 ^b
Σ SFA*	34,33±0,47^b	37,90±0,65^a	25,35±1,20^c
C14:1	0,05±0,00 ^a	0,09±0,01 ^a	0,09±0,07 ^a
C15:1	0,01±0,00 ^c	0,15±0,00 ^a	0,07±0,01 ^b
C16:1	5,31±0,01 ^a	4,74±0,08 ^b	4,27±0,05 ^c
C17:1	0,25±0,00 ^a	0,25±0,01 ^a	0,12±0,01 ^b
C18:1n9	20,77±0,35 ^b	19,80±0,29 ^b	28,37±1,03 ^a
C18:1n7	3,45±0,01 ^a	3,21±0,01 ^b	3,27±0,12 ^{ab}
C20:1n9	0,43±0,01 ^b	0,23±0,00 ^c	2,37±0,02 ^a
C22:1n9	0,09±0,10 ^a	0,14±0,00 ^a	0,23±0,01 ^a
C24:1n9	0,01±0,01 ^c	0,02±0,00 ^{ab}	0,03±0,00 ^a
Σ MUFA**	30,37±0,44^b	28,61±0,40^c	38,80±0,90^a
C18:2 n6	1,62±0,04 ^b	2,12±0,01 ^b	11,54±1,08 ^a
C18:3 n6	0,03±0,01 ^b	0,03±0,01 ^b	0,07±0,00 ^a
C18:3 n3	0,66±0,06 ^b	0,49±0,01 ^b	2,48±0,17 ^a
C20:2 cis	0,05±0,03 ^b	0,13±0,01 ^a	0,05±0,01 ^b
C20:3n6	0,12±0,00 ^a	0,09±0,01 ^b	0,03±0,00 ^c
C20:4n6	0,36±0,01 ^b	0,33±0,00 ^b	0,74±0,04 ^a
C20:5 n3	5,55±0,04 ^a	4,77±0,28 ^b	3,47±0,25 ^c
C22:2 cis	0,04±0,00 ^a	0,02±0,00 ^a	0,09±0,00 ^a
C22:6 n3	12,19±0,23 ^a	13,50±0,94 ^a	7,55±1,02 ^b
Σ PUFA***	20,60±0,32^c	21,46±1,20^b	26,02±0,01^a
PUFA/SFA	0,60±0,02 ^b	0,57±0,04 ^b	1,03±0,05 ^a
Σ ω 3	18,39±0,33 ^a	18,76±1,21 ^a	13,50±1,10 ^b
Σ ω 6	2,12±0,04 ^b	2,56±0,02 ^b	12,38±1,12 ^a
Σ ω 6 / Σ ω 3	0,12±0,00 ^b	0,14±0,01 ^b	0,92±0,16 ^a
DHA/EPA	2,20±0,03 ^b	2,83±0,03 ^a	2,17±0,13 ^b
AI	0,66±0,01 ^b	0,80±0,03 ^a	0,44±0,03 ^c
TI	0,40±0,00 ^a	0,40±0,01 ^a	0,35±0,02 ^b

*SFA: Doymuş yağ asidi, **MUFA: Tekli doymamış yağ asidi, ***PUFA: Çoklu doymamış yağ asidi, ****S: Standart sapma. Aynı satırdaki farklı harfler (a - c) önemli farklılıkları gösterir (p <0.05).

olarak hesaplanmıştır. Daha önceki balık etinde yapılan çalışmalar (Özoğul ve ark., 2007; Çorapçı, 2018; Başhan 2019) uskumru için EPA değerlerini %9,64, palamut için

%8.94 ve levrek için %7.02 olarak, DHA değerlerini ise uskumru, palamut ve levrek için sırası ile %9,64, % 15.96 ve %14,7 olarak bildirmişlerdir. EPA ve DHA değerlerinin,

kültür balıklarında avlanan balık türlerine göre daha yüksek olabileceği bilinmektedir (Chen ve ark., 1995; Rahman ve ark., 1995). EPA, insan diyeti için w3 serisi yağ asitleri arasında en önemli esansiyel yağ asididir (Chen ve ark., 1995) DHA ise plazmada düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterol konsantrasyonunu azaltır (Childs ve ark., 1990). Deniz ürünlerinden elde edilen DHA ve EPA, kardiyovasküler hastalık, bağışıklık yanıtı bozuklukları riskini azaltan önemli yağ asitleri olarak kabul edilir (Raikos ve Ranawana, 2017; Zhang ve ark., 2019). Bu nedenle, balık suyu gibi atık malzemelerde EPA ve DHA'nın yüksek miktarda bulunması ileride bu atık suların insan sağlığı için önemli gıdalara dönüştürülebilmesi açısından önemlidir.

Bu çalışmada bulunan w6/w3 oranları tüm gruplarda İngiltere Sağlık Bakanlığı tarafından önerilen değerden (maksimum 4.0) daha düşüktür (HMSO, 1994). Her ne kadar (Simopoulos, 2010) 1:1 ila 2:1 w6/w3 yağ asidi oranının insan sağlığı için ideal olması gerektiğini bildirirse de, bazı beslenme uzmanları arzu edilen w6/w3 oranının 5 olması gerektiğine inanmaktadır (Moreira ve ark., 2001).

Uskumru (%2.20) ve levrek (%2.17) sularında DHA/EPA oranında anlamlı fark ($p>0.05$) bulunmazken palamut suyu (%2.83) diğer gruplardan önemli seviyede ($p<0.05$) daha yüksek DHA/EPA oranına sahip olmuştur. Shang ve ark., 2017, 1:2 DHA/EPA oranının, farelerdeki serum trigliserit ve toplam kolesterol seviyesini azalttığını bildirmiştir. Bu çalışmada DHA/EPA oranının 1/2'ye yaklaştığı bir grup olmamasına rağmen bu oranların sınırının literatürde henüz sabitlenmediği de göz ardı edilmemelidir.

Ana doymuş yağ asitlerinin toplamı ile ana doymamış sınıfların toplamı arasındaki ilişkiyi gösteren AI, pro-aterojenik ve anti-aterojenik olmak üzere iki şekilde incelenir (Omri ve ark., 2019). Pro-aterojenik, lipitlerin immünolojik ve dolaşım sisteminin hücrelerine bağlanması destekler. Anti-aterojenik plak oluşumunu önler ve esterlenmiş yağ asidi, kolesterol ve fosfolipid seviyelerini azaltır ve mikro ve makro-koroner hastalıkları önler (Ghaeni ve ark., 2013). BT, pro-trombogenetik ve anti-aterojenik arasındaki ilişkiyi araştırır. Belirli yağ asitleri gruplarının nispi içeriğine bağlı olan lipit kalite göstergeleri, lipitlerin küresel diyet kalitesini ve koroner hastalık gelişimi üzerindeki potansiyel etkilerini gösteren AI ve TI'dir (Ulbricht ve Southgate, 1991). AI ve TI'nin, koroner hastalıkların indeksleri nedeniyle lipit kalitesi için daha düşük değerlere sahip olması istenmektedir (Erdem ve ark., 2020). Mevcut çalışmada, AI değerleri uskumru suyu için 0,66, palamut suyu için 0,80 ve levrek suyu için 0,44 olarak bulunurken, TI değerleri de uskumru, palamut ve levrek suları için sırasıyla 0,40, 0,40 ve 0,35 olarak bulunmuştur. Bu değerler (Secci ve ark., 2015) tarafından Atlantik somonu için bulunan AI (0,22) ve TI (0,13) değerlerinden büyüktür. Bununla birlikte farklı su ürünlerinin AI ve TI değerlerinin türden türe değiştiği bilinmektedir (Valfré ve ark., 2003). Mevcut çalışmada en düşük AI ve TI değerleri levrek suyundan elde edilmiştir.

SONUÇ

Çok önemli yağ asitlerine sahip olmalarına rağmen, balık suları işleme veya pişirme sırasında atık maddeler olarak görülmektedir. Özellikle endüstriyel pişirmede, bu yan ürün

doğrudan bulaşık suyu ile dökülür. Mevcut çalışma sonuçlarına göre levrek suyuna ait düşük SFA değeri ve duyuşal analizdeki yüksek puanı düşünüldüğünde, bu grup ile elde edilen çorbanın kalp ve tansiyon hastaları tarafından etkili bir şekilde kullanılabilmesi düşünülebilir. Ayrıca oleik asitin (C18: 1n-9), levrek suyu için toplam MUFA'ların %28,37'sini oluşturması da diğer gruplara nazaran daha fazla enerji verebilecek bir besin değerine sahip olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte uskumru ve palamut sularından elde edilen çorbaların da duyuşal puanları ve yağ asidi seviyelerinin düşük olmadığı görülmüştür. Özellikle EPA ve DHA oranları tüm gruplarda yüksek seviyelerde bulunmuştur. Atık balık suyunun yüksek yağ asidi miktarı, gelecekte zengin içeriğin yeniden değerlendirilmesine yardımcı olacaktır. Ek olarak, bu çalışmada elde edilen balık suyu çorbasında çok fazla balık kokusu saptanmamıştır. Bu nedenle iyileşme sürecinde yağ asitleri gerektiren hasta diyetlerinde balık suyu çorbasının kullanımı önerilebilir. Çalışmada elde edilen veriler gelecekte yaşlılar, çocuklar veya hasta bireyler gibi balık tüketemeyenlere yardımcı olacak ve ayrıca gıda endüstrisindeki şirketlerin hazır çorba çeşitliliğine katkıda bulunacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yağ asidi analizleri Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Mühendisliği, İşleme Laboratuvarı'nda yapılmıştır ve yazar misafirperverliklerinden dolayı bu laboratuvar çalışanlarına minnettarlıkla teşekkür eder.

KAYNAKLAR

- Alba M, Pérez-Andrés J, Harrison S, Brunton N, Burgess C, Tiwari B (2019) High pressure processing on microbial inactivation, quality parameters and nutritional quality indices of mackerel fillets. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 55(2019): 80-87.
- Başhan U (2019). Farklı Pişirme Tekniklerinin Uskumru Balığının (*Scomber Scombrus*, Linnaeus,1758) Yağ Asidi İçeriğine Etkisi. T.C. Biruni Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, sayfa 39.
- Bligh EC, Dyer WJ (1959) A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology* 37:913-917.
- Bouaziz M, Bejaoui S, Rabeh I, Besbes R, El R, Cafsi M, Falcon J (2017) Impact of temperature on sea bass, *Dicentrarchus labrax*, retina: Fatty acid composition, expression of rhodopsin and enzymes of lipid and melatonin metabolism. *Experimental Eye Research* 159(2017):87-97.
- Chen H, Zhou M, Zhang T, Ding L, Yanagita T, Xu J, Wang Y (2018) EPA enriched ethanolamine plasmalogens significantly improve cognition of Alzheimer's disease mouse model by suppressing β -amyloid generation. *Journal of Functional Foods* 41(2018): 9-18.
- Chen IC, Chapman FA, Wei CI, Porteir KM, O'Keefe SF (1995) Differentiation of cultured and wild sturgeon (*Acipenser oxyrinchus desotoi*) based on fatty acid composition. *Journal of Food Science* 60(3):631-635.
- Cheng L, Zhu X, Hamaker B, Campanella O (2019). Complexation process of amylose under different concentrations of linoleic acid using molecular

- dynamics simulation. Carbohydrate Polymers 216(2019):157-166.
- Childs MT, King IB, Knopp RH (1990) Divergent lipoprotein responses to fish oils with various ratios of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids. Animal Journal of Clinical Nutrition 52(4):632-639.
- Conner WE (2000) Importance of n-3 fatty acids in health and disease. The American Journal of Clinical Nutrition 17(1):171-175.
- Çorapçı B (2018). Ön İşlemsiz Donmuş Depolanan (-22± 1 °C) Hamsi (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758) ve Palamut (*Sarda sarda*, Bloch 1793) Balıklarının Duyusal, Besinsel, Kimyasal Ve Mikrobiyolojik Özellikleri. Gıda 43(6):1075-1090
- Erdem ÖA, Alkan B, Dinçer MT (2020) Comparison on nutritional properties of wild and cultured brown trout and Atlantic salmon. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 37(1):37-41.
- Fenton WS, Hibbeln J, Knable M (2000) Essential fatty acids, lipid membrane abnormalities, and the diagnosis and treatment of schizophrenia. Biological Psychiatry 47(1): 8-21.
- Ghaeni M, Ghahfarokhi K, Zaheri L (2013) Fatty Acids Profile, Atherogenic (IA) and Thrombogenic (IT) Health Lipid Indices in *Leiognathus bindus* and *Upeneus sulphureus*. Journal of Marine Science: Research & Development 3(138):1.
- Giudetti AM, Cagnazzo R (2012) Beneficial effects of n-3 PUFA on chronic airway inflammatory diseases. Prostaglandins Other Lipid Mediators 99(3-4):57-97.
- HMSO UK (1994) Nutritional aspects of cardiovascular disease (report on health and social subjects No. 46). London: HMSO.
- Iaconisi V, Bonellia A, Pupino A, Gai F, Paris G (2018) Mealworm as dietary protein source for rainbow trout: Body and fillet quality traits. Aquaculture 484(2018): 197-204.
- Ichihara K, Shibahara A, Yamamoto K, Nakayama T (1996) An improved method for rapid analysis of the fatty acids of glycerolipids. Lipids 31(8):535-539.
- La Rovere MT, Christensen JH (2015) The autonomic nervous system and cardiovascular disease: role of n-3 PUFAs. Vascular Pharmacology 71(2015):1-10.
- Mısır G, Tufan B, Köse S (2014) Monthly variation of total lipid and fatty acid contents of Atlantic bonito, *Sarda sarda* (Bloch, 1793) of Black Sea. International Journal of Food Science & Technology 49(12):2668-2677.
- Moreira A, Pereira O, Garcia R, Valadares Filho S, Campos J, Souza V, Zervoudakis J (2001) Milk yield, intake and apparent digestibility of nutrients, pH and ruminal ammonia concentration in lactating cow fed diets containing corn silage and alfalfa and coastcross bermudagrass hays. Revista Brasileira de Zootecnia 30(3):1089-2001.
- Nakamura H, Tsujiguchi, H, Kambayashi, Y, Hara A, Miyagi S, Yamada Y, Nakamura H (2019) Relationship between saturated fatty acid intake and hypertension and oxidative stress. Nutrition 2019:8-15.
- Omri B, Chalghoumi R, Izzo L (2019). Effect of Dietary Incorporation of Linseed Alone or Together with Tomato-Red Pepper Mix on Laying Hens' Egg Yolk Fatty Acids Profile and Health Lipid Indexes. Nutrients 11(4):813.
- Özogul Y, Özoğul F, Alagöz S (2007). Fatty acid profiles and fat contents of commercially important seawater and freshwater fish species of Turkey: A comparative study. Food Chemistry, 103(1):217-223.
- Özoğul F, Yavuzer E, Özoğul Y, Kuley E (2013) Comparative quality loss in wild and cultured rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during chilling storage. Food Science and Technology Research 19(3):445-454.
- Rahman SA, Huah TS, Hassan O, Daud NM (1995) Fatty acid composition of some Malaysian freshwater fish. Food Chemistry 54(1):45-49.
- Raikos V, Ranawana V (2017) Designing emulsion droplets of foods and beverages to enhance delivery of lipophilic bioactive components—a review of recent advances. International Journal of Food Science & Technology 52(2017):68-80.
- Rasoarahona JE, Barnathan G, Bianchini JP, Gaydou EM (2005) Influence of season on the lipid content and fatty acid profiles of three tilapia species (*Oreochromis niloticus*, *O. macrochir* and *Tilapia rendalli*) from Madagascar. Food Chemistry 91(4):683-694.
- Secci G, Serra A, Concollato A, Conte G, Mele M, Olsen RE, Parisi G (2015) Carbon monoxide as stunning/killing method on farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*): effects on lipid and cholesterol oxidation. Journal of the Science of Food and Agriculture, 96(7):2426-2432.
- Setty B, Betal S, Miller R, Brown D, Meirer M, Cahill M, Stuart M (2019) Relationship of Omega-3 fatty acids DHA and EPA with the inflammatory biomarker hs-CRP in children with sickle cell anemia. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids 146(2019):11-18.
- Shang T, Liu L, Zhou J, Zhang M, Hu Q, Fang M, Gong Z (2017) Protective effects of various ratios of DHA/EPA supplementation on high-fat diet-induced liver damage in mice. Lipids Health Disease 2017(16):65.
- Simopoulos AP (1991) Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development, a review. American Journal of Clinical Nutrition 54(3):438-463.
- Simopoulos AP (2010) The omega-6/omega-3 fatty acid ratio: Health implications. Oilseeds and Fats, Crops and Lipids 17(5):267-275.
- Tidball MM, Exler J, Somanchi M, Williams J, Kraft C, Curtis P, Tidball KG (2017) Addressing information gaps in wild-caught foods in the US: Brook trout nutritional analysis for inclusion into the USDA national nutrient database for standard reference. Journal of Food Composition and Analysis, 60(2017), 57-63.

- Turchini G, Hermon K, Francis D (2018) Fatty acids and beyond: Fillet nutritional characterization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed different dietary oil sources. *Aquaculture* 491(2018):391-397.
- Ulbricht T, Southgate D (1991) Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet* 338(8773):985-992.
- Valfré F, Caprino F, Turchini G (2003) The health benefit of seafood. *Veterinary research communications* 27(2013):507-512.
- Ward OP, Singh A (2005) Omega-3/6 fatty acids: alternative sources of production. *Process Biochemistry* 40(12):3627-3652.
- Yavuzer E (2018) Development of defective fish egg sorting machine with colour sensor for trout facilities. *Aquaculture Research*, 49(11):3634-3637.
- Zhang L, Zhang F, Fan Z, Liu B, Liu C, Meng X (2019) DHA and EPA nanoemulsions prepared by the low-energy emulsification method: Process factors influencing droplet size and physicochemical stability. *Food Research International* 12(2019):359-366.
- Zhu Y, Tan Q, Zhang L, Yao J, Zhou H, Hu P, Liu H (2019) The migration of docosahexenoic acid (DHA) to the developing ovary of female zebrafish (*Danio rerio*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* 233(2019):97-105.

