



Değişik Pişirme Yöntemlerinin Akya (*Lichia amia*) Filetolarının Yağ Asidi Kompozisyonu Üzerine Etkileri

Nasuh AKGÜL¹, Mehmet BAŞHAN²

¹Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü DİYARBAKIR, ²Dicle Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü DİYARBAKIR

¹<https://orcid.org/0000-0001-6166-5354>, ²<https://orcid.org/0000-0002-1228-9548>,

✉: akgulnasuh@gmail.com

ÖZET

Bu çalışmada, akya balığının (*Lichia amia*) yağ asidi kompozisyonu üzerine bitkisel yağlarda kızartma ile fırında, mikrodalgada pişirme, ızgara ve buğulama yapma gibi pişirme yöntemlerinin etkisi araştırılmıştır. Kızartma işleminin balıkların yağ asidi kompozisyonunu değiştirdiği belirlenmiştir. Ayçiçek yağı ve mısırozü yağında kızartılan filetolarda 18:2n-6 ile Σ n-6 PUFA'nın, zeytinyağı ve fındık yağında kızartılan örneklerde ise 18:1n-9 ve Σ MUFA'nın önemli düzeyde arttığı saptanmıştır ($p<0.01$). Izgara, mikrodalga ve buğulama ile pişirilen akyaada Σ SFA'da bir miktar artış, Σ PUFA ve Σ n-3 PUFA'da azalma kaydedilmiştir. n-3/n-6 oranı, denenen tüm bitkisel yağlarda kontrole oranla önemli derecede azalmış ($p<0.01$); kızartma dışında pişirilen yöntemlerde ise bu oran yakın değerlerde bulunmuştur ($p>0.05$). Tüm pişirme yöntemlerinden elde edilen aterosjenik indeks (AI) ve trombojenik indeks (TI) değerleri, beslenme uzmanlarının önerdiği değer olan 1.0'in altında bulunmuştur.

Biyokimya

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 23.11.2022

Kabul Tarihi : 15.06.2023

Anahtar Kelimeler

Pişirme yöntemleri
Lipit kalitesi
Yağ asitleri
Akya
Bitkisel yağlar

The Effects of Different Cooking Methods on Fatty Acid Composition of Leer (*Lichia amia*) Fillets

ABSTRACT

In this study, the effects of cooking methods such as frying in vegetable oils, cooking in the oven and microwave cooking, grilling and steaming on the fatty acid composition of leer fish (*Lichia amia*) were investigated. It was determined that the frying process changed the fatty acid composition of the fish. It was determined that 18:2n-6 and Σ n-6 PUFA were significantly increased in fillets fried in sunflower oil and corn oil, and 18:1n-9 and Σ MUFA in samples fried in olive oil and hazelnut oil ($p<0.01$). A slight increase in Σ SFA and a decrease in Σ PUFA and Σ n-3 PUFA were observed in leer cooked by grilling, microwave and steaming. n-3/n-6 ratio was significantly decreased in all vegetable oils tested compared to the control ($p<0.01$); this ratio was found to be close to in methods cooked other than frying ($p>0.05$). The atherogenic index (AI) and thrombogenic index (TI) values obtained from all cooking methods were below 1.0, which is the value recommended by nutritionists.

Biochemistry

Research Article

Article History

Received : 23.11.2022

Accepted : 15.06.2023

Keywords

Cooking methods
Lipid quality
Fatty acids
Leer
Vegetable oils

Atıf Şekli: Akgül, N., & Başhan, M., (2024) Değişik Pişirme Yöntemlerinin Akya (*Lichia amia*) Filetolarının Yağ Asidi Kompozisyonu Üzerine Etkileri. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 27 (1), 38-45. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1209082>

To Cite : Akgul, N., & Bashan, M., (2024). The Effects of Different Cooking Methods on Fatty Acid Composition of Leer (*Lichia amia*) Fillets. *KSU J. Agric Nat* 27(1), 38-45. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1209082>

GİRİŞ

Balık; içerdiği vitamin, mineral, protein ve çoklu doymamış yağ asitlerinden (PUFA) dolayı güçlü bir antioksidan ve antiinflamatuar özelliğe sahip olup insan diyetinde bulunması gerekli bir gıdadır. Önerilen günlük enerji ve besin öğeleri, güvenilir alım düzeylerine göre ortalama 100 gramlık bir porsiyon; önerilen günlük protein alımının %50'sinden fazlasını; minerallerin %10 ila %20'sini, değişen miktarlarda

suda çözünen vitaminleri ve yağda çözünen A, D ve E vitaminlerinin önemli bir yüzdesini sağlar (Perea ve ark., 2008).

Deniz balıklarının yağ asidi bileşiminin yüksek seviyelerde n-3 PUFA ve D₃ vitamini içerdiği bilinmektedir. Balık eti yapısındaki yağ asitlerinden ötürü kaliteli bir diyet ürünüdür. Balık yağları genellikle; %30-40 oranında doymuş (SFA), %25-30 oranında tekli doymamış (MUFA), %25-30 oranında

ise çoklu doymamış yağ asitlerini içerir. Özellikle soğuk su balıklarında yüksek oranda bulunan EPA ve DHA'nın; plazma trigliserit düzeylerini önemli ölçüde azalttığı, düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterol düzeylerini düşürmek gibi farklı fizyolojik işlevleri yerine getirdiği ve antitrombotik, antiinflamatuvar, antiaritmik ve vazodilatör özellikler gösterdiği bildirilmiştir (Un ve ark., 2007).

Çeşitli epidemiyolojik çalışmalar, balık tüketiminin koroner kalp hastalıklarının önlenmesinde anahtar rolünün olduğunu, kan basıncını düşürdüğünü ve kanın pıhtılaşmasını azalttığını göstermiştir (Kris-Etherton ve ark., 2003; Ruxton, 2011).

Türün yaşam alanı, beslenme şekli, besin bolluğu ve besin çeşidi, mevsim, balığın boyutu, yaş, sıcaklık, tuzluluk gibi faktörler balıkların lipit içeriği ve yağ asidi profilini etkiler (Chaouch ve ark., 2003). Balıklar; değişik bitkisel yağlarda kızartma, ızgara, buğulama ve fırında pişirme gibi farklı pişirme yöntemleri uygulanarak tüketilmektedir. Pişirme yöntemleri balık filetolarındaki yağ asidi içeriğinde önemli değişikliklere yol açmaktadır (Weber ve ark., 2008). Eikosapentaenoik asit ve DHA gibi fazla çift bağ içeren n-3 PUFA'ların, ısı uygulanarak yapılan pişirme işlemi serbest radikallerin oluşumuna neden olur (Loughrill ve ark., 2016). Sonuçta faydalı yağ asitlerinin oksidasyon ürünlerinin de tüketilme riskini beraberinde getirir (Turkkan, ve ark., 2008).

Akya (*Lichia amia*) özellikle Akdeniz bölgesinde sıklıkla tüketilen ekonomik ve besin değeri oldukça fazla olan bir deniz balığıdır. Daha önce yapılan çalışmada da bu balıkla birlikte Akdeniz'den toplanan sekiz balık türünün yağ asidi kompozisyonunu araştırılmıştır. Ancak; akyanın yağ asidi bileşimine değişik pişirme tekniklerinin etkisi ile ilgili bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmanın amacı, akya filetolarının yağ asidi kompozisyonuna farklı bitkisel yağlarda kızartma, fırın ve mikrodalgada pişirme, ızgara ve buğulama gibi farklı pişirme tekniklerinin etkisini araştırmaktır.

MATERYAL ve METOD

Araştırmada, Mersin ili Aydınçık ilçesi Karatepe Koy'unda 2021 yılı eylül ayında olta ile yakalanan akya (*Lichia amia*) deniz balığı kullanılmıştır. Balık filetoları, sekiz farklı pişirme tekniği ile pişirilmiş, pişirilmeyen (ham, çiğ) filetolar standart olarak kullanılmıştır.

Örnekleme Yöntemi

Fındık yağı, mısır özü, ayçiçek ve zeytinyağı kızartma işlemi için kullanılmıştır. Tavaya konulan yağlar ısı yardımıyla kızgınlık derecesine ulaşıldıktan sonra filetoların her iki tarafı kızgın yağda üçer dakika süre ile kızartılmıştır. Farklı pişirme yöntemleriyle pişirilen balık filetolarının iç kısım sıcaklıkları

ortalama 75°C olacak şekilde; fırında (180°C, 30 dakika), mikrodalgada (2450 MHz 500 W, 6 dakika), buğulamada (buğulama suyunda, 45 dakika) ve ızgarada (filetonun her iki tarafı, 8 dakika) ise kömür ateşinde pişirilmiştir.

Laboratuvar Analizleri

Örneklerin yağ asidi kompozisyonunu belirlemek amacıyla; filetolar 2:1 oranındaki kloroform – metanolde parçalandıktan sonra (Folch ve ark., 1957) lipit kısmının ayrımı için KCl kullanılmıştır. Lipitteki çözücü evaporatörle buharlaştırıldıktan sonra örneğe, asitli metanol eklenip 2 saat süreyle reflux sisteminde (85 °C'de) ısıtılmış ve böylece yağ asitlerinin metil esterlerine dönüşümü gerçekleştirilmiştir. Hekzan kullanılarak alınan metil esterleri 2 ml kalıncaya kadar evapore edilmiştir. Örnekler, Rtx-2330 (Bonded 90 % bicyanopropyl/ 10% phenylcyanopropyl polysioxane) kapiller kolon (30m x 0.25mm iç çapı x 0.20µm film kalınlığı) kullanılarak SHIMADZU GC 2010 PLUS model gaz kromatografi cihazında analiz edilmiştir. Dedektör ve enjektör sıcaklığı: 250°C; enjeksiyon: Split-model 1/20. Gazlardan helyumun akış hızı 0.5 ml/dk; hidrojenin: 30 ml / dk ve kuru havanın 400 ml/dk. Kolon sıcaklığı 170°C'de 2 dakika tutulduktan sonra 2°C/dakika olacak şekilde 210°C'ye kadar ısıtılmış ve bu sıcaklık derecesinde 20 dakika beklenmiştir.

Numune, alete 1 mikrolitre olarak verilmiştir. Metil esterleri karışımı (Sigma-Aldrich Chemicals) kullanılarak, yağ asitleri belirlenmiştir. GC Solution (Versiyon 2.4) programı kullanılarak kromatogramlar ve toplam yağ asidi miktarları elde edilmiştir. Analizi yapılan numunenin kromatogramında oluşan pikler, standarttaki alikonma zamanları ile karşılaştırılarak tespit edilmiştir.

İstatistik Analizler

SPSS 10.0 bilgisayar programı kullanılarak yağ asidi yüzdeleri karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucu elde edilen tüm veriler üç tekrarın ortalaması olup, yağ asidi metil esterlerinin gaz kromatografik analizlerinde, her pişirme yöntemine ait üçer numune ayrı ayrı enjekte edilmiş aynı yağ asidine ait üç değerlerin ortalaması alınmıştır. Yağ asidi yüzdeleri arasındaki farklılıklar tek yönlü ANOVA ile analiz edilmiştir. Farklılıklar TUKEY HSD testi ile saptanmıştır. İstatistikler farklar, p<0.05 düzeyinde olduğu zaman farkların önemli olduğu kabul edilmiştir.

Yağ asidi analizi ile ilgili Çizelgelerde her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır. Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

Lipit Kalite İndeksleri

Genellikle balık lipit kalitesinin belirlenmesinde; PUFA/SFA, n-3/n-6 PUFA ile Aterojenik indeks (AI, doymuş yağ asitleri ile doymamış yağ asitleri toplamı arasındaki ilişki) ve Trombojenik indeks (TI, kan damarlarında pıhtı oluşma eğilimi) gibi parametreler kullanılmaktadır (Ulbriteth ve Southgate, 1991; Hosseini ve ark., 2014).

$$AI: \frac{12:0+4 \times 14:0+16:0}{\Sigma PUFA+\Sigma MUFA}$$

$$TI: \frac{14:0+16:0+18:0}{(0,5) \times \Sigma MUFA+(0,5) \times (N-6)PUFA+3 \times (N-3)PUFA+\frac{N-3}{N-6}}$$

Bu indeks, pro-trombojenik (doymuş yağ asitleri) ve anti-trombojenik yağ asitleri arasındaki ilişkiyi göstermektedir (Ulbriteth ve Southgate, 1991).

Çizelge 1. Kızartmada kullanılan yağların yağ asidi kompozisyonu
Table 1. Fatty acid composition of oils used in frying

Yağ Asidi	Zeytin Yağı (ORT±SH)	Ayçiçek Yağı (ORT±SH)	Mısır Özü Yağı (ORT±SH)	Fındık Yağı (ORT±SH)
12:0	-	0.03±0.004	0.04±0.006	0.04±0.003
14:0	-	0.04±0.005	0.18±0.01	0.03±0.005
16:0	14.22±1.13	6.78±0.54	12.45±0.99	6.31±0.50
17:0	-	-	1.56±0.12	-
18:0	2.62±0.21	3.24±0.26	0.01±0.00	2.45±0.20
ΣSFA	16.85±1.34	10.10±0.81	14.26±1.14	8.83±0.70
16:1n-7	1.15±0.09	0.15±0.01	0.08±0.01	0.20±0.02
18:1n-9	71.04±5.67	36.97±2.95	30.12±2.40	76.25±6.08
ΣMUFA	72.20±5.76	37.11±2.96	30.20±2.41	76.45±6.10
18:2n-6	9.95±0.79	52.51±4.19	54.80±4.37	14.53±1.16
18:3n-6	0.28±0.02	0.23±0.02	-	0.10±0.01
18:3n-3	0.73±0.06	0.04±0.00	0.74±0.06	0.09±0.01
ΣPUFA	10.95±0.87	52.79±4.21	55.54±4.43	14.72±1.17
Σn-3 PUFA	0.73±0.06	0.04±0.00	0.74±0.06	0.09±0.01
Σn-6 PUFA	10.23±0.82	52.74±4.21	54.80±4.37	14.62±1.17
n-3/n-6	0.07±0.005	0.00±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00
ΣPUFA/ΣSFA	0.64±0.05	5.22±0.41	3.89±0.31	1.66±0.13
AI	0.17±0.01	0.08±0.00	0.15±0.01	0.07±0.00
TI	0.39±0.03	0.22±0.01	0.28±0.02	0.19±0.01

S.H.:Standart Hata, SFA: Doymuş Yağ Asitleri, MUFA: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, PUFA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri, AI: Aterojenik İndeks, TI: Trombojenik İndeks.

Değişik Bitkisel Yağlarla Kızartılan Filetoların Total Lipitteki Yağ Asidi Kompozisyonu

Bitkisel yağlarla pişirilen filetolarla, çiğ (ham) filetonun total lipitteki yağ asidi kompozisyonu Çizelge 2'de verilmiştir. Denenen yağlarda kızartılan filetolar ile çiğ filetolarla 16:0'n SFA'lar arasında, 18:1n-9'un MUFA'lar arasında dominant yağ asitleri olduğu görülmüştür. Bitkisel yağlarda kızartılan örneklerde PUFA'lar içinde 18:2n-6, çiğ örneklerde ise % 34.33 ile 22:6n-3, yüzde dağılımda en fazla bulunmuştur. Çiğ filetolarla yağ asidi gruplarında sıralama PUFA>SFA>MUFA şeklinde olmuştur. Bu sonuçlar Akdeniz'den toplanan balıklardan elde edilen sonuçlarla uyumludur (Prato ve Biandolino, 2012;

BULGULAR ve TARTIŞMA

Akya Filetolarının Kızartılmasında Kullanılan Bitkisel Yağların Yağ Asidi Kompozisyonu

Çalışmada yağda kızartma yöntemi için; ayçiçek yağı, zeytinyağı, mısırözü yağı, fındık yağı gibi farklı bitkisel yağlar kullanılmıştır. Kızartmada kullanılan yağların yağ asidi kompozisyonu Çizelge 1'de verilmiştir.

Her yağın kendine özgü bir yağ asidi kompozisyonuna sahip olduğu görülmüştür. Örneğin 16:0 ve ΣSFA en çok zeytinyağı ile mısır özü yağında, 18:1n-9 ve ΣMUFA fındık yağı ve zeytinyağında, 18:2n-6 ve ΣPUFA ile Σn-6 PUFA mısır özü yağı ve ayçiçek yağında tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Akgül, 2019). Ayçiçek yağı ile mısır özü yağı benzer yağ asidi kompozisyonuna sahip oldukları için (Çizelge 1), bu yağlarla pişirilen filetoların yağ asidi içeriklerinin de yakın olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Örneğin her iki yağda pişirilen örneklerde 18:2n-6 ve ΣPUFA ile Σn-6 PUFA'ların çiğ filetolarla oldukça yüksek olduğu saptanmıştır. Bunun nedeni ayçiçek ile mısır özü yağının yüksek düzeyde 18:2n-6 içermesidir (Çizelge 1). Kızartma işlemi ile filetolara geçen linoleik asit, balığın yağ asidi kompozisyonunu değiştirmiştir.

Zeytinyağı ile fındık yağında kızartılan filetolarla ise 18:1n-9 ve dolayısıyla ΣMUFA içeriğinin hem çiğ balıklardan hem de diğer bitkisel yağlarda kızartılan örneklerden çok daha fazla olduğu tespit edilmiştir

(Çizelge 2). Bunun nedeni, zeytinyağı ile fındık yağında yüksek yüzdede bulunan 18:1n-9'un (Çizelge 1), kızartma esnasında filetolarca emilmesi ve onların yağ asidi kompozisyonunu değiştirmesidir (Çizelge2). Çiğ filetolardaki 16:0 ve Σ SFA'lar ile 20:5n-3, 22:5n-3 ve 22:6n-3 düzeylerinin değişik bitkisel yağlarda kızartılan filetolardan oldukça yüksek olduğu, oleik asit ve Σ MUFA'ların ise daha düşük olduğu görülmüştür. Bunun nedeni yukarıda da belirtildiği gibi bazı yağların 18:1n-9 bakımından zengin olmaları ve bitkisel yağlarda 20:5n-3, 22:5n-3 ve 22:6n-3 gibi n-3 yağ asitlerinin olmamasıdır.

Daha önceki çalışmalarda, kızartma işleminde kullanılan yağın yağ asidi kompozisyonunun, balıkların yağ asidi içeriğine etki ettiği belirlenmiştir (Sánchez-Muniz ve ark.1992; Little ve ark., 2000; & Başhan, 2019). Uskumrunun linoleik asit yüzdesini ayçiçek yağı 9.74, mısır özü yağı ise 13.7 kat arttırmıştır. Zeytinyağında kızartılan filetoların 18:1n-9 düzeyi % 48.18 yükselmiştir (Başhan, 2019). Zeytin yağında kızartılan lagosta (*Epinephelus coioides*) 18.1n-9 düzeyi artmış, EPA ve DHA azalma göstermiştir (Zahra Momenzadeh ve ark., 2017). Çalışmada da belirlendiği gibi belirli yağ asitleri bakımından zengin olan bitkisel yağlar, kızartma işlemi ile filetolara geçip yağ asidi kompozisyonunun değişimine neden olmuştur. Bitkisel yağların bazılarında örneğin, zeytinyağında %71.04 ile 18:1n-9; ayçiçekyağında %52.51 ve mısırözü yağında %54.80 oranı ile 18:2n-6 gibi yüksek yüzdede bulunan yağ asitleri kızartma işlemi ile balıklara geçmekte ve balıkların yağ asidi kompozisyonlarını değiştirerek n-3 PUFA'lardan EPA ve DHA yüzdelerinde önemli oranlarda azalmaya neden olmaktadır (Çizelge 1).

Gıdalardaki yağların besinsel kalitesini belirleyen başlıca parametreler; n-3/n-6 oranı, PUFA/SFA oranı, aterosjenik indeks (Aİ) ile trombojenik indekslerdir (Tİ). Çalışmada çiğ akyaya filetosunda n-3/n-6 oranı 5.95 olarak bulunmuştur (Çizelge 2). Sağlıklı beslenme için bu indeksin 0.2 den fazla olması gerekir (Simopoulos, 2002). Çiğ akyadaki n-3/n-6 oranının, tavsiye edilen değerlerin oldukça üstünde olması, balığın önemli bir besinsel kaynak olduğunu gösterir. Farklı balık türlerinde bu oran 0.24 - 4.1 arasında belirlenmiştir (Hosseini ve ark., 2014). Mersin Karatepe Koy'undan temin edilip çalışılan sekiz balıkta n-3/n-6 oranı, 2.3-7.86 arasında saptanmıştır (Akgül, 2019). Farklı bitkisel yağlarda kızartılan akyaya filetolarında n-3/n-6 oranı 0.07 (mısır özü yağında kızartılmış balıklar) – 0.35 (zeytinyağında kızartılmış balıklar) arasında tespit edilmiştir (Çizelge 2). Görüldüğü gibi bitkisel yağlarda kızartılan akyaya filetolarında, n-3/n-6 oranı ham filetolara oranla hayli düşük bulunmuştur. Bu orana göre, denenen yağlar arasında en sağlıklı yağın zeytinyağı olduğu söylenilebilir. Mısır özü yağı ve ayçiçek yağında 18:2n-6'nın fazla düzeyde olması, bu yağlarla kızartılan balıkların n-3/n-6 oranının düşük

olmasına neden olmuştur. Daha önce yapılan bir çalışmada, bu orandaki azalma en fazla ayçiçek yağında, en az zeytinyağında kızartılan örneklerde bulunmuştur (Başhan, 2019). Mısır özü yağında kızartılan Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) balığında n-3/n-6 oranı 1.21, çiğ balıkta ise 9.93 olarak saptanmıştır (Turhan ve ark., 2011). Ayçiçek yağı, çipura balığında n-3/n-6 oranını 26.75 kat azaltmıştır (Özoğul ve ark., 2009).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2003) PUFA/SFA oranının sağlıklı bir diyet için 0.4'ten fazla olmasını önermektedir. Araştırmada çiğ akyada bu oran 1.09, değişik bitkisel yağlarda kızartılan filetolarda 0.66 – 3.63 arasında bulunmuştur. Ayçiçek yağı ve mısırözü yağında 18:2n-6 yüksek olduğu için bu yağlarda kızartılan filetolarda oran yüksek olarak saptanmıştır (Çizelge 2). Örneğin, ayçiçek yağında kızartılan sardalyada PUFA/SFA oranı kontrole oranla 3.0 kat (Gall ve ark., 1983), uskumruda ise 1.5 kat artmıştır (Başhan, 2019). Ulbricht ve Southgate 'ın (1991), kullandığı ve formülleri daha önce belirtilen indekslerden Aterosjenik indeks (Aİ), çeşitli yağ asitlerinin, serum kolesterol düzeyi üzerine olan etkileriyle ilgilidir. Trombojenik indeks (Tİ) ise trombositlerin agregasyonunu uyarma potansiyelinin bir ölçüsüdür. Her iki indeksin yüksek olması, kalp-damar hastalıkları için bir risktir. Beslenme uzmanları bu indekslerin 1.0'den düşük olmasını önermektedir. Çalışmada Aİ indeksi 0.08 (fındık yağında kızartılan filetolar) – 0.53 (çiğ fileto); Tİ ise 0.20 (fındık yağında kızartılan filetolar) – 0.37 (zeytinyağında kızartılan filetolar) aralığında bulunmuştur (Çizelge 2). Fındık yağında kızartılan filetolarda her iki indeksin, çiğ ve diğer bitkisel yağlarda kızartılan filetolardan daha düşük olmasının nedeni, bu yağda kızartılan balıklarda 16:0'ın düşük; 18:1n-9 ve total MUFA'nın yüksek olmasıdır (Çizelge 2). Bu verilere göre, Aİ ve Tİ indeksi bakımından en uygun yağın fındık yağı olduğu görülür.

Kızartma Dışındaki Yöntemlerle Pişirilen Akyanın Total Lipitteki Yağ Asidi Kompozisyonu

Kızartma dışındaki teknikler olan fırında, mikrodalga fırında pişirme, ızgara ve buğulama yöntemi ile pişirilen akyaya filetolarında da çiğ örneklerdeki gibi SFA'lar içinde 16:0, MUFA'lardan 18:1n-9 ve PUFA'lardan 22:6n-3 dominant yağ asitleri olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3). Bazı bireysel yağ asitleri dışında, belirtilen pişirme yöntemlerinin akyaya balığının yağ asidi kompozisyonunu çok önemli düzeyde değiştirmediği görülmüştür. Kontrol (çiğ) ve diğer pişirme yöntemleri ile karşılaştırıldığında buğulama yöntemi ile pişirilen filetolarda palmitik asidin bir miktar daha az yüzdede, kontrol (çiğ) ve fırında pişirilenlerde ise 22:6n-3 ve bu yağ asidine bağlı Σ PUFA ve Σ n-3 PUFA'nın ise daha fazla yüzdede oldukları belirlenmiştir. Pişirme yöntemleri arasında

hem bireysel yağ asitleri hem de yağ asidi gruplarının yüzde değerleri bakımından ham (çiğ) filetolara en yakın pişirme tekniğinin fırında pişirme olduğu söylenilebilir. Bu bulgu daha önce yapılan çalışmalarda da ortaya konmuştur. Fırınlama işleminin; PUFA içeriği ve n-3/n-6 oranı gibi

parametreler dahil olmak üzere balık etinin tüm lipid özelliklerinin korunması açısından en iyi ısıl işlem olduğu birçok araştırmacı (García-Arias ve ark., 2003; Türkkan ve ark., 2008; Neff ve ark., 2014; Başhan, 2019) tarafından kabul edilmiştir.

Çizelge 2. Farklı bitkisel yağlarda kızartılan akyaya ile ham (çiğ) akyanın yağ asidi kompozisyonu
Table 2. Fatty acid composition of leer fried in different vegetable oils and raw (raw) leer

Yağ Asidi	Çiğ (HAM) (ORT±SH)	Ayçiçek Yağı (ORT±SH)	Zeytin Yağı (ORT±SH)	Mısır Özü Yağı (ORT±SH)	Fındık Yağı (ORT±SH)
12:0	-	0.14±0.01a	-	-	0.05±0.001b
14:0	0.96±0.08a	0.17±0.01b	0.06±0.00c	0.09±0.01c	0.07±0.01c
15:0	0.20±0.02a	0.03±0.004b	0.01±0.002c	0.02±0.003bc	0.03±0.003b
16:0	27.99±2.23a	9.30±0.74b	14.53±1.16c	12.76±1.02c	7.39±0.59b
17:0	-	-	0.19±0.02	-	-
18:0	11.21±0.89a	4.62±0.37b	3.79±0.30b	2.02±0.16c	3.00±0.24b
ΣSFA	40.38±3.22a	14.28±1.14b	18.59±1.48c	14.91±1.19b	10.54±0.84d
16:1n-7	1.36±0.11a	0.32±0.03b	0.73±0.06c	0.11±0.01d	0.19±0.02e
18:1n-9	14.07±1.92a	35.91±2.87b	68.23±5.44c	30.67±2.45d	72.55±5.79e
20:1n-9	0.14±0.01a	0.15±0.01a	0.12±0.01a	0.09±0.01b	0.11±0.01a
ΣMUFA	15.57±2.04a	36.38±2.90b	69.08±5.51c	30.88±2.46d	72.86±5.81e
18:2n-6	3.34±0.27a	43.85±3.50b	8.34±0.67c	50.30±4.01d	13.54±1.08e
18:3n-6	0.25±0.02a	0.15±0.01b	0.40±0.03c	0.15±0.01b	0.12±0.01b
18:3n-3	0.27±0.02a	0.27±0.02a	0.54±0.04b	0.65±0.05b	0.16±0.01c
20:2n-6	0.25±0.02a	0.16±0.01b	0.04±0.006c	0.02±0.003d	0.05±0.007c
20:3n-6	0.19±0.02a	0.01±0.001b	0.07±0.01c	0.05±0.00d	0.04±0.006d
20:4n-6	2.29±0.18a	0.64±0.05b	0.25±0.02c	0.24±0.02c	0.23±0.02c
20:5n-3	2.20±0.18a	0.31±0.03b	0.21±0.02c	0.19±0.02c	0.18±0.01c
22:5n-3	0.93±0.07a	0.14±0.01b	0.08±0.01c	0.09±0.01c	0.06±0.01c
22:6n-3	34.33±1.94a	3.81±0.30b	2.40±0.19c	2.51±0.20c	2.21±0.18c
ΣPUFA	44.05±2.72a	49.34±3.94b	12.33±0.98c	54.21±4.32d	16.60±1.32e
Σn-3 PUFA	37.72±2.21a	4.54±0.36b	3.23±0.26c	3.44±0.27c	2.62±0.21d
Σn-6 PUFA	6.33±0.50a	44.81±3.57b	9.10±0.73c	50.77±4.05d	13.99±1.12e
n-3/n-6	5.95±0.62a	0.10±0.08b	0.35±0.052c	0.07±0.006d	0.19±0.02e
ΣPUFA/ΣSFA	1.09±0.12a	3.45±0.42b	0.66±0.074c	3.63±0.28b	1.57±0.16d
AI	0.53±0.045a	0.12±0.03b	0.18±0.07c	0.15±0.02bc	0.09±0.01b
TI	0.30±0.05a	0.26±0.032b	0.37±0.04c	0.29±0.04a	0.20±0.03d

S.H.:Standart Hata, SFA: DoymuşYağ Asitleri, MUFA: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, PUFA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri, AI: Aterojenik İndeks, TI: Trombojenik İndeks.

Kızartma dışında denenen çeşitli pişirme teknikleri uskumru (Başhan, 2019), Ringa (Ilow ve Ilow, 2002) ve Deniz Levreğinin (Yanar ve ark., 2007) bireysel yağ asitleri ile yağ asitleri grubu kompozisyonu üzerinde önemli bir etki oluşturmamıştır.

Buğulama işlemi, Çipura balığında 18:1n-9 ve Σn-3 PUFA yüzdesinde azalmaya neden olmuş, Sarı Benekli Lagos balığında ise n-3 PUFA'lardan EPA ve DHA düzeylerini değiştirmemiştir (Zahra Momenzadeh ve ark., 2017).

Çalışmada kızartma dışında uygulanan pişirme yöntemleri akyaya filetolarının n-3/n-6 ile PUFA/SFA oranını pek fazla etkilememiştir (Çizelge 3). Daha önce yapılan çalışmalarda, mikrodalgayla pişirilen ve buğulama yapılan dört tatlı su balığında (Neff ve ark., 2014), fırında ve mikrodalga fırınında pişirilen, buğulama, tütsüleme ve ızgara yapılan uskumruda n-3/n-6 ile PUFA/SFA oranı değişmemiştir (Başhan,

2019).

Farklı pişirme teknikleri ile pişirilen akyadaki AI ve TI değerleri, beslenme uzmanlarının önerdiği değerler arasında bulunmuştur (Çizelge 3). Çizelgede de görüldüğü gibi, ızgara, mikrodalga ve buğulama yöntemleri ile pişirilen balıkta çiğ örneklerle oranla AI ve TI indekslerinin biraz daha yüksek olmasının nedeni, bu pişirme yöntemlerinde toplam Σn-3 PUFA ile ΣPUFA yüzdesinin daha düşük olarak saptanmış olmasıdır.

Tırsi (*Alosa immaculata*) balığında, AI indeksi ızgarada, TI ise hem ızgara hem de buğulamada artmıştır (Merdzhanova ve ark., 2016). Fırında pişirilen Hazar kutumu (*Rutilus kutum*) balığında AI ve TI değerleri kontrole yakın çıkmış, ancak mikrodalgada pişirme yönteminde artmıştır (Hosseini ve ark., 2014). Bu sonuçlar, yapılan çalışmadan elde edilenlerle uyum içindedir.

Çizelge 3. Değişik pişirme yöntemleri ile pişirilen akya filetoları ile çiğ filetoların yağ asidi kompozisyonu
Table 3. Fatty acid composition of leer fillets cooked with different cooking methods and raw fillets

Yağ Asidi	Çiğ (HAM) (ORT±SH)	Fırın (ORT±SH)	Izgara (ORT±SH)	Mikrodalga (ORT±SH)	Buğulama (ORT±SH)
12:0	-	0.13±0.01a	0.09±0.01b	0.18±0.01c	0.20±0.02c
14:0	1.13±0.09a	0.46±0.04b	0.62±0.05c	0.78±0.06d	6.43±0.51e
15:0	0.32±0.03a	0.10±0.01b	0.36±0.03a	0.47±0.04c	0.20±0.02d
16:0	26.67±1.73a	28.02±2.24a	28.24±2.25a	28.01±2.23a	24.60±1.96b
17:0	0.02±0.00a	0.08±0.01b	0.04±0.00c	0.27±0.02d	0.26±0.02d
18:0	10.39±0.67a	11.21±0.89a	12.37±0.99b	13.90±1.11b	10.06±0.80a
ΣSFA	38.54±2.52a	40.00±3.19a	41.73±3.33b	43.61±3.48c	41.76±3.33b
16:1n-7	1.67±0.13a	1.02±0.08a	1.17±0.09b	1.08±0.09a	0.95±0.08c
18:1n-9	13.84±2.54a	11.24±0.90b	14.02±1.12a	12.92±1.03a	15.58±1.24c
20:1n-9	0.11±0.01a	0.20±0.02b	0.04±0.00c	0.08±0.01d	0.22±0.02b
ΣMUFA	15.62±2.68a	12.46±0.99b	15.23±1.22a	14.08±1.12c	16.75±1.34d
18:2n-6	3.45±0.91a	2.19±0.17b	4.63±0.37a	2.12±0.17b	4.67±0.37a
18:3n-6	0.41±0.03a	0.34±0.03a	0.35±0.03a	0.30±0.02a	0.16±0.01b
18:3n-3	0.36±0.03a	0.35±0.03a	0.48±0.04b	0.31±0.02a	0.22±0.02c
20:2n-6	0.19±0.02a	0.31±0.02b	0.27±0.02b	0.27±0.02b	0.18±0.01a
20:3n-6	0.24±0.02a	0.17±0.01a	0.10±0.01b	0.11±0.01b	0.05±0.00c
20:4n-6	3.67±0.13a	5.04±0.40b	3.00±0.24a	3.71±0.30a	3.18±0.25a
20:5n-3	2.88±0.15a	3.22±0.26a	2.83±0.23a	2.51±0.20a	2.70±0.22a
22:5n-3	0.81±0.06a	0.87±0.07a	0.92±0.07a	1.22±0.10b	0.64±0.05c
22:6n-3	33.83±1.42a	35.04±2.80b	30.47±2.43c	31.75±2.53d	29.69±2.37e
ΣPUFA	46.85±2.78a	47.55±3.79a	43.04±3.43b	42.31±3.38c	41.49±3.31c
Σn-3 PUFA	38.89±1.67a	39.50±3.15a	34.70±2.77b	35.79±2.86b	33.24±2.65c
Σn-6 PUFA	7.96±1.11a	8.05±0.64a	8.34±0.67a	6.52±0.52b	8.25±0.66a
n-3/n-6	4.88±0.65a	4.91±0.65a	4.16±0.55a	5.49±0.73a	4.03±0.53a
ΣPUFA/ΣSFA	1.21±0.16a	1.18±0.15a	1.03±0.13a	0.97±0.12a	0.99±0.13a
AI	0.50±0.06a	0.50±0.06a	0.52±0.06a	0.55±0.07a	0.90±0.12b
TI	0.29±0.03a	0.30±0.03a	0.34±0.04a	0.34±0.04a	0.35±0.04a

S.H.:Standart Hata, SFA: DoymuşYağ Asitleri, MUFA: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, PUFA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri, AI: Aterojenik İndeks, TI: Trombojenik İndeks.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Her bitkisel yağın kendisine özgü bir yağ asidi kompozisyonuna sahip olduğu, ayçiçek yağı ile mısır özü yağının linoleik asit (18:2n-6), zeytinyağı ile fındık yağının oleik asit (18:1n-9) bakımından zengin olduğu belirlenmiştir.

Kızartma işleminin balıkların yağ asidi kompozisyonuna önemli etki yaptığı, ayçiçek ve mısır özü yağında kızartılan filetolarda 18:2n-6 ile Σn-6 PUFA'nın, zeytinyağı ve fındık yağında kızartılan örneklerde 18:1n-9 ve ΣMUFA'nın kontrole oranla önemli düzeyde arttığı saptanmıştır (p<0.01).

Izgara, mikrodalga ve buğulama ile pişirilen akyanın yağ asidi gruplarından ΣSFA'da bir miktar artış, ΣPUFA ve Σn-3 PUFA'da azalma kaydedilmiştir.

n-3/n-6 oranı, özellikle ayçiçek ve mısırózü yağında kızartılan balıklarda önemli düzeyde azalmış (p<0.01); kızartma dışında pişirilen yöntemlerde ise kontrole yakın değerlerde bulunmuştur. Tüm pişirme yöntemlerinden elde edilen aterojenik (AI) ve trombojenik indeks (TI) değerleri, önerilen değer olan 1.0'in altında bulunmuştur.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Nasuh AKGÜL'ün Doktora Tezinin bir bölümünden yapılmış olup DÜBAP (Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri) tarafından desteklenmiştir (Proje No: FBE.21.019).

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Makaleye olan katkı oranı eşittir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması beyanı yoktur.

KAYNAKLAR

- Akgül, N. (2019). *Akdeniz'deki bazı balıkların yağ asidi içerikleri* (Tez no 10264151). [Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Başhan, U. (2019). *Uskumru balığının (Scomber scombrus) yağ asidi içeriğine farklı pişirme tekniklerinin etkisi* (Tez no 10255346). [Yüksek Lisans Tezi, Biruni Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı].

- Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Chaouch, A., Bouhlel, I., Chraief, I., Hammami, M., El Hani, A., Romdhane, M.S., & El Cafsi, M. (2003). Seasonal variation of polyunsaturated fatty acids (n-3) composition in *Diplodus annularis* from the gulf of Tunis: *Nutritional benefits*. *Journal Society Chimney Tunis*, 5, 55-63.
- Folch, J., Lees, M., & Stanley, G.H.S. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *The Journal of Biological Chemistry*, 226, 497-509.
- Gall, K. L., Otwell, W. S., Koburger, J. A., & Appledorf, H. (1983). Effects of four cooking methods on the proximate, mineral and fatty acid composition of fish filets. *Journal of Food Science Technology*, 48, 1068-1074.
- Garcia-Arias, M.T., Pontes, E.A., Garcia-Linares, M.C., Garcia-Fernandez, M.C., & Sanchez- Muniz, F.J. (2003). Cooking-freezing-reheating (CFR) of sardine (*Sardina pilchardus*) filets. Effect of different cooking and reheating procedures on the proximate and fatty acid composition. *Food Chemistry*, 83, 349-356.
- Hosseini, H., Mahmoudzadeh, M., Rezaei, L., Mahmoudzadeh, R., Khaksar, N., Khosroshahi K., & Babakhani, A. (2014). Effect of different cooking methods on minerals, vitamins and nutritional quality indices of kutum roach (*Rutilus frisii kutum*). *Food Chemistry*, 148, 86-91.
- Ilow, B.R., & Ilow, R. (2002). Comparison of the effects of microwave cooking and conventional cooking methods on the composition of fatty acids and fat quality indicators in herring. *Nahrung/Food*, 6, 383-388.
- Kris-Etherton, P.M., Harris, W.S., Appel, L.J. (2003). AHA Nutrition Committee. Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease new recommendations from the American Heart Association. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 23, 151-152.
- Little, S. O., Armstrong, S. G., & Bergan, J. G. (2000). *Fatty acids in foods and their health implications*. In C. K. Chow (Ed.), *Factors affecting stability and nutritive value of fatty acids: Culinary practices* (2nd ed., pp. 427-437). New York, NY: Marcel Dekker.
- Loughrill, E., & Zand, N. (2016). An Investigation into the fatty acid content of selected fish-based commercial infant foods in the UK and the impact of commonly practiced re-heating treatments used by parents for the preparation of infant formula milks. *Food Chemistry*, 197, 783-789.
- Merdzhanova, A., Dobрева, D.A., & Makedonski, L. (2016). Comparison of polyunsaturated fatty acid and fat-soluble vitamins content of cooked Shad (*Alosa immaculata*). *Journal of Agricultural Technology*, 12(6), 1043-1056.
- Neff, M. R., Bhavsar, S.P., Braekevelt, E., & Arts, M. T. (2014). Effects of different cooking methods on fatty acid profiles in four freshwater fishes from the Laurentian Great Lakes region. *Food Chemistry*, 164, 544-550.
- Özogul, Y., Özogul, F., Çiçek, E., Polat, A., & Kuley, E. (2009). Fat content and fatty acid compositions of 34 marine water fish species from the Mediterranean Sea. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(6), 464-475.
- Perea, A., GoÁmez, E., Mayorga, Y., & Triana, C. (2008). CaracterizacioÁn nutricional de pescados de produccioÁn y consumo regional en Bucaramanga, Colombia. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 58(1), 91-97.
- Prato, E., & Biandolino, F., (2012). Total lipid content and fatty acid composition of commercially important fish species from the Mediterranean, Mar Grande Sea. *Food Chemistry*, 131, 1233-123.
- Ruxton, C. S. (2011). The benefits of fish consumption. *British Nutrition Foundation Nutritional Bulletin*, 36, 6-19.
- Sa'nchez-Muniz, F. J., Viejo, J. M., & Medina, R. (1992). Deep-frying of sardines in different culinary fats. Changes in the fatty acids composition of sardines and frying fats. *Journal Agriculture. Food Chemistry*, 40, 2252-2256.
- Simopoulos, A. P. (2002). Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. *Journal of American College Nutrition*, 21, 495-505.
- SPSS10.0 for Windows. Statistical Software, SPSS Inc., Chicago, IL, 1999.
- Turhan, S., Üstun, N.S., & Temiz, H. (2011). Lipid quality of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) filets affected by different cooking methods. *International Journal of Food Properties*, 14, 1358-1365.
- Turkkan, A.U., Cakli, S., & Kilinc, B. (2008). Effects of cooking methods on the proximate composition and fatty acid composition of seabass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758). *Food and Bioproducts Processing*, 86, 163-166.
- Ulbritch, T., & Southgate, D. (1991). Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet*, 338, 985-992.
- Un, H., StroÈhle, A., & Wolters, M. (2007). Ernährung bei Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises. *Medizinische Monatsschrift für Pharmazeuten*, 30, 138-146.
- Weber, J., Bochi, V.C., Ribeiro, C.P., Victoria, A.M., & Emanuelli, T. (2008). Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdia quelen*) filets. *Food Chemistry*, 106, 140-146.
- WHO, (2003). Diet, nutrition and the prevention of chronic disease: report of a joint WHO/FAO expert consultation. WHO technical report series, 916, WHO, Geneva.

Yanar, Y., Küçükgülmez, A., Ersoy, B., & Çelik, M. (2007). Cooking effects on fatty acid composition of cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) filets. *Journal of Muscle Foods*, 18(1), 88–94.

Zahra Momenzadeh, Z., Khodanazary, A., & Ghanemi, K. (2017). Effect of different cooking methods on vitamins, minerals and nutritional quality indices of orangespotted grouper (*Epinephelus coioides*). *Food Measure*, 11, 434–441.