



T.C.
BİRÜNİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSİTİTÜSÜ

BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI
YÜKSEKLİSANS PROGRAMI

FARKLI PİŞİRME TEKNİKLERİNİN USKUMRU BALIĞININ
(*SCOMBER SCOMBRUS*, LINNAEUS, 1758) YAĞ ASİDİ
İÇERİĞİNE ETKİSİ

UĞURCAN BAŞHAN

DANIŞMAN

Prof. Dr. Fatma Çelik

İSTANBUL

2019

T.C.
BİRÜNİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZ ONAY SAYFASI

Anabilim Dalı: Beslenme ve Diyetetik

Program Adı: Beslenme ve Diyetetik

Öğrencinin Adı Soyadı: Uğurcan Başhan

Danışman: Prof.Dr. Fatma Çelik

Biruni Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalında Uğurcan Başhan tarafından hazırlanan "Farklı pişirme tekniklerinin uskumru balığının (*Scomber scombrus* Linaeus, 1758) yağ asidi içeriğine etkisi" adlı tez çalışması, jüri tarafından YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

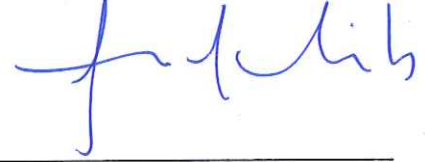
Tez Savunma Tarihi: 17.06.2019

(Jüri Üyesinin Ünvanı, Adı, Soyadı ve Kurumu)

İmza

Prof. Dr. Fatma ÇELİK

Biruni Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü



Dr. Öğr. Üyesi Şule ŞAKAR

Arel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Yüksek Okulu Beslenme ve Diyetetik Bölümü



Dr. Öğr. Üyesi Derya DOĞANAY

Biruni Üniversitesi Eczacılık Fakültesi



Biruni Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca bu tez jüri tarafından onaylanmış ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

Sağlık Bilimleri Enstitü Müdürü

I. Beyan

Bu tezin bana ait olduğunu, tüm aşamalarında etik dışı davranışımın olmadığını, içinde yer alan bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, kullanmış olduğum bütün bilgilere kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin yürütülmesi ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Uğurcan Başhan

İmza

XXXXXXXXXX

II. Teşekkür

Bana bu araştırma konusunu veren, değerli yardımlarını esirgemeyen Tez Danışmanım Prof. Dr. Fatma Çelik hocama, laboratuvar çalışmalarım ve analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde yardımcı olan babam Dicle Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü öğretim üyelerinden Prof. Dr. Mehmet Başkan'a ve çalışmanın yapılmasında gerekli olanakları sağlayan Dicle Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Başkanlığına çok teşekkür ederim.



III. İçindekiler

II. Teşekkür	iv
III. İçindekiler	v
IV. Simge ve kısaltmalar listesi	vii
V. Tablolar Listesi.....	ix
VI. Şekil Listesi.....	x
Özet	1
Abstract	3
1. GİRİŞ VE AMAÇ	5
2. GENEL BİLGİLER	7
2.1. Balıkların Besinsel Önemi	7
2.3. Uskumru Balığının Genel Özellikleri Ve Besinsel Değeri	9
2.4. Yağ Asitlerinin Yapısı	12
2.5. Balık Pişirme Yöntemleri.....	16
2.5.1.Tütsüleme.....	17
2.5.2.Buğulama: Sağlıklı Pişirme	17
2.5.3.Yağda Kızartma	17
2.5.4. Kuru Isıda Pişirme Yöntemi	18
2.5.4.1. Izgarada pişirme	18
2.5.4.2. Fırında pişirme	18
2.6. Pişirme Yöntemlerinin Nem İçeriğine Etkisi.....	19
2.7. Balık Total Lipit Miktarına Pişirme Yöntemlerinin Etkisi	19
2.7.1. Yağda kızartma	19
2.7.2. Izgarada kızartma	22
2.7.3. Fırında pişirme	22
2.7.4. Mikrodalga fırında pişirme	23
2.7.5. Buğulama	24
2.8. Balık Yağ Asiti İçeriğine Çeşitli Pişirme Tekniklerinin Etkileri	24
2.8.1. Yağda kızartma	24
2.8.2.Fırında Pişirme	29
2.8.3.Izgarada pişirme	30
2.8.4.Mikrodalgada pişirme	30
2.8.5.Buğulama	31
3. GEREÇ VE YÖNTEM	32
3.1. Balıkların elde edilmesi ve değişik pişirme tekniklerinin uygulanması	32
3.2. Nem (su) içeriğinin saptanması.....	33
3.3. Lipit ekstraksiyonu ve yağ asiti metil esterlerinin (FAME) hazırlanması	33
3.4. Gaz kromatografi koşulları	33
3.5. Verilerin istatistiksel değerlendirilmesi	34
4. BULGULAR	35
4.1. Değişik pişirme yöntemlerinin uskumrunun total nem ve lipit içeriğine etkisi..	35
4.2. Uskumru balığının çiğ filetolarında yağ asiti içeriği.....	37
4.3. Ayçiçek yağında kızartılan uskumruda yağ asitlerinin değişimi	37
4.4. Kanola yağında kızartılan uskumruda yağ asitlerinin değişimi	40
4.5. Zeytinyağında kızartılan uskumruda yağ asitlerinin değişimi	40
4.6. Mısır özü yağında kızartılan uskumruda yağ asitlerinin değişimi	40
4.7. Tereyağında kızartılan uskumruda yağ asitlerinin değişimi	44
4.8. Buğulama yöntemiyle pişirilen uskumruda yağ asitlerinin değişimi.....	47
4.9. Fırında pişirilen uskumruda yağ asitlerinin değişimi.....	47
4.10. Izgarada pişirilen uskumruda yağ asitlerinin değişimi.....	47

4.11. Mikrodalga fırında pişirilen uskumruda yağ asitlerinin değişimi	48
4.12. Tütsülenmiş uskumruda yağ asitlerinin değişimi.....	52
5. TARTIŞMA	55
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	68
7. Kaynaklar	71
Özgeçmiş.....	83



IV. Simge ve kısaltmalar listesi

Σ	Toplam
AA	Araşidonik asit
ALA	α - linolenik asit
DHA	Dokosahekzaenoik asit
EPA	Eikosapentaenoik asit
MUFA	Monounsaturated fatty acids (Tekli doymamışyağasitleri)
PUFA	Polyunsaturated fatty acids (Çoklu doymamışyağasitleri)
SFA	Saturated fatty acids (Doymuşyağasitleri)
$\omega(n)-3$	Omega 3
$\omega(n)-6$	Omega 6
C 16:0	Palmitik asit
C 18:1n-9	Oleik asit
C 20:5n-3	EPA (Eikosapentaenoik asit)
C 22:6n-3	DHA (Dokosahekzaenoik asit)
C 18 :00	Stearik asit
COOH	Karboksil
CH ₃	Metil
Δ	Omega



V. Tablolar Listesi

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa
Tablo 1.1.	Doymuş yağ asitleri	12
Tablo 1.2.	Tekli doymamış yağ asitleri	13
Tablo 1.3.	Çoklu doymamış yağ asitleri	13
Tablo 2.1	Uskumru balığının besin içeriği	1
Tablo 3.	Farklı yöntemlerle pişirilen uskumru balığının nem ve yağ içeriği	34
Tablo 4.	Ayçiçek yağı, ayçiçek yağında kızartılan balık ve çiğ balığın yağ asidi içeriği	37
Tablo 5.	Kanola yağı, kanola yağında kızartılan balık ve çiğ balığın yağ asidi içeriği	39
Tablo 6.	Zeytinyağı, zeytinyağında kızartılan balık ve çiğ balığın yağ asidi içeriği	40
Tablo 7.	Mısır özü yağı, mısır özü yağında kızartılan balık ve çiğ balığın yağ asidi içeriği	41
Tablo 8.	Tereyağı, tereyağında kızartılan balık ve çiğ balığın yağ asidi içeriği	43
Tablo 9.	Buğulanmış balık ile çiğ balığın yağ asidi içeriği	46
Tablo 10.	Mutfak fırınında pişirilmiş balık ile çiğ balığın yağ asidi içeriği	47
Tablo 11.	Izgarada pişirilen balık ile çiğ balığın yağ asidi içeriği	48
Tablo 12.	Mikrodalga fırında pişirilmiş balık ile çiğ balığın yağ asidi içeriği	49
Tablo 13.	Tütsülenmiş balık ile çiğ balığın yağ asidi içeriği	51

VI. Şekil Listesi

Şekil No	Şeklin İsmi	Sayfa no
Şekil 1.1.	Doymuş yağ asiti	13
Şekil 1.2.	Doymamış yağ asiti	13
Şekil 1.3.	ω -3 ve ω -6 yağ asiti	14



Özet

Farklı pişirme tekniklerinin uskumru balığının (*Scomber scombrus* Linnaeus, 1758) yağ asidi içeriğine etkisi

Bu çalışmada, normal yaşantımızda temin edildiği gibi büyük bir il merkezinde ticari bir marketten satın alınan ve avlanma boyutuna erişmiş uskumru (*Scomber scombrus*) balığı örneklerinde yağda kızartma, fırınlama, mikrodalga fırında pişirme, ızgarada pişirme, buğulama ve tütsüleme gibi farklı pişirme tekniklerinin pişmiş besinin total nem, total yağ ve yağ asidi bileşimine etkisi araştırılmıştır. Kızartma yağı olarak zeytinyağı, ayçiçeği yağı, mısır özü yağı, kanola yağı ve tereyağı kullanılmıştır.

Bu çalışmada uskumru balığını seçmemizin nedeni, ω -3 yağ asitleri kaynağı olması, elzem amino asit ve vitaminleri içerip, karbonhidrat içermemesidir.

Çiğ uskumruda toplam nem (su) içeriği % 52.8 - % 70.41; toplam yağ içeriği ise % 8.49 - % 14.89 arasında bulunmuştur. Tüm pişirme yöntemlerinin balıkta nem kaybına yol açtığı görülmüştür. En fazla nem kaybı ayçiçeği yağında en az nem kaybı zeytinyağında tespit edilmiştir. Yağda kızartma dışında, en fazla nem kaybı ızgarada pişirme tekniğinde bulunmuştur.

Denenen tüm pişirme yöntemleri uskumrunun total lipit miktarını arttırmıştır. Çeşitli yağlarda ayrı ayrı kızartılan balıkta en yüksek lipit artışı % 136 ile ayçiçeği yağında belirlenmiştir. Yağda kızartma dışında diğer pişirme teknikleri arasında, en yüksek total lipit artışı % 130.53 ile mikrodalgayla pişirilen filetolarda bulunmuştur.

Filetoların yağ asidi analizinde gaz kromatografi tekniği kullanılmıştır. Çiğ ve pişirilmiş uskumruda –dekanoik asitten dokosaheksaenoik asite – toplam on dokuz yağ asidi tespit edilmiştir. En fazla bulunan yağ asitleri; % 25.37 - % 29.05 ile palmitik asit (C16:0), % 23.59 - % 29.01 ile oleik asit (C18:1n-9), % 8.49 - % 11.75 ile eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5n-3) ve % 8.37 - % 12.37 ile dokosaheksaenoik asit (DHA, C22:6n-3) olmuştur. Tereyağı dışındaki yağlarda kızartılan filetolarda, çiğ örneğe oranla C16:0, stearik asit (C18:0), total doymuş yağ asitleri (Σ SFA), EPA, DHA yüzdeleri ile n-3/n-6 oranı azalmıştır. Ayçiçek yağı, kanola yağı ve zeytin yağında kızartılan balıkta 18:1n-9 ve total tekli doymamış yağ asitlerinin düzeyleri artmıştır. Ayçiçek yağında kızartılan uskumruda C18:2n-6; 9.74 kat, mısır

özü yağında kızartılarda ise 13.7 kat artmıştır. Çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA)/doymuş yağ asitlerine (SFA) oranı, ayçiçeği yağı, kanola yağı ve mısır özü yağında artmış, tereyağında ise azalmıştır.

Fırında pişirme, buğulama, ızgarada pişirme, buğulama, tüksüleme ve mikrodalgayla pişirme teknikleri filetoların C16:0, C18:1n-9, EPA, DHA, $\sum$ SFA, total tekli doymamış yağ asitleri ($\sum$ MUFA), total n-6 çoklu doymamış yağ asitleri ($\sum$ n-6 PUFA) ile insan sağlığı ve özellikle kalp damar hastalıklarında koruyucu olantotal n-3 çoklu doymamış yağ asitleri ($\sum$ n-3 PUFA) oranları ile n-3/n-6 ve PUFA/SFA oranlarını önemli olacak derecede değıştirmemiştir.

Sonuç olarak, sıklıkla tüketilen bir balık türü olan uskumrunun fırında ve mikrodalga fırında pişirilmesi, ızgara ve buğulama yapılması pek çok beslenme rehberinde de yapılan öneriler doğrultusunda olduğu gibi tavsiye edilmesi yağ asidi içeriğı açısından doğrulanmıştır. Hangi yağ türünde olursa olsun yağda kızartma işleminden sakınılmasının, balığın yağ asiti içeriğini değıştirmesi nedeniyle sağlıklı beslenme açısından önemli bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Farklı pişirme yöntemleri, uskumru, yağ asidi içeriğı

Abstract

The Effect of Different Cooking Techniques on Fatty Acid Composition of Mackerel (*Scomber scombrus* Linnaeus, 1758)

In this study, the effects of different cooking techniques such as frying, baking, cooking in microwave, grilling, steaming and fumigating on total moisture, total lipid and fatty acid compositions of the cooked samples of mackerel (*Scomber scombrus*) fish which reached the size of catching purchased from a commercial market in a large city center as provided in our normal life were investigated. Olive oil, sunflower oil, corn oil, canola oil and butter were used as frying.

In this study, we chose mackerel because mackerel is the source of omega 3 fatty acids and contains a wealth of essential vitamins and all essential amino acids and contains no dietary carbohydrate.

Total moisture in raw mackerel was found to be 52.8% -70.41% and total lipid was between 8.49% and 14.89%. It has been observed that all the cooking methods cause loss of moisture in the fish. The most moisture loss among fried samples was determined as sunflower oil, the least water loss was found in olive oil. Among the cooking methods other than frying, the most decrease in moisture content was found in the grilling.

All the cooking methods examined increased the total lipids amount of mackerel. The highest increase in lipid in the fish cooked separately in various oils was determined in sunflower oil with 136 %. Among the other cooking methods other than frying, the most increase of total lipid was found in microwaved fillets with 130.53%.

Gas chromatography technique was used in the fatty acids analysis of fillets. Nineteen fatty acids (from C10:0 to C22:6n-3) were determined from raw and cooked mackerel fillets. The most abundant fatty acids found in raw mackerel fillets were palmitic acid (C16:0, 25.37-29.05 % of total fatty acids), oleic acid (C18:1 n-9,

23.59-29.01 % of total fatty acids), eicosapentaenoic acid (EPA, C20:5n-3, 8.49-11.75 % of total fatty acids) and docosahexaenoic acid (C22:6n-3, 8.37-12.37 % of total fatty acids).

The percentages of C16:0, stearic acid (C18:0), the total saturated fatty acids (Σ SFA), EPA, DHA, and n-3 / n-6 ratio in fillets fried in all oils tested except for butter oil was significantly decreased compared to raw sample. In the fish fried in sunflower oil, canola oil, and olive oil, there was an increase in the levels of C18:1n-9 and the total monounsaturated fatty acids (Σ MUFA). As for linoleic acid (18:2n-6), an increase of 9.74 times was noted in the mackerel fried in sunflower oil and 13.7 with corn oil. The PUFA / SFA ratio increased in fillets cooked in sunflower, canola and corn oil, and decreased in butter.

The percentages of C16:0, C18:1n-9, EPA, DHA, Σ SFA, total monounsaturated fatty acid (Σ MUFA), total n-6 polyunsaturated fatty acid (Σ n-6 PUFA) and Σ n-3 polyunsaturated fatty acids (Σ n-3 PUFA) which is important for human health and especially for protective effect on cardiovascular diseases, and ratios of n-3/n-6 and PUFA/SFA of all fillets was not significantly changed by baking, steaming, grilling, fumigating and microwave cooking.

As a result, baking, cooking, in microwave, grilling and steaming of mackerel, which is a frequently consumed fish species was confirmed in terms of fatty acid content as recommended in the recommendations of many nutritional guidelines. Regardless of the oil type, avoiding frying in oil is important for healthy nutrition as it changes the fatty acid content of the fish.

Key words: Different cooking methods, mackerel, fatty acid composition.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Gıdaların kalitesini belirleyen en önemli öğelerden biri; yapılarındaki proteinler, yağlar, karbonhidratlar, vitaminler ve minerallerin sindirim kanalı enzimleriyle sindirilebilme ve organizma tarafından kullanılma dereceleridir. Balıklar bu özelliğe sahip önemli besin kaynaklarıdır (Metli, 2006).

Balık ve diğer su ürünlerinin etleri, içerdikleri özellikle doymamış yağ asitlerinden dolayı beslenme açısından önemlidir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

Balıketinin besinsel olarak kaliteli ve lezzetli olması, yapısındaki yağ asitlerinden ileri gelmektedir. Balık yağının % 30-40 doymuş, % 25-30 tekli doymamış, % 25-30 çoklu doymamış yağ asitlerinden oluşur. Doymuş yağ asitleri içinde en yüksek düzeyde palmitik (16:0), tekli doymamışlar içinde oleik (18:1n-9), çoklu doymamışlar içinde ise ω -3 (n-3) olarak bilinen eikosapentaenoik (EPA) ve dokosaheksaenoik (DHA) bulunur.

Omega-3 yağ asitleri, esansiyel yağ asitleri olup, vücutta sentezlenmediği için mutlaka besinlerle dışarıdan alınmalıdır. Balıklarda bol miktarda bulunan EPA ve DHA, önce deniz algleri tarafından sentezlenir. Daha sonra da zooplankton, fitoplankton ve diğer küçük deniz hayvanları tarafından tüketilerek besin zinciri yoluyla onların bünyesine geçer (Gordon and Ratliff 1992).

Balıklar ve özellikle morina, uskumru, ton, ringa ve sardalya gibi soğuk su balıkları mükemmel n-3 PUFA kaynaklarıdır. Kuzey yarım küredeki balıkların, güney yarım küredekilere oranla n-3 yağ asitleri bakımından daha zengin oldukları saptanmıştır (Hagve et al.,1986). Bunun nedeni suyun sıcaklığıdır. Sıcaklık düştükçe oksijenin eriyebilirliği artmakta ve n-3 yağ asitlerinde de artış görülmektedir.

Deniz balıklarında n-3, tatlısu balıklarında ise n-6 yağ asitleri daha fazla bulunur (Chukwuemeka et al. 2008). Bu nedenle deniz balıklarında n-3/n-6 oranı 5-10 arasında, tatlısu balıklarında ise 1-4 arasındadır (Steffens, 1997).Doğal ortamlarda yetiştirilen balıklarda n-3/n-6 oranı, kültür balıklarından daha fazla bulunmuştur (Van Vliet and Katon, 1990).PUFA miktarı dışında, ω 6/ ω 3 oranı, besinsel kaliteyi belirleyen parametrelerden biridir. Çocukların iyi beslenmesi için bu oranın 10 dan yüksek olmaması gerekir (Gerster, 1998).

Deniz kıyısında yaşayanlar n-3 PUFA bakımından zengin balıkları tükettikleri için, diğer insanlara oranla daha düşük n-6/n-3 oranına sahiptirler (Boersma et al., 1991). Buna karşılık n-6 PUFA bakımından zengin bitki yağlarını

tüketenlerde ise n-6/n-3 oranı yüksek çıkmaktadır. Besinle alınan n-3 ve n-6 yağ asitlerinin belli oranlarda alınması önerilmektedir. İnsan sağlığı için ideal n-3/n-6 oranı 1/5- 1/10 aralığında olmalıdır. Fazla deniz ürünü tüketen Japonlarda bu oran 1/2- 1/4 tür. Batı ülkelerinde ω 6, ω 3 ten çok fazladır. Örneğin Amerika'da ω -6, ω -3 ün 10-30 katı kadardır (Aleksandra et al., 2009). Amerikan Kalp Birliği, sağlıklı kişilerin haftada iki kez balık yemesi gerektiğini ya da günlük 400–500 mg EPA ve DHA, kalp hastası olanların günde 1 g EPA+DHA, trigliseriti yüksek olanların ise günde 2–4 g EPA+ DHA almalarını önermektedir (Lichtenstein et al., 2006).

Vücuttaki eikosanoidlerin dengeli sentezi için ω -3/ ω -6 dışında kullanılan bir diğer parametre de çoklu doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine (PUFA/SFA) oranıdır. Kalp- damar hastalıklarını önlemek için bu indeksin 0.45 ten az olmaması gerekir (Abedi and Sahari, 2014).

Günümüzde ölümlerin büyük çoğunluğunun kalp krizi, damar tıkanıklığı, yüksek kolesterol ve kansere bağlı hastalıklardan kaynaklandığı, depresyon, stres, şiddet ve intihar vakalarının da çok fazla arttığı düşünülürse, balık tüketiminin önemi daha iyi anlaşılmaktadır.

Balıklar nadiren çiğ olarak yenilir. Genellikle farklı yollarla pişirilirler. Pişirme esnasında oluşan fiziksel ve kimyasal reaksiyonlar, besinin besinsel değerini arttırabilir veya düşürebilir. Örneğin, besindeki protein denatürasyonundan dolayı sindirilebilirlik artar, ancak ısıya dayanıksız bileşiklerin, yağda eriyen vitaminlerin ve çoklu doymamış yağ asitlerin miktarı azalır (Bognár, 1998). Doymamış yağ asitleri; çift bağlardan dolayı doymuşlara oranla oksidasyona daha duyarlıdır. Balıklarda PUFA içeriğinin pişirme esnasında azaldığı kimi zaman da değişmediği belirlenmiştir. Burada belirleyici faktörler; pişirme şekli ile balık türünün çeşididir.

Yapılan çalışmalar, beslenmede önemli yeri olan balıklarda bol miktarda bulunan eikosapentaenoik (EPA) ve dokosaheksaenoikasitin (DHA) çeşitli hastalıklara karşı koruyucu özelliğe sahip oldukları belirlenmiştir. Ancak balıklarda toplam yağ oranı ve yağ asidi bileşimleri türlere, mevsime, suyun sıcaklığına, beslenme ortamına (Crowford et al. 1986) ve pişirme yöntemine göre (Gall et al., 1983; Kocatepe et al., 2011; Hosseini et al., 2014) değişmektedir.

Çalışmanın amacı, çeşitli yöntem ve farklı yağlar ile pişirme işlemi uygulanan balıkların total yağ ve yağ asitleri içeriklerini belirlemek ve insan

beslenmesinde tavsiye edebileceğimiz balığın yağ asidi dengesini optimal seviyede tutabileceğimiz en iyi pişirme yöntemini tespit etmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Balıkların Besinsel Önemi

Çevre ve su sıcaklığı, cinsiyet, üreme durumu, mevsim ve beslenme gibi faktörler balık etinin besinsel içeriğini değiştirebilir (Uysal et al.,2002).

Balıklarda protein oranı % 17–22 aralığında olup insanlar için elzem amino asitler olan triptofan, arjinin, threonin, lösin, lizin, izolösin, methionin, histidin, valin ve fenilalanini yeterli miktarda içermektedir(FAO/WHO, 1991).

Özellikle Morina balığı proteinleri, C-reaktif proteinlerin azalmasını ve insulin duyarlılığının artmasını sağlamakta ve böylece tip 2 diabeti önlemektedir (Ouellet et al., 2008). Ratlarla yapılan çalışmalarda ise yağsız balık proteinlerinin plazma total kolesterolünü azalttığı (Narayan et al., 2009) ve kan basıncını düzenlediği (Boukourt et al., 2004) belirlenmiştir.

Balıklar, diğer deniz ürünleri gibi selenyum ve iyot gibi mineraller ile A, D ve B₁₂ gibi vitaminler bakımından oldukça zengindir. D vitamini eksikliğinin raşitizm ve hatta kansere neden olduğu bilinmektedir. Deri rengi koyu olan kişilerde ve yaşlılarda D vitamini sentezi azalmaktadır. Bu vitaminin kalp-damar (Wu et al., 2010) ve kanser (Giovannucci, 2009) hastalıklarına karşı faydalı olduğu bildirilmiştir. Yağlı balıklar ve morina karaciğeri yağı, doğal D vitamini deposudur.

Besinlerin çoğunda çok az bulunan iyot ve selenyum gibi mineraller balık ve diğer deniz ürünlerinde bol miktarda bulunmaktadır. Selenyumun antioksidant özelliği ile çeşitli kanser türlerine karşı koruyucu özellikte olduğu saptanmıştır (Jackson and Combs, 2008). İyot eksikliğinin ise guatr ve kretinizm gibi hastalıklara neden olduğu bilinmektedir.

2.2. Balık Yağlarının Sağlık Açısından Önemi

Yapılan epidemiyolojik çalışmalar ile n-3 PUFA'ların, özellikle EPA ve DHA'nın çeşitli hastalıklara karşı koruyucu özelliğe sahip oldukları belirlenmiştir. Grönland Eskimolarında kalp – damar hastalıklarının az oluşu, bu insanların fazla miktarda n-3 PUFA'ları (EPA ve DHA) almalarına bağlanmıştır (Dyerberg et al., 1978).

Eikosapentaenoik asit ve DHA gibi n-3 yağ asitlerinin romatoid artrit (Rosell et al., 2009), deri hastalıkları (Steffens and Wirth, 2005), astım (Lands, 1986), nefrit (Thais and Stahl 1987) ve multipl sklerozis (Bates et al., 1989), kanser (Li and Hu 2009), hipertansiyon (Appel et al., 1993); tip 2 diabet(Connor et al., 1993) gibi hastalıklara karşı koruyucu etkilere sahip olduklarını gösteren birçok çalışma vardır.

Beyin ve retinada bolca bulunan DHA nın, fetusta beyin, çocuklarda ise zihin gelişimi ve görüş keskinliği için faydalı olduğu bildirilmiştir(Cohen et al., 2005). Omega 3 yağ asitlerinden yetersiz beslenenlerin retinasında kalıcı bozukluklar meydana gelmektedir. Anne sütündeki DHA miktarı, bebeğin DHA düzeyi ile bağlantılıdır. Emzirme döneminde annelerden n-3 yağ asiti alanların IQ'su almayanlara göre yüksek çıkmıştır (Helland et al. 2003).

Besinsel EPA ve DHA, inflamasyona neden olan eikosanoidlerin üretimini düşürmekte (Calder, 2009), damarların tıkanmasına neden olan düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) sentezini engellemektedir (Steffens and Wirth 2005). Ayrıca bu yağ asitlerinin trombozu önlediği, serum kolesterolü düşürücü etkiye sahip oldukları bilinmektedir.

Yağlı balıkların kalp – damar hastalıkları riskini azalttığı gösterilmiştir (De Leiris et al., 2009). Haftada bir kez balık yiyenlerde, yemeyenlere oranla hastalık riski % 15 koroner ölüm riski ise % 36 azalmıştır (He et al., 2004),

Lavrik (C12:0), miristik (C14:0) ve palmitik (C16:0) asit gibi doymuş yağ asitleri, kanda kötü kolesterol olarak bilinen düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL), damarlarda birikinti oluşturarak ateroskleroza neden olmaktadır. Ayrıca bu yağ asitlerinin koroner arter hastalığı riskini artırdığı bilinmektedir. Bu nedenle uzmanlar, bu bileşenleri daha az miktarda içeren balık gibi besinlerin tüketilmesini önermektedir(Lichtenstein et al., 2006). Tekli doymamış yağ asitlerinin (MUFA), iyi kolesterol olan yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL kolesterol) artırıcı etkisi bulunmaktadır. Somon, morina, pisi ve ringa gibi Kuzey Avrupa balık türlerinde C18:1n-9, C16:1n-7 ve C20:1n-9 asitlerin oluşturduğu MUFA'ların oranı % 30-60 arasındadır.

Omega 3 yağ asiti bakımından zengin besin tüketen kişilerde, damar genişletici etkiye sahip Prostatiklin I₃ sentezi artmış ve yüksek tansiyonlarında düşüş

meydana gelmiştir. Örneğin sekiz ay boyunca haftada bir kez uskumru yiyen kişilerin kan basıncında düşme saptanmıştır (Baysal, 1992).

İngilizlerde yağlı balık tüketiminin diyabet riskini düşürdüğü saptanmıştır (Patel et al., 2009). Balık karaciğer yağını alanlarda Tip I diyabet (Stene and Geir, 2003), n-3 yağ asitlerini tüketenlerde ise Tip II diyabet riskinin azaldığı (Jain, 2002) bildirilmiştir. Yapılan klinik çalışmalarda bu durum balığın içerdiği n-3 PUFA'nın kan basıncı ve plazma trigliserit düzeylerini düşürerek, insülin direncini azaltabilme yeteneği ile açıklanmıştır (Sidhu, 2003).

Bazı çalışmalarda (Cameron et al., 1989; Karmali et al., 1984), ω -6 yağ asitlerinin, tümörü ilerlettiği, ω -3 yağ asitlerinin ise serbest radikal oluşumunu ve insülin direncini azaltarak tümörün oluşumunu engellediği vurgulanmıştır. Hayvanlarda yapılan çalışmalarda ω -3 yağ asitlerinin kanser tedavisinde olumlu etkiye sahip oldukları, kemoterapinin etkinliğini artırdığı, meme, kolon, akciğer ve prostat kanseri insidansını düşürdüğü öne sürülmüştür (Hardman, 2002).

Depresyonlu kişilerde ω -3 PUFA miktarının sağlıklı kişilere göre daha düşük olduğu görülmüştür. N-3 yağ asitlerinin depresyona karşı koruyucu etkileri olduğu ve yüksek balık tüketimi olan ülkelerde daha az oranda depresyon görüldüğü vurgulanmıştır (Peet, 2003).

2.3. Uskumru Balığının Genel Özellikleri ve Besinsel Değeri

Uskumru (*Scomber scombrus*), Uskumrugiller (*Scombridae*) familyasına ait ekonomik değeri yüksek bir deniz balığıdır. Kolyozdan daha ufaktır. Sırt kısmında yeşil – mavi tonlarında bantlar vardır. Vücut yapısı ince uzun olup, karın kısmı açık gümüş tondadır. Yaklaşık 8-11 yıl yaşayabilirler. İthal olanlarının ortalama boyu 35 cm, ülkemizde yetişenler ise 20 cm'ye kadar büyümektedir. Uskumrunun ortalama ağırlığı 120 gramdır. Ülkemizdeki yerli balık türlerindendir. Genellikle Marmara Denizi'nde yaşar ancak Ege Denizi ve Karadeniz'de de görülmektedir. Dünyada Amerika sahilleri ile Kuzey Denizi'nde yaşadıkları bilinmektedir. Uskumru balığı yılın her döneminde bulunup tüketilen bir balık türüdür. Ancak bu balığı tüketmek için, en doğru zaman sonbahar ve kış aylarıdır. Daha lezzetli, daha yağlı ve faydalı olduğu aylar ekim, kasım ve aralıktır(<https://bilgihanem.com/uskumru-baliklari-hakkinda-bilgi/>)

Balığın besin protein ve yağ asidi oranını azaltmamak için pişirme yöntemine dikkat edilmelidir. Özellikle yağlı olduğu dönemde kızartma yönteminden kaçınılmalıdır. Uskumru için tercih edilebilecek en ideal pişirme yöntemi fırın ve ızgaradır. Doğru şekilde pişirilmiş uskumru balığından hafta iki kez birer porsiyon tüketmek yeterli olacaktır. Lezzetli olmasının yanında besin değeri çok yüksek olan uskumru ekonomik açıdan da büyük bir değere sahip olup en faydalı balıklardan biridir. Özellikle gebe ve emzikli bireylerin, küçük yaştaki çocukların düzenli olarak tüketmesinde yarar vardır. Uskumru protein deposudur. Yüz gramında 25 gram protein vardır. Yağ oranı % 15'tir. Karbohidrat içermez, doymuş ve doymamış yağ asitleri bakımından zengindir. Uskumruda B1, B2, B3, B6 vitaminleri ve D vitamini bulunmaktadır. 100 gram balıktaki D vitamini, günlük ihtiyacın yarısından fazlasını karşılamaktadır. B₁₂ vitamini bakımından da zengindir. Bu vitamin, kan hücrelerinin üretilmesinde rol oynamaktadır. Balığın etinde selenyum, magnezyum, potasyum, demir ve fosfor bol olarak bulunur(<https://bilgihanem.com/uskumru-baliklari-hakkinda-bilgi/>).

Yüz gram balıkta 1.5 – 2.5 gram ω -3 yağ asidi vardır. Balıkta bulunan ω -3, fosfat ve B₁₂ vitamini, beynin güçlenmesini sağlar, kalp – damar sağlığı için faydalı olup kalp hastalıklarının önlenmesine yardımcı olur. Uskumrudaki ω -3 yağ asitleri, beynin sağlıklı çalışmasını sağlar. Balık, alzheimer hastalığının etkilerini azaltan, hiperaktivite ve konsantrasyon bozukluğuna iyi gelen, hafıza, düşünme ve algı gücünü artıran, gün boyu verimli olmamızı sağlayan fosfatidilserin açısından en zengin besindir. Uskumruda ayrıca, kalp ve beyin için faydalı olan, yaşlanmayı geciktirici ve antioksidant özelliğe sahip koenzim Q 10 bulunur (<https://iyiyaşa.com/uskumrunun-faydalari>).

TABLO2.1.Uskumru balığının besin içeriği

<u>Besin değeri</u>	<u>100 gramda</u>
Enerji	205 kcal
Karbohidrat	0.0 g
Lif	0.0 g
Protein	18.6 g
Toplam yağ	13.9 g
Doymuş yağ	3.3 g
Tekli doymamış yağ	5.5 g
Çoklu doymamış yağ	3.3 g
Omega 3 yağ asitleri	2670 mg
Omega 6 yağ asitleri	219 mg
Kolesterol	70 mg
A vitamini	167.0 IU
C vitamini	0.4 mg
B ₆ vitamini	0.5 mg
Potasyum	314.0 mg
Kalsiyum	12.0 mg
Demir	1.6 mg
Sodyum	83 mg
Magnezyum	97 mg
Kobalamin	19 µg

Uskumru Balığının Bilimsel Sınıflandırması

Alem: Animalia (Hayvanlar)

Şube: Chordata (Kordalılar)

Sınıf: Actinopterygii (Işınsal Yüzgeçliler)

Takım: Perciformes

Familya: Scombridae

Cins: *Scomber*

Tür: *Scomber scombrus*

2.4. Yağ Asitlerinin Yapısı

Yağ asiti zincirinin bir ucunda karboksil (COOH) diğer ucunda metil (CH₃) grubu bulunur. Karbon atomlarının numaralandırılması karboksil grubundan başlayarak yapılır. Bir numaralı karbon atomu olan karboksil grubuna komşu iki nolu karbon atomu α , 3 nolu karbon atomu β , son karbon olan metil grubu da ω olarak adlandırılır. Palmitik (C16:0) ve stearik asit (C18:0) gibi çift bağ içermeyen yağ asitleri, doymuş yağ asitleri (SFA, Saturated Fatty Acids), oleik asit (C18:1n-9, Δ 9) gibi bir çift bağ içeren yağ asitleri, tekli doymamış yağ asitleri (MUFA, Monounsaturated Fatty Acids), linoleik (C18:2n-6, Δ 9, 12) ve araşidonik asit (C20:4n-6, Δ 5, 8, 11, 14) gibi iki ve daha fazla çift bağ içeren yağ asitleri çoklu (aşırı) doymamış yağ asitleri (PUFA, Polyunsaturated Fatty Acids) olarak bilinmekte olup, tablo 2.2, 2.3, ve 2.4’de verilmiştir. PUFA’lar ω 3 (n-3) ve ω 6 (n-6) olmak üzere iki gruptan oluşurlar. Omega adlandırılması metil ucuna göre yapılmakta ve bu uçtan başlayarak ilk çift bağın olduğu karbon atomu esas alınmaktadır (Singh and Chandra, 1988).

Bir ω -6 olan linoleik asit ile ω -3 olan α -linolenik asit (C18:3n-3, Δ 9, 12, 15), bitkiler tarafından sentezlenen ve omurgalıları için esansiyel yağ asitleridir. Linoleik asiten bir başka ω -6 olan araşidonik asit (AA), α -linolenik asiten ise eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5n-3, Δ 5, 8, 11, 14, 17) ve dokosaheksaenoik asit (DHA, C22:6n-3, Δ 4, 7, 10, 13, 16, 19) sentezlenmektedir. EPA ve DHA’nın asıl kaynağı zooplanktonlar ve fitoplanktonlardır. Bu önemli ω -3 yağ asitleri besin zinciri yoluyla balıklara geçmektedir. Bu nedenle balıklar EPA ve DHA bakımından zengin besin kaynaklarıdır. Araşidonik asit ve EPA gibi yirmi karbonlu PUFA’lardan, biyolojik olarak aktif maddeler olan eikosanoidler (prostaglandin, tromboksan ve lökotrien)

sentezlenmektedir. EPA, AA ile yarış halindedir. Diyetle ω -3 yağ asitleri arttığı zaman EPA ve DHA; AA'nın yerini alır ve AA'dan sentezlenen ve eritrositlerin kümeleşmesine neden olan tromboksan A_2 ile yangıyı başlatan lökotrien miktarı azalırken, tromboksan A_3 ile vasodilatör etkiye sahip PGI_3 artmaktadır (Granström, 1990).



TABLO 2.2.Doymuş Yağ Asitleri

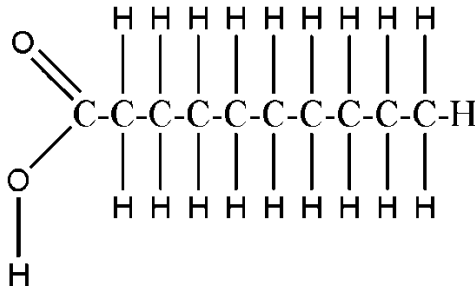
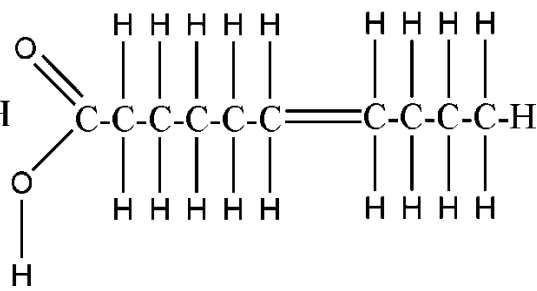
Sistemantik Adı	Trivial (Genel) Adı	Yapısal Formülü	Kısa yazılım
Etanoik	Asetik Asit	CH ₃ COOH	2:0
Propiyonik	Propiyonik Asit	CH ₃ CH ₂ COOH	3:0
Bütanoik	Bütirik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₂ COOH	4:0
Pentanoik	Valerik Asit	(CH ₂) ₄ COOH	5:0
Hekzanoik	Kaproik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₄ COOH	6:0
Oktanoik	Kaprilik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₆ COOH	8:0
Nonanoik	Pelargonik	(CH ₂) ₈ COOH	9:0
Dekanoik	Kaprik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₈ COOH	10:0
Dodekanoik	Lavrik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH	12:0
Tridekanoik	-	(CH ₂) ₁₂ COOH	13:0
Tetradekanoik	Miristik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH	14:0
Pentadekanoik	-	(CH ₂) ₁₄ COOH	15:0
Hekzadekanoik	Palmitik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	16:0
Heptadekanoik	Margarik Asit	(CH ₂) ₁₆ COOH	17:0
Oktadekanoik	Stearik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	18:0
Eikosanoik	Araşidonik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₁₈ COOH	20:0
Henikosanoik	-	(CH ₂) ₂₀ COOH	21:0
Dokosanoik	Behenik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₂₀ COOH	22:0
Trikosanoik	-	(CH ₂) ₂₂ COOH	23:0
Tetrakosanoik	Lignoserik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₂₂ COOH	24:0
Hekzakosanoik	Serotik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₂₄ COOH	26:0
Heptakosanoik	Karboserik Asit	(CH ₂) ₂₆ COOH	27:0
Oktakosanoik	Montanik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₂₆ COOH	28:0
Triakontasanoik	Melisik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₂₈ COOH	30:0

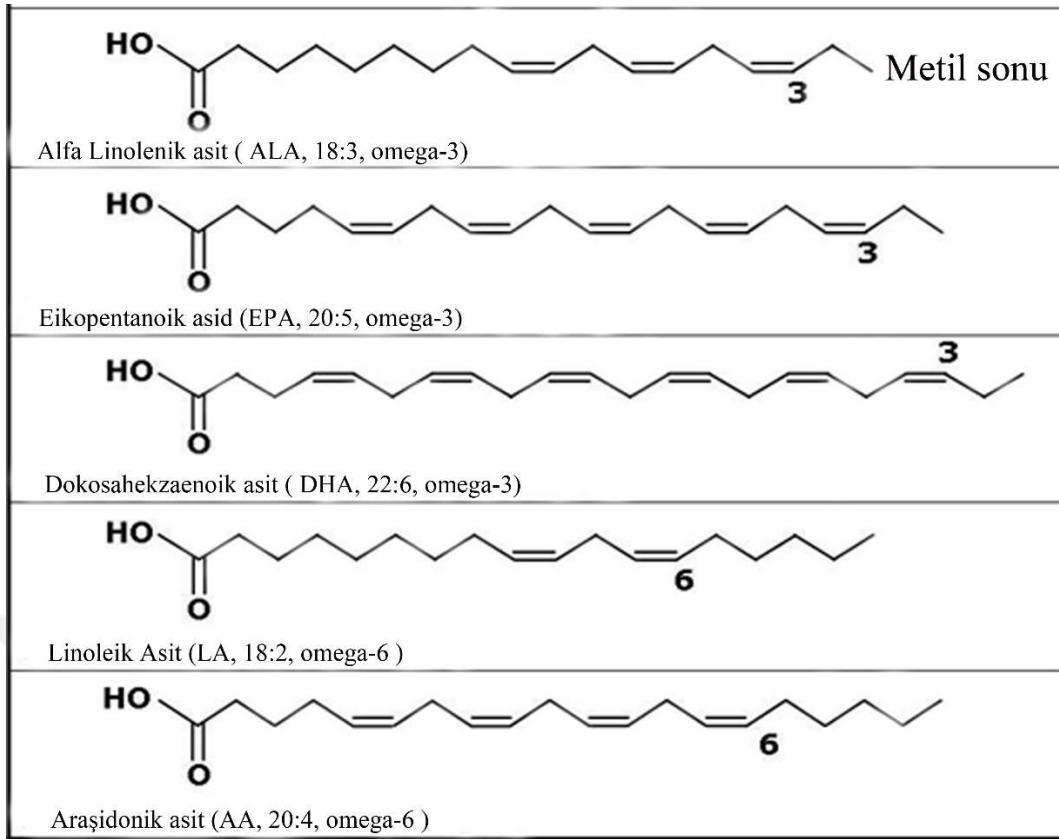
TABLO 2.3. Tekli Doymamış Yağ Asitleri

Sistematiik Adı	Genel Adı	Yapısal Formülü	Kısa yazılım
hekzadekenoik	Palmitoleik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	16:1(n-7)
oktadekenoik	Petroselinik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}=\text{H}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	18:1(n-12)
oktadecenoik	Oleik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	18:1(n-9)
eikosenoik	Gondoik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_9\text{COOH}$	20:1(n-9)
Dokosenoik	Örisik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_{11}\text{COOH}$	22:1(n-9)

TABLO 2.4. Çoklu Doymamış Yağ Asitleri

Sistematiik Adı	Genel Adı	Yapısal Formülü	Kısa yazılım
oktadecadienoik	Linoleik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	18:2(n-6)
oktadekatrienoik	α -Linolenik Asit	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	18:3(n-3)
oktadekatrienoik	γ -Linolenik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	18:3(n-6)
eikosatrienoik	Dihomo- γ -Linolenik Asit	$\text{CH}(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	20:3(n-6)
eikosatetraenoik	Araşidonik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	20:4(n-6)
eikosapentaenoik	EPA	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2=\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	20:5(n-3)

**Şekil 2.1. Doymuş Yağ Asidi****Şekil 2.2. Doymamış Yağ Asidi**



Şekil 2.3. Omega-3 ve Omega-6 Yağ Asitleri

2.5. Balık Pişirme Yöntemleri

Balıklar hem kuru ısıda, hem de nemli ısıda pişirilebilirler. En iyi lezzet ve görünümü sağlamak için balık kısa süre pişirilmelidir. Fırında kızartma, fırında nemli ısıda pişirme, ızgara, az veya çok yağda kızartma gibi yöntemlerinin hepsi balıklara uygulanabilir. Kişilerin arzu ve yeme alışkanlıkları ile de balık çeşitlerine göre balıklara uygulanacak pişirme yöntemleri de değişebilir. Bu yöntemler arasında fazla pişirme, etin kurumasına ve dağılmasına neden olur. Fırında nemli ısıda pişirme diğer yöntemlere göre daha uzun sürer, 1 kg balık için yaklaşık 1 saat sürebilir. Fırında ızgara veya kızartma 260°C de 15 dakika, yağda kızartma daha kısa sürede olup yaklaşık on dakikadır (Bahtiyar, 1987).

Örneği buğulama, fırında pişirme, ızgara yapma ve yağda kızartma gibi pişirme yöntemleri, hem patojenik mikroorganizmaları inaktive ederek hijyenik sağlar, hem de balığı koku ve tat bakımından lezzetli kılar. Pişirme yöntemleri; bir besin maddesinin yenilebilir hale getirilmesi bakımından çok önemlidir. Pişirme ile besin maddesinde duygusal algılama ve beslenme bakımından değişiklikler olur. Bu yöntemler aşağıda sıralanmıştır.

1.Tütsülü ortam (Fume)

2.Suda pişirme yöntemi (Boiling)

- a) Buğulama yapmak (Steaming)
- b) Kaynatarak (boiling)

3.Yağda kızartma yöntemi (Frying)

- a) Az yağda kızartma yöntemi(Sote)
- b) Orta yağda pişirme (frying medium oil)
- c) Bol yağda kızartma (deep frying)

4. Kuru ısıda pişirme yöntemi

- a) Fırında Pişirme (In oven)
- b) Izgarada pişirme (Grilling)

5. Mikrodalgayla Pişirme Yöntemi (mikrowave)

2.5.1.Tütsüleme

Tütsüleme (fümeleme), gıdayı ateşsiz olarak pişirmektir. Bu yöntemde besinin içerisindeki suyun bir pişirme yöntemiyle uzaklaştırılır. Fümeleme için uygun olan başlıca balıklar; mersin, İstavrit, somon, uskumru, sardalya, yılan balığı ve lüfer gelmektedir (Babür ve Gürbüz, 2015).

2.5.2.Buğulama: Sağlıklı Pişirme

Buğulama; besini suya temas ettirmeden suyun buharıyla pişirmektir. En sağlıklı pişirme yöntemlerinden biridir. Balıklar bu yöntemle pişirdiğinde diğer besinler gibi kurumadan, yumuşak, nemli olarak kalmaktadır. En hafif ve zararsız olan bu pişirme yönteminde, gıdalar besin değerlerini de korumaktadır (Babür ve Gürbüz, 2015).

2.5.3.Yağda Kızartma

Bu yöntem; istavrit, hamsi ve barbun gibi az yağlı balıklar için önerilmektedir. Yağ, uygun sıcaklığa geldikten sonra balıklar tavaya konur. Aksi taktirde yağı çeken balıkların rengi soluk, etleri çok gevşek, görüntüleri kötü, fazla yağ çektikleri için sindirimleri de zor olacaktır. İyi bir kızartmanın rengi altın sarısı görünümünde olmalıdır.Yanmış yağda, gereğinden fazla pişen balık hem lezzetsiz hem de sağlık açısından zararlı olur. Çok fazla pişirilen balığın lezzetli olan yağlı kısmı kaybolur. Balığın kısık ateşte ve az pişirilmesi gerekir(Babür ve Gürbüz, 2015).

2.5.4. Kuru ısıda Pişirme Yöntemi

2.5.4.1. Izgarada pişirme

Hem büyük balıklar hem de hamsi gibi küçük balıklar ızgarada pişirilebilir. Balıklar, alevli ateşte değil de orta ateşte pişirilmelidir. Alevli ateş, balığın kuruyup yanmasına, tat ve lezzetinin de kaybolmasına neden olur. Yağsız balıklar, ızgara için uygun değildir. Bu yöntemle, kılçıkları çıkarılmadan pişirilen balıklar çok daha lezzetli olur. Balık, ateşin üzerinden alınır alınmaz sıcak yenmeli, kesinlikle bekletilmemeli ve soğutulmamalı ve bunun yanında ızgaranın ateşten uzaklığı beslenme açısından önem göstermektedir (Babür ve Gürbüz, 2015)..

2.5.4.2. Fırında pişirme

Fırında pişirme; 160-180°C gibi ortalama bir sıcaklıkta, yanında sebze gibi ek malzemelerle balığı pişirme halidir. Ortalama kalınlıktaki bir balık için 2 ila 5 dakika yeterli bir süredir. Tabii bu, fırınına ve seçtiğiniz balığa göre de değişir. Fırında pişirilmiş balıklar yağda kızarmışlara oranladaha hafiftir (Babür ve Gürbüz, 2015).



2.6. Pişirme Yöntemlerinin Nem İçeriğine Etkisi

Çiğ sardalya balıklarında nem miktarının, kızartılan balıklardan çok daha fazla olduğu görülmüştür (Sa'nchez-Muniz et al.1992). Sarı Benekli lagos balığında (*Epinephelus coioides*) çiğ balığın nem içeriği % 76.5 bulunmuştur. Tüm pişirme yöntemleri (buğulama, zeytinyağında kızartma, mikrodalgayla pişirme) balıktaki nem içeriğini önemli oranda azaltmıştır (Zahra Momenzadeh et al., 2017). Bunun nedeni, pişirme esnasında protein yapısının bozulması (denatürasyon) ve suyun buharlaşmasıdır (Delfieh et al. 2013). Çalışmada en yüksek nem içeriği buğulama (% 76.45) en düşük nem içeriği zeytinyağında kızartma işleminde (% 56.99) saptanmıştır(Zahra Momenzadeh et al., 2017)..

Çiğ hamsi balığında % 62.86 olan nem içeriği; ızgara yapılan filetolarda % 54.63, fırınlanmışlarda % 52.83, yağda kızartılmışlarda % 49.55, mikrodalgada pişirilmişlerde % 52.50 olarak belirlenmiştir. Denenen tüm pişirme yöntemlerinde hamsi balığındaki nem içeriği azalmıştır (Ohta et al., 1988).

Gökkuşak alabalığının çiğ filetolarında nem içeriği % 73.88 olarak bulunmuştur. Ayçiçek yağında kızartılan balıkta nem oranı % 15.14, fırında pişirilende % 11.61, ızgara yapılanda % 10.89, mikrodalgayla pişirilende % 14.02 düzeyinde azalma tespit edilmiştir. Hamsi (Ohta et al., 1988) ve Sarı Benekli Lagostaki (Zahra Momenzadeh et al., 2017) gibi nem oranında en fazla azalma yağda kızartılan örneklerde görülmüştür (Gokoğlu et al., 2004).

Mısır yağı ile kızartılan Barbun balığında (*Mullus barbatus*) nem oranı % 84.85, Mikrodalgayla pişirilen filetolarda % 97.52, buğulama işleminde % 38.29, fırında pişirilenlerde % 36.36 düzeyinde azalmıştır (Koubaa et al., 2012)

2.7. Balık Total Lipit Miktarına Pişirme Yöntemlerinin Etkisi

2.7.1. Yağda kızartma

Yapılan çalışmalarda yağda kızartılan balıklarda total lipit miktarının arttığı saptanmıştır. Bunun nedeni; su kaybının olması ve yemeklik yağın balık tarafından emilimidir (Hakimeh et al., 2010).

Bitkisel yağlarda kızartılan filetolarda lipit miktarı, balığın lipit içeriğine ve büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir. Örneğin üç tatlısu balığı ile yapılan

çalışmada, yağda kızartılan küçük ve yağsız Vendace *Coregonus albula*'nın, en çok yağ içeren balık olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada, çiğ halde daha yüksek lipit içeren göl alabalığının (*Salvelinus namacush*) lipit absorpsiyonuna dirençli olduğu ve lipit miktarının artmadığı ancak bol yağda kızartılan yağsız balıklardan olan *Lepomis macrochirus*'ta total lipitin 7 kat, *Catastomus commersonni*'de 3 kat arttığı belirlenmiştir (Agren and Hanninen, 1993). Bu veriler; daha düşük yağ içeren balıkların yağda pişirilmesi esnasında daha fazla lipiti absorbe ettiğini göstermektedir (Mai et al. 1978). Yağda kızartılan balıkların total lipit miktarına etki eden faktörlerden biri de kızartmada kullanılan yağın miktarıdır. Çalışmalarda kızartma işleminde ya az miktarda ya da bol miktarda yağ kullanılmaktadır. Örneğin, istavritbozması balığında (*Caranx hippos*) total lipit miktarı yağda pişirilen filetolarda nisbeten az olmuştur. Bunun nedeni kızartmada az miktarda yağın kullanılmasıdır.

Tüm pişirme yöntemlerinde (buğulama, gaz fırınında ve mikrodalga fırında pişirme, yağda kızartma) total lipit miktarı artmıştır. En fazla artış % 134.5 ile mikrodalga fırında pişirilen örneklerde saptanmıştır. Yapılan diğer çalışmalardan elde edilen verilerin aksine bu çalışmada total lipit miktarı artışının en fazla yağda kızartılan filetolarda oluşmamasının nedeni örneklerin oldukça az miktarda yağda kızartılmalarından kaynaklanabilir. Ancak İşkine (*Sciaenops ocellatus*) balığında mikrodalga fırında pişirilen balıkta total lipit miktarı artmamış, üstelik gazlı fırında pişirilenlerde bu oran azalma göstermiştir (Isabel Castro-González et al., 2015). Lipit miktarındaki bu değişimler; pişirme işleminden sonra su miktarındaki azalmadan ve her türdeki lipit miktarının farklı olmasından ileri gelebilir (de Castro et al., 2007; Hosseini et al., 2014).

Soya yağında kızartılan lagos *Epinephelus morio* lipit içeriği 4.2 kat, kırmızı levrek *Lutjanus campechanus* 3.7 kat, Florida Pompano *Trachinotus carolinus* ta 1.7 kat artmış; çiğ olarak % 13.75 yağ içeren İspanyol Uskumrusu *Scomberomorus maculatus*'ta lipit miktarı % 12.42 azalmıştır. Bu sonuç; yağda kızartma işleminde absorbe edilen yağ miktarının çiğ filetodaki yağ miktarına bağlı olduğunu, yağsız filetolarda yağın absorpsiyonundan dolayı örneklerde yağ miktarının arttığını; yağda kızartılan yağlı filetolarda ise yağ absorpsiyonunun olmadığı ve hatta yağ miktarının azaldığını göstermektedir (Gall et al., 1983).

Kanola, ayçiçek yağı, domuz yağı ve tereyağında kızartılmış sazan balığında (*Cyprinus carpio*) total lipit miktarının 2-3 kat arttığı saptanmıştır (Sampels et al., 2014). Aynı sonuç daha önce yapılan çalışmalarda somon, morina balığı, ringa balığı ve diğer balık türlerinde de saptanmıştır (Mai et al., 1978; Gladyshev et al., 2006, 2007; Sionen et al., 2006, Weber et al., 2008).

Sardalya balığında zeytinyağında kızartma işleminden sonra nem içeriği azalırken, yağ miktarı artış göstermiştir (García-Arias et al., 2003). Kızartma esnasında, su kısmen buharlaşma ile kaybedildikten sonra, balık, kızartma yağını absorbe etmektedir.

Gümüş Sazanı (*Hypophthalmichthys molitrix*) balıklarının çiğ filetolarında % olarak total lipit miktarı 10.97 iken, zeytinyağında kızartılanlarda 11.85, ayçiçeği yağında 13.15; mısırözü yağında 12.98; soya fasulyesi yağında kızartılanlarda 13.03 olarak tespit edilmiştir. Görüldüğü gibi, yağda kızartma işlemi, balıkların total lipit miktarında artışa neden olmuştur (Naseri et al., 2013).

Ayçiçek yağında kızartılan Karadeniz hamsilerinde (Kocatepe et al., 2011) ve deniz levreğinde (Yanar et al., 2007) total lipit miktarı artmıştır. Ayçiçek yağında kızartılan gökkuşaağı alabalığı filetolarında total lipit miktarı 4 kat artış göstermiştir (Gökoglu et al., 2004).

Zeytinyağı ile kızartılan Gümüş Sazanı (*H. molitrix*) filetolarında diğer yağlara oranla (Soya yağı ve mısırözü yağı) en az yağ içeriği belirlenmiştir (Naseri et al., 2013). Zeytinyağı; yağların emilimine karşı besini koruyan bir tabaka oluşturur. Oysa diğer yağlar böyle bir tabaka oluşturmaz ve kızartma işleminden sonra besinler daha fazla yağ içerirler (Varela, 1988).

Sarı Benekli Lagos balığının çiğ filetolarında yağ içeriği, % 4.58 olarak bulunmuştur. Bol zeytinyağında kızartılan örneklerde yağ içeriği artmıştır (Zahra Momenzadeh, 2017). Bunun nedeni pişirme yağının örneğe geçmesi ve kızartma esnasında suyun buharlaşmasıdır (Ersoy and Özeren 2009).

Çiğ sardalya balıklarında (*Clupea pilchardus*) total lipit % 15.44, bol zeytinyağında kızartılan balıklarda % 21.23 olarak bulunmuştur. Yağda kızartma işlemi balıkların total lipit miktarını arttırmıştır (Castrillo et al., 1997). Soya yağında

kızartılan 8 tatlısu 8 deniz balığında total lipit miktarı artış göstermiştir (Puwastien et al., 1999).

Çiğ sardalyada total yağ içeriği g/100 g olarak 10.0; bol zeytinyağında kızartılanlarda 39.1, ayçiçeği yağında kızartılanlarda 34.8 olmuştur. Yağda kızartılanlarda lipit miktarının bu derece fazla olmasının nedeni balıkların bol yağda kızartılmış olmasıdır (Sa'nchez-Muniz et al.1992). Yağda kızartılan hamsi balığında total lipit miktarı 2 katan daha fazla artış göstermiştir (Ohta et al., 1988).Mısırözü yağında pişirilen barbunbalığı (*M. barbatus*) filetolarında kızartma esnasında yağın balığa geçmesinden dolayı total lipit miktarı 2.5 kat artmıştır(Koubaa et al., 2012) .

2.7.2.Izgarada kızartma

Izgarada pişirilen sardalya balığı (*Sardina pilchardus*) (Garcı'a-Arias et al., 2003) ile Deniz Levreği (*Dicentrarchus labrax*) (Yanar et al., 2007) filetolarında total lipit miktarı önemli oranda artmamış, karadeniz hamsilerinde ise artmıştır (Kocatepeet al., 2011). Ohta et al. (1988), bu yöntemle pişirilen hamsilerde total yağın çiğ balıklara oranla iki katan biraz daha fazla arttığını bildirmişlerdir. Yüzde 5 ten daha az oranda yağ içeren lagos*E. morio*'da ve kırmızı levrek *L. campechanus* ta lipit miktarı biraz artmış, ancak % 5 ten daha fazla lipit içeren Florida pompano balığı *T. carolinus* ve İspanyol uskumrusu *S. maculatus*'ta lipit oranı az da olsa azalmıştır (Gall et al., 1983). Gokoğlu et al.(2004), gökkuşağı alabalığında total lipit miktarının % 72.96 arttığını bildirmişlerdir.

2.7.3. Fırında pişirme

Fırında pişirilen sardalya balığı (Garcı'a-Arias ve ar., 2003)ile deniz levreğinde (Yanar et al., 2007) total lipit miktarı artmamış, karadeniz hamsilerinde (Kocatepeet al., 2011)ve gökkuşağı alabalığında (*Oncorhyncus mykiss*) (Yalçın ve Yalçın, 2016) ise artış göstermiştir. Daha önce yapılan çalışmada bu yöntemle pişirilen hamsi balığında total lipitin yaklaşık iki kat (Ohta et al., 1988), gökkuşağı alabalığında (Gokoglu et al., 2004) ise % 80.52 düzeyinde arttığı belirlenmiştir. Barbun balığında (*M. barbatus*) isetotal lipit miktarı çiğ balığa benzer düzeyde bulunmuştur (Koubaa et al., 2012).

Çiğ olarak % 0.88 yağ içeren lagos*E. morio*'dafırında pişirildiğinde total lipit 1.3 kat artmış; ancak çiğ halde% 1.50- % 13.75 aralığında lipit içeren kırmızı

levrek *L.campechanus*, Florida pompano balığı *T. carolinus* ve ıspanyol uskumrusu *S. maculatus* gibi üç farklı balık türünün fırında pişirilen filetolarında lipit miktarı artmamış, önemsiz derecede azalmıştır (Gall et al., 1983) .

Yapılan çalışmada üç tatlısu balığının fırında pişirilen filetolarında total lipit miktarına bakılmıştır. Çiğ göl alabalığında (*S. namacush*) total lipit % 6.81 iken, fırında pişen filetolarda biraz azalıp % 5.63 e düşmüş, sazangillerden *C. commersonni* balığının çiğ filetosunda % 1.43 (g/100 g olarak) olan lipit miktarı artarak % 2.53 e yükselmiştir. Diğer balık türü olan *L. macrochirus* çiğ örneklerinde % 0.86 olan total lipit miktarı artmış ve % 1.19 olmuştur. Bu artışlar nem azaldığı için meydana gelmiştir. Sonuç olarak fırında pişirilen balıklarda çiğ halde daha yüksek oranda yağ içeren balıkta lipit oranı bir miktar azalırken, yağsız balıklarda lipit oranı artmıştır (Mai et al. 1978).

2.7.4.Mikrodalga fırında pişirme

Izgara işlemindeki gibi, çiğ halde % 5 ten daha az oranda yağ içeren Lagos *E. morio* ve kırmızı levrek *L. campechanus* te lipit miktarı biraz artmış, ancak % 5 ten daha fazla lipit içeren Florida pompano *T.carolinus* ve İspanyol uskumrusu *S. maculatus*'ta lipit oranı az oranda azalmıştır (Gall et al., 1983). Bu yöntemle pişirilen Karadeniz hamsilerinde (Kocatepe et al., 2011),deniz Levreğinde (Yanar et al., 2007) ve gökkuşağı alabalığında çiğ filetolara oranla total lipit miktarının arttığı belirlenmiştir (Unusan, 2007). Ohta et al. (1988). Hamsi balığındaki lipit artışının iki kattan fazla, Gokoglu et al. (2004) *O. mykiss*'ta ise % 31.39 oranında arttığını bildirmişlerdir.

Barbun balığında denenen pişirme yöntemleri (buğulama, fırında ve mikrodalga fırında pişirme) arasında en az lipit miktarı, mikroalgayla pişirilen filetolarda bulunmuştur (Koubaa et al., 2012).

2.7.5. Buğulama

Buğulama yapılan 8 deniz balık türünün bazılarında total lipit miktarı çiğ olanlara yakın bir kısmında ise kontrolden bir miktar daha fazla bulunmuştur (Puwastien et al., 1999). Bir başka çalışmada (Mnari-Bhourri et al., 2010), çipurada total lipit miktarının arttığı görülmüştür. Barbun balığında (*M. barbatus*) isetotal lipit çiğ filetolardan farklı bulunmamıştır (Koubaa et al., 2012).

2.8. Balık Yağ Asiti İçeriğine Çeşitli Pişirme Tekniklerinin Etkileri

2.8.1. Yağda kızartma

Yapılan çalışmalarda yağda kızartılan balıkların yağ asiti içeriğinin kontrol (çiğ) balıklarına oranla değiştiği ve bu değişim derecesinin kullanılan yağın yağ asiti kompozisyonuna bağlı olduğu saptanmıştır. Örneğin oleik asit (18:1n-9) bakımından zengin olan zeytinyağı ile kızartılan balıklarda kontrole oranla 18:1n-9 ve bu bileşene bağlı olarak MUFA miktarının; linoleik asit (18:2n-6) içeriği yüksek olan ayçiçeği yağında kızartılan filetolarda linoleik asit ve bu yağ asidine bağlı olarak n-6 PUFA ların arttığı görülmüştür. Bunun en önemli nedeni kızartma işlemi esnasında balığın yağı absorbe etmesidir.

Zeytinyağında kızartılan sardalyalarda, 16:0, 18:0 ve bunlara bağlı olarak Σ SFA azalmış, 18:1n-9 ve bu bileşene bağlı olarak Σ MUFA artmış; n-6 çoklu doymamışlardan 18:2n-6 artarken n-3 PUFA lardan EPA ve DHA ile bu iki bileşene bağlı olarak Σ PUFA azalma göstermiştir. . Zeytin yağında kızartılan sardalyalarda MUFA lar 10 kat, n-6 PUFA lar 4 kat artarken; n-3 PUFA lar 2.2 kat azalmıştır. Bireysel yağ asitleri içinde en çok artış % 200 ile oleik asit olmuştur. (Sa'nchez-Muniz et al. 1992).

Sarı Benekli Lagos balığında (*E. coioides*) uygulanan pişirme metotları (mikrodalgayla pişirme, buğulama ve zeytin yağında kızartma) arasında sadece zeytinyağında kızartma işlemi total SFA, MUFA ve PUFA içeriğinde önemli değişiklikler oluşturmuştur (Zahra Momenzadeh et al., 2017). Zeytinyağında kızartılan balıkta çiğ balığa oranla 18:1n-9 içeriği yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni zeytinyağında yüksek oranda bulunan oleik asitin kızartma işlemi esnasında balık tarafından absorbe edilmesidir. Bol yağda kızartılan filetolarda çiğ balığa oranla çift bağlara sahip yağ asitlerinin oksidasyonundan dolayı (Hosseini et al., 2014; Castro et al. 2007) PUFA yüzdelerinde önemli azalma görülmüştür (Zahra Momenzadeh et

al., 2017). Benzer sonuçlar kanola yağında kızartılan bir kedi balığı türü (Weber et al., 2008) ile morina ve somon balıklarında (Sioen et al., 2006) bulunmuştur.

Zeytinyağında kızartılan Sarı Benekli Lagosta n-6 yağ asiti içeriği etkilenmemiş, ancak linoleik asit miktarı artış göstermiştir (Zahra Momenzadeh et al., 2017). Ancak Zeytinyağında kızartılan balıklarda, kızartma esnasında yağın absorpsiyonundan dolayı total n-3 içeriği ile önemli n-3 PUFA'lerden EPA ve DHA azalmıştır. Bitkisel yağlar, balıkların n-3 PUFA'larında azalmaya neden olmaktadır. Benzer sonuçlar kırmızı tekir balığı (Koubaaa et al. 2012) ve levrek balığında (Türkkan et al., 2008) saptanmıştır.

Zeytinyağında kızartılan sardalya (*C. pilchardus*) balıklarının, çiğ balıklara oranla 18:1n-9 ve bu bileşene bağlı olarak Σ MUFA ve bir miktar 18:2n-6 bakımından çok daha zengin, ancak EPA, DHA ve bunlara bağlı olarak Σ PUFA ile Σ SFA bakımından daha fakir olduğu, kızartılan balıkların zeytinyağından fazla miktarda 18:1n-9 absorbe ettiği belirlenmiştir (Castrillo et al., 1997). Zeytinyağında kızartılan bir başka sardalya türünde (*S. pilchardus*) MUFA ve n-6/n-3 oranı ile oleik asit (6.5 kat), linoleik asit (4 kat) artmış, linolenik asit, EPA ve DHA gibi n-3 bileşenler, SFA ve PUFA ise azaltmıştır (García-Arias, 2003).

Kızartma esnasındaki ısının da oksidasyona neden olduğu asla unutulmamalıdır. Yağda kızartma işlemi; doymuş ve tekli doymamışlar üzerinde farklı etki meydana getirebilir. Bu durum, analizlenen balık çeşidi ve seçilen pişirme yağına bağlıdır. Bir diğer önemli bulgu da bu yöntemin, balıklarda önemli n-3 PUFA lardan EPA ve DHA oranını azaltmasıdır. Örneğin, ayçiçek yağında kızartılan levrek balığının çiğ balığa oranla 18:2n-6 ve bu bileşene bağlı olarak Σ PUFA ve Σ n-6 bakımından daha zengin, EPA, DHA ve Σ n-3 bakımından daha fakir olduğu saptanmıştır (Türkkan et al., 2008). Bir tatlısu balık türü olan *H. molitrix*'in ayçiçeği, zeytin ve kanola yağında kızartılarak yağ asiti içeriği araştırılmıştır. Zeytinyağı ve kanola yağında kızartılan balıkların total tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) miktarı artmış, ancak total doymuş (SFA), total aşırı doymamış (PUFA) ve total ω -3 yağ asitleri ise azalma göstermiştir. Ayçiçek yağında kızartılan balıklarda total doymuş ve tekli doymamışlarda azalma, total aşırı doymamışlarda artma belirlenmiştir. Kontrol balıklarında 0.224 olan ω -6/ ω -3 oranı az ve bol zeytinyağı ile kızartılan zeytinyağında 0.615-1.287, kanola yağında 1.538-2.290, ayçiçeği yağında

5.950-9.381 arasında tespit edilmiştir. Bu değerlerden, yemeklik yağlarda kızartılan balık lipidlerinde ω -6/ ω -3 oranının arttığı söylenebilir (Zakipour Rahimabadi and Dad, 2012).

Ayçiçek yağında kızartılan sardalyalarda 16:0, 18:0 ve bunlara bağlı olarak Σ SFA azalmış, 18:1n-9 ve bu bileşene bağlı olarak Σ MUFA artmış; n-3 PUFAlardan EPA ve DHA azalmış, n-6 çoklu doymamışlardan 18:2n-6 ile bu bileşene bağlı olarak Σ PUFA artmıştır. Kızartılan sardalyalarda MUFA lar 4.2 kat, n-6 PUFA lar 19.9 kat artmış, n-3 PUFA lar ise 3.3 kat azalmıştır. Bireysel yağ asitleri içinde en çok artış 12 kat ile linoleik asit olmuştur. (Sa'nchez-Muniz et al.1992). Ayçiçeği yağında kızartılan sardalyalarda oleik ve stearik asitlerin yüzde içeriği ayçiçeği yağındaki gibidir (Sa'nchez-Muniz et al.1992). Çalışma sonuçlarına göre; yağda kızartılan sardalyalarda yağ asiti içeriği, kızartmada kullanılan yağın yağ asiti içeriğine benzer bulunmuştur (Sa'nchez-Muniz et al.1992).

Ayçiçek yağında kızartılan gökkuşağı alabalığı *O. mykiss*'ta linoleik asit % 642 artmış, diğer bir tatlısu balığı olan *C. albulu*'da n-3/n-6 oranı 3.68 den 0.15 e düşmüştür. Bunun nedeni bitkisel yağın n-6 yağ asitleri bakımından zengin oluşudur (Agren and Hanninen, 1993).

Ayçiçek yağında kızartılan alabalıkta *O. gorbusha*, çiğ filetolara oranla 18:2n-6 ve 18:3n-3 artmış, EPA ve DHA ise azalmıştır. Kontrol filetolarında 16.2 olan n-3/n-6 oranı, n-6 yağ asitlerinden 18:2n-6 artışı için kızartılan örneklerde 2.2 ye düşmüştür (Gladyshev et al., 2006).

Ayçiçek yağında kızartılan dil balığı (*Solea solea*), berlam balığı (*Merluccius merluccius*) ve morina balığı (*Gadus morrhua*), filetolarında, çiğ olanlara oranla bireysel yağ asitlerinden 16:0 ve 18:0 gibi doymuş yağ asitleri, 16:1n-7 ve 18:1n-9 tekli doymamışlar ile çoklu doymamışlardan 18:2n-6 artmış, önemli n-3 lerden DHA ise azalma göstermiştir. Yağda kızartılan örneklerde en fazla artış 20 kat ile linoleik asitte belirlenmiştir. Bu sonucun nedeni, ayçiçeği yağının oleik ve linoleik asit bakımından zengin olmasıdır. Bu bireysel yağ asitlerinden dolayı üç balık türünün ayçiçeği yağında kızartılan filetolarında Σ SFA, Σ MUFA, Σ n-6 PUFA çiğ örneklerle göre artmış Σ n-3 PUFA ise azalmıştır (Candela et al., 1997).

Yağda kızartılan sardalya'da (*S. pilchardus*) oleik ve linoleik asitler artarken EPA ve DHA azalmıştır (García-Arias et al., 2003). Bir başka sardunya türünde (*S. guttatus*), C16:0, C18:1 n-9 ve C18:2 n-6 asitleri artmış ancak C18:3 n-3, C20:3 n-6 ve C20:5 n-3 bileşenleri ise azalma göstermiştir (Bakar et al., 2008). Yağda kızartılan kral som balığının (*Oncorhynchus tshawytscha*) filetolarında, kızartmada kullanılan yağdan gelen linoleik asitten dolayı ω -6 yağ asitlerinde önemli bir artış görülmüştür (Larsen et al., 2010).

Kanola yağının yayın balığında 18:3n-3 miktarını arttırdığı ve bunun da n-3/n-6 oranını yükselttiği saptanmıştır (Weber et al., 2008).

Domuz yağı, tereyağı ve kanola yağında tavada az yağla kızartılan sazan balığı (*Cyprinus carpio*) filetolarında n-3/n-6 oranı korunmuş, ayçiçek yağında ise bu oran azalmıştır. Domuz yağı ve tereyağında kızartılan balıklarda 16:0 ve doymuş yağ asitleri, ayçiçek yağında kızartılan filetolarında 18:2n-6 ve n-6 PUFA lar artmıştır. Kanola yağında SFA azalmış, 18:1n-9, MUFA ve 18:3n-3 artış göstermiştir. Tüm yağlarla kızartılan örneklerde EPA, 22:5n-3 ve DHA azalmıştır. Elde edilen sonuçlara göre balığın besinsel değerini koruyan en iyi yağın kanola yağı olduğu söylenebilir (Sampels et al., 2014).

Kanola yağında kızartılan dört farklı tatlısu balığında, n-6 ve MUFA içeriğinin arttığı belirlenmiştir (Neff et al., 2014). Kanola yağında kızartılan bir kedi balığı türü olan *Rhamdia quelende* filetolarında çiğ balığa oranla MUFA içeriği artmış PUFA ve SFA içeriği azalmıştır (Weber et al. 2008).

Yağda kızartma işlemi sardalya ve orkinos balığında EPA ve DHA oranlarını üç kat azalttı, ancak somon balığında aynı yağda kızartma işlemi EPA ve DHA içeriğinde önemli bir değişiklik oluşturmamıştır. Bunun nedeni somonların da bulunduğu Salmonidae familyasındaki balıkların (Bu çalışmadaki alabalık ta salmonidtir) kırmızı renkli etlerinde ısıtma esnasında PUFA ların bozulmasını önleyen doğal antioksidantların yüksek oranda olmasıdır (Candella et al., 1998).

Mısırözü yağında kızartılan Gümüş Sazanı (*H. molitrix*) balıklarda 16:0, 18:1n-9, Σ SFA, Σ MUFA miktarları ile n-3/n-6 oranı azalmış; 18:0, 18:2n-6, Σ PUFA, Σ n-6 miktarları ile PUFA/SFA oranları artmıştır. Soya yağında kızartılan filetolarında; 16:0, 18:1n-9, EPA, Σ SFA, Σ MUFA miktarları ile n-3/n-6 oranı azalmış;

18:2n-6, 18:3n-3, Σ PUFA, Σ n-6 miktarları ile PUFA/SFA oranları artmıştır. N-3/n-6 oranı çİğ balıkta 1.44, mısır özü yağında kızartılan balıklarda 0.32; soya yağında 0.69 olmuştur (Naseri et al., 2013).

Mısır yağında pişirilen barbun balığı (*M. barbatus*) filetolarında; doymuş yağ asitlerinden 16:0, 18:0, Σ SFA ile tekli doymamışlardan 16:1n-7, 18:1n-9 ve Σ MUFA azalmış, çoklu doymamışlardan 18:2n-6 asiti 27 kat, Σ PUFA ve Σ n-6 PUFA 12 kat artış göstermiştir. Omega 3 PUFA'lerden DHA % 20, EPA % 40.99 azalmıştır. Palmitik asiteki azalma % 50.73, Σ SFA' daki azalma % 56.90 olmuştur (Koubaa et al., 2012).

Sebedioet al. (1993), yağda kızartma işleminin, orkinos balıklarındaki uzun zincirli n-3 PUFA içeriğini etkilemediğini belirlemiştir.

Oleik asit bakımından zengin az miktarda yağla kızartılan istavritbozması balığında (*C. hippos*) SFA ve n-3 PUFA, n-6 PUFA, EPA ve DHA'nın ve n-6/n-3 oranının azaldığı, aynı yağda kızartılan işkine balığında (*S. ocellatus*) ise SFA 3 kat, MUFA 5 kat olacak şekilde n-3 PUFA, n-6 PUFA, EPA ve DHA ile n-6/n-3 oranının arttığı saptanmıştır (Yanar et al., 2007). Bu çalışmada görüldüğü gibi aynı pişirme tekniği ile pişirilen balıkların yağ asitlerinde bazen farklı değişimler görülebilir. Bu farkların, çİğ balığın kompozisyonundan, sıcaklıktan, balık büyüklüğünden, pişirmede maruz bırakılan yüzeyden ileri gelebileceği öne sürülmüştür (Ayala et al., 2005; Gladyshev et al., 2007).

Oleik asit ve 18:2n-6 bakımından zengin Wesson sebze yağında pişirilen tatlısu balıklarından *C. commersonni* ve *L. macrochirus*'ta yağ asitlerinden 16:0, 18:0, 18:1n-9, 18:2n-6 ve 18:3n-3 asitleri ile Σ SFA, Σ MUFA ve Σ PUFA'nın arttığı saptanmıştır (Mai et al. 1978).

Bol soya yağında kızartılan lagos *E. morio*, kırmızı levrek *L. campechanus*, Florida pompano *T. carolinus* ve İspanyol uskumrusu *S. maculatus*'un fileolarında çİğ örneklerle oranla 16:0, 16:1n-7, AA, EPA ve DHA yağ asitleri ile Σ SFA azalmış; 18:2n-6, 18:3n-3 ve özellikle 15-25 kat artan 18:2n-6 asitine bağlı olarak Σ PUFA artış göstermiştir (Gall et al., 1983).

N-6/n-3: Çİğ sardalyada n-6/n-3 oranı 0.4; zeytinyağında kızartılanlarda 3.6; ayçiçek yağında kızartılanlarda 27.3 olmuştur. (Sa'nchez-Muniz et al. 1992).

Bol yağda kızartılan Sarı Benekli Lagos filetolarında; linoleik asit ve diğer n-6 yağ asitlerinin absorpsiyonundan dolayı n-3/n-6 oranı en az değerde bulunmuştur (Zahra Momenzadeh et al. 2017). Mısır yağında kızartılan barbun balığında, $\omega 6/\omega 3$ oranı bir n-6 olan 18:2n-6'dan dolayı 37.8 kat artmıştır. Çiğ balıklarda 0.77 olan bu oran fırında pişirilen filetolarda artarak 1.57 olmuştur. Buğulama yapılan ve mikrodalgayla pişirilen balıklarda $\omega 6/\omega 3$ oranı, çiğ balıklara yakın değerlerde çıkmıştır (Koubaa et al., 2012).

2.8.2. Fırında Pişirme

Fırında pişirilen sardalya'da (*S. pilchardus*) yağ asiti içeriği çok az oranda değişmiştir. Pişirme işleminden sonra filetolarda EPA da çok az oranda artış, 16:0 ve DHA'da ise az miktarda azalma saptanmıştır (García-Arias et al., 2003). Deniz Levreği (Yanar et al., 2007) ile gökkuşuğu alabalığında (Yalçın ve Yalçın, 2016) yağ asiti içeriği çiğ balığa yakın çıkmıştır. Dört tatlısu balığında ise n-3/n-6 oranı azalmıştır (Neff et al., 2014).

İstavritbozması (*C. hippos*) ve işkine balığında (*S. ocellatus*) çiğ balıklarına oranla PUFA, n-3 PUFA, EPA+DHA daha yüksek bulunmuştur. İstavritbozmasında SFA, MUFA ve n-6/n-3 oranı kontrolle göre azalırken işkine balığında SFA ve n-6/n-3 oranı artmıştır (Isabel Castro-González, 2015).

Fırında pişirilen lagos *E. morio*, Kırmızı Levrek *L. campechanus*, Florida pompano *T. carolinus* ve İspanyol Uskumrusu *S. maculatus*'un yağ asiti içeriği çiğ örneklerle oldukça yakın çıkmıştır (Gall et al., 1983). Fırında pişirilen üç tatlısu balığı Göl alabalığı (*S. namacush*), sazangillerden *C. commersonni* ve *L. macrochirus*'un yağ asitleri, önemli oranda değişmemiştir (Mai et al. 1978).

Fırında pişirilen gökkuşuğu alabalığının yağ asitlerinde önemli değişiklikler saptanmamıştır. Ancak, *C. albula* da 18:2n-6 ve 18:3n-3 gibi C18 PUFA lar ile 16:1n-7 ve 18:1n-9 gibi tekli doymamış yağ asitleri çok fazla oranda, DHA ise bir miktar artış göstermiştir. Aynı yöntemle pişirilen Turna balığında ise 16:0 ve 18:0 gibi doymuş yağ asitlerinde artışlar görülmüştür (Agren and Hanninen, 1993). Fırında pişirilen barbun balığında 16:0, 18:0, Σ SFA artmış, 16:1n-7, 18:1n-9 ve Σ MUFA azalmış, Σ PUFA'lar ise çiğ filetolara yakın yüzde de bulunmuştur (Koubaa et al., 2012).

2.8.3. Izgarada pişirme

Izgarada pişirilen ringa balığı (Ilow and Ilow, 2002), deniz levreğinde (Yanar et al., 2007) ve sardalya'da (García-Arias et al., 2003) yağ asiti içeriği önemli oranda değişmemiş, dört tatlısu balığında ise n-3/n-6 oranı azalmıştır (Neff et al., 2014). Izgarada pişirilen lagos *E. morio*, kırmızı levrek *L. campechanus*, Florida pompano *T. carolinus* ve İspanyol uskumrusu *S. maculatus*'un yağ asiti içeriği çiğ filetolara benzer olmuştur (Gall et al., 1983).

2.3.4. Mikrodalgada pişirme

Mikrodalga fırında pişirilen ringa balığı (Ilow et al., 2002) ile Deniz levreğinde (Yanar et al., 2007) yağ asiti içeriğinde önemli oranda değişim belirlenmemiştir. Bu yöntemle pişirilen istavritbozması (*C. hippos*) balığında SFA, MUFA ve n-3/n-6 oranı azalmış, PUFA, n-3 PUFA, EPA+DHA artmıştır. Aynı çalışmada denenen iştine balığında (*S. ocellatus*) SFA, MUFA, n-3 ve n-6 PUFA, EPA+DHA miktarları ile n-6/n-3 oranı yüksek bulunmuştur (Isabel Castro-González et al., 2015). Öte yandan Tuna balığında (*Thunnus thynnus*) EPA ve DHA miktarının önemli oranda azaldığı bildirilmiştir (Izquierdo et al., 2001).

Mikrodalgayla pişirilen Sarı Benekli Lagos filetolarında EPA+DHA miktarı sabit kalmıştır (Zahra Momenzadeh et al. 2017). Bu yöntemle pişirilen dört balıktan sadece Lagos *E. morio*'da çiğ balığa oranla bazı yağ asiti değişimleri saptanmıştır. Bu yöntemle pişirilen *E. morio*'da 16:0, 18:0 ve 18:1n-9 da bir miktar azalma, 18:2n-6 ve 18:3n-3 yağ asitlerinde ise artış bulunmuştur. Ayrıca önemli n-3 bileşenlerinden DHA % 50 oranında azalmış ve bu bileşene bağlı olarak $\sum$ PUFA yüzdesinde önemli oranda düşme görülmüştür. Aynı teknikle pişirilen diğer üç balıkta kırmızı levrek *L. campechanus*, Florida pompano *T. carolinus* ve İspanyol uskumrusu *S. maculatus* filetolarında yağ asiti içeriği çiğ örneklerle oldukça yakın olmuştur (Gall et al. 1983).

Mikrodalgayla pişirilen üç tatlısu balığında da (*C. albula*, *Esox lucius*, *O. mykiss*) MUFA'lar ve C18 PUFA'lar ile DHA artmıştır (Agren and Hanninen, 1993). Bir başka çalışmada, Sarı Benekli Lagos balığının yağ asitlerinde özellikle n-6 ve n-3 bileşenlerde önemli bir değişiklik saptanmamıştır (Zahra Momenzadeh et al., 2017). Barbun balığında 16:0 ve $\sum$ SFA, çiğ balığa oranla istatistiksel olarak önemli olacak derecede artmış, 16:1n-7, $\sum$ MUFA ve $\sum$ PUFA'da bir miktar azalma belirlenmiştir (Koubaa et al., 2012).

2.8.5. Buğulama

Buğulama yapılan alabalıkta (*O. gorbusha*) , yağ asiti içeriği pek değişmemiştir. Bu pişirme yönteminde n-3/n-6 oranı kontrole yakın bulunmuştur (Gladyshev et al., 2006). Buğulama yapılan İstavritbozması (*C. hippos*) ve işkine balığında (*S. ocellatus*) bazı benzer ve zıt bulgular saptanmıştır. Örneğin her iki balıkta da PUFA n-3 PUFA, EPA+DHA artmış; ancak İstavritbozması balığında SFA ve MUFA artmış, n-6/n-3 oranı azalmış, işkinede ise SFA ve MUFA azalmış, n-6/n-3 oranı artmıştır (Isabel Castro-González et al., 2015).

Doğal ve kültür çipura balığında buğulama yönteminin doğal balıklarda MUFA konsantrasyonunu azalttığı bulunmuştur. Çipura balığında buğulama işleminden sonra oleik asit (18:1n-9), n-3 PUFA azalmış, n-6 PUFA miktarı ise değişmemiştir (Mnari-Bhourri et al., 2010). Buğulama ile pişirilen Sarı Benekli Lagosta EPA ve DHA düzeyleri değişmemiştir (Zahra Momenzadeh et al. 2017). Aynı yöntemle pişirilen Sarı Benekli Lagos balının yağ asitleri çığ filetolara yakın çıkmıştır (Zahra Momenzadeh et al., 2017). Balığın n-6 ve n-3 yağ asitlerinde önemli bir değişiklik saptanmamıştır (Zahra Momenzadeh et al., 2017). Barbun'da ise çığ balığa oranla 16:0 ve $\sum$ SFA artmış, 16:1n-7, 18:1n-9 ve $\sum$ MUFA da azalma saptanmıştır. Total PUFA'daki azalmanın ise daha az olduğu görülmüştür (Koubaa et al., 2012).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Balıkların elde edilmesi ve değişik pişirme tekniklerinin uygulanması

Çalışmada, Marmara Denizi'nden toplanan ve 2017 yılı ekim ayının başlarında Diyarbakır'daki ticari bir marketten satın alınan uskumru balıkları kullanılmıştır. Analizlenecek balıkların baş kısmı kesilmiş, kemik, deri ve iç organları çıkarılıp musluk suyunda temizlenmiştir. Çünkü deri kısmı farklı yağ asiti içeriğine sahiptir. Aynı balığın dorsal (sırt) ve ventral (karın) ve kuyruk kısımlarının farklı total lipit ve yağ asiti içeriğine sahip olabileceği (Testi et al. (2006), göz önünde bulundurulmuş ve balık baş kısmından kuyruk kısmına doğru iki eşit parçaya ayrılmış, filetolardan biri çiğ ve kontrol olarak kullanılmış, diğeri ise farklı pişirme teknikleriyle pişirilmiştir. Toplam on farklı pişirme metodu denendiği için on tane de çiğ fileto analizlenmiştir. Balığın total nem ve total lipit miktarı, değişik şekillerde pişirilen balık ile onun pişirilmeyen çiğ filetosundan üç kez örnek alınarak belirlenmiştir. Uskumrunun yağ asiti içeriğinin tespitinde, her pişirme metodundan sonra, pişirilen fileto ile onun çiğ parçasından üç kez örnek alınıp ayrı ayrı analizlenmiş ve her analiz üç kez de tekrar edilmiştir.

Yağda kızartma işleminde ayçiçeği yağı, zeytinyağı, mısır özü yağı ve kanola yağı gibi bitkisel yağlarla doğal tereyağı gibi hayvansal yağ kullanılmıştır. Tavaya konulan yağlar kızardıktan sonra uskumru filetosu bırakılmış ve balığın her bir yüzü kızgın yağda üçer dakika süre ile kızartılmıştır. Balık filetoları fırında pişirme metodu için, balık, 180 °C'ye ayarlı mutfak fırınında yarım saat, mikrodalgada pişirmede, 2450 MHz 500 W'de 6 dakika bekletilmiştir. Izgarada pişirmede köz kömür ateşinde filetonun her bir kenarı 8 dakika süre ile pişirilmiştir. Buğulamada, buğulama tenceresi kullanılmıştır. Balık, buğulama suyunda 45 dakika süreyle pişirilmiştir. Tütsüleme tekniğinde 60 cm uzunluğunda 18 cm yüksekliğinde ve 20 cm genişliğinde dikdörtgen prizması şeklinde tahtadan yapılı ve üstten açılabilen, üst kısmında içteki dumanın çıkması için küçük birkaç delik bulunan bir düzenek kullanılmıştır. Düzenegin yan yüzünde 5 cm çapında bir delik açılarak buraya tenekeden bir huni yerleştirilmiştir. Balık filetosu, düzenegin içine konulmuş bir telin üzerine yerleştirilmiştir. Tahta talaşlar kullanılarak oluşturulan ateşin dumanının huninin ağız kısmından girmesi sağlanmış ve bu şekilde balığın iste bir saat süre ile pişirilmesi sağlanmıştır. Tüm pişirme tekniklerinde balık filetosunun iç kısım sıcaklığı 70 – 75 °C oluncaya kadar pişirilmiştir.

3.2. Nem (su) içeriğinin saptanması

Balığın nem (su) içeriğinin tespiti için; örneğin ısıtıldığı ve nemin buharlaşması nedeniyle ortaya çıkan ağırlık kaybının kaydedildiği termogravimetrik yöntem kullanılmıştır. Bu işlemde, yaklaşık 3 g balık eti 105 °C lik bir etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar (72 saat) tutulmuştur (AOAC: Association of Official Analytical Chemists, 2002).

3.3. Lipit ekstraksiyonu ve yağ asiti metil esterlerinin (FAME) hazırlanması

Uskumrunun total lipit ve yağ asiti içeriğinin tespiti için; önceden tartılan yaklaşık 2 g fileto, yüksek devirli IKA (Ultra-Turrax T25) marka homojenizatör kullanılarak kloroform – metanol (2:1) karışımında homojenize edilmiştir (Folch et al., 1957). Homojenat, örnekteki protein, karbohidrat ve diğer maddelerin lipitten arındırılması için, bir ayırma hunisine aktarılmış ve üzerine hacminin ¼ü kadar % 0.88 KCl konularak iyice karıştırılmıştır. Oluşan iki fazdan altaki lipit fazı alınarak, darası alınmış bir cam balona konulmuş ve evaporatörde çözücüsü tamamen uçurulmuştur. Ardından, hassas terazide tartılarak total lipit miktarı gr olarak bulunarak % lipit miktarı hesaplanmıştır. Balona yaklaşık 3 ml kloroform eklenerek cam kabın içindeki lipitlerin çözülmesi sağlanmıştır. Lipitlerin yapısındaki yağ asitlerinin ayrılması ve ardından metil esterlerine dönüşümü için, üzerlerine 4 ml metanol ile 4-5 damla sülfürik asit damlatılarak 2 saat süreyle geri soğutucu altında 85 °C'de ısıtılmıştır. Çözelti soğuduktan sonra, üç kez beşer ml hekzan kullanılarak metil esterleri ekstrakte edilmiştir. Yağ asiti metil esterlerinin analizi için FID dedektörüne sahip gaz kromatografi aleti kullanılmıştır.

3.4. Gaz kromatografi koşulları

Yağ asiti metil esterlerinin analizi, SHIMADZU GC 2010 PLUS model Gaz Kromatografi cihazında, alev iyonizasyon dedektörü (FID) ve DB-23 (Bonded 50 % cyanopropyl) (J & W Scientific, Folsom, CA, USA) kapiller kolon (30m x 0.25mm iç çapı x 0.25µm film kalınlığı) kullanılarak yapılmıştır. Dedektör sıcaklığı: 250°C; enjektör sıcaklığı: 250°C; enjeksiyon: Split-model 1/20. Gaz akış hızları: Taşıyıcı gaz: 30 m'lik kolon için helyum 0.5 ml/dk; hidrojen: 30 ml / dk; kuru hava: 400 ml/dk. Kolon (fırın) sıcaklığı: 170 °C da, bekleme süresi, 2 dakika; 210 °C'ye 2 °C/dakika, bekleme süresi 20 dakika; toplam analiz süresi: 42 dakika. Örnek, alete 1 mikrolitre enjekte edilmiştir. Yağ asitlerinin teşhisinde, standart olarak yağ asitlerinin metil esterleri karışımı (Sigma-Aldrich Chemicals) kullanılmıştır. Yağ asitleri metil esterlerinin kromatogramları ve toplam yağ asitleri miktarları

bilgisayarda GC Solution (Versiyon 2.4) bilgisayar programı ile elde edilmiştir. Analiz edilen örneklerin kromatogramındaki pikler, standarttaki bütün yağ asitlerinin metil esterlerinin alıkonma zamanları ile karşılaştırılarak teşhis edilmiştir. Sonuçlar kalitatif değer olarak % yağ asiti üzerinden verilmiştir.

3.5. Verilerin istatistiksel değerlendirilmesi

Yağ asitleri yüzdelerinin karşılaştırılmasında SPSS 16 bilgisayar programı uygulanmıştır. Çalışmamızdan elde edilen bütün veriler üç tekrarın ortalamasından elde edilmiştir. Yağ asiti metil esterlerinin gaz kromatografik analizlerinde, her pişirme yöntemine ait üçer numune ayrı ayrı enjekte edilerek aynı yağ asidine ait üç değerın ortalaması alınmıştır. Değişik pişirme metotları ile pişirilen filetolar ile bunların çiğ filetolarının yağ asiti yüzdelerinin ve nem ile total lipitlerin karşılaştırılmasında, *t testi* kullanılmıştır. Ortalamalar arası farkı saptamak için Duncan'ın (1955) "Multiple Range" testi kullanılmıştır. Yapılan istatistikler sonucu, veriler $P < 0.05$ düzeyinde olduğu zaman farkların önemli olduğu kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Değişik pişirme yöntemlerinin uskumrunun total nem ve lipit içeriğine etkisi

Uskumru balığının çiğ filetoları ile ayçiçek yağı, zeytinyağı, mısır özü yağı, kanola yağı ve tereyağı gibi yağlarda kızartılan, mutfak fırınında, mikrodalga fırında, ızgara, buğulama ve tütsüleme gibi tekniklerle pişirilen balıkların yüzde olarak total nem (su) ile lipit miktarları Tablo 3'te sunulmuştur. Tabloda görüldüğü gibi çiğ örneklerin total nem miktarı % 52.8- % 70.41 arasında bulunmuştur. Denenen tüm pişirme yöntemlerinin balıkta nem (su) kaybına neden olduğu görülmüştür. Örneğin; ayçiçek yağında kızartılan filetolarda çiğ örneklere oranla nem kaybı % 169, mısır özü yağında % 128, kanola yağında % 39.76, tereyağında % 30.17 ve zeytin yağında % 11.3 olmuştur. Yağda kızartma dışında, fırında pişirilen balıklarda nem kaybı % 102.4, ızgarada % 152.6, mikrodalgada % 38.61, tütsülemede % 38.60 ve buğulamada % 29.62 olarak saptanmıştır (Tablo 3). Tablo 3 te de görüldüğü gibi tüm pişirme yöntemleri uskumru balığında su kaybına neden olmuştur. Yağda kızartılan örnekler arasında en fazla su kaybı ayçiçek, en az su kaybı zeytinyağında tespit edilmiştir. Yağda kızartma dışındaki pişirme yöntemleri arasında ise su içeriğinde azalma en çok ızgarada en az buğulamada görülmüştür (Tablo 3).

Çiğ uskumru balığında total lipit % 8.49 - %14.89 aralığında tespit edilmiştir (Tablo 3). Ayçiçek yağında kızartılan balıklarda total lipit miktarı % 136, mısır özü yağında % 81.62, kanola yağında % 37.47, tereyağında % 118.78 ve zeytin yağında % 36.62 artmıştır. Diğer pişirme yöntemlerinden fırında pişirilen balıklarda lipit % 98.63, ızgarada % 23.55, mikrodalgada % 130.53, tütsülemede % 76.92 ve buğulamada % 15.06 artış göstermiştir (Tablo 3). Çeşitli yağlarda ayrı ayrı pişirilen balıklarda en fazla lipit artışı % 136 ile ayçiçek, % 36.62 ile zeytinyağında olmuştur. Yağda kızartma dışındaki diğer pişirme metotları arasında en çok lipit % 130.53 ile mikrodalgayla pişirilen örneklerde, en az da % 15.06 ile buğulama yapılan balıklarda bulunmuştur (Tablo 3).

Görüldüğü gibi tüm pişirme yöntemleri uskumru balığında çiğ balıklara oranla nem (su) miktarında azalmaya ve lipit miktarında da artışa neden olmuştur. Artma ve azalma derecelerinin pişirme metoduna göre değiştiği görülmüştür (Tablo 3).

TABLO 3. Farklı yöntemlerle pişirilen uskumru balığının yüzde olarak nem ve yağ içeriği

	Nem ($\bar{X} \pm S.D.$)	Yağ ($\bar{X} \pm S.D.$)
Ayçiçek yağında kızartılmış balık	24.22 $\pm$ 0.16a	24.60 $\pm$ 0.58a
Çiğ balık	65.30 $\pm$ 0.26b	10.41 $\pm$ 0.27b
Zeytin yağında kızartılmış balık	46.46 $\pm$ 0.63a	16.49 $\pm$ 0.59a
Çiğ balık	52.38 $\pm$ 0.35b	12.07 $\pm$ 0.23b
Kanola yağında kızartılmış balık	39.73 $\pm$ 0.58a	20.47 $\pm$ 1.14a
Çiğ balık	55.53 $\pm$ 0.57b	14.89 $\pm$ 1.25b
Mısır yağında kızartılmış balık	29.20 $\pm$ 0.43a	15.42 $\pm$ 0.56a
Çiğ balık	66.56 $\pm$ 0.56b	8.49 $\pm$ 0.75b
Tereyağında kızartılmış balık	46.61 $\pm$ 0.38a	17.24 $\pm$ 0.38a
Çiğ balık	60.63 $\pm$ 0.32b	7.88 $\pm$ 0.13b
Fırında pişirilmiş balık	28.44 $\pm$ 0.51a	18.85 $\pm$ 0.69a
Çiğ balık	57.56 $\pm$ 0.38b	9.49 $\pm$ 0.42b
Mikrodalgayla pişirilmiş	47.13 $\pm$ 0.44a	26.05 $\pm$ 0.47a
Çiğ balık	65.33 $\pm$ 0.64b	11.30 $\pm$ 0.11b
Izgarada pişirilmiş balık	23.20 $\pm$ 0.82a	21.09 $\pm$ 0.93a
Çiğ balık	58.60 $\pm$ 0.35b	17.07 $\pm$ 0.75b
Buğulama yapılmış balık	44.45 $\pm$ 0.35a	13.75 $\pm$ 0.42a
Çiğ balık	57.62 $\pm$ 0.29b	11.95 $\pm$ 0.37b
Tütsü ortamda pişirilmiş balık	50.80 $\pm$ 0.28a	12.65 $\pm$ 0.40a
Çiğ balık	70.41 $\pm$ 0.53b	7.15 $\pm$ 0.21b

Filetoların pişirme şekli ile çiğ örneklerinin nem ve total yağ içeriğikendi arasında karşılaştırılmıştır.

n:3, S.D.: Standart sapma

Aynı sütunda aynı harflerle belirlenen veriler $P > 0.05$ olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

4.2. Uskumru balığının çiğ filetolarında yağ asiti içeriği

Uskumru balığının çiğ ve değişik pişirme yöntemleriyle pişirilen filetolarında kalitatif olarak yağ asiti analizinde doymuş yağ asitlerinden (SFA) 10:0 (dekanoik asit), 12:0 (lavrik asit), 14:0 (miristik asit), 15:0 (pentadekanoik asit), 16:0 (palmitik asit), 17:0 (heptadekanoik asit), 18:0 (stearik asit),; tekli doymamışlardan (MUFA) 16:1n-7 (palmitoleik asit), oleik asit (18:1n-9), 20:1n-9 (eikosenoik asit), çoklu doymamış yağ asitlerinden (PUFA) 18:2n-6 (linoleik asit), 18:3n-6 (γ -linolenik asit), 18:3n-3 (α -linolenik asit, ALA), 20:2n-6 (eikosadeineoik asit), 20:3n-6 (eikosatrienoik asit), 20:4n-6 (araşidonik asit, AA), eikosapentaenoik asit (20:5n-3, EPA), 22:5n-3 (eikosadokosapentaenoik asit, DPA) ile 22:6n-3 (dokosakeksaenoik asit, DHA) olmak üzere toplam olarak 19 farklı yağ asiti belirlenmiştir. Tereyağı ile bu yağda kızartılan balıkta bu yağ asitlerine ek olarak 4:0 butirik asit), 6:0 (heksanoik asit) ve 8:0 (oktanoik asit) gibi kısa zincirli doymuş yağ asitleri de saptanmıştır.

Materyal ve yöntem kısmında da belirtildiği gibi iki eşit parçaya ayrılan uskumru balığının bir parçası herhangi bir pişirme yöntemi ile pişirilmiş, diğer balık parçası da pişirilmeden çiğ olarak değerlendirilmiş ve analiz sonucunda yağ asiti içerikleri karşılaştırılmıştır. Toplam on farklı pişirme metodu denendiği için on tane de çiğ fileto analizlenmiştir. Çiğ balığın yağ asiti içeriğinde yüzde olarak SFA'lar arasında 16:0'ın, MUFA'lardan 18:1n-9, PUFA'lardan da EPA ve DHA'nın en fazla bulunan yağ asitleri olduğu görülmüştür.

4.3. Ayçiçek yağında kızartılan uskumruda yağ asitlerinin değişimi

Ayçiçek yağı ile bu yağda kızartılan balık ve çiğ balığın yağ asiti içeriği Tablo 4'te verilmiştir. Ayçiçek yağında en yüksek yüzdeye sahip yağ asitleri 18:2n-6 (% 58.42) ve 18:1n-9 (% 31.68) olmuştur. Bu iki bileşen yağdaki toplam yağ asitlerinin % 90'ını oluşturmaktadır (Tablo 4). Ayçiçek yağında kızartılan filetolar ile çiğ balığın yağ asidi bileşiminde bazı farklar saptanmıştır. Yağda kızartılan balıklarda, çiğ olanlara oranla başta dominant bir yağ asiti olan 16:0 olmak üzere tüm doymuş yağ asitleri ile birlikte bunlara bağlı olarak $\sum$ SFA ile önemli n-3 PUFA'lardan EPA, DHA, $\sum$ n-3 PUFA'ların yüzdesi ve n-3/n-6 oranı önemli olacak şekilde azalma göstermiştir. Ancak ayçiçeği yağı yağ asitlerinin yarısından fazlasını

oluşturan 18:2n-6'nın kızartma esnasında balığa geçmesinden dolayı yağda kızartılan filetolarda bir n-6 yağ asiti olan 18:2n-6 , 9.74 kat artmıştır. Bu bileşen $\sum$ PUFA, $\sum$ n-6 PUFA yüzdelerinin ve PUFA/SFA oranının artışına neden olmuştur. Ayrıca kızartılan balıklarda 18:1n-9 ve buna bağlı olarak $\sum$ MUFA'da bir miktar artış saptanmıştır (Tablo 4).



Tablo 4. Ayçiçek yağı, ayçiçek yağında kızartılan balık ve çiğ balığın yüzde olarak yağ asidi içeriği

Yağ asidi	Ayçiçek yağı ($\bar{X} \pm S.D.$)*	Ayçiçek yağında kızartılan balık ($\bar{X} \pm S.D.$)*	Çiğ balık ($\bar{X} \pm S.D.$)*
10:0ş	0.07±0.006	0.01±0.001a	0.03±0.004b
12:00	-	0.02±0.002a	0.05±0.02b
14:00	0.10±0.01	1.23±0.20a	2.34±0.24b
15:00	-	0.51±0.05a	1.16±0.08b
16:00	6.74±0.32	14.84±0.63a	25.37±0.54b
17:00	-	0.49±0.05a	1.05±0.22b
18:00	2.84±0.10	5.21±0.62a	8.72±0.42b
Σ SFA	9.71±0.43	22.19±0.75a	38.76±1.51b
16:1n-7	0.13±0.01	1.36±0.17a	2.62±0.20b
18:1n-9	31.68±1.24	29.97±1.72a	24.68±0.59b
20:1n-9	0.18±0.01	0.80±0.07a	2.07±0.130b
Σ MUFA	31.99±1.18	32.13±1.63a	29.38±0.67b
18:2n-6	58.42±1.86	34.40±1.40a	3.53±1.97b
18:3n-6	-	0.41±0.01a	0.45±0.02a
18:3n-3	0.06±0.005	0.35±0.01a	0.42±0.12a
20:2n-6	-	0.15±0.01a	0.31±0.01b
20:3n-6	-	0.02±0.005a	0.03±0.004
20:4n-6	-	1.32±0.09a	2.95±0.02b
20:5n-3	-	4.74±0.70a	9.64±0.21b
22:5n-3	-	0.70±0.42a	2.88±0.15b
22:6n-3	-	3.29±1.28a	11.50±0.47b
Σ PUFA	58.48±1.87	45.41±1.17a	31.76±2.00b
Σ n-6 PUFA	58.42±1.86	36.32±1.35a	7.29±2.00b
Σ n-3 PUFA	0.06±0.005	9.08±2.27a	24.46±0.05b
n-3/n-6	0.001±0.0003	0.24±0.06a	3.73±1.05b
P/S	6.02±0.28	2.04±0.08a	0.81±0.08b

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler $P > 0.05$ olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.D.: Standart sapma, SFA: Doymuş Yağ Asitleri, MUFA: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, PUFA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

4.4. Kanola yağında kızartılan uskumruda yağ asitlerinin değişimi

Kanola yağı ile bu yağda kızartılan balık ve çiğ balığın yağ asiti içeriği Tablo 5'te verilmiştir. Kanola yağında en yüksek yüzdeye sahip başlıca yağ asitleri 18:1n-9 (% 63.17), 18:2n-6 (% 22.06) ve 18:3n-3 (% 7.09) olarak bulunmuştur. Bu üç yağ asiti kanola yağındaki yağ asitlerinin % 92.32 sini oluşturmuştur. Çiğ balığa oranla bu yağda kızartılan balıklarda, bireysel doymuş tüm yağ asitleri ve bunlara bağlı olarak $\sum$ SFA ile, yirmi karbonlu PUFA'lardan AA, EPA, DPA, $\sum$ n-3 PUFA düzeyleri ile n-3/n-6 oranı azalmış; tekli doymamışlardan 18:1n-9 ve $\sum$ MUFA ile 18:2n-6, 18:3n-3, $\sum$ n-6 PUFA yüzdeleri ile PUFA/SFA oranı önemli olacak şekilde artış göstermiştir. Total PUFA değerlerinin ise birbirine yakın olduğu görülmüştür (Tablo 5).

4.5. Zeytinyağında kızartılan uskumruda yağ asitlerinin değişimi

Zeytinyağı ile bu yağda kızartılan balık ve çiğ balığın yağ asiti içeriği Tablo 6'da verilmiştir. Zeytinyağında dominant olarak bulunan başlıca yağ asitleri; 18:1n-9 (% 71.25), 16:0 % 13.92, 18:2n-6 % 10.64 olarak tespit edilmiştir. Bu bileşenler; zeytinyağı yağ asitlerinin % 95.81'ini temsil etmektedir. Zeytinyağında pişirilen balık örneklerinde major doymuş yağ asitlerinden 16:0, 18:0 ve $\sum$ SFA ile n-3 PUFA'lardan EPA, DPA ve DHA, $\sum$ PUFA, $\sum$ n-3 PUFA miktarları ile n-3/n-6 oranları azalmış; tekli doymamışlardan 18:1n-9, $\sum$ MUFA ile n-6 yağ asitlerinden 18:2n-6 yüzdeleri artmıştır (Tablo 6).

4.6. Mısır özü yağında kızartılan uskumruda yağ asitlerinin değişimi

Mısır yağı ile bu yağda kızartılan balık ve çiğ balığın yağ asiti içeriği Tablo 7'de verilmiştir. Tabloda da görüldüğü gibi mısır yağının yağ asiti analizinde doymuş yağ asitlerinden 16:0, % 12.12, tekli doymamışlardan 18:1n-9, % 30.98, çoklu doymamışlardan 18:2n-6, % 53.72 olarak belirlenmiştir. Bu dominant yağ asitleri, mısır özü yağının % 96.82'sini oluşturmuştur. Yağda kızartılan uskumruların, çiğ olanlara oranla yağ asiti analizinde 16:0 ve 18:0 dahil tüm doymuş yağ asitleri, $\sum$ SFA ve yirmi karbonlu PUFA'lardan AA, EPA, DPA, DHA ve $\sum$ n-3 PUFA düzeyleri ile n-3/n-6 oranında önemli derecede azalma; n-6 yağ asitlerinden

18:2n-6, $\sum$ PUFA ve $\sum$ n-6 PUFA yüzdeleri ile PUFA/SFA oranında artma saptanmıştır (Tablo 7).

TABLO 5. Kanola yağı, kanola yağında kızartılan balık ve çiğ balığın yüzde olarak yağ asidi içeriği

Yağ asidi	Kanola yağı ($\bar{X} \pm S.D.$)*	Kanola yağında kızartılan balık ($\bar{X} \pm S.D.$)*	Çiğ balık ($\bar{X} \pm S.D.$)*
10:0 ^s	0.09±0.007	0.03±0.0006a	0.01±0.004b
12:00	-	0.01±0.004a	0.02±0.004b
14:00	0.06±0.004	1.58±0.08a	2.68±0.16b
15:00	-	0.63±0.01a	0.99±0.02b
16:00	5.18±0.29	18.89±0.51a	26.04±1.18b
17:00	0.06±0.004	0.61±0.015a	0.96±0.12b
18:00	1.59±0.10	4.66±0.37a	6.84±0.46b
$\sum$ SFA	6.98±0.36	26.42±0.73a	37.55±1.62b
16:1n-7	0.22±0.01	2.54±0.03a	4.79±0.44b
18:1n-9	63.17±1.85	42.89±0.88a	28.19±2.50b
20:1n-9	0.42±0.03	1.49±0.13a	1.49±0.44a
$\sum$ MUFA	63.81±0.82	46.93±0.98a	34.48±2.50b
18:2n-6	22.06±0.53	8.96±0.50a	1.56±0.56b
18:3n-6	-	0.19±0.02a	0.24±0.04b
18:3n-3	7.09±0.33	3.71±0.88a	0.40±0.22b
20:2n-6	-	0.17±0.02a	0.26±0.04b
20:3n-6	-	0.02±0.006a	0.03±0.005b
20:4n-6	-	1.34±0.07a	2.43±0.35b
20:5n-3	-	5.66±0.28a	10.40±1.06b
22:5n-3	-	1.45±0.02a	2.38±0.03b
22:6n-3	-	5.05±0.41a	10.04±1.96b
$\sum$ PUFA	29.15±1.87	26.58±1.67a	27.78±4.07a
$\sum$ n-6 PUFA	22.06±0.53	10.70±0.54a	4.54±0.84b
$\sum$ n-3 PUFA	7.09±0.33	15.88±1.20a	23.24±3.24b
n-3/n-6	0.32±0.02	1.48±0.06a	5.15±0.26b
P/S	4.17±0.25	1.00±0.09a	0.74±0.14b

Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler $P > 0.05$ olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.D.:Standart sapma, SFA: Doymuş Yağ Asitleri, MUFA: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, PUFA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

TABLO 6. Zeytin yağı, zeytin yağında kızartılan balık ve çiğ balığın yüzde olarak yağ asidi içeriği

Yağ asidi	Zeytin yağı ($\bar{X} \pm S.D.$)*	Zeytin yağında kızartılan balık ($\bar{X} \pm S.D.$)*	Çiğ balık ($\bar{X} \pm S.D.$)*
10:0 ^s	0.04±0.003	0.01±0.005a	0.02±0.005b
12:00	-	0.02±0.005a	0.02±0.006a
14:00	0.02±0.001	2.21±0.14a	3.01±0.08b
15:00		1.01±0.07a	1.30±0.02b
16:00	13.92±0.86	22.77±0.88a	26.16±0.58b
17:00	-	0.95±0.05a	0.78±0.37b
18:00	2.66±0.18	5.54±0.43a	7.26±0.58b
Σ SFA	16.64±0.39	32.54±1.13a	38.57±0.65b
16:1n-7	0.82±0.04	3.06±0.11a	3.83±0.08b
18:1n-9	71.25±1.87	39.15±1.73a	26.42±0.32b
20:1n-9	0.37±0.02	1.00±0.05a	1.59±0.18a
Σ MUFA	72.44±0.84	43.23±1.61a	31.85±0.53b
18:2n-6	10.64±0.63	3.72±0.37a	1.31±0.14b
18:3n-6	-	0.21±0.05a	0.37±0.04b
18:3n-3	0.73±0.04	0.62±0.10a	0.63±0.02a
20:2n-6	-	0.21±0.07a	0.32±0.03b
20:3n-6	-	0.03±0.01a	0.05±0.008b
20:4n-6	-	2.10±0.15a	2.80±0.11b
20:5n-3	-	7.84±0.41a	10.94±0.78b
22:5n-3	-	2.28±0.09a	3.24±0.08b
22:6n-3	-	6.84±0.24a	9.88±0.07b
Σ PUFA	11.37±0.87	23.93±0.66a	29.58±1.03b
Σ n-6PUFA	10.64±0.63	6.32±0.18a	4.87±0.18b
Σ n-3PUFA	0.73±0.04	17.61±0.83a	24.71±0.85b
n-3/n-6	0.06±0.002	2.78±0.21a	5.07±0.04b
P/S	0.68±0.25	0.73±0.01a	0.76±0.03b

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler $P > 0.05$ olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.D.:Standart sapma, SFA: Doymuş Yağ Asitleri, MUFA: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, PUFA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

TABLO 7. Mısır yağı, mısır yağında kızartılan balık ve çiğ balığın yüzde olarak yağasidi içeriği

Yağ asidi	Mısır yağı $\bar{X} \pm S.D.*$	Mısır yağında kızartılan balık $\bar{X} \pm S.D.*$	Çiğ balık $\bar{X} \pm S.D.*$
10:0 ^s	0.04±0.004	0.01±0.004a	0.03±0.005b
12:00	-	0.01±0.004a	0.01±0.004a
14:00	-	1.06±0.04a	2.04±0.03b
15:00	-	0.66±0.04a	1.29±0.02b
16:00	12.12±0.84	19.95±0.87a	27.13±0.23b
17:00	-	0.64±0.03a	1.39±0.24b
18:00	2.07±0.15	5.35±0.48a	9.08±0.18b
ΣSFA	14.23±0.36	27.46±1.18a	40.99±0.38b
16:1n-7	0.09±0.007	1.63±0.09a	3.04±0.03b
18:1n-9	30.98±0.87	27.73±0.96a	25.19±0.50b
20:1n-9	0.30±0.03	0.86±0.14a	1.70±0.08b
ΣMUFA	31.37±0.88	30.25±1.16a	29.94±0.51a
18:2n-6	53.72±1.63	27.13±2.05a	1.98±0.90b
18:3n-6	-	0.68±0.25a	0.49±0.01b
18:3n-3	0.93±0.06	0.50±0.21a	0.47±0.04a
20:2n-6	-	0.18±0.03a	0.37±0.01b
20:3n-6	-	0.02±0.009a	0.04±0.006b
20:4n-6	-	1.72±0.15a	3.16±0.06b
20:5n-3	-	5.90±0.55a	10.96±0.30b
22:5n-3	-	1.63±0.17a	3.04±0.05b
22:6n-3	-	4.48±0.49a	8.73±0.10b
ΣPUFA	54.65±1.07	42.23±2.10a	28.82±0.75b
Σn-6 PUFA	53.72±1.63	29.71±1.94a	6.06±0.84b
Σn-3 PUFA	0.93±0.06	12.51±1.12a	22.87±0.77b
n-3/n-6	0.01±0.001	0.42±0.05a	3.85±0.61b
P/S	3.84±0.27	1.53±0.13a	0.70±0.01b

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.D.:Standart sapma, SFA: Doymuş Yağ Asitleri, MUFA: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, PUFA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

4.7. Tereyağında kızartılan uskumruda yağ asitlerinin değişimi

Doğal tereyağı ile bu yağda kızartılan balık ve çiğ balığın yağ asiti içeriği Tabo 8’de verilmiştir. Tereyağının analizinde yüzde dağılımda en çok doymuş yağ asitlerinden % 32.94 ile 16:0, % 21.27 ile de tekli doymamışlardan 18:1n-9 belirlenmiştir. Diğer bitkisel yağlarda bulunmayan 4:0 (%1.96), 6:0 (% 1.69), 8:0 (% 2.08) gibi kısa zincirli yağ asitleri de tespit edilmiştir. Bu bileşenlerle birlikte diğer yağlarda çok az oranda bulunan 10:0 (% 6.55), 12:0 (% 3.89), ve 14:0 (% 12.24) asitlerin nisbeten fazla olması, tereyağında Σ SFA’nın % 75.53 olmasını sağlamıştır. Bu verilerden, çalışmada kullanılan yağlar arasında doymuşluk derecesi en fazla olanın tereyağı olduğunu söyleyebiliriz. Tereyağında kızartılan balık filetolarında, çiğ olanlara oranla yirmi karbonlu n-3 PUFA’lardan EPA, DHA, Σ PUFA, Σ n-3 PUFA düzeylerinde ve n-3/n-6, PUFA/SFA oranlarında azalma, Σ SFA’da ise artış kaydedilmiştir (Tablo 8).

Ayçiçek yağı, kanola yağı, zeytinyağı, mısır özü yağı ve tereyağı gibi yağlarla pişirilen uskumru balığında çiğ balığa oranla ortak bazı yağ asitleri değişimi belirlenmiştir (Tablo 4-8). Örneğin, tere yağı dışında denenen tüm bitkisel yağlarda kızartılan filetolarda önemli n-3 yağ asitlerinden EPA, DPA, DHA ve bu yağ asitlerine bağlı olarak Σ n-3 PUFA düzeyleri ve n-3/n-6 oranı ile başta 16:0 ve 18:0 olmak üzere doymuş yağ asitleri ve Σ SFA yüzdelerinde, çiğ balığa oranla istatistiksel olarak önemli olacak derecede azalma görülmüştür. Ayçiçek yağı, kanola yağı ve zeytinyağında kızartılan balıklarda 18:1n-9 ile bu yağ asitinden dolayı Σ MUFA miktarlarında artış olmuştur. Ancak bu artışın derecesi kızartma yağının yağ asiti içeriğine bağlı olarak farklı olmuştur. Zeytin yağında % 71.25 olan 18:1n-9’dan dolayı bu yağla pişirilen filetolarda 18:1n-9 (1.5 kat) ve Σ MUFA (1.38 kat), çiğ balıklardan çok daha fazla oranda tespit edilmiştir (Tablo 3-7). Tereyağı dışındaki diğer yağlarda bulunan bir diğer bulgu da, bu yağlarda pişirilen balık örneklerinde kontrole göre 18:2n-6 ve bu yağ asitine bağlı olarak Σ n-6 PUFA düzeylerinde önemli bir artışın kaydedilmesidir. Özellikle 18:2n-6’nın ayçiçeği yağında (% 58.42) ve mısır özü yağında fazla olması (% 53.72), bu yağ asitinin ayçiçek yağında kızartılan balıklarda çiğ olanlara oranla 9.74 kat (Tablo 4), mısır özü yağı ile kızartılanlarda 13.7 kat (Tablo 7) artışına neden olmuştur. Bir diğer önemli

parametrelerden PUFA/SFA oranı ayçiçeği, kanola ve mısır özü yağlarında pişirilen filetolarda artmış, tereyağında ise azalma göstermiştir.

Ayçiçek, kanola, zeytin ve mısır özü yağı gibi bitkisel yağlarda ayrı ayrı kızartılan uskumru filetolarında çİğ olanlara oranla 18:2n-6 ve buna bağlı olarak $\sum$ n-6 PUFA yüzdeleri artmış; 16:0 ve buna bağlı $\sum$ SFA, AA, EPA, DHA, $\sum$ n-3 PUFA yüzdeleri ile n-3/n-6 oranı azalmıştır(Tablo 4-7). Ayrıca mısır yağı dışında diğer yağlarda kızartılan örneklerde 18:1n-9 ve buna bağlı olarak $\sum$ MUFA düzeylerinde artış belirlenmiştir (Tablo 4-6). Hayvansal bir yağ olan tereyağında kızartılan örneklerde ise bitkisel yağlardan farklı olarak $\sum$ SFA artmış, diğer bitkisel yağlar gibi $\sum$ n-3 PUFA ile n-3/n-6 oranı azalmıştır (Tablo 8).

TABLO 8. Tereyağı, tereyağında kızartılan balık ve çiğ balığın yüzde olarak yağ asidi içeriği

Yağ asidi	Tereyağı ($\bar{X} \pm S.D.$)*	Tereyağında kızartılan balık ($\bar{X} \pm S.D.$)*	Çiğ balık ($\bar{X} \pm S.D.$)*
04:0ş	1.96±0.11	1.27±0.15	-
06:00	1.69±0.08	0.28±0.03	-
08:00	2.08±0.13	0.21±0.02	-
10:00	6.55±0.43	0.40±0.06a	0.13±0.009b
12:00	3.89±0.31	0.41±0.07a	0.14±0.009b
14:00	12.24±0.72	4.40±0.88a	3.45±0.06b
15:00	1.25±0.06	1.12±0.25a	1.35±0.05b
16:00	32.94±1.23	26.32±0.44a	25.45±0.25a
17:00	0.54±0.03	0.40±0.05a	1.35±0.08b
18:00	12.41±0.80	10.67±0.42a	7.91±0.08b
ΣSFA	75.53±2.36	45.48±1.72a	39.77±0.23b
16:1n-7	1.02±0.07	2.95±0.24a	3.25±0.17b
18:1n-9	21.27±1.53	26.82±1.16a	23.91±0.28b
20:1n-9	-	0.23±0.02a	1.80±0.29b
ΣMUFA	22.29±1.55	30.00±1.06a	28.96±0.69a
18:2n-6	1.62±0.08	1.37±0.14a	1.49±0.17b
18:3n-6	-	0.32±0.05a	0.39±0.02a
18:3n-3	0.47±0.02	0.23±0.07a	0.58±0.08b
20:2n-6	-	1.67±0.16a	0.37±0.03b
20:3n-6	-	0.05±0.01a	0.04±0.004a
20:4n-6	-	2.29±0.27a	2.59±0.17a
20:5n-3	-	8.06±0.83a	11.75±0.55b
22:5n-3	-	2.21±0.26a	3.01±0.10b
22:6n-3	-	8.04±0.67a	10.93±0.31b
ΣPUFA	2.09±0.97	24.24±1.84a	31.18±0.61b
Σn-6 PUFA	1.62±0.08	5.70±0.32a	4.93±0.32b
Σn-3 PUFA	0.47±0.02	18.541±1.64a	26.25±0.31b
n-3/n-6	0.29±0.02	3.25±0.42a	5.33±0.29b
P/S	0.02±0.002	0.53±0.05a	0.78±0.01b

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler $P > 0.05$ olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.D.:Standart sapma, SFA: Doymuş Yağ Asitleri, MUFA: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, PUFA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

4.8. Buğulama yöntemiyle pişirilen uskumruda yağ asitlerinin değişimi

Buğulama yapılan balık ile çiğ balığın yağ asiti içeriği Tabo 9'da verilmiştir. Tabloda da görüldüğü gibi buğulama yapılan uskumru balığı ile çiğ balığın kantitatif yağ asiti içeriğinin ve $\sum$ SFA, $\sum$ MUFA, $\sum$ PUFA, $\sum$ n-3 PUFA ve $\sum$ n-6 PUFA düzeyleriyle n-3/n-6 ve PUFA/SFA oranlarının oldukça birbirine yakın oldukları belirlenmiştir. Örneğin, buğulama yapılan balıkta 16:0 % 28.00, çiğ balıkta % 29.05; 18:1n-9 buğulanmış filetolarda % 28.72, çiğ örneklerde % 28.80; önemli n-3 bileşenlerden EPA buğulanmışlarda % 8.83, çiğ olanlarda % 8.63; DHA buğulanmış uskumruda % 8.50, çiğ uskumruda % 8.37; buğulanmış balıkta n-3/n-6 oranı 5.66, çiğ balıkta 5.46; PUFA/SFA oranı buğulanmış filetolarda 0.58, çiğ filetolarda da 0.56 olarak tespit edilmiştir (Tablo 9).

4.9. Fırında pişirilen uskumruda yağ asitlerinin değişimi

Mutfak fırınında pişirilmiş uskumru balığı ile çiğ balığın yağ asiti içeriği Tabo 9'da verilmiştir. Buğulama yapılan balıkta olduğu gibi, fırında pişirilen balıklarla çiğ balıkların, başta yüzde dağılımda en fazla bulunan doymuş yağ asitlerinden 16:0, tekli doymamışlardan 18:1n-9 ve çoklu doymamışlardan EPA ve DHA olmak üzere yağ asitleri ile ve $\sum$ SFA, $\sum$ MUFA, $\sum$ PUFA, $\sum$ n-3 PUFA ve $\sum$ n-6 PUFA düzeyleri ile n-3/n-6 ve PUFA/SFA oranlarının benzer oldukları görülmüştür. Balığın besinsel değerinin belirlenmesinde kullanılan parametrelerden n-3/n-6 oranı fırında pişirilen uskumruda 5.27, çiğ balıkta 5.08; PUFA/SFA oranı fırında pişirilen 0.72, çiğ filetolarda 0.77 olarak tespit edilmiştir (Tablo 10).

4.10. Izgarada pişirilen uskumruda yağ asitlerinin değişimi

Izgarada pişirilen uskumru balığı ile çiğ balığın yağ asiti içeriği Tabo 11'de verilmiştir. Buğulama yapılan ve fırında pişirilen balıklarda olduğu gibi ızgarada pişirilen uskumrunun kantitatif yağ asiti içeriğinin çiğ balıklardan farklı olmadığı saptanmıştır. Tabloda da göüldüğü gibi fırında pişirilenlerle çiğ balıklarda dominant doymuş bileşenlerden 16:0 (ızgarada % 27.30, çiğ balıkta % 28.15), tekli doymamışlardan 18:1n-9(ızgarada % 27.90, çiğ balıkta % 29.01) , n-3 PUFA'lardan EPA (ızgarada % 8.84, çiğ balıkta % 8.44)ve DHA (ızgarada % 9.22, çiğ balıkta % 8.62) yüzdeleri ile n-3/n-6(ızgarada 5.25, çiğ balıkta 5.18) ve PUFA/SFA (ızgarada

0.61, çiğ balıkta 0.59) oranlarının oldukça birbirine yakın oldukları tespit edilmiştir. Dominant yağ asitlerine bağlı olarak $\sum$ SFA, $\sum$ MUFA, $\sum$ PUFA ve $\sum$ n-3 PUFA düzeylerinde de önemli bir fark bulunmamıştır (Tablo 11).

4.11. Mikrodalga fırında pişirilen uskumruda yağ asitlerinin değişimi

Mikrodalga fırında pişirilen uskumru balığı ile çiğ balığın yağ asiti içeriği Tabo 12’de verilmiştir. Bu yöntemle pişirilen balık ile çiğ balığın hem major hem de daha az düzeyde bulunan yağ asitleri ile $\sum$ SFA, $\sum$ MUFA, $\sum$ PUFA ve $\sum$ n-3 PUFA yüzdeleri ve n-3/n-6, PUFA/SFA oranlarının birbirlerine oldukça yakın olduğu ve istatistiksel olarak önemli bir farkın olmadığı sapanmıştır. Tabloda da görüleceği gibi $\sum$ SFA mikrodalgayla pişirilmiş filetoda % 44.85, çiğ balıkta % 43.01; $\sum$ MUFA mikrodalgayla pişirilmiş balıkta % 30.18, çiğ balıkta % 30.14; $\sum$ PUFA mikrodalgayla pişirilmiş uskumruda % 24.95, çiğ balıkta % 26.80; n-3/n-6 oranı mikrodalgayla pişirilmiş olanda 4.51, çiğfiletoda 4.83 olarak tespit edilmiştir (Tablo 12).



TABLO 9.Buğulanmış balık ile çiğ balığın yüzde olarak yağ asidi içeriği

Yağ asidi	Buğulanmış balık ($\bar{X} \pm S.D.$)*	Çiğ balık ($\bar{X} \pm S.D.$)*
10:0§	0.01±0.004a	0.01±0.006a
12:0	0.03±0.01a	0.02±0.004b
14:0	3.49±0.37a	3.19±0.14a
15:0	1.22±0.08a	1.19±0.03a
16:0	28.00±1.40a	29.05±1.25a
17:0	1.07±0.09a	0.83±0.07b
18:0	7.17±0.12a	7.52±0.87a
ΣSFA	41.01±1.64a	41.83±2.20a
16:1n-7	4.23±0.09a	3.80±0.05a
18:1n-9	28.72±0.92a	28.80±0.32a
20:1n-9	1.92±0.19a	1.80±0.20a
ΣMUFA	34.87±1.01a	34.41±0.17a
18:2n-6	1.07±0.02a	0.81±0.16b
18:3n-6	0.28±0.02a	0.38±0.03a
18:3n-3	0.72±0.05a	0.71±0.04a
20:2n-6	0.30±0.01a	0.30±0.02a
20:3n-6	0.03±0.008a	0.03±0.02a
20:4n-6	1.92±0.10a	2.12±0.26a
20:5n-3	8.83±0.38a	8.63±1.16a
22:5n-3	2.23±0.18a	2.28±0.15a
22:6n-3	8.50±0.73a	8.37±0.69a
ΣPUFA	23.85±0.66a	23.66±2.02a
Σn-6 PUFA	3.58±0.15a	3.65±0.09a
Σn-3 PUFA	20.27±0.60a	20.01±1.96a
n-3/n-6	5.66±0.26a	5.46±0.44a
P/S	0.58±0.04a	0.56±0.07a

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda3enjeksiyon yapılmıştır.

§Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler $P>0.05$ olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.D.:Standart sapma, SFA: DoymuşYağ Asitleri, MUFA: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, PUFA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

TABLO 10. Mutfak fırınında pişirilmiş balık ile çiğ balığın yüzde olarak yağ asidi içeriği

Yağ asidi	Fırında pişirilmiş balık ($\bar{X} \pm S.D.$)*	Çiğ balık ($\bar{X} \pm S.D.$)*
10:0§	0.01±0.008a	0.03±0.006b
12:0	0.02±0.003a	0.02±0.005a
14:0	2.83±0.25a	2.68±0.34a
15:0	1.40±0.07a	1.35±0.11a
16:0	26.13±0.48a	25.33±0.58a
17:0	0.75±0.39a	1.02±0.32a
18:0	8.37±0.33a	7.87±0.71a
ΣSFA	39.53±0.70a	38.32±0.99a
16:1n-7	3.15±0.12a	3.23±0.29a
18:1n-9	26.30±0.69a	26.61±0.40a
20:1n-9	2.17±0.19a	1.93±0.24a
ΣMUFA	31.64±0.77a	31.77±0.36a
18:2n-6	0.98±0.06a	1.07±0.25a
18:3n-6	0.42±0.04a	0.37±0.10a
18:3n-3	0.61±0.08a	0.66±0.09a
20:2n-6	0.36±0.01a	0.36±0.01a
20:3n-6	0.03±0.006a	0.03±0.01a
20:4n-6	2.76±0.02a	3.05±0.12a
20:5n-3	11.50±0.36a	11.30±0.93a
22:5n-3	2.89±0.09a	3.18±0.12a
22:6n-3	9.16±0.18a	9.79±0.23a
ΣPUFA	28.75±0.23a	29.83±1.36a
Σn-6 PUFA	4.87±0.02a	4.90±0.18a
Σn-3 PUFA	24.18±0.24a	24.93±1.32a
n-3/n-6	5.27±0.06a	5.08±0.31a
P/S	0.72±0.01a	0.77±0.05a

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler $P > 0.05$ olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.D.:Standart sapma, SFA: Doymuş Yağ Asitleri, MUFA: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, PUFA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

TABLO11. Izgarada pişirilen balık ile çiğ balığın yüzde olarak yağ asidi içeriği

Yağ asidi	Izgara balık ($\bar{X} \pm S.D.$)*	Çiğ balık ($\bar{X} \pm S.D.$)*
10:0§	0.01±0.004a	0.01±0.005a
12:0	0.02±0.004a	0.02±0.005a
14:0	3.73±0.32a	3.52±0.76a
15:0	1.23±0.06a	1.20±0.11a
16:0	27.30±1.65a	28.15±1.43a
17:0	1.13±0.10a	0.90±0.01a
18:0	6.87±0.10a	6.95±0.28a
ΣSFA	40.31±1.85a	40.77±2.01a
16:1n-7	4.73±0.16a	4.10±0.49a
18:1n-9	27.90±1.35a	29.01±1.47a
20:1n-9	1.88±0.21a	1.90±0.20a
ΣMUFA	34.51±1.40a	35.04±1.15a
18:2n-6	1.35±0.01a	1.08±0.16a
18:3n-6	0.34±0.01a	0.42±0.09a
18:3n-3	0.90±0.04a	0.84±0.14a
20:2n-6	0.32±0.02a	0.32±0.02a
20:3n-6	0.02±0.005a	0.03±0.006a
20:4n-6	1.95±0.02a	2.03±0.20a
20:5n-3	8.84±0.05a	8.49±0.18a
22:5n-3	2.09±0.09a	2.26±0.24a
22:6n-3	9.22±0.37a	8.62±0.37a
ΣPUFA	25.07±0.43a	24.10±0.82a
Σn-6 PUFA	4.00±0.05a	3.89±0.16a
Σn-3 PUFA	21.06±0.39a	20.21±0.66a
n-3/n-6	5.25±0.05a	5.18±0.04a
P/S	0.61±0.03a	0.59±0.05a

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler $P > 0.05$ olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.D.:Standart sapma, SFA: Doymuş Yağ Asitleri, MUFA: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, PUFA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

TABLO12. Mikrodalga fırında pişirilmiş balık ile çiğ balığın yüzde olarak yağ asidi içeriği

Yağ asidi	Mikrodalgada Pişirilmiş balık ($\bar{X} \pm S.D.$)*	Çiğ balık ($\bar{X} \pm S.D.$)*
10:0§	0.01±0.005a	0.03±0.006b
12:0	0.03±0.005a	0.02±0.006a
14:0	4.55±0.02a	3.80±0.17a
15:0	1.30±0.01a	1.32±0.02a
16:0	25.38±0.42a	25.89±0.22a
17:0	0.95±0.05a	0.98±0.05a
18:0	5.88±0.15a	6.43±0.08a
ΣSFA	38.13±0.65a	38.49±0.55a
16:1n-7	4.70±0.31a	4.54±0.24a
18:1n-9	23.03±0.43a	23.59±0.12a
20:1n-9	1.63±0.10a	1.65±0.01a
ΣMUFA	29.37±0.85a	29.76±0.32a
18:2n-6	1.63±0.10a	1.22±0.16a
18:3n-6	0.79±0.40a	0.40±0.07b
18:3n-3	1.02±0.01a	0.91±0.04a
20:2n-6	0.33±0.01a	0.33±0.008a
20:3n-6	0.04±0.008a	0.03±0.005a
20:4n-6	2.24±0.14a	2.47±0.09a
20:5n-3	11.06±0.41a	11.13±0.46a
22:5n-3	2.51±0.10a	2.74±0.11a
22:6n-3	13.20±0.80a	12.37±0.48a
ΣPUFA	32.36±1.51a	31.64±0.97a
Σn-6 PUFA	4.54±0.20a	4.47±0.02a
Σn-3 PUFA	27.81±1.31a	27.16±0.98a
n-3/n-6	6.11±0.03a	6.06±0.22a
P/S	0.84±0.05a	0.82±0.03a

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler $P > 0.05$ olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.D.:Standart sapma, SFA: Doymuş Yağ Asitleri, MUFA: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, PUFA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

4.12. Tütsülenmiş uskumruda yağ asitlerinin değişimi

Tütsülenme yoluyla pişirilen uskumru balığı ile çiğ balığın yağ asiti içeriği Tablo 13'te verilmiştir. Buğulama, fırında, ızgarada ve mikrodalgada pişirme yöntemlerinde olduğu gibi, tütsüleme yönteminin uskumruda yağ asiti içeriğini etkilemediği, tütsülenmiş balıklarda başta major yağ asitleri olan 16:0, 18:1n-9, EPA, DHA ve diğer yağ asitleri ile Σ SFA, Σ MUFA, Σ PUFA ve Σ n-3 PUFA, Σ n-6 PUFA yüzdeleri ve n-3/n-6, PUFA/SFA oranlarının çiğ balıklara çok yakın olduğu

ve önemli bir farkın olmadığı belirlenmiştir (Tablo 13). Dominant yağ asitlerinden 16:0 tütsülenmiş filetoda % 29.30, çiğ filetoda % 28.37; 18:1n-9 tütsülenmiş balıkta % 24.83, çiğ balıkta % 25.20; EPA tütsülenmiş örnekte % 8.34, çiğ balıkta % 8.63; DHA tütsülenmiş uskumruda % 8.80, çiğ uskumruda % 10.15 olarak tespit edilmiştir.

Çalışmamızda yağda kızartma dışında denenen buğulama, mutfak fırını, mikrodalga fırını ve ızgarada pişirme, tütsüleme gibi pişirme yöntemlerinin uskumruda kantitatif yağ asiti içeriğine önemli bir etki yapmadığı, bu metotlarla pişirilen filetolarda başta dominant bileşenler olan doymuş yağ asitlerinden 16:0, tekli doymamışlardan 18:1n-9 ve çoklu doymamışlardan EPA ve DHA olmak üzere diğer yağ asitleri ile $\sum$ SFA, $\sum$ MUFA, $\sum$ PUFA, $\sum$ n-3 PUFA, $\sum$ n-6 PUFA yüzdeleri ve balıkların besinsel değerlerini ölçmede kullanılan n-3/n-6, PUFA/SFA oranlarının çiğ filetolara oldukça yakın olduğu (Tablo 9-13) ve önemli bir farkın oluşmadığı görülmüştür.

TABLO 13. Tütsülenmiş balık ile çiğ balığın yüzde olarak yağ asidi içeriği

Yağ asidi	Tütsülenmiş balık ($\bar{X} \pm S.D.$)*	Çiğ balık ($\bar{X} \pm S.D.$)*
10:0§	0.02±0.008a	0.04±0.02b
12:0	0.02±0.01a	0.01±0.006b
14:0	3.20±0.29a	2.75±0.32a
15:0	1.53±0.14a	1.40±0.12a
16:0	29.30±3.31a	28.37±1.98a
17:0	1.08±0.34a	1.18±0.22a
18:0	9.66±1.06a	9.24±0.52a
ΣSFA	44.85±4.32a	43.01±2.70a
16:1n-7	3.29±0.30a	3.01±0.10a
18:1n-9	24.83±0.90a	25.20±1.19a
20:1n-9	2.03±0.09a	1.92±0.16a
ΣMUFA	30.18±1.26a	30.14±1.45a
18:2n-6	1.04±0.04a	0.99±0.01a
18:3n-6	0.50±0.06a	0.51±0.03a
18:3n-3	0.66±0.05a	0.64±0.04a
20:2n-6	0.35±0.03a	0.32±0.03a
20:3n-6	0.03±0.01a	0.02±0.005a
20:4n-6	2.51±0.27a	2.73±0.25a
20:5n-3	8.34±1.26a	8.63±0.51a
22:5n-3	2.61±0.35a	2.81±0.30a
22:6n-3	8.80±1.28a	10.15±0.34a
ΣPUFA	24.95±3.07a	26.80±1.29a
Σn-6 PUFA	4.51±0.33a	4.59±0.26a
Σn-3 PUFA	20.43±2.84a	22.21±1.04a
n-3/n-6	4.51±0.44a	4.83±0.09a
P/S	0.56±0.13a	0.62±0.07a

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler $P > 0.05$ olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.D.: Standart sapma, SFA: Doymuş Yağ Asitleri, MUFA: Tekli Doymamış Yağ Asitleri,

PUFA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

5. TARTIŞMA

Balıklardaki nem (su) oranı türlere, cinsiyete ve yaşa göre oldukça büyük farklar göstermektedir (Türker, 1997). Türker (1997) bu oranın % 70–80, Koubaa et al.(2012) ise % 30- % 90 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda çığ uskumru balığında nem miktarı % 52.8- % 70.41 aralığında tespit edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda çığ hamsi balığında nem miktarı % 62.86 (Ohta et al., 1988), Sarı benekli lagos balığında (*E. coioides*) % 76.5 (Zahra Momenzadeh et al., 2017) ve gökkuşığı alabalığında % 73.88 (Gokoğlu et al., 2004) bulunmuştur. Görüldüğü gibi balıklardaki nem miktarı hem türden türe hem de çalışmamızda görüldüğü gibi aynı türün bireyleri arasında da farklılık göstermektedir. Araştırmacılar, su oranı ile yağ oranının ters orantılı olduğunu (Hosseini et al., 2014; Larsen et al., 2010), düşük yağ içeren balıklarda su miktarının, yağlı balıklardan daha fazla olduğunu (Feeley et al., 1972) bildirmişlerdir. Verilerimiz bu bulguyu doğrulamaktadır. Uskumru balığından elde ettiğimiz nem miktarının gökkuşığı alabalığından daha düşük çıkmasının nedeni, uskumruda toplam lipit miktarının daha fazla oluşudur. Zira gökkuşığı alabalığında toplam lipit % 3.44(Gokoğlu et al., 2004), uskumruda ise % 7.15 - % 17.07 aralığında bulunmuştur(Tablo 3).

Araştırmamızda denediğimiz tüm pişirme yöntemleri uskumruda nem kaybına neden olmuştur (Tablo 3). Yağda kızartma yönteminde en fazla nem kaybı % 169’la ayçiçeği yağında en az kayıp % 11.3 ile zeytin yağında, diğer yöntemler arasında en çok su kaybı % 152.6 ile ızgarada, en az % 29.62 ile buğulamada saptanmıştır (Tablo 3). Daha önce yapılan çalışmalarda değişik pişirme metotlarının uygulandığı sardalya (Sa’nchez-Muniz et al.1992), sarı benekli lagos (Zahra Momenzadeh et al., 2017), hamsi (Ohta et al., 1988) ve barbun(Koubaa et al., 2012) balıklarında da nem miktarı çığ örneklerle oranla azalma göstermiştir. Bunun nedeni Delfieh et al. (2013) da belirttiği gibi pişirme esnasında uygulanan ısıнын besindeki protein yapısını bozması (denatürasyon) ve suyun buharlaşmasıdır. Hamsi (Ohta et al., 1988), sarı benekli lagos (Zahra Momenzadeh et al., 2017) ve gökkuşığı alabalığında (Gokoğlu et al., 2004) nem oranında azalma en çok yağda kızartılan örneklerde görülmüştür. Çalışmamızda da denediğimiz tüm pişirme yöntemleri içinde en fazla nem kaybı ayçiçeği yağında kızartılan filetolarda görülmüştür.

Balıklardaki toplam lipit miktarı % 0.5-% 20 arasındadır (Koubaa et al., 2012). Balıklar genellikle yağ içeriklerine göre; yağsız, orta yağlı ve yağlı balıklar olarak sınıflandırılırlar. Yağ içeriği % 5'ten az olanlar yağsız, % 5-10 aralığında olanlar orta yağlı, % 10'dan fazla olanlar yağlı balık olarak kabul edilmektedir (Ackman, 1989). Bu çalışmada, çığ uskumruda toplam lipit % 8.49 - %14.89 aralığında tespit edilmiştir (Tablo 3). Bu nedenle uskumrunun yağlı bir balık olduğunu söyleyebiliriz. Tüm çığ filetolarda toplam lipit miktarı aynı düzeyde bulunmamıştır. Bunun nedeni, aynı balığın değişik vücut kısımlarında toplam lipit miktarının farklı olabileceğidir. Örneğin, filetoların; iç organların boşluğunu örten karın bölgesinin sırt kısmından iki kat, kuyruk bölgesinden ise üç kat daha fazla lipit içerdiği saptanmıştır (Testi et al., 2006)

Piştirme işlemi, balıklarda nem (su) içeriğini azaltırken lipit miktarını arttırmaktadır. Artma ve azalma; piştirme metoduna, piştirme ortamına, piştirme süresi ve sıcaklığına, besinin büyüklüğüne, şekline, kalınlığına ve kimyasal içeriğine bağlıdır (Mai et al. 1978). Uskumruda denenen tüm piştirme yöntemlerinin toplam lipit miktarını arttırdığı belirlenmiştir (Tablo 2). Kızartma yağlarında toplam lipit artışı fazladan aza doğru ayçiçeği yağı > tereyağı > mısır özü yağı > kanola yağı > zeytin yağı şeklinde olmuştur. En fazla lipit artışı ayçiçek, en az zeytinyağında olmuştur. Daha önce yapılan çalışmalarda yağda kızartılan somon, morina, ringa (Mai et al., 1978; Gladyshev et al., 2006, 2007; Sionen et al., 2006, Weber et al., 2008), sardalya (Garcı'a-Arias et al., 2003), sazan (Sampels et al., 2014), Karadeniz hamsisi (Kocatepe et al., 2011) ve deniz levreğinde (Yanar et al., 2007), 8 tatlısu 8 deniz (Puwastien et al., 1999) balığında toplam lipit miktarı artış göstermiştir. Bunun nedeni, balıklarda yağda kızartma işleminden sonra buharlaşma ile nem (su) içeriği azalmakta, yağın balığa geçmesiyle balıkta toplam lipit artmaktadır. Toplam lipit miktarındaki artış, çığ balıktaki toplam lipit içeriğine, kullanılan yağın miktarına ve araştırmamızda da belirlendiği gibi kızartma yağının cinsine bağlı olarak değişmektedir. Örneğin üç tatlısu balığı ile yapılan çalışmada, yağda kızartılan ve çığ iken yağsız *Vendace C. albula*'nın, en çok yağ içeren balık olduğu bildirilmiştir (Agren and Hanninen, 1993). Ayrıca aynı yağda kızartılan lagos *E. morio*'dalipit içeriği 4.2 kat, Kırmızı Levrek *L. campechanus* 3.7 kat, Florida pompano *T. carolinus* ta 1.7 kat artmıştır. Bu sonuç; daha düşük yağ içeren yağsız balıkların

yağda pişirilmesi esnasında daha fazla lipiti absorbe ettiğini, yağlı filetoların ise daha az miktarda yağı emdiğini göstermektedir (Mai et al. 1978; Gall et al., 1983).

Uskumrudan elde ettiğimiz bulgular, Gümüş Sazanından elde edilenlerle uyum içindedir. Zeytin yağı, ayçiçeği yağı, mısır özü yağı ve soya yağı gibi değişik yağlarda ayrı ayrı kızartılan gümüş sazanı filetolarında toplam lipit artışı farklı olmuş, en fazla artış ayçiçeği yağında kızartılan balıklarda tespit edilmiştir (Naseri et al., 2013). Bu çalışmada uskumru balığında (Tablo 3) ve daha önce gümüş sazanı (Naseri et al., 2013) ile yapılan çalışmada en az lipit artışı zeytin yağında pişirilen örneklerde elde edilmiştir. Zeytinyağı; yağların emilimine karşı besini koruyan bir tabaka oluşturur. Oysa diğer yağlar böyle bir tabaka oluşturmaz ve kızartma işleminden sonra besinler daha fazla yağ içerirler (Varela, 1988).

Çalışmada çiğ ve farklı pişirme metotları ile pişirilen uskumruda kalitatif olarak doymuş yağ asitlerinden 10:0, 12:0, 14:0, 15:0, 16:0, 17:0, 18:0; tekli doymamış yağ asitlerinden 16:1n-7, 18:1n-9 ve 20:1n-9; çoklu doymamış yağ asitlerinden 18:2n-6, 18:3n-6, 18:3n-3, 20:2n-6, 20:3n-6, AA, EPA, DPA ve DHA olmak üzere on dokuz çeşit yağ asiti saptanmıştır (Tablo 4-13). Kantitatif olarak yüzde dağılımda doymuş yağ asitlerinden 16:0 ve 18:0, tekli doymamış yağ asitlerinden 18:1n-9 ve 16:1n-7, çoklu doymamışlardan EPA ve DHA belirlenmiştir. Temel yağ asitlerinden 18:2n-6 ve 18:3n-3 olmak üzere diğer yağ asitleri daha az düzeyde saptanmıştır. Bu sonuçlar, diğer deniz balıklarından (Özoğul et al., 2009; Kara et al., 2017) elde edilenlerle uyum içindedir. Araştırmamızda çiğ filetolarda 16:0, % 25.37 – 29.05; 18:1n-9, % 23.59 – 29.01; EPA, % 8.49 – 11.75; DHA, % 8.37 – 12.37; Σ SFA, 37.55 – 43.01; Σ MUFA, 28.96 – 35.04; PUFA, 23.66 – 31.76; Σ n-6 PUFA, 3.65 – 7.29; Σ n-3 PUFA, 20.01 – 27.16; ω -3/ ω -6 oranı, 3.73 – 6.06 arasında bulunmuştur. Özoğul et al. (2009) Akdenizden 34 balık türünde 16:0 oranını, % 15.97 - 31.04; 18:1n-9, % 2.44 - 28.97; EPA, % 1.94 – 10.00; DHA, % 3.31 - 31. Σ n-6 PUFA, 1.24 – 12.76; Σ n-3 PUFA, % 12.66 – 27.16; Başhan et al. (2017), sekiz deniz balığında 16:0 yüzdesini % 19.30 - 27.89, 18:1n-9, % 14.87 – 31.28; EPA, % 3.24 – 12.59; DHA, % 9.30 – 29.63; Σ SFA, 31.10 – 46.95; Σ MUFA, 19.38 – 38.52; PUFA, 25.42 – 49.01; Σ n-6 PUFA, 4.57 – 25.13; Σ n-3 PUFA, 18.63 – 38.92; ω -3/ ω -6 oranını, 0.95 – 6.22; PUFA/SFA oranını 0.60 – 1.55 arasında tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar; balıklarda dominant olan yağ asitlerinin (16:0, 18:1n-9, EPA ve DHA) benzer olduğunu ancak yüzde içeriklerinin türler arasında farklı olduğunu göstermektedir. Balıklarda yağ asiti

içeriği, balık türüne, mevsime, balığın besinine, yaşına ve üreme durumuna bağlı olarak farklılık gösterebilir (Ackman, 1989).

Araştırmamızda kızartma işleminde kullandığımız ayçiçeği yağı, mısırözü yağı, kanola yağı, zeytinyağı ve tereyağının uskumruda yağ asiti profilineettiği bulunmuştur. Ayçiçek yağında kızartılan balıkta çiğ olana oranla 16:0 ve bu yağ asitine bağlı olarak $\sum$ SFA ile önemli n-3 PUFA'lardan EPA, DHA, $\sum$ n-3 PUFA'ların yüzdesi ve n-3/n-6 oranında istatistiksel olarak önemli olacak şekilde azalma, $\sum$ PUFA, $\sum$ n-6 PUFA ile PUFA/SFA oranında ise artış görülmüştür. Yağda kızartılan balıklarda çoklu doymamış yağ asitlerinin fazla olmasının nedeni, ayçiçeği yağındaki toplam yağ asitlerinin yarısından fazlasını (% 58.42) oluşturan 18:2n-6'nın kızartma işlemi ile balığa geçmesidir. Zira bu yağda kızartılan balıklarda 18:2n-6 % 34.40, çiğ örneklerde ise % 3.53 olarak bulunmuştur. Belirlediğimiz bir diğer bulgu da kızartılan balıklarda 18:1n-9 ve $\sum$ MUFA'da bir miktar artışın olmasıdır (Tablo 3). Daha önce yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar bulunmuş ve ayçiçeği yağında kızartılan balıklardan levrek (Türkkan et al., 2008), gümüş sazan (Zakipour Rahimabadi and Dad, 2012), sardalya (Sa'nchez-Muniz et al.1992), ve alabalıkta (Gladyshev et al., 2006) doymuş yağ asitleri ile n-3 yağ asitlerinden EPA ve DHA düzeylerinde ve n-3/n-6 oranında azalma, 18:2n-6 ile $\sum$ n-6 PUFA'larda artış belirlenmiştir. Bunun nedeni yukarıda da belirtildiği gibi çiğ balıklarda çok düşük ancak ayçiçekte çok yüksek oranda bulunan 18:2n-6'nın kızartma işlemi esnasında balıklara geçmesi ve balıkların yağ asiti profilindeğiştirmesidir.

Çalışmamızda kanola yağında kızartılan filetolarda, çiğ olanlara oranla 16:0, $\sum$ SFA ile, AA, EPA, DPA, $\sum$ n-3 PUFA düzeyleri ile n-3/n-6 oranı azalmış; 18:1n-9 ve $\sum$ MUFA ile 18:2n-6, 18:3n-3, $\sum$ n-6 PUFA yüzdeleri ile PUFA/SFA oranı önemli olacak şekilde artış göstermiştir. Bu sonuçlar, daha önce yapılan çalışmalarda aynı yağla kızartılan balıklardan elde edilenlerle uyum içindedir. Kanola yağında kızartılan tatlısu balığı *H. molitrix*'ta (Zakipour Rahimabadi and Dad, 2012), Sazan balığı *C. carpio*'da (Sampels et al., 2014), kedi balığı *R. quelende* (Weber et al. 2008), filetolarında çiğ örneklerle oranla 18:1n-9 ve $\sum$ MUFA içeriği artmış, 16:0, $\sum$ SFA, EPA, DHA ve $\sum$ PUFA ise azalma göstermiştir. Bu durum, kanola yağının yağ asiti içeriğinden kaynaklanmaktadır. Bu yağla kızartılan örneklerde 16:0 ve $\sum$ SFA'nın azalmasının nedeni 16:0 asitinin yağda düşük oranda (% 5.18) olması;

kızartılan filetolarda 18:1n-9 ve $\sum$ MUFA'nın fazla olmasının nedeni 18:1n-9'un yağda çok yüksek oranda (% 63.17) olmasından kaynaklanmaktadır.

Araştırmamızda zeytin yağında kızartılan uskumruda 16:0 ve $\sum$ SFA ile EPA, ve DHA, $\sum$ PUFA, $\sum$ n-3 PUFA miktarları ile n-3/n-6 oranları azalmış; tekli doymamışlardan 18:1n-9, $\sum$ MUFA ile n-6 yağ asitlerinden 18:2n-6 yüzdeleri artmıştır (Tablo 6). Bu veriler üç sardalya balık türü ((Sa'nchez-Muniz et al.1992; Castrillo et al., 1997; Garcı'a-Arias, 2003) ile sarı benekli lagos (Zahra Momenzadeh et al., 2017 ve tatlısu balıklarından *H. molitrix*'ten (Zakipour Rahimabadi and Dad, 2012) elde edilen sonuçlarla uyum içindedir. Zeytin yağında kızartılan bu balıklarda da uskumrudaki gibi 16:0, $\sum$ SFA, EPA, DHA, $\sum$ n-3 PUFA miktarları azalmış; 18:1n-9, $\sum$ MUFA ile 18:2n-6 yüzdeleri artış göstermiştir. Sardalya *S. pilchardus*'ta $\sum$ MUFA artışı 6.5, 18:2n-6'da ise 4 kat olmuştur. Balıklarda 18:1n-9 ve bu yağ asidine bağlı olarak $\sum$ MUFA ile 18:2n-6'nın artmasının nedeni zeytinyağının oldukça yüksek oranda % 71.25 18:1n-9 ve % 10.64 düzeyde 18:2n-6 içermesidir (Tablo 6). Yağda fazla bulunan bu iki bileşen kızartma işlemi ile balıklara geçmektedir.

Bir başka bitkisel yağ olan mısır özünde kızarttığımız filetolarda çiğ olanlara oranla 16:0, 18:0, $\sum$ SFA, EPA, DHA ve $\sum$ n-3 PUFA yüzdeleri ile n-3/n-6 oranında önemli derecede azalma; 18:2n-6, $\sum$ PUFA ve $\sum$ n-6 PUFA düzeyleri ile PUFA/SFA oranında artma saptanmıştır (Tablo 7). Daha önce yapılan çalışmalarda mısır özü yağı ile kızartılan gümüş sazanı (Naseri et al., 2013) ve barbun balığında da (Koubaa et al., 2012) benzer bulgular saptanmış ve aynı yağda kızartılan bu balık filetolarında 16:0, 18:0 ve bunlara bağlı olarak $\sum$ SFA ile EPA ve DHA düzeyleri ile n-3/n-6 oranları azalmış; 18:2n-6 ve bu yağ asidine bağlı olarak $\sum$ n-6 PUFA ile $\sum$ PUFA yüzdeleri artmıştır. Mısır özünde kızartılan barbunda 18:2n-6 asidi 27 kat, $\sum$ n-6 PUFA 12 kat yüksek bulunmuştur (Koubaa et al., 2012). Çalışmamızda uskumru balığında 18:2n-6 asidi 13.7, $\sum$ n-6 PUFA 4.9 kat artmıştır (Tablo 7). Bunun nedeni mısır özü yağının toplam yağ asitlerinin yarısından fazlasını (% 53.72) 18:2n-6 nın oluşturmasıdır (Tablo 7). Yağda yüksek oranda bulunan bu bileşen balıklara geçmekte ve balıkların yağ asiti profilini kızartma yağı yönünde değiştirmektedir. Kızartma işlemi ile balığa geçen 18:2n-6 aynı zamanda hem $\sum$ PUFA hem de $\sum$ n-6 PUFA artışına neden olmaktadır.

Doğal tereyağında kızarttığımız uskumru filetolarında çığ filetolara oranla EPA, DHA, $\sum$ PUFA, $\sum$ n-3 PUFA yüzdelerinde ve n-3/n-6, PUFA/SFA oranlarında önemli olacak derecede azalma, $\sum$ SFA'da ise artış saptanmıştır (Tablo 8). Yağda kızartma yönteminin balık yağ asiti üzerine etkisi ile ilgili çalışmalarda genellikle ayçiçeği yağı ve zeytin yağı kullanılmış, tereyağı ise pek kullanılmamıştır. Kızartma yağı olarak tereyağının kullanıldığı bir çalışmada sazan balığında (*C. carpio*), uskumrudaki gibi 16:0 ve $\sum$ SFA artmış, EPA ve DHA azalmıştır (Sampels et al., 2014). Çalışmamızdaki bulgunun aksine sazan balığında n-3/n-6 oranının değişmemesinin nedeni, tatlısu balığı olması ve balığın az miktardaki yağda kızartılmış olmasından ileri gelebilir. Zira, kızartmada kullanılan yağ miktarı da yağ asitleri değişimini etkileyebilir. Ayrıca tatlısu balıklarında $\sum$ n-3 PUFA miktarı ve n-3/n-6 oranı genellikle deniz balıklarından daha düşüktür. Diğer bitkisel yağların aksine tereyağında kızartılan balıklarda $\sum$ SFA miktarının artmasının nedeni, tereyağında diğer yağlarda rastlanmayan 4:0, 6:0, 8:0 ve 10:0 gibi kısa zincirli yağ asitlerinin olması ve bu yağlarla birlikte doymuş yağ asitleri yüzdesinin fazla olmasıdır (Tablo 8). Örneğin; ayçiçeği yağında % 9.71 (Tablo 4), kanola yağında % 6.98 (Tablo 5), zeytinyağında % 16.64 (Tablo 6) ve mısır özü yağında % 14.23 (Tablo 7) olan $\sum$ SFA yüzdesi, tereyağında % 75.53 (Tablo 8) olarak saptanmıştır. Diğer bitkisel yağlara oranla tereyağında çok daha yüksek oranda bulunan bu bileşenler, kızartma işlemi ile uskumru filetolarına geçmiş ve onların da $\sum$ SFA yüzdelerinin çığ örneklerden daha fazla olmasını sağlamıştır (Tablo 8).

Çalışmamızda kızartma işleminde kullandığımız çeşitli bitkisel yağlarda bazı ortak bulgular tespit edilmiştir. Şöyle ki; ayçiçek, kanola, zeytin ve mısır özü yağı gibi bitkisel yağlarda ayrı ayrı kızartılan uskumru filetolarında çığ olanlara oranla 18:2n-6 ve buna bağlı olarak $\sum$ n-6 PUFA yüzdeleri artmış; 16:0 ve buna bağlı $\sum$ SFA, AA, EPA, DHA, $\sum$ n-3 PUFA yüzdeleri ile n-3/n-6 oranı azalmıştır (Tablo 4-7). Ayrıca mısır yağı dışında diğer yağlarda kızartılan örneklerde 18:1n-9 ve buna bağlı olarak $\sum$ MUFA düzeylerinde artış belirlenmiştir (Tablo 4-6). Hayvansal bir yağ olan tereyağında kızartılan örneklerde ise bitkisel yağlardan farklı olarak $\sum$ SFA artmış, diğer bitkisel yağlar gibi $\sum$ n-3 PUFA ile n-3/n-6 oranı azalmıştır (Tablo 8).

Ayçiçek yağı ve mısır özü yağında 18:2n-6, zeytinyağı ve kanola yağında 18:1n-9, tereyağında $\sum$ SFA gibi kızartma işleminde kullanılan yağların yüzde

içeriğinde fazla bulunan yağ asitleri, bu yağlarla kızartılan filetolara geçerek onların yağ asiti profilini değiştirmiştir. Oleik asit artışı aynı zamanda $\sum$ MUFA'da, 18:2n-6 ise $\sum$ PUFA ile $\sum$ n-6 PUFA'da artışa ve n-3/n-6 oranında da azalmaya neden olmuştur. Çalışmamızda denediğimiz yağlarda EPA ve DHA'nın olmaması da bu yağlarla kızartılan balıklarda çığ olanlara oranla EPA, DHA ve $\sum$ n-3 PUFA düzeyleri ile n-3/n-6 oranının daha düşük çıkmasında önemli rol oynamıştır.

Çalışmamızda çeşitli pişirme yöntemlerinin uskumruda yağ asiti içeriğine etkisini incelerken değişik kızartma yağları dışında buğulama, mutfak fırınında ve mikrodalga fırınında ve ızgarada pişirme, tütsüleme gibi pişirme metotlarını da denedik. Daha fazla çift bağa sahip oldukları için, çoklu doymamış yağ asitleri, pişirme işlemi esnasında doymuş olanlara oranla oksidasyona daha duyarlıdır (Hosseini et al., 2014; Larsen et al., 2010). Ancak, kızartma yağları dışında denediğimiz pişirme metotlarının hiçbirisi balıkta başta doymuş yağ asitlerinden 16:0, tekli doymamışlardan 18:1n-9 ve çoklu doymamışlardan EPA ve DHA gibi dominant yağ asitleri olmak üzere $\sum$ SFA, $\sum$ MUFA, $\sum$ PUFA, $\sum$ n-3 PUFA ve $\sum$ n-6 PUFA yüzdeleri ile n-3/n-6 ve PUFA/SFA oranlarında önemli bir değişiklik oluşturmamıştır (Tablo 8-12). Bu yöntemlerle pişirilen uskumru filetolarının yağ asiti içeriği çığ örneklerle oldukça yakın bulunmuştur. Bu verilerimiz fırında pişirilen sardalya balığı (*S. pilchardus*) (Garcı'a-Arias et al., 2003), deniz levreği (Yanar et al., 2007), gökkuşağı alabalığında (Yalçın ve Yalçın, 2016), lagos *E. morio*, kırmızı levrek *L. campechanus*, Florida pompano *T. carolinus* ve İspanyol uskumrusu *S. maculatus* (Gall et al., 1983), üç tatlısu balığı olan göl alabalığı (*S. namacush*), sazangillerden *C. commersonni* ve *L. macrochirus* (Mai et al. 1978), ızgarada pişirilen ringa balığı (Ilow ve Ilow, 2002), deniz levreği (Isabel Castro-González et al., 2015), sardalya (Yanar et al., 2007), lagos *E. morio*, kırmızı levrek *L. campechanus*, Florida pompano *T. carolinus* ve İspanyol uskumrusu *S. maculatus* (Gall et al., 1983), mikrodalga fırında pişirilen ringa balığı (Ilow et al., 2002), deniz levreği (Yanar et al., 2007), kırmızı levrek *L. campechanus*, Florida pompano *T. carolinus* ve İspanyol uskumrusu *S. maculatus* (Gall et al. 1983), sarı benekli lagos (Zahra Momenzadeh et al., 2017), buğulama yapılan alabalık (*O. gorbuscha*) (Gladyshev et al., 2006) ve Sarı benekli lagos balığından (Zahra Momenzadeh et al. 2017) elde edilenlerle uyum içindedir. Uskumrudaki gibi belirtilen tekniklerle pişirilen bu balık türlerinin yağ asiti profilinde önemli bir değişiklik saptanmamıştır. Koubaa et al. (2012) belirttiği

gibi balıklarda bulunan doğal antioksidantlar, ısının özellikle PUFA'da değişiklik oluşturmalarını engellemiş olabilirler. Ancak kimi zıt sonuçlar da tespit edilmiştir. Örneğin; fırında pişirilen tatlısu balığı *C. albula* da 18:2n-6 ve 18:3n-3 gibi C18 PUFA lar ile 16:1n-7 ve 18:1n-9 gibi tekli doymamış yağ asitleri çok fazla oranda, DHA ise bir miktar artış göstermiştir (Agren and Hanninen, 1993). Mikrodalgayla pişirilen İstavritbozması (*C. hippos*) balığında SFA, MUFA yüzdeleri ve n-3/n-6 oranı azalmış, PUFA, n-3 PUFA, EPA+DHA artmıştır. İskine balığında (*S. ocellatus*) SFA, MUFA, n-3 ve n-6 PUFA, EPA+DHA miktarları ile n-6/n-3 oranı yüksek bulunmuştur (Isabel Castro-González et al., 2015). Üç tatlısu balığında da (*C. albula*, *E. lucius*, *O. mykiss*) MUFA'lar ve C18 PUFA'lar ile DHA artmıştır (Agren and Hanninen, 1993). Buğulama yapılan barbunda çığ balığa oranla 16:0 ve Σ SFA artmış, 16:1n-7, 18:1n-9 ve Σ MUFA da azalma saptanmıştır (Koubaa et al., 2012).

Bu sonuçlar; tüm kızartma yağlarının balık yağ asiti içeriğine etki ettiğini, diğer pişirme tekniklerinin çoğunun yağ asiti profiline etki etmediğini ancak bazı balıkların yağ asiti içeriğinin değiştiğini göstermektedir. Yağda kızartma işlemi esnasında, balıktan farklı yağ asiti içeriğine sahip kızartma yağı balık tarafından absorbe edilmekte ve kızartılan yağın yağ asiti içeriği çığ örnekten farklı olmaktadır. Yağda kızartma dışında kullanılan diğer pişirme tekniklerinde balık filetoları belli bir süre aşırı ısıya maruz kalmaktadır. Aşırı ısının çoğu balıklarda yağ asiti içeriğine etki etmediği, bazı balıkların ise etkilendiği görülmüştür. Bu işlemlerde filetoların büyüklüğü, uygulanan ısı miktarı ve süresi gibi etmenler büyük önem taşımaktadır.

Lavrik (12:0), miristik (14:0) ve palmitik (16:0) asit gibi doymuş yağ asitleri, kanda kötü kolesterol olarak bilinen düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) temizlenmesini önlemekte ve sonuçta damarlarda birikerek ateroskleroza neden olmaktadır. Ayrıca bu yağ asitlerinin koroner arter hastalığı riskini artırdığı bilinmektedir. Bu nedenle uzmanlar, bu bileşenleri daha az miktarda içeren balık gibi besinlerin tüketilmesini önermektedir (Lichtenstein et al., 2006). MUFA'nın, iyi kolesterol olan yüksek yoğunluklu lipoproteini (HDL kolesterol) artırıcı etkisi bulunmaktadır. Çalışmamızda analizlediğimiz çığ uskumruda dominant doymuş yağ asiti olan 16:0 % 25-37-29.05, Σ SFA % 37.55-43.01, Σ MUFA % 28.96 – 35.04 aralığında bulunmuştur (Tablo 3-12). Bu oranlar, diğer deniz balıklarından elde edilenlere benzerlik göstermektedir (Özoğul et al., 2009, Kara et al., 2017). Kızartma

işleminde denediğimiz ayçiçeği yağı, zeytinyağı, kanola yağı ve zeytin yağında bulunan 16:0 ve buna bağlı olarak Σ SFA yüzdesi çığ balığa oranla çok daha düşük olduğu için (Tablo 4-7), bunlarla kızartılan filetolarda da Σ SFA oranı çığ olanlardan düşük bulunmuştur. Ancak tereyağında % 75.53 gibi yüksek oranda bulunan Σ SFA, bu yağla kızartılan balıklarda da yüksek (% 45.48) olarak tespit edilmiştir (Tablo 8). Bu nedenle balıklarda Σ SFA'yı artıran tereyağının sağlık açısından uygun olmadığını söyleyebiliriz. Daha önce de belirtildiği gibi yağda kızartma dışında denediğimiz diğer pişirme yöntemleri Σ SFA' yı değiştirmemiştir.

Kızartma yağlarından kanola yağı ve zeytinyağı yüksek oranda 18:1n-9 içerdikleri için, uskumrudaki Σ MUFA içeriğini arttırmışlardır. Zira kanola yağında % 63.17 (Tablo 5), zeytinyağında ise % 71.25 (Tablo 6) oranında bulunan 18:1n-9; kanola yağı ile kızartılan filetolarda Σ MUFA oranının çığ balığa oranla % 36.10, zeytinyağında da % 35.72 artmasını sağlamıştır. Balıklarda Σ MUFA'yı artıran kanola ve zeytinyağının, diğer yağlara oranla daha sağlıklı olduğunu öne sürebiliriz. Yağda kızartma dışında uygulanan diğer pişirme yöntemleri Σ SFA'da olduğu gibi, Σ MUFA'yı da değiştirmemiştir.

Besinsel kaliteyi belirleyen en önemli belirteçlerden biri de EPA+DHA dır. EPA, 3 serisi eikosanoidlerin öncül maddesi olduğu için, insan besininde en önemli n-3 yağ asitidir (Chen et al., 1995). DHA ise plazmadaki düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterolün konsantrasyonunu düşürür (Childs et al., 1990).

Deniz balıklarının lipitleri EPA ve DHA'yı yüksek oranda içermektedir (Ackman, 1999). Amerikan Kalp Birliği; günlük yaklaşık 500-1000 mg EPA + DHA alan ya da haftada en az iki kez yağlı balık yiyen kişilerde koroner kalp hastalığı riskinin azalacağını öne sürmüşlerdir (Neff et al., 2014).

Diğer çalışmalarda olduğu gibi (Sa'nchez-Muniz et al.1992; Zakipour Rahimabadi ve Dad, 2012; Gladyshev et al., 2006), bu çalışmada da kızartmada kullanılan tüm yağlar uskumruda EPA ve DHA oranını farklı oranlarda düşürmüştür (Tablo 4-7). Ayçiçek yağında kızartılan filetolarda EPA % 50.83, DHA % 71.39, kanola yağında EPA % 45.57 DHA % 49.70, zeytinyağında EPA % 28.33 DHA % 30.76, mısır özü yağında EPA % 46.16, DHA % 48.68, tereyağında EPA % 31.40 DHA % 26.44 azalma göstermiştir. Bunun nedeni kızartma yağlarının yağ asiti bileşiminin çığ balıktan farklı olması ve kızartma işlemi ile yağda çok yüksek oranda

bulunan ayçiçeği yağında 18:2n-6 ve zeytinyağında 18:1n-9 gibi yağ asitlerinin balıklara geçmesi sonucu balığın yağ asiti profilinin değişimidir. Bir diğer neden de kızartma yağlarında EPA ve DHA'nın olmamasıdır. Kullanılan bitkisel yağlardan EPA ve DHA'yı en azoranda düşüren yağın zeytinyağı, en fazla düşüren yağın ise ayçiçeği yağı olduğu görülmüştür. Bu nedenle zeytinyağının ayçiçeği yağından daha sağlıklı olduğunu söyleyebiliriz. Çalışmada kullandığımız doğal tereyağı her ne kadar Σ SFA oranını arttırmışsa da EPA ve DHA'yı az oranda düşürmüştür. Kızartma işlemi dışında denediğimiz fırında ve mikrodalga fırında pişirme, buğulama, ızgara ve tütsüleme gibi değişik pişirme yöntemlerinin hiçbirisi balıkta EPA ve DHA oranını istatistiksel bakımdan önemli olacak şekilde değiştirmemiştir. Bundan dolayı bu pişirme yöntemlerinin uskumru balığı için sağlıklı olduğunu söyleyebiliriz. Önceki çalışmalarda, fırında pişirilen sardalyada (Garcı'a-Ariaset al., 2003), deniz levreği (Yanar et al., 2007) ile gökkuşağı alabalığında (Yalçın ve Yalçın, 2016), ızgarada pişirilen ringa balığı (Ilow ve Ilow, 2002), deniz levreği (Yanar et al., 2007) ve sardalyada (Garcı'a-Arias et al., 2003) mikrodalga fırında pişirilen ringa balığı (Ilow et al., 2002) ile deniz levreğinde (Yanar et al., 2007), buğulama yapılan alabalıkta (*O. gorbuscha*) (Gladyshev et al., 2006) uskumrudaki gibi EPA ve DHA oranı önemli ölçüde değişmemiştir. Bundan dolayı Mozaffarian et al. (2005), yağda kızartma yöntemi değil de, buğulama ya da fırında pişirilen balıkların tüketiminin kalp krizi riskini azalttığını bildirmişlerdir. Bu nedenle, buğulama ya da fırında pişirilen balıkların tüketimi kalp krizi riskini azaltmaktadır (Mozaffarian et al., 2005).

Yağ asitlerinin sağlık üzerindeki etkilerini değerlendirmede, bu bileşenlerin biyolojik fonksiyonları ve bunların "besinsel kalite endeksi (NQI)" göz önünde bulundurulur. Bu endeksin hesaplanmasında PUFA/SFA ile n-3/n-6 oranları da baz alınmaktadır (Larsen et al. 2011).

Hücre membranlardaki önemli yapısal lipidlerin bileşenini oluşturan ω -3 ve ω -6 PUFA lar; inflamasyon süreçlerini ve bağışık reaksiyonları etkileyen eikosanoidlerin öncül maddeleridir (Calder ve Grimble, 2002). Fizyolojik olarak zıt etkilere sahip olan bu yağ asiti gruplarının normal büyüme ve gelişme için belirli bir dengede olmaları gerekir. Çünkü bu oran; organizmalarda eikosanoidlerin dengeli sentezi için kilit unsurdur (Steffens, 1997). Sağlıklı beslenme için ω -6/ ω -3 oranının 1:1 veya 5:1 veya ω -3/ ω -6 oranının 1:5 - 1:1 arasında olması gerekir (Simopoulos,

2002, Wijendran et al., 2004). Bu değerler de 0.2 – 1.0'e karşılık gelmektedir. N-3/n-6 oranının yüksek olması kalp-damar ve kanser gibi hastalıkları baskımlarken; düşük olması ise bu hastalıkları kolaylaştırmaktadır (Simopoulos, 2002). Bu çalışmada analizlediğimiz çığ uskumru filetolarında ω -3/ ω -6 oranı, 3.73 – 6.06 arasında saptanmıştır (Tablo 4-12). Bu oranlar, beslenme uzmanlarının önerdiği değerlerin üstündedir. Pişirmede kullandığımız yağlar, n-3/n-6 oranının istatistiksel olarak önemli olacak şekilde ve değişik düzeyde azalmasına neden olmuştur. Örneğin ayçiçeği yağında kızartılan uskumru balığında n-3/n-6 oranı % 93.56 (Tablo 4), kanola yağında % 71.26 (Tablo 4), zeytinyağında % 45.16 (Tablo 6), mısır özü yağında % 89.09 (Tablo 5) ve tereyağında % 39.02 (Tablo 8) azalma göstermiştir. Bitkisel yağlar içinde en fazla azalmanın ayçiçeği yağı ve mısır özü yağında olduğu görülmektedir. Bunun nedeni, ayçiçeği yağı ve mısır özü yağında çok yüksek oranda bulunan 18:2n-6'nın kızartma işlemi ile balıklara geçmesi ve onların $\sum$ n-6 PUFA'larının artışı ve dolayısıyla $\sum$ n-3 PUFA'ların azalmasına neden olmasıdır. Zeytin yağının hem $\sum$ MUFA yüzdesini arttırması hem de EPA ve DHA'yı dolayısıyla ω -3/ ω -6 oranını düşük düzeyde (% 45.16) azaltması, bu yağın diğer bitkisel yağlara oranla kızartma işlemi için daha uygun olduğunu göstermektedir. Ayrıca çalışmamızda denenen tereyağının da ω -3/ ω -6 oranını az oranda düşürdüğü (% 39.02) görülmüştür. Daha önceki değişik balık türleri ile yapılan çalışmalarda da bitkisel yağların n-3/n-6 oranını azalttığı, başka bir deyişle n-6/n-3 oranını arttırdığı belirlenmiştir. Örneğin, çığ sardalyada 0.4 olan n-6/n-3 oranı, zeytinyağında kızartılan örneklerde 3.6'ya ayçiçek yağında kızartılanlarda 27.3'e yükselmiştir (Sa'nchez-Muniz et al.1992). Bol yağda kızartılan Sarı Benekli Lagos filetolarında; linoleik asit ve diğer n-6 yağ asitlerinin absorpsiyonundan dolayı n-3/n-6 oranı en az değerde bulunmuştur (Zahra Momenzadeh et al. 2017). Mısır yağında kızartılan barbun balığında, ω 6/ ω 3 oranı bir n-6 olan 18:2n-6 dan dolayı 37.8 kat artmıştır (Koubaa et al., 2012).

Kızartma işlemi dışında denediğimiz fırında ve mikrodalga fırında pişirme, buğulama, ızgara ve tütüleme gibi değişik pişirme yöntemleri uskumru balığında n-3/n-6 oranını istatistiksel bakımdan önemli olacak şekilde değiştirmemiştir (Tablo 9-13). Buğulama yöntemi ile pişirilen uskumruda ω -3/ ω -6 oranı çığ balığa oranla % 3.6 (Tablo 9), mutfak fırınında pişirilen örnekte % 3.7 (Tablo 10), ızgara yapılan balıkta % 1.35 (Tablo 11), mikrodalgayla pişirilende % 0.8 (Tablo 12) artış,

tütsülenen balıkta ise % 6.62 (Tablo 13) azalma oluşsa da bunların istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. Belirtilen yöntemlerle pişirilen uskumruda n-3/n-6 oranının değişmemesinin nedeni, uygulanan ısının, balığın özellikle EPA ve DHA gibi uzun zincirli ve doymamışlık derecesi çok yüksek olan yağ asitlerinde oksidasyona neden olamaması ya da balıktaki antioksidanların bunu engellemesi olabilir. Yağda kızartma dışında denediğimiz yöntemlerin, gıdanın besinsel kalitesinin belirlenmesinde kullanılan n-3/n-6 oranını değiştirmemesi, bu metodların uskumru balığının tüketimi için sağlıklı olduğunu ileri sürebiliriz. Daha önceki çalışmalarda aynı metotla pişirilen farklı balık türlerinde değişik sonuçlar alınmıştır. Örneğin, buğulama yapılan ve mikrodalgayla pişirilen barbun balığında, $\omega 6/\omega 3$ oranı, çığ balıklara yakın değerlerde çıkmıştır (Koubaa et al., 2012). Fırında pişirilen ve ızgara yapılan dört tatlısu balığında ise n-3/n-6 oranı azalmıştır (Neff et al., 2014). Mikrodalgayla pişirilen Sarı Benekli Lagos balığının yağ asitlerinde özellikle n-6 ve n-3 bileşenlerde önemli bir değişiklik saptanmamıştır (Zahra Momenzadeh et al., 2017). Buğulama yapılan alabalıkta (*O. gorbuscha*) n-3/n-6 oranı kontrole yakın bulunmuş (Gladyshev et al., 2006), istavritbozması balığında n-6/n-3 oranı azalmış, işkinede ise n-6/n-3 artmıştır (Isabel Castro-González et al., 2015). Buğulama yöntemiyle pişirilen Sarı Benekli Lagos balığında ise n-6 ve n-3 yağ asitlerinde önemli bir değişiklik saptanmamıştır (Zahra Momenzadeh et al., 2017).

Deniz ürünlerinin besinsel kalitesini belirlemede kullanılan bir diğer parametre PUFA/SFA oranıdır (Larsen et al., 2011). Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2003) bu oranın, sağlıklı bir diyet için 0.4 ten fazla olmasını önermektedir. Çalışmamızda çığ uskumruda tespit ettiğimiz PUFA/SFA değeri önerilen değerde olup 0.56 -0.82 aralığında bulunmuştur (Tablo 4-13). Zeytinyağında kızartılan balıkta PUFA/SFA oranı çığ balığa yakın (Tablo 6), tereyağında kızartılarda % 32.05 azalmıştır (Tablo 8). Ayçiçek yağında kızartılan uskumruda çığ balığa oranla, bu oran % 151.85 (Tablo 4), mısır yağında kızartılan örnekte % 118.57 (Tablo 7), kanola yağında kızartılan balıkta % 35.13 (Tablo 5) artış göstermiştir. Ayçiçek yağı ile mısır yağında kızartılan uskumruda PUFA/SFA oranının çığ balıktan çok yüksek çıkmasının nedeni, bu bitkisel yağların C18 PUFA'lardan 18:2n-6 yağ asitini çok yüksek oranda içermeleridir. Kızartma ile yağdan balığa geçen bu çoklu doymamış yağ asiti PUFA/SFA oranını çok arttırmıştır. PUFA/SFA oranının yüksek olması gıdanın besin kalitesini arttırmaz hatta azaltabilir. Zira çalışmamızda da belirlendiği

gibi fazla bulunan n-6 PUFA'lerden 18:2n-6, besinin PUFA/SFA oranını arttırır ancak n-3/n-6 oranının da azalmasına yol açar. Örneğin PUFA/SFA oranının çok yüksek olduğu ayçiçeği yağı ile kızartılan uskumrulara n-3/n-6 oranı çiğ balıktan % 94, mısır yağı ile kızartılan balıklarda % 89.09 daha düşük bulunmuştur. Verilerimiz PUFA/SFA ile n-3/n-6 oranlardaki artışın aynı besinde paralel gitmediğini göstermektedir. Kızartma yöntemi dışında denediğimiz diğer pişirme metotları ile pişirilen uskumru balıklarındaki PUFA/SFA oranı çiğ balıklara yakın değerlerde bulunmuştur. Önceki çalışmalarda, mikrodalgayla pişirme, zeytinyağında kızartma ve buğulama teknikleri ile pişirilen Sarı Benekli Lagos balığında uskumrudaki gibi PUFA/SFA oranı değişmemiştir (Zahra Momenzadeh et al. 2017). Fırında pişirilen ve kanola yağında kızartılan dört tatlısu balığında da PUFA/SFA oranı etkilenmemiştir (Neff et al., 2014).

Yağda kızartma dışında denediğimiz buğulama ile pişirme, mutfak fırınında ve mikrodalgayla pişirme, ızgara yapma ve tütüleme gibi pişirme yöntemleri balığın sağlık bakımından değerli olan $\sum$ MUFA, EPA, DHA, $\sum$ n-3 PUFA, $\sum$ n-6 PUFA yüzdesini, PUFA/SFA ile n-3/n-6 oranını değiştirmedikten uskumru balığının pişirilmesi için en uygun yöntemler olarak önerilebilir. Ancak ızgara ve kömürde pişirme işleminin balığın besin değerinin kaybetmesine neden olduğu unutulmamalıdır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, besinsel ve ekonomik değeri yüksek olan uskumrunun (*S. scomber*), toplam nem, toplam lipit ve toplam lipitteki yağ asiti profili üzerine ayçiçek yağı, zeytinyağı, mısır özü yağı, kanola yağı ve tereyağı gibi yağlarda kızartma, fırında ve mikrodalga fırında pişirme, ızgara yapma, buğulama ve tütsüleme gibi pişirme yöntemlerinin etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre çiğ örneklerin toplam nem miktarı %52.8- % 70.41 arasında bulunmuştur. Denenen tüm pişirme yöntemlerinin balıkta nem (su) kaybına neden olduğu görülmüştür. Örneğin; ayçiçek yağında kızartılan filetolarda çiğ örneklerle oranla nem kaybı % 169, mısır özü yağında % 128, kanola yağında % 39.76, tereyağında % 30.17 ve zeytinyağında % 11.3 olmuştur. Yağda kızartma dışında, fırında pişirilen balıklarda nem kaybı % 102.4, ızgarada % 152.6, mikrodalgada % 38.61, tütsülemede % 38.60 ve buğulamada % 29.62 olarak saptanmıştır. Yağda kızartılan örnekler arasında en fazla su kaybı ayçiçek, en az su kaybı zeytinyağında tespit edilmiştir. Yağda kızartma dışındaki pişirme yöntemleri arasında ise su içeriğinde azalma en çok ızgarada en az buğulamada görülmüştür.

Çiğ uskumru balığında toplam lipit % 8.49 - %14.89 aralığında tespit edilmiştir. Ayçiçek yağında kızartılan balıklarda toplam lipit miktarı % 136, mısır özü yağında % 81.62, kanola yağında % 37.47, tereyağında % 118.78 ve zeytinyağında % 36.62 artmıştır. Diğer pişirme yöntemlerinden fırında pişirilen balıklarda lipit % 98.63, ızgarada % 23.55, mikrodalgada % 130.53, tütsülemede % 76.92 ve buğulamada % 15.06 artış göstermiştir (Tablo 3). Çeşitli yağlarda ayrı ayrı pişirilen balıklarda en fazla lipit artışı % 136 ile ayçiçek, % 36.62 ile zeytinyağında olmuştur. Yağda kızartma dışındaki diğer pişirme metotları arasında en çok lipit % 130.53 ile mikrodalgayla pişirilen örneklerde, en az da % 15.06 ile buğulama yapılan balıklarda bulunmuştur.

Balıkta on dokuz farklı yağ asiti tanımlanmıştır. Çiğ balığın yağ asiti içeriğinde yüzde olarak SFA'lerden 10:0, 0.01- 0.13; 12:0, 0.01- 0.14; 14:0, 2.04 - 3.80; 15:0, 0.99 - 1.40; 16:0, 25.37 – 29.05; 17:0, 0.78 – 1.39; 18:0, 6.43 -9.24; MUFA'lerden 16:1n-7, 2.62 – 4.79; 18:1n-9, 23.59 – 29.01; 20:1n-9, 1.49 – 2.07; PUFA'lerden 18:2n-6, 0.81- 3.53; 18:3n-6, 0.24 – 0.51; 18:3n-3, 0.40 – 0.91; 20:2n-6, 0.26 – 0.37; 20:3n-6, 0.02 – 0.05; 20:4n-6, 2.12 – 3.16; EPA, 8.49 – 11.75; 22:5n-

3, 2.26 – 2.88; DHA, 8.37 – 12.37; $\sum$ SFA, 37.55 – 43.01; $\sum$ MUFA, 28.96 – 35.04; PUFA, 23.66 – 31.76; $\sum$ n-6 PUFA, 3.65 – 7.29; $\sum$ n-3 PUFA, 20.01 – 27.16; ω -3/ ω -6 oranı, 3.73 – 6.06; PUFA/SFA oranı, 0.56 -0.82 aralığında bulunmuştur. Çiğ balıkta SFA'lar arasında 16:0'ın, MUFA'lardan 18:1n-9, PUFA'lardan da EPA ve DHA'nın en fazla yüzdede bulunan yağ asitleri olduğu görülmüştür.

Ayçiçek, kanola, zeytin ve mısır özü yağı gibi bitkisel yağlarda ayrı ayrı kızartılan uskumru filetolarında çiğ olanlara oranla 18:2n-6 ve buna bağlı olarak $\sum$ n-6 PUFA yüzdeleri artmış; 16:0 ve buna bağlı $\sum$ SFA, AA, EPA, DHA, $\sum$ n-3 PUFA yüzdeleri ile n-3/n-6 oranı azalmıştır. Ayrıca mısır yağı dışında diğer yağlarda özellikle zeytinyağında kızartılan örneklerde 18:1n-9 ve buna bağlı olarak $\sum$ MUFA düzeylerinde artış belirlenmiştir. Hayvansal bir yağ olan tereyağında kızartılan örneklerde ise bitkisel yağlardan farklı olarak $\sum$ SFA artmış, diğer bitkisel yağlar gibi $\sum$ n-3 PUFA ile n-3/n-6 oranı azalmıştır.

Çalışmamızda yağda kızartma dışında denenen buğulama, mutfak fırını, mikrodalga fırını ve ızgarada pişirme, tütsüleme gibi pişirme yöntemlerinin uskumruda kantitatif yağ asiti içeriğine önemli bir etki yapmadığı, bu metotlarla pişirilen filetoları başta dominant bileşenler olan doymuş yağ asitlerinden 16:0, tekli doymamışlardan 18:1n-9 ve çoklu doymamışlardan EPA ve DHA olmak üzere diğer yağ asitleri ile $\sum$ SFA, $\sum$ MUFA, $\sum$ PUFA, $\sum$ n-3 PUFA, $\sum$ n-6 PUFA yüzdeleri ve balıkların besinsel değerlerini ölçmede kullanılan n-3/n-6, PUFA/SFA oranlarının çiğ filetolara oldukça yakın olduğu ve önemli bir farkın oluşmadığı görülmüştür.

Veriler, uskumru için en uygun pişirme yönteminin fırında, mikrodalga fırında, buğulama ve ızgarada pişirme olduğunu göstermiştir. Çünkü bu yöntemler; balıkta başta önemli n-3 yağ asitlerinden EPA ve DHA olmak üzere diğer yağ asitlerinde ve gıdaların besinsel kalitesinin belirlenmesinde kullanılan n-3/n-6 oranında önemli bir değişiklik oluşturmamıştır. Yağda kızartma yöntemini ise önermemekteyiz. Zira bu yöntemde kızartma yağında yüksek oranda bulunan bir n-6 yağ asiti balığa geçmekte ve balığın yağ asiti profilini olumsuz bir şekilde değiştirmektedir. Örneğin ayçiçeği yağı ve mısır özü yağında yüksek oranda bulunan 18:2n-6, uskumruda $\sum$ n-6 artışına ve n-3/n-6 oranında önemli düzeyde azalmaya neden olmuştur. Yine de kızartma yöntemini tercih edenlere n-3/n-6 oranında daha

az azalmaya neden olan, sağlık bakımından yararlı olan $\sum$ MUFA'ları arttıran zeytin yağını tavsiye edebiliriz.

Farklı balık türleri ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda olduğu gibi bu çalışmada da, uskumrunun, çiğ filetolarından farklı yağ asiti içeriğine sahip yağlarda kızartılması, balığın yağ asiti profilini olumsuz bir şekilde değiştirmiştir. Yağda kızartma dışındaki diğer pişirme tekniklerinde yüksek ısının besindeki protein, vitamin ve mineral miktarını etkilediği bilinmektedir. Bu nedenle bundan sonraki çalışmalarda değişik pişirme yöntemlerinin uskumrunun protein, vitamin ve mineral içeriğine etkisi ile ilgili çalışmalar yapılabilir.



7. Kaynaklar

- Abedi, E., Sahari, M.A. (2014), Long-chain polyunsaturated fatty acid sources and evaluation of their nutritional and functional properties. *Food Science and Nutrition*, 2 (5), 443–463.
- Ackman RG. (1989), Nutritional composition of fats in seafoods. *Progr. Food Nutr.Sci.*, 13, 161-289.
- Ackman, R.G. (1989), Fatty acid, in marine biogenic lipids, fats and oils, Ackman, CRC Press, Inc., Boca Raton, 145-178.
- Advances in Seafood Biochemistry Composition and Quality, Ed. By George L. Flick, 406.
- Agren, J. J., Hanninen, O. (1993). Effects of cooking on the fatty acids of three freshwater fish species. *Food Chemistry*, 46, 377–382
- Aleksandra, A., P. Niveska, V. Vesna, T. Jasna, P. Tamara, and G. Marija. (2009), Milk in human nutrition: Comparison of fatty acid profiles. *Acta Vet.*, 59, 569–578.
- AOAC(Association of Official Analytical Chemists, (2002), Official Methods of Analysis, 13th edn. (AOAC, Washington DC,), 1094 sf.
- Appel, L. J., E. R. Miller, A. J. Seidler, and P. K. Whelton. (1993), Does supplementation of diet with “fish oil” reduce blood pressure? A meta-analysis of controlled clinical trials. *Arch. Intern. Med.* 153, 1429–1438. augments children’s IQ at 4 years of age. *Pediatrics*, 111, e39-e44.
- Ayala, M. D, López-Albors, O., Blanco, A., García-Alcázar, A., Abellán, E., Ramírez-Zarzosa, G., Gil, F. (2005), Structural and ultrastructural changes on muscle tissue of sea bass *Dicentrarchus labrax* L. after cooking and freezing. *Aquaculture*, 250, 215–231.
- Babür, T.E., Gürbüz, Ü. (2015), Geleneksel pişirme yöntemlerinin et kalitesine etkileri. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 3/4: 58-64.
- Bakar, J., Zakipour Rahimabadi, E. Che Man, Y.B. (2008), Lipid characteristics in cooked, chill reheated fillets of Indo-Pacific king mackerel (*Scomberomorus guttatus*). *LWT - Food Science and Technology*, 41, 2144-2150.

Bates, D., N. Cartlidge, J. M. French, M. J. Jackson, S. Nightingale, D. A. Shaw, (1989), A double blind controlled trial of long chain n-3 polyunsaturated fatty acids in the treatment of multiple sclerosis. *JNNP*, 52, 18–22.

Baysal, A. (1992), Diyet yağları ve sağlığımız: Son görüşler. *Beslenme Diyet Derg.*, 21, 5-16.

Boersma, E. R., P. J. Offringa, F. A. J. Muskiet, W. M. Chase, and I. J. Simmons. (1991), Vitamin E, lipid fractions and fatty acid composition of colostrum, transitional milk and mature milk: An international comparative study. *Am. J. Clin. Nutr.*, 53, 1197–1204.

Bognár, A. (1998), Comparative study of frying to other cooking techniques influence on the nutritive value. *Grasas Aceites*, 49, 3-4.

Boukourt, F. O, Girard, A., Prost, J. L, Ait-Yahia, D., Bouchenak, M., Belleville, J. (2004), Fish protein improves the toplam antioxidant status of streptozotocin-induced diabetes in spontaneously hypertensive rat. *Med. Sci. Monit.*, 10, BR397–404.

Calder, P. C, Grimble, R. F. (2002), Polyunsaturated fatty acids, inflammation, and immunity. *Clin. Nutr.* 56: 14-19.

Calder, P. C. (2009), Polyunsaturated fatty acids and inflammatory processes: New twists in an old tale. *Biochimie*, 91, 791–795.

Cameron, E., Bland, J., Marcuson, R. (1989), Divergent effects of omega-6 and omega-3 fatty acids on mammary tumor development in C3H/Heston mice treated with DMBA. *Nutr. Res.*, 9, 383-393.

Candela, M., Astiasaran, I., Bello, J. (1997), Effects of frying and warmholding on fatty acids and cholesterol of sole (*Solea solea*), codfish (*Gadus morrhua*) and hake (*Merluccius meduccius*). *Food Chemistry*, 58, 227-231.

Candella, M., Astiasaran, I., Bello, J. (1998), Deep-fat frying modifies high-fat fish lipid fraction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 2793–2796.

Castrillo, A. M., Navaro, P., Alvarez-Pontes, E. (1997), Changes in chemical composition and nutritional quality of fried Sardine (*Clupea pilchardus*) produced by frozen storage and microwave reheating. *J. Sci. Food Agric.*, 75, 125-132

Castro-González, I., Maafs-Rodríguez, A. G., and Pérez-Gil Romo, F. (2015), Effect of six different cooking techniques in the nutritional composition of two fish species previously selected as optimal for renal patient's diet. *J. Food Sci. Technol.* 52 (7), 4196–4205.

Castro, F. A. F., Sant'na, H. M. P., Campos, F. M., Costa, N. M. B., Silva, M. T. C., Salaro, A. L., Franceschini, S. C. C. (2007), Fatty acid composition of three freshwater fishes under different storage and cooking processes. *Food Chemistry*, 103(4), 1080-1090.

Chen, I-C., Chapman, F. A., Wei, C-I., Porteir, K. M., & O'Keefe, S. F. (1995), Differentiation of cultured and wild sturgeon (*Acipenser oxyrinchus desotoi*) based on fatty acid composition. *Journal of Food Science*, 60(3), 631–635.

Childs, M. T., King, I. B., Knopp, R. H. (1990), Divergent lipoprotein responses to fish oils with various ratios of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids. *Animal Journal of Clinical Nutrition*, 52, 632–639.

Chukwuemeka, U., Ndukwe, G. I. Audu, T. O. (2008), Comparison of fatty acids profile of some freshwater and marine fishes. *Int. J. Food Safety*, 10, 9–17.

Cohen, J. T., Bellinger, D. C, Connor, W. E, Shaywitz, B. A. (2005), A quantitative analysis of prenatal intake of n-3 polyunsaturated fatty acids and cognitive development. *Am.J. Prev. Med.* 29, 366–74.

Connor, W. E., Prince, M. J., Ullman, D. (1993), The hypotriglyceridemic effect of fish oil in adult-onset diabetes without adverse glucose control. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 683, 337–340.

Coşkun, T. (2005), Fonksiyonel besinlerin sağlımız üzerine etkileri, *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 48, 69-84.

Crowford, R.H., Cusack, R.R., Parle, T. R. (1986), Lipid content and energy expenditure in spawning migration of Alewife (*Alosa pseudoharengus*) and Bulebase Herring (*Alosa aestivalis*). *Can. J. Zool.* 64, 1902-1907.

- De Castro, F. A. F., Sant'Ana, H. M. P., Campos, F. M., Costa, N. M. B., Silva, M. T. C., Salaro, A. L., et al. (2007), Fatty acid composition of three freshwater fishes under different storage and cooking processes. *Food Chemistry*, 103, 1080–1090.
- De Leiris, J., de Lorgeril, M., Boucher, F. (2009), Fish oil and heart health. *J. Cardiovasc. Pharmacol.* 54, 378–84.
- Delfieh, P., Rezaei, M., Hosseini, H., Hosseini, S. V., Zohrehbakhsh, E., Regenstein, J. M. (2013), Effects of cooking methods on proximate composition and fatty acids profile of Indian white prawn (*Fenneropenaeus indicus*). *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 22, 353-360.
- Dyerberg, J., Bang, H. O, Stoffersen, E., Moncada, S., Vane, J. R. (1978), Eicosapentanoic acid and prevention of thrombosis and atherosclerosis. *Lancet*, 2, 117–9.
- Ersoy, B., Özeren, A. (2009), The effects of cooking methods on mineral and vitamin contents of African catfish. *Food Chem.* 115, 419–422.
- FAO/WHO. (1991), Protein quality evaluation. Report of a joint WHO/FAO/UNU expert consultation. FAO food Nutrition paper; p. 51.
- Feeley, R.M., Criner, D.E.C., Watt, B.K. (1972), Cholesterol content of foods. *J. Am. Diet. Assos.*, 61, 134-148
- 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 fillets. *Journal of Food Science*, 48, 1068– 1074.
- García-Arias, M.T., Alvarez Pontes, E., García-Linares, M. C., García-Fernández, M. C., Sanchez-Muniz, F. J. (2003), Cooking–freezing–reheating (CFR) of sardine (*Sardina pilchardus*) fillets. Effect of different cooking and reheating procedures on the proximate and fatty acid compositions. *Food Chemistry*, 83, 349–356.

Gerster, H. (1998), Can adults adequately convert alfa-linolenic acid to eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.*, 68, 159–173.

Giovannucci, E. (2009), Vitamin D and cancer incidence in the Harvard cohorts. *Ann. Epidemiol.*, 19, 84–88.

Gladyshev M.I., Sushchik N.N., Gubanenko G.A., Demirchieva S.M., Kalachova G.S. (2006), Effect of way of cooking on content of essential polyunsaturated fatty acids in muscle tissue of humpback salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). *Food Chemistry*, 96, 446–451.

Gladyshev M.I., Sushchik N.N., Gubanenko G.A., Demirchieva S.M., Kalachova G.S. (2007), Effect of boiling and frying on the content of essential polyunsaturated fatty acids in muscle tissue of four fish species. *Food Chemistry*, 101, 1694–1700.

Gokoglu, N., Yerlikaya, P., Cengiz, E. (2004), Effects of cooking methods on the proximate composition and mineral contents of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food Chemistry*, 84, 19–22.

Gordon, D. T., Ratliff, V. (1992), The implications of omega-3 fatty acids in human health, *Advances in Seafood Biochemistry Composition and Quality*, Ed. By George L. Flick, 406.

Granström, E. (1990), Omega-3 polyunsaturated fatty acids: Biochemical actions. In: Somogyi, J.C., Hötzel, D. (Ed), *Marine Foods., Bibl. Nutr. Dieta.* Basel, Karger, 46: 87-94.

Gülyavuz, H., Ünlüsayın, M. (1999). *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*. Süley. Dem. Üniv. Eğirdir Su Ürün Fak, Ders kitabı. 366 s. Şahin Matbaası, Ankara.

Hagve, T.A., Christophersen, B.O., Dannevig, B.H. (1986), Desaturation and chain elongation of essential fatty acids in isolated liver cells from rat and rainbow trout. *Lipids*, 21, 202-205.

Hakimeh, J. A., Akram, A. A., Bahareh, S., Alireza, S. M. (2010), Physicochemical and sensory properties of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fillets as affected by cooking methods. *Int. Food Res. J.* 17, 921–926.

Hardman, W.E. (2002), Omega-3 fatty acids to augment cancer therapy. *J. Nutr.*, 132, 3508S-3512S

He, K., Song, Y. Q., Daviglus, M.L., Liu, K., Van Horn, L., Dyer, A. R. (2004), Accumulated evidence on fish consumption and coronary heart disease mortality — a meta-analysis of cohort studies. *Circulation* 109, 2705– 2711.

Helland, I.B., Smith, L., Saarem, K., Saugstad, O.D., Devron, C.A. (2003), Maternal supplementation with very long chain n-3 fatty acids during pregnancy and lactation augments children's IQ at 4 years of age. *Pediatrics*, 111(1), e39-44.

Hosseini, H., Mahmoudzadeh, M., Rezaei, M., Mahmoudzadeh, L., Khaksar, R., Karimian Khosroshahi, N., Babakhani, A. (2014), Effect of different cooking methods on mineral, vitamins and nutritional quality on Kutum roach (*Rutilus kutum*). *Food Chem.* 148, 86–91.

<https://bilgihanem.com/uskumru-baliklari-hakkinda-bilgi/>

<https://iyiyaşa.com/uskumrunun-faydalari>

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.

Izquierdo, P., Torres, G., Allara, M., Barros, J., Delgado, P., Añez, J. (2011), Efecto de tres métodos de cocción en la composición proximal y el perfil de ácidos grasos del atún (*Thunnus thynnus*). *Rev Cient FCV-LUZ*.1, 367–372.

Jackson, M. I, Combs, Jr G. F. (2008), Selenium and anticarcinogenesis: underlying mechanisms. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care*, 11, 718–26.

Jain, S. (2002), Effects of low-dose omega-3 fatty acid substitution in type-2 diabetes mellitus with special reference to oxidative stress a prospective preliminary study. *J. Assoc. Physicians India*, 50, 1028-33.

Kara, İ.T., Başhan, U., Başhan, M., Yücel, S., Kızmaz, V. (2017), Total Lipid Contents and Fatty Acid Composition of Some Marine and Freshwater Fish., AOCs Annual Meeting and Industry Showcases, May 2017, Orlando, Florida, USA.

Karmali, R.A., Marsh, J., Fuchs, C. (1984), Effect of omega-3 fatty acids on growth of a rat mammary tumor. *J. Natl. Cancer Inst.*, 73, 457-461.

Kaya, Y., Duyar, H. A., Erdem, M. E. (2004), Balık yağ asitlerinin insan sağlığı için önemi. *Ege Üniv. Su Ürün Derg.*, 21(3/4), 365-370.

Kocatepe, D., Turan, H., Taşkaya, G., Kaya Y., Erden, R., Erdoğan, F. (2011), Effects of cooking methods on the proximate composition of black sea anchovy (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758)., *Gıda*, 36 (2), 71-75.

Koubaa, A., Mihoubi, N. B., Abdelmouleh, A., Bouain, A. (2012), Comparison of the effects of four cooking methods on fatty acid profiles and nutritional composition of red mullet (*Mullus barbatus*) muscle. *Food Sci Biotechnol.*, 21, 1243–50.

Lands, W. E. M. (1986), Fish and human health. Academic Press, Orlando, FL.170 pp.

Larsen, D., Quek, S. Y., Eyres, L. (2010), Effect of cooking method on the fatty acid profile of New Zealand King Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Food Chemistry*, 119, 785–790.

Larsen, R., Eilertsen, K-E., Elvevoll, E.O. (2011), Health benefits of marine foods and ingredients. *Biotechnol. Adv.*, 29, 508-518.

Li , D., Hu, X. (2009), Fish and its multiple human health effects in times of threat to sustainability and affordability: Are there alternatives? *Asia Pac. J. Clin. Nutr.*18(4), 553-563.

Lichtenstein, A. H., Appel, L. J, Brands, M., Carnethon, M., Daniels, S., Franch, H. A. (2006), Diet and Lifestyle Recommendations Revision: A scientific statement from the American Heart Association Nutrition Committee. *Circulation*, 114, 82–96.

Mahan, L. K., Escott- Stump, S. (2005), Krause aliömentos, nutriçia and dietoterapia, 11th.Ed. SaoPaulo, 1280.

Mai J., Shimp J., Weihrauch J., Kinsella J.E. (1978), Lipids of fish fillets – changes following cooking by different methods. *Journal of Food Science*, 43, 1669–1674.

Metli, M. (2006), Bursa ili bazı semt pazarları ve marketlerinde satışa sunulan bazı balık türlerinin kalite özelliklerinin belirlenmesi. UÜ Vet Fak Besin Hij. ve Tekn. ABD, Doktora tezi.

Mnari-Bhourri, A., Harzallah, H. J., Dhibi, M., Bouhlel, I., Çiğmami, M., Chaouch, A. (2010), Nutritional fatty acid quality of raw and cooked farmed and wild Sea bream (*Sparus aurata*). *J. Agric. Food Chem.*, 58, 507–512.

Mozaffarian, D., Bryson, C. L., Lemaitre, R. N., Burke, G. L., Siscovick, D. S. (2005), Fish intake and risk of incident heart failure. *Journal of the American College of Cardiology*, 45 (12), 2015–2021.

Narayan, B., Yamaguchi, K., Hosokawa, M., Fukunaga, K., Nishiyama, T., Miyashita, K. (2009), Effect of marine protein supplementation on lipid profile of growing rats compared to soybean protein and casein. *Food Sci Biotechnol.*, 18:1330–1335.

Naseri, M., Abedi, E., Moçığmadzadeh, B., Afsharnaderi, A. (2013), Effect of frying in different culinary fats on the fatty acid composition of silver carp. *Food Science and Nutrition*, 1 (4), 292-297.

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 Chem.* 164, 544–550.

Ohta, S., Shinozaki, R., Sasaki, K., Ikuma, T., Kamimura, S. (1988), Changes in fatty acid composition during the cooking of coho salmon. *Yukagaku*, 37, 663–667.

Ouellet, V., Weisnagel, S. J., Marois, J., Bergeron, J., Julien, P., Gougeon, R. (2008), Dietary cod protein reduces plasma C-reactive protein in insulin-resistant men and women. *J. Nutr.*, 138, 2386–2391.

Ozogul, Y., Ozogul, F., Cicek, E., Kuley, E. (2008). Fat content and fatty acid compositions of 34 marine water fish species from the Mediterranean Sea. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 60 (6): 464-475.

Patel, P. S., Sharp, S. J, Luben, R. N., Khaw, K-T, Bingçig, S. A, Wareçig, N. J. (2009), Association between type of dietary fish and seafood intake and the risk of incident Type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 32, 1857– 1863.

Peet, M. (2003), Eicosapentaenoic acid in the treatment of schizophrenia and depression: Rationale and preliminary double-blind clinical trial results. *Prostaglandins Leukot. Essent. Fatty Acids*, 63, 477-485.

Penfield, M.P., Campbell, A. M. (1990), *Experimental Food Science*. Academic Pres. The University of Tennessee, Knoxville -University of Nebraska,;333-386.

Penny, M., Etherton, K., Harris, W. S., Appel, L. J. (2002), Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Circulation*, 106, 2747-2757.

Puwastien, P., Judprasong, K., Kettwan, E., Vsanachitt, K., Nakngamanong, Y., Bhattacharjee, L. (1999), Proximate composition of raw and cooked Thai freshwater and marine fish. *J. Food Compos. Anal*, 12, 9-16.

Rosell, M., Wesley, A. M., Rydin, K., Klareskog, L., Alfredsson, L. (2009), Dietary fish and fish oil and the risk of rheumatoid arthritis. *Epidemiology*, 20, 896–901.

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. *J. Agric. Food Chem.* 40, 2252–2256.

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. *J. Agric. Food Chem.* 40, 2252–2256.

Sampels, S. Zajic, T., Mráz, J. (2014), Effects of Frying Fat and Preparation on Carp (*Cyprinus carpio*) Fillet Lipid Composition and Oxidation. *Czech J. Food Sci.* 32 (5), 493–502.

Sebedio, J. L, Ratnayake, W. M. N, Ackman, R. G., Prevost, J. (1993), Stability of polyunsaturated n-3 fatty acids during deep fat frying of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.). *Food Res. Int.*, 26, 163–172.

Sidhu, K. (2003), Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil. *Regul. Toxicol. Pharmacol.*, 38, 336-344.

Simopoulos, A.P. (2002), The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed. Pharmacother.* 56, 365–379.

Singh, G., Chandra, R.K. (1988), Biochemical and cellular effects of fish and fish oils. *Progress in Food Nutr. Sci.*, 12, 371-419.

Sioen I., Haak L., Raes K., Hermans C., De Henauw S., De Smet S., Van Camp, J. (2006), Effects of pan-frying in margarine and olive oil on the fatty acid composition of cod and salmon. *Food Chemistry*, 98, 609–617.

Snedecor, G.W., and Cochran, W.G. (1967), Statistical Methods, 6th ed., Ames. Iowa. U.S.A., Iowa State University Press.

Snyder, R. J., Hennessey, T. M. (2003), Cold tolerance and homeoviscous adaptation in freshwater alewives (*Alosa pseudoharengus*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 29, 117–126.

Steffens, W. (1997), Effects of variation feeds on nutritive in essential fatty acids in fish value of freshwater fish for humans. *Aquaculture*, 151, 97–119.

Steffens, W., Wirth, M. (2005), Freshwater fish- an important source of n-3 polyunsaturated fatty acids. *Arch. Pol. Fish.*, 13 (1), 5-16.

Stene, L.C., Geir, J.G. (2003), the Norwegian Childhood Diabetes Study Group. Use of cod liver oil during the first year of life is associated with lower risk of childhood-onset type 1 diabetes: a large, population-based, case-control study. *American J. Clin. Nutr.*, 78(6): 1128-1134.

Testi, S., Bonaldo, A., Pier Gatta, P., Badiani, A. (2006), Nutritional traits of dorsal and ventral fillets. From three farmed fish species. *Food Chem.* 98, 104–111.

Thais, F., and R. A. Stahl. (1987), Effect of dietary fish oil on renal function in immune mediated glomerular injury. In: Proc. AOAC Short course on Polyunsaturated Fatty acids and Eicosanoids (Ed.) W. E. M. Lands., Am. Oil Chem. Soc., IV: 123-126.

Toussaint, C., Fauconneau, B., Médalee, F., Collewet, G., Akoka, S., Haffray, P., Davenel, A. (2005), Description of the heterogeneity of lipid distribution in the flesh of brown trout (*Salmo trutta*) by MR imaging. *Aquaculture* 243, 255–267.

Turan, H., Sönmez, G., Kaya, Y. (2007), Fatty acid profile and proximate composition of the thornback ray (*Raja clavata*, L. 1758) from the Sinop Coast in the Black Sea. *J. Fish.* 1, 97–103.

Türker, S. (1997), Hayvansal gıdalarda kalite kontrolü. Tamer matbaacılık, Ankara, 1997, 103– 111.

Türkkan, A. U., Cakli, S., Kilinc, B. (2008), Effects of cooking methods on the proximate composition and fatty acid composition of Seabass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758). *Food and Bioproducts Processing*, 86, 163-166.

Unusan, N. (2007), Change in proximate, amino acid and fatty acid contents in muscle tissue of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) after cooking. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 42, 1087-1093.

Uysal, İ., Çaklı, S., Çelik, U. (2002), Kültür şartlarında extruder pelet yemle beslenen Abant Alabalığı (*Salmo trutta abanticus* T, 1954) ile Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W, 1792)'nın biyokimyasal kompozisyonları. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences.*, 19 (3–4), 447 – 454.

Ünver, B.(1987), Hacettepe Üniversitesi Beslenme Diyetetik Bölümü, Deneysel Yiyecek Hazırlama : 204

Van Vliet, T., Katon, M.B. (1990), Lower ratio of n-3 to n-6 fatty acids in cultured than in wild fish. *Am. J. Clin. Nutr.*, 51, 1-2.

Varela, G. (1988), Current facts about the frying of food. In: Varela G, Bender AE, Morton ID, editors. Frying of food. Principles, changes, new approaches. Chichester, U.K: Ellis Horwood. pp. 9–25

Wang, Y. J., Miller, L. A., Perren, M., Addis, P. B. (1990), Omega-3 fatty acids in Lake Superior fish. *Journal of Food Science*, 55, 71–76.

Weber J., Bochi V.C., Ribeiro C.P., Victório A.D.M., Emanuelli T. (2008), Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdia quelen*) fillets. *Food Chemistry*, 106, 140–146.

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.

Wijendran, V., Hayes, K. C. (2004), Dietary n-6 and n-3 fatty acid balance and cardiovascular health. *Annu. Rev. Nutr.*, 24, 597–615.

Wills, R. B. H., Hopkirk, G. (1976), Distribution and fatty acid composition of lipids of Eels (*Anguilla australis*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 53B, 525–527.

Wu, S. H, Ho, S. C, Zhong, L. (2010), Effects of vitamin D supplementation on blood pressure. *South Med. J.*, 103, 729–37.

Yalçın, N.F., Yalçın, S. (2016), Gökkuşığı Alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) muhafaza ve pişirme işlemlerinin yağ asiti bileşimine etkisi. *Yunus Araştırma Bülteni*, 2, 71-79.

Yanar Y, Küçükgülmez A, Ersoy B, Çelik M. (2007), Cooking effects on fatty acid composition of cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets. *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 orange-spotted grouper (*Epinephelus coioides*). *Food Measure*, 11, 434–441.

Zakipour Rahimabadi, E., Dad, S. (2012), Effects of frying by different frying oils on fatty acid profile of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 11(3), 704-712.

Özgeçmiş

Adı Soyadı: Uğurcan Başhan

Doğum Tarihi ve Yeri : 21.06.1993

Mail Adresi:ugurcanbashan@gmail.com

Unvanı:

Öğrenim Durumu: Yüksek Lisans öğrencisi

Derece	Okul Adı ve Bölümü	Mezuniyet Yılı
Pekiyi	Diken İlkokulu	2005
İyi	Ali Emiri Ortaokulu	2007
İyi	Eflatun Fen Lisesi	2010
İyi	İstanbul Arel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Yüksekokulu Beslenme ve Diyetetik Bölümü	2016

Yayınlar

Lisans bitirme tezi

Başhan, U., Bazı deniz ve tatlısu balıklarının kas total lipit ve yağ asidi içeriklerinin karşılaştırılması. 46 sayfa, 2016.

Sözlü sunum

1. **Başhan, U.**, Kara, İ.T., Başhan, M., Kızmaz, V., Bazı deniz ve tatlısu balıklarının kas total lipit ve yağ asidi içeriklerinin karşılaştırılması. 16. Kromatoğrafi Kongresi, 31 Ağustos- 02 Eylül, 2016, İnönü Üniversitesi.

2. Akgül, N., Kızmaz, V., **Başhan, U.**, Başhan, M., Akdenizden toplanan bazı balıkların total yağ asidi içeriği., 1. Uluslar arası Sağlık Bilimleri Kongresi, 02-05 Mayıs, 2018. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur.

Poster sunum

1. **Başhan, U.**,Büyükünal, S.K., Şakar, F.T., Turhan, İ., Erginbaş, Ç., Kızmaz, V., Başhan, M.,Kuzu, dana ve keçinin but, göğüs ve kol kaslarındaki yağ asidi içeriklerinin karşılaştırılması., İstanbul Haliç Üniversitesi Ulusal Beslenme Diyetetik Kongresi.2015
- 2.Başhan, M., Kızmaz, V., **Başhan, U.**, Doğal ve kültür levrek balığının (*Dicentrarchus labrax*) kas lipidlerinde fosfolipit ve triaçilgiserolfraksiyonundaki yağ asitlerinin İçeriği., 16. Kromatografi Kongresi, 31 Ağustos- 02 Eylül, 2016, İnönü Üniversitesi.
- 3.Kara, İ.T.,**Başhan, U.**, Başhan, M., Yücel, S., Kızmaz, V., Total Lipid Contents and Fatty Acid Composition of Some Marine and Freshwater Fish., AOCs Annual Meeting and Industry Showcases, May 2017, Orlando, Florida, USA.
4. Akgül, N., Kızmaz, V., **Başhan, U.**, Başhan, M., Akdenizden toplanan lambuka ve akya balıklarının fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asiti içeriği., 1. Uluslar arası Sağlık Bilimleri Kongresi, 02-05 Mayıs, 2018. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur.

