

## Farklı Pişirme Yöntemleri Uygulanarak Buzdolabı Şartlarında (+4±1°C) Depolanan Hamsi Balığının (*Engraulis encrasicolus*) Bazı Kalite Kriterleri ve Raf Ömrünün Belirlenmesi

Emre ÇAĞLAK\* Barış KARSLI Seyhan RAKICI

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 53100, Rize

### ÖZET

Bu çalışmada, farklı pişirme yöntemleri (yağda kızartma, yağsız kızartma, mangal) uygulanarak vakum paketlenen hamsi balığının (*Engraulis encrasicolus*) +4±1 °C'de depolama boyunca biyokimyasal, fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal değişimleri araştırılmıştır. Depolama sonunda kuru madde, ham kül, ham protein, ham yağ oranları sırasıyla, yağsız kızartılmış hamside % 49,32, % 3,06, % 32,85, % 13,33 yağda kızartılmış hamside % 58,02, % 2,14, % 33,55, % 23,06 mangalda pişirilen hamside % 57,14, % 2,78, % 36,30, % 17,53 olarak tespit edilmiştir. Kimyasal parametrelerden Toplam uçucu bazik azot (TVB-N), Tiyobarbitürik asit (TBA), Trimetilamin (TMA) değerleri depolama sonunda sırasıyla yağsız kızartılmış hamside 28,70 mg/100g, 6,34 mg MA/kg, 0,68 mg/100g, yağda kızartılmış hamside 32,30 mg/100g, 6,64 mg MA/kg, 1,04 mg/100g, mangalda pişirilmiş hamside 33,60 mg/100g, 5,01 mg MA/kg, 0,89 mg/100g olarak bulunmuştur. Duyusal değerlendirmelere göre, yağsız kızartma grubu diğer gruplardan daha çok beğeni kazanmış ve depolama boyunca tüketilebilir değerler arasında bulunmuştur. Ancak, yağda kızartılmış ve mangalda pişirilmiş örnekler 18. günde tüketilebilir sınır değerlerinin altına düşmüştür. Depolama süresince örnekler mikrobiyolojik açıdan kalite sınır değerleri içerisinde kalmıştır. Bu sonuçlara göre, en sağlıklı pişirme yönteminin yağsız kızartma olduğu ve 18 gün boyunca tüketilebilir sınır değerleri içerisinde kalarak diğer gruplardan daha uzun süre dayanıklılık gösterdiği saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Engraulis encrasicolus*, Hamsi, Pişirme Yöntemleri, Raf Ömrü, Vakum Paket.

### ABSTRACT

**Determination of the Some Quality Criteria and Shelf Life of Different Cooking Methods Applied Anchovies (*Engraulis encrasicolus*) Stored at Refrigerated (+4±1 °C) Conditions:** In this study, different cooking methods (frying with oil, frying without oil, and barbecue) were tried on anchovies (*Engraulis encrasicolus*), they were stored in the fridge at (+4±1 °C); and then their biochemical, physical, chemical, microbiological, and sensory changes were investigated. At the end of the storage period, the ratios of dry matter, crude ash, crude protein, and crude fat were measured as 49,32%, 3,06%, 32,85%, 13,33% in the fried anchovies with oil the fried, 58,02%, 2,14%, 33,55%, 23,06% in fried anchovies without oil and 57,14%, 2,78%, 36,30%, 17,53% in cooked anchovies on the barbecue, respectively. In addition, the ratios of total volatile basic nitrogen (TVB-N), Thiobarbituric acid (TBA), and Trimethylamine (TMA) are 28,70 mg/100g, 6,34 mg MA/kg, 0,68 mg/100g in the fried anchovies without oil, 32,30 mg/100g, 6,64 mg MA/kg, 1,04 mg/100g in the fried anchovies with oil, and 33,60 mg/100g, 5,01 mg MA/kg, 0,89 mg/100g in the anchovies cooked on the barbecue, respectively. According to the sensory evaluations, the fried anchovies without oil were favored more than the other two groups, and also were found in the limit values during the storage. However, the values of the fried anchovies with oil and the anchovies that were cooked on the barbecue decreased below the limits. The samples remained within the quality limit values microbiologically during the storage period. According to these results, it was determined that the healthiest cooking method was frying without oil which remains within the consumable limit values for 18 days, has longer durability than other groups.

**Keywords:** *Engraulis encrasicolus*, Anchovy, Cooking Methods, Shelf life, Vacuum Package.

### GİRİŞ

Günümüzde birçok ülkede gıdalar içerisinde ilk sırada tercih edilen su ürünleri, yapısında bulunan çoklu doymamış yağ asitleri, esansiyel aminoasitler, mineral maddeler ve vitaminler ile insanların sağlıklı ve dengeli beslenmesinde önemli rol almaktadır (Çağlak ve ark., 2015). Su ürünleri içerdikleri çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) grubundan olan n-3 yağ asitlerinin, özellikle kalp ve damar hastalıklarında koruyucu etki gösterdiği, hipertansiyonda, diyabette, bebeklerin beyin gelişiminde, kanserde, depresyonda, otoimmün hastalıklarda, anemi ve alerji üzerinde iyileştirici etkilerinin olduğu, eksikliğinde ise cilt hastalıkları ve görme bozuklukları gibi rahatsızlıkların ortaya çıktığı farklı araştırmalarda bildirilmiştir (Candela ve ark., 1997; Hunter ve Roberts, 2000; Uay ve Valenzuela, 2000; Lin ve ark., 2003; Mairesse ve ark., 2006).

Su ürünlerinin gıda olarak önemi tüm ülkelerin balıkçılığı olan bakışımı etkilemekte ve su ürünleri yönünden ülke potansiyelleri takip edilmektedir (Kotan, 2015). Türkiye kıyıları da balıkçılık açısından oldukça zengin bir potansiyele sahiptir. Kıyılarımızda avcılığı en fazla yapılan balık türü hamsi (*Engraulis encrasicolus*) olup ülkemizde denizlerden avlanılan balıkların % 50'den fazlasını oluşturmaktadır. TUİK 2015 verilerine göre

avcılıktan elde edilen toplam deniz balıkları miktarı 345.765 ton ve bu rakamın 193.492,3 tonunu hamsi üretimi oluşturmaktadır (TUİK, 2015). Avlanan hamsi, yurt içinde taze olarak tüketilmekte, ayrıca yurt genelindeki birçok su ürünleri işleme fabrikasında farklı yöntemlerle işlenerek hem iç piyasaya sunulmakta hem de yurt dışına ihraç edilmektedir (Zlatanov ve Laskaridis, 2007; Tufan ve ark., 2011).

Türkiye de özellikle taze tüketimi yaygın olan hamsi balığının işlenerek piyasaya sunulması, işlenmiş su ürünlerinin ülkemizdeki tüketimini artırarak, her mevsim ve her bölgede su ürünü tüketilmesini sağlayacaktır (Berik ve Kahraman, 2010). Bu amaçla farklı yöntemlerle işlenen ürünlere yeterli sıcaklık ve sürelerde uygulanan ısı, patojen mikroorganizmaların etkisiz hale getirilmesiyle gıdanın hijyenik kalitesini koruyarak tadını ve aromasını arttırmakta, ayrıca raf ömrünü uzatmaktadır (Bognar, 1998; Pokorny, 1999).

Literatürde hamsi balığına uygulanan birçok çalışma mevcut olmasına rağmen farklı pişirme yöntemlerinin etkileri üzerine kısıtlı çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalar da ise hamsi balıklarının mikrobiyolojik özellikleri (Evrin ve ark., 2008), lipid kalitesi (Turhan ve ark., 2011) ve demir içeriği (Turhan ve ark., 2004) üzerine farklı pişirme metodlarının (elektrikli fırın, ızgara,

mikrodalga, kızartma, haşlama) etkileri araştırılmıştır. Bir çalışmada ise farklı pişirme yöntemlerinin (ızgara, fırında pişirme, kızartma, mikrodalgada pişirme) hamsi balığının sadece besin kompozisyonu üzerine etkileri araştırılmıştır (Kocatepe ve ark., 2011). Ancak, farklı pişirme yöntemlerinin hamsi balığının besinsel kompozisyonunun yanında raf ömrüne olan katkısı ortaya konulmamıştır.

Bu çalışmada, ülkemizde su ürünleri içerisinde büyük oranda tüketim potansiyeline sahip olan hamsi balığının; çeşitli pişirme yöntemleri (yağda kızartma, yağsız kızartma, mangalda pişirme) ile besinsel kompozisyon oranlarının kıyaslanarak en sağlıklı pişirme yöntemini belirlemek. Ayrıca, pişirilen ürünlerin vakum ambalajlanarak buzdolabı şartlarında (+4 °C) depolanması sırasında meydana gelen kimyasal, fiziksel, duyuşsal ve mikrobiyolojik analizleri sonuçlarına göre ürünlerin raf ömrünün tespit edilmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOD

Bu Araştırmada, Rize Balık Hali'nden temin edilen ortalama ağırlığı 6,92±2,06 g ve ortalama boyu 10,25±1,11 cm olan 13 kg taze hamsi balığı kullanılmıştır. Soğuk zincir uygulanarak Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi İşleme ve Yem Teknolojisi Laboratuvarına getirilen balıkların baş, kılçık ve iç organ temizliği yapıldıktan sonra çeşme suyu ile iyice yıkanmıştır. Suları süzdürüldükten sonra elde edilen toplam 7,98 kg hamsi balığı 3 gruba ayrılarak; yağsız kızartma, yağda kızartma ve mangalda pişirme işlemleri uygulanmıştır. Birinci grup (Yağsız Kızartma); bu gruba yağlı kağıtta pişirme işlemi uygulanmıştır. Yağlı kağıtlar kare halinde kesilerek her birinin üzerine elips biçimde olacak şekilde ortalama 156,8±5,7 g hamsi konulmuştur. Daha sonra yağlı kağıdın boş kalan kısımları (alt-üst sağ-sol) muntazam biçimde katlanarak teflon tavaya konulmuş ve 183 °C (174-191 °C) sıcaklıkta 8,1 dakikada kızartılmıştır. İkinci grup (Yağda Kızartma); bu grup için ortalama her bir pakete 111,6±4,6 g hamsi 172 °C (164-180 °C) sıcaklıkta 12,7 dakika yağda kızartılmıştır. Üçüncü grup (Mangalda Pişirme); ortalama 98,3±4,2 g hamsi balığı 580 °C'de (565-595 °C) 5 dakika mangalda pişirilmiştir. Pişirme işlemi uygulanmış olan tüm gruplar soğutulduktan sonra vakum paketlenmiş ve buzdolabı şartlarında +4±1 °C'de depolanmıştır. Ürünlerin analizleri taze üründe ve depolamanın 1., 7., 14. ve 18. günlerinde her bir grup için rastgele 2 paket kullanılarak paralelli olarak yapılmıştır.

### Biyokimyasal Analizler

Kuru madde analizi; daraları alınarak sabit tartıma getirilen krozelerin içerisine homojenize edilmiş 3 g hamsi konulmuş ve 12-24 saat 105 °C'de sabit tartım sağlanıncaya kadar etüve kurutulmuştur (AOAC, 1995, Metod 985.14). Ham kül analizi için homojenize edilmiş 2 g örnek porselen krozelerin içerisine 550 °C'de 12 saat yakma işlemine tabi tutulmuştur (AOAC, 1980, Metod 7.009). Ham yağ analizi, çözücü petrol eteri (130°C) kullanılarak Velp SER 148/6 (Velp Scientifica, Milano, Italy) cihazı ile belirlenmiştir. Ham protein içeriği AOAC, (1980) Method 2.507 yöntemine göre tespit edilmiştir.

### Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Ürün gruplarına farklı pişirme yöntemleri esnasında uygulanan sıcaklık değerleri özel bir termometre cihazı (Delta, TP4721) ile ölçülmüştür. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analizi için Goulas ve Kontominas, (2005) tarafından ifade edilen Lücke ve Geidel, (1935) metodu kullanılmıştır. Tiyobarbitürik asit (TBA) analizi Smith et al. (1992) tarafından ifade edilen Tarladgis et al., (1960) metoduna göre yapılmış ve sonuçlar mg malonaldehit (MA)/kg olarak ifade edilmiştir. Trimetilamin analizi Dyer, (1959)'in önerdiği yöntemine göre yapılmıştır. Su aktivitesi ( $a_w$ ) tayini Aqualab 4TE (0,100-1,000±0,003) USA marka cihazında gerçekleştirilmiş ve okunan değerler kaydedilmiştir. Ürünlerin pH değerleri 1:1 oranında saf su ve homojenize örnek kullanılarak pH metre (Hanna, HI 3220) ile ölçülmüştür (Curran ve ark, 1980). Renk ölçümü için homojenize edilmiş örnekler Konica Minolta (CR

10,Japan ) cihazı ile ölçülmüş ve örneklerin aydınlık dereceleri L, a,b değerleri CIE renk tablosuna göre belirlenmiştir. CIE Renk sistemine göre  $L^*$ ; 0-100 (siyahlık-beyazlık) değerine karşılık gelir;  $a^*$  (+) kırmızılığı ve (-) yeşilliği;  $b^*$ (+) sarılık ve (-) mavilliği ifade eder (Schubring, 2002).

### Mikrobiyolojik Analizler

Gerçekleştirilen mikrobiyolojik ekimlerde homojen hamsi örneğinden, aseptik koşullarda 25 g örnek steril stomaker torbalarına tartılmış ve 225 ml % 8,5'lik fizyolojik tuzlu (FTS) seyreltme sıvısı eklenecek dilüsyon hazırlanmıştır. Gerekli seyretmeler FTS ile gerçekleştirilmiştir. Toplam aerobik bakteri tayini için Plate count agar (PCA) ve toplam koliform grubu mikroorganizmaların sayımı için Violet Red Bile Agar besiyeri kullanılmıştır. Hazırlanan besiyerlerine uygun dilüsyonlarda 0,1 ml alınarak yayma yöntemiyle 2 paralel olacak şekilde ekim yapılmıştır. İnkübasyon süresi toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) ve mezofilik koliform grubu bakteri sayımı için 37 °C'de 48 saat, toplam aerobik psikrofilik bakteri (TAPB) ve psikrofilik koliform bakteri sayımı için 8 °C'de 10 gün sürmüştür. İnkübasyon sonunda gelişen koloniler sayılmış ve log kob (koloni oluşturan birim)/g olarak ifade edilmiştir (Harrigan, 1976; Halkman, 2005).

### Duyusal Analizler

Çalışma örnekleri depolandıkları buzdolabından uygun sayıda çıkarılarak her bir grubun vakum ambalajı açılıp servis tabaklarına konularak Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme ve Yem Teknolojisi Laboratuvarında panelistlerin katılımı ile yapılmıştır. Panelistlerden, gruplar ve farklı uygulamalar hakkında bilgi verilmeden örnekleri; görünüş, tekstür, koku, lezzet ve genel beğeni kriterlerini esas alarak 5 puan üzerinden değerlendirmeleri istenmiştir. Puanlar 5: çok iyi, 4: iyi, 3: orta, 2: tüketilebilir 1:bozulmuş olarak sınıflandırılmıştır (Angiş ve ark., 2006).

### İstatistiksel Analiz

Elde edilen verilerin aritmetik ortalama±standart sapması alınmış ve verilerin kıyaslanmasında gruplara önemlilik testi uygulanmıştır. Bu önemlilik testi için SPSS 15 paket programından "One way Anova" ve en küçük önemli fark "LSD" uygulanarak  $p<0,05$  önemlilik derecesi kullanılarak sonuçlar değerlendirilmiştir (Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 2000).

## BULGULAR

Taze ve farklı pişirme yöntemi uygulanan hamsi balığının biyokimyasal analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Taze hamside kuru madde, ham kül, ham protein ve ham yağ miktarları sırasıyla % 27,58, % 1,87, % 17,26 ve % 8,36 olarak saptanmıştır. Taze ürünlere uygulanan farklı pişirme yöntemleri neticesinde 3 grupta da bu değerlerde artış gözlenmiştir. Depolamanın 18. gününde ise kuru madde, ham kül, ham protein ve ham yağ değerleri sırasıyla yağsız kızartma grubunda % 49,32, % 3,06, % 32,85, 13,33, yağda kızartma grubunda % 58,02, % 2,14, % 32,55, % 23,06 ve mangal grubunda % 57,14, % 2,78, % 36,30, % 17,53 olarak bulunmuştur. 0. ve 18. günde yağsız kızartma grubunda tespit edilen kuru madde değerlerinin diğer gruplardan farklı olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Grup içi değerlendirmelerde yağsız kızartma ve mangal gruplarının kuru madde miktarları istatistiki olarak farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Depolamanın 18. gününde yağda kızartma grubunun ham kül miktarı diğer gruplardan istatistiki olarak farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). En yüksek protein oranı mangalda pişirilmiş örneklerde 18. gün saptanmış ve bu değer diğer gruplardan farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Farklı pişirme yöntemleri uygulanan ürünlere yağ miktarının arttığı ve bu artışın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Gruplar arası değerlendirmelerde ise 18. gün ham yağ değerleri arasındaki farklılıkların önemli olduğu saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Uygulanan farklı pişirme yöntemleri ile ürünlerin su miktarı azalmış ve buna bağlı olarak ham kül, ham protein ve ham yağ miktarlarında artış meydana gelmiştir. Ayrıca, yağda kızartma grubunda diğer gruplara göre kızartmada kullanılan yağ miktarına bağlı olarak daha fazla artış gerçekleşmiştir.

**Tablo 1.** Farklı pişirme yöntemleri uygulanmış hamsi balığının depolamaya bağlı biyokimyasal değişimleri (%)  
**Table 1.** Biochemical changes depend on the storage of anchovy applied different cooking methods (%)

Analizler	Depolama Günleri	Uygulanan İşlemler		
		Yağsız Kızartma	Yağda Kızartma	Mangal
Kuru Madde	Taze	27,58±1,68 <sub>A</sub>	27,58±1,68 <sub>A</sub>	27,58±1,68 <sub>A</sub>
	0	46,79±0,70 <sub>B<sup>a</sup></sub>	55,37±1,66 <sub>B<sup>b</sup></sub>	51,14±0,44 <sub>B<sup>b</sup></sub>
	18	49,32±0,62 <sub>B<sup>a</sup></sub>	58,02±0,57 <sub>B<sup>b</sup></sub>	57,14±0,30 <sub>C<sup>b</sup></sub>
Ham Kül	Taze	1,87±0,06 <sub>A</sub>	1,87±0,06 <sub>A</sub>	1,87±0,06 <sub>A</sub>
	0	2,98±0,15 <sub>B<sup>a</sup></sub>	2,42±0,13 <sub>B<sup>b</sup></sub>	3,08±0,07 <sub>B<sup>a</sup></sub>
	18	3,06±0,11 <sub>B<sup>a</sup></sub>	2,14±0,09 <sub>B<sup>b</sup></sub>	2,78±0,18 <sub>B<sup>a</sup></sub>
Ham Protein	Taze	17,26±0,72 <sub>A</sub>	17,26±0,72 <sub>A</sub>	17,26±0,72 <sub>A</sub>
	0	27,84±0,69 <sub>B<sup>a</sup></sub>	29,66±0,65 <sub>B<sup>a</sup></sub>	30,81±1,80 <sub>B<sup>a</sup></sub>
	18	32,85±1,09 <sub>C<sup>a</sup></sub>	32,55±0,34 <sub>B<sup>a</sup></sub>	36,30±0,37 <sub>C<sup>b</sup></sub>
Ham Yağ	Taze	8,36±0,31 <sub>A</sub>	8,36±0,31 <sub>A</sub>	8,36±0,31 <sub>A</sub>
	0	15,35±0,03 <sub>B<sup>a</sup></sub>	23,20±0,03 <sub>B<sup>b</sup></sub>	17,03±0,75 <sub>B<sup>a</sup></sub>
	18	13,33±0,56 <sub>C<sup>a</sup></sub>	23,06±0,23 <sub>B<sup>b</sup></sub>	17,53±0,70 <sub>B<sup>c</sup></sub>

Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A,B,C...) farklı gündeki aynı grup içindeki farkları belirtir (p<0,05).

Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Yapılan bir çalışmada farklı pişirme metotları uygulanan hamsinin kuru madde, ham kül, ham protein ve ham yağ miktarlarının ham örnekte tespit edilen değerlerine göre arttığı bildirilmiştir (Kocatepe ve ark., 2011). Benzer şekilde, farklı işleme yöntemleri uygulanan su ürünlerinde su kaybı görülmüş ve buna bağlı olarak ürünlerin kuru madde, protein, yağ ve kül miktarlarında artış meydana geldiği bildirilmiştir (Patır ve ark., 2009; Koral ve ark., 2016).

Depolama süresince tüm pişirme yöntemleri uygulanmış hamsilerde TVB-N değerleri Şekil 1'de gösterilmiştir. Taze hamside TVB-N oranı 7,70 mg/100 olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince görülen değişimler istatistiki açıdan önemli (p<0,05) bulunmuş, depolama sonunda yağsız kızartma, yağda kızartma ve mangal gruplarında TVB-N miktarı sırasıyla 28,70 mg/100g, 32,30 mg/100g ve 33,60 mg/100g olarak belirlenmiştir.

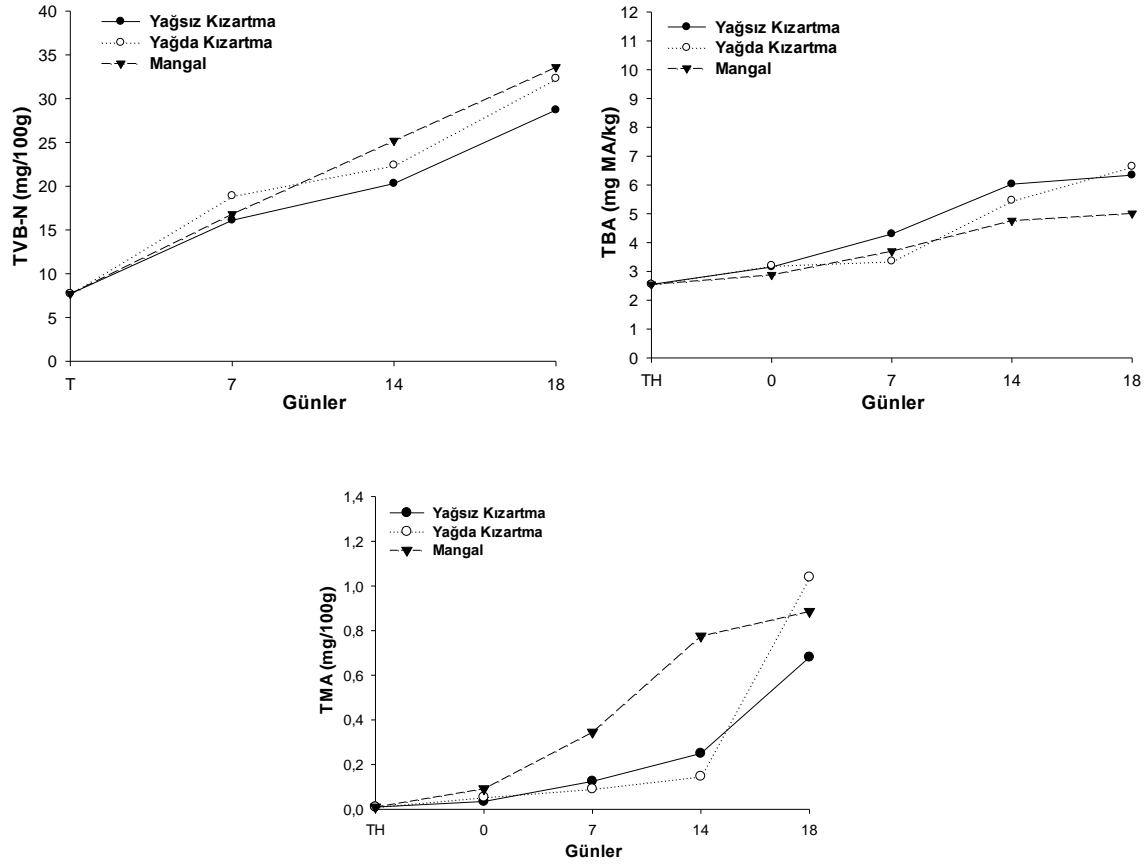
TVB-N başlıca mikrobiyal aktivitenin bir sonucu olarak, proteinlerin ve protein olmayan azotlu bileşiklerin yıkımı sonucu üretilmektedir (Connell, 1975). Literatürde insan tüketimi için farklı TVB-N tüketilebilir sınır değerleri söz konusu olup, bu değer Kietzmann ve ark., (1969) tarafından 35 mg/100g olarak bildirilmiştir. Elde edilen çalışma sonuçlarına göre depolama süresince hiçbir grubun belirlenen bu sınır değeri aşmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlara pişirme yöntemlerinin ürünlerdeki mikrobiyal yükün kısıtlanmasına bağlı olarak gerçekleştiği düşünülmektedir.

Ham materyal ve farklı pişirme yöntemleri uygulanmış hamsinin TBA değişimleri Şekil 1'de gösterilmiştir. Ham materyalde 2,55 mg malonaldehit (MA)/kg olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince görülen değişimler istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (p<0,05). Depolama sonunda en düşük değer mangal grubunda (5,01 mg MA/kg), en yüksek değer yağda kızartma grubunda (6,64 mg MA/kg) belirlenmiş ve aralarındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (p<0,05). TBA değeri, yağlarda meydana gelen acılaşmayı gösteren parametrelerden birisi olup, lipid oksidasyonu derecesinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Bligh ve ark., 1959). TBA değerinin çok iyi bir materyalde 3'ten az, iyi bir materyalde 5'ten fazla olmaması gerektiği, TBA'nın balık etinde 4 mg malonaldehit/kg aştığı durumlarda acılaşmanın başladığı tüketilebilirlik sınır değerinin ise 7-8 arasında olduğu bildirilmiştir (Varlık ve ark., 1993; Curran ve ark., 1980). Çalışmada elde edilen TBA değerlerinin depolama süresince bağlı olarak yükseldiği, ancak 18. günlük depolama sonunda tüm grupların sınır değerleri içerisinde kaldığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde, buzdolabı şartlarında depolanan karides kroketlerinin TBA değeri 18. gün 4,37 mg MA/kg olarak bildirilmiştir (Patır ve ark., 2009).

Bu çalışmada taze hamsi balığının TMA değeri 0.010 mg/100g olarak tespit edilmiştir (Şekil 1). Bu değer farklı pişirme yöntemlerinden sonra elde edilen hamsilerde zamana bağlı olarak yükselmiş ve TMA değerleri arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (p<0,05). Depolama sonunda en düşük değer yağsız kızartma grubunda 0,68 mg/100g olarak saptanmış ve gruplar arasındaki farklar önemli bulunmuştur (p<0,05). TMAO, deniz türlerinde protein olmayan nitrojen fraksiyonunun bir özelliği ve önemli parçası olup, bütün deniz balığı türlerinde kas dokununun % 1-5'i (kuru ağırlık) oranında bulunmaktadır (Huss, 1995). TMA değerinin tüketilebilir sınır değeri 5-10 mg/100g olarak bildirilmiştir (Sikorski ve ark., 1990). Farklı işleme yöntemleri uygulanan hamsi balığının TMA içeriği depolama süresince yükselmiş, ancak her 3 grupta da tüketilebilir sınır değerleri içerisinde kalmıştır.

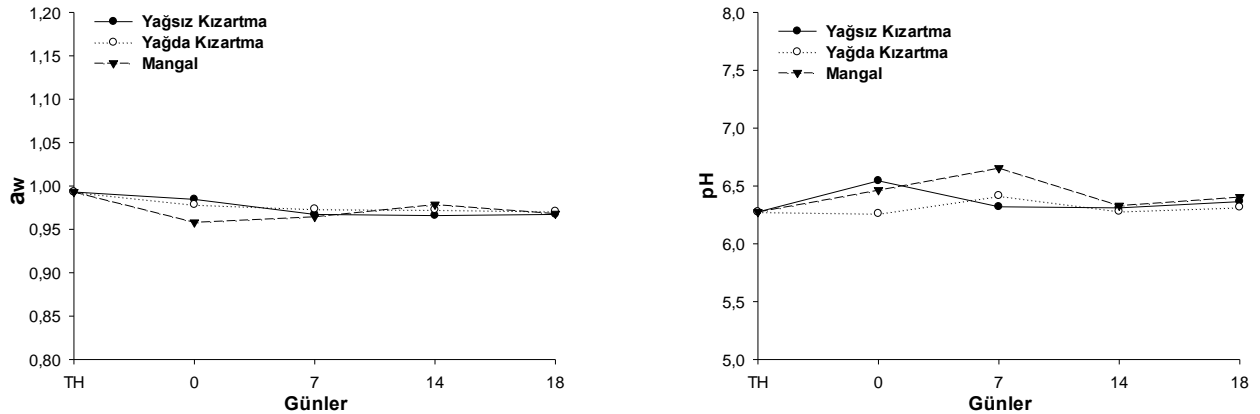
Taze ve farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsilerin  $a_w$  değerleri Şekil 2'te verilmiştir. Taze örnekte 0,9932 olan  $a_w$  değeri farklı pişirme yöntemlerinin uygulanmasıyla düşüş göstermiştir. Depolama süresince yağsız kızartma, yağda kızartma ve mangal gruplarında sırasıyla 0,9647-0,9672, 0,9707-0,9783 ve 0,9580-0,9786 değerleri arasında tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki  $a_w$  değerlerindeki değişimlerin istatistiki açıdan önemli olduğu saptanmıştır (p<0,05). Su gıdalarda bozulma reaksiyonunu yönlendiren en önemli faktörlerdendir. Özellikle mikrobiyal gelişme ya da bozulmanın seyri gıdanın serbest ya da bağlı su içeriğiyle yakından ilgilidir (Certel ve Ertugay, 1996). Çalışmada taze örnekte tespit edilen 0,9932  $a_w$  değeri, ürünlere uygulanan farklı pişirme yöntemlerine bağlı olarak azalmış ve mikrobiyal yönden de ürünlere olumlu katkı sağlamıştır.

Tüm grupların depolamaya bağlı pH değişimleri Şekil 2'te verilmiştir. Taze hamsinin pH'sı 6,28 olarak bulunmuştur. Depolamaya bağlı olarak pH değerlerinin gruplar arasındaki istatistiki farkın 7. ve 18. günde önemli olduğu (p<0,05), 14. günde önemsiz olduğu (p>0,05) saptanmıştır. Depolama süresince en yüksek pH değerleri; yağsız kızartma grubunda 6,37, yağda kızartma grubunda 6,42 ve mangal grubunda 6,66 olarak ölçülmüştür. Taze balıkta pH hemen hemen nötrdür. Postmortem periyotta azotlu bileşiklerin dekompozisyonu balık etinde pH'nın artmasına sebep olmaktadır (Shenderyuk ve Bykowski, 1989). Literatürde taze balığın pH değeri 6.0-6.5, tüketilebilirlik sınır değerinin ise 6.8-7.0 arasında olduğu bildirilmiştir (Varlık ve ark., 1993). Hem taze hamsi balığının hem de depolama süresince farklı pişirme yöntemi uygulanan ürünlerden elde edilen pH değerlerinin literatürdeki sınır değerlerin içerisinde olduğu tespit edilmiştir.



**Şekil 1.** Farklı pişirme yöntemleri uygulanmış hamsi balığının depolamaya bağlı TVB-N (mg/100g), TBA (mg MA/kg) ve TMA (mg/100g) içeriğindeki değişimler

**Figure 1.** Changes in TVB-N (mg/100g), TBA (mg MA/kg) and TMA (mg/100g) contents depend on the storage of anchovy applied different cooking methods



**Şekil 2.** Farklı pişirme yöntemleri uygulanmış hamsi balığının depolamaya bağlı su aktivitesi ( $a_w$ ) ve pH değişimleri

**Figure 2.** Water activity ( $a_w$ ) and pH changes depend on the storage of anchovy applied different cooking methods

Depolamaya bağlı ürün gruplarının  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  renk değişimlerine ait bulgular Şekil 3'de verilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre taze hamside  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla 29,75, 2,65 ve 3,90 olarak saptanmıştır. Depolama süresince farklı pişirme yöntemlerinin hamsilerin  $L^*$  değerini önemli düzeyde ( $p < 0,05$ ) etkilediği tespit edilmiştir. En yüksek  $L$  değeri yağda kızartmada (45,30), en düşük  $L$  değeri ise mangalda pişirmede (31,05) tespit edilmiştir.

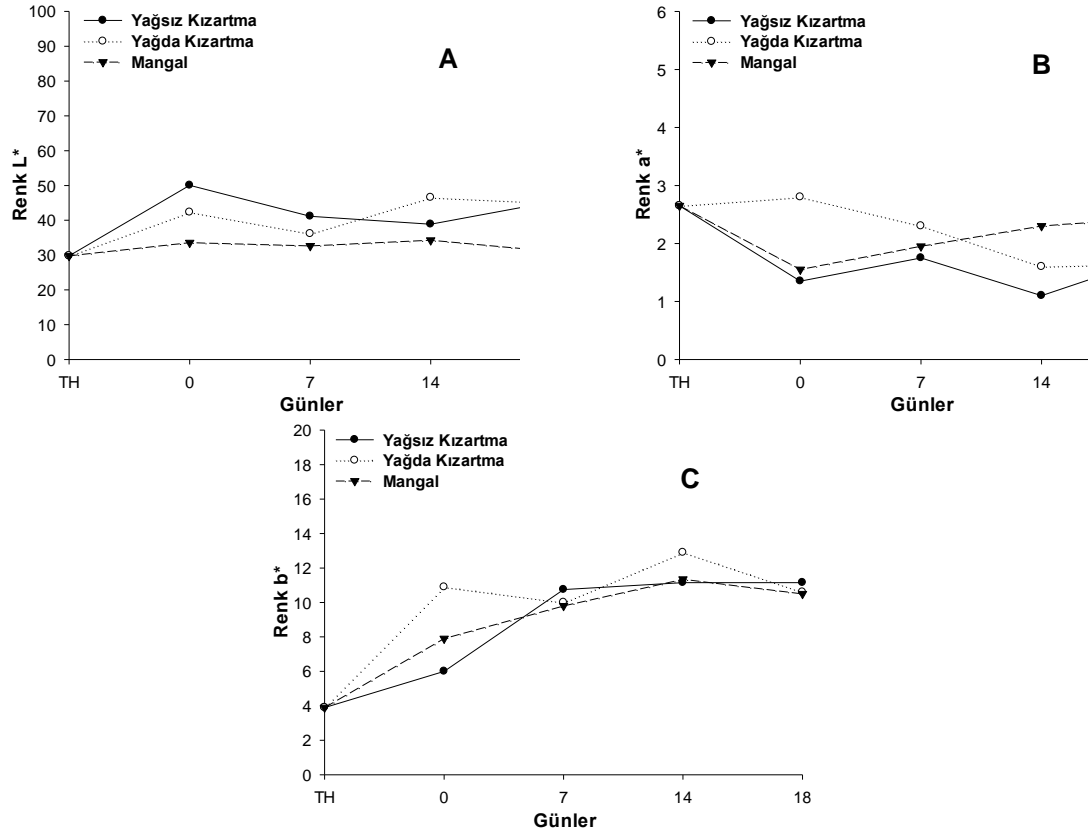
Bir çalışmada, CIE aydınlık ( $L^*$ ) değeri normalden daha parlak ( $L^* > 53$ ), normal ( $48 < L^* < 51$ ) ve normalden daha karanlık ( $L^* < 46$ ) olarak ifade edilmiştir (Qiao ve ark., 2002). Ürünlerin  $a^*$  değeri en düşük yağsız kızartma ve mangalda pişirme gruplarında sırasıyla 14. ve 7. günde saptanmıştır. Farklı hamsi grupları ve

depolama süresi arasındaki değerlendirmeler istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Tüm grupların  $b^*$  değeri uygulanan farklı pişirme yöntemleri sonrasında artış göstermiş ve en yüksek değerini yağda kızartma grubunda 14. günde almıştır. Depolama süresi sonunda gruplar arasındaki farklar önemsiz düzeyde tespit edilmiştir ( $p > 0,05$ ). Bir çalışmada, hamsi köftelerinin  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla 36,8, 4,67 ve 13,0 olarak bildirilmiş ve bu değerler 5 günlük depolama sonunda 35,3, 4,20 ve 14,12 olarak tespit edilmiştir (Kılınc, 2009).

Taze hamside toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) ve toplam aerobik psikrofilik bakteri (TAPB) sayısı 1,47 log kob/g değeri altında tespit edilmiştir. Uygulanan işlemler sonrasında ve depolama süresince tüm grupların TAMB ve TAPB sayısında

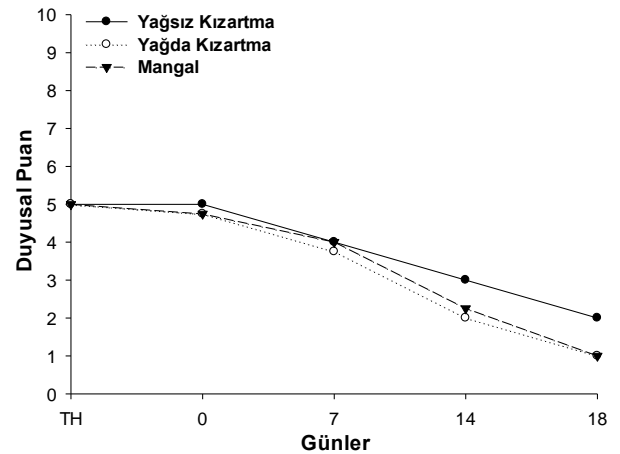
önemli değişimler gözlenmezken, sonuçlar 1,47 log kob/g değeri altında tespit edilmiştir. Ayrıca, taze örnekte ve depolama süresince tüm gruplarda toplam koliform analizi de gerçekleştirilmiştir. Yapılan ekimler neticesinde 3 grubunda koliform bakteri sayısı 1,47 log kob/g değeri altında saptanmıştır. Depolama süresince elde edilen bu değerlere taze ürünün düşük bakteri yüküne sahip olmasının yanında farklı pişirme yöntemlerinde uygulanan sıcaklığın ve vakum paketleme işleminin olumlu katkı sağladığı düşünülmektedir. Su ürünlerinde bakteri yükü mevsimlere, bölgeye, avcılık şartlarına bağlı olarak değişmekte olup (Careche ve ark., 2002), toplam bakteri yükü için tavsiye edilen tüketilebilir limit

değeri 6-7 log kob/g olarak bildirilmektedir (ICMSF, 1992). Bu çalışmada hiçbir grubun bu tavsiye edilen tüketim limit değerlerini geçmediği tespit edilmiştir. Hamsi balıklarının mikrobiyolojik özellikleri üzerine pişirme yöntemlerinin (elektrikli fırın, ızgara, mikrodalga fırın ve haşlama) etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, toplam bakteri, maya-küf, koliform bakteri, *E. coli*, proteolitik bakteri ve lipolitik bakteri sayıları üzerine pişirme yöntemlerinin etkisinin önemli olduğu bildirilmiştir ( $P<0.05$ ). Ayrıca, mikrobiyolojik özellikler açısından en uygun pişirme yöntemlerinin elektrikli fırın ve mikrodalga fırında pişirme yöntemlerinin olduğunu tespit etmişlerdir (Evren ve ark., 2008).



**Şekil 3.** Farklı pişirme yöntemleri uygulanmış hamsi balığının depolamaya bağlı L\*(A), a\*(B) ve b\*(C) renk değişimleri  
**Figure 3.** L\*(A), a\*(B) and b\*(C) color changes depend on the storage of anchovy applied different cooking methods

Piştirilmiş hamsilerin duyuşal değerlendirilmesinde, görünüş, koku, lezzet, tekstür parametreleri dikkate alınmış ve 18 günlük ortalama duyuşal değerlendirme sonuçları Şekil 4'de verilmiştir. Ürün gruplarının duyuşal beğeni oranları depolama süresine bağlı olarak azalmıştır. 18 günlük depolama sonunda yağda kızartma ve mangal grupları sınır değerleri altında kalmasına rağmen, yağsız kızartma grubu depolama süresince kalite sınır değerleri içerisinde kabul görmüştür. Yapılan istatistiki değerlendirme sonucunda yağsız kızartma grubu diğer gruplardan önemli düzeyde farklı bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Bu farklılığın yağda kızartma grubunda kullanılan yağ içeriği ve mangal grubundaki ürünlerin et yapısı ve renk değişimlerine bağlı olarak ileri geldiği düşünülmektedir



**Şekil 4.** Farklı pişirme yöntemleri uygulanmış hamsi balığının depolamaya bağlı duyuşal değişimleri  
**Figure 4.** Sensorial changes depend on the storage of anchovy applied different cooking methods

Duyusal kalite açısından sınır değerleri geçmiş ürünler diğer kalite parametreleri açısından uygun olsa bile tüketilemez kabul edilir (Dokuzlu, 1997; Özden ve ark., 2001). Bir çalışmada, buzdolabı şartlarında depolanan hamsi köftelerinin 5. gün tüketilebilir sınır değerlerinin altında kaldığı tespit edilmiştir (Kılınc, 2009). İzci ve ark., (2016) hamsi balığı dönerinin soğuk depolama (+4 °C) sırasındaki kalite değişimlerini incelemişler ve duyusal yönden ürünlerin 63. günde bozulduğu bildirilmiştir. Literatürdeki araştırmalar ile yürütülen bu çalışma arasında ki farklılığın uygulanan işlemler ve paketleme yönteminden kaynaklandığı düşünülmektedir.

## SONUÇ

Sonuç olarak, farklı pişirme yöntemleri uygulanan hamsi balığının buzdolabı şartlarında vakum ambalajlanarak depolanması sırasında kimyasal ve mikrobiyolojik yönden bozulmadığı, ancak yağda kızartılmış ve mangalda pişirilmiş örneklerin duyusal açıdan 18. günde sınır değerlerin altına düştüğü tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirmelere göre, yağsız kızartma grubu ise diğer gruplardan daha çok beğeni kazanmış ve depolama boyunca tüketilebilir değerler arasında bulunmuştur. Tüketim açısından yağsız kızartılmış ve mangalda pişirilmiş örnekler tavsiye edilebilir. Ancak mangalda pişirilen örneklerin daha fazla su kaybına uğraması, daha sert bir yapıya sahip olmasına neden olmuştur. Bu nedenle yağsız kızartma (yağlı kağıtta pişirme) yönteminin hamsi balıklarının pişirilmesinde en iyi yöntem olduğu öngörülmüştür. Geçmişten süre geldiği üzere yarı paketlenmiş olan ürünlere olan talep, belirgin şekilde artmıştır. Diyetetik bir ürün olan yağsız kızartılmış balık ürünlerinin gelecekte marketlerde arzu edilebilen yeni ürünler olarak iyi bir yere sahip olacağı ve su ürünleri işleme sektörüne yararlı olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Angiş S., Oğuzhan P. ve Atamanalp M., (2006).** Soğuk tütsülenmiş ve mangalda pişirilmiş gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nda duyusal kalite kriterlerinin karşılaştırılması. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, **23**, 337-338.
- AOAC., (1980).** Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (13th Ed.). Washington, DC.
- AOAC., (1995).** Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, MD.
- Berik, N. ve Kahraman, D., 2010.** Kefal balığı sucuklarında duyusal ve besin kompozisyonunun belirlenmesi. *Kafkas Üniversitesi, Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, **16**, 59-63.
- Bligh EG. and Dyer WJ., (1959).** A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, **37**, 911-917.
- Bognar A., (1998).** Comparative study of frying to other cooking techniques. Influence on the nutritive value. *Grasus y Aceites*, **49**, 250-260.
- Candela M., Astiasaran I. and Bello J., (1997).** Effects of frying and warm holding on fatty acid and cholesterol of sole (*Solea solea*), codfish (*Gadus morhua*) and hake (*Merluccius merluccius*). *Food Chemistry*, **58**, 227-231.
- Careche M., Garcia R. and Borderias J., (2002).** Anchovy shelf life as affected by different chilling methods during distribution. *J. Food Prot.*, **65**, 353-361.
- Certel M. ve Ertugay MF., (1996).** Gıdalarda su aktivitesi termodinamiği. *Gıda*, **21**, 193-199.
- Connell JJ., (1975).** Control of Fish Quality. Fishing News (Books), Farnham Surrey, UK.
- Curran C.A., Nicoladies L., Poulter R.G. and Pars J., (1980).** Spoilage of fish from Hong Kong at different storage temperatures. *Trop Sci.*, **22**, 367-382.
- Çağlak E., Karsli B. and Koral S., (2015).** Effects of different processing techniques on the carpet shell (*Ruditapes decussatus* Linnaeus, 1758). *Archiv für Lebensmittelhygiene*, **66**,141-148.

- Dokuzlu C., (1997).** Marinat hamsi üretimi sırasında kullanılan asit-tuz oranlarının ürünün mikrobiyolojik ve organoleptik kalitesi üzerine etkileri ve raf ömrünün belirlenmesi. *Pendik Veteriner ve Mikrobiyoloji Dergisi*, **28**, 81-90.
- Dyer WJ., (1959)** Report on trimethylamine in fish. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, **42**, 292-294.
- Evren M., Turhan S. ve Üstün NŞ., (2008).** Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) balıklarının mikrobiyolojik özellikleri üzerine pişirme yöntemlerinin etkisi. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- Goulas A.E. and Kontominas MG., (2005).** Effect of salting and smoking method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. *Food Chem.* **93**, 511-520.
- Halkman A., (2005).** Gıda Mikrobiyoloji Uygulamaları. Merck, Başak Matb., Ankara, 358s.
- Harrigan WF. and McCance ME., (1976).** Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology. Academic Press Inc., London, 464p.
- Hunter BJ. and Roberts DCK., (2000).** Potential impact of the fat composition of farmed fish on human health. *Nutrition Research*, **20**, 1047-1058.
- Huss HH., (1995).** Quality and quality changes in fresh fish. Food and Agriculture Organization Fisheries Technical Paper-348, Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome.
- ICMSF., (1992).** International commission on microbiological specifications for foods. Sampling plans for fish and shellfish, In ICMSF (Ed.), Microorganisms in foods. Sampling for microbiological analysis: Principles and scientific applications, 2nd ed., Toronto, Canada: University of Toronto Press.
- İzci L., Bilgin Ş., Günlü A., Çetinkaya S., Diler A., Genç İY. ve Bolat Y., (2016).** Hamsi balığı (*Engraulis encrasicolus*) dönerinin soğuk depolama sırasındaki kalite değişimleri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, **22**, 360-369.
- Kılınc B., (2009).** Microbiological, sensory and color changes of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) patties during refrigerated storage. *Journal of Muscle Foods*, **20**, 129-137.
- Kietzmann U., Priebe K., Rakov D. and Reichstein K., (1969).** Seefisch als Lebensmittel. Paul Parey Verlag, Hamburg, Berlin, 368p.
- Kocatepe D., Turan H., Taşkaya G., Kaya Y., Erden R. and Erdoğan F., (2011).** Effects of cooking methods on the proximate composition of black sea anchovy (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758). *Gıda*, **36**, 71-75.
- Koral S., Tufan B., Başçınar N. and Köse S., (2016).** Quality changes and shelf life of cultured and wild hot-smoked Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) at refrigerated (4±1°C) conditions. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, Online: <http://dx.doi.org/10.1080/10498850.2015.1008715>.
- Kotan Ö., (2015).** DTÖ Müzakereleri kapsamında balıkçılık sübvansiyonu uygulamaları ve Türkiye'nin tutumu. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Avrupa Birliği Uzmanlık Tezi. Ankara, Türkiye. 111s.
- Lin H., Jiang J., Xue C., Zhang B. and Xu J., (2003).** Seasonal changes in phospholipids of mussel (*Mytilus edulis*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **83**, 133-135.
- Lücke F. and Geidel W., (1935).** Determination of volatile basic nitrogen in fish as a measure of their freshness. *Z. Unters, Lebensmitt*, **70**, 441-458.
- Mairese G., Thomas M., Gardeur J., and Brun-Bellut J., (2006).** Effects of geographic source, rearing system, and season on the nutritional quality of wild and farmed *Perca fluviatilis*. *Lipids*, **41**, 221-229.
- Özden Ö., Metin S., Baygar T. ve Erkan N., (2001).** Vakum paketlenmiş marine balıkların kalitesinin belirlenmesinde yağ asitleri ve aminoasit bileşimindeki değişimlerin incelenmesi. Proje Sonuç Raporu, Tübitak, Proje No: VHAG-1713/ADP, 29s.

- Patır B., Öksüztepe G., Çoban Ö. ve Dikici A., (2009).** Dondurulmuş karides etinden hazırlanan kroketlerin raf ömrü. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veterinerlik Dergisi*, **23**, 29-37.
- Pokorny J., (1999).** *Changes of nutrients at frying temperatures.* In: D. Boskou, & I. Elmadfa (Eds.), *Frying of food. Oxidation, nutrient and non-nutrient antioxidants, biologically active compounds and high temperatures*, 69-103p. Lancaster, Technomic Publishing CO. Inc.
- Qiao M., Fletcher DL., Smith DP. and Nortcutt JK., (2002).** The influence of broiler breast meat color variation on chemical composition. *Poult. Sci.*, **81**, 422-427.
- Schubring R., (2002).** Influence of freezing/thawing and frozen storage on the texture and colour of brown shrimp (*Crangon crangon*). *Archiv Für Lebensmittelhygiene*, **53**, 34-36.
- Shenderyuk VI. and Bykowski PJ., (1989).** *Salting and marinating of fish.* In: Z.E. Sikorski (Ed.), *Seafood: resources, nutritional composition and preservation*, CRC Press, Inc, Boca Raton, Florida.
- Sikorski ZE., Kolakowska A. and Burt JR., (1990).** *Post harvest biochemical and microbial changes seafood.* In: Sikorski Z.E. (Ed), *Seafood: resources, nutritional composition and preservation*, 55-75 pp, CRC Press-Inc, Boca Raton, FL.
- Sümbüloğlu K. ve Sümbüloğlu V., (2000).** Biyoistatistik, Habitoğlu Yayınları: 53,9. Baskı, Ankara, 29s.
- Tarladgis BG., Watts BM. Younathan MT. and Dugan LR., (1960).** A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **37**, 44-48.
- Tufan B., Koral S. and Köse, S., (2011).** Changes during fishing season in the fat content and fatty acid profile of edible muscle, liver and gonads of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) caught in the Turkish Black Sea. *International Journal of Food Science & Technology*, **46**, 800-810.
- TÜİK., (2015).** Türkiye İstatistik Kurumu, Su Ürünleri İstatistikleri. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara.
- Turhan S., Ustun, NS. and Altunkaynak T.B., (2004).** Effect of cooking methods on total and heme iron contents of anchovy (*Engraulis encrasicolus*). *Food Chemistry*, **88**, 169-172.
- Turhan S., Ustun, NS. and Temiz H., (2011).** Lipid quality of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) fillets affected by different cooking methods. *International Journal of Food Properties*, **14**, 1358-1365.
- Uauy R. and Valenzuela A., (2000).** Marine oils: The health benefits of n-3 fatty acids. *Nutrition*, **16**, 680-684.
- Varlık C., Uğur M., Gökoğlu N. and Gün H., (1993).** Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 17, Ankara.
- Zlatanov S. and Laskaridis K., (2007).** Seasonal variation in the fatty acid composition of three Mediterranean fish-sardine (*Sardina pilchardus*), anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and picarel (*Spicara smaris*). *Food Chemistry*, **103**, 725-728.

**Geliş tarihi:** 27.09.2016

**Kabul tarihi:** 10.10.2016

**\*Başlıca Yazar Yazışma adresi:**

Yrd.Doç.Dr. Emre ÇAĞLAK  
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi,  
Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, İşleme Teknolojisi  
Anabilim Dalı, Zihni Derin Yerleşkesi, Rize, Türkiye.  
**E-mail:** [emre.caglak@erdogan.edu.tr](mailto:emre.caglak@erdogan.edu.tr)