

MODİFİYE ATMOSFER (MA) PAKETLENMİŞ KIRLANGIÇ (*Chelidonichthys lucerna* Linnaeus, 1758) SOTENİN KALİTE ÖZELLİKLERİ

Bengünur Çorapçı*, Demet Kocatepe

Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Akliman, Sinop, Türkiye

Geliş / Received: 17.06.2019; Kabul / Accepted: 09.10.2019; Online baskı / Published online: 06.11.2019

Çorapçı, B., Kocatepe, D. (2019). Modifiye atmosfer (MA) paketlenmiş kırlangıç (*Chelidonichthys lucerna* Linnaeus, 1758) sotenin kalite özellikleri. *GIDA* (2019) 44 (6): 1059-1070 doi: 10.15237/gida.GD19093.

Çorapçı, B., Kocatepe, D. (2019). The quality characteristics of tub gurnard (*Chelidonichthys lucerna* Linnaeus, 1758) saute packaged with modified atmosphere (MA). *GIDA* (2019) 44 (6): 1059-1070 doi: 10.15237/gida.GD19093.

ÖZ

Bu çalışmada modifiye atmosfer (MA) paketlenmiş kırlangıç sotenin besin kompozisyonu, fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik özellikleri ve raf ömrü araştırılmıştır. Sotenin protein, yağ, nem, kül, karbonhidrat ve enerji değerleri sırasıyla; 12.14 g/100g, 7.62 g/100g, %71.55, %2.56, %6.13 ve 141.63 kcal/100 g olarak bulunmuştur. pH değeri depolama başı (0.gün) 6.28, depolama sonu (20. gün) 7.36 olarak tespit edilmiştir. Su aktivitesi değerleri 20 günlük depolama boyunca 0.95 olarak ölçülmüştür (P>0.05). TBARS ve TVB-N değerleri 20 günlük depolama boyunca su ürünlerinde sınır değer olarak kabul edilen tüketilebilirlik değerlerini aşmamıştır. *L**, *a** ve *b** değerleri 20. gün sırasıyla; 67.62, 5.00, 25.31 olarak ölçülmüştür. Sonuç olarak; 150°C'de, toplamda 20 dk. süre ile pişirilen, % 60 CO₂/ % 40 O₂ oranlarında MA ile paketlenen ve +4±1°C'de 20 gün depolamaya alınan kılçıksız kırlangıç balığı sotesinin tüketici için tavsiye edilebilir raf ömrü, spesifik bozulma bakterilerinin artışı göz önünde tutularak 16 gün olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Kırlangıç balığı, sote, MA paketlenme, raf ömrü

THE QUALITY CHARACTERISTICS OF TUB GURNARD (*Chelidonichthys lucerna* Linnaeus, 1758) SAUTE PACKAGED WITH MODIFIED ATMOSPHERE (MA)

ABSTRACT

In this study, nutritional composition, physical, chemical, microbiological properties and shelf life of MA packaged tub gurnard saute were investigated. Protein, fat, moisture, ash, carbohydrate and energy values of saute were found as 12.14 g/100g, 7.62 g/100g, 71.55%, 2.56%, 6.13% and 141.63 kcal/100 g, respectively. The pH value was 6.28 (day 0) and 7.36 at the end of storage (day 20). Water activity values were measured as 0.95 during storage time (P>0.05). TBARS and TVB-N values did not exceed the consumption limit values which admitted as limit values on seafoods during 20 days. *L**, *a** and *b** values were measured as 67.62, 5.00, 25.31 (day 20). As a result, it was determined advisable shelf life of saute for consumer that cooked at 150°C for 20 min, MA packaged ratios % 60CO₂/ % 40O₂ and stored at +4±1°C during 20 day as 16 day when considering the increase of specific degradation bacteria.

Keywords: Tub gurnard, saute, modified atmosphere package, shelf life

* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author

✉: bengucorapci@hotmail.com

☎: (+90) 368 287 6265

☎: (+90) 368 287 6268

GİRİŞ

Kırlangıç balıkları (*Chelidonichthys lucerna*, Linnaeus, 1758) Akdeniz, Karadeniz ve Doğu Atlantik okyanusu boyunca Norveç'ten Batı Afrika kıyılarına kadar dağılım gösteren demersal türlerdendir. Çoğunlukla kumlu, çamurlu ya da çakıllı dip sularında 20-300 m arasında değişen derinliklerde yaşarlar (Richards ve ark., 1990; İşmen ve ark., 2004). Kırlangıç balığı ile ilgili olarak yapılan çalışmalar incelendiğinde genel olarak; yaş, büyüme ve üreme durumlarının bölgesel olarak tespiti (İşmen ve ark., 2004; İlhan ve Toğulga, 2007; Boudaya ve ark., 2008; Mc Carthy ve Marriott, 2018) vücut büyüklüğü, cinsel olgunluk ve beslenme (Vallisneri ve ark., 2011), genetik ve morfolojisi (Uyan ve Turan, 2017) gibi konuların araştırıldığı görülmektedir. Bununla beraber, kırlangıç balığının kültür ortamında yetiştirilmesi üzerine yapılan çalışmalar mevcuttur (Polat ve Çakmak, 2012; Roncarati ve ark., 2013; Kerim ve ark., 2014; Roncarati ve ark., 2016).

MA paketleme, taze ya da minimal işlenmiş gıdaların raf ömrünü uzatmak için kullanılmaktadır. Bunların dışında balık ve diğer su ürünleri gibi kolay bozulabilen ürünlerin raf ömrünün artırılmasında sıklıkla uygulanmaktadır (Ravi-Sankar *et al.*, 2008; Masniyom, 2011). Su ürünlerinin paketlenmesinde kullanılan başlıca gazlar CO₂, O₂ ve N₂ gazlarıdır (Sivertsvik, 2002a). Balık ve su ürünlerinin paketlenmesinde en yaygın kullanılan gaz olan CO₂ (Kirtel *et al.*, 2016; Tsironi ve Taoukis, 2018) mikrobiyel gelişmeyi inhibe edici etkiye sahiptir. CO₂ konsantrasyonları mikrobiyal gelişmenin inhibisyonunda önemli bir rol oynar ve *Pseudomonas* spp. ve *S. putrefaciens* gibi organizmaların gelişimini geciktirmektedir (Sivertsvik, 2002a; Walsh and Kerry, 2012; Tsironi ve Taoukis, 2018). Kılıç balığı (*X. gladius*) (Giatrakou ve ark., 2008), kömür balığı (*P. virens*) (Lerfall ve ark., 2018), berlam balığı (*M. merluccius*) (Carrión-Granda ve ark., 2018) ve tilapya (*O. niloticus*) (Wang ve ark., 2019) filetolarının MA paketlenmesi için çeşitli çalışmalar mevcuttur.

Tüketime hazır ürünlere olan talep, günümüzde yaşam tarzı değişiklikleri ve tüketicilerin çabuk ve kolay hazırlanan gıdalara yönelmesiyle artmıştır. MA paketlenmiş tüketime hazır ürünlerin yüksek kalitelerini korumak için genellikle soğuk

muhafaza koşulları korunarak dağıtımları sağlanmaktadır. Bu tip gıdalarda depolama koşullarının tasarımı ve raf ömrünün artırılması için MA paketlemenin depolama üzerine etkilerinin anlaşılması önem taşımaktadır (Lee ve ark., 2008). Literatürde tüketime hazır istiridye (Costa ve ark., 2014), karides (Rutherford ve ark., 2007) ve kalamar halkalarının (Sanjua's-Rey, 2012) MA paketlenmesi üzerine yapılan çalışmalara rastlanılmıştır. Bir başka çalışmada ise Speranza ve ark. (2009) pişirmeye hazır kolyoz (*S. japonicus*), kırlangıç (*T. lucerna*), berlam balığı (*M. merluccius*) ve mürekkep balığı (*S. officinalis*)'nı MA paketlenmiş, duyu ve mikrobiyolojik kalite değişimlerini incelemiştir. Ancak kırlangıç balığının işlenmesi ve tüketime hazır hali ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Velioglu ve ark., (2015)'in bildirdiği gibi, kırlangıç balığı hakkında literatürde çok fazla çalışma bulunmamaktadır.

Kırlangıç balığı ekonomik değeri yüksek, beyaz etli bir balık türüdür. Kültür ortamında yetiştiriciliğe uygun bir balık olması göz önünde bulundurulduğunda (Kerim ve ark., 2014), gelecek yıllarda işlenmesi ve pazara sunulması söz konusu olabilecektir. Bu durumda özellikle çorba, buğulama, ızgara gibi çeşitli şekillerde sevilerek tüketilen kırlangıç balığının su ürünleri işleme sektörüne katma değer sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada; su ürünlerinin MA paketlenmesinde sıklıkla kullanılan gaz oranları olan % 60 CO₂/% 40 O₂ kullanılmış (Sivertsvik ve ark., 2002a), ±4°C'de depolanan tüketime hazır kırlangıç balığı sotesinin besin kompozisyonu ile kimyasal, fiziksel, mikrobiyolojik kalitesi ve raf ömrünün belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmada, Karadeniz'de (Sinop) 2018 yılında avlanmış ortalama boyları 41.73±0.51 cm ve ağırlıkları 752.91±63.32 g olan kırlangıç balıkları kullanılmıştır. Balıklar, kırılmış buz içeren polistren balık kutusu ile laboratuvara getirilmiş, baş, iç organ temizliği yapılmış kırlangıç balıklarının kılıksız filetosu çıkarılmıştır. Elde edilen filetolar yıkanmış ve suyu sızdırılmıştır. Toplamda yaklaşık 642 g fileto elde edilmiştir.

Kırlangıç Sotenin Hazırlanması

Piştirme işlemi için 42 x 13 cm kapaklı elektrikli bir pişirici (Arnica 409) kullanılmıştır. Kullanılan malzemelerden % 7.63 soğan ve % 4.47 biber, % 3.27 sıvıyağ ve % 5.01 tereyağında yaklaşık 5 dk. kavurulmuştur. Daha sonra % 0.39 sarımsak ilave edilmiş ve 1 dk. kadar kavurmaya devam edilmiştir. Sırasıyla; % 22.91 domates, % 18.82 patates, % 35.02 kırlangıç balığı ilave edilmiş ve bir süre daha pişirmeye bırakılmıştır. % 0.43 karabiber, % 0.43 tuz, % 1.36 maydanoz ve % 0.26 defne yaprağı ilavesinden sonra 2 dk. kadar pişirilmiştir. Piştirme işlemi 150°C'de, toplamda 20 dk. süre ile gerçekleştirilmiştir.

Paketleme ve Depolama

Piştirme işleminden sonra kırlangıç sotenin oda sıcaklığına kadar soğuması beklenmiştir. 30x21 cm ebatlarında paketlere (O₂ geçirgenliği 47.60 mL/m²/gün, nem geçirgenliği 3.48 g/m²/gün) ortalama 98.94±4.59 g olacak şekilde konulmuş ve ürün gaz oranı 1:3 olacak şekilde % 60 CO₂/% 40 O₂ oranlarında MA ile paketlenmiştir. Paketleme sonrası örnekler +4±1°C'de 20 gün depolamaya alınmıştır.

Besin kompozisyonu analizleri

Örneklerin protein miktarı Buchi SpeedDigester K-436 marka yakma ünitesi ve Buchi K-350 destilasyon cihazı kullanılarak, AOAC (1980a)'e göre belirlenmiştir. Ham yağ analizi AOAC (1980)'de belirtilen metot esas alınarak yarı otomatik Gerhardt marka yağ tayin cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Kül tayini Protherm marka kül fırını ile yapılmıştır (AOAC, 1980b). Nem miktarının tespiti Ludorf ve Meyer (1973)'e göre gerçekleştirilmiş, Nüve FN500 marka etüv kullanılmıştır. Karbonhidrat ve enerji değerlerinin belirlenmesi için Falch ve ark., (2010) metodu esas alınarak hesaplanmıştır. Besin kompozisyonu analizleri taze örnekte, depolama başı (0.gün) ve sonu (20. gün) olmak üzere 2 tekerrür, 3 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

Kimyasal analizler

Toplam Uçucu Bazik Azot miktarı Antonacopoulos tarafından modifiye edilen Lucke and Geidel metoduna göre yapılmıştır (Hall, 1992). Tiyoobarbitürik asit tayini ise Erkan

ve ark. (2011)'e göre gerçekleştirilmiştir. Örnekler 2 tekerrür, 3 paralel şekilde çalışılmıştır.

Fiziksel analizler

Örneklerin pH ölçümü pH metre (Werkstätten 82362, Weilheim) ile yapılmıştır. 1/10 oranında homojenize örnek/distile su cam baget yardımıyla karıştırılmış daha sonra pH metrenin probu karışıma daldırılarak ölçüm gerçekleştirilmiştir. Su aktivitesi ölçümleri ise Novasina LabSwift su aktivitesi ölçüm cihazı kullanılarak AOAC (1980)'e göre belirlenmiştir. Renk ölçümleri için Konica Minolta/CR-A33a renk ölçüm cihazı kullanılmıştır. pH ve su aktivitesi örnekleri 2 tekerrür ve 2 paralel, renk ölçümleri ise 2 tekerrür 4 paralel şekilde çalışılmıştır.

Gaz ölçüm analizleri

Paketlenen örneklerin paket içerisindeki gaz miktarını belirlemek için her analiz öncesinde gaz ölçümleri Witt Oxybaby, Germany marka gaz ölçüm cihazı ile gerçekleştirilmiştir.

Mikrobiyolojik analizler

Paket içi gaz ölçümünden sonra, paket yüzeyi % 70'lik etil alkolle silinmiş ve steril spatula yardımı ile steril kaplar içerisine laminar kabin içerisinde 10 g örnek alınmıştır. Örnekler 90 mL pepton çözeltilisi içerisinde seyreltilmiş ve ardından 10⁻¹.....10⁻⁶ oranlarındaki dilüsyonlara 0.1 mL ekim yapılmıştır. Anaerob bakteri ekimi için ise 10 g balık eti ayrılarak 90 mL % 0.1 Pepton from casein, % 0.05 Cystein chloride monohydrate, % 0.85 NaCl içeren seyreltme çözeltilisinden dilüsyonlar hazırlanmıştır.

Toplam mezofil aerob ve psikrofil bakteri sayımı AOAC (2000)'a göre; toplam mezofil anaerob bakteri, toplam Koliform, Toplam maya küf, *E. coli* ve *Staphylococcus aureus* sayımı Halkman (2005)'e göre; laktik asit bakterileri ve H₂S üreten bakteriler (*Shewanella putrefaciens* dâhil) Ravi Sankar vd. (2008) ile Kostaki ve ark., (2009)'a göre; laktik asit bakterileri ve *Brochetrix thermosphacta* Stamatis ve Arkoudelos (2007)'e göre yapılmıştır. Tüm mikrobiyolojik analizler 2 tekerrür 2 paralel olarak uygulanmış ve sonuçlar log kob/g olarak verilmiştir.

İstatistik analizler

Tüm veriler % 95 güven aralığında değerlendirilmiş olup, istatistik analizler (Varyans analizleri ve Tukey testleri) Minitab Versiyon 17.0.2 ile gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA**Besin kompozisyonu**

Çalışmada kullanılan kırlangıç balığının ham protein, ham yağ, ham kül, nem ve enerji değerleri ile MA paketlenmiş tüketime hazır kırlangıç sotenin deneme başı ve deneme sonu verileri Çizelge 1’de verilmiştir. Karadeniz’den Mayıs ayında avlanan doğal kırlangıç balığının ham protein, ham yağ, ham kül ve nem içeriği sırasıyla; % 16.46, % 0.85, % 1.76 ve % 77.46 olarak tespit edilmiştir. Küçükgülmez ve ark. (2010) Kuzeydoğu Akdeniz kıyılarından bahar mevsiminde avlanan *C. lucernus*’un ham protein, ham yağ, ham kül ve nem içeriğini sırasıyla; % 19.50, % 0.26, % 1.35 ve % 78.34 olarak bildirmişlerdir. Aynı çalışmada kırlangıç balığının besin kompozisyonu kış ve bahar aylarında da incelenmiş ve en düşük yağ içeriği bahar aylarında tespit edilmiştir. Ersoy (2006) Kuzeydoğu Akdeniz’den avlanan kırlangıç balığının ham

protein içeriğini mayıs ayında % 20.04, ham yağ içeriğini ise % 0.24 olarak bildirmiştir. Çalışmamızdan görüldüğü gibi Karadeniz’den aynı mevsimde avlanan balığın yağ oranı daha yüksektir. Özoğul ve ark. (2007) çalışmamızda kullandığımız kırlangıç balığının farklı bir türü olan *T. lucerna*’nın ham yağ içeriğini % 1.59 olarak bildirmektedir. Kırlangıç balığı “az yağlı” bir balıktır. % 0.5’den az yağ içeren balıklar “yağsız”, % 0.5-2 oranında yağ içeren balıklar “yarı-yagli”, % 2’den fazla yağ içeren balıklar ise “yagli” balık olarak sınıflandırılmaktadır (Clucas ve Ward 1996). Çalışmamızda kırlangıç balığı Karadeniz’den avlanan çarpan balığından (Kaya ve Kocatepe 2014) daha yüksek oranda protein ve yağ içerirken; hamsi, çinekop, barbun gibi balıklardan daha fazla miktarda protein içermektedir. Bununla beraber, bu balıklara kıyasla oldukça az oranda yağ içermektedir (Kocatepe ve Turan 2012). Çiğ kırlangıç balığının enerji içeriği 87.39 kcal olarak hesaplanmış olup, bu değer Karadeniz’den avlanan yağlı balıklara kıyasla oldukça düşüktür. Kırlangıç balığının enerji içeriği Karadeniz’den avlanan çarpan balığı ile (82.84 Kcal) (Kocatepe ve ark. 2012) ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 1. Kırlangıç balığı sotesine ait besin kompozisyonu analiz sonuçları

Table 1. Nutrient composition analysis results of tub gurnard saute

Depolama süresi (günler) Storage time (days)	Ham protein Crude protein (g/100g)	Ham yağ Crude fat (g/100g)	Nem Moisture (%)	Ham kül Crude ash (%)	Karbonhidrat Carbohydrate (%)	Enerji Energy (kcal/100g)
Çiğ (Raw)	16.46±0.11 ^a	0.85±0.06 ^c	77.46±0.12 ^a	1.76±0.10 ^b	3.48±0.20 ^b	87.39±0.31 ^c
0	12.14±0.28 ^b	7.62±0.33 ^b	71.55±0.09 ^c	2.56±0.06 ^a	6.13±0.27 ^a	141.63±2.16 ^b
20	13.49±0.54 ^b	9.65±0.06 ^a	73.28±0.11 ^b	1.83±0.05 ^b	1.75±0.53 ^c	147.77±0.76 ^a

±Standart hata. Aynı sütunda günler arasındaki farklı harfler istatistiksel açıdan önemlidir ($P < 0.05$).

±Standard error. Different letters between days are statistically significant in the same column. ($P < 0.05$).

Kırlangıç balığının pişirilme sürecinde içine eklenen katkılar ürünün ham protein ve nem içeriğinde düşüğe sebep olurken, ham yağ ve ham kül miktarında oransal olarak artış gözlenmiştir. Balığa eklenen sıvı yağ ve tereyağı ham yağ içeriğinde artışa sebep olmuştur. Pişirme işlemi ile ürün nem kaybetmiştir. Karbonhidrat değeri pişirme ile artmış ancak depolamanın son günü

azalmıştır ($P < 0.05$). Sote kırlangıç yemeğinin enerji içeriği 141.63 kcal/100g olarak hesaplanmış olup, ürünün bir porsiyonu (200g) yaklaşık 283 kcal’dır. MA paketlenerek 20 gün süresince buzdolabı koşullarında saklanan ürünün, depolama süresi sonundaki ham protein içeriğinde istatistik olarak önemsiz bir artış gözlenmiştir ($P > 0.05$). Paketlenmiş ürünün 0.

güne kıyasla nem içeriği ve ham yağ içeriği artmıştır ($P<0.05$). CO_2 'nin suda ve yağda çözünürlüğü fazladır; sıcaklık düşüşü ile birlikte CO_2 'in suda çözünürlüğü artar (Jay 2000); ve karbonik asit oluşur (Sivertsvik ve ark. 2002b). Çalışmamızda MA paketlenmiş sote kırlangıç yemeğinin nem içeriğindeki artışın sebebi zamanla CO_2 çözünmesinin artmasından kaynaklanabilir.

Fiziksel ve kimyasal analizler

MA paketlenmiş kırlangıç sotesinin depolama süresince paket içi gaz oranları, pH, su aktivitesi,

TBARS ve TVB-N değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Kırlangıç sotesinin paket içi karbondioksit (CO_2) oranının depolama süresince azaldığı görülmüştür. Depolama başında (0. gün) $\% 49.20\pm 1.00$ olan CO_2 değeri, depolamanın son gününde (20. gün) $\% 10.05\pm 2.45$ olarak ölçülmüştür. Bu durumun karbondioksitin, karbonik asidin artışıyla ilgili olarak kas içerisinde sıvı formda çözülmesiyle meydana gelmiş olabileceği söylenebilir (Banks ve ark., 1980; Masniyom, 2011).

Çizelge 2. Kırlangıç balığı sotesine ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları
Table 2. Physical and chemical analysis results of tub gurnard saute

Depolama süresi (günler) Storage time (days)	Paket içi CO_2 Oranı (%) Ratio of CO_2 in package (%)	pH pH	Su aktivitesi Water activity	TBARS (μg MDA/g) TBARS (μg MDA/g)	TVB-N (mg/100 g) TVB-N (mg/100 g)
Çiğ		7.45 ± 0.07^a	0.94 ± 0.00^b	0.71 ± 0.01^c	14.87 ± 0.10^{bc}
0	49.20 ± 1.00^a	6.28 ± 0.01^c	0.95 ± 0.00^b	1.74 ± 0.04^{bc}	9.79 ± 0.06^c
4	33.85 ± 3.95^{ab}	6.07 ± 0.03^d	0.95 ± 0.00^b	2.38 ± 0.24^{ab}	21.24 ± 0.00^{ab}
8	21.20 ± 2.90^{bc}	6.27 ± 0.04^{cd}	0.95 ± 0.00^b	2.98 ± 0.16^a	21.96 ± 0.28^{ab}
12	15.90 ± 3.40^c	6.54 ± 0.07^c	0.95 ± 0.00^b	2.43 ± 0.10^{ab}	20.53 ± 0.88^{ab}
16	10.40 ± 2.70^c	7.00 ± 0.10^b	0.95 ± 0.00^b	1.78 ± 0.12^b	23.57 ± 3.19^a
20	10.05 ± 2.45^c	7.36 ± 0.07^a	0.95 ± 0.00^b	2.14 ± 0.19^b	26.18 ± 1.32^a

\pm Standart hata. Aynı sütunda günler arasındaki farklı harfler istatistiksel açıdan önemlidir ($P < 0.05$).

\pm Standard error. Different letters between days are statistically significant in the same column. ($P < 0.05$).

Çiğ kırlangıç balığına ait pH değeri 7.45 ± 0.07 olarak ölçülmüş olup, bu değer kırlangıç sotesinde 0. günde 6.28 ± 0.01 değerine düşmüştür. Depolamanın 4. gününden itibaren ise yükselmeye başlamış ve 20. günde 7.36 ± 0.07 olarak tespit edilmiştir. Karbondioksitin üründe bulunan suda çözünerek karbonik asit oluşumu ile pH'yı düşürdüğü bildirilmiştir (Siverstik, 2002a). Paketlemeden sonra görülen pH düşüşünün bu durum ile ilgili olduğu söylenebilir. Depolamanın 12. gününden sonra yükselmeye başlayan pH değerleri ise tazeliğin kaybolduğunun bir belirtisi sayılabilir (Şengör ve ark., 2000). Lerfall ve ark., (2018) taze kömür balığı (*P. virens*)'nın pH değerini 7.00 olarak bildirmişler ve MA ile paketlenen balığın pH değerinin depolama süresince farklı MA gazlarından önemli derecede etkilendiğini bildirmişlerdir. Su aktivitesi değeri çiğ kırlangıç

balığında 0.94 ± 0.00 olarak ölçülmüş, bu değer kırlangıç sotede 20 günlük depolama süresince 0.95 ± 0.00 değerinde sabit kalmıştır ($P>0.05$).

TBARS değerindeki artış, esas olarak enzimatik hidroliz ve otooksidasyon ile ilgilidir (Halldorsdottir ve ark., 2013) ve O_2 içeriğinin otooksidasyonu etkilediği bildirilmiştir (Zhu ve ark., 2018). Çiğ kırlangıç balığının TBARS değeri $0.71\pm 0.01 \mu g$ MDA/g olarak belirlenmiştir. Kırlangıç sotesinin 0. günü bu değer $1.74\pm 0.04 \mu g$ MDA/g olarak ölçülmüş, depolamanın son günü (20.gün) ise $2.14\pm 0.19 \mu g$ MDA/g'a yükselmiştir. Ancak su ürünlerinde tüketilebilirlik sınır değeri olan 7-8 mg MDA/kg (Varlık ve ark., 1993) değerini aşmamıştır.

Bununla beraber; TBARS değerlerinin depolama süresince MDA, aminoasitler, proteinler, glikoz ve diğer balık bileşenleri arasındaki çeşitli etkileşimler nedeniyle gerçek yağ oksidasyonu oranını temsil etmediği bildirilmiştir (Fernandez ve ark., 1997; Giatrakou ve ark., 2008). Bu anlamda çalışmamızda sote yapımında kullandığımız sebze ve baharat içeriklerinin TBARS değerlerini etkilemiş olduğu söylenebilir. Giatrakou ve ark., (2008) kekik esansiyel yağı ve MA paketleme ile çeşitli şekillerde paketledikleri kılıç balığının, aerobik ortamda, MA paketleme ve buz içerisinde 18 gün depolamışlardır. Buna göre; grupların TBARS değerlerinin değişken olduğu ve paketleme işlemine bakılmaksızın spesifik bir belirleyici olmadığını ifade etmişlerdir. Sanjua' s-Rey ve ark. (2012) kekik otu ve kekik esansiyel yağlarını tüketime hazır kalamar halkalarına uygulayıp, MA ile paketlemişlerdir. Buna göre; +4°C'de 14 gün depolanan kalamar halkalarının TBARS değerlerinin tüm gruplarda oldukça düşük olduğu bildirilmiştir.

Kırlangıç balığının TVB-N değeri 14.87±0.10 mg/100 g olarak ölçülmüştür. Kırlangıç sotenin 0. günü bu değer 9.79±0.06 mg/100 g'a düşmüş ve depolamanın 20. günü 26.18±1.32 mg/100 g'a yükselmiştir. Su ürünlerinde tazelik ve tüketilebilirlik durumuna göre TVB-N değeri açısından (Varlık ve ark., 1993) kırlangıç sotenin kalitesini değerlendirdiğimizde depolamanın 20. günü ürünün 'iyi' kalitede olduğu söylenebilir.

Kaba ve ark., (2013) çalışmamızla benzer içeriğe sahip alabalıktan elde edilen kokoreci plastik kaplarda (MA kullanmadan) +4°C'de

depolamışlardır. Duyusal olarak bozulmanın gerçekleştiği depolamanın 5. gününde ürünün TVB-N değeri 24.10 mg/100 g olarak bildirilmiştir. Bu değer çalışmamızda MA ile paketlenen kırlangıç sotenin 20. gün TVB-N değerine yakın bulunmuştur.

TVB-N değerinin hızlı yükselmesinin, mikrobiyel yükün artmasının bir göstergesi olduğu bildirilmiştir (Özoğul ve ark., 2004). Çalışmamızda 4, 16 ve 20. gün TVB-N ve mikrobiyolojik değerler incelendiğinde özellikle toplam bakteri yükünün TVB-N ile paralel bir şekilde artış gösterdiği görülmektedir.

Kırlangıç balığı sotesine ait renk analizi sonucu elde edilen L^* , a^* ve b^* değerleri Çizelge 3'te verilmiştir. Çiğ kırlangıç balığına ait L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 61.36±0.25, 3.85±0.11 ve 6.42±0.09 olarak ölçülmüştür. Kırlangıç soteye ait 0. gün değerleri ise sırasıyla; 70.71±0.75, 5.57±0.61 ve 23.55±0.74 olarak belirlenmiştir. 20 günlük depolama süresince ürünün renk değerlerinin L^* 65.90±1.33-70.78±1.33 arasında, a^* 5.00±0.28-8.08±0.25 arasında ve b^* 23.31±1.01-25.31±0.91 arasında değişim gösterdiği gözlenmiştir. Literatürde MA ile paketlenmiş çeşitli balık türlerine ait renk değerlerinin incelendiği çalışmalar (Zhu ve ark., 2018; Wang ve ark., 2019) mevcuttur. Ancak çalışmamızda kırlangıç balığına ek olarak çeşitli sebze ve baharat katkıları kullanılarak elde edilen sotenin renk değerlendirmesinin kıyaslanabileceği çalışmalara rastlanmamıştır. Bu nedenle elde edilen verilerin gelecekte yapılacak benzer çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çizelge 3. Kırlangıç balığı sotesine ait renk (L^* , a^* , b^*) analiz sonuçları

Table 3. Color (L^* , a^* , b^*) analysis results of tub gurnard saute

	L^*	a^*	b^*
Çiğ Raw	61.36±0.25 ^c	3.85±0.11 ^b	6.42±0.09 ^b
0	70.71±0.75 ^a	5.57±0.61 ^{ab}	23.55±0.74 ^a
4	69.73±1.60 ^{ab}	6.14±0.72 ^{ab}	23.38±0.63 ^a
8	68.67±0.37 ^{ab}	5.80±0.76 ^{ab}	24.50±0.32 ^a
12	65.90±1.33 ^{bc}	8.08±0.25 ^a	24.49±0.91 ^a
16	70.78±1.33 ^a	5.26±0.77 ^b	23.31±1.01 ^a
20	67.62±0.85 ^{ab}	5.00±0.28 ^b	25.31±0.91 ^a

±Standart hata. Aynı sütunda günler arasındaki farklı harfler istatistiksel açıdan önemlidir ($P < 0.05$).

±Standard error. Different letters between days are statistically significant in the same column. ($P < 0.05$).

Mikrobiyolojik analizler

Su ürünlerinde bozulmalar fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik olarak gerçekleşir. Özellikle balıktaki fiziksel değişiklikler deneyimli panelistlerce kolayca anlaşılabilir. Avlanma anında başlayan bozulma çevresel faktörlerinde etkisi ile hızlanır. Özellikle mikrobiyolojik bozulma üzerine balığın başlangıç mikroorganizma yükü ve cinsi, av zamanı, bölge, suyun kirlilik durumu, av metodu ve av araçları, muhafaza koşulları, transfer koşulları ve işleme yöntemleri etkilidir (Jayasinghe ve Rajakaruna 2005).

Çiğ kırlangıç balığı ve MA paketlenmiş kırlangıç balığının depolama süresince toplam mezofil ve psikrofil aerob, toplam maya küf, toplam koliform, *B. thermosphacta* ve H₂S üreten (*S. putrefaciens dahil*) mikroorganizmalara ait veriler Çizelge 4'te verilmiştir. Çiğ kırlangıç balığının TMAB, TPAB, TMK, TKB, BrT, ve H₂S üreten bakteri sayıları sırasıyla; 3.48 log kob/g, <1 log kob/g, 2.55 log kob/g, 2.35 log kob/g, 3.44 log kob/g ve <1 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Çiğ kırlangıç balığının mikroflorasında baskın türlerin BrT>TMK>TKB olduğu söylenebilir.

Çiğ balık etinin TMAB bakteri yükü uygulanan ısı işlemi ile birlikte 1.96 log kob/g düşmüştür (P<0.05). MA paketleme işlemi ile birlikte kırlangıç sotenin TMAB yükü 12. güne kadar istatistiksel açıdan değişmemiştir (P<0.05). Paketlemede kullanılan CO₂ gazı aerob bakteri gelişimini baskılamıştır. 12. günden itibaren ise TMAB yükü artmaya başlamış, 20. günde ise maksimum değere ulaşmıştır (5.64 log kob/g). Benzer şekilde psikrofil aerob bakteri yükü pişirme işlemi ile birlikte <1 log kob/g'a düşmüş, ardından zamanla artarak deneme sonunda 4.91 log kob/g'a ulaşmıştır. Pek çok araştırmacı tarafından CO₂ miktarının bakteri gelişimini inhibe ettiği bildirilmiştir (Turan ve Kocatepe 2013; Kocatepe ve ark. 2016; Lerfall ve ark., 2018). Benzer şekilde çalışmamızda da hem mezofil hem de psikrofil aerob bakteri gelişimi yavaştır. Toplam bakteri sayısı >6-7 log kob/g değerine ulaştığında, su ürünlerinde bozulmanın başlayabileceği bildirilmiştir (Poli ve ark. 2006).

Çiğ kırlangıç balığının başlangıç toplam maya-küf sayısı 2.55 log kob/g iken pişirme ile bu değer 1.96 log kob/g'a kadar düşmüş 12. güne kadar da istatistiksel olarak önemli bir artış olmamıştır (P>0.05). Depolamanın sonunda kadar TMK sayısı 4 log kob/g'ı aşmamıştır.

Koliform grubu bakteriler balıkların solungaç ve bağırsaklarında bulunabilen bakteri türleridir ve ısı ile inaktif hale gelirler. Çiğ kırlangıç balığının başlangıç TKB sayısı 2.35 log kob/g iken pişirme işleminin etkisi ile <1 log kob/g'a düşmüş, 20. güne kadar da artış olmamıştır (P>0.05).

BrT'nin gelişebilmesi için en uygun pH aralığı 5-9 pH'dır (Anonim 2010a). Çalışma başında çiğ kırlangıç balığı florasında bulunan BrT ısı işlemi ve eklenen katkıların pH'yı düşürmesine bağlı olarak 1 log kob/g'ın altına düşmüştür. 12. günden itibaren ise artış göstererek depolama süresi sonunda 4.03 log kob/g'a ulaşmıştır.

Kırlangıç sotenin yapıldığı ilk günde ve MA depolamasını izleyen süreçte H₂S üreten bakteriler 12. güne kadar oldukça düşük seviyelerdeyken 12. günden itibaren artış göstermiş ancak 2.50 log kob/g'ı geçmemiştir. Adams ve Moss (2008) soğukta saklanan balıklarda dominant bakteri türlerinin *S. putrefaciens* gibi psikrofil gram negatif çubuk bakteriler olduğunu bildirmektedir. Gıdaların duyu bozulma noktasında, bozulmada rol oynayan ancak istenmeyen değişikliklere sebep olmayan mikroorganizmaların oluşturduğu mikroflora Gram ve ark. (2002) tarafından spesifik bozulma organizması (ları) (Specific Spoilage Organism(s)-SSO) olarak adlandırılmıştır. *Shewanella*, *Lactobacillus*, *Brochothrix*, *Enterobacter*, *Staphylococcus* gibi mikroorganizma cinsleri taze ve bozulmuş su ürünlerinde bulunan SSO'lar arasında bulunur (Jay 2000; Nollet ve Toldra 2009). Çalışmamızda BrT çiğ kırlangıç etinde 3.44 log kob/g düzeyinde tespit edilmiş ancak MA paketlenmiş ürünün 12. gününe kadar 1 log kob/g'ın altında kalmıştır. Depolama süresi sonunda da 4.03 log kob/g tespit edilmiştir. Çalışmamızda da olduğu gibi Nollet ve Toldra (2009)'da özellikle MA paketlenerek soğukta muhafaza edilen ürünlerde BrT bakterilerinin zamanla arttığını belirtmiştir.

SSO'lar dışında ESO olarak adlandırılan Geçici Bozulma Organizmaları (Ephemeral Spoilage Organism) da ürünlerin taşıma, işleme ve depolama aşamalarına bağlı olarak ortaya çıkarlar (Anonim 2010b). Nollet ve Toldra (2009) MA paketlenen ürünlerdeki spesifik ESO'lar arasında Laktik asit bakterileri ve BrT'nin yer aldığını bildirmiştir. Ancak çalışma süresince hem çiğ üründe hem de MA paketlenen üründe laktik asit bakterileri tespit edilememiştir. Benzer şekilde Françoise (2010) MAP uygulanarak paketlenen su ürünlerinde laktik asit bakterilerinin bozulma üzerine çok etkili olmadığını özellikle marine

balık, tuzlu balık ya da soğuk dumanlanmış balık vb. gibi ürünlerde etkili olduğunu vurgulamıştır.

Çalışma süresince hem çiğ kırlangıç balığında hem de MA paketlenmiş ürünlerde TAB, *E. coli* ve *S. aureus* tespit edilememiştir.

Tüm mikrobiyolojik analiz sonuçları incelendiğinde MA paketlenmiş kırlangıç balığının 20 günlük depolama süresi boyunca gözlemlenen spesifik organizma türlerinden en baskınının *B. thermosphacta*, ardından toplam maya küf ve H₂S üreten bakteriler (*S. putrefaciens* dahil) olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4. Kırlangıç balığı sotesine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob/g)

Table 4. Microbiological analysis results of tub gurnard saute (log cfu/g)

	TMAB	TPAB	TMK	TKB	BrT	H ₂ S üreten bakteriler*
Çiğ Raw	3.48±0.44 ^{bc}	<1±0.00 ^e	2.55±0.11 ^c	2.35±0.09 ^a	3.44±0.07 ^b	<1±0.00 ^c
0	1.96±0.00 ^d	<1±0.00 ^e	1.96±0.00 ^d	<1±0.00 ^c	<1±0.00 ^c	<1±0.00 ^c
4	2.35±0.09 ^d	2.26±0.00 ^d	1.96±0.00 ^d	<1±0.00 ^c	<1±0.00 ^c	<1±0.00 ^c
8	2.66±0.00 ^{cd}	2.86±0.05 ^c	2.11±0.15 ^d	<1±0.00 ^c	<1±0.00 ^c	<1±0.00 ^c
12	3.69±0.02 ^b	3.19±0.09 ^b	3.31±0.03 ^b	<1±0.00 ^c	3.29±0.10 ^b	2.35±0.09 ^{ab}
16	4.18±0.04 ^b	3.37±0.05 ^b	3.65±0.03 ^{ab}	<1±0.00 ^c	3.99±0.02 ^a	2.26±0.00 ^b
20	5.64±0.03 ^a	4.91±0.01 ^a	3.91±0.00 ^a	1.96±0.00 ^b	4.03±0.06 ^a	2.50±0.06 ^a

±Standart hata. Aynı sütunda günler arasındaki farklı harfler istatistiksel açıdan önemlidir ($P < 0.05$).

±Standard error. Different letters between days are statistically significant in the same column. ($P < 0.05$).

*TMAB: Toplam mezofilik aerobik bakteri, *Total mesophilic aerobic bacteria*; TPAB: Toplam psikrofilik aerobik bakteri, *Total psychrophilic aerobic bacteria*; TMK: Toplam maya- küf, *Total yeast-mold*; TKB: Toplam koliform bakteri, *Total coliform bacteria*; TAB: Toplam anaerobik bakteri, *Total anaerobic bacteria*; *E. coli*: *Escherichia coli*; *S. aureus*: *Staphylococcus aureus*; BrT: *B. thermosphacta*; *H₂S üreten bakteriler (*S. putrefaciens* dâhil).

SONUÇ

Su ürünleri mikrobiyal kontaminasyona karşı oldukça hassas gıdalardır. Yüksek nem içerikleri ve düşük bağ doku miktarları nedeniyle hızlıca bozulan su ürünlerinin raf ömrünü artırmak amacıyla pek çok yöntem denenmektedir. Son yıllarda artan hızlı ve hazır gıda tüketim alışkanlıkları ile birlikte hayatımıza giren MA paketlenme teknolojisi, su ürünlerinde çiğ ve pişmiş ürünlerde uygulanmaktadır. Çalışmamızda ise kırlangıç balığına ilk kez tüketime hazır “ısıt-ye MA paketlenme kırlangıç sote” olarak uygulanan bu yöntem yenilik arz etmektedir. Çalışma süresince yapılan tüm analizler dikkate alındığında kırlangıç balığının yüksek protein düşük yağ içeriği

ile diyet bir besin kaynağı olduğu, MA paketlenen “ısıt-ye kırlangıç sotenin” tüketici için tavsiye edilebilir raf ömrü, SSO'ların artışı göz önünde tutularak 16 gün olarak önerilebilir.

KAYNAKLAR

Adams, M.R., Moss, M.O. (2008). *Food Microbiology*. RSC Publishing. 463s. ISBN: 978-0-85404-284-5.

Anonim (2010a). http://www.arrowscientific.com.au/Brochothrix_thermosphacta.html. (Erişim tarihi: 22 Haziran 2010).

- Anonim (2010b). http://www.meat-ims.org/symposium_proceeding.pdf. 18p. (Erişim tarihi: 22 Haziran 2010).
- AOAC (1980). Official Methods of Analysis. In: Horwitz W, editor. Animal Feed. 13th ed. USA; 125 pp.
- AOAC (1980a). Official Methods of Analysis. In: Horwitz W, editor. Animal Feed. 13th ed. USA; 125 pp.
- AOAC (1980b). Official Methods of Analysis. In: Horwitz W, editor. Animal Feed. 13th ed. USA; 125 pp.
- AOAC (2000). Official Methods of Analysis. 17th Ed. Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, USA.
- Banks, H., Nickelson, R., Finne, G. (1980). Shelf life studies on carbon dioxide packaged finfish from the Gulf of Mexico. *J. Food Sci.*, 45:157-162, doi:10.1111/j.1365-2621.1980.tb02566.x.
- Boudaya, L., Neifar, L., Rizzo, P., Badalucco, C. Bouain A., Fiorentino, F. (2008). Growth and reproduction of *Chelidonichthys lucerna* (Linnaeus) (Pisces: Triglidae) in the Gulf of Gabe` s, Tunisia. *J. Appl. Ichthyol.*, 24:581–588, doi:10.1111/j.1439-0426.2008.01095.x.
- Carrión-Granda, X., Fernández-Pan, I., Rovira , J., Maté, J. I. (2018). Effect of antimicrobial edible coatings and modified atmosphere packaging on the microbiological quality of cold stored hake (*M. merluccius*) filets. *Hindawi Journal of Food Quality*. doi:10.1155/2018/6194906.
- Clucas, I.J., Ward, A.R. (1996). *Post-harvest fisheries development: a guide to handling, preservation, processing and quality*. Natural Resources Institute. 353 s. ISBN:0-85954-441-9.
- Costa, C., Conte, A., Del Nobile, M.A. (2014). Effective preservation techniques to prolong the shelf life of ready-to-eat oysters. *J Sci Food Agric.*, 94(13): 2661–2667, doi: 10.1002/jsfa.6605.
- Erkan, N., Üretener, G., Alpas, H., Selcuk, A., Özden, Ö., Buzrul, S. (2011). Effect of high hydrostatic pressure (HHP) treatment on physicochemical properties of horse mackerel (*T. trachurus*). *Food Bioprocess Technol.*, 4(7):1322–1329, doi: 10.1007/s11947-010-0415-4.
- Ersoy, B. (2006). Kuzeydoğu Akdeniz (Adana/Karataş) bölgesinde avlanma mevsiminde tüketilen balıkların besin kompozisyonu ve ağır metal içerikleri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı Doktora Tezi, Adana, Türkiye, 155 s.
- Falch, E., Overrien, I., Solberg, C., Slizyte, R. (2010). Composition and calories. In: *Seafood and seafood product analysis*, Nollet, LML and Toldrá, F., eds, CRC Press, Florida. pp. 257-288.
- Fernandez, J., Perez-Alvarez, I.A., Fernandez-Lopez, J.A. (1997). Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat. *Food Chem.*, 59(3):345–53, doi:10.1016/S0308-8146(96)00114-8.
- Françoise, L. (2010). Occurrence and role of lactic acid bacteria in seafood products. *Food Microbiol.*, 27(6): 698-709, doi: 10.1016/j.fm.2010.05.016.
- Gitrakou, V., Kykkidou, S., Papavergou, A., Kontominas, M.G., Savvaidis, I.N. (2008). Potential of oregano essential oil and MAP to extend the shelf life of fresh swordfish: A comparative study with ice storage. *J. Food Sci.*, 73(4):167-173, doi: 10.1111/j.1750-3841.2008.00729.x.
- Gram L., Ravn, L., Rasch, M., Bruhn, J.B., Christensen, A.B., Givskov, M. (2002). Food spoilage-interactions between food spoilage bacteria. *Int J Food Microbiol.*, 78(1-2):79-97, doi:10.1016/S0168-1605(02)00233-7.
- Hall, GM. (1992). *Fish Processing Technology*. Blackie Academic Professional, New York, USA. ISBN: 978-1-4613-1113-3.
- Halldorsdottir, S. M., Kristinsson, H. G., Sveinsdottir, H., Thorkelsson, G., Hamaguchi, P. Y. (2013). The effect of natural antioxidants on haemoglobin-mediated lipid oxidation during enzymatic hydrolysis of cod protein. *Food Chem.*, 141(2):914-919, doi: 10.1016/j.foodchem.2013.03.101.

- Halkman, A.K. (2005). Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları, Ankara Üniversitesi. 358 s. ISBN:975-00373-0-8.
- İlhan Uçkun, D., Toğulga, M. (2007). Age, growth and reproduction of tub gurnard *Chelidonichthys lucernus* Linnaeus, 1758 (Osteichthyes: Triglidae) from İzmir Bay, Aegean Sea, Eastern Mediterranean. *Acta adriat.*, 48(2): 173 – 184.
- İşmen, A., İşmen, P., Başusta, N. (2004). Age, Growth and reproduction of tub gurnard (*Chelidonichthys lucerna* L. 1758) in the Bay of İskenderun in the Eastern Mediterranean. *Turk J Vet Anim Sci.*, 28, 289-295.
- Jay, J.M. (2000). Food preservation with modified atmospheres. In: *Modern Food Microbiology*, Aspen publishers, pp 283-300.
- Jayasinghe, P.S., Rajakaruna, R.M.A.G.G. (2005). Bacterial contamination of fish sold in fish markets in the central province of Sri Lanka, *J. Natn. Sci. Foundation Sri Lanka*, 33(3):219-221, doi:10.4038/jnsfsr.v33i3.2328.
- Kaba, N., Çorapçı, B. Eryaşar, K. (2013). Production of kokoreç from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) and determination of shelf life. *BIBAD*, 6(2): 6-10.
- Kaya Y., Kocatepe D. (2014). Chemical composition and nutritional quality of scorpion fish (*Scorpaena porcus*, Linnaeus 1758) muscle. *Indian Journal of Anim. Research.*, 48(1):83-87, doi:10.5958/j.0976-0555.48.1.018.
- Kerim, M., Ayvaz, B., Kaya, D., Ustaoglu Tırl, S., Baki, B. (2014). Kırlangıç balığı (*Chelidonichthys lucerna* L., 1758)'nın kültür ortamına adaptasyonu üzerine bir çalışma. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 29(1):14-20.
- Kirtıl, E., Kilercioğlu, M., Oztop, M. H. (2016). Modified Atmosphere Packaging of Foods. In: *Reference Module in Food Sciences*. Elsevier. Amsterdam, Netherlands: ISBN: 9780081005965.
- Kocatepe D., Turan H. (2012). Proximate and fatty acid composition of some commercially important fish species from the Sinop region of the Black Sea. *Lipids*. 47(6):635-641, doi: 10.1007/s11745-012-3658-1.
- Kocatepe, D., Turan, H., Altan C.O., Keskin İ., Ceylan A. (2016). Effect of modified atmosphere packaging on the shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) mince. *Food Sci. Technol. Int.*, 22(4):343-352, doi: 10.1177/1082013215601771.
- Kostaki, M., Giatrakou, V., Savvaidis, I.N., Kontominas, M.G. (2009). Combined effect of MAP and thyme essential oil on the microbiological, chemical and sensory attributes of organically aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) filets. *Food Microbiol.*, 26(5):475-482, doi: 10.1016/j.fm.2009.02.008.
- Küçükgülmez A., Çelik M., Ersoy B., Yanar Y. (2010). Effects of season on proximate and fatty acid compositions of two mediterranean fish-the round herring (*E. teres*) and tub gurnard (*C. lucernus*). *J. Food Sci. Technol.* 45(5):1056-1060, doi:10.1111/j.1365-2621.2010.02237.x.
- Lee, K.E., Kim, H.J., An, D.S., Eun Soon Lyu, E.S., Lee, D.S. (2008). Effectiveness of modified atmosphere packaging in preserving a prepared ready-to-eat food. *Packag. Technol. Sci.*, 21(7): 417–423, doi:10.1002/pts.821.
- Lerfall, J., Thomassen, G.M.B., Jakobsen, A.N. (2018). Quality of fresh saithe (*P. virens*) in modified atmosphere packages as affected by the gas composition. *Food Packaging and Shelf Life*, 18(4): 147–156, doi:10.1016/j.fpsl.2018.11.006.
- Ludorf, W., Meyer, V. (1973). *Fishe und fisherzeuge*. Z.Auflage. Verlag Paul Parey In Berlin und Hamburg; pp. 209-210.
- Masniyom, P. (2011). Deterioration and shelf-life extension of fish and fishery products by modified atmosphere packaging. *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 33 (2):181-192.
- McCarthy, I.D., Marriott, A.L. (2018). Age, growth and maturity of tub gurnard (*C. lucerna* Linnaeus 1758; Triglidae) in the inshore coastal waters of Northwest Wales, UK. *J Appl Ichthyol.*, 34(3):581–589, doi: 10.1111/jai.13614.
- Nollet, L.M.L., Toldrá, F. (2009). *Handbook of seafood and seafood product analysis*. CRC Press. Taylor& Francis Group. Boca Raton. New York, 928 p. ISBN: 13: 978-1420046335.

- Özoğul, F., Polat, A., Özoğul, Y. (2004). The effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardines (*S. pilchardus*). *Food Chem.*, 85(1):49–57, doi:10.1016/j.foodchem.2003.05.006.
- Özoğul Y., Özoğul F., Alagöz S. (2007). Fatty acid profiles and fat contents of commercially important seawater and freshwater fish species of Turkey: A comparative study. *Food Chem.*, 103(1):217-223, doi:10.1016/j.foodchem.2006.08.009.
- Polat, H., Çakmak, E. (2012). Kültür şartlarına adapte edilen kırlangıç balığı (*C. lucerna Linnaeus, 1758*)'ndan döl alımı. *Yunus Araştırma Bülteni*, (4):1-5, doi:10.17693/yunusae.v2012i21907.235428.
- Poli, M. B., Messini, A., Parisi, G., Scappini, F., Vigiani, V., Giorgi, G., Vincenzini, M. (2006). Sensory, physical, chemical and microbiological changes in European sea bass (*D. labrax*) fillets packed under modified atmosphere/air of prepared from whole fish stored in ice. *Int J Food Sci Technol.*, 41(4):444-454, doi:10.1111/j.1365-2621.2005.01094.x.
- Ravi-Sankar, C.N., Lalitha, K.V., Jose, L., Manju, S. and Gopal, T.K.S. (2008). Effect of packaging atmosphere on the microbial attributes of pearlspot (*E. Suratensis, Bloch*) stored at 0-2°C. *Food Microbiol.*, 25(3):518- 528, doi:10.1016/j.fm.2007.12.003.
- Richards, W.J., Saksena, V.P. (1990). Triglidae. In: *Check-List of the Fishes of the Eastern Tropical Atlantic (CLOFETA)*. Quero, J. C., Hureau, J. C., Karrer, C.A.P., Saldanha, L. (Eds). JNICT, Lisbon: SEI, Paris and UNESCO, Paris, (2):680-684.
- Roncarati, A. Mariotti, F. Felici, A. Meligrana M. Melotti P. (2016). Suitability of artisanal fishery discards as feed for juvenile tub gurnard (*C. lucerna L.*) reared in sea bottom cages in the mid Adriatic Sea. *Medit. Mar. Sci.*, 17(3): 644-650, doi:10.12681/mms.1750.
- Roncarati, A., D'Andrea, M., Pilla, F., Felici, A., Melotti, P. (2013). Tub gurnard *Chelidonichthys lucerna L.*: a new fish species suitable for farming? First answers evaluating the growth of juveniles reared at different stocking densities, welfare and fillet quality. *Aquaculture Research*, 44:1140–1151, doi:10.1111/j.1365-2109.2012.03238.x.
- Rutherford, T.J., Marshall, D.L., Andrews, L.S., Coggins, P.C., Schilling, M.W., Gerard, P. (2007). Combined effect of packaging atmosphere and storage temperature on growth of *Listeria monocytogenes* on ready-to-eat shrimp. *Food Microbiol.*, 24(7-8): 703–710, doi: 10.1016/j.fm.2007.03.011.
- Sanjua's-Rey, M., Pourashouri, P., Velazquez, J.B., Aubourg, S.P. (2012). Effect of oregano and thyme essential oils on the microbiological and chemical quality of refrigerated (4°C) ready-to-eat squid rings. *Int J Food Sci Technol.*, 47(7): 1439–1447, doi:10.1111/j.1365-2621.2012.02991.x.
- Sivertsvik, M., Jeksrud, W.K., Rosnes, J.T. (2002a). A review of modified atmosphere packaging of fish and fishery products—Significance of microbial growth, activities and safety. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 37(2):107–127, doi:10.1046/j.1365-2621.2002.00548.x.
- Sivertsvik, M., Rosnes, J.T., Bergslien, H. (2002b). Modified atmosphere packaging. In: *Minimal Processing Technologies in the Food Industry*, Ohlsson, T., Bengtsson, N. (ed.). CRC Press, Boston, New York Washington, DC, pp 61-86.
- Speranza, B., Corbo, M.R., Conte, A. Sinigaglia, M., Del Nobile, M.A. (2009). Microbiological and sensorial quality assessment of ready-to-cook seafood products packaged under modified atmosphere. *J Food Sci.*, 74(9):473-478, doi: 10.1111/j.1750-3841.2009.01369.x.
- Stamatis, N., Arkoudelos, S.J. (2007). Quality assessment of *Scomber colias japonicus* under modified atmosphere and vacuum packaging. *Food Control*, 18(4):292-300, doi:10.1016/j.foodcont.2005.10.009.
- Şengör, G.F., Çelik, U., Akkuş, S. (2000). Buzdolabı koşullarında depolanan istavrit balığı (*T. trachurus, L. 1758*)'nın tazeliginin ve kimyasal bileşiminin belirlenmesi. *Türk J Vet Anim Sci.*, 24(3):187–193.
- Tsironi, T.N., Taoukis, P.S. (2018). Current practice and innovations in fish packaging. *J*

- Aquat Food Prod T.*, 27(10):1024–1047, doi:10.1080/10498850.2018.1532479.
- Turan H., Kocatepe D. (2013). Different MAP conditions to improve the shelf life of sea bass. *Food Sci Biotechnol.*, 22(6):1589-1599, doi:10.1007/s10068-13-0255-x.
- Uyan, A, Turan, C. (2017). Genetic and morphological analyses of tub gurnard *C. lucerna* populations in Turkish marine waters. *Biochem. Syst. Ecol.*, 73:35-40, doi:10.1016/j.bse.2017.06.003.
- Vallisneri, M., Stagoni, M., Montanini, S., Tommasini, S. (2011). Body size, sexual maturity and diet in *C. lucerna* (Osteichthyes: Triglidae) from the Adriatic Sea, north eastern Mediterranean. *Acta adriat.*, 51(1): 141 – 148.
- Varlık, C., Ugur, M., Gokoglu, N., Gun, H. (1993). *Su ürünlerinde kalite kontrol ilke ve yöntemleri*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 17, Ayrıntı Matbaası, Ankara. 174s.
- Velioğlu, H.M., Tümay Temiz H., Boyacı, İ.H. (2015). Differentiation of fresh and frozen-thawed fish samples using Raman spectroscopy coupled with chemometric analysis. *Food Chem.*, 172:283-290, doi:10.1016/j.foodchem.2014.09.073.
- Walsh, H., Kerry, J. P. (2012). Packaging of ready-to-serve and retail-ready meat, poultry and seafood products. In: *Advances in Meat, Poultry and Seafood Packaging*. Kerry, J. P., (Ed.) Cambridge, UK: Woodhead Publishing, pp 406–436.
- Wang, Z.C., Yan, Y., Fang, Z., Nisar, T., Sun, L., Guo, Y. Xia, N., Wang, H., Chen, D.W. (2019). Application of nitric oxide in modified atmosphere packaging of tilapia (*O. niloticus*) fillets. *Food Control*, 98:209–215, doi:10.1016/j.foodcont.2018.11.043.
- Zhu, Z., Gao, H., Gao, T., Sun, D.W. (2018). Quality comparison of grass carp and salmon fillets packaged in modified atmosphere with different composite films. *J Food Process Eng.*, doi: 10.1111/jfpe.12803.