

Yeşil çay ekstresinin soğuk muhafaza koşullarında depolanan levrek (*Dicentrarchus labrax*) filetolarında kaliteye etkisi

The effect of green tea extract on the quality of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) filets in cold storage conditions

Elifcan Duman^{1*} • Can Altınelataman²

¹ Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 35100 İzmir, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0002-3918-5722>

² Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, 35100 İzmir, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0002-7105-2276>

Corresponding author: elifcanduman@gmail.com

Received date: 05.12.2019

Accepted date: 08.03.2020

How to cite this paper:

Duman, E. & Altınelataman, C. (2020). The effect of green tea extract on the quality of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) filets in cold storage conditions. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(3), 229-236. DOI: [10.12714/egejfas.37.3.04](https://doi.org/10.12714/egejfas.37.3.04)

Öz: Sahip olduğu yüksek besin değerine karşın muhafaza ömrü kısa olan su ürünlerinde, diğer gıdalarda da olduğu gibi antioksidanlar, muhafaza süresince kalitenin korunması amacı ile kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı; tüketicinin de kolaylıkla uygulayabileceği bir yöntem olan klasik demleme yöntemi ile elde edilen yeşil çay ekstraktı kullanılarak levrek (*Dicentrarchus labrax*) filetolarının 0-4 °C'deki oksidatif stabilitesini gözlemlemektir. Belirlenen konsantrasyonlarda (0,4-0,8-1,2 g/ml) ve daldırma sürelerinde (10-20 dk) yeşil çay ekstraktı uygulanıp 0-4 °C'de depolanan filetoların, depolamanın 0., 3., 6. ve 9. günlerinde Tiyoobarbitürik asit reaktif maddeler (TBARs) analizi, duyu analizi ve renk analizi gerçekleştirilmiştir. Literatüre bağlı olarak önemli bir etki beklenmemesine rağmen toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) analizi de ilave olarak yapılmıştır. Analizlerin sonucunda, yeşil çay ekstraktı uygulanmış tüm örneklerin TBARs sonuçları, 9 günlük depolamanın ardından kontrol grubunun sonuçları ile kıyaslandığında, anlamlı farklar bulunmuştur (p<0,05). Depolamanın sonunda 4. grup (0,8 g/ml-20dk) 0,31±0,009 µ mol MDA/ g değeri ile en iyi sonuçları verirken, diğer gruplar ile arasında anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır (p<0,05). Yeşil çay ekstraktının; beklendiği üzere önemli bir antimikrobiyal ve duyu analizi etkisi göstermediği belirlenmiştir. Renk değerlerine ise içeriğinde bulunan renk maddeleri doğrultusunda yeşil rengini ifade eden a* değerinde negatif yönde artışa ve sarı rengini ifade eden b* değerlerinde pozitif yönde artışa neden olmuştur. Bu çalışmanın sonucunda, levrek filetolarında doğal antioksidan olarak yeşil çay ekstraktının kullanılabilir olduğu bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Yeşil çay, antioksidan, levrek, raf ömrü, gıda uygulamaları

Abstract: Despite its high nutritional value, antioxidants are used in aquaculture products that have a short lifetime, as in other foods, to maintain quality during preservation. The purpose of this study; it is to observe the oxidative stability of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) filets at 0-4 °C using green tea extract obtained by classical brewing method, which is a method that can be applied by the consumer with ease. Determined concentrations (0.4-0.8-1.2 g / ml) and immersion times (10-20 min) green tea extract is applied and the filets stored at 0-4 °C Thiobarbituric acid reagents (TBARs) analysis, sensory analysis and color analysis were performed on days 0, 3, 6 and 9 of storage. Depending on the literature, although no significant effect is expected, total aerobic mesophilic bacteria (TAMB) analysis was also performed additionally. As a result of the analyzes, significant differences were found when the TBARs results of all samples with green tea extract applied were compared with the results of the control group after 9 days of storage (p <0.05). At the end of storage, the 4th group (0.8 g / ml-20min) gave the best results with 0.31 ± 0.009 µ mol MDA / g and there is a significant difference was found between the other groups (p <0.05). Green tea extract; As expected, it was determined that it did not have a significant antimicrobial and sensory effect. The color values caused a negative increase in the a* value, which expresses its green color as expected due to the color substances in its content, and a positive increase in the b* values, which express the yellow color. As a result of this study, it was found that green tea extract can be used as natural antioxidant in sea bass filets.

Keywords: Green tea, antioxidant, sea bass, shelf life, food applications

GİRİŞ

Balık, besleyici bir gıda olarak her zaman önemli sayılmış, genel diyet önerileri içerisinde yerini daima koruyan ve fonksiyonel bir besin maddesi olarak sağlıkta çok önemli role sahip bir besindir. Balık yağı ile zenginleştirilmiş insan diyetinin bilişsel bozuklukların önlenmesinde ve beyin gelişiminde yararlı etkileri olduğu tespit edilmiştir (Özoğul vd., 2018). Bunların yanı sıra, balık etinin dayanım ömrü diğer etlere kıyasla oldukça kısadır (Dursun ve Erkan, 2009). Yüksek derecede bozulabilir olan ve kısa bir raf ömrüne sahip olan taze balık filetolarının kalitesindeki bozulma; lipid oksidasyonu,

enzim aktivitesi ve mikroorganizmaların metabolik aktivitelerinden kaynaklanır (Arashisar vd., 2004).

Su ürünlerinde lipid oksidasyonundaki artış, yağ asitlerinin kimyasal yapısına, ürünün üretim şekline, gıdaların pişirilme ya da depolama şartlarına bağlı olarak değişmektedir. Oksidasyonun engellenmesi için ise gıdaların daha düşük sıcaklıkta tutulması, oksidasyonu hızlandıran enzimlerin inaktive edilmesi, uygun paketleme sistemlerinin kullanılması ve antioksidan maddeler kullanımı gibi yöntemler uygulanabilmektedir (Yanishlieva, 2001).

Sentetik gıda katkı maddelerinin güvenilirliklerinin test edilmesi için çok ciddi çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda sentetik antioksidanların toksik aktiviteye sahip olduğu ve insanlar için de kanserojen etki gösterebileceği sonucuna varılmıştır (Yingming vd., 2004). Katkı maddesi içermeyen doğal ürünlere yönelik artan tüketici talepleri ve yeni üretim teknikleri doğal katkı maddelerine olan ilgiyi arttırmıştır. Antioksidanlar, az miktarlarda kullanımıyla bile yağ oksidasyonunu engelleyen ya da geciktiren gıda katkı maddelerinin önemli bir grubudur. Gıdalarda, butil hidroksianisol, butil hidroksitoluen ve tersiyer bütül hidroksinon gibi sentetik antioksidanlar ya da tokoferoller, askorbik asit, karotenoidler, flavonoidler, aminoasitler, fosfolipidler ve steroller gibi doğal antioksidanlar kullanılmaktadır (Gümüş vd., 2019).

Yeşil çay ile ilgili yapılmış çalışmalar, yeşil çayın nutrasötikler ve fonksiyonel gıdalar gibi büyüyen bir pazarda yer almasını sağlamıştır. Yeşil çay ekstresi antioksidan özelliklere sahip polifenolik bileşenler içerir. Baskın aktif bileşenleri; katesinler olarak bilinen flavanol monomerlerdir. Bu bileşiklerden en etkilileri epigallokatesin-3 gallat ve epikatesin-3-gallattır (Senanayake, 2013). Yeşil çayın su ürünlerinde kullanıldığı çalışmaların yanı sıra (Wanasundara ve Shahidi, 1998; El-Hanafy vd., 2010; Kulawik vd., 2019; Jamróz vd., 2019), domuz sosisinde (Lin vd., 2011), et emülsyonlarında (Jongberg vd., 2015; Bozkurt, 2006), yoğurta (Muniandy vd., 2016; Jaziri vd., 2009) ve daha pek çok farklı gıda grubunda antioksidan olarak kullanımının denendiği çalışmalar mevcuttur.

Yoğun bir ticari öneme sahip olan ve yoğun bir şekilde yetiştiriciliği yapılan türlerden birisi olan levrek (*Dicentrarchus labrax*), Akdeniz bölgesindeki en önemli ekonomik balık türlerinden biridir (Smart, 2001). Levrek kaliteli, lezzetli, hassas ve pahalı bir balık türüdür. Aynı zamanda beyaz et oranı yüksek, tadı yumuşak ve az yağlı içeriğe sahiptir (Body vd., 1992). Yetiştiricilik yoluyla elde edilen üretimin son 10 yıl içerisinde giderek arttığı göz önüne alındığında levrek üretiminin bu artışın en büyük paydaşı olduğu görülmektedir. Bu tür, genel olarak, tüm ya da filetolanmış halde, Türkiye'deki pazarın büyük bir kısmı tarafından tüketilmektedir. Deniz levreği normalde buzdolabında depolandığında oldukça sınırlı raf ömrüne sahip olduğundan, yurt içinde tüketildiği ve büyük miktarlarda ihraç edildiği için, ürünü korumak oldukça önemlidir (Uçar ve Özoğul, 2019).

Bu çalışmada, yeşil çay ekstresinin antioksidan özelliklerinden yararlanmak amacıyla, bu ekstrenin farklı konsantrasyonlarında ve farklı daldırma sürelerinde levrek filetolarındaki etkisi kimyasal ve mikrobiyolojik analizlerle değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Yeşil çayın ekstraksiyonu

Çalışmada ekstresi elde edilmek amacıyla ile süpermarketlerden temin edilen, 100'er gramlık teneke

ambalajlar haline satılan toz yeşil çay (*Camellia sinensis*) kullanılmıştır. Antioksidatif özelliklerinden yararlanılacak olan yeşil çayın kullanımı; sıcak su ilavesi ile klasik demleme yönteminin ardından süzme işlemi ile yeşil çay ekstresinin elde edilmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Literatürdeki çalışmaların çoğunda; Wanasundara ve Shahidi'nin (1998) kullandığı 100, 200, 500 ve 1000 ppm ile El-Hanafy vd. (2010)'nin kullandığı % 2, 4 ve 6 değerleri arasındaki konsantrasyonlarda çözümler kullanılmıştır. Bu çalışmada da benzer şekilde konsantrasyon olarak ara değerler olan 0,4 - 0,8 - 1,2 g yeşil çay / 100 ml su olacak şekilde 3 farklı konsantrasyon uygulanmıştır. Konsantrasyonlara göre gereken yeşil çay miktarı tartıldıktan sonra, gereken miktarda içme suyu kalitesinde kaynar su ile 10 dakika demlenip, kaba filtre kâğıdı ile süzildikten sonra oda sıcaklığına (25 °C) gelmesi beklenmiştir.

Balığa antioksidan uygulanması ve depolama koşulları

Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Laboratuvarı'na günlük olarak ve soğuk zincir kırılmadan strafor içerisinde getirilmiş 30 adet orta boy levrek derili bir şekilde filetolanarak 60 adet fileto elde edilmiştir. Antioksidan uygulaması; örneklerin belirlenen farklı gruplara göre (Tablo 1), hazırlanan solüsyona 10 ve 20 dakika daldırılarak oda sıcaklığı koşullarında bekletilmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Daldırma işlemi 8'er adet filetodan oluşan 6 grup için ayrı ayrı yapılırken, kontrol grubu herhangi bir işlem uygulanmadan doğrudan buzdolabı koşullarına alınmıştır. Ardından örnekler 3'er dakika süzildikten sonra 8 filetodan oluşan gruplar halinde boyutları 26x28 cm olan fermuarlı buzdolabı torbalarına yerleştirilerek laboratuvarında bulunan buzdolabında (0-4 °C) depolanmıştır. Analizler için 0., 3., 6. ve 9. günlerde torbalardan gerekli miktarlarda alındıktan sonra, torbalar tekrar buzdolabı koşullarına konulmuştur.

Tablo 1. Grupların adlandırılması

Table 1. Names of groups

Grup Adı	Yeşil Çay Konsantrasyonu (g/ml)	Bekletme Süresi (dk)
K	-	-
1	0,4	10
2	0,4	20
3	0,8	10
4	0,8	20
5	1,2	10
6	1,2	20

Analiz yöntemleri

Tiyobarbütrik asit reaktif maddeler (TBARS) analizi 0., 3., 6. ve 9. günlerde olmak üzere dört kez, Lemon (1975)'in uyguladığı yöntemle göre gerçekleştirilmiştir. Çözelti olarak %0,1'lik Propil Gallat ve %7,5'lik TCA kullanılmıştır. 45 gram

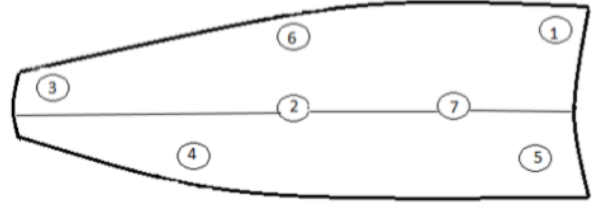
örneğe 45'er ml çözümlerden eklendikten sonra homojenize edilmiştir. Homojenize edildikten sonra süzülen örneklerden, 3'er grup olacak şekilde 4'er ml tüplere alınmıştır ve üzerlerinde 4'er ml TBA reaktifi eklendikten sonra 40 dakika süre ile su banyosunda (100 °C) beklemeye alınmıştır. Soğumaları beklenerek 530 nm dalga boyunda köre karşı optik dansitesi okunmuştur. Ölçülen absorpsiyon değerleri kullanılarak TBARS değerleri hesaplanmıştır.

Balıkların çiğ olarak duyuşal değerlendirmesi, Poli vd. (2006)' nin Avrupa Birliği Konseyi tarafından, belirli balıkçılık ürünleri için ortak pazarlama standartlarının belirlendiği 2406/96 sayılı konsey tüzüğünden (1996) yararlanarak kullandıkları duyuşal değerlendirme tablosu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tablo en iyi puan 3, en düşük puan 0 olacak şekilde puanlamak üzere 3 parametreden oluşmaktadır. Her bir parametre için 0; kabul edilemeyecek duyuşal özelliklere sahip balık etini gösterirken, daha yüksek puanlar daha yüksek kaliteyi belirtmiştir. Duyusal analizler konu ile yakından ilgili olan Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi öğretim üyeleri ve lisansüstü öğrencilerinden oluşan 7 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir.

Toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayımı 0. ve 7. günlerde Plate Count Agar (PCA) besi yeri kullanılarak yapılmıştır. Çalışmanın asıl hedefi yeşil çay ekstresinin oksidatif kaliteye etkisini ölçmek olduğu için, mikrobiyolojik analiz günleri 0. gün ve mikrobiyal limitin aşılacağına düşünöldüğü 7. gün şekilde belirlenmiştir. Kültürel sayım dökme plak yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan seri dilüsyonlardan 1 ml alınıp 3 paralelli ekim yapılmıştır ve plaklar 30±1°C'de 48±3 saat inkübasyona bırakılmıştır (ICMSF,

1983). İnkübasyon bitiminde bütün koloniler "toplam bakteri" olarak sayılmıştır.

Balığın kalitesi ve yeşil çay ekstresinin renk verici özelliğinin ne boyutta olduğunu saptamak amacıyla DR LANGE Spektro-pen (Hach-Lange GmbH & Co., Dusseldorf, Germany) renk ölçüm cihazı kullanılarak ölçümler gerçekleştirilmiştir. Filetoların iç kısmından alınan renk ölçümleri her örnekte aynı noktalar olmak üzere 7 noktadan alınmıştır (Şekil 1) ve bu değerlerin ortalaması kullanılmıştır (Erdem vd., 2011). Ölçüm sonuçları değerlendirmesi Schubring (2003) metodu kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 1. Fileto üzerinde renk ölçümü alınan noktalar
Figure 1. Color measurement points on fillet

Çalışmadan elde edilen bulgular SPSS 16.0 for windows (SPSS, 2007, Version 16.0.0 Chicago, IL, USA) paket programı kullanılarak istatistiksel olarak One way Anova ve Duncan Çoklu Testi kullanılarak %95 güven eşliğinde değerlendirilmiştir.

BULGULAR

TBARS analizi sonuçları; depolamanın 0., 3., 6. ve 9. günlerinde, yeşil çay ekstresi uygulanmış ve uygulanmamış levrek filetolarında Tablo 2'de olduğu gibi tespit edilmiştir.

Tablo 2. Levrek filetoları deney grupları TBARS (μ mol MDA/g balık) değerleri

Table 2. TBARS (μ mol MDA / g fish) values of sea bass filets experimental groups

TBARS	Çalışma						Grupları	
	Gün	K	1	2	3	4	5	6
0.	0,36 ± 0,042 ^{a4}	0,38 ± 0,012 ^{a4}	0,28 ± 0,04 ^{b3}	0,25 ± 0,007 ^{b3}	0,35 ± 0,005 ^{a2}	0,15 ± 0,005 ^{c4}	0,17 ± 0,008 ^{c3}	
3.	0,52 ± 0,009 ^{b3}	0,48 ± 0,002 ^{a3}	0,32 ± 0,013 ^{c3}	0,27 ± 0,007 ^{d3}	0,20 ± 0,003 ^{e4}	0,36 ± 0,002 ^{b2}	0,17 ± 0,014 ^{f3}	
6.	0,87 ± 0,065 ^{a2}	0,72 ± 0,012 ^{b1}	0,52 ± 0,017 ^{c2}	0,44 ± 0,005 ^{d2}	0,38 ± 0 ^{d1}	0,31 ± 0,01 ^{e3}	0,39 ± 0,005 ^{d2}	
9.	0,98 ± 0,009 ^{a1}	0,60 ± 0,01 ^{d2}	0,65 ± 0,006 ^{c1}	0,48 ± 0,005 ^{f1}	0,31 ± 0,009 ^{g3}	0,70 ± 0,002 ^{b1}	0,54 ± 0,002 ^{e1}	

(K:kontrol, 1:0,4g/100ml-10dk, 2:0,4g/100ml, 20dk, 3:0,8g/100ml, 10dk, 4:0,8g/100ml, 20dk, 5:1,2g/100ml, 10dk, 6:1,2g/100ml, 20 dk) a, b, c, d, e, f, g:farklı harfler gruplar arası istatistiksel farkı ifade eder. 1, 2, 3, 4:farklı sayılar gruplar içi farkı ifade eder (n=3, p<0.05)

Başlangıç değerlerine göre; kontrol grubunun TBARS değeri ile kıyaslandığında 1 ve 4 numaralı gruplar hariç tüm grupların TBARS değerleri anlamlı olarak daha düşük çıkmıştır. 3.gün kontrol grubunun, 1. grubun ve 5. grubun TBARS değeri artış göstermiştir. 0,52 μ mol MDA/g değeri ile kontrol grubunun oksidasyon seviyesi en yüksektir. TBARS değerlerinde anlamlı bir düşüş saptanan tek grup, %0,8'lik konsantrasyona sahip yeşil çay ekstresinde 20 dakika bekletilmiş olan 4. gruptur.

6. gün 5. grup hariç tüm gruplarda artış olmuştur. 5. grubun istatistiksel olarak gruplar arası ve grup içi en düşük TBARS değerine sahip olduğu görölmüştür. Depolamanın son günü olan 9. günde 1. ve 4. grup hariç tüm deney gruplarında depolama süresince oluşan en yüksek değerler tespit edilmiştir. Kontrol grubu 1,05 μ mol MDA/ g olarak tespit edilirken, yeşil çay ekstresi uygulanmış grupların TBARS değeri anlamlı şekilde düşük olmuştur. %8 'lik yeşil çay ekstresinde 20

dakika daldırılan 4. grupta, TBARs sonuçlarına göre oksidasyonu önlemede diğer gruplardan daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Duyusal analiz sonuçları; depolamanın 0., 3., 6. ve 9. günlerinde, yeşil çay ekstresi uygulanmış ve uygulanmamış levrek filetolarında [Tablo 3](#)'te olduğu gibi tespit edilmiştir.

Tablo 3. Levrek filetoları deney gruplarının duyusal analiz sonuçları
Table 3. Sensory analysis results of sea bass filets experimental groups

Duyusal	Çalışma Grupları						
	Gün	K	1	2	3	4	5
0.	2,00± 0 ^{a1}	2,33± 0,01 ^{a1}	3,00± 0,002 ^{a1}	2,00± 0 ^{a1}	2,33± 0,003 ^{a1}	2,00±0 ^{a1}	2,33± 0,01 ^{a1}
3.	1,66± 0 ^{b12}	2,33± 0,6 ^{ab1}	3,00± 0,6 ^{a1}	1,66± 0,6 ^{ab1}	2,33±0 ^{ab1}	2,33± 0,1 ^{ab1}	2,00± 0,6 ^{ab12}
6.	1,00± 0,6 ^{a2}	2,00± 0 ^{a1}	0,66± 0,6 ^{a2}	1,66± 0,6 ^{a1}	2,00±0 ^{a1}	1,66± 0,6 ^{a2}	1,66± 0,6 ^{a2}
9.	0,00± 0 ^{a3}	0,00±0 ^{a2}	0,66±0,6 ^{a2}	0,00±0 ^{a2}	0,66±0,6 ^{a2}	0,00±0 ^{a3}	0,66±0,6 ^{a3}

(K:kontrol, 1:0,4g/100ml-10dk, 2:0,4g/100ml, 20dk, 3:0,8g/100ml, 10dk, 4:0,8g/100ml, 20dk, 5:1,2g/100ml, 10dk, 6:1,2g/100ml, 20 dk) a, b, c, d, e, f, g:farklı harfler gruplar arası istatistiksel farkı ifade eder. 1, 2, 3, 4:farklı sayılar gruplar içi farkı ifade eder (n=3, p<0.05)

Duyusal analiz sonuçları incelendiğinde, depolamanın ilk günü olan 0. günde gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir (p>0.05). 6. günün sonunda 2., 5. ve 6. grupların skor değerinde anlamlı düşüşler olduğu görülmektedir. 2. grup hariç, grup içi en düşük skor değeri 9. günde saptanmıştır. 3. ve 6. grupta ise grup içi skor değişimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Depolamanın son günü olan 9. günde grupların değerlendirme skorları arasında anlamlı bir fark olmadığı gözlenmiştir. Bu sonuçlara göre 2. grubun tüketilebileceği maksimum gün sayısı 3 iken, kontrol dahil diğer grupların raf ömrü 6 gün olarak belirlenmiştir.

Grupların 0. ve 7. güne ait toplam aerobik mezofilik bakteri sayım sonuçları [Tablo 4](#)'te görülmektedir.

Tablo 4. 4 °C de depolanan levrek filetolarının TAMBS değişimi (logkob/g)
Table 4. TAMBS change of sea bass filets stored at 4 °C (logkob / g)

TAMBS	Çalışma Grupları						
	Gün	K	1	2	3	4	5
0.	4,25± 0,23	4,34± 0,03	4,38± 0,3	4,30± 0,05	4,00± 0,2	4,08± 0,04	3,74±0,09
7.	8,86± 0,3	8,71± 0,05	8,74±0,16	8,47±0,12	8,49±0,3	8,61±0,9	8,79±0,07

(K:kontrol, 1:0,4g/100ml-10dk, 2:0,4g/100ml, 20dk, 3:0,8g/100ml, 10dk, 4:0,8g/100ml, 20dk, 5:1,2g/100ml, 10dk, 6:1,2g/100ml, 20 dk)

Sonuçlara bakıldığında; henüz depolama sonlanmadan 7. günde mikrobiyal yükün ICMSF'nin önerdiği 106 - 107 kob/g olan sınır değerini aştığı görülmektedir. Bu nedenle mikrobiyal açıdan raf ömrü sınırlaması yapılmamıştır.

Depolama süresince kontrol grubu ve yeşil çay ekstresi uygulanmış diğer grupların 0., 3., 6. ve 9. günler için ölçülen L*, a* ve b* değerleri [Tablo 5](#), [Tablo 6](#) ve [Tablo 7](#)'de verilmiştir.

Tablolarda belirtilen değerler her bir örnek için [Şekil 1](#)'de belirtilen 7 noktadan ölçülen değerlerin ortalaması alınarak oluşturulmuştur. Sonuçlar değerlendirilirken CIE Lab sisteminde L parlaklığı (0'dan 100'e kadar derecelendirme siyahtan beyaza); a (+) kırmızıyı veya (-) yeşili ve b (+) sarıyı veya (-) maviyi belirtmektedir. Sonuçlar [Schubring \(2003\)](#) metoduna göre değerlendirilmiştir.

Tablo 5. Levrek filetoları deney grupları L* değerleri
Table 5. Sea bass filets experimental groups L* values

L*	Çalışma Grupları						
	Gün	K	1	2	3	4	5
0.	34,02 ± 1.75 ^{b2}	35,05 ± 0.90 ^{ab2}	36,98 ± 2.82 ^{a2}	35,77 ± 2.81 ^{a2}	35,57 ± 0.97 ^{a2}	34,18 ± 1.35 ^{b2}	33,87 ± 0.58 ^{b1}
3.	39,47 ± 0.79 ^{b1}	40,72 ± 2.22 ^{ab1}	42,90 ± 1.18 ^{a1}	41,50 ± 1.23 ^{a1}	41,27 ± 1.25 ^{ab1}	39,65 ± 0.92 ^{b2}	39,30 ± 1.18 ^{b1}
6.	34,98 ± 0.75 ^{c2}	36,07 ± 1.78 ^{bc2}	38,05 ± 3.29 ^{b2}	38,87 ± 4.49 ^{b12}	41,78 ± 2.77 ^{a1}	41,22 ± 2.67 ^{a1}	36,70 ± 0.75 ^{b2}
9.	31,84 ± 1.18 ^{c3}	39,57 ± 0.97 ^{b1}	41,78 ± 0.90 ^{ab1}	38,20 ± 0.58 ^{b12}	43,37 ± 1.25 ^{a1}	42,81 ± 0.75 ^{a1}	35,81 ± 0.92 ^{c2}

(K:kontrol, 1:0,4g/100ml-10dk, 2:0,4g/100ml, 20dk, 3:0,8g/100ml, 10dk, 4:0,8g/100ml, 20dk, 5:1,2g/100ml, 10dk, 6:1,2g/100ml, 20 dk) a, b, c, d, e, f, g:farklı harfler gruplar arası istatistiksel farkı ifade eder. 1, 2, 3, 4:farklı sayılar gruplar içi farkı ifade eder (n=3, p<0.05)

Tablo 6. Levrek filetoları deney grupları a* değerleri
Table 6. Sea bass filets experimental groups a* values

a*	Çalışma Grupları						
	Gün	K	1	2	3	4	5
0.	1,68 ± 1.07 ^{a1}	-0,038 ± 0.27 ^{b1}	-0,04 ± 0.32 ^{b1}	-0,17 ± 0.56 ^{b1}	-0,23 ± 0.43 ^{b1}	-4,03 ± 0.91 ^{c2}	-0,04 ± 0.44 ^{b1}
3.	-0,24 ± 0.19 ^{a2}	-0,28 ± 0.74 ^{a1}	0,23 ± 0.42 ^{a1}	-0,84 ± 0.58 ^{ab2}	-0,46 ± 0.71 ^{a1}	-1,08 ± 0.68 ^{b1}	-0,98 ± 0.55 ^{b2}
6.	0,21 ± 0.77 ^{a1}	-0,25 ± 0.68 ^{b1}	0,028 ± 0.69 ^{a1}	-0,11 ± 0.69 ^{b1}	-0,97 ± 0.31 ^{b12}	-1,03 ± 0.42 ^{c1}	-0,01 ± 0.43 ^{b1}
9.	-0,03 ± 0.27 ^{a2}	-1,83 ± 0.44 ^{b2}	-1,44 ± 0.71 ^{b2}	-0,54 ± 0.31 ^{a2}	-1,96 ± 0.68 ^{b2}	-0,23 ± 0.69 ^{a1}	-0,24 ± 0.42 ^{a1}

(K:kontrol, 1:0,4g/100ml-10dk, 2:0,4g/100ml, 20dk, 3:0,8g/100ml, 10dk, 4:0,8g/100ml, 20dk, 5:1,2g/100ml, 10dk, 6:1,2g/100ml, 20 dk) a, b, c, d, e, f, g:farklı harfler gruplar arası istatistiksel farkı ifade eder. 1, 2, 3, 4:farklı sayılar gruplar içi farkı ifade eder (n=3, p<0.05)

Tablo 7. Levrek filetoları deney grupları b* değerleri
Table 7. Sea bass filets experimental groups b* values

b*	Çalışma Grupları						
	Gün	K	1	2	3	4	5
0.	0,98 ± 0.90 ^{c2}	-2,60 ± 0.82 ^{d3}	4,28 ± 1.92 ^{b1}	11,05 ± 2.69 ^{a1}	-0,11 ± 0.72 ^{d3}	-0,17 ± 0.98 ^{d3}	0,39 ± 0.84 ^{c3}
3.	3,11 ± 0.56 ^{b1}	2,65 ± 0.97 ^{b1}	1,61 ± 0.75 ^{c2}	5,85 ± 0.83 ^{a2}	3,81 ± 0.70 ^{ab1}	2,88 ± 1.14 ^{b2}	2,43 ± 0.75 ^{bc2}
6.	1,20 ± 0.70 ^{b2}	-0,27 ± 2.11 ^{c2}	1,65 ± 1.87 ^{b2}	7,58 ± 2.25 ^{a2}	-0,07 ± 0.93 ^{c3}	-0,35 ± 2.01 ^{c3}	0,57 ± 0.83 ^{b3}
9.	3,78 ± 0.82 ^{b1}	-0,27 ± 0.72 ^{d2}	0,62 ± 0.75 ^{cd3}	1,43 ± 0.70 ^{bc3}	2,48 ± 1.92 ^{b2}	6,01 ± 0.97 ^{a1}	3,50 ± 0.56 ^{b1}

(K:kontrol, 1:0,4g/100ml-10dk, 2:0,4g/100ml, 20dk, 3:0,8g/100ml, 10dk, 4:0,8g/100ml, 20dk, 5:1,2g/100ml, 10dk, 6:1,2g/100ml, 20 dk) a, b, c, d, e, f, g:farklı harfler gruplar arası istatistiksel farkı ifade eder. 1, 2, 3, 4:farklı sayılar gruplar içi farkı ifade eder (n=3, p<0.05)

Depolamanın 0. gününde, L* değerlerinde 2 numaralı grup diğer gruplardan daha parlak olarak ölçülmüştür, fakat 1, 3 ve 4 numaralı gruplar ile arasında anlamlı bir fark olmadığı sonuçlarda görülmektedir. En yüksek a* değeri 1,68 ile kontrol grubunda ölçülmüştür. b* değerleri arasında ise -2,60 ile 1. grup en düşük değere sahiptir.

Depolamanın 3. gününde L* değerlerinde genel bir artış görülmüştür. 5. ve 6. gruplar hariç diğer grupların L* değerleri arasında anlamlı bir fark oluşmamıştır. a* değerlerine bakıldığında ise 2. ve 5. grup hariç düşüş görülmektedir. En düşük a* değerleri 5. ve 6. gruplarda görülmüştür. b* değerlerinde ise 2. ve 3. grup hariç genel bir artış söz konusu

olmakla birlikte, 3. ve 4. grupların b* değerleri anlamlı ölçüde yüksek çıkmıştır.

6. güne bakıldığında; 5. grubun L* değerlerinde anlamlı bir artış görülmekle birlikte, 4. grup hariç diğer gruplarda anlamlı bir düşüş gözlenmiştir. 4. ve 5. grubun L* değeri en yüksektir. a* değerlerine bakıldığında, yalnızca 6. ve 3. grupta anlamlı bir artış görülmüş, diğer herhangi bir grupta anlamlı bir değişim görülmemiştir.

Depolamanın son gününde; L* değerinde kontrol ve 1. gruplarda düşüş, 2. grupta ise artış anlamlı bulunmuş, diğer grupların değerlerinde 6. güne göre anlamlı bir fark görülmemiştir. a* değerlerinde 5. grupta anlamlı bir artış, 4. grup hariç diğer tüm gruplarda ise anlamlı bir düşüş görülmüştür. b* değerlerinde ise kontrol grubunda, 4., 5. ve 6. gruplarda anlamlı bir artış, 2. ve 3. gruplarda ise düşüş görülmüştür.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada; levrek örneklerinin, Connell (1975) ve Mendes (2008)'in balık etinde acılaştırma limiti olarak belirttiği 1-2 µ mol MDA/g TBARs değerlerine ulaşmadığı gözlenmiştir. Kontrol grubu $0,98 \pm 0,009$ µ mol MDA/g değeri ile 9. depolama gününün sonunda limit değerine en yakın değeri vermiştir. Yeşil çay ekstresi uygulanmış tüm örneklerin 9 günlük depolama sonundaki TBARs değerleri ile kontrol grubunun TBARs değerleri arasındaki fark anlamlıdır.

Aynı konsantrasyona sahip çözeltilere farklı sürelerde daldırılarak oluşturulan gruplar incelendiğinde, 20 dakika daldırma uygulanan grupların 10 dakika daldırma uygulanan gruplara göre daha düşük TBARs değerlerine sahip olduğu saptanmıştır. Optimum konsantrasyon ve daldırma süresi % 0,8 ve 20 dakika olarak gözlenmiştir.

Yapıcı vd. (2015)'nin levrek balığı üzerine farklı konsantrasyonlarda kurutulmuş günlük ağacı yaprağı ekstresi uyguladıkları çalışmada da, bu çalışmaya benzer şekilde depolama süresinin sonunda herhangi bir grubun TBA değerinin limiti aşmadığı belirtilmiştir. Acar (2012), farklı balıklara zeytin yaprağı ekstresi uyguladığı çalışmanın sonucunda, levrek balığında bu çalışmada olduğu gibi hiçbir grubun TBARs değerinin limiti aşmadığını, fakat farklı konsantrasyonlarda zeytin yaprağı ekstresi uygulanan gruplar arasında istatistiksel fark olduğunu belirtmiştir. Bu durumun, levrek balığının yağ miktarının diğer balık türlerine göre daha az olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Fakat doğal levreğe göre doymuş yağ asidi miktarı istatistiksel olarak anlamlı bir farka sahip olan kültür levreği (Baki vd., 2015), depolama süresinin sonunda limit değerini aşmamasına karşın TBARs değerinin değişimini gözlemek için ideal bir balık türü olduğundan dolayı birçok çalışmada kullanılmıştır.

Depolamanın başlamadığı, yalnızca yeşil çay çözeltili uygulamasının yapıldığı 0. gün sonuçlarında, kontrol grubu ile kıyaslandığında; 1 ve 4 (0,4 g/100 ml-10dk / 0,8 g/100 ml-20 dk) numaralı gruplar dışındaki tüm grupların TBARs değerinde anlamlı bir düşüş gözlenmiştir. Benzer bir fark Acar (2012)'in çalışmasında da gözlenmiştir. Zeytin yaprağı ekstresi uygulanmış gruplar, kontrol grubu ve BHT kullanılmış grup ile

kıyaslandığında anlamlı bir istatistiksel fark gözlenmiştir ($p < 0,05$).

Wanasundara ve Shahidi (1998), farklı balık yağlarına 100, 200, 500 ve 1000 ppm seviyelerinde yeşil çay ekstresini 65 °C'de Schaal fırın koşulları altında uyguladıkları çalışmalarında, 200 ppm'lik ekstrenin uygulandığı grupta mükemmel bir antioksidan etki gözlemlediklerini belirtmişlerdir. Jongberg vd. (2015), farklı konsantrasyonlardaki yeşil çay ekstresinin et emülsyonlarında antioksidatif etkisini inceledikleri çalışmada 100, 500 ve 1500 ppm konsantrasyonlarından optimum konsantrasyonu 100 ppm olarak belirtmişlerdir. Buradan yola çıkılarak; ideal konsantrasyonun kullanılan balığa/et türüne ve uygulama sıcaklığına göre farklılaşabileceği yorumu yapılabilir. Ayrıca yeşil çay ekstresinin elde edilme şekli de antioksidatif etkiyi ve dolayısı ile optimum konsantrasyonu değiştirebileceği düşünülmektedir.

Duyusal analiz sonuçları incelendiğinde; yalnızca 3. günde kontrol grubu ile % 0,4'lük ekstrede 20 dakika daldırma işlemine tabi tutulmuş olan 2. grup arasında anlamlı fark görülmüş, diğer günlerde hiçbir grubun duyusal değerlendirme skorları arasındaki farklar anlamlı bulunmamıştır. 2. grup 6. günün sonunda reddedilirken, diğer gruplar 9. gün reddedilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre raf ömrü; 2. grup için 3 gün, diğer gruplar için 6 gün olarak belirlenmiştir. Yapıcı vd. (2015)'nin çalışmasında da benzer şekilde kontrol grubu duyusal açıdan tüketilebilir limitin altına, diğer gruplara göre yalnızca 3 gün daha erken inmiştir.

Mikrobiyolojik analizler yalnızca depolamanın ilk ve 7. günlerinde yapıldığı için, ICMFS (1983)'nin kabul edilemez değer olarak belirttiği 106 - 107 kob/g'ı depolamanın hangi günü geçtiği saptanamamıştır. Depolamanın son günü bu limit aşılmıştır. Ancak 0. gün sonuçları, 6. grubun mikrobiyal açıdan daha iyi durumda olduğunu göstermektedir.

Yapıcı vd. (2015)'nin günlük ağacı yaprağı ekstraktı ve levrek ile yaptığı çalışmada TMAB sayısının depolama süresince limiti aşmadığı, Durmuş (2016)'un bitkisel yağlardan oluşturulmuş nanoemülsyonları levreğe uyguladığı çalışmasında kontrol grubunun 8.günde, uygulama yapılmış grupların 10. günde limiti aştığı, Lorenzo vd. (2014)'nin yeşil çay ekstresi uygulanan domuz köftesinin modifiye atmosferde depolandığı çalışmasında, TMAB sayısının inhibe olduğu belirtilmiştir. Jaziri vd. (2009)'nin ticari yoğurda yeşil çay takviyesini inceledikleri çalışmada ise yeşil çayın yoğurt oluşumu için gerekli olan laktik asit bakterileri üzerinde bir etkisi olmadığını belirtmiştir. Bu sonuçlar ışığında, yeşil çayın antimikrobiyal etkisinin diğer çalışmalarda kullanılan bitkilere göre daha az olduğu görülmektedir. Ayrıca farklı gıdalarda ve/veya farklı teknolojilerle kombinasyon halinde kullanımının daha işlevsel olabileceği düşünülmektedir.

Renk ölçüm sonuçlarına göre L*, a* ve b* değerlerinden L* ve b* değerlerinin + yönde, a* değerinin - yönde olmak üzere genel bir artış içerisinde oldukları belirlenmiştir. L* değerleri genel olarak bir artış içerisindedir. a* ve b* değerlerinin ölçüm sonuçlarının ise, yeşil çayda bulunan sarımsı renge sahip flavanollerden ve klorofilden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Dinçer vd. (2009)'nin Ege Denizi ve Karadeniz'de kültüre edilmiş levreklerin kalite parametrelerini kıyasladığı çalışmada, derisiz filetoların homojenat haline getirilmesinin ardından ölçülen a* değerleri sırası ile 0,53 ve 0,93 olarak belirlenirken, b* değerleri yine sırası ile 14,88 ve 14,84 olarak ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar ile bu çalışmanın sonuçları kıyaslandığında, a* ve b* değerlerinin beklendiği şekilde Dinçer vd. (2009)'nin çalışmasındaki değerlerden daha düşük olduğu saptanmıştır. Bunların yanı sıra, renk ifade eden bu değerler, gözlemler ile uyumlu sonuçlar olarak değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmada yeşil çay ekstresi, su ürünlerinde antioksidan olarak kullanım açısından umut verici bulunmuştur. İlerleyen çalışmalarda yeşil çayın farklı

antioksidan kaynaklarıyla ve/veya farklı teknolojilerle kombinasyon halinde kullanılması düşünülebilir.

TEŞEKKÜR

'Farklı konsantrasyonlardaki yeşil çay ekstraktının levrek (*Dicentrarchus labrax*) filetoları üzerindeki antioksidatif etkisi' adlı yüksek lisans tezinden oluşturulmuş olan bu çalışma, 20. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu'nda (Mersin, 24-26 Eylül 2019) sözlü olarak sunulmuştur. Araştırma için örnek teminindeki ve çalışma esnasındaki yardımları için Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi çalışanlarına ve öğrencilerine teşekkür ederim.

KAYNAKÇA

- Acar, C. (2012). Soğukta Depolanmış Sardalya (*Sardina pilchardus*), İstavrit (*Trachurus trachurus*) ve Levrek (*Dicentrarchus labrax*) Kıymalarına Zeytin Yaprağı Ekstresinin Etkisi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi.
- Arashisar, S., Hisar, O., Kaya, M. & Yanik, T. (2004). Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) filets. *International Journal of Food Microbiology*, 97, 209–214. DOI: [10.1016/j.ijfoodmicro.2004.05.024](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.05.024)
- Baki, B., Gönener, S. & Kaya, D. (2015). Comparison of Food, Amino Acid and Fatty Acid Compositions of Wild and Cultivated Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15, 175-179. DOI: [10.4194/1303-2712-v15_1_19](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v15_1_19)
- Body, L.C., Green, D.P. & LePors, L.A. (1992). Quality changes of pond raised hybrid striped sea bass during chillpack and refrigerated storage. *Journal of Food Science*, 59–62. DOI: [10.1111/j.1365-2621.1992.tb05424.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1992.tb05424.x)
- Bozkurt, H. (2006). Utilization of natural antioxidants: green tea extract and *Thymbra spicata* oil in Turkish dry-fermented sausage. *Meat Science*, 73(3), 42-50. DOI: [10.1016/j.meatsci.2006.01.005](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.01.005)
- Connell, J.J. (1975). Methods of assessing and selecting for quality. In: Control of Fish Quality (edited by J.J. Connell). England: Fishing News Books Ltd: Surrey, (pp. 107–132).
- Dinçer, T., Cadun, A. & Gamsız, K. (2009). Ege Deniz ve Karadeniz'de Kültüre Edilmiş Levreğin Kalite Parametrelerinin Kıyaslanması. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 24, 25-37.
- Durmuş, M. (2016). Bitkisel Yağlar Kullanılarak Oluşturulan Nanoemülsiyonların Soğukta (2±2°C) Ve Vakum Paketlenerek Depolanan Levrek (*Dicentrarchus labrax*) Filetolarının Duyusal, Kimyasal Ve Mikrobiyolojik Kalitesi Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı Doktora Tezi. Adana, 2016.
- Dursun, S. & Erkan, N. (2009). Yenilebilir Protein Filmler Ve Su Ürünlerinde Kullanımı. *Journal of Fisheries Sciences.com*. 3, 352-373.
- El-Hanafy, A.E.A., Shawky, H.A. & Ramadan M.F. (2010). Preservation of *Oreochromis niloticus* fish using frozen green tea extract: impact on biochemical, microbiological and sensory characteristics. *Journal of Food Processing and Preservation*, 639-648. DOI: [10.1111/j.1745-4549.2011.00513.x](https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2011.00513.x)
- Erdem, Ö.A., Dinçer, M.T., Çakli, Ş. & Balaban, M. (2011). Su Ürünlerinde Bilgisayarlı Resim Analizi Ve Spektrofotometrik Renk Ölçüm Metodunun Kıyaslanması. 16. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 2011. (pp.66) Antalya, Türkiye: Bildiri Kitabı.
- Gümüş, B., Ünlüsayın, M. & Gümüş, E. (2019). Gıdalarda Deniz Kaynaklı Makroalg Özütü Kullanımı ve Lipit Oksidasyonunu Önlemede Antioksidan Etkisi. *Akademik Gıda*, 17(3), 389-400. DOI: [10.24323/akademik-gida.647727](https://doi.org/10.24323/akademik-gida.647727)
- ICMSF, 1983, Métodos recomendados para el análisis microbiológico en alimentos, In: Microorganismos de los alimentos, I. Técnicas de análisis microbiológicos, 2da, Ed. Acirbia, Zaragoza, España, 105-280.
- Jamróz, E., Kulawik, P., Guziklwna, P. & Duda, I. (2019). The verification of intelligent properties of furcellaran films with plant extracts on the stored fresh Atlantic mackerel during storage at 2 °C. *Food Hydrocolloids*, 97, 105-211. DOI: [10.1016/j.foodhyd.2019.105211](https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105211)
- Jaziri, I., Slama, M.B., Mhadhbi, H., Urdaci, M.C. & Hamdi, M. (2009). Effect of Green and Black Teas (*Camellia sinensis* L.) On The Characteristic Microflora Of Yogurt During Fermentation And Refrigerated Storage. *Food Chemistry*, 112, 614-20. DOI: [10.1016/j.foodchem.2008.06.017](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.017)
- Jongberg, S., Terkelsen Lde, S., Miklos, R. & Lund, M.N. (2015). Green Tea Extract Impairs Meat Emulsion Properties By Disturbing Protein Disulfide Cross-Linking. *Meat Science* 100, 2-9. DOI: [10.1016/j.meatsci.2014.09.003](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.09.003)
- Kulawik, P., Jamróz, E., Zając, M., Guzik, P. & Tkaczewska, J. (2019). The effect of furcellaran-gelatin edible coatings with green and pu-erh teaextracts on the microbiological, physicochemical and sensory changes of salmon sushi stored at 4°C. *Food Control*, 100, 83-91. DOI: [10.1016/j.foodcont.2019.01.004](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.01.004)
- Lemon, D.W. (1975). An Improved TBA Test For Rancidity. In New Series Circular, no 51; Oceans Canada, Halifax Laboratory: Halifax, Nova Scotia.
- Lin, Y., Huang, M., Zhou, G., Zou, Y. & Xu, X. (2011). Prooxidant effects of the combination of green tea extract and sodium nitrite for accelerating lipolysis and lipid oxidation in pepperoni during storage. *Journal of Food Sciences*, 76(5), 694-700. DOI: [10.1111/j.1750-3841.2011.02187.x](https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02187.x)
- Lorenzo, J.M., Sineiro, J., Amado, I.R. & Franco, D. (2014). Influence Of Natural Extracts On The Shelf Life Of Modified Atmosphere-Packaged Pork Patties. *Meat Science* 96, 26-34. DOI: [10.1016/j.meatsci.2013.08.007](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.08.007)
- Mendes, R., Pestana, C. & Gonçalves, A. (2008). The Effects Of Soluble Gas Stabilisation On The Quality Of Packed Sardine Fillets (*Sardina pilchardus*) Stored In Air, VP And MAP. *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 2000-2009. DOI: [10.1111/j.1365-2621.2008.01809.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01809.x)
- Muniandy, P., Shori, A.B. & Baba, A.S. (2016). Influence of green, white and black tea addition on the antioxidant activity of probiotic yogurt during refrigerated storage. *Food Packaging and Shelf Life*, 8 (2016), 1–8. DOI: [10.1016/j.foodpsl.2016.02.002](https://doi.org/10.1016/j.foodpsl.2016.02.002)
- Özoğul, Y., Uçar, Y., Takadaş, F., Durmuş, M., Köşker, A.R. & Polat, A. (2018). Comparison of green and conventional extraction methods on lipid yield and fatty acid profiles of fish species. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 120(12). DOI: [10.1002/ejlt.201800107](https://doi.org/10.1002/ejlt.201800107)
- Poli, B.M., Messini, A., Parisi, G., Scappini, F., Vigiani, V., Giorgi, G. & Vincenzini, M. (2006). Sensory, Physical, Chemical And Microbiological Changes In European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Filets Packed Under Modified Atmosphere/Air Or Prepared From Whole Fish Stored in

- Ice. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 444–454. DOI: [10.1111/j.1365-2621.2005.01094.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.01094.x)
- Senanayake, S.P.J. (2013). Green tea extract: Chemistry, antioxidant properties and food applications – A review. *Journal of Functional Foods* 5, 1529 – 1541. DOI: [10.1016/j.jff.2013.08.011](https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.08.011)
- Schubring, R. (2003). Colour measurement for the determination of the freshness of fish. In: J.B. Luten, J. Oehlenschläger and G. Olafsdóttir, Editors, *Quality of fish from catch to consumer: Labelling, monitoring and traceability*, Wageningen Academic Publishers, 251-263, Netherland.
- Smart, G. (2001). Problems of sea bass and sea bream quality in the Mediterranean. In S. C. Kestin & P. D. Warriss (Eds.), *Farmed Fish Quality* (pp. 120–128). Oxford: Fishing News (Boks)/Blackwell
- Uçar, Y. & Özoğul, F. (2019). The Effects of Nisin Used at Different Concentrations on Color Changes of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758) Fillets Under Chilled and Vacuum Packed Conditions. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(10), 1657-1669. DOI: [10.24925/turjaf.v7i10.1657-1669.2783](https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i10.1657-1669.2783)
- Wanasundara, U. & Shahidi, F. (1998). Antioxidant And Pro-Oxidant Activity Of Green Tea Extracts In Marine Oils. *Food Chemistry*, 63, 335-342. DOI: [10.1016/S0308-8146\(98\)00025-9](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00025-9)
- Yanishlieva, N. (2001). *Inhibiting Oxidation Antioxidants in Food: Practical Application*. Cambridge England: Woodhead Publishing Limited. pp. 22-70. DOI: [10.1016/9781855736160.1.22](https://doi.org/10.1016/9781855736160.1.22)
- Yapıcı, H., Baygar, T., Metin, C. & Alparslan, Y. (2015). Günlük Ağacı (*Liquidambar orientalis*) Yapraklarından Elde Edilen Ekstraktın Kültür Levreğinin (*Dicentrarchus labrax*) Raf Ömrü ve Et Kalitesi Üzerine Etkisi. *Journal of Food and Health Science*, 1(4), 166-177. DOI: [10.3153/JFHS15016](https://doi.org/10.3153/JFHS15016)
- Yingming, P., Ying, L., Hengshan, W. & Min, L. (2004). Antioxidant Activities of Several Chinese Medicine Herbs. *Food Chemistry*, 88, 347- 350. DOI: [10.1016/j.foodchem.2004.02.002](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.02.002)