

# İstavrit balığında ayıklama işlemi: Kalite, gıda güvenliği ve halk sağlığı ilişkisi

## Gutting process in horse mackerel: Relationship between quality, food safety, public health

Gülğün F. Ünal Şengör<sup>1\*</sup> • Zafer Ceylan<sup>2</sup> • Remziye Eda Yardımcı<sup>3</sup> • Samime Özturan<sup>4</sup>

<sup>1</sup> İstanbul Üniversitesi, Su Bilimleri Fakültesi, Su Ürünleri İşleme Teknolojisi ABD

<sup>2</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri İşleme Teknolojisi ABD

<sup>3</sup> İstanbul Üniversitesi, Su Bilimleri Fakültesi, Su Ürünleri Hastalıkları ABD

<sup>4</sup> İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık ve Su Ürünleri İşleme Teknolojisi ABD, Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Programı

 <https://orcid.org/0000-0001-7638-7350>

 <https://orcid.org/0000-0002-6527-4382>

 <https://orcid.org/0000-0001-7737-8739>

 <https://orcid.org/0000-0003-3701-5049>

\*Corresponding author: [sengor@istanbul.edu.tr](mailto:sengor@istanbul.edu.tr)

Received date: 02.07.2019

Accepted date: 04.11.2019

### How to cite this paper:

Ünal Şengör, G.F., Ceylan, Z., Yardımcı, R.E. & Özturan, S. (2020). Gutting process in horse mackerel: Relationship between quality, food safety, public health. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(1), 85-91. DOI: 10.12714/egejfas.37.1.10

**Öz:** Su ürünlerinin avcılığını takiben tüketimine kadar geçen sürede tazeliğinin korunması hijyen kurallarına uyularak soğuk depo koşullarında depolanması ile mümkündür. Evlerde, restoranlarda tüketim için satın alınan balık ürünleri eğer hemen tüketime sunulmayacaksa kalite kaybına meydan vermemek için iç organlarından temizlendikten sonra soğuk muhafaza altında depolanmalıdır. Bu çalışmada istavrit balığına uygulanan temizleme işleminin +4°C'de depolanan balığın kalitesine etkisi ortaya konulmuştur. Bütün (BB) ve iç organları çıkarılmış halde (TB) soğuk depolanan istavrit balıklarındaki TMAB bakteri gelişim hızı % 21'e kadar sınırlanmıştır. Depolama süresi boyunca her iki balık grubunun TVBN ve TBARS değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). Ayrıca, göz sıvısı kırılma indisindeki değişimlere paralel olarak her iki balık grubunda duyuşal kalite farkı tespit edilmiştir. Bu çalışma ortaya koymuştur ki evlerde ya da restoranlarda yapılabilecek ayıklama işlemi balıkçılığın duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik bozulma hızını sınırlayabilecektir. Böylece, bahsedilen yerlerde gıda güvenliği ve halk sağlığının korunmasına önemli katkı sağlanmış olacaktır.

**Anahtar kelimeler:** İstavrit, raf ömrü, ayıklama, halk sağlığı, gıda güvenliği

**Abstract:** The preservation of the freshness of seafood until the consumption following the catching is possible by storing in cold storage conditions in compliance with hygiene rules. Fish products purchased for consumption at homes and in the restaurants should be stored under cold storage conditions after being gutted in order to avoid loss of quality if they will not be consumed immediately. In this study, the effect of the gutting process applied to the horse mackerel fish samples on the quality of the fish stored at +4 ° C was revealed. TMAB load in the ungutted fish samples (TB) was found to be lower 21% as compared to the gutted samples (BB). Chemical deterioration (in TVBN and TBARS) between the two groups was found to be statistically significant (p<0,05). In addition to this, the sensory quality difference was detected in both fish groups in parallel with the changes in eye fluid refractive indexes. This study has revealed that the gutting process that may be applied at home or in the restaurants, will delay the sensory, chemical deterioration and microbiological spoilage in the fish samples. Therefore, this food application will have made a significant contribution to the protection of food safety and public health in the mentioned places.

**Keywords:** Horse mackerel, shelf life, gutting, public health, food safety

## GİRİŞ

Gıda muhafazası ve işleme yöntemleri halk sağlığı açısından önem arz etmektedir. Uygun şartlar altında yapılmayan işleme yöntemi ürün her ne kadar iyi muhafaza edilse de ham maddenin kalitesini olumsuz etkileyebilmektedir (Özkaya ve Cömert, 2008). Bu durum aslında direkt olarak tüketici sağlığını bir başka ifade ile halk sağlığını etkilemektedir. Kasaplık hayvan etleri ve kanatlı hayvan etleri ülkemizde yaygın olarak daha çok tüketilmesine karşın, son yıllarda en azından balık ve balıkçılık ürünlerinin insan sağlığı üzerinde olumlu etkilerinden oldukça sık bahsedilmektedir. Bilindiği üzere balık eti sahip olduğu aminoasit ve yağ asitlerince insan sağlığı açısından oldukça önemli bir gıda maddesidir (Peng vd., 2013; Ceylan vd., 2017; Ceylan vd., 2018). Aminoasitlerin çoğunun vücut yağlarının seviyesini

düzenlediği ve bağışıklık sistemini güçlendirip vücutta antioksidan aktiviteyi kontrol ettiği bilinmektedir (Masella ve Mazza, 2009). Omega-3 yağ asitlerinin ise kalp damar hastalıklarının önlenmesi, romatoid artrit, alzheimer gibi hastalıklara karşı korunma, kan basıncını düşürme, astım semptomlarının azaltılması ve birçok kanser hastalık türüne karşı koruyucu etkisi olduğu yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur (Fidanbaş vd., 2015; Çağlak vd., 2016; Mısır, 2012). Amerika Kanser Araştırma Enstitüsünün (AICR) yürüttüğü bir projede su ürünleri tüketiminin karaciğer kanseri riskini azalttığı rapor edilmiştir (Anon, 2018).

Ülkemizde işlenmiş balık ve balık ürünleri tüketimi yerine, daha çok taze balık tüketimi tercih edilmektedir (Kutlu ve Balçık Mısır, 2007; Şen ve Şahin, 2017). Bu düşüncenin

temelinde hem geleneksel tüketim alışkanlıklarımız, hem de halk arasında işlenmiş gıda ürünlerinin halk sağlığı üzerinde potansiyel olumsuz etkiye neden olabileceği yönündeki yanlış bir algıya sahip olmaları yer almaktadır (Erkmen, 2010; Cebioğlu ve Önal, 2018). Bu algı neticesinde son yıllarda halk arasında özellikle organik ya da işlenmemiş gıdalara olan eğilim artarak devam etmektedir. Gerçekte tükettiğimiz gıdalar içerisinde balık yaşadığı ortam itibari ile en sağlıklı gıda maddeleri arasındadır. Ancak balık eti diğer etlere kıyasla daha çabuk bozulma basamağına geçiş yapabilmektedir (Kurt vd., 2005; Külcü, 2017). Bu bozulmanın geciktirilmesi ve kontrolü için, balık avlandıktan hemen sonra, başta soğuk muhafaza olmak üzere, çeşitli işleme teknolojileri ile (dondurma teknolojisi, çeşitli paketleme yöntemleri ile muhafaza, bazı gıda katkı maddeleri uygulamaları, ışınlama teknolojisi gibi) işlenerek normal periyoda göre daha uzun süre muhafaza edilebilmekte ve raf ömrü artırılabilir (Ceylan vd., 2018). Böylece balık etindeki mikrobiyal, kimyasal ve duyuşsal bozulma süreci de yavaşlatılabilmektedir. Ancak yukarıda bahsedildiği üzere tüketiciler bu tarz ürünler yerine daha az işlem görmüş, minimal işlenmiş ürünleri hatta mümkünse hiç işlenmemiş ürünleri tercih etmektedir (Özyürek vd., 2013). Bununla birlikte; tüketicilerin bu tercihinin karşılık balık etindeki bakteriyel bozulma hızının yavaşlatılması ve tüketici sağlığının korunması için satın alınan balıklara basit ve pratik ön işlemler uygulanmasının ve halkımızın bu konuda bilinçlendirilmesinin balık tüketimini de artırmaya yönelik önemli bir adım olduğu gerçeği karşımızda durmaktadır. Ülkemizde özellikle büyük market zincirlerindeki balık satış yerlerinde satışa sunulan su ürünlerinin tazeliğinin korunmasında gerekli koruyucu önlemlerin alındığı gözlenmektedir. Ancak satın alınan balığın tüketiciler tarafından hemen tüketilmesi söz konusu değilse iç organlarının temizlenerek depolanması oldukça önemli bir uygulamadır. Bu çalışmada ele alınan konu taze olarak satışa sunulan ve tüketiciler tarafından tercih edilebilirliği yüksek istavrit balığının sadece iç organları temizlenerek depolanmasının, bütün halde depolanmış ürüne kıyasla ne gibi bir kalite farkına sahip olduğunun ortaya koyulmasıdır. Ayrıca, bu konuda özellikle tüketici farkındalığı yaratarak olası halk sağlığı üzerindeki negatif etkilere de vurgu yapmak amacıyla bu çalışma yürütülmüştür.

## MATERYAL VE METOT

Sağdıçlar Balıkçılık Ltd. Şti. tarafından temin edilen ortalama  $13,8 \pm 1,08$  cm boyunda ve  $24,89 \pm 4,70$  g ağırlığındaki toplam 240 adet istavrit balığı (*Trachurus trachurus*, L., 1758) avlanmasına müteakip buzlanmış halde İstanbul Üniversitesi, Su Bilimleri Fakültesi'ne ulaştırılmıştır. Balıkların total boy ve ağırlık ölçümü gerçekleştirildikten sonra iki gruba ayrılmıştır. İlk grup için 120 adet balık iç organları çıkarılmadan polietilen kilitli torbaya (her birinde 3'er adet balık olacak şekilde) konularak toplam 40 paket bütün balık (BB) grubu için ayrılmıştır. İkinci grupta ise; 120 adet balık baş ve solungaç kısımları temizlenmeden yalnızca iç organları bütün olarak çıkarılarak güzelce yıkandıktan sonra

polietilen kilitli torbaya (her birinde 3'er adet balık olacak şekilde) konularak toplam 40 paket temizlenmiş balık (TB) grubu için ayrılmıştır. Her iki balık grubu eş zamanlı olarak  $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de soğuk muhafazaya alınmıştır.

### Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) analiz yöntemi

Homojenize edilmiş örnekler steril alüminyum folyo üzerinde tartıldıktan (10 g) sonra steril şeffaf otoklav cam şişelere (ISOLAB, Kat. No: 061.31.100) alınmıştır. Daha sonra bu şişelere 90 mL'lik steril peptonlu su (Merck, Kat. No: 107214) ilave edilip analize hazır hale getirilmiştir. Sonrasında ise, önceden hazırlanmış ve steril edilmiş 9 mL peptonlu su bulunan tüplerden seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) sayımı için her bir dilüsyondan 0,1 mL örnek alınarak besi yerinin (Plate Count Agar: PCA, HIMEDIA-M091) üzerine otomatik pipet yardımı ile aktarılmış ardından steril drigalski çubuğu yardımı ile örnek besi yeri üzerinde iyice yayılmıştır. TMAB'nin inkübasyonu için BB ve TB'ye ait örnekler  $37^\circ\text{C}$ 'ye ayarlanmış inkübatörde (Mikrotest) 24-48 saat süresince inkübasyona bırakılmıştır. TMAB sayımı için Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından hazırlanan Bakterioloji El Kitabında yer alan Maturin ve Peeler (2001) yöntemine göre tüm mikrobiyolojik işlemler gerçekleştirilmiştir. Her örnek grubu için  $n=3$  olarak sonuçlar elde edilmiş ve değerlendirilmiştir.

### Toplam uçucu bazik azot (TVBN) analiz yöntemi

Toplam uçucu bazik azot değerindeki değişimleri tespit etmek için Schormüller (1968) yöntemi kullanılmıştır. Örnekler ayrı ayrı homojenize edilmiş, homojenize örnekten 10g alınıp 250 mL saf su üzerine eklenmiştir. Ardından, 1-2 g MgO oksit eklenip tüm bu karışım distilasyon ünitesi kullanılarak distile edilmiştir. Bu işlem örnekler kaynama noktasında ulaştıktan sonra 20 dakika boyunca devam ettirilmiştir. Elde edilen distilat 0,1 N NaOH ile titre edilmiştir. Titrasyon değerine göre hesaplama yapılarak sonuçlar mg/100g balık etindeki TVB-N değeri olarak verilmiştir.

### Tiyobarbitürik asit reaktif maddeleri (TBARS) analiz yöntemi

10g balık etini örneğinin üzerine 97,5 mL distile su ve 2,5 mL (%50)'lik HCl çözeltisi ilave edilerek destilasyon işlemine tabi tutulmuştur. Kaynatma işleminden sonra, desitilatın 5 mL alınarak deney tüpüne aktarılmıştır. Üzerine (%90'lık 100ml glacial asetik asit kullanılarak 0,2883 g çözdürülmüş) 5 mL TBA reaktif eklenmiştir. Kör olarak, örnek yerine 5 mL saf su ilave edilmiştir. Tüm tüpler, sıcak su banyosunda 35 dakika süresince bekletilmiş renk dönüşümü olduğunda çıkartılıp soğumaya bırakılmıştır. Spektrofotometre kuvvetleri kullanılarak 538 nm dalga boyunda köre karşı absorbans değerleri elde edilmiş olup, elde edilen değer 7,8 ile çapılarak balık etindeki malondialdehit (MDA) miktarı mg MDA/kg olarak elde edilmiştir (Tarlads vd., 1960).

### pH ölçümü

Soğuk depolamada balık etindeki pH değişimleri Seven Compact Mettler Toledo pH metre ile ölçülmüştür. pH ölçümleri 20°C ortam sıcaklığında balık: saf su oranı 1:1 olacak şekilde hazırlanmış homejenize edilmiş numune içine cam elektrotun direk daldırılmasıyla ölçüm gerçekleştirilmiştir.

### Göz sıvısı kırılma indeksinin (GSKI) değerlendirilmesi

Çalışmamızda, balıkların göz sıvısı kırılma indeksinin belirlenmesinde optik yoğunluğu farklı olan ortamlarda, ışığın geçişi esnasında kırılması ve bununla ilgili olan kırılma yasasının esasına göre ölçümler yapılmıştır. GSKI değerinin BB ve TB örneklerindeki değerlerini ölçmek için el tipi ZAG refraktometre kullanılmıştır. Analizi yapılan istavrit balığının göz sıvısı kırılma indisini belirlemek amacıyla gözün kornea ve mercek arasındaki göz sıvısı mini bir enjektör yardımıyla çekilerek önceden kalibre edilmiş refraktometrede ölçümü yapılmıştır. Prizma yüzeyinin kalibrasyonunda saf su kullanılmış ve oda sıcaklığında (20°C) floresans ışık altında okuma gerçekleştirilmiştir (Rehbein ve Oehenschlager, 2009).

### Duyusal analiz yöntemi

Soğuk depolanmış balık numunelerinin analizinde [Rodríguez vd. \(2005\)](#) duyusal analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu analiz yönteminde dörtlü puanlama skalası kullanılmış olup, E: en yüksek kalite, A: iyi kalite, B: zayıf kalite, C: kabul edilemez olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmada, balığın derisindeki pigmentasyon ve mukus durumu, dış koku, solungaç rengi, doku elastikiyeti, et kokusu olmak üzere altı parametrenin ortalaması alınarak genel duyusal kabul edilebilirlik skoru elde edilmiştir.

### İstatistiksel analiz yöntemi

Elde edilen veriler tek yönlü varyans analizine tabi tutularak (BB ve TB) soğuk depolama süresince balık örneklerinde meydana gelen farklılıklar BB ve TB grupları için istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. JMP (SAS Campus Drive, USA Versiyon 14) istatistik yazılım programı gruplar arasındaki ve günler arasındaki istatistiksel önem farkını ortaya koymak için kullanılmıştır. Gruplar ve günler arasındaki istatistiksel önem farkı Student's t-test ile ortaya konulmuş olup, bu istatistiksel önem farkı  $p < 0,05$  güven aralığında gösterilmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Toplam mezofilik aerobik bakteri gelişimi

Bütün ve temizlenmiş balık örneklerinin mezofilik bakteri gelişimini gösteren istatistiksel değerlendirmesi [Tablo 1](#)'de verilmiştir. Soğuk depolamanın ilk gününde yapılan analiz sonuçlarına göre, BB grubu örneklerinde TMAB gelişimi 3,78 log KOB/g iken, TB örneklerinde bu değer 3,18 log KOB/g olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca iki grubunun örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur

( $p < 0,05$ ). Bu iki balık grubu arasındaki TMAB gelişiminin yüzdesel farkı ise %16 olarak tespit edilmiştir. Hatta soğuk depolamanın ikinci günü yapılan analiz sonucuna göre bu fark % 21'e kadar artış göstermiştir. Ancak depolamanın artışına bağlı olarak bu fark % 3'e kadar düşmüştür. Öyle ki soğuk depolamanın 4. gününde BB ve TB örnekleri 6,12 ve 5,49 log KOB/g TMAB yüküne sahip olurken bu fark yüzdesel olarak 11 olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 1.** Toplam Mezofilik Bakteri Gelişimi (log KOB/g, n=3)  
**Table 1.** Total Mesophilic Bacteria Development (log CFU/g, n=3)

Depolama Günü	BB	TB
1	3,78±0,09 <sup>A</sup>	3,18±0,25 <sup>B</sup>
2	4,63±0,13 <sup>A</sup>	3,66±0,06 <sup>B</sup>
3	5,32±0,12 <sup>A</sup>	4,49±0,08 <sup>B</sup>
4	6,12±0,16 <sup>A</sup>	5,49±0,07 <sup>B</sup>
6	7,52±0,08 <sup>A</sup>	6,63±0,04 <sup>B</sup>
7	8,30±0,09 <sup>A</sup>	7,67±0,01 <sup>B</sup>
8	8,69±0,02 <sup>A</sup>	8,38±0,09 <sup>B</sup>

<sup>A,B</sup> depolamaya bağlı olarak gruplar arasındaki istatistiksel farkı tanımlar ( $p < 0,05$ )

[ICMSF \(1992\)](#) standartlarına ve [Chotimarkom \(2014\)](#)'e göre TMAB yükünün 6-7 log KOB/g ulaşması o ürünün insan sağlığı için tüketime uygun olmadığını göstermektedir. BB örnekleri 6,12 log KOB/g değeri ile depolamanın 4. gününde ( $p < 0,05$ ), TB örnekleri ise 6,63 log KOB/g ( $p < 0,05$ ) değeri ile depolamanın 6.gününde bu limit değer skalasına ulaşmıştır. Halk sağlığını bir başka ifade ile tüketici sağlığını korumak için farklı gıda muhafaza yöntemleri ile balıklardaki mezofilik bakteri gelişimi başarı ile sınırlandırılmaktadır. [Meral vd. \(2019\)](#) yapmış oldukları çalışmada gökkuşluğu alabalığı mikrobiyal bozulmasının kekik yağı nanoemülsiyonların kullanılmasıyla sınırlandırılabilirliği; fileto haline getirilmiş balıkların soğuk depolamanın 2. gününde 3,60 log KOB/g TMAB yüküne sahip olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan, [Ceylan vd. \(2017\)](#)'e göre, balık fileto larını timol yüklü nanofiberlerle kaplanması TMAB gelişim hızının etkili bir şekilde yavaşlattığı ortaya konulmuştur. Timol yağı kullanımı balık ürünlerindeki TMAB yükünü ancak 0,73 log KOB/g'a kadar azaltabilmiştir. [Ceylan \(2018\)](#)'e göre ise 4°C'de depolanan alabalığı fileto larındaki TMAB gelişimi 7.günde 6,05 log KOB/g değerine ulaşmıştır. [Rodríguez vd. \(2005\)](#) ise, istavrit balığına buz uygulaması ile bakteriyel gelişim hızını yavaşlatmış ve raf ömrünü de başarılı bir şekilde artırmıştır. Bu araştırmanın ana hedefi; balıkların buzlanmaksızın temizlenmiş ya da bütün halde buzdolabı koşullarında muhafaza edilmesinin balık kalitesini ve tüketici tercihini ne şekilde etkilediğinin ortaya konulmasıdır. Elbette ki soğuk depolamada buzla muhafaza balığa ekstra raf ömrü sağlamaktadır. Ancak evlerdeki tüketimlerde bu uygulamaya yer verilmeyip, balıklar satın alındığı gibi kısa süreli tüketim için hiçbir işlem yapılmaksızın tüketilmeye kadar buzdolabında bekletilmektedir. Bu araştırma, soğuk muhafaza koşullarında temizlenmiş halde 1-2 gün süreyle bekletilen balıklardaki bakteriyel faaliyet hızının etkili bir şekilde yavaşlattığını ortaya

konulması bakımından önem taşımaktadır. Bundan başka, balıktaki TMAB gelişimi üzerinde pek çok faktör etkili olabilmektedir. Örneğin balığın yakalama yöntemi, öldürülme yöntemi, mekanik zedelenmeler, balığın türü, balığın yağlı yağsız olması gibi faktörler, yanlış işleme ve muhafaza yöntemlerine ek olarak önem arz etmektedir (Alperden, 1993; Duran vd., 2008). Sunulan bu çalışma göstermiştir ki, bu kadar farklı gıda muhafaza yöntemine kıyasla daha basit, kolay uygulanabilir ayıklama yöntemi ile balığın mikrobiyal bozulması hızı başarı ile yavaşlatılabilmektedir. Böylece kısa vadede tüketilebilecek ürünler için daha düşük mikrobiyal yüke sahip ve daha kaliteli ürünlerin tüketiciye sunulması ve halk sağlığının korunması mümkün olabilmektedir.

### Toplam uçucu bazik azot (TVBN) değeri

TVBN miktarında meydana gelen değişimler Tablo 2'de verilmiştir. Buna göre, soğuk depolamanın ilk ve son günleri arasındaki gruplar arasındaki TVBN farkı yüzdesel olarak %3-%9 arasında olduğu tespit edilmiştir. Soğuk depolamanın ilk gününde BB grubunun TVBN değeri 14,02, TB grubunun değeri ise 12,77 olarak bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Balığın başlangıç TVBN değeri üzerinde farklı parametreler etken olurken, türden türede değişim olabileceği bilinmektedir. Örneğin Kaya ve Baştürk (2015)'e göre çipura balıklarının TVBN değeri 21,81 mg/100g, somon balıklarının TVBN değeri ise 8,69 mg/100g olarak tespit edildiği bildirilmiştir (Sallam, 2007).

**Tablo 2.** Toplam uçucu bazik azot (TVBN) (mg/100g, n=3)

**Table 2.** Total volatile basic nitrogen (TVBN) (mg/100g, n=3)

Depolama Günü	BB	TB
1	14,02±0,07 <sup>A</sup>	12,77±0,09 <sup>B</sup>
2	15,41±0,04 <sup>A</sup>	15,08±0,01 <sup>B</sup>
3	20,34±0,90 <sup>A</sup>	19,39±0,03 <sup>A</sup>
4	23,37±0,09 <sup>A</sup>	22,00±0,15 <sup>B</sup>
6	26,65±0,07 <sup>A</sup>	25,05±0,07 <sup>B</sup>
7	31,83±0,09 <sup>A</sup>	29,57±0,03 <sup>B</sup>
8	34,67±0,11 <sup>A</sup>	32,48±0,10 <sup>B</sup>

<sup>A-B</sup> depolamaya bağlı olarak gruplar arasındaki istatistiksel farkı tanımlar ( $p < 0,05$ )

Bilindiği üzere balıktaki bakteriyel gelişim ile kimyasal bozulma arasında ilişki olup TVBN değerinde meydana gelen değişimler proteolitik bakterilerin sebep olduğu bakteriyel bozulmaya bağlı olarak uçucu azotlu bileşiklerde meydana gelen artışla ilişkilendirilmektedir (Hebard vd., 1982; Botta, 1995; Serdaroğlu ve Deniz, 2001). Nitekim sunulan çalışmada da, bakteriyel gelişim arttıkça hem BB hem de TB gruplarının TVBN düzeylerinde artış gözlenmiştir. Ancak iç organları alınarak bütün halde temizlenen balık örneklerinin kimyasal olarak bozulma hızı, iç organlı olarak saklanan gruba göre daha yavaş gerçekleşmiştir. Bugüne kadar, pek çok çalışmada çeşitli gıda muhafaza yöntemleri uygulanmış ve balıktaki TVBN değerindeki artış hızı sınırlandırılmıştır. Bunun yanı sıra bu çalışma göstermiştir ki, iç organlı olarak saklanan soğuk muhafazaya alınan ürünlerin kimyasal

bozulma hızı daha hızlı gerçekleşmektedir. Bunun asıl nedeni, iç organlarda daha yaygın olan bakteriyel faaliyetler ete daha hızlı geçiş yapabilmektedir. Bu da zamanla etteki bakteriyel gelişimi hızlandırmakta ve balıktaki azotlu bileşenlerinin içeriğinin de hızlı bir şekilde artmasına neden olmaktadır.

### Tiyobarbitürik asit reaktif maddeleri (TBARS)

Tablo 3'de verilen değerler, gruplar arasında TBARS değerindeki farklılıkları ortaya koymaktadır. Temizlenip bütün halde saklanan (TB) ürünlerin TBARS değerleri, bütün balık (BB) grubu örneklerininine kıyasla daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu fark istatistiksel açıdan soğuk depolamanın 3. ve 6. günleri arasında önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Ancak, soğuk depolama gününün artışına bağlı olarak balık numunelerinin TBARS değerindeki artışını da beraberinde getirmesine rağmen, bu artış hızı TB grubu örneklerinde daha yavaş ilerlediği tespit edilmiştir. Başlangıç değeri 1,30 mg MDA/kg olan balık örneklerinin, soğuk depolamanın üçüncü gününde BB grubunda 3,38 mg MDA/kg değerine çıktığı tespit edilirken aynı gün bu değer TB grubu örnekleri için 2,34 mg MDA/kg olarak bulunmuştur.

**Tablo 3.** Tiyobarbitürik asit reaktif maddeleri (TBARS) (mg MDA/kg, n=3)

**Table 3.** Thiobarbituric acid reagents (TBARS) (mg MDA/kg, n=3)

Depolama Günü	BB	TB
1	1,56±0,00 <sup>A</sup>	1,48±0,13 <sup>A</sup>
2	2,34±0,00 <sup>A</sup>	2,08±0,45 <sup>A</sup>
3	3,38±0,55 <sup>A</sup>	2,34±0,00 <sup>B</sup>
4	3,64±0,55 <sup>A</sup>	3,12±0,00 <sup>A</sup>
6	5,46±0,55 <sup>A</sup>	4,16±0,45 <sup>B</sup>
7	7,28±1,10 <sup>A</sup>	6,24±0,00 <sup>A</sup>
8	7,80±0,00 <sup>A</sup>	7,28±0,90 <sup>A</sup>

<sup>A-B</sup> depolamaya bağlı olarak gruplar arasındaki istatistiksel farkı tanımlar ( $p < 0,05$ )

TBA değerinin artışında farklı etkenler neden olurken, bunların en başında ise mikrobiyal bozulma gelmektedir. Sunulan çalışmada da TB ve BB örnekleri sırası ile 6,63 log KOB/g, 7,52 log KOB/g değerine ulaştıkları soğuk depolamanın 6. gününde BB ve TB örneklerinin TBA değerleri sırası ile 5,46 mg MDA/kg ve 4,16 mg MDA/kg değerlerine ulaştığı tespit edilmiştir. Aslında TBA değerleri ile ilgili önceki çalışmalara bakıldığında; Köse vd. (2001)'e göre ise 4 mg MDA/kg değerinin üzerindeki bir değer kalite kaybı olarak değerlendirilmesi gerektiği ortaya konulmuştur. Bu değerlerin oluşumunda esas itibari ile bakteriyel gelişimin yanı sıra, balıktaki yağ içeriği (Tokur vd., 2006), ikincil lipid oksidasyon ürünlerinin oluşum hızı (Aubourg, 1993; Khalafalla vd., 2015) gibi faktörler de etkili olabilmektedir. TBA değerleri açısından bakıldığında iç organları temizlenen bütün balık örneklerinin, hem ürünün tüketici beğenilirliğini daha uzun süre koruyabilmesi hem de raf ömrü boyunca kalite kaybının sınırlandırılması açısından önemli olduğu ortaya konulmuştur.

### Göz sıvısı kırılma indeksi (GSKI)

Gözlerdeki parlaklığın kayboluşu ve balık dokusu elastikiyetindeki değişimler, balık eti tazeliğinin kaybolduğunun göstergesidir. Balık gözündeki parlaklığın zamana bağlı olarak değişimi GSKI deki refraktif indeks değerinin ölçümü ile gözlenebilmektedir. Göz sıvısı kırılma indeksi balıkların tazeliklerinin belirlenmesinde uygulanması kolay bir analizdir. İlk bakışta tam teşekküllü bir laboratuvara gerek duyulmaksızın gözlerden alınan sıvının refraktometrik indisinin ölçümü ile balıkların yerinde muayenesi imkânı doğmaktadır (Ünal, 1991). GSKI'deki bu artış ya da değişimler çoğunlukla somon ve morina gibi daha çok büyük balıklarda rahatlıkla tespit edilebilmektedir (Yapar ve Yetim, 1998; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999; Çetinkaya vd., 2014). Konuyla ilgili daha küçük balık türlerine ait çalışmalar sınırlı olup farklı ölçüm cihazları kullanılarak yapılmış GSKI değerlendirilmelerinden biri Levin'in (2009), Proctor vd. (1959)'ne atfen; mezgit balığında yapmış oldukları çalışmadır. Çalışmada soğukta muhafaza edilen mezgit balığı için göz sıvısı kırılma indisi değerinin 1,3347 ile 1,3366 arasının çok iyi kalite, 1,3367 ile 1,3380 arasının iyi kalite, 1,3381 ile 1,3393 arasının kabul edilemez ve 1,3394 ve üzerinin ise pazarlanamaz olduğunu bildirmişlerdir. Gökoğlu ve Yerlikaya (2004) +4 C'de 6 gün boyunca depolanan sardalya balıklarının kalitesi üzerine yaptıkları araştırmada sardalya balığının göz sıvısı kırılma indisi başlangıç değerinin 1,3355 iken; depolamanın 6. gününde 1,3406 değerine ulaştığını ve bu artışın istatistiksel olarak önemli olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca balıklarda ölçülen göz sıvısı kırılma indisi sonuçlarının TVBN ve TMA sonuçlarıyla iyi bir korelasyon göstererek, göz sıvısı kırılma indisi ölçümünün kolay, ucuz ve hızlı bir yöntem olarak balık tazeliği için güvenilir sonuç verdiğini rapor etmişlerdir.

Çalışmamızda ham materyalin başlangıç GSKI değeri 1,008 olarak tespit edilmiştir. Depolama süresinin ilerlemesine bağlı olarak her iki grubun değerlerinde de artış gözlenmiştir. Ancak bu artış, TB örneklerinde istatistiksel olarak önemli olmasa da ortalama değer olarak daha düşük bulunmuştur. BB grubu örnekleri minimum 1,017 maksimum ise 1,047 değerine sahip olurken, TB grubu örneklerinde GSKI değerleri sırası ile 1,016 ve 1,045 değerlerini almıştır. İki grubun GSKI değerleri arasında en büyük fark depolamanın 3. gününde tespit edilmiştir. Soğuk depolamanın 3. gününde BB ve TB örneklerinin GSKI sırasıyla 1,029 ve 1,023 olarak tespit edilmiştir. Mikrobiyal değerin 6 log KOB/g değerini aştığı BB grubu örneklerinde depolamanın 4. gününde bu değer 1,041 olarak tespit edilirken, TB örneklerinde aynı değer depolamanın 6. gününde tespit edilmiştir. Benzer şekilde göz sıvısı kırılma indisindeki bu değişimlerin her iki balık grubunun TBA değerindeki değişimlere paralel olarak depolamanın 6. günündeki kalite kaybına sebep olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak hem bakteriyel hem de balık yağındaki kimyasal bozulmaların her iki balık grubunun GSKI değerlerindeki artışına paralel değişim gösterebileceğini ortaya koymaktadır.

### pH analiz sonuçları

Deniz ürünlerinde pH derecesinin tayini bunların tazeliklerinin tespitinde önemli bir yardımcı testtir (Şengör vd., 2000). Depolama sürecinin başlangıcında temizlenmiş grupta (TB) daha düşük pH değerleri gözlemlenir iken (5,9), bütün balık örnekleri (BB) daha yüksek bir pH değeri ile sürece başlamışlardır. Bu değerler henüz balıkların soğuk depolamada pre rigor evre içinde olduğunu göstermektedir. İlk gün değeri olarak tespit edilen TVBN ve TAMB değerleri de bu savı desteklemektedir. Soğuk depolamanın 2. günü incelenecek olur ise bütün örneklerde tespit edilen (6,4) değer ile temizlenmiş örneklerin (6,2) değeri arasındaki farkın kısmen kapandığı ve gruplar arası farkın istatistikî açıdan önemli olduğu ( $p<0,05$ ) tespit edilmiştir. Her iki balık grubunun pH değerlerindeki bu korelasyon TVBN değerlerinde de gözlenen bir harekettir. Temizlenmiş örneklerdeki pH değerlerinde meydana gelen bu hızlı artış, bozulmakta olan balıklarda alkalın bakteri metabolitlerinin üretimini yansıtmaktadır ve toplam uçucu bazik azot değerindeki (TVBN) artışa paralel bir hareket göstermektedir (Kyra, Lougovious ve Valsamis, 1997). Soğuk depolamanın 3. gününde her iki balık grubunun pH değerinin (BB grubu için 6,99 ve TB grubu için 6,90) sınır değere ulaştığı belirlenmiştir. Temizlenmiş grup örnekleri her ne kadar 4 günde TVBN ve TAMB sayımı açısından düşük değerler göstermiş bile olsa pH'daki artış (7,2), balığın hızlı bir şekilde bozulma durumu ile ilişkilendirilebilmektedir (Kyra ve Lougovious, 2002). Bütün balık örnekleri (BB) ise; pH 7,5 değeri ile en yüksek değere ulaşmıştır. pH değerinde elde edilen bu sonuçlar ile duyu analizi sonuçları karşılaştırıldığında soğuk depolamanın 4. gününde her iki grup balık grubu numunelerinin duyu analizi açısından (B skor ile) zayıf olarak değerlendirilmesiyle paralellik göstermiştir.

### Duyusal analiz sonuçları

Mikrobiyolojik, kimyasal analizlerin yanı sıra tüketici açısından en önemli ve köklü analizlerden birisi şüphesiz ki duyu analizlerdir (Szczeniak ve Kahn, 1971; Martinsdóttir vd., 1987). Sunulan çalışmada elde edilen duyu analizi sonuçları Tablo 4'de verilmiştir.

**Tablo 4.** Genel duyu analizi değerlendirme (n=30)

**Table 4.** General sensory evaluation (n=30)

Depolama Günü	BB	TB
1	E±0,56 <sup>X</sup>	E±0,52 <sup>Y</sup>
2	E±0,72 <sup>X</sup>	A±0,63 <sup>Y</sup>
3	A±0,56 <sup>X</sup>	A±0,61 <sup>Y</sup>
4	B±0,37 <sup>X</sup>	B±0,37 <sup>X</sup>
6	B±0,62 <sup>X</sup>	B±0,44 <sup>Y</sup>
7	B±0,34 <sup>X</sup>	B±0,34 <sup>X</sup>
8	C±0,18 <sup>X</sup>	C±0,18 <sup>X</sup>

<sup>X-Y</sup> depolamaya bağlı olarak gruplar arasındaki istatistiksel farkı tanımlarken ( $p<0,05$ ), <sup>X</sup> aynı zamanda nümerik olarak büyük değeri de tanımlar

Bu sonuçlara göre, her iki grubu temsil eden balık örnekleri soğuk depolamanın ilk günü duyuşal açıdan "E" puan almıştır. Ancak soğuk depolamanın ikinci gününden itibaren BB ile TB örneklerinin aldığı duyuşal skor arasında istatistiksel fark tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Panelistlere göre, soğuk depolamanın ikinci gününden itibaren iç organları çıkarılmış balığın (TB) karın bölgesindeki duyuşal değışimin BB grubuna kıyasla daha belirgin olarak gözleendiğı ortaya konulmuştur. Nitekim bu nedenle panelistler soğuk depolamanın 2. günü BB örneklerini daha çok beğenmişlerdir ( $p<0,05$ ). Soğuk depolamanın 4. gününde her iki grubun duyuşal skorları "B" olarak tanımlanmış ve her iki grup arasında istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Soğuk depolamanın ilk günkü analiz değeriendirilmesine göre; duyuşal açıdan daha kaliteli gözükten bütün balık örnekleri depolama süresince bu durumunu koruyamamıştır. Panelistlerin tespitine göre; iç organlardaki bozulma hızlı bir şekilde duyuşal karakteristikleri olumsuz yönde etkilemeye başlamıştır. Bilindiğı üzere, alkoller, aldehitler, ketonlar, esterler, sülfürlü ve aminli uçucu bileşikler ve spesifik bozulma etkeni olan mikroorganizmaların balıkta oluşumu ile duyuşal karakteristiklerde bozulmalar ortaya çıkmaktadır (Olafsdóttir vd., 1997, Olafsdóttir, 2005). Ancak bu bahsedilen oluşumlar üründen ürüne de farklılık arz edebilmektedir, örneğın Ceylan (2018)'e göre çiğ üründe depolama süresince bu farklıklar gözlenebilirken, aynı ürünün pişirilmesi sonucunda bu karakteristik yapılar kolaylıkla tespit edilemez hale geçmiştir. Öte yandan, Kulawik vd. (2016)'ya göre; ilerleyen zamanla beraber özellikle örneklerin renginde olumsuz renk dönüşümü hızlı bir şekilde gözlenebilmektedir. Renk bozulmasının yanı sıra, formaldehit oluşumu protein yapısının bozulmasına ve buna bağılı olarak da balık dokusunun bozulmasına sebep olabilmektedir (Serdaroğlu ve Deniz, 2001). Çalışmamızda ise, soğuk depolamanın 4. gününde her iki grup örnekleri duyuşal açıdan (B skor ile) zayıf olarak değeriendirilmiştir.

Bu duyuşal bozulmaların hızı aslında gıda katkı maddeleri ya da ışınlama teknolojisi gibi farklı geleneksel ya da

## KAYNAKÇA

- Alperden, I. (1993). Microbiology in meat and seafood, microbiology and its application in food industry. Tübitak MAM, ISBN 975-403-000-6, 101-120, 216. In Turkish.
- Anon (2018). Diet, nutrition, physical activity and liver cancer. American Institute for Cancer Research (AICR), p.50, ISBN 978-1-912259-38-0.
- Aubourg, S.P. (1993). Interaction of malondialdehyde with biological molecules new trends about reactivity and significance. *International Journal of Food Science & Technology*, 28, 4, 323-335. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1993.tb01278.x
- Botta, J.R. (1995). Sensory evaluation: freshness quality grading. J.R. Botta (Ed.), Evaluation of seafood freshness quality, VCH, New York, pp. 65-97.
- Cebioğlu, İ.K. & Önal, A.E. (2018). Gıda Katkı Maddesi İçeren Bazı Besinlerin Tüketiminin ve Sağlığı Etkilerinin Araştırılması: Gıdaların Risk Analizi. *Online Türk Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(1), 21-35. DOI: 10.26453/otjhs.357496
- Ceylan, S. & Topçu, Y. (2014). Pyrolysis kinetics of hazelnut husk using thermogravimetric analysis. *Bioresource Technology*, 156, 182-188. DOI: 10.1016/j.biortech.2014.01.040

nanoteknolojik yöntemler gibi yenilikçi gıda muhafaza teknikleri ile yavaşlatılabilmektedir (Oreai vd., 2011; Ceylan, 2014; Ceylan vd., 2017). Ceylan vd. (2018)'e göre 4°C'de depolanan çipura filetolarının soğuk depolamanın 5. günü itibarı ile koku yönünden tüketilemez olduğu, genel duyuşal skor açısından da sınır değerde olduğu tespit edilmiştir.

## SONUÇ

Bu çalışma sonucunda ister yenilikçi isterse konvansiyonel yöntemle işlenecek balıkların duyuşal karakteristiklerini daha uzun süre koruyabilmeleri amacıyla hijyen kurallarına uygun bir temizleme işlemine tabi tutulduktan sonra işlenerek soğuk depolamaya alınması önerilmektedir. Balıkların bütün halde soğuk depolanmaya alınmasından ziyade hijyenik koşullarda iç organlarının çıkarılması ve derhal soğuk depolamaya alınması depolanan ürünün kalitesinin korunmasına katkı sağlayacaktır.

Bu araştırma sonuçlarına göre; istavrit balığındaki bakteriyel gelişim hızı, kimyasal bozulma basamakları, duyuşal ve fiziksel parametrelerdeki hızlı değışimlerin ayıklama işlemi ile daha iyi kontrol altına alındığı tespit edilmiştir. Pratikte de tüketicilerin satın aldıkları balık ürünleri için basit ama etkili bir yöntem olan ayıklama işleminin ürün kalitesini korumada etkili bir işleme yöntemi olacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

## TEŞEKKÜR

Araştırma materyali istavrit balıkları, Sağdıçlar Balıkçılık Ltd. Şti. tarafından temin edilmiş olup, balıkların avlanmasına müteakip buzlanmış halde fakülteye ulaştırılmıştır. Balığın yakalandığı andaki tazeliğı bozulmaksızın tarafımıza ulaştırılmasında verdikleri lojistik destekten dolayı Sağdıçlar Balıkçılık Ltd. Şti. Genel Müdürü Sayın Veysel Sağdıçlar'a, balıkların duyuşal kalite değışimlerinin belirlenmesinde panelist olarak görev alan ve önemli katkı sağlayan deneyimli fakülte personeline bu çalışmaya ayırdıkları zaman ve katkılar için teşekkürü borç biliyoruz.

- Ceylan, Z., Şengör, G.F.U., Sağdıç, O. & Yılmaz, M.T. (2017). A novel approach to extend microbiological stability of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) filets coated with electrospun chitosan nanofibers. *LWT-Food Science and Technology*, 79, 367-375. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.01.062
- Ceylan, Z., Ünal Sengör, G.F., Basahel, A. & Yılmaz, M.T. (2018). Determination of quality parameters of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) filets coated with electrospun nanofibers. *Journal of Food Safety*, 38(6), e12518. DOI: 10.1111/jfs.12518
- Chotimarkorn, C. (2014). Quality changes of anchovy (*Stolephorus heterolobus*) under refrigerated storage of different practical industrial methods in Thailand. *Journal of Food Science and Technology*, 51(2), 285-293. DOI:10.1007/s13197-011-0505-y
- Çağlak, E., Karlı, B. & Rakıcı, S. (2016). Farklı Pişirme Yöntemleri Uygulanarak Buzdolabı Şartlarında (+4±1°C) Depolanan Hamsi Balığının (*Engraulis encrasicolus*) Bazı Kalite Kriterleri ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. *Anadolu ve Çevre Hayvancılık Dergisi*, 1, 21-27.
- Çetinkaya, S., Bilgin, Ş. & Ertan, Ö.O. (2014). Su ürünlerinde tazelik ve kalite belirlemede klasik yöntemler. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 31(2), 105-111. DOI: 10.12714/egejfas.2014.31.2.07

- Duran, A., Erdemli, U., Karakaya, M. & Yılmaz, M.T. (2008). Effects of slaughter methods on physical, biochemical and microbiological quality of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* and mirror carp *Cyprinus carpio* filleted in pre-, in- or post-rigor periods. *Fisheries Science*, 74(5), 1146–1156. DOI: [10.1111/j.1444-2906.2008.01634](https://doi.org/10.1111/j.1444-2906.2008.01634)
- Erkmen, O. (2010). Foodborne hazards and safe food production. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 53(3), 220-235.
- Fidanbaş, Z.U.C., Bilgin, Ş. & Ertan, Ö.O. (2015). Bazı Deniz Balıklarının Aminoasit - Yağ Asiti İçerikleri ve Beslenme Açısından Önemi. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 11(2), 45-59. DOI: [10.22392/egirdir.246329](https://doi.org/10.22392/egirdir.246329)
- Gökoğlu, N. & Yerlikaya, P. (2004). Use of eye fluid refractive index in sardine (*Sardina pilchardus*) as a freshness indicator. *European Food Research and Technology*, 218, 295–297. DOI: [10.1007/s00217-003-0844-7](https://doi.org/10.1007/s00217-003-0844-7)
- Gülyavuz, H. & Ünlüsayın, M. (1999). Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Ders Kitabı, Şahin Matbaası, Ankara. 358 sayfa.
- Hebard, C.E., Flick, G.J. & Martin, R.E. (1982). Occurrence and significance of trimethylamine oxide and its derivatives in fish and shellfish, p. 149-176. In R.E. Martin, G.J. Flick, C.E. Hebard, D.R. Ward [eds.], *Chemistry and biochemistry of marine food products*. Avi Publishing Company, USA.
- ICMSF (1992). Sampling for microbiological analysis. In *Microorganisms in food*. Toronto, Canada: University of Toronto Press.
- Kaya, G.K. & Baştürk, Ö. (2015). Determination of some quality properties of marinated sea bream (*Sparus Aurata* L., 1758) during cold storage. *Food Science and Technology*, 35(2), 347-353. DOI: [10.1590/1678-457X.6619](https://doi.org/10.1590/1678-457X.6619)
- Khalafalla, F.A., Fatma, H.M.A. & Hassan, A.R.H.A. (2015). Quality improvement and shelf-life extension of refrigerated Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) filets using natural herbs. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 4, 1, 33–40. DOI: [10.1016/j.bjbas.2015.02.005](https://doi.org/10.1016/j.bjbas.2015.02.005)
- Köse, S., Karaçam, H., Kutlu, S. & Boran, M. (2001). Investigating the shelf-life of the anchovy dish called 'Hamsıkuşu' in frozen storage at -18±1 °C. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 25, 651- 656.
- Kulawik, P., Władysław, M., Joanna, T. & Ozoğul, F. (2016). Assessment of color and sensory evaluation of frozen filets from pangasius catfish and Nile tilapia Imported to European Countries. *International Journal of Food Properties*, 19(7), 1439-1446. DOI: [10.1080/10942912.2015.1079790](https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1079790)
- Kurt, Ş., Küçüköner, E. & Zorba, Ö. (2005). Kesim sonrası sığır etinde meydana gelen değişimler. *Gıda*, 30(3), 203-208.
- Kutlu, S., & Balçık Mısır, G. (2007). Bölgemizde Su Ürünleri İşleme Değerlendirme Tesislerinin Gelişimi. *SÜMAE Yunus Araştırma Bülteni*, 7, 1.
- Külcü, D.B. (2017). Farklı sıcaklıklarda muhafaza edilen palamut (Sarda sarda) balığının bazı kimyasal kalite niteliklerinin belirlenmesi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. DOI: [10.16984/saufenbilder.298978](https://doi.org/10.16984/saufenbilder.298978)
- Kyran, V.R., Lougouvios, V.P. & Valsamis, D.S. (1997). Assessment of shelf-life of maricultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*) stored in ice. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 32, 339-347. DOI: [10.1046/j.1365-2621.1997.00408.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.1997.00408.x)
- Kyran, V.R. & Lougouvios, V.P. (2002). Sensory, chemical and microbiological assessment of farm raised European sea-bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in melting ice. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 37, 319-328. DOI: [10.1046/j.1365-2621.2002.00572.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.2002.00572.x)
- Levin, R.E. (2009). Assessment of Seafood Spoilage and the Microorganisms Involved. Chapter 28 (pp. 516-524). In L.M.L. Nollet, F. Toldrá (Eds.), *Handbook of Seafood and Seafood Products Analysis*. CRC Press, Boca Raton, Florida, ISBN 978-1-4200-4633-5.
- Martinsdóttir, E. (1987). Freshness measurements on cod and redfish with RT freshness grader. Reykjavik: Icelandic Fisheries Organization.
- Masella, R. & Mazza, G. (2009). Glutathione and Sulfur Amino Acids in Human Health and Disease. John Wiley & Sons, USA, ISBN 978-0-470-17085-4.
- Maturin, L. & Peeler, J.T. (2001). Bacteriological analytical manual, 6th Edition, Revision A, Chapter 3.
- Meral, G., Ceylan, Z. & Köse, S. (2019). Limitation of microbial spoilage of rainbow trout filets using characterized thyme oil antibacterial nanoemulsions. *Journal of Food Safety*, e12644. DOI: [10.1111/jfs.12644](https://doi.org/10.1111/jfs.12644)
- Mısır, G.B. (2012). Denizel Kaynaklı Bazı Fonksiyonel Gıdalar ve Gıda Bileşenleri. *Yunus Araştırma Bülteni*, 1, 1-7.
- Olafsdóttir, G., Martinsdóttir, E., Oehlenschläger, J., Dalgaard, P., Jensen, B., Undeland, I., Mackie, I., M., Henehan, G. & Nielsen, H. (1997). Methods to evaluate fish freshness in research and industry. *Trends in Food Science Technology*, 8(8), 258-265. DOI: [10.1016/S0924-2244\(97\)01049-2](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(97)01049-2)
- Olafsdóttir, G. (2005). Volatile compounds as quality indicators in chilled fish: Evaluation of microbial metabolites by an electronic nose. Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy, Faculty of Science University of Iceland and Icelandic Fisheries Laboratories, Reykjavik, ISBN 9979-70-052-1.
- Oraei, M., Motalebi, A.A., Hoseini, E. & Javan, S. (2011). Effect of gamma irradiation and frozen storage on microbial quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 10(1), 75–84.
- Özkaya, F.D. & Cömert, M. (2008). Gıda zehirlenmelerinde etken faktörler. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 65(3), 149-58.
- Özyürek, H., İncedayı, B. & Tamer, C.E. (2013). Minimal İşlenmiş Gıdalar. *Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi*, 13, 59-67.
- Peng, S., Chen, C., Shi, Z. & Wang, L. (2013). Amino acid and fatty acid composition of the muscle tissue of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and bigeye tuna (*Thunnus obesus*). *Journal of Food and Nutrition Research*, 1(4), 42-45. DOI: [10.12691/jfnr-1-4-2](https://doi.org/10.12691/jfnr-1-4-2)
- Rehbein, H. & Oehlenschläger, J. (2009). *Fishery Products: Quality, Safety and Authenticity*. USA, Wiley-Blackwel.
- Rodríguez, Ó., Losada, V., Aubourg, S.P. & Barros-Velázquez, J.B. (2005). Sensory, microbial and chemical effects of a slurry ice system on horse mackerel (*Trachurus trachurus*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 235–242. DOI: [10.1002/jsfa.1960](https://doi.org/10.1002/jsfa.1960)
- Sallam, K.I. (2007). Chemical, sensory and shelf life evaluation of sliced salmon treated with salt of organic acids. *Food Chemistry*, 101(2), 592-600. DOI: [10.1016/j.foodchem.2006.02.019](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.02.019)
- Schormüller, J. (1968). *Tierische Lebensm. Eier, Fleisch, Buttermilch*. In *Handbuch der Lebensmittel Chemie*. Band III/2 Teil. Berlin, Hiedelberg, New York: Springer-Verlag.
- Serdaroğlu, M. & Deniz, E.E. (2001). Balıklarda ve Bazı Su Ürünlerinde Trimetilamin (TMA) ve Dimetilamin (DMA) Oluşumunu Etkileyen Koşullar. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(3-4), 575 – 581.
- Szczesniak, A.S. & Kahn, E.L. (1971). Consumer awareness of and attitudes to food texture. *Journal of Textural Studies*, 2, 28–295. DOI: [10.1111/j.1745-4603.1971.tb01005.x](https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1971.tb01005.x)
- Şen, İ. & Şahin, A. (2017). Mersin'de Yaşayan Tüketicilerin Balık Tüketim Tercihlerini Demografik Faktörler Açısından Ele Alan Bir Araştırma. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(1), 33-46. DOI: [10.5578/jeas.48561](https://doi.org/10.5578/jeas.48561)
- Şengör, G.F., Çelik, U. & Akkuş, S. (2000). Buzdolabı koşullarında depolanan istavrit balığı (*Trachurus trachurus*, L.1758)'nın tazeliğinin ve kimyasal bileşiminin belirlenmesi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 24(3), 187–193.
- Tarladgis, B., Watts, B.M., Yonathan, M. & Dugan, L.Jr. (1960). Distillation Method for Determination of Malonaldehyde in Rancidity Food. *Journal American Oil Chemists Society*, 37(1), 44-48. DOI: [10.1007/BF02630824](https://doi.org/10.1007/BF02630824)
- Tokur, B., Korkmaz, K. & Ayas, D. (2006). Comparison of two thiobarbituric acid (TBA) method for monitoring lipid oxidation in fish. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23, 331–334.
- Ünal, G.F. (1991). Dondurularak depolanan mürekkep balığındaki (*Sepia officinalis*) kalite değişimlerinin incelenmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, İşleme Teknolojisi Programı, Yüksek Lisans tezi, 71 sayfa.
- Yapar, A. & Yetim, H. (1998). Determination of anchovy freshness by refractive index of eye fluid. *Food Research International*, 31(10), 693-695. DOI: [10.1016/S0963-9969\(99\)00047-2](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(99)00047-2)