



## Pişirmeye Hazır Marine Edilmiş Palamut Balığı (*Sarda sarda*)'nın Dondurularak Depolama (-18 °C) Boyunca Lipit ve Duyusal Kalite Parametrelerindeki Değişimin İncelenmesi

Filiz SAYGUN Bahar TOKUR\*

ODÜ Fatsa Deniz Bilimleri Fak. Balıkçılık Tekn. Müh. Bölümü Evkaf Mah. 52400 Fatsa/ORDU

Geliş Tarihi: 08 Eylül 2020

Kabul Tarihi: 11 Ocak 2021

Basım Tarihi: 31 Mart 2021

Atf yapmak için: Saygun, F. & Tokor, B. (2021). Pişirmeye Hazır Marine Edilmiş Palamut Balığı (*Sarda sarda*)'nın Dondurularak Depolama (-18 °C) Boyunca Lipit ve Duyusal Kalite Parametrelerindeki Değişimin İncelenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 6(1), 4-13.

How to cite: Saygun, F. & Tokor, B. (2021). Investigation of Lipid and Sensory Quality Parameters of Ready to Cook Marinated Atlantic Bonito (*Sarda sarda*) During Frozen Storage (-18°C). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 6(1), 4-13.

<https://orcid.org/0000-0002-7426-6069>  
 <https://orcid.org/0000-0002-7087-5801>

\*Sorumlu yazarın:

Bahar TOKUR  
ODÜ Fatsa Deniz Bilimleri Fak.  
Balıkçılık Tekn. Müh. Bölümü,  
Fatsa/ORDU TÜRKİYE  
✉: [baharorhun@gmail.com](mailto:baharorhun@gmail.com)

**Öz:** Bu çalışmada, marinasyon sonunda bekletildikten sonra direkt pişirmeye hazır fırın poşetlerinde dondurularak depolanan (-18 °C) palamut (*Sarda sarda*)'un lipit ve duysal kalitesinde meydana gelen değişimler dört ay boyunca araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, kontrol grubunun nem (%), ham protein (%), lipit (%) ve ham kül (%) içeriği sırasıyla %55,17, %26,54, %9,11 ve %1,58, marine palamutta ise bu değerler sırasıyla %58,16, %23,63, %11,34 ve %1,75 olarak bulunmuştur. Yapılan t testi sonucunda, nem (%), protein (%), lipit (%) ve ham kül (%) değerleri bakımından gruplar arasındaki farklılığın önemli olduğu bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Araştırmada, dondurularak depolama boyunca lipit kalitesinin belirlenmesinde kullanılan tiyobarbitürik asit (TBA, mg malonaldehit/ kg örnek) değerleri başlangıçta kontrol grubunda  $3,44 \pm 0,098$  mg malonaldehit/ kg örnek iken depolama sonucunda bu değer  $6,90 \pm 0,421$  mg malonaldehit/kg örnek'e ve marine grubunda  $1,92 \pm 0,069$  mg malonaldehit/ kg örnek iken bu değer depolama sonunda  $3,56 \pm 0,021$  mg malonaldehit/kg örnek değerine önemli bir şekilde arttığı belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Yağ asiti kompozisyonu bakımından kontrol grubunun toplam doymuş yağ asidi ( $\Sigma$ SFA) miktarı, toplam tekli doymamış yağ asidi ( $\Sigma$ MUFA) miktarı ve toplam çoklu doymamış yağ asidi ( $\Sigma$ PUFA) miktarı sırasıyla %30,77 $\pm$ 0,40, %28,13 $\pm$ 1,62 ve %29,39 $\pm$ 0,41 olarak belirlenmiştir. Marine palamutta ise toplam doymuş yağ asidi ( $\Sigma$ SFA) miktarı, toplam tekli doymamış yağ asidi ( $\Sigma$ MUFA) miktarı ve toplam çoklu doymamış yağ asidi ( $\Sigma$ PUFA) miktarı sırasıyla %25,43 $\pm$ 0,90, %38,67 $\pm$ 1,24 ve %27,59 $\pm$ 0,92, olarak bulunmuştur. Duyusal analize göre, depolamanın sonunda kontrol grubunun koku, lezzet ve genel kabul edilebilirlik bakımından tüketilebilirlik sınırını aştığı halde, marine palamutların tüm duysal parametreler bakımından tüketilebilir olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Acılaşma, dondurularak muhafaza, marinasyon, pişirmeye hazır, *Sarda sarda*, yağ asitleri, kompozisyonu.

## Investigation of Lipid and Sensory Quality Parameters of Ready to Cook Marinated Atlantic Bonito (*Sarda sarda*) During Frozen Storage (-18°C)

**Abstract:** In this study, the changes in lipid and sensory quality of ready to cook marined Atlantic bonito (*Sarda sarda*) in oven bag stored at -18°C for four months were investigated. At the end of the study, moisture content (%), crude protein (%), lipid (%) and crude ash (%) content of control group were 55,17%, 26,54%, 9,11% and 1,58%, respectively, while the moisture (%), crude protein (%), lipid (%) and crude ash (%) content of marinated Atlantic bonito was 58,16%, 23,63%, 11,34% and 1,75%, respectively. As a result of t-test, the difference between the groups in terms of the moisture (%), crude protein (%), lipid (%) and crude ash values were found to be as significant ( $p<0,05$ ). In the study, thiobarbituric acid (TBA, mg malonaldehyde / kg sample) values used in the determination of lipid quality during frozen storage were found to be  $3,44 \pm 0,098$  mg malonaldehyde / kg sample in the control group at the beginning, whereas this value significantly increased to  $6,90 \pm 0,421$  mg malonaldehyde/ kg sample value after storage and marine group were found to be  $1,92 \pm 0,069$  mg malonaldehyde/ kg sample at the beginning, whereas this value was significantly increased to  $3,56 \pm 0,021$  mg malonaldehyde / kg sample value after stored ( $p<0,05$ ). In terms of fatty acid composition, the total amount of saturated fatty acid ( $\Sigma$ SFA), total monounsaturated fatty acid ( $\Sigma$ MUFA) amount and total polyunsaturated fatty acid ( $\Sigma$ PUFA) amount of the control group were determined as  $30.77 \pm 0.40\%$ ,  $28 \pm 1.62\%$  and

\*Corresponding author's:  
Bahar TOKUR  
ODU Fatsa Faculty of Marine Sciences.  
Fishing Tech. Eng. Department,  
Fatsa / Ordu, Turkey  
✉: baharorhun@gmail.com

29.39 ± 0.41 %, respectively. In marinated bonito, total saturated fatty acid ( $\Sigma$ SFA) amount, total monounsaturated fatty acid ( $\Sigma$ MUFA) amount and total polyunsaturated fatty acid ( $\Sigma$ PUFA) amount were found to be 25.43 ± 0.90%, 38.67 ± 1,24% and 27.59 ± 0.92%, respectively. According to sensory analyze, although the control group exceeded the limit of consumption according to odor, flavor and general acceptability at the end of storage, it was determined that the marinated Atlantic bonito could be consumption level in all sensory parameters.

**Keywords:** Fatty acids composition, frozen storage, *Sarda sarda*, marination, rancidity, ready to cook .

## GİRİŞ

Kökeni İtalyanca olan marinasyon kelimesi "marinare" den gelmektedir (McEvoy, 2003). Marinasyon terimi, 17. yüzyıldan itibaren et ve balığın salamurada bekletilmek suretiyle korunması anlamını taşımaktaydı. Fakat günümüzde marinasyon için daha farklı tanımlamalar yapılmaktadır (Brandt, 2001). Marinasyon, Lemos vd., (1999) tarafından tüketicinin isteğine göre etlerin sululuğunu ve lezzetini geliştirmek ve daha yumuşak hale getirmek amacıyla mutfaklarda kullanılan bir teknik olarak tanımlanmışlardır. Tan, (2002), etin pişirilmeden önce sirke, tuz, yağ ve baharatlarla harmanlanması olarak ifade etmektedir. Parks vd., (2000) ise marinasyonu şeker, asit, fosfat, tuz, baharat ve aroma vericilerden oluşan sulu çözeltinin farklı tekniklerle ete uygulanması olarak ifade etmiştir. Genel olarak evlerde de sıklıkla uyguladığımız marinasyon, çeşitli hayvan etlerinin (balık, tavuk, kırmızı et) lezzet ve aromasının artırılması, yumuşatılması ve gevrekleştirilmesi, için tuz, sirke, limon, sıvı yağ, salça, soğan, sarımsak, çeşitli baharatlar ve/veya diğer bazı katkı maddeleriyle (fosfatlar ve organik asitler gibi) muamele edilmesi işlemi olarak tanımlanabilir. Marinasyonda kullanılan ve katkı maddelerinden oluşan sıvıya da marinat denilmektedir (Ergezer & Gökçe, 2004). Marinasyon işleminde kullanılan katkı maddelerinin antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri ürünün sadece tadını etkilememekte aynı zamanda ürünün kalitesini ve raf ömrünü de arttırmaktadır (Björkroth, 2005; Shylaja & Peter, 2004).

Ticari marinasyon işlemi temelde, tumburlama, daldırma (durgun marinasyon) ve enjeksiyon olmak üzere üç farklı şekilde yapılmaktadır (Smith & Acton, 2001; Xargayo vd., 2001). Geleneksel yöntem olarak adlandırılan daldırma yöntemi (durgun marinasyon) en eski ve en basit marinasyon yöntemidir. Bu yöntemde, içerisinde marinat bulunan tanklara etler doldurularak +4-7 °C'de en az bir gün bekletilir ve bu süre içerisinde marinatta bulunan katkı maddeleri süreye bağlı olarak ete difüze olur (Smith & Acton, 2001). Bunlar arasında daldırma yöntemi oldukça basit ve ev ortamında da uygulanabilen temel bir yöntemdir. Bu yöntemin en büyük avantajları uygulama kolaylığı, ucuzluğu (ilave ekipmana ihtiyaç göstermez), derili veya derisiz etlere uygulanabilmesi ve küçük kapasitelerde çalışılabilmesidir (Ergezer & Gökçe, 2004; Duyar & Eke, 2009). Ancak bu uygulamanın evde yapılması durumunda

en büyük dezavantajı, balığın buzdolabında marinat solüsyonunda belli bir süre dinlendirilmesinin uzun zaman alan bir işlem olmasıdır. Özellikle yoğun iş temposu ve teknolojinin gelişmesi gibi nedenlerle insanlar uzun zaman alan yemeklere vakit ayıramamaktadır. Bu nedenle, günümüzde hazırlanması ve pişirilmesi bakımından zamandan tasarruf sağlayan pişirmeye hazır gıdalara yönelik tüketici taleplerinde artış görülmektedir (Husein vd., 2020). *Scombridae* familyasından Atlantik palamutu (*Sarda sarda*, Bloch 1793), Akdeniz, Karadeniz, Atlantik ve Arjantin'in kuzeyinde yaygın olarak dağılmış ve ticari öneme sahip yağlı epipelajik bir deniz balığı türüdür (Collette & Nauen, 1983; Duyar vd., 2006; Duyar vd., 2020; Yoshida, 1980). 2017 TÜİK verilerine göre, palamut balığının ülkemizdeki toplam üretimi 7578 ton olarak belirtilmiştir (TÜİK, 2019). Avlama sezonunda yakalanan Atlantik palamutları raf ömrünün sınırlı olması nedeniyle genellikle dondurularak veya tuzlanarak muhafaza edilir (Koral & Köse, 2018). Dondurma ve dondurarak depolama, balığı ve balık ürünlerini en iyi şekilde muhafaza eden metotlardan biridir. Ancak, dondurarak depolama esnasında, lipid ve proteinlerin indirgenmesiyle meydana gelen istenmeyen bileşiklerden dolayı; balık ve balık ürünlerinin kalitesinde bozulmalar oluşmaktadır (Sikorski, 1980). Özellikle tüketici açısından çok önemli bir unsur olan tatta meydana gelen ve arzu edilmeyen değişmelere, lipidlerin oksidasyonundan ve proteinlerin indirgenmesinden dolayı ortaya çıkan düşük moleküler ağırlıklı bileşiklerin neden olduğu bilinmektedir. Özellikle oksidatif acılaşıma, dondurarak depolama sırasında balıkların raf ömrünü sınırlayan önemli bir faktördür. Bu çalışmada, marinasyon sosunda bekletildikten sonra direkt pişirmeye hazır fırın paketlerinde dondurularak depolanan (-18 °C) palamut (*Sarda sarda*)'un lipid ve duyu kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

Bu çalışmada, materyal olarak 348,42 ± 11,17 gortalama ağırlığında ve 30,52 ± 0,78 cm boyunda 24 adet palamut (*Sarda sarda* Bloch, 1793) Aralık ayında yerel bir balıkçıdan temin edilmiştir. Marinasyon sosunda kullanılan kuru soğan, sarımsak, limon, riviera zeytinyağı, tuz, pul biber ve karabiber ise yerel bir marketten satın alınmıştır.

## Yöntem

**Marinasyon İşlemi:** Boyları ve ağırlıkları ölçülen balıkların kafa ve iç organları temizlenip yıkandıktan sonra iyice süzülmesi sağlanıp, dilimlenerek iki eşit (3 kg) gruba ayrılmıştır. Marinasyon sosu için % 40 rendelenmiş kuru soğan, % 1 sarımsak, % 17 limonun suyu, % 39 riviera zeytinyağı, % 1 tuz, % 1 kırmızı pul biber, ve % 1 karabiber kullanılmıştır.

Belirlenenmiktarlarda hazırlanan sos malzemeleri bir kabın içine konularak iyice karıştırılmış ve marine edilecek palamutlar bu sos içerisine alınarak bir gece (12 saat) buzdolabında (4 ±2 °C) bekletilmiştir. Marine edilen balıklar sos içerisinden alınarak -40 °C'de 3 saat şoklama işlemi yapıldıktan sonra kimyasal analiz için 350g, duyuusal testler için 150g olmak üzere tartılarak 25×38 cm ebatlarındaki fırın poşetlerine konulmuştur. Kontrol grubu ise -40 °C 'de 3 saat şoklama işleminin ardından saf suya daldırılarak "glaze" işlemi yapılmış ve tartılarak fırın poşetlerine yerleştirilmiştir. Daha sonra paketlenmiş donmuş marinasyon ve kontrol grubu örnekleri -18 °C'de depolanmıştır.

**Kimyasal Analiz:** Kontrol grubu ve marine palamutların besin maddesi kompozisyonunu belirlemek amacıyla ham protein (%) Kjeldahl metoduna (AOAC, 1995) göre, nem (%) ve ham kül analizi AOAC (1990) metoduna göre, lipit (%) Bligh and Dyer (1959)'in uyguladığı yöntemle göre yapılmıştır. Dondurarak depolama boyunca lipit kalitesinde meydana gelen değişimi tespit etmek amacıyla tiyobarbitürik asit (TBA, mg malonaldehit / kg et) analizi Tarladgis vd., (1960)'nın uyguladığı yöntemle göre analiz edilmiştir.

Yağ asidi metil esterleri (FAME), ekstrakte edilmiş lipitten, Ichihara vd., (1996) metoduna göre yapılmıştır. Bunun için, 4 ml 2M'lık KOH ve 2 ml n-heptan ekstrakte edilmiş yağ örneği (25 mg) üzerine ilave edilmiştir. Daha sonra vortekste 2 dakika oda sıcaklığında karıştırılmış ve 4000 rpm'de 10 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Gaz kromatografisi (GC)'inde analiz için ekstraktaki heptan tabakası kullanılmıştır. Yağ asitleri kompozisyonu, 30m × 0.32mm ID × 0.25µm film kalınlığında SGE kolonlu ve alev iyonizasyon dedektörlü (FID) otomatik örneklemeli (Perkin Emler, USA) GC (Gaz kromatografik) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Enjektör ve detektör sıcaklıkları sırasıyla önce 220 °C sonra 280 °C'ye ayarlanmış ve fırın sıcaklığı 140 °C'de 5 dakika tutulmuştur. Daha sonra 200°C'ye kadar, her dakika 4°C arttırılarak, 200 °C'den 220 °C'ye de her dakika 1 °C arttırılarak getirilmiştir. Taşıyıcı gazı kontrolü 16 ps'de ve 1 ml örnek ile sağlanmıştır. Split uygulaması 1:50 oranında gerçekleştirilmiştir. Standart 37 bileşenden oluşan FAME standart karışımının (Supelco 37 F.A.M.E. Mix C4-C24 Component, Catalogue No. 18919) gelme zamanlarına karşı yağ asitleri karşılaştırılarak yağ asitleri tanımlanmıştır. Yapılan iki GC analiz sonuçları %

olarak ifade edilmiştir. Balık etindeki eikosapentaenoik Asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) miktarları Weihrauch et al. (1975) tarafından belirlenen yöntemle göre aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

Yağ asidi (mg/100g balık eti) = 0.956 x FAME (%) x lipid düzeyi (%) x 10

**Duyusal Analiz:** Duyusal analiz, Paulus vd. (1979)'na göre yapılmıştır. Kontrol grubu ve marine palamutun koku, renk, doku yapısı, lezzet ve genel kabul edilebilirlik değerlerinde meydana gelen değişimler 1 ile 9 skalası baz alınarak deneyimli 5 panelist tarafından değerlendirilmiştir. Puanlama sisteminde 7-9 arası "çok iyi", 4.1-6.9 arası "iyi", 4 "tüketilebilirliği", 1-3.9 arası ise "kabul edilemezliği" göstermektedir. Duyusal analizlerde her iki gruba ait örnekler çözündürülmeden 200 °C'de fırında 40 dk pişirildikten sonra analiz edilmiştir.

**İstatistiksel Analiz:** Araştırmanın sonunda elde edilen veriler, IBM© SPSS© Statistics 25.0 paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Kontrol ve marine palamutlardan elde edilen verilerin birbirleriyle karşılaştırmasında t-testi ve kendi aralarındaki zaman içindeki değişimleri belirlemede ise Duncan çoklu karşılaştırma testi, One-way ANOVA ile p<0.05 önem düzeyinde uygulanmıştır (Duncan, 1955).

## BULGULAR VE TARTIŞMA

**Besin Kompozisyonu:** Çalışma sonucunda, kontrol grubunun nem (%), ham protein (%), lipit (%) ve ham kül (%) içeriği sırasıyla % 55,17, % 26,54, % 9,11 ve % 1,58 olarak bulunurken, marine palamudun nem (%), ham protein (%), lipit (%) ve ham kül (%) içeriği ise sırasıyla % 58,16, % 23,63, % 11,34 ve % 1,75 olarak saptanmıştır. Yapılan t testine göre gruplar arasında nem (%), ham protein (%), lipit (%) ve ham kül (%) değerleri bakımından önemli farklılıklar bulunmuştur (p<0,05).

Rzepka vd., (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, palamut balığı filetolarında % 26,8 ham protein ve % 1,8 ham kül içeriği ile bu çalışmada elde edilen ham protein ve kül değerlerine yakın değerler elde edildiği, buna karşılık % 66,8 nem ve % 4,5 yağ ile bu çalışmada elde edilen değerlerden farklı olduğu görülmüştür. Mol vd., (2012) ise, bizim bulduğumuz sonuçlardan farklı olarak Ekim 2009 yılında Karadeniz Bölgesi'nde yakalanan palamutların nem içeriğini % 69,19, ham protein içeriğini % 20,35, lipit içeriğini % 6,26 ve kül içeriğini % 3,12 olarak saptamışlardır. Yine Çorapçı, (2018) adlı çalışmanın taze palamut balığı için yapmış olduğu besin kompozisyonu analizinde nem, ham protein, yağ ve ham kül için bulunduğu değerlerin bizim çalışmamızda bulduğumuz değerlerden farklı olduğu görülmektedir. Tüm bu araştırma sonuçları, palamut balığının besinsel kompozisyonunda farklılıklar tespit edilebileceğini göstermektedir. Benzer şekilde,

Karakoltsidis vd., (1995), palamut kaslarının biyokimyasal bileşimlerinde mevsimsel değişiklikler tespit etmiştir. Yine, Mısır vd., (2014) Karadeniz'den avlanan palamut balığında toplam lipit düzeyindeki aylık değişimleri incelediğinde, Ağustos ve Aralık ayına kadar % 4,0' dan % 13,5 kadar önemli oranda yükseldiği ve Mart ayında % 8,4 düzeyine düştüğünü belirtmiştir. Araştırmacılar, aylar arasında meydana gelen bu değişimin çoğunlukla eşeyssel olgunluğa ve yakalama periyoduna bağlı olarak değişebileceğini belirtmiştir. Zaboukas vd., (2006) ise, palamutlardaki lipit içeriğinin eşeyssel olgunluğa ve cinsiyete göre önemli oranda değiştiğini ve protein içeriğinin ise yumurtlama döneminde değişebileceğini belirtmiştir. Tülsner (1994), balıklarda saptanan farklı besin madde içeriklerinin sebebinin balığın türüne, yaşına, beslenme durumuna, avlanma mevsimine ve avlanma bölgesine göre değişebileceğini ifade etmişlerdir. Bu çalışmada tespit edilen besin kompozisyonundaki farklı değerlerin nedeninin yukarıda açıklanan sebeplerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Marine palamudun nem (%), ham protein (%), lipit (%) ve ham kül (%) içeriği sırasıyla % 58,09, % 23,63, %

11,34 ve % 1,75 olarak saptanmıştır. Marine palamuttaki besin kompozisyonu kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, nem, lipit ve ham kül içeriğinin kontrol grubuna göre daha yüksek ( $p<0,05$ ), protein içeriğinin ise kontrol grubuna göre daha düşük olduğu bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Kontrol grubuna göre lipit ve ham kül oranında meydana gelen bu yükselmenin marinasyon sosunda kullanılan zeytinyağı ve baharatlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ham protein oranındaki azalmanın ise nem, lipit ve kül miktarının yüksek olmasından kaynaklanan oransal bir azalma olduğu düşünülmektedir. Benzer şekilde, Rzepka vd., (2013), tuz ve şeker karışımı ile  $3\pm 1$  °C'de olgunlaşmak için beklettikleri palamutların besin kompozisyonunda farklılıklar oluştuğunu bununla sebebinin soğukta olgunlaştırma esnasında tuz ve şeker karışımının balığın etine nüfus etmesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

**Yağ Asidi Kompozisyonu:** Kontrol grubu ve marine palamutlarda, dondurularak depolamanın başlangıcında ve sonunda yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişimler Tablo 1' de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Dondurularak depolama boyunca kontrol ve marine palamutların yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişimler (-18 °C) (%)\*.  
**Table 1.** Changes in fatty acid composition of control and marinated bonito during frozen storage (-18 °C) (%)\*.

Yağ Asitleri	Kontrol		Marine	
	Başlangıç	4. Ay	Başlangıç	4. Ay
<b>Doymuş Yağ Asitleri (SFA)</b>				
C8:0	0,02±0,00	0,01±0,01	0,02±0,01	0,01±0,01
C12:0	0,05±0,00	0,05±0,00	0,04±0,00	0,04±0,00
C14:0	4,35±0,01*	4,13±0,04	2,87±0,09	3,23±0,13
C15:0	0,79±0,01	0,75±0,00	0,53±0,02	0,61±0,03
C16:0	18,11±0,21	17,67±0,01	16,08±0,65	16,93±0,37
C17:0	0,71±0,02	0,73±0,01	0,48±0,01	0,57±0,04
C18:0	5,12±0,11	4,90±0,03	4,18±0,10	4,42±0,09
C20:0	0,40±0,01	0,40±0,00	0,43±0,02*	0,46±0,01
C22:0	0,38±0,00	0,31±0,12	0,33±0,01	0,39±0,01
C24:0	0,84±0,03	0,87±0,02	0,50±0,01*	0,63±0,02
ΣSFA	30,77±0,40	29,80±0,14	25,43±0,90	27,27±0,68
<b>Tekli Doymamış Yağ Asitleri (MUFA)</b>				
C14:1	0,09±0,00	0,08±0,00	0,06±0,00	0,07±0,01
C16:1	5,03±0,02*	4,86±0,03	3,56±0,13	4,06±0,14
C17:1	0,46±0,01	0,51±0,00	0,40±0,01	0,46±0,03
C18: 1n-9	20,75±1,56*	19,59±0,18	33,36±1,30	28,09±2,09
C18: 1n-7	0,24±0,01	0,22±0,01	0,14±0,03	0,14±0,01
C20: 1n-9	1,42±0,03*	1,61±0,02	0,99±0,04*	1,34±0,04
C22: 1n-9	0,15±0,00	0,17±0,00	0,17±0,01*	0,13±0,00
ΣMUFA	28,13±1,62*	27,03±0,19	38,67±1,24	34,27±1,87
<b>Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (PUFA)</b>				
C18:2n-6	2,53±0,12	2,67±0,06	5,52±0,35	4,82±0,00
C18:3n-3	1,01±0,01*	1,06±0,01	0,99±0,04	1,03±0,05
C18:3n-6	0,20±0,01	0,20±0,01	0,14±0,01	0,17±0,01
C20:2	0,14±0,01	0,22±0,04	0,11±0,00*	0,20±0,01
C20:3n-3	0,72±0,00	0,75±0,01	0,59±0,02	0,66±0,02
C20:3n-6	1,35±0,03	1,35±0,02	0,77±0,02*	1,08±0,03
C20:4n-6	0,33±0,02	0,34±0,00	0,23±0,01*	0,27±0,01
C20:5n-3	6,29±0,10	6,58±0,02	5,24±0,15	5,82±0,19
	(547,81 mg‡)	(573,06 mg‡)	(568,07 mg‡)	(630,95 mg‡)
C22:6n-3	16,84±0,46	17,85±0,06	14,01±0,36	15,79±0,50
	(1466,62 mg‡)	(1554,59 mg‡)	(1518,82 mg‡)	(1711,80 mg‡)
ΣPUFA	29,39±0,41	30,99±0,08	27,59±0,92	29,82±0,80
Σn-3	24,86±0,57	26,23±0,03	20,83±0,57	23,30±0,75
Σn-6	4,40±0,17	4,55±0,08	6,65±0,36	6,33±0,03
n-3/n-6	5,67±0,34	5,77±0,09	3,14±0,08	3,68±0,10
n-6/n-3	0,18±0,01	0,17±0,00	0,32±0,01	0,27±0,01
EPA+DHA	2014,43 mg‡	2127,65 mg‡	2086,89 mg‡	2342,75 mg‡

\*Aynı satırdaki \* istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ( $p<0,05$ ). ‡ 100 g palamut örneğindeki miktarı.

Çalışmada, kontrol grubu olarak herhangi bir işlem görmemiş palamutun, yağ asitleri kompozisyonu içinde en yüksek yağ asitleri olan C18: 1n-9, C22:6n-3 ve

C16:0'nın miktarları sırasıyla %20,75±1,56, %16,84±0,46 ve %18,11±0,21 olarak bulunmuştur. Mısır vd., (2014), Karadeniz bölgesinden avlanan palamut balıklarının aylık

yağ asidi değişimlerini inceledikleri çalışmalarında, palamutta başlıca yağ asitlerinin C18: 1n-9, C22:6n-3 ve C16:0 olduğu ve bunların miktarlarının aylık olarak farklılık gösterdiğini bulmuşlardır. Palamut balıklarında palmitik ve oleik doymuş ve tek doymamış yağ asitleri içinde dominat oldukları diğer araştırmacılar tarafından da bulunmuştur (Tanakol vd., 1999; Bayır vd., 2006). Benzer şekilde her ne kadar miktar olarak farklılık görülse de dominat yağ asitleri olarak marine palamutun C18: 1n-9, C16:0 ve C22:6n-3'in miktarları sırasıyla %33,36±1,30, %16,08±0,65 ve %14,01±0,036 olarak bulunmuştur. Kontrol grubunun toplam doymuş yağ asidi ( $\Sigma$ SFA) miktarı % 30,77±0,40, toplam tekli doymamış yağ asidi ( $\Sigma$ MUFA) miktarı %28,13±1,62, toplam çoklu doymamış yağ asidi ( $\Sigma$ PUFA) miktarı % 29,39±0,41, olarak belirlenmiştir. Marine palamutun ise toplam doymuş yağ asidi ( $\Sigma$ SFA) miktarı % 25,43±0,90, toplam tekli doymamış yağ asidi ( $\Sigma$ MUFA) miktarı % 38,67±1,24, toplam çoklu doymamış yağ asidi ( $\Sigma$ PUFA) miktarı %27,59±0,92, olarak belirlenmiştir. Mısır vd., (2014), her iki grup palamutta bizim bulduğumuz sonuçlardan farklı olarak toplam PUFA oranının aylık olarak toplam SFA ve MUFA'dan daha yüksek içerdiğini ve aylık PUFA değişiminin yüksek varyasyon gösterdiğini (%30,6 - 52,9) bulmuşlardır. Araştırmacılar tarafından yağ asidi kompozisyonunda meydana gelen bu değişimlerin balığın boyutuna, yaşına, doğal diyetine, üreme durumlarına, balık avının coğrafi konumuna, çevre koşullarına ve özellikle su sıcaklığına bağlı olarak değiştiği belirtilmektedir (Saito vd., 1999; Bayır vd., 2006; Huang vd., 2012).

Bu çalışmada, taze palamut balığında EPA değeri % 6,29±0,10 (547,81 mg/100 g örnek) ve DHA değeri ise % 16,84±0,46 (1466,62 mg/100 g örnek) olarak bulunmuştur.

Bizim bulduğumuz sonuçlarla benzer bir şekilde, Mısır vd., (2014) PUFA içerisinde majör yağ asidinin DHA olduğunu ve bunu EPA'nın takip ederek sırasıyla % 12,2–28,3 and % 5,3–12,3 arasında içerdiğini bulmuşlardır. Bununla birlikte, Huang vd., (2012), Trabzon bölgesinde yakalanan *Sarda sarda*'nın PUFA içerisinde majör yağ asidi olarak DHA'nın olduğunu belirterek bizim bulduğumuz sonuçla benzer bir sonuç elde etsede, EPA ve DHA miktarını bizim bulduğumuz değerlerden daha düşük (% 8,59 ± 0,49 ile DHA ve % 0,42 EPA) saptamışlardır.

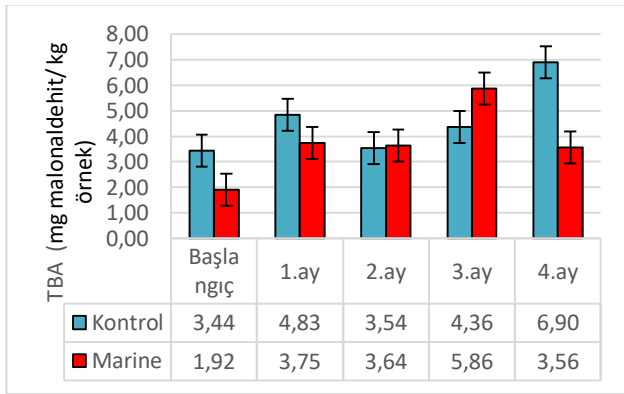
Yapılan epidemiyolojik çalışmalarda, uzun zincirli omega-3'ün olan DHA ve EPA'nın kardiyovasküler hastalık riskini azalttığı ve bebeklerin ve çocukların büyümesine ve gelişmesine faydalı olduğunu göstermiştir (Helland vd., 2003; Ramakrishnan vd., 2010). Bu çalışmada, toplam EPA+DHA miktarı kontrol grubunda 2014,43 mg/100 g örnek olarak bulunurken, depolamanın sonunda bu değer 2342,75 mg/100 g örnek olduğu belirlenmiştir. Marine palamutta ise başlangıçta

toplam EPA+DHA miktarı 2086,89 mg/100 g örnek olan değer depolamanın sonunda 2450,57 mg/100 g örnek olduğu saptanmıştır. Farklı sağlık kurumları günlük n-3 PUFA ve EPA + DHA alım miktarlarını sırasıyla 0,2 – 0,45g ve 0,5 – 1,0 g aralığında olması gerektiğini belirtmişlerdir (Göğüş & Smith, 2010). Simopoulos (2003), bir yetişkinin haftalık gereksinimi için 2000-kcal diyetinde 4550 mg EPA + DHA olması gerektiğini belirtmektedirler. Kris-Etherton vd., (2009), Dünya Perinatal Tıp Derneği, Erken Beslenme Akademisi ve Çocuk Sağlığı Vakfı tarafından (Koletzko vd., 2008) önerilen DHA miktarının, hamile ve emziren bayanlar için günlük 200 mg düzeyinde olması gerektiğini vurgulamışlardır. Lee & Hiramatsu (2011), çeşitli sağlık kuruluşları tarafından EPA + DHA'nın önerilen değerlerini, sağlıklı yetişkinler için günlük 0,5g ve koroner kalp hastalıkları olan hastalarda ise günlük 1,0g belirtmiştir. Bu değerlendirmelere göre, bu çalışmada elde edilen EPA, DHA ve EPA+DHA miktarlarının bu miktarları fazlasıyla karşıladığı görülmektedir (Tablo 1).

Huang vd., (2012), Karadenizde avlanan balıkların yağ asidi kompozisyonlarından DHA ve EPA içeriği ve omega-3 / omega-6 yağ asitleri oranı açısından karşılaştırmak ve sıralamak için 3 bileşene sahip bir puanlama sistemi geliştirmiştir: (1) DHA artı EPA'nın lipit fraksiyonu; (2) 100g taze dokuda mutlak DHA ve EPA miktarı ve (3) tüm yağ asitlerini dikkate alarak omega-3 / omega-6 oranıdır. Araştırmacı tarafından bu 3 bileşenin her birine 1 ile 3 arasında bir puan verilmiştir. Örneğin, DHA artı EPA'nın yüzdesiyle ilgili olarak, DHA artı EPA yüzdesi % 30'u aşarsa 3 puan, DHA artı EPA toplamı % 15 ila % 30 aralığında ise 2 puan, DHA artı EPA toplamı % 15'ten azsa 1 puan olarak değerlendirilmiştir. n-3 / n-6 oranı ile ilgili olarak, 5,0'dan büyükse 3 puan, 1,0-5,0 aralığında ise 2 puan ve bu oranın altındaysa 1 puan olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelere göre, bu çalışmada kontrol grubunun ve marine palamutun depolamanın başlangıcında DHA artı EPA yüzdesi % 23,13 ve % 23,43 ile 2 puan aldığı ve n-3 / n-6 oranı ile ilgili olarak kontrol grubu % 5,67 ile 3 puan marine palamut ise % 3,14 ile 2 puan aldığı bulunmuştur. Depolamanın sonunda ise, DHA artı EPA yüzdesi kontrol grubu ve marine palamutta sırasıyla % 19,25 ve % 21,61 ile 2 puan almıştır. Moreira vd., (2001) tarafından n-6 / n-3 oranının <1,0 olması gerektiği belirtilmektedir. Buna göre bu çalışmada, gerek depolamanın başlangıcında gerekse depolamanın sonunda n-6 / n-3 oranının <1,0 düşük olduğu görülmektedir (Tablo 1). Sağlıklı bir beslenme diyeti için n-3/n-6 oranı 1:1-1:5 olarak bildirilmiştir (Osman vd., 2001). Tüm bu verilere göre, bu çalışmada gerek kontrol grubunun gerekse marine palamutun bu değerleri fazlasıyla karşıladığı görülmektedir (Tablo 1).

Tablo 1’de görüldüğü gibi, dondurularak depolamada, kontrol grubunun başlangıç değerlerine göre depolamanın sonunda tekli doymamış yağ asitlerinden C18: 1n-9 ve C20: 1n-9’in ve çoklu doymamış yağ asitlerinden C18:3n-3’in önemli oranda azaldığı saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Marine palamutun ise başlangıç değerlerine göre depolamanın sonunda doymuş yağ asitlerinden C20:0 ve C24:0’in önemli oranda yükseldiği ( $p<0,05$ ), tekli doymamış yağ asitlerinden C20: 1n-9’in önemli oranda yükseldiği ( $p<0,05$ ) ve C22: 1n-9’in önemli oranda azaldığı ( $p<0,05$ ) ve çoklu doymamış yağ asitlerinden C20:2, C20:3n-6 ve C20:4n-6’ in önemli oranda arttığı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Bu çalışmada, marine palamuttaki depolamaya bağlı yağ asitlerindeki artışın yağ asidi kompozisyonunda meydana gelen azalmalardan dolayı oransal bir artış olduğu düşünülmektedir.

**Lipid Oksidasyonu:** Dondurarak depolama boyunca, kontrol ve marine palamutta meydana gelen tiyobarbitürik asit (TBA, mg malonaldehit / kg örnek) değerleri Şekil 1’de verilmiştir.



**Şekil 1.** Dondurarak depolama (-18 °C) boyunca kontrol ve marine edilmiş palamutta meydana gelen tiyobarbitürik asit (TBA, mg malonaldehit/ kg örnek) değerlerinde meydana gelen değişim.

**Figure 1.** Changes in thiobarbituric acid (TBA, mg malonaldehyde / kg sample) values of control and marinated bonito during frozen storage (-18 °C).

Çalışmada, TBA değeri başlangıçta kontrol grubunda  $3,44 \pm 0,10$  mg malonaldehit/ kg örnek olarak bulunmuştur. Benzer şekilde, Mol vd., (2012), taze palamut balıklarında TBA içeriğini  $3,04$  mg MDA/kg ile bizim bulduğumuz değere yakın bir değerde bulmuşlardır. Buna karşılık Erkan vd.,(2020), taze palamut balıklarının TBARS miktarını  $0,77$  mg MDA/ kg ile bizim bulduğumuz değerden daha düşük saptamışlardır (Rzepka vd., 2012;Yerlikaya & Gökoğlu 2010a). Bu çalışmada, diğer araştırmacılar daha yüksek olarak bulunan TBA miktarının palamut balıklarının kuru madde ve lipit içeriğindeki farklılıklardan kaynaklanacağı düşünülmektedir. Nitekim kuru madde ve yağ içeriği gözönüne alındığında Mol vd., (2012)’nin palamut balıkları için bulunan TBA değeri, kuru madde bazında

hesaplandığında daha yüksek bulunacağı görülecektir. Denemenin ilerleyen aylarında hiçbir muameleye tabi tutulmayan kontrol grubunun TBA miktarında dalgalanmalar görülse de, depolamanın sonunda  $6,90 \pm 0,42$  mg malonaldehit / kg örnek düzeyi ile başlangıç değerine göre yaklaşık %50 artış gösterdiği görülmektedir ( $p<0,05$ ).

Marine palamutların başlangıç TBA değerinin  $1,92 \pm 0,07$  mg malonaldehit/ kg örnek olduğu bulunmuştur. Her ne kadar gruplar arasındaki farkı saptamak amacıyla yapılan t testinde, kontrol grubu ile marine palamut arasında önemli bir fark tespit edilmesede, marine palamutun TBA değerinin kontrol grubuna göre daha düşük olduğu Şekil 1’de görülmektedir. Marine palamudun TBA değerinin dondurularak depolamanın sonunda  $3,56 \pm 0,02$  mg malonaldehit/ kg örnek düzeyine ulaşarak başlangıç değerine göre önemli bir artış gösterdiği bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Bu çalışmada, dondurularak depolamanın sonunda yapılan t testi ile her iki grup arasındaki TBA değerinin farklı olduğu ve marine palamutların kontrol grubuna göre daha düşük düzeyde TBA içerdiği bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Başlangıç değerleri ile karşılaştırıldığında, kontrol ve marine edilmiş palamutlarda görülen dondurularak depolamaya bağlı TBA düzeyindeki benzer artışlar diğer araştırmacılar tarafından da bulunmuştur (Yerlikaya & Gökoğlu, 2010a).

Balıklarda kabul edilebilir en yüksek TBA değeri  $8$  mg MDA/kg olarak önerilmiştir (Schormüller, 1968). Bu çalışmada, her iki grubunda bu değerlere ulaşmadığı fakat kontrol grubunun depolamanın 4. ayında  $6,90 \pm 0,421$  mg malonaldehit/ kg örnek ile bu değere yaklaştığı bulunurken, marine edilen grubun bu düzeyin çok altında kaldığı tespit edilmiştir. Marine palamutun kontrol grubuna göre daha düşük TBA içeriğinin nedeninin ise marinyasyon işleminde kullanılan sos malzemesi içinde bulunan soğan, sarımsak ve limon suyunun antioksidan özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Stajner vd., (2006)’nın bildirdiğine göre sarımsak ve soğanın vitaminler (Brewster & Rabinowitch, 1990), çeşitli antioksidanlar (Ide & Itakura, 1996), sülfür içeren bileşikler, amino asitler, proteinler (Block vd., 1996), lipitler ve Selenyum gibi eser elementler (Ip & Lisk, 1996), ve flavonoidler (Hollman vd., 1997) gibi antioksidan özelliği gösterecek iki yüzden fazla bileşeni olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde, antioksidanların gıda maddelerine eklenmesinin, Atlantik uskumrusunda oksidasyona karşı maksimum koruma sağladığı belirtilmektedir (Albertos vd., 2018).

**Duyusal Kalite:** Dondurarak depolama boyunca kontrol grubu ve marine palamudun duyusal kalite parametrelerinde meydana gelen değişimler Tablo 2’ de gösterilmiştir.

Bu çalışmada, elde edilen duyusal parametrelerde görüldüğü üzere, marinyasyon işleminin palamudun dondurularak depolama boyunca kalitesini koruduğu



saptanmıştır. Herhangi bir muameleye tabi tutulmamış kontrol grubu 4. ayda tüketilemezlik aşamasına yaklaşmışken, marine palamutun hâlâ tüketilebilir değerlerde olduğu saptanmıştır. Auborg vd., (2005) yapmış oldukları bir çalışmada, yakalama zamanının (Kasım ve Mayıs ayları) ve farklı ticari sunumların (tüm ve fileto halinde) -20 °C de depolanan uskumruların (*Scomber scombrus*) dondurularak depolama boyunca acılaşmaya olan etkilerini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda, Kasım ayında yakalan ve fileto çıkarılarak dondurulmuş uskumrularının duyuşsal olarak raf ömrünün 1 ay, Mayıs ayında yakalanan uskumruların ise 3 ay olduğunu belirlemişlerdir. Bunun sebebinin depolama boyunca meydana gelen biyokimyasal bozulma parametrelerinden meydana geldiğini ve özellikle Kasım ayında yakalan balıkların daha yağlı olduğu için lipid oksidasyon ürünlerinin oluşmasına daha fazla yatkın olduğunu ve filetonun tüm balığa göre hava ile daha fazla temas etmesinden kaynaklanabileceğini öne sürmüşlerdir. Yine Auborg vd., (2006) keten tohumu ekstraktına daldırılarak dondurulmuş (-20 °C) uskumru filetoalarının duyuşsal olarak 3. Ayda, kontrol grubunun ise 5. Ayda tüketilemezlik sınırına geldiğini ve yağlı balıklarının dondurularak depolamada raf ömrününün sınırlandırılmasında lipid

oksidasyonun birincil faktör olabileceği belirtilmiştir. Bu çalışmada da kontrol grubunun 4. Ayda tüketilemez sınırına ulaşmasında, balıkların dilimlenmiş olması ve lipid içeriğinin yüksek olması nedeniyle oksidasyona daha fazla maruz kalması sonucunda oluşan lipid oksidasyon ürünlerinin artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kontrol grubunda elde edilen TBA değerinin 4. ayda Marine edilmiş gruptan daha yüksek olarak bulunması da bu sonucu destekler niteliktedir.

Marine edilen palamutların lezzetinin daha yüksek değerlendirilmesinin nedeninin marinyasyon işleminde kullanılan sos içeriğinin hem antioksidan özelliğinden hem de istenmeyen koku ve tat oluşumunu baskılandığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer şekilde, Yerlikaya & Gökoğlu (2010a) yaptıkları çalışmada palamut balığı filetoalarını yeşil çay, üzüm çekirdeği ve nar kabuğu ekstraktları ile muamele ederek dondurulduktan sonra -18 °C'de 5 ay depolanmıştır. Denemelerinin sonunda koku ve tekstür bakımından yeşil çay ekstraktı ile uygulanmış örneklerin duyuşsal testlerde daha bir beğeni kazandığı ve bununla birlikte balıkentinin glaze öncesi bitki ekstraktlarına daldırılması kas yapısındaki deformasyonu azalttığı sonucuna varılmıştır.

**Tablo 2.** Dondurarak depolama boyunca kontrol ve marine palamutun duyuşsal kalite parametrelerindeki değişim.

**Table 2.** Change in sensory quality parameters of control and marined bonito during frozen storage.

Aylar	Koku		Renk		Lezzet		Tekstür		Genel Kabul Edilebilirlik	
	Kontrol Grubu	Marine Palamut	Kontrol Grubu	Marine Palamut	Kontrol Grubu	Marine Palamut	Kontrol Grubu	Marine Palamut	Kontrol Grubu	Marine Palamut
Başlangıç	8,00±0,00 <sup>c</sup>	9,00±0,00 <sup>c</sup>	8,00±0,00 <sup>c</sup>	8,00±0,00 <sup>b</sup>	8,67±0,58 <sup>c</sup>	8,67±0,58 <sup>bc</sup>	8,00±0,00 <sup>c</sup>	8,00±0,00 <sup>b</sup>	8,00±0,00 <sup>d</sup>	8,00±0,00 <sup>c</sup>
1	7,00±0,00 <sup>b</sup>	8,50±0,71 <sup>c</sup>	7,00±0,00 <sup>b</sup>	7,50±0,71 <sup>ab</sup>	7,00±0,00 <sup>bc</sup>	8,50±0,71 <sup>c</sup>	7,00±0,00 <sup>b</sup>	8,00±0,00 <sup>b</sup>	7,00±0,00 <sup>c</sup>	8,00±0,00 <sup>c</sup>
2	5,00±0,00 <sup>a</sup>	6,67±0,29 <sup>a</sup>	6,67±0,58 <sup>a</sup>	6,33±0,29 <sup>a</sup>	7,00±0,87 <sup>b</sup>	6,50±0,87 <sup>b</sup>	7,00±0,00 <sup>b</sup>	7,00±0,00 <sup>a</sup>	6,00±0,00 <sup>b</sup>	6,50±0,00 <sup>a</sup>
3	5,00±0,00 <sup>a</sup>	6,67±0,29 <sup>a</sup>	7,00±0,00 <sup>b</sup>	6,50±0,50 <sup>a</sup>	6,00±0,00 <sup>b</sup>	6,33±0,58 <sup>ab</sup>	7,00±0,00 <sup>b</sup>	6,67±0,58 <sup>a</sup>	7,00±0,00 <sup>c</sup>	6,50±0,50 <sup>a</sup>
4	4,67±0,58 <sup>bc</sup>	7,00±0,00 <sup>a</sup>	7,00±0,00 <sup>b</sup>	7,00±0,00 <sup>a</sup>	3,00±1,00 <sup>bc</sup>	7,00±0,00 <sup>a</sup>	5,67±0,58 <sup>bc</sup>	7,00±0,00 <sup>a</sup>	4,00±0,00 <sup>bc</sup>	7,00±0,00 <sup>b</sup>

\* Aynı sütun içindeki farklı harfler ve aynı satırdaki \* işareti 0,05 önem düzeyindeki farklılıkları göstermektedir (p<0,05).

## SONUÇ

Yapılan bu araştırma sonucunda, marine edilmiş palamutun % lipit, %protein içeriği ve % ham kül içeriği kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Dondurarak depolama boyunca her iki grupta lipit oksidasyonun depolama boyunca arttığı fakat bu artışın marine palamutta daha düşük olduğu bulunmuştur. Bu sonuca göre, marinyasyon solüsyonunun lipit oksidasyonunun oluşmasını engellediği söylenebilir. Yağ asitleri kompozisyonu bakımından, dondurarak depolamada bazı yağ asitlerinde depolamaya bağlı değişim olduğu saptanmıştır. Gerek başlangıçta gerekse depolamanın sonunda her iki grubun EPA, DHA, n-3/n-6 ve n-6/n-3 oranlarını yüksek düzeyde içerdiği bulunmuştur. Depolama boyunca kontrol grubu ve marine palamutun duyuşsal kalite parametrelerinden renk, koku, lezzet, tekstür ve genel kabul edilebilirlik puanlarının önemli oranda azaldığı ve fakat depolamanın sonu olan 4. ayda kontrol grubu koku, lezzet ve genel kabul edilebilirlik

parametreleri bakımından tüketilemezlik sınırını aşarken marine palamudun tüketilemezlik aşamasına gelmediği tespit edilmiştir. Tüm bu sonuçlar göz önüne alındığında dondurarak depolama öncesi palamut balıklarına yapılan marinyasyon işleminin depolama ömrünü uzattığı, palamut balığının lipit oksidasyonunun gelişmesine engel olduğu ve duyuşsal özellikleri geliştirdiği tespit edilmiştir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Ordu Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğünün BY-1732 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

Albertos, I, Martín-Diana, A.B., Jaime, I., Avena-Bustillos, R.J., McHugh, T.H., Takeoka, G., Dao, L. & Rico, D. (2018). Antioxidant effect of olive leaf powder on fresh Atlantic horse

- mackerel (*Trachurus trachurus*) minced muscle. *Journal of Food Processing Preservation*, **42**(1), 13397. DOI: [10.1111/jfpp.13397](https://doi.org/10.1111/jfpp.13397).
- Anonim. (2019).** T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Ürünleri İstatistikleri, Mart 2019.
- AOAC. (1990).** Official Methods of Analysis of the AOAC, 15th ed. *Association of Official Analytical Chemists*, Arlington, VA, USA.
- AOAC. (1995).** Method AOAC 981.10, Official methods of analysis of AOAC international, 16th ed. *AOAC International*, Gaithersburg, MD, USA.
- Aubourg, S.P., Rodríguez, A. & Gallardo, J.M. (2005).** Rancidity development during frozen storage of mackerel (*Scomber scombrus*): effect of catching season and commercial presentation. *European Journal of Lipid Science and Technology*, **107**(5), 316-323.
- Aubourg, S.P., Stodolnik, L., Stawicka, A. & Szczepanik, G. (2006).** Effect of a flax seed (*Linum usitatissimum*) soaking treatment on the frozen storage stability of mackerel (*Scomber scombrus*) fillets. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **86**(15), 2638-2644.
- Bayır, A., Haliloglu, H.I., Sirkecioglu, A.N. & Aras, N.M. (2006).** Fatty acid composition in some selected marine fish species living in Turkish waters. *Journal of the Science of and Food Agriculture*, **86**, 163-168.
- Bligh E.G. & Dyer, W.J. (1959).** A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, **37**(1), 911-917.
- Block, E., Gillies, J.Z., Gillies, C.W., Bazzi, A.A., Putman, D., Revelle, L. K., ... & Zhang, X. (1996).** Allium chemistry: microwave spectroscopic identification, mechanism of formation, synthesis, and reactions of (E, Z)-propanethial S-oxide, the lachrymatory factor of the onion (*Allium cepa*). *Journal of the American Chemical Society*, **118**(32), 7492-7501.
- Björkroth, J. (2005).** Microbiological ecology of marinated meat products, *Meat Science*, **70**, 477-480. Brandt, L.A. (2001). *Marinades Meat challenges. Prepared Foods*, **6**, 28-32.
- Brewster, J.I. & Rabinowitch, H.D. (1990).** Garlic agronomy. *Onions and Allied Crops. Vol. III. Biochemistry, Food Science, and Minor Crops*.
- Huang, L.-T., Bülbül, U., Wen, P.-C., Glew, R.H. & Ayaz, F.A. (2012).** Fatty acid composition of 12 fish species from the black sea. *Journal of Food Science*, **77**(5), 512-518.
- Collette, B.B., & Nauen, C.E. (1983).** FAO species catalogue vol. 2. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. *FAO Fisheries Synopsis*, **2**, 53-54.
- Çorapçı, B. (2018).** Ön işlemsiz donmuş depolanan (-22±1°C) hamsi (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758) ve palamut (*Sarda sarda*, Bloch 1793) balıklarının duyuşal, besinsel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *GIDA*, **43**(6), 1075-1090.
- Duncan, D.B. (1955).** Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, **11**, 1-42.
- Duyar, H.A., Erdem, M.E., Samsun, S. & Kalayci, F. (2008).** The Effects of the Different Woods on Hot-Smoking Vacuum Packed Atlantic Bonito (*Sarda sarda*) Stored at 4°C. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, **7**(9):1117-1122.
- Duyar, H.A. & Eke, E. (2009).** Production and quality determination of marinade from different fish species. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, **8**(2), 270-275.
- Duyar, H.A., Özdemir, S. & Bayraklı, B. (2020).** The Determination of Proximate Composition and Some Biologic Characteristics of Flatfish (*Pegusa lascaris*) captured in the Black Sea Coasts. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **5**(4), 717-724. DOI: [10.35229/jaes.823936](https://doi.org/10.35229/jaes.823936)
- Dyer, W.J., Fench, H.V. & Snow, J.M. (1950).** Proteins in fish muscle. 1. Extraction of protein fraction in fresh fish. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, **7**(10), 585-589.
- Ergezer, H. & Gökçe, R. (2004).** Kanatli Eterinin Marinasyon Tekniğı İle İşlenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **10**(2), 227-233.
- Erkan, N., Can Tuncelli, I. & Ozden, O. (2020).** Effects of salt/sugar brine storage solutions on shelf life of the salted atlantic bonito. *Aquatic Sciences and Engineering*, **35**(4), 119-26.
- Göğüş, U. & Smith, C. (2010).** n-3 Omega fatty acids: a review of current knowledge. *International Journal of Food Science and Technology*, **45**, 417-436.
- Harris, W.S. (2007).** Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: A case for omega-3 index as a new risk factor. *Pharmacological Research*, **55**, 217-223.
- Helland, I.B., Smith, L., Saarem, K., Saugstad, O.D. & Drevon, C.A. (2003).** Maternal supplementation with very-long-chain n-3 fatty acids during pregnancy and lactation augments children's IQ at 4 years of age. *Pediatrics*, **111**(1), 39-44.



- Hollman, P.C., Van Trijp, J.M., Buysman, M.N., vd Gaag, M.S., Mengelers, M.J., De Vries, J.H. & Katan, M.B. (1997).** Relative bioavailability of the antioxidant flavonoid quercetin from various foods in man. *FEBS letters*, **418**(1-2), 152-156.
- Husein, Y., Secci, G., Mancini, S., Zanoni, B. & Parisi, G. (2020).** Nutritional quality, physical properties and lipid stability of ready-to-cook fish products are preserved during frozen storage and oven-cooking. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, **29**(2), 207-217.
- Ichihara, K., Shibahara, A., Yamamoto, K. & Nakayama, T. (1996).** An improved method for rapid analysis of the fatty acids of glycerolipids. *Lipids*, **31**(5), 535-539.
- Ip, C. & Lisk, D.J. (1996).** The attributes of selenium-enriched garlic in cancer prevention. In *Dietary Phytochemicals in Cancer Prevention and Treatment* (pp. 179-187). Springer, Boston, MA.
- Karakoltsidis, P.A., Zotos, A. & Constantinides, S.M. (1995).** Composition of the commercially important Mediterranean fin fish, crustaceans, and molluscs. *Journal of Food Composition and Analysis*, **8**, 258-273.
- Koletzko, B., Lien, E., Agostoni, C., Böhles, H., Campoy, C., Cetin, I., Decsi, T., Dudenhausen, J.W. & Dupont, C. (2008).** The roles of long-chain polyunsaturated fatty acids in pregnancy, lactation and infancy: Review of current knowledge and consensus recommendations. *Journal of Perinatal Medicine*, **36**, 5-14.
- Koral, S. & Köse, S. (2018).** The effect of using frozen raw material and different salt ratios on the quality changes of dry salted Atlantic bonito (lakerda) at two storage conditions. *Food and Health*, **4**(4), 213-230.
- Kris-Etherton P.M., Harris W.S. & Appel L.J. (2003).** Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids and cardiovascular disease. *Circulation*, **106**, 2747-2757.
- Lee, A.H. & Hiramatsu, N. (2011).** Role of n-3 series polyunsaturated fatty acids in cardiovascular disease prevention. *Nutrition and Dietary Supplements*, **3**, 93-100.
- Lemos, A.L.S.C., Nunes, D.R.M. & Viana, A.G. (1999).** Optimization of the still-marinating process of chicken parts. *Meat Science*, **52**, 227-234.
- McEvoy, J.H. (2003).** The might of marinades. *Prepared Foods*, **172**, 49-58.
- Mısır, G.B., Tufan, B. & Köse, S. (2014).** Monthly variation of total lipid and fatty acid contents of Atlantic bonito, *Sarda sarda* (Bloch, 1793) of Black Sea. *International Journal of Food Science and Technology*, **49**(12), 2668-2667.
- Mol, S., Özturan, S. & Coşansu, S. (2012).** Determination of the quality and shelf life of sous vide packaged bonito (*Sarda sarda*, Bloch, 1793) stored at 4 and 12 °C. *Journal of Food Quality*, **35**(2), 137-143.
- Moreira, A.B., Visentanier, J.V., de Souza N.E., & Matsushita, M. (2001).** Fatty acid profile and cholesterol contents of three brazilian brycon freshwater fishes. *Journal of Food Composition and Analysis*, **14**(6), 565-574.
- Osman, H., Suriah, A.R., & Law, E.C., (2001).** Fatty acid composition and cholesterol content of selected marine fish in Malaysian waters. *Food Chemistry*, **73**, 55-60
- Parks, S.S., Reynolds, A.E. & Wicker, L. (2000).** Aqueous apple flavoring in breast muscle has physical, chemical and sensory properties similar to those of phosphate marinated controls. *Poultry Science*, **79**, 1183-1188.
- Paulus, K., Zacharias, R., Robinson, L. & Geidel, H. (1979).** Kritische betrachtungen zur bewetenden prufung mit skale'' als einem wesentlichen verfahren der sensorichen analyse. *LWT Food Science and Technology*, **12**, 52-61.
- Pedrosa, R., Tecelão, C. & Gil, M.M. (2014).** Lipids in meat and seafood: *Methods in Food Analysis*, Ed.: Cruz, R.M.S, Khmelinskii, I., Vieira, M.C., CRC Press, Taylor & Francis Group, USA, 142-191.
- Ramakrishnan, U., Stein, A.D., Parra-Cabrera, S., Wang, M., Imhoff-Kunsch, B., Juarez-Marquez, S., Rivera, J. & Martorell, R. (2010).** Effects of docosahexaenoic acid supplementation during pregnancy on gestational age and size at birth: randomized, double-blind, placebo-controlled trial in Mexico. *Food and Nutrition Bulletin*, **31**(2), 108-116.
- Rzepka, M., Özoğul, F., Surówka, K. & Michalczyk, M. (2013).** Freshness and quality attributes of cold stored Atlantic bonito (*Sarda sarda*) gravid. *International Journal of Food Science and Technology*, **48**(6), 1318-1326.
- Saito, H., Yamashiro, R., Alasalvar, C. & Konno, T. (1999).** Influence of diet on fatty acids of three subtropical fish, subfamily *Caesioninae* (*Caesio diagramma* and *C. tile*) and family *Siganidae* (*Siganus canaliculatus*). *Lipids*, **34**, 1073-1082.
- Schormüller, J. (1968).** Handbuch der Lebensmittelchemie. Band III/2: *Handbuch der Lebensmittelchemie*, Ed.: Acker, L., Bergner, K. - G., Diemair, W., Heimann, W., Kiermeier, F., Schormüller, J., Souci, S. W., Springer-Verlag, Berlin, Germany, 1482-1537.

- Shylaja, M.R. & Peter, K.V. (2004).** The functional role of herbal spices, in *Handbook of Herbs and Spices*, Ed. Peter, K. V. Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
- Sikorski, Z.E. (1980).** Technologia żywności pochodzenia morskiego. Whydawnictwa, Naukowo-Techniczne, Warszawa, Poland, 567pp.
- Sikorski, Z.E. (1994).** Seafood Proteins. Chapman & Hall, New York, 244pp.
- Simopoulos, A.P. (2003).** Omega-3 fatty acids and cancer. *Indoor and Built Environment*, **12**(6), 405-412.
- Smith, D.P. & Acton, J.C. (2001).** Marination, cooking and curing of poultry products, Chapter 15: *Poultry Meat Processing*, Ed.: Sams, A. R., CRC Pres, Boca Raton F. L., 257-279.
- Stajner, D., Milic, N., Canadanovic-Brunet, J., Kapor, A., Stajner, M. & Popovic, B.M. (2006).** Exploring Allium species as a source of potential medicinal agents. *Wiley InterScience*, **20**, 581-584.
- Tan, F.J. (2002).** Microbiological, physical and sensory characteristics of marinated chicken drumsticks treated with nisin, thermal treatment, tumbling and the lactoperoxidase system, dissertation. The Ohio State University, 261p.
- Tanakol, R., Yazıcı, Z., Şener, E. & Sencer, E. (1999).** Fatty acid composition of 19 species of fish from the Black Sea and the Marmara Sea. *Lipids*, **34**, 291-297.
- Tarladgis B., Watts, B.M. & Yonathan, M. (1960).** Distillation method for determination of malonaldehyde in rancid food. *Journal of American Oil Chemistry Society*, **37**(1), 44-48.
- Weihrauch, J.L., Posati, L.P., Anderson, B.A. & Exler, J. (1975).** Lipid conversion factors for calculating fatty acid contents of foods. *Journal of American Chemical Society*, **54**, 36-40.
- Xargayo, M., Lagares, J., Fernandez, E., Ruiz, D. & Borell, D. (2001).** Marination of fresh meats by means of spray effect: Influence of spray injection on the quality of marinated products. *Fleischwirtschaft International*, **81**(2), 93-98.
- Vareltzis, K., Koufidis, D., Gavriilidou, E., Papavergou, E. & Vasiliadou, S. (1997).** Effectiveness of a natural Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the stability of filleted and minced fish during frozen storage. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, **205**(2), 93-96.
- Yerlikaya, P. & Gökoğlu, N. (2010a).** Effect of previous plant extract treatment on sensory and physical properties of frozen bonito (*Sarda sarda*) fillets. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **10**, 341-349.
- Yerlikaya, P. & Gökoğlu, N. (2010b).** Inhibition effects of green tea and grape seed extracts on lipid oxidation in bonito fillets during frozen storage. *International Journal of Food Science and Technology*, **45**, 252-257.
- Yoshida, H.O. (1980).** Synopsis of biological data on bonitos of the genus *Sarda*. NOAA Tech. Rep. NMFS Circ. 432. *FAO Fisheries Synopsis*, **118**, 1-50.
- Zaboukas, N., Miliou, H., Megalofonou, P. & Moraitou-Apostolopoulou, M. (2006).** Biochemical composition of the Atlantic bonito (*Sarda sarda*) from the Aegean Sea (Eastern Mediterranean Sea) in different stages of sexual maturity. *Journal of Fish Biology*, **69**, 347-362.