

Farklı Konsantrasyonlarda Kullanılan Nisinin Soğukta (4±2°C) Depolanan Levrek (*Dicentrarchus labrax*) Filetolarının Yağ Asitleri Üzerine Etkileri

Yılmaz UÇAR^{1,2*} , Fatih ÖZOĞUL² 

¹Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, Ordu Üniversitesi, Ordu, Türkiye

²Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Bölümü, Su Ürünleri Fakültesi, Çukurova Üniversitesi, Balcalı, 011330 Adana, Türkiye

* Sorumlu Yazar: yucar@cu.edu.tr

Araştırma Makalesi

Geliş 29 Mayıs 2019; Kabul 17 Eylül 2019; Basım 01 Mart 2020.

Alıntılama: Uçar, Y., & Özoğul, F. (2020). Farklı konsantrasyonlarda kullanılan nisinin soğukta (4±2°C) depolanan levrek (*Dicentrarchus labrax*) filetolarının yağ asitleri üzerine etkileri. *Acta Aquatica Turcica*, 16(1), 22-37. <https://doi.org/10.22392/actaquaetr.571394>

Özet

Bu çalışmada, farklı konsantrasyonlarda (% 0,2, % 0,4 ve % 0,8) kullanılan nisinin soğukta depolanan levrek (*Dicentrarchus labrax*) filetolarının yağ asitleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Yapılan yağ asidi analizleri sonucunda yüksek oranlarda tespit edilen doymuş yağ asitleri (SFA) miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0) olarak belirlenmişken, yüksek oranlarda belirlenen tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1n9), vaksenik asit (C18:1n7), eikosenoik asit (C20:1n9) olarak belirlenmiştir. Yüksek oranlarda tespit edilen çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) ise linoleik asit (C18:2n6), linolenik asit (C18:3n3), eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5n3) ve dokosaheksaenoik asit (DHA, C22:6n3) olmuştur. İncelenen levrek balığının doymamış yağ asidi içerikleri açısından zengin besinsel değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Nisin muamele gruplarının depolama sonundaki PUFA, MUFA ve SFA içeriği kontrol grubundan daha yüksek olduğu belirlenmiş ve bu durumun nisinin antioksidan özelliğinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Yağ asitleri kompozisyon analizi sonuçlarına göre, nisin varlığının balıkta lipit kalitesini koruduğu gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Nisin, levrek, yağ asitleri, PUFA, MUFA

The Effects of Nisin Used at Different Concentrations on Fatty Acids of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Fillets Under Chilled (4±2°C) Conditions

ABSTRACT

In this study the effects of nisin used at different concentrations (0.2%, 0.4% and 0.8% w/v) on the fatty acids profile of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets were investigated under chilled storage. As a result of the fatty acid analysis, high concentration saturated fatty acids (SFA) were determined as myristic acid (C14:0), palmitic acid (C16:0) and stearic acid (C18:0) and high concentrations of monounsaturated fatty acids (MUFA) were determined as palmitoleic acid (C16:1), oleic acid (C18:1n9), waxenic acid (C18:1n7), eicosenoic acid (C20:1n9). Polyunsaturated fatty acids (PUFA) which were determined at high concentration were linoleic acid (C18:2n6), linolenic acid (C18:3n3), eicosapentaenoic acid (EPA, C20:5n3) and docosahexaenoic acid (DHA, C22:6n3). It was determined that sea bass fillets had nutritional values rich in unsaturated fatty acid contents. The PUFA, MUFA and SFA content of the nisin treatment groups were found to be higher than the control group at the end of the storage and it was concluded that this was due to the antioxidant properties of the nisin. Fatty acids composition analysis indicated that presence of the nisin preserved nutritional quality of fish lipid.

Keywords: Nisin, sea bass, fatty acids, PUFA, MUFA.

GİRİŞ

Balık eti yüksek kaliteli protein, esansiyel vitaminler ve sağlığa faydalı çoklu doymamış yağ asitleri için zengin bir kaynaktır (Ashie vd., 1996). Balık lipitleri, beş veya altı çift bağa sahip doymamış yağ asitleri nedeniyle besinsel öneme sahiptir (Puwastien vd., 1999). Sucul ekosistemler, çoklu doymamış yağ asitlerinin ana kaynağı olarak bilinir ve insanlar, balıkları ve diğer deniz ve tatlı su ürünlerini tüketerek EPA ve DHA'yı vücutlarına alırlar (Arts vd., 2001). Balıklardan elde edilen omega-3 yağ asitleri kan trigliseritlerini, anormal kalp ritimlerini ve kan basıncını azaltabilir ve kanın pıhtılaşma düzenini iyileştirebilir (Hunter ve Roberts, 2000).

Taze balık için artan tüketici talebi, balık tüketimindeki en önemli güncel trendlerden biridir. Bu durum balık yetiştiriciliği ve tüketiciye güvenilir bir şekilde ulaştırılabilmesi için gerek gıda endüstrisinin gerekse de bilim insanlarının yoğun araştırmalarına yol açmaktadır. Soğukta depolanan etin önemli bir bozulma süreci, lipit oksidasyonudur (Ramirez vd., 2005). Esansiyel yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu olarak etin besin değeri azalmaktadır (Donelli ve Robinson, 1995). Yüksek miktarda çoklu doymamış yağ asidi içeren balık eti gibi etler oksidasyona daha duyarlı olmaktadır (Foegeding vd., 1996). Lipit oksidasyon sürecinde, doymamış yağ asitleri, birincil oksidasyon ürünleri olan hidroperoksitleri üretmek için oksijenle reaksiyona girer (Simic ve Taylor, 1987). Hidroperoksitler stabil değildir ve çeşitli uçucu bileşiklere ayrılarak kötü koku ve lezzet kayıplarına yol açmaktadır. Lipit oksidasyonu sonucu oluşan ürünler, et ve diğer kas yapısındaki gıdalarının kalitesini ve kabul edilebilirliğini kısıtlar (Pacheco-Aguilar vd., 2000).

Su ürünleri sektöründe diğer gıda alanlarında olduğu gibi, ürünlerin tüketicilere sağlıklı bir şekilde ulaştırılabilmesi ve raf ömrünün uzatılabilmesine yönelik çalışmalar yoğun bir şekilde uygulanmaktadır. Bu amaçla ticari deniz balıkları arasında yoğun olarak tüketilen levrek (*Dicentrarchus labrax*), çoğunlukla laboratuvar deneylerinde kullanılmaktadır. Pek çok araştırmacı balığın tazeliğini korumak ve levreğin raf ömrünü uzatmak için çeşitli koruma tekniklerini kullanmıştır. Bu çalışmalar arasında nisinin, bu talebi karşılayacak etkin yaklaşımlardan biri olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Behnama vd., 2016). Son yıllarda pek çok araştırmacı gıda üretimi ile ilgili patojenleri engellemek için nisin uygulamaktadır. Nisin, penisilinden önce keşfedilen ve çok çeşitli gram-pozitif bakterilere (vejetatif hücreler ve sporlar) karşı antimikrobiyal aktivite gösteren bir antibiyotiktir; ayrıca diğer koruyucu maddelerle birlikte kullanıldığında bazı gram-negatif bakterilere karşı da yararlı olabilir (Balciunas vd., 2013). Bu bakteriyosinler, 50'ye yakın ülkede ve Gıda ve Tarım Örgütü/Dünya Sağlık Örgütü ve Avrupa Birliği (FDA, 1988; EU, 2004) tarafından onaylanmış, genellikle güvenli olarak kabul edilen (GRAS) ticari uygulamalarda geniş çapta kullanılmaktadır. Nisin, gıda korumaya yönelik engeller teknolojisinde (hurdle technology) etkin bir araçtır ve Avrupa Gıda Katkı Maddesi listesinde E234 (EFSA, 2006) kodu ile biyoprezervatif bileşen olarak yer almıştır.

Bazı antioksidant ekstraktlarla veya fiziksel yöntemler (işleme, paketlenme gibi) ile nisin etkileşimi veya duyuşal değişiklikler olmaksızın gıdaya uygulandığında sinerjik etki gösteren bileşikler hakkında çalışmalar bulunmaktadır (Abdollahzadeh vd., 2014; Gao vd., 2014). Sallam (2007), sodyum asetat, sodyum laktat ve sodyum sitratın nisin Z ile kullanılmasının, soğukta depolanan dilimlenmiş somondaki antimikrobiyal ve antioksidan kaliteyi artırdığını bildirmiştir. Ayrıca Ghomi vd., (2011), % 0,2 nisin ile % 3 sodyum asetatın birlikte kullanımının buzdolabı koşullarında muhafaza edilen ot sazanı (*Ctenopharyngodon idella*) fileto dilimlerinin ürün kalitesini artırdığı en iyi koşul olduğunu rapor etmişlerdir. Nisinin antioksidan özelliği ile ilgili Behnama vd., (2015)' nin gökkuşuğu alabalıklarının buzdolabında (4°C) depolanması ile ilgili yaptığı çalışmada nisin ile muamele edilen gökkuşuğu alabalıklarında depolama süresi boyunca daha düşük lipit oksidasyonu ($p < 0.05$) gözlemlendiğini ve bu durumun nisinin antioksidatif aktivitesinden kaynaklanan reaktif oksijen türlerini temizlemesi veya metal iyonu şelatlanmasından kaynaklandığına atfettiğini bildirmiştir (Lin ve Yen, 1999). Ayrıca, muamele grubunda gözledikleri daha yüksek EPA ve DHA değerlerinin, nisinin antioksidan aktivitesine bağlı olabileceğini, bunun da gökkuşuğu alabalığının kas dokusundaki yüksek lipit oksidasyonunu inhibe etmesinden kaynaklı olduğunu bildirmiştir. Sonuç olarak nisin kullanımının en iyi sonucu olarak, nisin ile muamele edilen gökkuşuğu alabalığı filetoalarının raf ömrünün, kullanılmayan gruba göre raf ömrünü uzattığı ve bu durumun biyo-prezervatif olarak kullanılan nisinin bakterisidal ve antioksidan aktivitesinden kaynaklandığı sonucuna varmışlardır.

Bu çalışmada, farklı konsantrasyonlarda (% 0,2, % 0,4 ve % 0,8) hazırlanan nisin solüsyonlarının levrek filetoalarının soğukta depolanması esnasında yağ asitleri profillerine etkileri incelenmiştir. Ticari olarak temin edilen nisin kullanılarak hazırlanan farklı konsantrasyonlardaki solüsyonların soğukta (4±2°C) depolanan levrek filetoalarının yağ asitleri profili üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmadan su ürünleri işleme sektöründe kullanılmak üzere önemli sonuçlar elde edilmiş olup, yapılacak yeni araştırmalara öncülük edebileceği öngörülmektedir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Nisin

Çalışmada kullanılan nisin, ticari olarak Sigma-Aldrich Co. (Katalog No: N5764, St. Louis, MO, USA) firmasından temin edilmiştir. *Lactococcus lactis* tarafından üretilen nisin %2,5 konsantrasyonda sodyum klorit ve denature süt tozları (10^6 IU/g) ile dengelenmiştir.

Balık Materyali

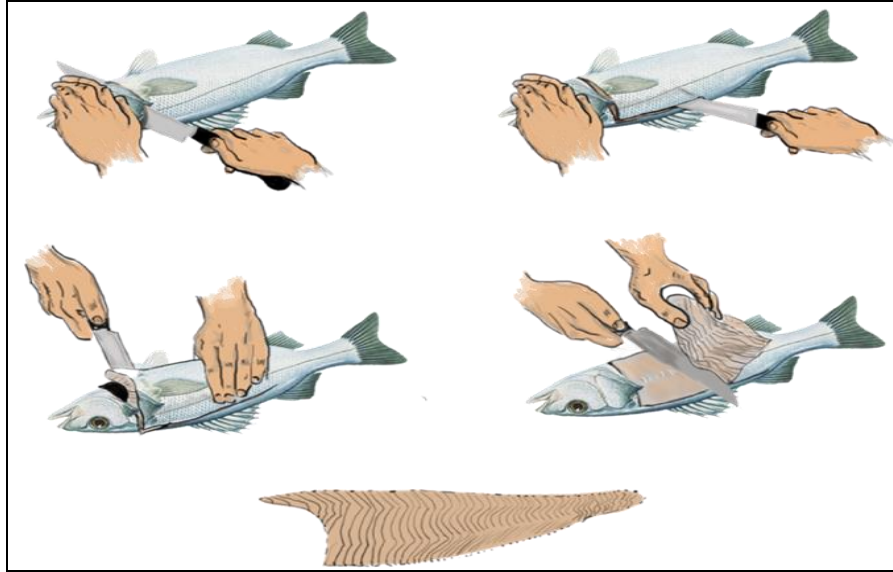
Çalışmada ekonomik değeri yüksek ve yaygın bir şekilde kültürü yapılan levrek (*Dicentrarchus labrax*) kullanılmıştır. Balıklar Ocak 2018 tarihinde Mersin’de üretim yapan Çamdere Deniz Ürünleri firmasından temin edilmiştir. Balıklar hasat edilir edilmez hipotermi uygulanarak öldürülmüş ve içi buz dolu izole straforlar içinde Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojileri Laboratuvarına ulaştırılmıştır. Balıkların ortalama boy ve ağırlıkları sırasıyla $29,77 \pm 1,02$ cm ve $312,06 \pm 26,85$ g olarak ölçülmüştür. Her analiz için toplamda 8 fileto (her bir grup için 2 fileto) kullanılmıştır.

Nisin Solüsyonlarının Hazırlanması

Nisin solüsyonları % 0,2, % 0,4 ve % 0,8 konsantrasyonlarında sterilize edilmiş saf su kullanılarak hazırlanmıştır.

Balık Etinin Hazırlanması

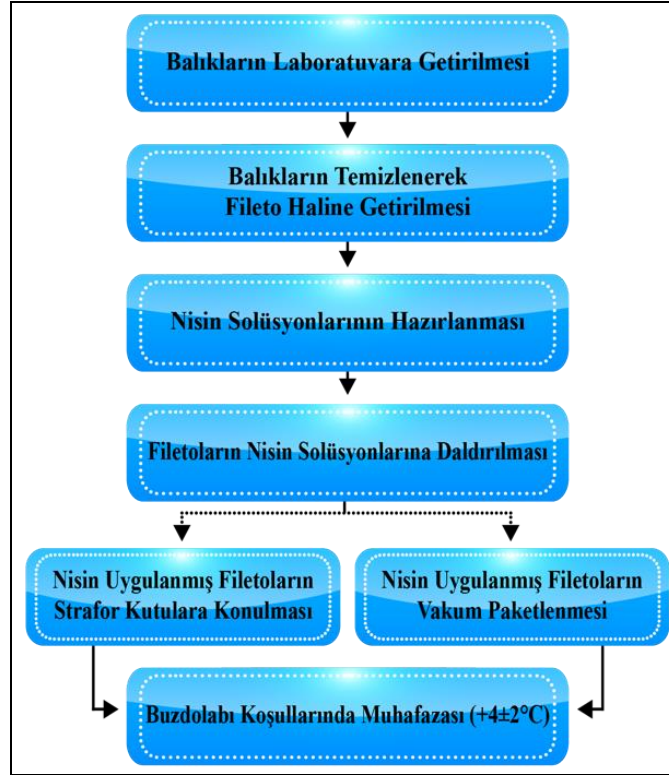
Buzlu strafor kutularda Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojileri Laboratuvarına getirilen balıkların, iç organları temizlendikten sonra filetoları çıkarılmıştır (Şekil 1). Levrek filetoları yıkanarak kontrol ve muamele grupları olmak üzere 4 gruba ayrılmış, nisin uygulaması için buzda muhafaza edilmişlerdir.



Şekil 1. Levreklerin fileto haline getirilmesi (Özgün)

Balıklara Nisin Uygulaması ve Depolama Koşulları

Nisin solüsyonlarının levrek filetolarına uygulanması Ceylan (2014) yönteminde yapılan bazı modifikasyonlara göre gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın deneysel aşamaları Şekil 2’de gösterilmiştir. Nisin solüsyonlarının balık filetosuna uygulanması daldırma yöntemiyle yapılmıştır. Filetolar 10 dakika boyunca farklı konsantrasyonlarda hazırlanan nisin solüsyonlarının içerisinde bekletilmiştir. Muamele edilen filetolar strafor tabak içine streç film ile kaplanmış ve streç film üzerinde belirli noktalarda delikler açılarak buzdolabı ($4 \pm 2^\circ\text{C}$) içerisinde depolanmıştır. Kontrol ile birlikte toplam 4 grup soğukta depolanmaya alınmıştır. Depolanmanın 0, 3, 6, 8, 10, 12. günlerinde toplamda 12 fileto olacak şekilde (3 fileto/grup) her bir grup için yağ asitleri analizleri düzenli olarak yapılmıştır. Çalışmanın akış planı Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Çalışmanın deneysel aşamaları

Yağ Asitleri Analizi

Eksrakte edilmiş lipitten, yağ asidi metil esterleri Ichihara vd., (1996) metoduna göre yapılmıştır. 25 mg eksrakte edilmiş yağ örneği üzerine 4mL 2M'lik KOH (Merck) ve 2mL n-heptan (Merck) ilave edilmiştir. Daha sonra oda sıcaklığında 2 dakika vortekste karıştırılmış, 4000 rpm' de 10 dakika süreyle santrifüj edilmiş ve heptan tabakası gaz kromatografisinde analiz için viallere alınmıştır.

Yağ asidi analizi, bir gaz kromatografi (GC) Clarus 500 cihazı (Perkin-Elmer, USA), bir adet alev iyonizasyon detektörü ve SGE (60 m Length x 0.32 mm I.D. x 0.25 Film BPX70, USA) kapillar kolonu kullanılarak analiz edilmiştir. Enjektör ve dedektör sıcaklıkları sırası ile önce 220 °C'ye sonra 260 °C'ye ayarlanmıştır. Bu esnada fırın sıcaklığı 8 dakika 140°C'de tutulmuştur. Sonrasında her dakika 4 °C arttırılarak 220 °C'ye kadar, 220 °C'den 230 °C'ye de her dakika 4°C arttırılarak getirilmiştir ve burada 15 dakika tutularak analiz 45.50 dakikada tamamlanmıştır. Numune ölçüsü 1µl ve taşıyıcı gazda 26.9 psi'de kontrol edilmiştir. Split 1:40 oranında kullanılmıştır. Yağ asitleri standart 37 bileşenden oluşan FAME mix (Supelco) karışımının gelme zamanlarına bağlı olarak karşılaştırılmasıyla tanımlanmıştır.

İstatistik Analizleri

Araştırmanın sonunda elde edilen veriler SPSS 22.0 paket programı kullanılarak, kontrol grubu ve nisin grupları arasındaki zamana bağlı değişimler Duncan çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir (Duncan, 1955). Önem seviyesi $p < 0.05$ olarak alınmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan nisinin soğukta ($4 \pm 2^\circ\text{C}$) depolanan levrek (*D. labrax*) filetolarının yağ asitleri üzerine etkileri 12 gün süren depolama süresi boyunca incelenmiştir. Depolama boyunca meydana gelen doymuş yağ asitleri (SFA) kompozisyonu değişimleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Farklı konsantrasyonlarda nisin uygulanarak soğukta depolanan levrek filetolarında depolama süresince meydana gelen doymuş yağ asitleri (SFA) değişimleri (N:3)

Yağ Asitleri	Depolama Günleri						Gruplar
	0	3	6	8	10	12	
C12:0	0,37±0,04 ^{Bb}	0,77±0,04 ^{Aa}	0,15±0,01 ^{Cb}	0,02±0,00 ^{Da}	0,02±0,00 ^{Da}	0,02±0,00 ^{Da}	Kontrol
	0,82±0,05 ^{ABa}	0,73±0,05 ^{Ba}	0,88±0,06 ^{Aa}	0,02±0,00 ^{Ca}	0,02±0,00 ^{Ca}	0,02±0,00 ^{Ca}	% 0,2
	0,90±0,00 ^{Aa}	0,41±0,03 ^{Bb}	0,84±0,08 ^{Aa}	0,02±0,00 ^{Ca}	0,02±0,00 ^{Ca}	0,02±0,00 ^{Ca}	% 0,4
	0,92±0,08 ^{Aa}	0,42±0,08 ^{Bb}	0,87±0,05 ^{Aa}	0,02±0,00 ^{Da}	0,02±0,00 ^{Da}	0,02±0,00 ^{Da}	% 0,8
C14:0	2,06±0,05 ^{Aa}	2,01±0,01 ^{Aa}	2,15±0,00 ^{Aa}	2,15±0,03 ^{Aa}	2,10±0,02 ^{Ac}	2,11±0,16 ^{Aa}	Kontrol
	1,99±0,05 ^{Ca}	2,06±0,04 ^{BCa}	2,01±0,01 ^{Cb}	2,13±0,00 ^{ABa}	2,17±0,00 ^{Ab}	2,02±0,06 ^{Ca}	% 0,2
	2,09±0,01 ^{Ba}	2,05±0,04 ^{BCa}	2,00±0,01 ^{Cb}	2,16±0,04 ^{Aa}	2,22±0,01 ^{Aa}	2,17±0,04 ^{Aa}	% 0,4
	2,10±0,08 ^{ABa}	2,09±0,02 ^{ABa}	2,02±0,00 ^{Bb}	2,10±0,03 ^{ABa}	2,25±0,01 ^{Aa}	2,17±0,15 ^{ABa}	% 0,8
C15:0	0,25±0,00 ^{Aab}	0,17±0,11 ^{Aa}	0,27±0,01 ^{Aa}	0,28±0,01 ^{Aa}	0,27±0,01 ^{Ab}	0,27±0,01 ^{Ab}	Kontrol
	0,25±0,01 ^{Cb}	0,27±0,01 ^{Ba}	0,26±0,00 ^{Ba}	0,28±0,00 ^{Aa}	0,28±0,00 ^{Aa}	0,25±0,00 ^{Cb}	% 0,2
	0,27±0,01 ^{Ba}	0,26±0,00 ^{Ba}	0,26±0,00 ^{Ba}	0,28±0,00 ^{Aa}	0,28±0,00 ^{Aa}	0,28±0,00 ^{Aa}	% 0,4
	0,27±0,01 ^{Ba}	0,27±0,00 ^{Ba}	0,26±0,00 ^{Ba}	0,27±0,00 ^{Ba}	0,29±0,00 ^{Aa}	0,29±0,01 ^{Aa}	% 0,8
C16:0	13,89±0,33 ^{Aa}	13,55±0,01 ^{Aa}	13,51±0,09 ^{Aa}	13,80±0,01 ^{Ac}	13,80±0,21 ^{Ab}	13,91±0,64 ^{Aa}	Kontrol
	13,89±0,04 ^{BCa}	13,38±0,13 ^{Da}	13,60±0,15 ^{CDa}	14,03±0,07 ^{Bb}	13,98±0,01 ^{Bab}	14,45±0,24 ^{Aa}	% 0,2
	13,55±0,20 ^{Bab}	13,77±0,28 ^{Ba}	13,59±0,12 ^{Ba}	14,17±0,03 ^{Ab}	14,15±0,11 ^{Aa}	14,41±0,05 ^{Aa}	% 0,4
	13,30±0,09 ^{Db}	13,49±0,00 ^{CDa}	13,64±0,16 ^{Ca}	14,71±0,11 ^{Aa}	13,98±0,02 ^{Bab}	14,65±0,01 ^{Aa}	% 0,8
C17:0	0,27±0,01 ^{Ba}	0,27±0,00 ^{ABab}	0,27±0,00 ^{ABa}	0,28±0,00 ^{Aa}	0,28±0,00 ^{Aa}	0,28±0,01 ^{ABa}	Kontrol
	0,26±0,01 ^{Ba}	0,27±0,00 ^{ABab}	0,27±0,00 ^{ABa}	0,28±0,00 ^{Aa}	0,28±0,00 ^{Aa}	0,27±0,00 ^{ABa}	% 0,2
	0,28±0,01 ^{ABCa}	0,27±0,01 ^{Cb}	0,27±0,00 ^{BCa}	0,29±0,01 ^{Aa}	0,27±0,00 ^{BCa}	0,28±0,00 ^{ABa}	% 0,4
	0,28±0,01 ^{ABa}	0,28±0,00 ^{Aa}	0,27±0,01 ^{Ba}	0,28±0,00 ^{Aa}	0,28±0,00 ^{Aa}	0,28±0,01 ^{ABa}	% 0,8
C18:0	3,80±0,03 ^{Ca}	3,84±0,01 ^{Ca}	3,92±0,04 ^{Ba}	3,94±0,04 ^{Ba}	3,96±0,01 ^{Ba}	4,08±0,04 ^{Ab}	Kontrol
	3,96±0,16 ^{Ba}	3,79±0,06 ^{Ba}	3,81±0,05 ^{Bb}	3,95±0,01 ^{Ba}	3,88±0,02 ^{Bab}	4,31±0,13 ^{Aa}	% 0,2
	3,88±0,20 ^{Aa}	3,85±0,07 ^{Aa}	3,96±0,04 ^{Aa}	3,83±0,10 ^{Aa}	3,76±0,11 ^{Ab}	3,97±0,18 ^{Ab}	% 0,4
	3,99±0,05 ^{Ba}	3,85±0,00 ^{Ca}	3,98±0,02 ^{Ba}	3,98±0,05 ^{Ba}	3,75±0,00 ^{Db}	4,14±0,03 ^{Ab}	% 0,8
C20:0	0,24±0,00 ^{Ba}	0,24±0,00 ^{Bb}	0,26±0,00 ^{ABa}	0,27±0,00 ^{Aa}	0,25±0,00 ^{ABb}	0,26±0,02 ^{ABa}	Kontrol
	0,24±0,01 ^{Ba}	0,26±0,00 ^{ABa}	0,25±0,00 ^{ABa}	0,27±0,01 ^{ABab}	0,27±0,00 ^{Aa}	0,26±0,02 ^{ABa}	% 0,2
	0,25±0,00 ^{Ba}	0,26±0,01 ^{ABa}	0,25±0,00 ^{Ba}	0,26±0,01 ^{ABb}	0,27±0,01 ^{Aa}	0,26±0,00 ^{ABa}	% 0,4
	0,26±0,01 ^{Aa}	0,25±0,00 ^{Aa}	0,26±0,01 ^{Aa}	0,27±0,00 ^{Aa}	0,26±0,00 ^{Aa}	0,27±0,02 ^{Aa}	% 0,8
C22:0	0,09±0,00 ^{Aa}	0,08±0,00 ^{Aa}	0,05±0,06 ^{Aa}	0,10±0,00 ^{Aa}	0,09±0,01 ^{Aa}	0,05±0,01 ^{Ab}	Kontrol
	0,09±0,01 ^{Aa}	0,09±0,00 ^{Aa}	0,01±0,00 ^{Ba}	0,06±0,06 ^{ABa}	0,10±0,01 ^{Aa}	0,05±0,00 ^{ABb}	% 0,2
	0,09±0,00 ^{Aa}	0,09±0,01 ^{Aa}	0,09±0,01 ^{Aa}	0,09±0,00 ^{Aa}	0,09±0,00 ^{Aa}	0,09±0,00 ^{Aa}	% 0,4
	0,10±0,01 ^{Aa}	0,05±0,06 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,10±0,00 ^{Aa}	0,09±0,00 ^{Aa}	0,10±0,01 ^{Aa}	% 0,8
C24:0	0,11±0,09 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Ab}	0,04±0,00 ^{Aa}	Kontrol
	0,11±0,10 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Ab}	0,05±0,00 ^{Aa}	% 0,2
	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Ab}	0,04±0,00 ^{Aa}	% 0,4
	0,04±0,00 ^{Ba}	0,04±0,00 ^{Ba}	0,04±0,00 ^{Ba}	0,04±0,00 ^{Ba}	0,16±0,01 ^{Aa}	0,05±0,01 ^{Ba}	% 0,8
ΣSFA	21,07±0,53 ^{Aa}	20,96±0,06 ^{Aa}	20,61±0,21 ^{Ab}	20,88±0,01 ^{Ab}	20,79±0,18 ^{Aa}	21,00±0,82 ^{Aa}	Kontrol
	21,59±0,13 ^{Aa}	20,88±0,18 ^{Ba}	21,12±0,25 ^{Bab}	21,05±0,01 ^{Bb}	21,01±0,01 ^{Ba}	21,68±0,23 ^{Aa}	% 0,2
	21,34±0,40 ^{Aa}	20,98±0,13 ^{Aa}	21,28±0,07 ^{Aa}	21,13±0,18 ^{Ab}	21,09±0,23 ^{Aa}	21,51±0,19 ^{Aa}	% 0,4
	21,22±0,07 ^{Ba}	20,73±0,04 ^{Ca}	21,38±0,23 ^{Ba}	21,77±0,09 ^{Aa}	21,07±0,13 ^{Da}	21,94±0,16 ^{Ba}	% 0,8

^{a-d} Her bir gün için gruplar arası önemli farklılıkları (p<0.05) göstermektedir.

^{A-E} Her bir grup için günler arası önemli farklılıkları (p<0.05) göstermektedir.

Araştırma sonunda tüm gruplarda gözlenen temel yağ asitleri miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1n9), vaksenik asit (C18:1n7), eikosenoik asit (C20:1n9), linoleik asit (C18:2n6), linolenik asit (C18:3n3), eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5n3) ve dokosaheksaenoik asit (DHA, C22:6n3) olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde

Durmuş (2016), Türkkan vd., (2010), Yıldız vd., (2008) ve Yazgan (2013) tarafından yapılan levrek çalışmalarında da temel yağ asidi bileşenlerinin bu yağ asitlerinden oluştuğu tespit edilmiştir.

Depolamanın başlangıcında toplam SFA oranları kontrol, % 0,2, % 0,4 ve % 0,8 nisin muamele grupları için sırasıyla % 21,07, % 21,59, % 21,34 ve % 21,22 olarak tespit edilmiştir. Tüm gruplarda ve depolama günlerinde istatistiksel farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). Doymuş yağ asitleri arasında en yüksek değere sahip yağ asitleri tüm gruplarda miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0) ve stearik asit (C18:0) olduğu belirlenmiştir. Depolamanın başlangıcında miristik asit değerleri kontrol, % 0,2, % 0,4 ve % 0,8 nisin muamele grupları için sırasıyla % 2,06, % 1,99, % 2,09 ve % 2,10 olarak tespit edilmiştir. Depolama süresiyle birlikte bu değerlerde artış gözlenmiştir. Tüm gruplarda depolama süresi boyunca istatistiksel farklılıklar gözlenmiştir. Depolamanın 0, 3, 8 ve 12. günlerinde gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmezken depolamanın diğer günlerinde gruplar arasında ise farklılık gözlenmiştir. Palmitik asit oranına baktığımızda depolamanın başlangıcında en yüksek palmitik asit değerleri kontrol ve % 0,2 nisin grubunda, % 13,89 olarak tespit edilmiştir. Depolama süresi ile birlikte palmitik asit oranında artış gözlenmiş depolamanın son gününde en yüksek değer % 14,66 ile % 0,8 nisin muamele grubunda gözlenmiştir. Palmitik asitten sonra öne çıkan bir diğer yağ asidi ise stearik asit olmuştur. Stearik asit oranı depolamanın başlangıcında 3,80 ile 3,99 arasında olduğu belirlenmiştir. Diğer doymuş yağ asitlerine benzer şekilde depolama süresiyle birlikte stearik asit oranında da artış olmuştur.

Durmuş ve Özogül (2018), depolamanın başlangıcında kontrol grubu levrek filetolarının toplam doymuş yağ asitleri (SFA) oranını % 19,21 olarak rapor ederken depolama süresi boyunca SFA değerinde artışlar olduğunu, kontrol grubu için duyusal red günü olan depolamanın 8. gününde toplam SFA değerinin % 24,49' a yükseldiği ve depolamanın sonunda (12. gün) ise bu değer % 24,05 olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda elde edilen SFA değerleri depolama boyunca (0. gün hariç) araştırmacının sonuçlarından daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Doymuş yağ asitleri arasında en yüksek değere sahip yağ asitlerinin kontrol grubu için sırasıyla, palmitik asit (% 12,86), stearik asit (% 3,18) ve miristik asit (% 2,50) olduğunu rapor etmiştir. Durmuş ve Özogül (2018) tarafından bildirilen sonuçlar mevcut çalışmada elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Kocatepe ve Turan (2012) kültür levreklerinde SFA oranının % 24,2 olduğunu ve SFA içerisinde en fazla bulunan yağ asidinin ise palmitik (% 64) doymuş yağ asidi olduğunu bildirmiştir. Baki vd., (2015) doğal ve kültür levreğinin toplam doymuş yağ asitleri oranlarını sırasıyla % 26,50 ve % 25,11 olduğunu belirlemiştir. Sağlık vd., (2003), hem kültür hem de doğal levrekte yüksek oranda doymuş yağ asitlerinden palmitik asit (C16:0) tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Periago vd., (2005), doğal ve çiftlik levreklerinde palmitik (C16:0) asitin en fazla bulunan doymuş yağ asidi olduğunu tespit etmişlerdir. Yağ asitleri kompozisyonu bakımından doymuş yağ asitlerinin (SFA) kültür levreklerinde oldukça yüksek oranda bulunduğunu gözlemlemişlerdir. Özyurt vd., (2005) levrek filetolarının başlıca doymuş yağ asitlerinin palmitik asit (C16: 0) olduğunu bildirmişlerdir. Alasalvar vd., (2002), hem doğal hem de kültür levreğinde SFA içerisinde C16:0 (palmitik) ve C18:0 (stearik)'in temel yağ asitlerini oluşturduğunu bildirmişlerdir. Çiftlik levreğinin doğadan yakalanan levrek ile kıyaslandığında daha yüksek oranda C14:0 ve C20:0 yağ asitlerine sahip olmasına karşın C16:0 ve C18:0 yağ asitleri açısından daha düşük oranda olduğunu rapor etmişlerdir. Toplam doymuş yağ asitleri yüzdesi doğal levrekte çiftlik levreğine kıyasla daha yüksek olmuştur. Çiftlik ve doğal levreklerde toplam lipit içeriğinin ve yağ asidi oranları kullanılarak ayırt edileceği ve bu farklılık balıkların diyet bileşenlerine bağlı olabileceğini tespit etmişlerdir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar doğrultusunda palmitik, stearik ve miristik asit oranları literatür ile uyumlu olarak bulunmuştur. Fakat toplam SFA oranının diğer çalışmalara kıyasla daha düşük oranlarda olduğu gözlenmiştir. Bu durumun araştırılan balıkların yetiştirildiği bölgenin farklı olması, beslemede kullanılan yem içeriği, su sıcaklığı, tuzluluk vb. çevresel koşullar gibi değişkenlerden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Nisin uygulanarak soğukta depolanan levrek filetolarının toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) Tablo 2' de verilmiştir.

Tablo 2. Farklı konsantrasyonlarda nisin uygulanarak soğukta depolanan levrek filetolarında depolama süresince meydana gelen tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) değişimleri (N:3)

Yağ Asitleri	Depolama Günleri						Gruplar
	0	3	6	8	10	12	
C14:1	0,05±0,06 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,09±0,00 ^{Aa}	0,10±0,01 ^{Aa}	0,09±0,00 ^{Aa}	0,10±0,01 ^{Aa}	Kontrol
	0,02±0,02 ^{Ca}	0,06±0,00 ^{Ba}	0,09±0,00 ^{Aa}	0,10±0,00 ^{Aa}	0,10±0,00 ^{Aa}	0,09±0,00 ^{Aa}	% 0,2
	0,09±0,00 ^{Aa}	0,09±0,00 ^{Aa}	0,09±0,00 ^{Aa}	0,10±0,00 ^{Aa}	0,10±0,00 ^{Aa}	0,07±0,00 ^{Bc}	% 0,4
	0,09±0,00 ^{Aa}	0,03±0,00 ^{Aa}	0,09±0,00 ^{Aa}	0,09±0,00 ^{Aa}	0,10±0,00 ^{Aa}	0,08±0,00 ^{Ab}	% 0,8
C15:1	0,00±0,00 ^{Bb}	0,03±0,00 ^{Aa}	0,04±0,01 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,01 ^{Aa}	Kontrol
	0,02±0,01 ^{Ca}	0,02±0,00 ^{Bc}	0,03±0,00 ^{ABa}	0,04±0,01 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,03±0,00 ^{ABa}	% 0,2
	0,00±0,00 ^{Bb}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,03±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	% 0,4
	0,00±0,00 ^{Bb}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,03±0,00 ^{Aa}	0,04±0,01 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,01 ^{Aa}	% 0,8
C16:1	2,93±0,08 ^{Aa}	2,84±0,01 ^{Aa}	2,85±0,16 ^{Aa}	2,95±0,04 ^{Ab}	2,90±0,03 ^{Ac}	2,92±0,16 ^{Aa}	Kontrol
	2,84±0,11 ^{ABa}	2,83±0,04 ^{Ab}	2,82±0,00 ^{ABa}	2,75±0,14 ^{Bb}	2,99±0,01 ^{Ab}	2,91±0,05 ^{ABa}	% 0,2
	2,88±0,01 ^{Ca}	2,89±0,02 ^{Ca}	2,77±0,00 ^{Da}	2,98±0,00 ^{Ba}	3,08±0,02 ^{Aa}	3,00±0,00 ^{Ba}	% 0,4
	2,87±0,10 ^{Ba}	2,87±0,01 ^{Ba}	2,86±0,05 ^{Ba}	2,91±0,05 ^{Bab}	3,08±0,00 ^{Aa}	3,13±0,00 ^{Aa}	% 0,8
C17:1	0,11±0,08 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,06±0,01 ^{Ac}	Kontrol
	0,12±0,08 ^{Ba}	0,06±0,01 ^{Ba}	0,06±0,00 ^{Ba}	0,06±0,00 ^{Ba}	0,06±0,00 ^{Ba}	0,22±0,01 ^{Aa}	% 0,2
	0,05±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Ac}	% 0,4
	0,06±0,00 ^{Ba}	0,07±0,01 ^{Ba}	0,06±0,00 ^{Ba}	0,06±0,00 ^{Ba}	0,06±0,00 ^{Ba}	0,20±0,01 ^{Ab}	% 0,8
C18:1n9	24,65±0,28 ^{Ab}	23,91±0,10 ^{Bb}	23,57±0,19 ^{Bb}	23,34±0,13 ^{Bb}	22,44±0,45 ^{Cc}	22,12±0,06 ^{Cc}	Kontrol
	25,37±0,03 ^{Aa}	25,09±0,18 ^{ABa}	24,95±0,18 ^{ABCa}	24,65±0,57 ^{ABCa}	24,60±0,35 ^{BCb}	24,20±0,08 ^{Cb}	% 0,2
	25,86±0,09 ^{Aa}	25,12±0,03 ^{Ba}	24,95±0,05 ^{Ba}	25,01±0,06 ^{Ba}	24,43±0,40 ^{Cb}	24,82±0,02 ^{BCa}	% 0,4
	25,55±0,21 ^{Ba}	25,37±0,13 ^{Ba}	25,37±0,13 ^{Ba}	25,23±0,02 ^{Ba}	26,08±0,17 ^{Aa}	24,39±0,37 ^{Cab}	% 0,8
C18:1n7	2,34±0,00 ^{Aa}	2,26±0,14 ^{Aa}	2,39±0,01 ^{Aa}	2,39±0,00 ^{Aa}	2,39±0,01 ^{Ab}	2,29±0,11 ^{Ab}	Kontrol
	2,34±0,04 ^{CDa}	2,31±0,01 ^{Da}	2,34±0,01 ^{CDa}	2,38±0,01 ^{BCa}	2,41±0,02 ^{ABb}	2,45±0,01 ^{Aa}	% 0,2
	2,36±0,01 ^{Aa}	2,36±0,02 ^{Aa}	2,51±0,14 ^{Aa}	2,38±0,02 ^{Aa}	2,46±0,01 ^{Aa}	2,44±0,01 ^{Aa}	% 0,4
	2,40±0,04 ^{BCa}	2,35±0,01 ^{Ca}	2,38±0,04 ^{Ca}	2,40±0,00 ^{BCa}	2,44±0,00 ^{Ba}	2,51±0,02 ^{Aa}	% 0,8
C20:1n9	2,05±0,01 ^{Cc}	2,16±0,01 ^{ABb}	2,11±0,08 ^{BCa}	2,19±0,01 ^{ABa}	2,20±0,02 ^{Abc}	2,17±0,01 ^{ABa}	Kontrol
	2,15±0,02 ^{Ab}	2,13±0,01 ^{Ab}	2,18±0,06 ^{Aa}	2,20±0,00 ^{Aa}	2,17±0,02 ^{Ac}	2,13±0,04 ^{Aa}	% 0,2
	2,13±0,06 ^{BCbc}	2,29±0,06 ^{Aa}	2,22±0,07 ^{ABa}	2,03±0,04 ^{Cb}	2,30±0,02 ^{Aa}	2,19±0,05 ^{ABa}	% 0,4
	2,27±0,01 ^{Aa}	2,14±0,01 ^{Ab}	2,29±0,13 ^{Aa}	2,27±0,04 ^{Aa}	2,24±0,03 ^{ABb}	2,22±0,13 ^{Aa}	% 0,8
C22:1n9	0,23±0,01 ^{Cb}	0,23±0,00 ^{BCb}	0,25±0,01 ^{Aa}	0,12±0,00 ^{Dd}	0,24±0,01 ^{ABCb}	0,24±0,00 ^{ABa}	Kontrol
	0,23±0,00 ^{ABab}	0,22±0,00 ^{Bb}	0,23±0,00 ^{ABab}	0,24±0,01 ^{Ab}	0,24±0,01 ^{Ab}	0,24±0,00 ^{Aa}	% 0,2
	0,24±0,01 ^{BCab}	0,24±0,00 ^{ABa}	0,23±0,00 ^{Cb}	0,22±0,00 ^{Dc}	0,25±0,00 ^{Aa}	0,24±0,01 ^{BCa}	% 0,4
	0,25±0,01 ^{ABa}	0,23±0,01 ^{Bb}	0,25±0,01 ^{ABa}	0,26±0,01 ^{Aa}	0,24±0,00 ^{ABab}	0,24±0,02 ^{ABa}	% 0,8
C24:1n9	0,07±0,00 ^{Ba}	0,07±0,00 ^{Ba}	0,07±0,00 ^{Ba}	0,07±0,00 ^{Ba}	0,07±0,01 ^{Ba}	0,09±0,01 ^{Aa}	Kontrol
	0,07±0,00 ^{Aa}	0,07±0,00 ^{Aa}	0,07±0,00 ^{Aa}	0,07±0,00 ^{Aa}	0,07±0,00 ^{Aa}	0,07±0,01 ^{Aa}	% 0,2
	0,07±0,00 ^{Aa}	0,07±0,00 ^{Aa}	0,07±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Ba}	0,07±0,00 ^{Aa}	0,07±0,01 ^{ABa}	% 0,4
	0,07±0,01 ^{Aa}	0,07±0,01 ^{Aa}	0,07±0,01 ^{Aa}	0,07±0,00 ^{Aa}	0,07±0,00 ^{Aa}	0,07±0,01 ^{Aa}	% 0,8
ΣMUFA	32,42±0,18 ^{Ac}	31,62±0,08 ^{Bc}	31,40±0,06 ^{Bc}	31,25±0,33 ^{Bb}	30,41±0,45 ^{Cc}	30,00±0,35 ^{Cb}	Kontrol
	33,14±0,13 ^{Ab}	32,78±0,13 ^{Ab}	32,76±0,25 ^{Ab}	32,48±0,72 ^{Aa}	32,66±0,40 ^{Ab}	32,32±0,06 ^{Aa}	% 0,2
	33,67±0,02 ^{Aa}	33,15±0,13 ^{Ba}	32,92±0,17 ^{Bb}	32,88±0,12 ^{Ba}	32,78±0,40 ^{Bb}	32,91±0,10 ^{Ba}	% 0,4
	33,55±0,06 ^{Ba}	33,14±0,16 ^{Ca}	33,38±0,09 ^{BCa}	33,31±0,01 ^{BCa}	34,35±0,20 ^{Aa}	32,85±0,33 ^{Ca}	% 0,8

^{a-d} Her bir gün için gruplar arası önemli farklılıkları (p<0.05) göstermektedir.

^{A-E} Her bir grup için günler arası önemli farklılıkları (p<0.05) göstermektedir.

Depolama süresi boyunca MUFA değerlerinde azalmalar tespit edilmiştir. Depolamanın başlangıcında toplam MUFA değerleri kontrol, % 0,2, % 0,4 ve % 0,8 nisin muamele grupları için sırasıyla % 32,42, % 33,14, % 33,67 ve % 33,55 olarak tespit edilmiştir. Depolama sonunda ise en düşük MUFA değeri kontrol grubunda % 30,00 olarak gözlenmiştir. Toplam tekli doymamış yağ

asitleri arasında en yüksek değere sahip yağ asitleri tüm gruplarda palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1n9), vaksenik asit (C18:1n7) ve eikosenoik asit (C20:1n9) olarak belirlenmiştir. Depolamanın başlangıcında palmitoleik asit oranının % 2,84 ile % 2,93 arasında olduğu belirlenmiştir. Depolama sonunda kontrol grubu haricinde tüm nisin muamele gruplarındaki palmitoleik asit oranında artışlar gözlenmiştir. Depolama süresi boyunca günler arasında yalnızca kontrol grubunda istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$). Gruplar arasında bakıldığında ise depolamanın 8. ve 10. günlerinde istatistiksel farklılık gözlenirken diğer günlerde tüm gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir. Tekli doymamış yağ asitlerinin büyük bir çoğunluğunu oleik asit oluşturmaktadır. Depolamanın başlangıcında oleik asit oranı kontrol, % 0,2, % 0,4 ve % 0,8 nisin muamele grupları için sırasıyla % 24,65, % 25,37, % 25,86 ve % 25,55 olarak tespit edilmiştir. Depolama süresi ile birlikte oleik asit oranında düşüşler gözlenmiştir. Depolama boyunca kontrol grubu ile nisin muamele grupları arasında istatistiksel farklılık tespit edilmiştir. Depolama sonunda en düşük oleik asit oranı kontrol grubunda % 22,12 olarak tespit edilmiştir. Diğer bir önemli tekli doymamış yağ asidi olan vaksenik asit oranının, depolamanın başlangıcında % 2,34 ile % 2,40 arasında olduğu tespit edilmiştir. Kontrol ve % 0,4 nisin grubunda günler arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir. Gruplar arasında ise depolamanın 10 ve 12. günlerinde istatistiksel farklılık gözlenirken diğer günlerde tüm gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir. Eikosenoik asit oranına bakıldığında ise en düşük değerin % 2,05 ile depolamanın başlangıcında kontrol grubunda olduğu tespit edilmiştir. % 0,8 nisin grubu ile % 0,2 nisin grubunda depolama süresi boyunca günler arasında istatistiksel farklılık tespit edilmezken, kontrol ve % 0,4 nisin grubunda günler arasında istatistiksel farklılık belirlenmiştir. Gruplar arasında ele aldığımızda ise depolamanın 6. ve 12. günlerinde tüm gruplarda istatistiksel farklılık gözlenmezken depolamanın diğer günlerinde gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$).

Durmuş ve Özoğul (2018), depolamanın başlangıcında toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) oranını % 35,88 olarak rapor ederken depolama süresi boyunca MUFA değerinde azalışlar olduğunu, kontrol grubu için duyuşal açıdan sınır değerlerin aşıldığı 8. günde toplam MUFA değerinin % 33,35'e düştüğünü ve depolamanın sonunda (12. gün) ise bu değerin % 28,80 olduğunu bildirmiştir. Mevcut çalışmada elde edilen MUFA değerleri araştırmacıların sonuçları ile benzerlik göstermiştir. Depolama boyunca MUFA değerinde düşüşler gözlenmiştir. MUFA oranı açısından ise çalışmamızda daha düşük değerler bulunmuştur. Tekli doymamış yağ asitleri arasında en çok palmitoleik ve oleik asit olduğunu bildiren Durmuş ve Özoğul (2018), MUFA içerisinde en yüksek oranda bulunan yağ asidinin oleik asit olduğunu bildirmiştir. Benzer sonuçlar mevcut çalışmada da tespit edilmiştir. Kocatepe ve Turan (2012) kültür levreklerinde tekli doymamış (MUFA) yağ asitleri oranını % 31 olarak belirlemiştir. Baki vd., (2015) tekli doymamış yağ asitlerinin (Σ MUFA) doğal ve kültür levreklerinde sırasıyla % 27,55 ve % 30,14 olarak tespit etmişlerdir. Alasalvar vd., (2002), hem doğal hemde kültür levreğinde en fazla oranda bulunan tekli doymamış yağ asidini C18:1n-9 (oleik) olduğunu rapor etmişlerdir. Çiftlik levreğinin doğadan yakalanan levrek ile kıyaslandığında daha yüksek oranda C18:1n-9, C20:1n-9 ve C22:1n-9 yağ asitlerine sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Doğal levrekte çiftlik levreğine kıyasla toplam monoenoik yağ asit içeriğinin daha düşük olduğunu gözlemlemişlerdir. Özyurt vd., (2005) levrek filetolarının başlıca MUFA yağ asitlerinin oleik asit (18:1n9) olduğu bildirmiştir. Sağlık vd., (2003), hem kültür hem de doğal levreklerde yüksek oranda oleik asit (C18:1n-9) olduğunu tespit etmişlerdir. Lenas vd., (2011) hem doğal hem de çiftlik levreğinde perivisceral yağda baskın olan yağ asidinin oleik asit (C18:1n-9) olduğunu bildirmiştir. Bunun yanı sıra doğal levrekte C16:1n-7, C22:1n-9 ve C20:1n-9 yağ asitleri dominant iken, C20:1n-9, C22:1n-9 ve C16:1n-7 yağ asitleri de kültür levreğinde baskın olarak tespit etmişlerdir. Periago vd., (2005), doğal ve çiftlik levreklerinde MUFA'lar içerisinde en fazla bulunan yağ asidinin oleik asit (C18:1n9) olduğunu, yağ asitleri kompozisyonu bakımından tekli doymamış yağ asitlerinin (MUFA) kültür levreklerinde oldukça yüksek oranda bulunduğunu bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada tespit edilen MUFA oranları literatür ile uyumlu ve temel tekli doymamış yağ asitleri açısından benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Nisin uygulanarak soğukta depolanan levrek filetolarının çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) oranları, Tablo 3' te verilmiştir.

Tablo 3. Farklı konsantrasyonlarda nisin uygulanarak soğukta depolanan levrek filetolarında depolama süresince meydana gelen çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) değişimleri (N:3)

Yağ Asitleri	Depolama Günleri						Gruplar
	0	3	6	8	10	12	
C18:2n6	18,21±0,09 ^{Aa}	18,10±0,01 ^{Ab}	18,19±0,14 ^{ABab}	17,10±0,10 ^{Cb}	17,71±0,18 ^{Bc}	17,68±0,16 ^{Ba}	Kontrol
	18,59±0,16 ^{Aa}	18,37±0,08 ^{ABab}	18,10±0,01 ^{Aab}	18,27±0,09 ^{Aa}	18,14±0,09 ^{Abc}	18,22±0,74 ^{Aa}	% 0,2
	18,65±0,20 ^{Aa}	18,52±0,42 ^{ABab}	17,95±0,11 ^{Ab}	18,38±0,08 ^{Aa}	18,38±0,35 ^{ABab}	18,48±0,41 ^{Aa}	% 0,4
	18,63±0,27 ^{ABa}	18,74±0,10 ^{ABa}	18,36±0,09 ^{BCa}	18,41±0,23 ^{ABCa}	18,81±0,06 ^{Aa}	18,21±0,03 ^{Ca}	% 0,8
C18:3n3	3,16±0,04 ^{Bbc}	3,25±0,01 ^{ABa}	3,34±0,02 ^{Aa}	3,34±0,01 ^{ABab}	3,27±0,01 ^{Ab}	3,25±0,08 ^{ABa}	Kontrol
	3,11±0,04 ^{Bc}	3,22±0,01 ^{ABa}	3,22±0,05 ^{ABab}	3,34±0,01 ^{ABab}	3,37±0,01 ^{Aa}	3,08±0,14 ^{Ba}	% 0,2
	3,27±0,06 ^{ABab}	3,22±0,13 ^{ABa}	3,11±0,05 ^{Bb}	3,25±0,06 ^{ABb}	3,38±0,02 ^{Aa}	3,27±0,02 ^{ABa}	% 0,4
	3,32±0,06 ^{Aa}	3,24±0,01 ^{Aa}	3,31±0,10 ^{Aa}	3,35±0,02 ^{Aa}	3,39±0,02 ^{Aa}	3,20±0,14 ^{Aa}	% 0,8
C20:2cis	0,11±0,04 ^{Aa}	0,13±0,00 ^{Aa}	0,10±0,04 ^{Aa}	0,14±0,01 ^{Aa}	0,13±0,01 ^{Aa}	0,13±0,01 ^{Aa}	Kontrol
	0,10±0,04 ^{Ba}	0,14±0,01 ^{Aa}	0,14±0,01 ^{Aa}	0,13±0,00 ^{ABa}	0,13±0,00 ^{ABa}	0,13±0,01 ^{ABa}	% 0,2
	0,11±0,04 ^{Aa}	0,10±0,04 ^{Aa}	0,11±0,04 ^{Aa}	0,12±0,04 ^{Aa}	0,12±0,00 ^{Aa}	0,13±0,01 ^{Aa}	% 0,4
	0,10±0,04 ^{Aa}	0,10±0,04 ^{Aa}	0,07±0,00 ^{Aa}	0,13±0,01 ^{Aa}	0,12±0,00 ^{Aa}	0,12±0,01 ^{Aa}	% 0,8
C20:3n6	0,28±0,01 ^{Ca}	0,29±0,00 ^{BCab}	0,31±0,01 ^{Bab}	0,30±0,00 ^{BCb}	0,29±0,01 ^{BCc}	0,48±0,02 ^{Ab}	Kontrol
	0,28±0,01 ^{Ba}	0,28±0,01 ^{Bb}	0,29±0,01 ^{Bbc}	0,29±0,00 ^{Bb}	0,29±0,00 ^{Bc}	0,65±0,06 ^{Aa}	% 0,2
	0,28±0,01 ^{BCa}	0,30±0,01 ^{ABa}	0,27±0,00 ^{Cc}	0,28±0,01 ^{Cc}	0,32±0,00 ^{Aa}	0,29±0,00 ^{BCc}	% 0,4
	0,30±0,01 ^{Ba}	0,29±0,00 ^{Bab}	0,31±0,01 ^{Ba}	0,32±0,01 ^{Ba}	0,31±0,01 ^{Bb}	0,47±0,06 ^{Ab}	% 0,8
C20:4n6	0,98±0,00 ^{Db}	1,04±0,01 ^{BCb}	1,10±0,04 ^{Aa}	1,02±0,00 ^{CDc}	1,09±0,01 ^{ABa}	1,02±0,01 ^{CDb}	Kontrol
	1,05±0,02 ^{Ba}	1,05±0,01 ^{Bb}	1,12±0,04 ^{Aa}	1,13±0,00 ^{Aa}	1,05±0,01 ^{Bb}	1,09±0,03 ^{ABab}	% 0,2
	1,00±0,01 ^{Bb}	1,11±0,01 ^{Aa}	1,01±0,00 ^{Ba}	1,00±0,01 ^{Bd}	1,07±0,01 ^{Ab}	1,11±0,04 ^{Aa}	% 0,4
	1,06±0,01 ^{Aa}	1,06±0,01 ^{Ab}	1,07±0,06 ^{Aa}	1,10±0,01 ^{Ab}	1,06±0,01 ^{Ab}	1,05±0,04 ^{ABab}	% 0,8
C20:5n3	4,01±0,01 ^{Da}	4,17±0,01 ^{Ba}	4,08±0,02 ^{Ca}	4,24±0,01 ^{Aa}	4,01±0,01 ^{Db}	4,00±0,02 ^{Da}	Kontrol
	3,99±0,06 ^{Ba}	4,24±0,06 ^{Aa}	4,08±0,04 ^{Ba}	4,05±0,02 ^{Bc}	4,25±0,03 ^{Aa}	4,01±0,11 ^{Ba}	% 0,2
	3,98±0,08 ^{ABa}	3,96±0,06 ^{Bb}	4,09±0,01 ^{ABa}	4,15±0,02 ^{Ab}	4,00±0,02 ^{ABb}	3,92±0,11 ^{Ba}	% 0,4
	3,94±0,01 ^{Ca}	4,13±0,00 ^{ABa}	4,00±0,10 ^{BCa}	4,21±0,02 ^{Aa}	4,04±0,04 ^{ABCb}	4,20±0,13 ^{Aa}	% 0,8
C22:2cis	0,00±0,00 ^{Aa}	0,00±0,00 ^{Aa}	0,00±0,00 ^{Aa}	0,01±0,00 ^{Aa}	0,00±0,00 ^{Aa}	0,03±0,00 ^{Aa}	Kontrol
	0,00±0,00 ^{Ba}	0,00±0,00 ^{Ba}	0,00±0,00 ^{Ba}	0,01±0,00 ^{ABa}	0,00±0,00 ^{Ba}	0,01±0,00 ^{Aa}	% 0,2
	0,00±0,00 ^{Aa}	0,00±0,00 ^{Aa}	0,00±0,00 ^{Aa}	0,00±0,00 ^{Aa}	0,00±0,00 ^{Aa}	0,00±0,00 ^{Aa}	% 0,4
	0,00±0,00 ^{Aa}	0,00±0,00 ^{Aa}	0,01±0,00 ^{Aa}	0,00±0,00 ^{Aa}	0,00±0,00 ^{Aa}	0,00±0,00 ^{Aa}	% 0,8
C22:6n3	8,83±0,28 ^{Aa}	8,66±0,00 ^{ABa}	8,07±0,08 ^{Dc}	8,21±0,08 ^{CDb}	8,50±0,08 ^{BCb}	8,08±0,01 ^{Dd}	Kontrol
	8,93±0,11 ^{BCa}	8,98±0,23 ^{Ba}	9,49±0,01 ^{Aa}	9,17±0,09 ^{Ba}	9,17±0,06 ^{Ba}	8,68±0,04 ^{Cc}	% 0,2
	9,18±0,04 ^{Aa}	9,00±0,93 ^{Aa}	9,23±0,04 ^{Ab}	9,20±0,07 ^{Aa}	9,11±0,21 ^{Aa}	8,88±0,03 ^{Ab}	% 0,4
	9,50±0,52 ^{Aa}	8,87±0,01 ^{Ba}	9,35±0,07 ^{ABab}	9,31±0,10 ^{ABa}	9,15±0,08 ^{ABa}	9,08±0,04 ^{ABa}	% 0,8
ΣPUFA	35,56±0,20 ^{Ab}	35,64±0,02 ^{Aa}	35,18±0,22 ^{ABc}	34,34±0,01 ^{Dc}	34,97±0,27 ^{BCb}	34,64±0,51 ^{CDb}	Kontrol
	36,03±0,31 ^{ABab}	36,26±0,34 ^{Aa}	36,41±0,07 ^{Aa}	36,37±0,01 ^{Ab}	36,38±0,18 ^{Aa}	36,62±0,58 ^{Aa}	% 0,2
	36,46±0,21 ^{ABab}	36,20±0,46 ^{Aa}	35,75±0,16 ^{Ab}	36,36±0,11 ^{Ab}	36,36±0,20 ^{Aa}	36,97±0,40 ^{Aa}	% 0,4
	36,83±0,69 ^{Aa}	36,43±0,13 ^{Aa}	36,47±0,24 ^{Aa}	36,81±0,28 ^{Aa}	36,85±0,14 ^{Aa}	36,84±0,15 ^{Aa}	% 0,8

^{a-d} Her bir gün için gruplar arası önemli farklılıkları (p<0.05) göstermektedir.

^{A-E} Her bir grup için günler arası önemli farklılıkları (p<0.05) göstermektedir.

Depolama süresi sonunda PUFA değerlerinde kontrol grubu haricinde artışlar tespit edilmiştir. Fakat bu artışlar istatistiksel açıdan önemsiz olarak bulunmuştur. Depolamanın başlangıcında toplam PUFA değerleri kontrol, % 0,2, % 0,4 ve % 0,8 nisin muamele grupları için sırasıyla % 35,56, % 36,03, % 36,46 ve % 36,83 olarak tespit edilmiştir. Depolama sonunda ise en düşük PUFA değeri kontrol grubunda % 34,64 olarak gözlenmiştir. Depolama süresi boyunca kontrol grubu haricinde muamele gruplarının tamamında günler arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir (p>0.05).

Gruplar arasında ise depolamanın 3. günü hariç diğer tüm günlerde gruplar arasında istatistiksel farklılıklar gözlenmiştir.

Toplam çoklu doymamış yağ asitleri arasında en yüksek değere sahip yağ asitleri tüm gruplarda linoleik asit (C18:2n6), linolenik asit (C18:3n3), eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5n3) ve dokosaheksaenoik asit (DHA, C22:6n3) olarak belirlenmiştir. Linoleik asit (C18:2n6) PUFA grubu içerisinde yer alan en önemli yağ asitlerinin başında gelmektedir. Depolamanın başlangıcında bu yağ asidinin oranı, kontrol, % 0,2, % 0,4 ve % 0,8 nisin muamele grupları için sırasıyla % 18,21, % 18,59, % 18,65 ve % 18,63 olarak tespit edilmiştir. Depolama süresi ile birlikte bu değerlerde düşüş gözlenmiştir. Depolamanın sonunda ise linoleik asit oranı sırasıyla % 17,68, % 18,22, % 18,48 ve % 18,21 olmuştur. Depolama süresince günler arasında % 0,2 ile % 0,4 nisin grupları için istatistiksel farklılıklar gözlenmemiştir. Gruplar arasına bakıldığında ise depolamanın başlangıcında ve sonunda tüm gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmezken ($p>0.05$) diğer günlerde tüm gruplarda istatistiksel farklılıklar gözlenmiştir ($p<0.05$). Diğer önemli bir PUFA olan linolenik asidin (C18:3n3) oranı ise depolamanın başlangıcında % 3,11 ile % 3,32 arasında olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca günler arasında linolenik asit bakımından % 0,8 nisin grubunda istatistiksel farklılık belirlenmezken diğer gruplarda, günler arasında istatistiksel farklılıklar belirlenmiştir. Gruplar arasına bakıldığında depolamanın 3. ve 12. günlerinde tüm gruplarda istatistiksel farklılık gözlenmezken diğer günlerde farklılıklar belirlenmiştir.

İnsan sağlığı ve beslenmesi açısından oldukça önemli değeri olan çoklu doymamış yağ asitlerinden birisi de eikosapentaenoik (EPA) asittir. Depolama başlangıcında EPA oranı kontrol, % 0,2, % 0,4 ve % 0,8 nisin muamele grupları için sırasıyla % 4,01, % 3,99, % 3,98 ve % 3,94 olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince günler arasında tüm gruplarda istatistiksel farklılık gözlenmiştir. Gruplar arasını ele aldığımızda ise depolamanın 0, 6 ve 12. günlerinde istatistiksel farklılık tespit edilememesine karşın diğer günlerde istatistiksel farklılık tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca en yüksek EPA değeri depolamanın 10. gününde % 4,25 ile % 0,2 nisin grubunda belirlenmesine karşılık en düşük EPA değeri ise depolamanın 12. gününde % 3,92 ile % 0,4 nisin grubunda gözlenmiştir.

Diğer bir önemli çoklu doymamış yağ asidi ise dokosaheksaenoik asit (DHA)'tir. Depolama başlangıcında DHA oranı kontrol, % 0,2, % 0,4 ve % 0,8 nisin muamele grupları için sırasıyla % 8,83, % 8,93, % 9,18 ve % 9,50 olarak belirlenmiştir ve bu değerler depolama süresi ile birlikte azalmıştır. Depolamanın sonunda ise DHA oranı sırasıyla % 8,08, % 8,68, % 8,88 ve % 9,08 olarak tespit edilmiştir. En yüksek DHA oranı depolamanın başlangıcında % 9,50 ile % 0,8 nisin muamele grubunda, en düşük DHA oranı ise depolamanın 6. gününde % 8,07 ile kontrol grubunda belirlenmiştir. Yalnızca % 0,4 nisin muamele grubunda günler arasında istatistiksel farklılık gözlenmezken diğer gruplarda günler arasında istatistiksel farklılık belirlenmiştir ($p<0.05$). Gruplar arası istatistiksel değerlendirmesinde ise depolamanın başlangıcı ve 3. gününde tüm gruplarda istatistiksel farklılık gözlenmezken, diğer günlerde ise kontrol ve muamele grupları arasında istatistiksel farklılık gözlenmiştir. Depolama boyunca nisin muamele gruplarının DHA değeri kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Nisin uygulaması balık kasındaki DHA oranını kontrol grubuna göre daha iyi koruduğu belirlenmiştir.

DHA ve EPA'nın insanlarda koroner kalp hastalıklarına karşı koruyucu etkisi olduğu bilinmektedir (Osibona vd., 2009). Bu nedenle gıdalarda EPA ve DHA değerleri önem arz etmektedir. Bu çalışmada kontrol ve nisin grupları (% 0,2, % 0,4 ve % 0,8) için EPA+DHA'nın başlangıç değerleri (0. gün için) sırasıyla % 12,84, % 12,92, % 13,16 ve % 13,44 olarak bulunmuştur. Bu uzun zincirli çoklu doymamış iki yağ asidi oksidasyona duyarlı bileşiklerdir ve bunların balık ürünlerinin lipid bileşimindeki içerikleri, işleme ve koruma yöntemleri (sıcaklık, koruyucuların varlığı ve depolama süresi gibi) ile değiştirilebilir (Sampaio vd., 2006). Bu durum, çalışmamızda $4\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 12 günlük depolama süresince EPA+DHA değerlerinde meydana gelen azalmayı açıklamaktadır. Ayrıca, muamele grubunda gözlenen daha yüksek değerler, nisinin antioksidan aktivitesine bağlı olabilir, ki bu da levrek kas dokusundaki yüksek lipid oksidasyonunu inhibe etmiştir.

Durmuş ve Özoğul (2018), depolamanın başlangıcında toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) oranını % 29,25 olarak rapor ederken depolama süresi boyunca PUFA değerinde düşüşler olduğunu, kontrol grubu için duyuşal açıdan kabul edilebilir sınır değerlerinin aşıldığı 8. günde toplam PUFA değerinin % 23,86' e düştüğü ve depolamanın sonunda (12. gün) ise bu değerinin % 20,94 olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda elde edilen PUFA değerlerinin araştırmacıların bildirdiği

sonuçlardan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yapmış olduğu çalışmada çoklu doymuş yağ asitleri arasında en çok linoleik asit, EPA ve DHA olduğunu bildiren Durmuş ve Özoğul (2018), depolamanın başlangıcında bu yağ asitlerini kontrol grubu için sırasıyla % 14,52, % 4,21 ve % 8,09 olarak bildirmiştir. Çalışmamızda ise bu yağ asitlerinin temel yağ asitleri olduğu fakat oranının ise daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca PUFA içerisinde en yüksek oranda bulunan yağ asidinin linoleik asit olduğunu bildiren araştırmacı ile aynı sonuca varılmıştır. Kocatepe ve Turan (2012) kültür levreklerinin yağ asidi bileşiminde, % 33,2 çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) olduğunu bildirmişlerdir. Çoklu doymamış yağ asitleri içerisinde temel yağ asitlerinin linoleik asit (LA), dokosaheksaenoik asit (DHA) ve eikosapentaenoik asit (EPA) olduğunu rapor etmişlerdir. Baki vd., (2015) doğal ve kültür levreklerinin toplam çoklu doymamış yağ asitlerinin oranlarını sırasıyla % 35,06 ve % 33,82 olarak bildirmişlerdir. Kültür levreklerinde linoleik asit ve linolenik asit değerlerinin ve doğal levrekte ise EPA ve DHA değerlerinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Sağlık vd., (2003), hem kültür hem de doğal levrekte çoklu doymamış yağ asitlerinden linoleik asit (C18:2n-6) ve araşidonik asit (C20:4n-6) oranının yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Eikosapentaenoik asit (20:5n-3) ve dokosaheksaenoik asit (22:6n-3) oranının yetiştiriciliği yapılan balık türlerinde doğadan avlanan türlerine göre önemli derecede daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Lenas vd., (2011) dokosaheksaenoik asitin (DHA, C22:6n3) doğal balık filetosunda baskın olduğunu, çiftlik balıklarında ise linoleik asitin (C18:2n-6) daha fazla oranda bulunduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar kültür levrek filetosundaki mevcut linoleik asitin yüksek olması ve n-3/n-6 oranının azalmasının büyük bir ihtimalle balıkların karasal bitki yağları açısından zengin kaynaklarla beslendiğinin göstergesi olduğunu ileri sürmüşlerdir. Çalışmanın sonucunda çiftlik balıklarına kıyasla doğal levreğin sağlık açısından önemli ölçüde daha yüksek konsantrasyonda yağ asitlerine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Alasvar vd., (2002), hem doğal hem de kültür levreğinde C20:5n-3 (EPA) ve 22:6n-3 (DHA) yağ asitlerinin temel PUFA'ları oluşturduğunu belirlemişlerdir. Çiftlik levreğinin doğadan yakalanan levrek ile kıyaslandığında daha yüksek oranda C18:2n-6 ve C20:3n-6 yağ asitlerine sahip olmasına karşın C20:4n-6, C20:5n-3, C22:4n-3, C22:5n-3 ve C22:6n-3 yağ asitleri açısından daha düşük oranda olduğu belirlenmiştir. n-3/n-6 oranını yanı sıra toplam polienoik yağ asitleri yüzdesi doğal levrekte çiftlik levreğine kıyasla daha yüksek olmuştur. Periago vd., (2005), doğal ve çiftlik levreklerinde PUFA açısından en fazla bulunan yağ asitlerinin linoleik (C18:2n6) ve dokosaheksanoik (C22:6n3) asitleri olduğunu bildirmişlerdir. Yağ asitleri kompozisyonu bakımından doymuş yağ asitleri (SFA) ve tekli doymamış yağ asitlerinin (MUFA) kültür levreklerinde oldukça yüksek oranda bulunmasına karşılık, doğal levreklerde çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) oldukça yüksek oranlarda bulunduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar toplam n-3 yağ asitlerinin doğal ve kültür levreklerinde önemli farklılıklar göstermediğini linoleik (C18:2n6) ve DHA (C22:6n3) içeriğinin doğal levrek örneklerinde oldukça yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Mevcut çalışmada yukarıda belirtilen araştırmacılar ile benzer sonuçlar bulunduğu gözlenmiştir. Depolama sonunda (12. gün) levrek filetoları için, nisin ile muamele edilen örneklerde EPA ve DHA içeriğinde yüzeysel bir artış olmuştur. Soğuk depolamanın sonunda, nisin ile muamele edilen örneklerde çoklu doymamış yağ asitlerinin içeriği artmıştır. Bu durum nisinin tek başına soğuk depolama koşullarında düşük miktarlarda da olsa oksitlenmeyi önleyebildiği ve antioksidan etkisinin olduğunu göstermektedir. Ghomi vd., (2011)'nin ot sazanı ile yaptığı nisin çalışması da mevcut çalışmayı destekler niteliktedir. Araştırmacılar depolama sonunda (8. gün) ot sazanı fileto dilimleri için, sodyum asetat ile kombinasyon halinde kullanılan nisin ile muamele edilen örneklerde EPA ve DHA içeriğinde yüzeysel bir artış olduğunu ve soğuk depolamanın sonunda, % 0,3 sodyum asetat ile muamele edilen örneklerde çoklu doymamış yağ asitlerinin içeriğinin arttığını ve doymuş yağ asit içeriğinin de aynı şekilde azaldığını bildirmişlerdir.

Mevcut araştırmada tüm gruplarda en yüksek yağ asitleri grubu sırasıyla PUFA, MUFA ve SFA olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar çiftlik üretimi olan levreklerin yağ asitleri kompozisyonu üzerinde çalışan Kocatepe ve Turan (2012) ile Durmuş (2016) tarafından bildirilen sonuçlar ile farklılık göstermekte olup araştırmacılar en yüksek oranı MUFA'ların oluşturduğunu kaydetmişlerdir. Bu farklılığın nedeni muhtemelen balık yemi bileşimi, balıkların yetiştirildiği çiftliklerin çevresel koşulları, balık yaşı ve hatta yem katkı maddelerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ancak sonuçlarımız Baki vd., (2015)'nin doğal ve kültür levrekleri ile ilgili yapmış oldukları çalışma ile benzerlik göstermektedir (PUFA>MUFA>SFA). Nisini ot sazanlarına uyguladıkları bir çalışmada

Ghomi vd., (2011) yağ asidi içeriği sırasını mevcut çalışma ile benzer şekilde çoklu doymamış yağ asidi (PUFA)> tekli doymamış yağ asidi (MUFA)> doymuş yağ asidi (SFA) olarak bildirmişlerdir.

Mevcut çalışmada Σ PUFA/ Σ SFA, Σ n-3, Σ n-6, n-6/n-3, DHA/EPA içerikleri de araştırılmıştır. Omega-3 ve omega-6 yağ asitleri, insan vücudunda sentezlenmediği için dışarıdan alınması gereken esansiyel yağ asitleridir. Omega yağ asitleri beyin ve bağışıklık sisteminin gelişiminde önemli bir role sahiptirler. Buna ilaveten omega yağ asitleri, kalp-damar hastalıkları, hipertansiyon, bağışıklık, alerji ve sinirsel bozukluklar gibi rahatsızlıkların önlenmesinde önemli bir rol oynadığı bildirilmiştir (Kinsella, 1987; Leaf vd., 1988; Simopoulos, 1991). Dolayısıyla, bu yağ asitleri diyetten yeterli miktarda elde edilmelidir. Bu yağ asitlerini yiyeceklerden almak insan metabolizması ve sağlığı için çok önemlidir (Brown, 2000). Omega-3 serisi yağ asitleri olan EPA ve DHA, balıklarda bol bulunan yağ asitleridir (Gordon ve Ratliff, 1992). Bu nedenle balıklar, insan metabolik aktiviteleri için gerekli olan EPA ve DHA için önemli bir beslenme kaynağıdır (Leaf ve Weber, 1988). Balık ürünlerinin depolanması süresince bu yağ asitlerinin dönüştüğü ve azaldığı bilinmektedir. Bunların korunması gıda muhafazası için önemli bir konudur. Sentetik koruyucular yerine doğal ürünlerin kullanılması hem bu yağ asitlerinin oksitlenmesini önlemede hem de insan sağlığı açısından önemlidir. Bu yüzden doğal bir ürün olan nisin balık gibi kolay bozulabilen ürünlerde kullanılması ve kalitesini artırması bu tür koruyucuların su ürünleri sektöründe kullanımını yaygınlaştıracakı düşünülmektedir.

Nisin uygulanarak soğukta depolanan levrek filetolarının Σ PUFA/ Σ SFA, Σ n-3, Σ n-6, n-6/n-3, DHA/EPA içerikleri Tablo 4' te verilmiştir.

Kontrol ve nisin muamele gruplarında depolama süresince istatistiksel fark gözlenmiş olup depolama süresince Σ PUFA/ Σ SFA değerlerinde artış gözlenmiştir. Σ PUFA/ Σ SFA oranı 1,65 ile 1,76 arasında değiştiği gözlenmiştir. HMSO (1994) PUFA/SFA oranının en az 0,45 olması gerektiğini bildirmiştir. Elde edilen sonuçlara göre bu oranın en düşük sınır değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Depolamanın başlangıcında ve sonunda gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmezken depolamanın diğer günlerinde gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmiştir. Özogul vd., (2009) Akdeniz'den avladıkları 34 farklı balık türünün PUFA/SFA oranını belirledikleri çalışmalarında bu limit değerinin üzerinde olduğunu rapor etmişlerdir. Durmuş (2017), yapmış olduğu çalışmada *Neogobius melanostomus* türünün PUFA/SFA oranının mevsimsel olarak belirtilen limit değerinin üzerinde olduğunu rapor etmiştir.

Balık kasında bulunan lipitlerin önemli bir bölümünü Σ n3 oluşturmaktadır. Depolamanın başlangıcında ve sonunda en yüksek Σ n3 oranı, % 0,8 nisin grubunda gözlenmiştir. Depolamanın 0. ve 3. günlerinde gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmez iken ($p>0.05$) depolamanın diğer günlerinde gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). Günler arasında ise % 0,4 nisin grubunda istatistiksel farklılık gözlenmediği diğer gruplarda ise gözlendiği belirlenmiştir. Σ n6 oranına bakıldığı zaman en yüksek değer depolamanın başlangıcında % 0,8 nisin grubunda gözlenmiştir. Depolamanın 3. ve 12. günlerinde gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir. DHA/EPA oranları açısından ise % 0,4 nisin grubunun günler arasında istatistiksel açıdan farklı olmadığı belirlenmiştir. Depolamanın sonunda en yüksek DHA/EPA oranı 2,49 ile % 0,4 nisin grubunda, en düşük oran ise depolamanın 8. gününde 1,94 ile kontrol grubunda olduğu gözlenmiştir.

Doymamış yağ asitlerinin n6/n3 oranı, kanser ve kardiyovasküler hastalıkların neden olduğu mortalite ile ilişkilidir (Hoz vd., 2004). Bu oranın balık yağındaki besin değerlerini karşılaştırmak için kullanılan önemli bir indikatör olduğu (Pigott ve Tucker, 1990; Cengiz vd., 2010) ve diyetlerde 1:1 veya 2:1 kadar düşük tutulması gerektiği bildirilmiştir (Candela vd., 2011; Granados vd., 2006). HMSO (1994) göre ise bu oranın maksimum 4 olabileceği önerilmiştir. İnsan diyetinde Σ n6/n3 yağ asitleri oranındaki azalma, koroner kalp hastalığını önlemeye ve kanser riskini azaltmaya yardımcı olmak için şarttır (Kinsella vd., 1990). Ozogul vd., (2009) Akdeniz'den yakaladıkları 34 farklı balık türünün n6/n3 oranının önerilen limit değerlerini aşmadığını rapor etmişlerdir. Benzer şekilde, Ayas vd., (2013), karidesin n6/n3 oranının 0,2 ile 0,7 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Durmuş (2017), yapmış olduğu çalışmada *Neogobius melanostomus* türünün n6/n3 oranının mevsimsel olarak limit değerini aşmadığını rapor etmiştir. Ghomi vd., (2011) yapmış oldukları çalışmada n6/n3 oranının belirtilen aralıkta olduğunu bildirmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada Σ n6/n3 oranının 1,16 ile 1,27 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre yukarıda belirtilen limit değerleri arasında olduğu, literatür çalışmalarına benzer sonuçlar elde edildiği ve insan sağlığı açısından önerilen değerlere sahip olduğu gözlenmiştir. Çalışmada kullandığımız levrek türünün düşük miktarda lipite

sahip olduğu fakat yağ asitleri bakımından insan sağlığı için önemli olan omega-3 içeriklerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Mevcut çalışma, EPA, DHA ve n6/n3 düzeyleri düşünüldüğünde, levrek türünün PUFA bakımından zengin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu türün insan sağlığı için gerekli yağ asitlerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4. Farklı konsantrasyonlarda nisin uygulanarak soğukta depolanan levrek filetolarında depolama süresince meydana gelen Σ PUFA/ Σ SFA, Σ n-3, Σ n-6, n-6/n-3, DHA/EPA içerikleri

Yağ Asitleri	Depolama Günleri						Gruplar
	0	3	6	8	10	12	
Σ SFA	21,07±0,53 ^{Aa}	20,96±0,06 ^{Aa}	20,61±0,21 ^{Ab}	20,88±0,01 ^{Ab}	20,79±0,18 ^{Aa}	21,00±0,82 ^{Aa}	Kontrol
	21,59±0,13 ^{Aa}	20,88±0,18 ^{Ba}	21,12±0,25 ^{Bab}	21,05±0,01 ^{Bb}	21,01±0,01 ^{Ba}	21,68±0,23 ^{Aa}	% 0,2
	21,34±0,40 ^{Aa}	20,98±0,13 ^{Aa}	21,28±0,07 ^{Aa}	21,13±0,18 ^{Ab}	21,09±0,23 ^{Aa}	21,51±0,19 ^{Aa}	% 0,4
	21,22±0,07 ^{Ba}	20,73±0,04 ^{Ca}	21,38±0,23 ^{Ba}	21,77±0,09 ^{Aa}	21,07±0,13 ^{Da}	21,94±0,16 ^{Ba}	% 0,8
Σ MUFA	32,42±0,18 ^{Ac}	31,62±0,08 ^{Bc}	31,40±0,06 ^{Bc}	31,25±0,33 ^{Bb}	30,41±0,45 ^{Cc}	30,00±0,35 ^{Cb}	Kontrol
	33,14±0,13 ^{Ab}	32,78±0,13 ^{Ab}	32,76±0,25 ^{Ab}	32,48±0,72 ^{Aa}	32,66±0,40 ^{Ab}	32,32±0,06 ^{Aa}	% 0,2
	33,67±0,02 ^{Aa}	33,15±0,13 ^{Ba}	32,92±0,17 ^{Bb}	32,88±0,12 ^{Ba}	32,78±0,40 ^{Bb}	32,91±0,10 ^{Ba}	% 0,4
	33,55±0,06 ^{Ba}	33,14±0,16 ^{Ba}	33,38±0,09 ^{BCa}	33,31±0,01 ^{BCa}	34,35±0,20 ^{Aa}	32,85±0,33 ^{Ca}	% 0,8
Σ PUFA	35,56±0,20 ^{Ab}	35,64±0,02 ^{Aa}	35,18±0,22 ^{ABc}	34,34±0,01 ^{Dc}	34,97±0,27 ^{BCb}	34,64±0,51 ^{CDb}	Kontrol
	36,03±0,31 ^{Aab}	36,26±0,34 ^{Aa}	36,41±0,07 ^{Aa}	36,37±0,01 ^{Ab}	36,38±0,18 ^{Aa}	36,62±0,58 ^{Aa}	% 0,2
	36,46±0,21 ^{Aab}	36,20±0,46 ^{Aa}	35,75±0,16 ^{Ab}	36,36±0,11 ^{Ab}	36,36±0,20 ^{Aa}	36,97±0,40 ^{Aa}	% 0,4
	36,83±0,69 ^{Aa}	36,43±0,13 ^{Aa}	36,47±0,24 ^{Aa}	36,81±0,28 ^{Aa}	36,85±0,14 ^{Aa}	36,84±0,15 ^{Aa}	% 0,8
Σ PUFA/SFA	1,69±0,05 ^{Aa}	1,70±0,00 ^{Ab}	1,71±0,01 ^{Aab}	1,65±0,00 ^{Ac}	1,68±0,03 ^{Ab}	1,65±0,06 ^{Aa}	Kontrol
	1,67±0,02 ^{Ba}	1,74±0,00 ^{Aab}	1,72±0,02 ^{Aa}	1,73±0,00 ^{Aa}	1,73±0,01 ^{Aab}	1,69±0,00 ^{Ba}	% 0,2
	1,71±0,02 ^{Aa}	1,73±0,02 ^{Aab}	1,68±0,01 ^{Ab}	1,72±0,02 ^{Aa}	1,72±0,03 ^{Aab}	1,72±0,03 ^{Aa}	% 0,4
	1,74±0,04 ^{ABa}	1,76±0,03 ^{Aa}	1,71±0,01 ^{BCab}	1,69±0,01 ^{CDb}	1,75±0,00 ^{Aa}	1,68±0,01 ^{Da}	% 0,8
Σ n6	19,46±0,10 ^{Ab}	19,43±0,03 ^{ABa}	19,60±0,09 ^{Aa}	18,42±0,10 ^{Db}	19,08±0,18 ^{Cc}	19,17±0,13 ^{BCa}	Kontrol
	19,91±0,13 ^{Aab}	19,70±0,06 ^{Aa}	19,50±0,06 ^{Aab}	19,69±0,09 ^{Aa}	19,47±0,08 ^{Abc}	19,95±0,65 ^{Aa}	% 0,2
	19,93±0,18 ^{Aab}	19,93±0,45 ^{Aa}	19,23±0,11 ^{Ab}	19,65±0,08 ^{Aa}	19,77±0,36 ^{Aab}	19,88±0,45 ^{Aa}	% 0,4
	19,98±0,25 ^{ABa}	20,09±0,09 ^{ABa}	19,74±0,16 ^{ABa}	19,82±0,21 ^{ABa}	20,17±0,08 ^{Aa}	19,73±0,12 ^{Ba}	% 0,8
Σ n3	16,00±0,26 ^{Aa}	16,08±0,01 ^{Aa}	15,48±0,08 ^{BCc}	15,78±0,08 ^{ABc}	15,77±0,08 ^{ABb}	15,32±0,11 ^{Cc}	Kontrol
	16,03±0,22 ^{Ba}	16,43±0,28 ^{Aa}	16,78±0,01 ^{Aa}	16,55±0,11 ^{Ab}	16,78±0,10 ^{Aa}	16,54±0,06 ^{Bbc}	% 0,2
	16,43±0,07 ^{Aa}	16,18±0,87 ^{Aa}	16,42±0,08 ^{Ab}	16,60±0,01 ^{Ab}	16,48±0,16 ^{Aa}	16,97±0,06 ^{Aab}	% 0,4
	16,76±0,47 ^{ABa}	16,24±0,00 ^{Ba}	16,66±0,07 ^{ABa}	16,86±0,06 ^{Aa}	16,57±0,06 ^{ABa}	17,00±0,30 ^{ABa}	% 0,8
Σ n6/n3	1,22±0,03 ^{BCa}	1,21±0,00 ^{Ca}	1,27±0,00 ^{Aa}	1,17±0,01 ^{Da}	1,21±0,00 ^{Ca}	1,25±0,00 ^{ABa}	Kontrol
	1,24±0,01 ^{ABa}	1,20±0,02 ^{BCa}	1,16±0,00 ^{Cd}	1,19±0,01 ^{BCa}	1,16±0,00 ^{Cb}	1,21±0,05 ^{Aa}	% 0,2
	1,21±0,01 ^{Aa}	1,23±0,09 ^{Aa}	1,17±0,00 ^{Ac}	1,18±0,01 ^{Aa}	1,20±0,03 ^{Aa}	1,18±0,03 ^{Aa}	% 0,4
	1,19±0,02 ^{BCa}	1,24±0,01 ^{Aa}	1,18±0,00 ^{Cb}	1,18±0,01 ^{Ca}	1,22±0,00 ^{ABa}	1,16±0,01 ^{BCa}	% 0,8
DHA/EPA	2,20±0,06 ^{Aa}	2,08±0,01 ^{BCa}	1,98±0,01 ^{DEb}	1,94±0,02 ^{Eb}	2,12±0,01 ^{Bb}	2,02±0,01 ^{CDb}	Kontrol
	2,24±0,01 ^{Aa}	2,12±0,02 ^{Ba}	2,33±0,02 ^{Aa}	2,27±0,01 ^{Aa}	2,16±0,00 ^{Bb}	2,36±0,07 ^{Bab}	% 0,2
	2,31±0,04 ^{Aa}	2,27±0,20 ^{Aa}	2,26±0,01 ^{Aa}	2,22±0,03 ^{Aa}	2,28±0,06 ^{Aa}	2,49±0,07 ^{Aa}	% 0,4
	2,41±0,12 ^{Aa}	2,15±0,00 ^{Ca}	2,34±0,08 ^{ABa}	2,21±0,03 ^{BCa}	2,27±0,04 ^{ABCa}	2,28±0,06 ^{Cab}	% 0,8

^{a-d} Her bir gün için gruplar arası önemli farklılıkları (p<0.05) göstermektedir.

^{A-E} Her bir grup için günler arası önemli farklılıkları (p<0.05) göstermektedir.

Depolama sonunda kontrol ve nisin muamele gruplarında doymuş yağ asitleri ile tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerinde azalma tespit edilmiştir. Birçok araştırmacı doymamış yağ asitlerindeki bu düşüşün lipoliz reaksiyonları sonucunda serbest hale gelen yağ asitlerinden özellikle doymamış yağ asitlerinin oto-oksidasyon reaksiyonları sonucu ilk olarak peroksitlere ikincil olarak da aldehit, keton, alkol ve esterlere dönüşmesine bağlamıştır (Stahnke,1995; Toldra, 1998; Estevez vd., 2007; Balıkcı, 2015). Çalışmamızda depolamanın en son gününde çoklu doymamış yağ asitlerinde en düşük değer

kontrol grubunda gözlenmiştir. Nisin muamele gruplarından % 0,8 grubu en yüksek PUFA içeriğine sahip olmuştur. Yağ asidi kompozisyonu balığın cinsine, türüne, yakalandığı bölgeye, beslenme şekline ve cinsiyetine göre farklılık gösterebilmektedir (Ackman, 1989; Saito vd., 1999; Özyurt ve Polat, 2006). Mevcut çalışma sonucunda; yukarıda verilen nedenlere ek olarak, kullanılan nisin konsantrasyonu ve depolama koşullarındaki farklılıkların da yağ asidi kompozisyonu üzerinde etkili olabileceği kanaatine varılmıştır.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Depolama periyodunun sonunda, kontrol ve nisin muamele gruplarındaki doymuş yağ asidi seviyeleri artmış; tekli doymamış yağ asidi seviyeleri düşmüş ve çoklu doymamış yağ asidi seviyeleri ise hemen hemen aynı seviyelerde kalmıştır. Araştırmacıların çoğu, bu düşüşün yağ asitlerinin lipolizi sonucu özellikle doymamış yağ asitlerinin, ilk peroksitlere ve ikincil olarak da oto-oksidasyon reaksiyonlarının bir sonucu olarak aldehitler, ketonlar ve alkollere dönüşmesi ile ilişkilendirmektedir. Bu çalışmada, kontrol grubunda depolama süresinin son günü en düşük çoklu doymamış yağ asidi seviyeleri kontrol grubunda bulunmuştur. Nisin grupları arasında, % 0,4 grubu en yüksek PUFA içeriğini vermiştir. Nisin uygulanmasının, doymamış yağ asitlerinin oto-oksidasyon reaksiyonlarını geciktirdiği düşünülmektedir. Sonuç olarak, farklı konsantrasyonlarda hazırlanan nisin kullanılarak dozlarının yağ asidi bileşimleri üzerinde olumlu bir etkiye sahip olabileceği düşünülmektedir.

Teşekkür: Bu çalışma "Farklı konsantrasyonlarda kullanılan nisin soğukta ($4\pm 2^{\circ}\text{C}$) ve vakum paketlenerek depolanan levrek (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758) filetoalarının kalite parametreleri üzerine etkileri" başlıklı doktora tezi verilerinin bir kısmı kullanılarak üretilmiştir.

KAYNAKLAR

- Abdollahzadeh, E., Rezaei, M., & Hosseini, H. (2014). Antibacterial activity of plant essential oils and extracts: The role of Thyme essential oil, nisin, and their combination to control *Listeria monocytogenes* inoculated in minced fish meat. *Food Control*, 35 (1), 177e183.
- Ackman, R.G. (1989). Nutritional composition of fats in seafoods. *Progress in Food and Nutrition Science*, 13, 161-241.
- Alasalvar, C., Taylor, K.D.A., Zubcov, E., Shahidi, F., & Alexis, M. (2002). Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. *Food Chemistry*, 79 (2), 145-150.
- Arts, M.T., Ackman, R.G., & Holub, B.J. (2001). Essential fatty acids in aquatic ecosystem: A crucial link between diet and human health and evolution. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58, 122-137.
- Ashie, I.N.A., Smith, J.P., Simpson B.K., & Haard, N.F. (1996). Spoilage and shelf-life extension of fresh fish and shellfish. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 36, 87-121.
- Ayas, D., Ozogul, Y., & Yazgan, H. (2013). The effects of season on fat and fatty acids contents of shrimp and prawn species. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 115 (3), 356-362.
- Baki, B., Gönener, S., & Kaya, D. (2015). Comparison of food, amino acid and fatty acid compositions of wild and cultivated sea bass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15 (1), 175-179.
- Balciunas, E.M., Martinez, F.A.C., Todorov, S.D., De Melo Franco, B.D.G., Converti, A., & De Souza Oliveira, R.P. (2013). Novel biotechnological applications of bacteriocins: a review. *Food Control* 32, 134-142.
- Balıkçı, E. (2015). *Kekik, Biberiye ve fesleğenden elde edilen ekstraktların, dondurulmuş ve soğukta vakum paketlenerek depolanmış uskumru (Scomber scombrus) köfiyelerinin kalite parametreleri üzerine etkileri*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.
- Behnama, S., Anvari, M., Rezaei, M., Soltanian, S., & Safari, R. (2015). Effect of nisin as a biopreservative agent on quality and shelf life of vacuum packaged rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) stored at 4°C . *Journal of Food Science and Technology*, 52 (4), 2184-2192.
- Behnama, S., Anvari, M., Rezaeia, M., & Soltanian, S. (2016). Effect of nisin on shelf-life extension of filleted rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *International Journal of Food and Allied Sciences*, 2 (1), 1-7.
- Brown, A. (2000). *Understanding food. Fish and Shellfish*. Wadsworth /Thomson Learning, USA, 299 pp.
- Candela, C.G., López, L.B. & Kohen, V.L. (2011). Importance of a balanced omega 6/omega 3 ratio for the maintenance of health. Nutritional recommendations. *Nutricion Hospitalaria*, 26 (2), 323-329.
- Cengiz, E.İ., Ünlü, E., & Başhan, G.R. (2010). Fatty acid composition of total lipids in muscle tissues of nine freshwater fish from the River Tigris (Turkey). *Turkish Journal of Biology*, 34, 433-438.

- Ceylan, Z. (2014). *Nisin ve ışınlama uygulamalarının birlikte kullanılmasının soğukta depolanan balığın raf ömrüne etkisi*. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 104.
- Donelli, J., & Robinson, D.S. (1995). Free radicals in foods. *Free Radical Research*, 22, 147–176.
- Duncan, D.B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11 (1), 1-42.
- Durmuş, M., & Özoğul, Y. (2018). The effects of nanoemulsions on the fatty acid profiles of sea bass fillets during storage at $2\pm 2^{\circ}\text{C}$. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 35 (3), 227-235.
- Durmuş, M. (2016). *Bitkisel yağlar kullanılarak oluşturulan nanoemülsiyonların soğukta ($2\pm 2^{\circ}\text{C}$) ve vakum paketlenerek depolanan levrek (*Dicentrarchus labrax*) filetolarının duyu, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkileri*. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 203.
- Durmuş, M. (2017). Nutritional composition and fatty acids content of *Neogobius melanostomus* caught in Central Black Sea. *Aquaculture Studies*, 17, 485-499.
- EFSA, (2006). Opinion of the scientific panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food on a request from the commission related to the use of nisin (E 234) as a food additive. *European Food Safety Authority Journal*, 314, 1–16.
- Estevez, M., Ramirez, R., Ventanas, S., & Cava, R. (2007). Sage and rosemary essential oils Versus BHT for the inhibition of lipid oxidative reactions in liver pâté. *LWT-Food Science and Technology*, 40 (1), 58-65.
- EU, (2004). Regulation (EC) No. 1935/2004 European Parliament and the Council of 27 October 2004 on materials and articles intended to come into contact with food repealing.
- FDA, (1988). Federal Register, Nisin preparation: affirmation of GRAS status as a direct human food ingredient. 21 CFR Part 184. *Federal Register*, 53, 11247–11251.
- Foegeding, E.A., Lanier, T.C., & Hultin, H.O. (1996). *Characteristics of edible muscle tissues*. In Food Chemistry (O.R. Fennema, ed.) pp. 880–942, Marcel Dekker, Inc., New York, NY.
- Gao, M., Feng, L., Jiang, T., Zhu, J., Fu, L., Yuan, D., & Li, J. (2014). The use of rosemary extract in combination with nisin to extend the shelf life of pompano (*Trachinotus ovatus*) fillet during chilled storage. *Food Control*, 37, 1-8.
- Ghomi, M.R., Nikoo, M., Heshmatipour, Z., Jannati, A.A., Ovissipour, M., Benjakul, S., Hashemi, M., Faghani Langroudi, H., Hasandoost, M., & Jadiddokhan, D. (2011). Effect of sodium acetate and nisin on microbiological and chemical changes of cultured grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) during refrigerated storage. *Journal of Food Safety*, 31, 169–175.
- Gordon, D. T., & Ratliff, V. (1992). *The implications of omega-3 fatty acids in human health*. Advances in Seafood Biochemistry Composition and Quality, Ed. By George L. Flick. 406 pp.
- Granados, S., Quiles, J.L., Gil, A., & Ramirez-Tortosa, M.C. (2006). Lípidos de la dieta y cáncer. *Nutrición Hospitalaria*, 21, 44-54.
- HMSO, (1994). *Nutritional aspects of cardiovascular disease: Report on health and social subjects*. Committee of Medical Aspects of Food Policy, 46; Department of Health, London, UK.
- Hoz, L., Darrigo, M., Cambero, I., & Ordonez, J.A. (2004). Development of an n-3 fatty acid and a-tocopherol enriched dry fermented sausage. *Meat Science*, 67, 485–495.
- Hunter, J.B., & Roberts, B. (2000). Potential impact of the fat composition of farmed fish on human health. *Nutrition Research*, 20, 1047–1058.
- Ichihara, K., Shibahara, A., Yamamoto, K., & Nakayama, T. (1996). An improved method for rapid analysis of the fatty acids of glycerolipids. *Lipids*, 31, 535–539.
- Kinsella, J.E. (1987). *Seafoods and fish oils in human health and disease*. Marcel Dekker, Inc. New York, 231-236.
- Kinsella, J.E., Lokesh, B., & Stone, R.A. (1990). Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: Possible mechanisms. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 52 (1), 1-28.
- Kocatepe, D., & Turan, H. (2012). Proximate and fatty acid composition of some commercially important fish species from the Sinop Region of the Black Sea. *Lipids*, 47 (6), 635-641.
- Leaf, A., & Weber, P.C. (1988). Cardiovascular effects of n-3 fatty acids. *New England Journal of Medicine*, 318 (9), 549-557.
- Lenas, D., Chatziantoniou, S., Nathanailides, C., & Triantafyllou, D. (2011). Comparison of wild and farmed sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L) lipid quality. *Procedia Food Science*, 1, 1139-1145.
- Lin, M.Y., & Yen, C.L. (1999). Antioxidative ability of lactic acid bacteria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (4), 1460-1466.
- Osibona A.O., Kusemiju K., & Akande G.R. (2009). Fatty acid composition and amino acid profile of two freshwater species, African catfish (*Clarias gariepinus*) and tilapia (*Tilapia zillii*). *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 9, 608–621.

- Özogul, Y., Özogul, F., Çiçek, E., Polat, A., & Kuley, E. (2009). Fat content and fatty acid compositions of 34 marine water fish species from the Mediterranean Sea. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60 (6), 464-475.
- Özyurt, G., & Polat, A. (2006). Amino acid and fatty acid composition of wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): A seasonal differentiation. *European Food Research and Technology*, 222, 316-320.
- Özyurt, G., Polat, A., & Özoğul, F. (2005). Nutritional value of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets during frozen (-18°C) storage. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29 (3), 891-895.
- Pacheco-Aguilar, R., Lugo-Sanchez, M.E., & Robles-Burgueno, M.R. (2000). Post-mortem biochemical and functional characteristics of Monterey sardine muscle stored at 0°C. *Journal of Food Science*, 65, 40-47.
- Periago, M. J., Ayala, M. D., López-Albors, O., Abdel, I., Martinez, C., García-Alcázar, A., Ros, G., & Gil, F. (2005). Muscle cellularity and flesh quality of wild and farmed sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. *Aquaculture*, 249 (1-4), 175-188.
- Pigott, G.M., & Tucker, B.W. (1990). *Seafood effects of technology on nutrition*. Marcel Dekker, Inc. New York
- Puwastang, P., Judprasong, K., Kettwan, E., Vasanachitt, K., Nakngamanong, Y., & Bhattacharjee, L. (1999). Proximate composition of raw and cooked Thai freshwater and marine fish. *Journal of Food Composition and Analysis*, 12, 9-16.
- Ramirez, M.R., Morcuende, D., Estevez, M., & Lopez, R.C. (2005). Fatty acid profiles of intramuscular fat from pork loin chops fried in different culinary fats following refrigerated storage. *Food Chemistry*, 92, 159-167.
- Sağlık, S., Alpaslan, M., Gezgin, T., Çetintürk, K., Tekinay, A., & Güven, K.C. (2003). Fatty acid composition of wild and cultivated gilthead seabream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *European Journal of Lipid Science and Technology*, 105 (2), 104-107.
- Saito, H., Yamashiro, R., Alasalvar, C., & Konno, T. (1999). Influence of diet on fatty acids of three subtropical fish, subfamily Caesioninae (*Caesio diadema* and *C. tile*) and family Siganidae (*Siganus canaliculatus*). *Lipids*, 34, 1073-1082.
- Sallam, K.I. (2007). Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Food Control*, 18, 566-575.
- Sampaio G.R., Bastos D.H.M., Soares R.A.M., Queiroz Y.S., Torres, E.A.F.S. (2006). Fatty acids and cholesterol oxidation in salted and dried shrimp. *Food Chemistry*, 95, 344-351
- Simic, M.G., & Taylor, K.A. (1987). *Free radical mechanisms of oxidation radicals*. In Warmed-Over Flavour of Meat (A.J. St. Angelo and M.E. Bailey, eds.) pp. 69-72, Academic Press, Orlando, FL.
- Simopoulos, A.P. (1991). Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 54 (3), 438-463.
- Stahnke, L.H. (1995). Dried sausages fermented with *Staphylococcus xylosum* at different temperatures and with different ingredient levels—Part II. Volatile components. *Meat Science*, 41 (2), 193-209.
- Toldra, F. (1998). Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products. *Meat Science*, 49, 101-110.
- Türkkan, A.U., Cakli, S., & Kilinc, B. (2010). Changes in quality during storage of vacuum-packed sea bass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758) cooked by different methods. *Journal of Muscle Foods*, 21 (1), 1-14.
- Yazgan, H. (2013). *Ayçiçek yağı ile hazırlanan nanoemülsiyonun soğukta (2±2°C) depolanan levrek (Dicentrarchus labrax) ve çipura (Sparus aurata) filetoalarının duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkisi*. Çukurova Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 110.
- Yıldız, M., Şener, E., & Timur, M. (2008). Effects of differences in diet and seasonal changes on the fatty acid composition in fillets from farmed and wild sea bream (*Sparus aurata* L.) and sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *International Journal of Food Science & Technology*, 43 (5), 853-858.