

Farklı konsantrasyonlarda kullanılan nisin'in vakum paketlenerek soğukta ($4\pm 2^\circ\text{C}$) depolanan levrek (*Dicentrarchus labrax*) filetolarının yağ asit profili üzerine etkileri

The effects of nisin used at different concentrations on fatty acids profile of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) filets under chilled ($4\pm 2^\circ\text{C}$) and vacuum-packed conditions

Yılmaz Uçar^{1,2*} • Fatih Özoğul³ • Mustafa Durmuş⁴ • Ali Rıza Köşker⁵ • Yeşim Özoğul⁶

¹ Fatsa Faculty of Marine Science, Ordu University, Ordu, Turkey

² Department of Seafood Processing Technology, Faculty of Fisheries, Cukurova University, Balcalı, 011330 Adana, Turkey

³ Department of Seafood Processing Technology, Faculty of Fisheries, Cukurova University, Balcalı, 011330 Adana, Turkey

⁴ Department of Seafood Processing Technology, Faculty of Fisheries, Cukurova University, Balcalı, 011330 Adana, Turkey

⁵ Department of Seafood Processing Technology, Faculty of Fisheries, Cukurova University, Balcalı, 011330 Adana, Turkey

⁶ Department of Seafood Processing Technology, Faculty of Fisheries, Cukurova University, Balcalı, 011330 Adana, Turkey

 <http://orcid.org/0000-0002-6770-6652>

 <http://orcid.org/0000-0002-0655-0105>

 <http://orcid.org/0000-0002-2836-5154>

 <http://orcid.org/0000-0002-6148-725X>

 <http://orcid.org/0000-0001-7769-9225>

*Corresponding author: yucar@cu.edu.tr

Received date: 29.05.2019

Accepted date: 06.09.2019

How to cite this paper:

Uçar, Y., Özoğul, F., Durmuş, M., Köşker A.R. & Özoğul, Y. (2020). The effects of nisin used at different concentrations on fatty acids profile of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) filets under chilled ($4\pm 2^\circ\text{C}$) and vacuum-packed conditions. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(1), 43-51.
DOI: 10.12714/egejfas.37.1.06

Öz: Bu çalışmada, farklı konsantrasyonlarda (% 0.2, % 0.4 ve % 0.8) kullanılan nisin'in vakum paketlenerek soğukta depolanan levrek (*Dicentrarchus labrax*) filetolarının yağ asitleri profilleri üzerine etkileri 18 günlük depolama süresi boyunca araştırılmıştır. Depolama günleri boyunca 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), eikozenoik 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 dekosaheksaenoik asit (DHA, C22:6n3) olmuştur. Depolama periyodunun sonunda, kontrol ve nisin muamele gruplarındaki doymuş yağ asidi seviyeleri artmış ve tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asidi seviyeleri genel olarak düşmüştür. Bu durum, özellikle doymamış yağ asitlerinin oto-oksidasyon reaksiyonlarının bir sonucu olarak ilk olarak peroksitlere ve ikincil olarak da aldehitler, ketonlar ve alkollere dönüşmesi ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada, kontrol grubunda depolama süresinin son günü en düşük çoklu doymamış yağ asidi seviyeleri bulunmuştur. Muamele grupları arasında, % 0.8 nisin grubu en yüksek PUFA içeriğine sahip olmuştur. Nisin uygulanmasının, doymamış yağ asitlerinin oto-oksidasyon reaksiyonlarını geciktirdiği düşünülmektedir. Nisin'in kullanılan doza bağlı olarak levrek filetolarının yağ asidi bileşimleri üzerinde olumlu bir etkiye sahip olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Nisin, levrek, vakum paketeleme, yağ asitleri, PUFA

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 vacuum-packed sea bass (*Dicentrarchus labrax*) filets were investigated during the 18 day of cold storage period. As a result of the fatty acid analysis throughout storage 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), eicozenoic 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 decosahexaenoic acid (DHA, C22:6n3). At the end of the storage period, saturated fatty acid levels in the control and nisin treatment groups increased and monounsaturated and polyunsaturated fatty acid levels generally decreased. This is thought to be related to the transformation of especially unsaturated fatty acids to peroxides and aldehydes, ketones and alcohols as a result of auto-oxidation reactions. In the present study, lowest polyunsaturated fatty acid levels were found in the control group on the last day of the storage period. Among treatment groups, 0.8% nisin group gave the highest PUFA content. It was thought that the application of nisin delay the auto-oxidation reactions of unsaturated fatty acids. It was thought that the type of oil used to prepare nanoemulsions can have a positive effect on fatty acid compositions. As a result, it is thought that the nisin depending on the dose used can have a positive effect on fatty acid compositions of seabass filets.

Keywords: Nisin, sea bass, vacuum packaging, fatty acids, PUFA

GİRİŞ

Balıklar, sınırlı raf ömrüne sahip, en çok bozulan gıda ürünlerinden biridir. Mikrobiyal ve kimyasal bozulma, balık ölür ya da yakalanır yakalanmaz başlar. Bu durum ölü balıklarda meydana gelen bir dizi karmaşık değişimin temel olarak bakteriler ve enzimler tarafından oluşturulmasının bir sonucudur. Su ürünlerinde mikrobiyolojik büyümenin yanı sıra, diğer kimyasal indeksler, bozulma seviyesini ve ürünün

tazelikliğini yansıtabilir. Örneğin, lipid oksidasyonu ve yağ asitlerinde meydana gelen değişimler kimyasal bozulmayı göstererek ürünün tazeliği hakkında bilgi vermektedir (Gökoğlu vd., 2004; Erkan ve Özden, 2008).

Balık yağı, eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) gibi esansiyel yağ asitleri içermesinden dolayı

balık tüketimi insan sağlığı için oldukça önemli olmaktadır. Bu esansiyel yağ asitlerinin kalp krizi, kalp-damar hastalıkları, depresyon, migren, eklem romatizması, diyabet, yüksek kolesterol, hipertansiyon, kanser ve alerji gibi birçok hastalığın önlenmesinde önemli bir rol oynadığı bilinmektedir (Kinsella, 1987; Leaf ve Weber, 1988; Simopoulos, 1991; Rendeiro vd., 2016; Palmquist, 2009; Stoll, 2002; Itsiopoulos vd., 2009). Buna ek olarak, omega-3 yağ asitleri, beyin ve bağışıklık sisteminin gelişiminde önemli bir role sahiptir. Beyin hücrelerinde düşük DHA düzeyi, depresyon, hafıza kaybı, Alzheimer, şizofreni ve görme problemleri gibi sorunlara yol açabilmektedir (Kaya vd. 2004). Haftada en az iki kez balık tüketen çocukların duygusal ve davranışsal bozukluklar geliştirme olasılığının daha düşük olduğu bildirilmiştir (Llaurado vd., 2016).

Pek çok gıda ürününde lipit oksidasyonu istenmeyen bir durumdur. Bu durum toksik reaksiyon ürünlerinin neden olduğu bozulmalara ve istenmeyen tatlara yol açabilmektedir (Halliwell vd., 1995). Bu sorunu önlemek amacıyla sentetik veya doğal antioksidanlar, lipit oksidasyonunu geciktirmek için kullanılmaktadır. Özellikle sentetik antioksidanların insan sağlığına zararlı etkilerinden dolayı son zamanlarda doğal antioksidanların kullanımı hem tüketiciler hem de gıda endüstrisi tarafından tercih edilmektedir. Sonuç olarak, sentetik yöntemleri değiştirebilecek daha güvenli ve daha etkili doğal malzemelerin kullanılmasına izin veren yeni yöntemlerin kullanımında artış gözlenmektedir. Sentetik koruyucuların gıda ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri, antibiyotiğe dirençli suşları geliştirmesi ve tüketicilerin sentetik koruyuculara karşı olumsuz algıları nedeniyle daha "doğal" ve "minimum düzeyde işlenmiş" gıdalara yönelik bir talep yaratmıştır. Doğal olarak üretilen antimikrobiyal ve antioksidan ajanlara büyük ilgi olmuştur. Son zamanlarda ise nisin bakteriyosini gıda muhafaza için kullanılan yöntemlerden biri haline gelmiştir.

Lactococcus lactis subsp. *lactis* tarafından üretilen antimikrobiyal aktiviteye sahip bir peptit olan nisin, genellikle güvenli olarak kabul edilir ve gıdalardaki patojenleri kontrol etmek için çeşitli şekillerde kullanılmıştır (Juneja vd., 2012; Mills vd., 2011). Nisinin soğukta depolanmış balıklarda *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* ve *Pseudomonas* sp. dahil olmak üzere yaygın olarak bulunan bakteriler üzerinde inhibitör etkileri vardır. Nisinin antimikrobiyal mekanizması, sitoplazmik içeriğin sızmasını indükleyen gözeneklerin oluşmasıyla birlikte, bakteriyel plazma membranındaki lipit II ile etkileşimine bağlıdır (Bauer ve Dicks, 2005). Bazı antioksidant ekstraktlarla nisin etkileşimi veya duyuşal değişiklikler olmaksızın gıdaya uygulandığında sinerjik etki gösteren bileşikler üzerine yapılmış çalışmalar da mevcuttur (Abdollahzadeh vd., 2014; Gao vd., 2014).

Türkiye'nin genelinde olduğu gibi Akdeniz Bölgesinde de en çok üretimi yapılan levrek balığının 2017 yılı içerisindeki üretim miktarı 99.971 ton olarak o yılki üretimin % 36.16'sını oluşturmuştur (TÜİK, 2017). Yetiştiricilik yoluyla elde edilen üretimin son 10 yıl içerisinde giderek arttığı göz önüne alındığında levrek üretiminin bu artışın en büyük paydaşı

olduğu görülmektedir. Bu tür, genel olarak, tüm ya da filetolanmış halde, Türkiye'deki pazarın büyük bir kısmı tarafından tüketilmektedir. Deniz levreği normalde buzdolabında depolandığında oldukça sınırlı raf ömrüne sahip olduğundan, yurt içinde tüketildiği ve büyük miktarlarda ihraç edildiği için, raf ömrünü uzatmak oldukça önemlidir. Bu nedenlerle dolayı bu çalışmada, ticari olarak temin edilen ve farklı konsantrasyonlarda hazırlanan nisin gruplarının vakum paketeleme teknolojisi ile kombine kullanımının soğukta depolanmış levrek filetoları yağ asit profilleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmada kullanılan nisin, ticari olarak Sigma-Aldrich Co. (St. Louis, MO, USA) firmasından temin edilmiştir. *Lactococcus lactis* tarafından üretilen nisin %2.5 konsantrasyonda sodyum klorid ve denature süt tozları (10⁶ IU/g) ile dengelenmiştir. Nisin solüsyonları % 0.2, % 0.4 ve % 0.8 konsantrasyonlarında sterilize edilmiş saf su kullanılarak hazırlanmıştır.

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±1.02 cm ve 312.06±26.85 g olarak ölçülmüştür. Buzlu strafor kutularda Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojileri Laboratuvarına getirilen balıkların, iç organları temizlendikten sonra filetoları çıkarılmıştır. Levrek filetoları yıkılarak kontrol ve muamele grupları olmak üzere 4 gruba ayrılmış, nisin uygulaması için buzdolabında depolanmıştır.

Metot

Balıklara nisin uygulaması ve depolama koşulları

Nisin solüsyonlarının levrek filetolarına uygulanması Ceylan (2014) yönteminde yapılan bazı modifikasyonlara göre gerçekleştirilmiştir. Nisin solüsyonlarının balık filetosuna uygulanması daldırma yöntemiyle yapılmıştır. Filetolar 10 dakika boyunca farklı konsantrasyonlarda hazırlanan nisin solüsyonlarının içerisinde bekletilmiştir. Muamele edilen filetolar vakum paketlenerek 4±2°C'de buzdolabında depolanmıştır. Paketeleme materyali olarak polyamid bazlı poşetler (Polinas, Manisa, Türkiye) kullanılmıştır. Poşetlerin kalınlığı 90 µm olup, su ve oksijen geçirgenliği sırasıyla 8.5 g/m²/24 saat ve 160 cm³/m²/24 saattir. Balık filetolarının vakumlanması Reepack RV50 (Seriate (BG), İtalya) marka vakum paketeleme cihazı kullanılmıştır. Vakum paketlenerek soğukta depolamada kontrol ile beraber toplam 4 grup oluşturulmuştur. İlk aşamayla benzer şekilde bu aşamada da depolama boyunca düzenli aralıklarla 0, 3, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18. günlerinde yağ asitleri analizleri yapılmıştır.

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'lık 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 artırılarak 220 °C'ye kadar, 220 °C'den 230 °C'ye de her dakika 4°C artırılarak 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. Önem seviyesi $p < 0.05$ olarak alınmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1n9), vaksenik asit (C18:1n7), eikozenoik asit (C20:1n9), linoleik asit (C18:2n6), linolenik asit (C18:3n3), eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5n3) ve dekoheksaenoik asit (DHA, C22:6n3) tüm gruplarda araştırma süresince gözlemlenmiştir. Levrek ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda da benzer şekilde temel yağ asidi bileşenlerinin bu yağ asitlerinden oluştuğu rapor edilmiştir ([Yıldız vd., 2008](#); [Yazgan, 2013](#); [Ozogul vd., 2017](#)).

Nisin uygulanarak vakum paketlenip soğukta depolanan levrek filetolarının depolama süresince doymuş yağ asitleri (SFA) kompozisyonu değişimleri [Tablo 1](#)'de verilmiştir.

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 depolama süresi boyunca günler arasında istatistiksel farklılık gözlenmiştir ($p < 0.05$). Muamele gruplarını ele aldığımızda ise depolamanın son günü hariç diğer depolama günlerinde gruplar arasında istatistiksel farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Depolama süresi ile birlikte toplam SFA oranında düşüş gözlenmiştir. Depolamanın sonunda en düşük ve en yüksek SFA oranları sırasıyla % 0.2 (% 20.37) ve % 0.4 nisin gruplarında (% 20.96) gözlenmiştir. 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. Depolamanın sonunda en yüksek miristik asit değerinin kontrol grubunda, en düşük değerin ise % 0.8 nisin grubunda olduğu belirlenmiştir. Diğer önemli bir yağ asidi olan palmitik asit (C16:0) oranlarının kontrol, % 0.2, % 0.4 ve % 0.8 nisin muamele grupları için sırasıyla % 13.44-14.44, % 13.40-14.80, % 13.30-14.80 ve % 13.30-14.51 arasında değiştiği gözlenmiştir. Stearik asit oranları depolamanın başlangıcında kontrol, % 0.2, % 0.4 ve % 0.8 nisin muamele grupları için sırasıyla % 3.80, % 3.96, % 3.88 ve % 3.99 olarak belirlenmiştir. Genel olarak depolama süresi ile birlikte tüm gruplarda stearik asit oranlarında artış gözlenmiştir.

[Ozogul vd. \(2017\)](#), depolamanın başlangıcında toplam doymuş yağ asitleri (SFA) oranını % 17.64 olarak rapor ederken depolama süresi boyunca SFA değerinde artışlar olduğunu, kontrol grubunun duyuşal olarak reddedildiği gün olan depolamanın 12. gününde toplam SFA değerinin % 20.41'e çıktığı ve depolamanın sonunda (18. gün) ise bu değer % 21.89 olduğunu bildirmişlerdir. Mevcut çalışmadan elde edilen SFA değerlerinin, diğer araştırmacıların bildirdiği sonuçlardan daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Ancak depolama süresiyle birlikte SFA değerlerinde ise genel olarak düşüşler gözlenmiştir. Doymuş yağ asitleri arasında en çok miristik asit, palmitik asit ve stearik asit olduğunu bildiren [Ozogul vd. \(2017\)](#), depolamanın başlarında bu yağ asitlerinin oranlarını kontrol grubu için sırasıyla % 2.15, % 12.13 ve % 2.87 olarak bildirmiştir. Benzer şekilde yapmış olduğumuz çalışmada da en çok gözlenen yağ asitlerinin miristik, palmitik ve oleik asit olduğu ve bunların oranlarının ise çok az farklılık göstermekle birlikte hemen hemen araştırmacıların sonuçları ile benzer olduğu gözlenmiştir. Ayrıca SFA içerisinde en yüksek oranda bulunan yağ asidinin de palmitik asit olduğunu ve çalışmamız ile de benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. [Behnama vd. \(2015\)](#), 4°C'de 16 gün depolanan vakum paketlenmiş örneklerin tümünde, önemli yağ asitlerinin depolama süresince azalan bir trend gösterdiğini bildirmiştir. İstatistiksel sonuçlara göre, MUFA'lar ve PUFA'lar depolama süresinin artmasıyla keskin bir azalma gösterirken, depolama süresince elde edilen SFA değerlerinde anlamlı bir fark ortaya çıkmamıştır. Bu sonuçlar çalışmamızdaki istatistiksel sonuçlarla benzerlik göstermiştir. Genel olarak bakıldığında nisin ve vakum paket uygulamalarının soğuk depolama birlikte kullanımının SFA değerlerinde çok fazla değişime sebep olmadığını, dolayısıyla mevcut değerleri koruduğunu göstermiştir.

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

Depolama süresi boyunca MUFA değerlerinde genel olarak 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 MUFA değeri kontrol grubunda % 30.35, % 0.2 nisin grubunda % 31.60, % 0.4 nisin grubunda % 32.40 ve % 0.8 nisin grubunda % 33.70 olarak tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Tüm gruplarda toplam MUFA içeriği bakımından depolama süresi boyunca günler ve gruplar arasında istatistiksel farklılık olduğu gözlenmiştir. Depolamanın sonunda en yüksek MUFA değerinin % 0.8 nisin grubunda olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. Farklı konsantrasyonlarda nisin uygulanarak vakum paketlenen levrek filetoalarının soğukta depolanması süresince meydana gelen doymuş yağ asitleri (SFA) değişimleri

Table 1. The changes in saturated fatty acids (SFA) of vacuum-packed sea bass filets during cold storage by applying nisin at different concentrations

Yağ Asitleri	Depolama Günleri								Gruplar	
	0	3	6	8	10	12	14	16		18
C12:0	0,37±0,04 ^{Bb}	0,24±0,02 ^{Cd}	0,86±0,01 ^{Aa}	0,02±0,00 ^{Da}	0,02±0,00 ^{Da}	0,02±0,00 ^{Da}	0,02±0,00 ^{Da}	0,02±0,00 ^{Da}	0,02±0,00 ^{Da}	Kontrol
	0,82±0,12 ^{Aa}	0,42±0,02 ^{Cb}	0,68±0,03 ^{Bb}	0,02±0,00 ^{Da}	0,02±0,00 ^{Da}	0,02±0,00 ^{Da}	0,02±0,00 ^{Da}	0,02±0,00 ^{Da}	0,02±0,00 ^{Da}	% 0,2
	0,90±0,11 ^{Aa}	0,33±0,00 ^{Cc}	0,61±0,03 ^{Bb}	0,02±0,00 ^{Da}	0,02±0,00 ^{Da}	0,02±0,00 ^{Da}	0,02±0,00 ^{Da}	0,02±0,00 ^{Da}	0,02±0,00 ^{Da}	% 0,4
C14:0	0,92±0,08 ^{Aa}	0,96±0,04 ^{Aa}	0,66±0,05 ^{Bb}	0,02±0,00 ^{Ca}	0,02±0,00 ^{Ca}	0,02±0,00 ^{Ca}	0,02±0,00 ^{Ca}	0,02±0,00 ^{Ca}	0,02±0,00 ^{Ca}	% 0,8
	2,06±0,05 ^{ABCa}	2,06±0,01 ^{ABCa}	1,99±0,00 ^{Ca}	2,07±0,01 ^{ABCa}	2,12±0,01 ^{ABa}	2,05±0,10 ^{BCa}	2,08±0,07 ^{ABCa}	2,08±0,01 ^{ABCab}	2,17±0,04 ^{Aa}	Kontrol
	1,99±0,05 ^{BCDa}	2,13±0,04 ^{Aa}	1,96±0,04 ^{CDa}	2,07±0,01 ^{ABa}	2,08±0,04 ^{ABa}	2,06±0,06 ^{ABa}	2,02±0,03 ^{BCa}	1,92±0,05 ^{Dc}	2,15±0,01 ^{Aa}	% 0,2
C15:0	2,09±0,01 ^{ABa}	2,07±0,08 ^{ABa}	1,94±0,06 ^{Ba}	2,10±0,01 ^{Aa}	2,14±0,07 ^{Aa}	2,09±0,03 ^{ABa}	2,03±0,11 ^{ABa}	2,14±0,07 ^{Aa}	2,09±0,04 ^{ABa}	% 0,4
	2,10±0,08 ^{Aa}	2,02±0,01 ^{ABa}	1,93±0,13 ^{Ba}	2,11±0,04 ^{Aa}	2,07±0,04 ^{Aa}	1,93±0,01 ^{Ba}	1,92±0,01 ^{Ba}	1,98±0,05 ^{ABbc}	2,08±0,04 ^{Aa}	% 0,8
	0,25±0,00 ^{Bab}	0,26±0,00 ^{ABb}	0,26±0,00 ^{ABa}	0,27±0,00 ^{ab}	0,28±0,01 ^{Aa}	0,26±0,01 ^{ABa}	0,26±0,01 ^{ABa}	0,27±0,01 ^{ABa}	0,28±0,01 ^{Aa}	Kontrol
C16:0	0,25±0,01 ^{Db}	0,28±0,01 ^{Aa}	0,25±0,01 ^{Da}	0,26±0,00 ^{Bcb}	0,26±0,00 ^{Bcb}	0,26±0,01 ^{CDa}	0,27±0,01 ^{ABCa}	0,26±0,00 ^{BCa}	0,27±0,00 ^{ABa}	% 0,2
	0,27±0,01 ^{ABa}	0,27±0,01 ^{ABab}	0,25±0,01 ^{Ca}	0,28±0,01 ^{Aa}	0,28±0,01 ^{Aa}	0,27±0,01 ^{ABa}	0,26±0,01 ^{BCa}	0,27±0,00 ^{ABa}	0,28±0,01 ^{Aa}	% 0,4
	0,28±0,01 ^{ABa}	0,27±0,00 ^{ABb}	0,25±0,01 ^{Ba}	0,26±0,00 ^{ABb}	0,28±0,00 ^{ABa}	0,27±0,01 ^{ABa}	0,26±0,01 ^{ABa}	0,26±0,00 ^{ABa}	0,28±0,00 ^{Aa}	% 0,8
C17:0	13,89±0,33 ^{Ba}	13,80±0,00 ^{Ba}	13,44±0,06 ^{Ba}	14,44±0,48 ^{Aa}	13,89±0,06 ^{Ba}	13,77±0,10 ^{Ba}	13,99±0,18 ^{ABa}	13,93±0,18 ^{ABa}	13,69±0,18 ^{ab}	Kontrol
	13,89±0,04 ^{Ba}	13,77±0,18 ^{BCDa}	13,40±0,08 ^{Da}	14,80±0,02 ^{Aa}	13,75±0,16 ^{BCDa}	13,80±0,10 ^{BCa}	13,64±0,04 ^{BCDa}	13,66±0,37 ^{BCDa}	13,47±0,11 ^{CDb}	% 0,2
	13,55±0,20 ^{cab}	13,77±0,06 ^{BCa}	13,30±0,08 ^{Da}	14,80±0,02 ^{Aa}	13,90±0,01 ^{Ba}	13,73±0,08 ^{BCa}	13,91±0,16 ^{Ba}	13,85±0,10 ^{Ba}	13,93±0,04 ^{Ba}	% 0,4
C18:0	13,30±0,09 ^{Db}	13,63±0,10 ^{Ca}	13,30±0,16 ^{Da}	14,51±0,11 ^{Aa}	13,84±0,12 ^{Ca}	13,84±0,05 ^{BCa}	13,82±0,06 ^{BCa}	14,15±0,20 ^{Ba}	13,96±0,24 ^{BCa}	% 0,8
	0,27±0,01 ^{Ba}	0,28±0,00 ^{Aa}	0,28±0,01 ^{ABa}	0,29±0,01 ^{Aa}	0,29±0,01 ^{Aa}	0,28±0,01 ^{ABa}	0,28±0,01 ^{ABa}	0,28±0,00 ^{Aa}	0,28±0,00 ^{Ab}	Kontrol
	0,26±0,01 ^{Ba}	0,28±0,00 ^{ABa}	0,27±0,01 ^{ABa}	0,28±0,01 ^{ABab}	0,30±0,04 ^{Aa}	0,27±0,00 ^{ABa}	0,27±0,00 ^{ABa}	0,28±0,00 ^{ABa}	0,27±0,00 ^{ABb}	% 0,2
C18:3	0,28±0,01 ^{BCa}	0,28±0,00 ^{ABCa}	0,26±0,00 ^{Ea}	0,28±0,00 ^{ABCab}	0,29±0,00 ^{Aa}	0,27±0,00 ^{CDa}	0,27±0,01 ^{DEa}	0,28±0,00 ^{ABCa}	0,29±0,01 ^{ABa}	% 0,4
	0,28±0,01 ^{ABa}	0,27±0,00 ^{BCa}	0,27±0,01 ^{Ca}	0,27±0,00 ^{BCb}	0,28±0,00 ^{Aa}	0,28±0,00 ^{Aa}	0,27±0,00 ^{BCa}	0,28±0,00 ^{Aa}	0,28±0,00 ^{Ab}	% 0,8
	3,80±0,03 ^{Ba}	3,81±0,02 ^{Bb}	3,95±0,06 ^{Bb}	3,97±0,03 ^{Ba}	3,98±0,05 ^{Ba}	4,19±0,18 ^{Aa}	3,87±0,04 ^{Bb}	3,84±0,04 ^{Ba}	3,83±0,13 ^{Ba}	Kontrol
C20:0	3,96±0,16 ^{ABCa}	3,87±0,07 ^{BCab}	4,02±0,01 ^{ABCab}	3,99±0,05 ^{ABCa}	4,02±0,09 ^{ABCa}	3,86±0,00 ^{BCb}	4,12±0,12 ^{ABab}	4,21±0,19 ^{Aa}	3,84±0,10 ^{Ca}	% 0,2
	3,88±0,20 ^{ABa}	4,02±0,01 ^{ABa}	4,11±0,06 ^{Aa}	3,77±0,08 ^{Bb}	3,91±0,11 ^{ABa}	4,09±0,01 ^{ABab}	4,12±0,28 ^{ab}	3,88±0,14 ^{ABa}	3,84±0,05 ^{ABa}	% 0,4
	3,99±0,05 ^{BCDa}	3,86±0,08 ^{Bab}	4,02±0,01 ^{BCDab}	3,94±0,00 ^{CDa}	3,88±0,04 ^{Da}	4,08±0,00 ^{BCab}	4,42±0,13 ^{Aa}	4,15±0,14 ^{Ba}	3,93±0,02 ^{CDa}	% 0,8
C22:0	0,24±0,00 ^{Da}	0,26±0,00 ^{ABCa}	0,26±0,01 ^{ABCDa}	0,27±0,01 ^{ABa}	0,26±0,00 ^{ABCab}	0,25±0,00 ^{BCDab}	0,25±0,01 ^{BCDa}	0,25±0,01 ^{CDa}	0,27±0,00 ^{Aa}	Kontrol
	0,24±0,01 ^{Ba}	0,25±0,00 ^{ABa}	0,25±0,01 ^{ABa}	0,25±0,00 ^{ABb}	0,26±0,00 ^{Ab}	0,25±0,01 ^{ABb}	0,25±0,00 ^{ABa}	0,26±0,01 ^{ABa}	0,26±0,00 ^{Aa}	% 0,2
	0,25±0,00 ^{ABa}	0,26±0,01 ^{ABa}	0,25±0,01 ^{Ba}	0,25±0,00 ^{ABb}	0,27±0,00 ^{Aa}	0,26±0,00 ^{ABa}	0,25±0,01 ^{ABa}	0,27±0,01 ^{ABa}	0,27±0,01 ^{ABa}	% 0,4
C24:0	0,26±0,01 ^{Aa}	0,26±0,01 ^{Aa}	0,24±0,01 ^{Aa}	0,26±0,00 ^{Aa}	0,26±0,01 ^{Ab}	0,25±0,01 ^{Ab}	0,25±0,00 ^{Aa}	0,25±0,01 ^{Aa}	0,26±0,00 ^{Aa}	% 0,8
	0,09±0,00 ^{Aa}	0,05±0,06 ^{Aa}	0,05±0,00 ^{Aa}	0,05±0,01 ^{Aa}	0,09±0,00 ^{Aa}	0,05±0,01 ^{Aa}	0,09±0,01 ^{Aa}	0,01±0,00 ^{Aa}	0,05±0,00 ^{Aa}	Kontrol
	0,09±0,01 ^{Aa}	0,09±0,00 ^{Aa}	0,09±0,01 ^{Aa}	0,09±0,01 ^{Aa}	0,13±0,00 ^{Aa}	0,08±0,00 ^{Aa}	0,09±0,01 ^{Aa}	0,05±0,00 ^{Aa}	0,05±0,00 ^{Aa}	% 0,2
ΣSFA	0,09±0,00 ^{Aa}	0,05±0,06 ^{Aa}	0,01±0,00 ^{Ba}	0,08±0,00 ^{Aa}	0,09±0,00 ^{Aa}	0,01±0,00 ^{Ba}	0,09±0,00 ^{Aa}	0,10±0,01 ^{Aa}	0,10±0,01 ^{Aa}	% 0,4
	0,10±0,01 ^{Aa}	0,01±0,00 ^{Ba}	0,09±0,01 ^{Aa}	0,10±0,01 ^{Aa}	0,09±0,01 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{ABa}	0,09±0,01 ^{Aa}	0,05±0,01 ^{ABa}	0,09±0,00 ^{Aa}	% 0,8
	0,11±0,09 ^{Aa}	0,15±0,16 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	Kontrol
ΣSFA	0,11±0,10 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,17±0,01 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,05±0,01 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,05±0,01 ^{Aa}	0,05±0,01 ^{Aa}	0,05±0,01 ^{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 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,16±0,00 ^{Aa}	% 0,4
	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	% 0,8
ΣSFA	21,07±0,53 ^{Aa}	20,90±0,16 ^{ABa}	21,11±0,20 ^{ABa}	21,41±0,42 ^{Aa}	20,95±0,01 ^{ABa}	20,90±0,16 ^{ABa}	20,87±0,26 ^{ABa}	20,71±0,12 ^{ABa}	20,63±0,09 ^{Bab}	Kontrol
	21,59±0,13 ^{ABa}	21,11±0,27 ^{BCa}	21,05±0,08 ^{Ca}	21,78±0,06 ^{Aa}	20,85±0,24 ^{CDa}	20,63±0,18 ^{CDa}	20,71±0,11 ^{CDa}	20,69±0,49 ^{CDa}	20,37±0,20 ^{Db}	% 0,2
	21,34±0,40 ^{ABa}	21,08±0,09 ^{BCa}	20,76±0,18 ^{Ca}	21,61±0,08 ^{Aa}	20,93±0,19 ^{BCa}	20,77±0,11 ^{Ca}	20,98±0,29 ^{BCa}	20,85±0,15 ^{BCa}	20,96±0,19 ^{BCa}	% 0,4
ΣSFA	21,22±0,07 ^{ABCa}	21,30±0,21 ^{ABa}	20,78±0,29 ^{Ca}	21,50±0,06 ^{Aa}	20,73±0,14 ^{Ca}	20,73±0,06 ^{Ca}	21,08±0,05 ^{ABCa}	21,17±0,40 ^{ABCa}	20,92±0,25 ^{BCa}	% 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

Toplam MUFA arasında en yüksek orana sahip yağ asitleri tüm gruplarda palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1n9), vaksenik asit (C18:1n7) ve eikozenoik asit (C20:1n9) olarak belirlenmiştir. Depolamanın başlangıcında palmitoleik asit oranları kontrol, % 0,2, % 0,4 ve % 0,8 nisin muamele grupları için sırasıyla % 2,93, % 2,84, % 2,88 ve % 2,87 olarak tespit edilmiştir. Balık etinde en fazla bulunan MUFA'nın oleik asit (C18:1n9) olduğu tespit edilmiştir. Oleik asit oranı depolama süresi ile birlikte azalmıştır. Depolama sonunda en yüksek oleik asit oranı % 0,8 nisin grubunda % 25,71 olarak tespit edilmiştir. Diğer bir önemli MUFA olan vaksenik asit, depolamanın başlangıcında kontrol, % 0,2, % 0,4 ve % 0,8 nisin muamele grupları için sırasıyla % 2,34, % 2,36, % 2,40 olarak tespit edilmiştir. Bir diğer önemli MUFA olan eikozenoik asit oranına bakıldığında ise en düşük değerin depolamanın başlangıcında % 2,05 ile kontrol

grubunda olduğu tespit edilmiştir. En yüksek değerin ise yine depolamanın başlangıcında % 0,8 nisin grubunda % 2,27 olarak tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca tüm gruplarda bu yağ asidinde günler arasında istatistiksel farklılık olduğu gözlenmiştir (p<0.05). Gruplar arasında ele aldığımızda ise depolamanın 6. ve 8. günlerinde kontrol ve muamele grupları arasında istatistiksel fark olmadığı, diğer günlerde ise tüm gruplarda istatistiksel fark olduğu gözlenmiştir.

Ozogul vd. (2017), depolamanın başlangıcında levrek filetoalarında toplam MUFA oranını % 41,07 olarak rapor ederken depolama süresi boyunca MUFA değerinde azalışlar olduğunu, kontrol grubunun duyuşal olarak reddedildiği depolamanın 12. gününde % 38,87' ye düştüğünü ve depolamanın sonunda (18. gün) ise bu değerin % 36,41 olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen MUFA değerleri araştırmacıların sonuçlarından daha düşük olduğu

tespit edilmiştir. Ancak depolama süresiyle birlikte MUFA değerlerinin azalması ile benzer sonuçlar göstermiştir. Behnama vd. (2015)' de nisin uyguladıkları ve vakum paketlenerek depoladıkları alabalık filetolarının MUFA değerlerinde depolama süresiyle birlikte keskin bir azalma olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar çalışmamızın sonuçlarını destekler nitelikte olmuştur. MUFA'lar arasında en çok palmitoleik ve oleik asit olduğunu bildiren Ozogul vd. (2017),

depolamanın başlangıcında bu yağ asitlerini kontrol grubu için sırasıyla % 4.69 ve % 35.60 olarak bildirmiştir. Depolamanın 12. gününde bu yağ asitlerinin oranının genel olarak düşmesiyle birlikte sırasıyla % 3.91 ve % 34.21'e düştüğünü ve depolamanın sonunda ise % 4.26 ve % 31.42 olduğunu bildirmiştir. Ayrıca MUFA içerisinde en yüksek oranda bulunan yağ asidinin de oleik asit olduğunu bildirmişlerdir. Benzer sonuçlar yapmış olduğumuz çalışmada da gözlenmiştir.

Tablo 2. Farklı konsantrasyonlarda nisin uygulanarak vakum paketlenen levrek filetolarının soğukta depolanması süresince meydana gelen tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) değişimleri

Table 2. The changes in monosaturated fatty acids (MUFA) of vacuum-packed sea bass filets during cold storage by applying nisin at different concentrations

Yağ Asitleri	Depolama Günleri								Gruplar	
	0	3	6	8	10	12	14	16		18
C14:1	0,05±0,06 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,09±0,00 ^{Aa}	0,09±0,00 ^{Aa}	0,10±0,01 ^{Aa}	0,03±0,00 ^{Aa}	0,07±0,01 ^{Aa}	0,09±0,00 ^{Aa}	0,10±0,01 ^{Aa}	Kontrol
	0,02±0,02 ^{Ca}	0,10±0,01 ^{Aa}	0,09±0,01 ^{Aa}	0,09±0,00 ^{Aa}	0,10±0,01 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{ABa}	0,03±0,00 ^{BCa}	0,09±0,01 ^{Aa}	0,10±0,00 ^{Aa}	% 0,2
	0,09±0,00 ^{ABa}	0,09±0,00 ^{ABa}	0,09±0,01 ^{ABa}	0,09±0,00 ^{ABa}	0,10±0,00 ^{Aa}	0,03±0,00 ^{Ca}	0,03±0,00 ^{Ca}	0,06±0,00 ^{BCa}	0,10±0,00 ^{Aa}	% 0,4
	0,09±0,00 ^{Aa}	0,09±0,00 ^{Aa}	0,09±0,01 ^{Aa}	0,09±0,00 ^{Aa}	0,10±0,01 ^{Aa}	0,03±0,00 ^{Ba}	0,06±0,00 ^{ABa}	0,09±0,01 ^{Aa}	0,10±0,01 ^{Aa}	% 0,8
C15:1	0,00±0,00 ^{Bb}	0,04±0,01 ^{Aa}	0,04±0,01 ^{Aa}	0,04±0,01 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,03±0,00 ^{Aa}	0,04±0,01 ^{Aa}	0,04±0,01 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	Kontrol
	0,02±0,01 ^{BCa}	0,04±0,01 ^{ABa}	0,03±0,00 ^{ABa}	0,03±0,00 ^{ABa}	0,05±0,01 ^{Aa}	0,04±0,01 ^{ABa}	0,00±0,00 ^{Ca}	0,04±0,01 ^{ABa}	0,04±0,01 ^{ABa}	% 0,2
	0,00±0,00 ^{Cb}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,03±0,00 ^{ABa}	0,04±0,01 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,03±0,00 ^{ABa}	0,02±0,01 ^{BCa}	0,04±0,01 ^{Aa}	0,04±0,00 ^{Aa}	% 0,4
	0,00±0,00 ^{Cb}	0,04±0,01 ^{ABa}	0,03±0,00 ^{ABa}	0,03±0,00 ^{ABa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,01 ^{ABa}	0,02±0,01 ^{BCa}	0,04±0,00 ^{Aa}	0,04±0,01 ^{ABa}	% 0,8
C16:1	2,93±0,08 ^{ABa}	2,87±0,00 ^{ABa}	2,76±0,03 ^{BCa}	2,87±0,01 ^{ABa}	2,92±0,01 ^{ABa}	2,84±0,13 ^{ABa}	2,64±0,07 ^{CDa}	2,48±0,12 ^{Dab}	3,00±0,06 ^{Aa}	Kontrol
	2,84±0,11 ^{BCa}	2,97±0,12 ^{ABa}	2,75±0,01 ^{CDa}	2,89±0,03 ^{ABCa}	2,89±0,04 ^{ABCa}	2,91±0,06 ^{ABCa}	2,77±0,04 ^{CDa}	2,67±0,06 ^{Da}	3,04±0,02 ^{Aa}	% 0,2
	2,88±0,01 ^{ABa}	2,84±0,07 ^{ABa}	2,75±0,09 ^{Ba}	2,91±0,00 ^{ABa}	2,95±0,03 ^{Aa}	2,89±0,06 ^{ABa}	2,84±0,15 ^{ABa}	2,38±0,04 ^{Cb}	2,94±0,04 ^{Aa}	% 0,4
	2,87±0,10 ^{ABa}	2,80±0,00 ^{ABa}	2,69±0,18 ^{Ba}	2,89±0,03 ^{ABa}	2,90±0,04 ^{ABa}	2,80±0,07 ^{ABa}	2,69±0,01 ^{Ba}	2,44±0,13 ^{Cab}	2,91±0,06 ^{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±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	Kontrol
	0,12±0,08 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,13±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	% 0,2
	0,05±0,00 ^{Ba}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,07±0,01 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,07±0,01 ^{Aa}	% 0,4
	0,06±0,00 ^{Aa}	0,13±0,01 ^{Aa}	0,12±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 ^{Aa}	0,07±0,01 ^{Aa}	% 0,8
C18:1n9	24,65±0,28 ^{Db}	25,81±0,13 ^{ABa}	25,09±0,23 ^{CDa}	25,32±0,17 ^{BCa}	25,94±0,16 ^{AaB}	25,31±0,33 ^{BCb}	23,24±0,23 ^{Eb}	22,98±0,11 ^{Ec}	22,24±0,19 ^{Fd}	Kontrol
	25,37±0,03 ^{CDa}	25,65±0,40 ^{BCa}	24,95±0,04 ^{DEa}	25,70±0,06 ^{BCa}	26,60±0,48 ^{Aa}	26,14±0,30 ^{ABa}	25,02±0,13 ^{DEa}	24,58±0,08 ^{Eb}	23,16±0,04 ^{Fc}	% 0,2
	25,86±0,09 ^{Aa}	25,81±0,01 ^{Aa}	25,29±0,56 ^{ABa}	25,28±0,38 ^{ABa}	25,73±0,10 ^{Ab}	25,86±0,09 ^{ABa}	24,90±0,67 ^{BCa}	25,14±0,13 ^{ABa}	24,33±0,07 ^{Cb}	% 0,4
	25,55±0,21 ^{ABa}	25,90±0,01 ^{ABa}	25,55±0,56 ^{ABa}	25,66±0,36 ^{ABa}	26,17±0,12 ^{ABa}	25,61±0,36 ^{ABaB}	25,12±0,53 ^{Ba}	25,38±0,06 ^{ABa}	25,71±0,21 ^{ABa}	% 0,8
C18:1n7	2,34±0,00 ^{ABa}	2,35±0,00 ^{ABa}	2,32±0,02 ^{BCa}	2,36±0,04 ^{ABa}	2,39±0,01 ^{Ab}	2,35±0,01 ^{ABb}	2,08±0,01 ^{Db}	2,28±0,04 ^{Ca}	2,12±0,01 ^{Dd}	Kontrol
	2,34±0,04 ^{BCa}	2,34±0,01 ^{Cab}	2,34±0,08 ^{Ca}	2,38±0,01 ^{BCa}	2,43±0,03 ^{ABa}	2,39±0,01 ^{ABCa}	2,37±0,01 ^{BCa}	2,34±0,06 ^{BCa}	2,47±0,00 ^{Aa}	% 0,2
	2,36±0,01 ^{Aa}	2,32±0,01 ^{Aab}	2,32±0,05 ^{Aa}	2,34±0,01 ^{Aa}	2,38±0,01 ^{Ab}	2,36±0,01 ^{Aab}	2,39±0,05 ^{Aa}	2,34±0,19 ^{Aa}	2,40±0,01 ^{Ab}	% 0,4
	2,40±0,04 ^{Aa}	2,30±0,03 ^{BCb}	2,29±0,05 ^{Ca}	2,39±0,02 ^{Aa}	2,41±0,01 ^{Aab}	2,35±0,01 ^{ABb}	2,34±0,01 ^{ABCa}	2,36±0,03 ^{ABa}	2,38±0,00 ^{Ac}	% 0,8
C20:1n9	2,05±0,01 ^{Dc}	2,17±0,01 ^{BCa}	2,23±0,01 ^{Ba}	2,24±0,08 ^{Ba}	2,18±0,00 ^{BCb}	2,19±0,00 ^{BCb}	2,11±0,00 ^{CDb}	2,25±0,05 ^{ABa}	2,32±0,06 ^{Aab}	Kontrol
	2,15±0,02 ^{BCb}	2,08±0,02 ^{Cb}	2,21±0,15 ^{BCa}	2,11±0,01 ^{BCab}	2,43±0,06 ^{Aa}	2,16±0,01 ^{BCbc}	2,14±0,00 ^{BCb}	2,27±0,14 ^{ABa}	2,42±0,02 ^{Aa}	% 0,2
	2,13±0,06 ^{CDEbc}	2,05±0,00 ^{DEb}	2,20±0,08 ^{BCa}	2,02±0,04 ^{Eb}	2,14±0,03 ^{CDb}	2,30±0,02 ^{ABa}	2,19±0,06 ^{BCab}	2,36±0,08 ^{Aa}	2,22±0,04 ^{BCbc}	% 0,4
	2,27±0,01 ^{Aa}	2,09±0,05 ^{BCb}	2,06±0,03 ^{Ca}	2,20±0,06 ^{Aa}	2,18±0,00 ^{ABb}	2,09±0,06 ^{BCc}	2,25±0,04 ^{Aa}	2,23±0,07 ^{Aa}	2,20±0,00 ^{Ac}	% 0,8
C22:1n9	0,23±0,01 ^{Ab}	0,23±0,00 ^{Aa}	0,24±0,00 ^{Aa}	0,24±0,00 ^{Aa}	0,24±0,00 ^{Aa}	0,24±0,01 ^{Aa}	0,23±0,01 ^{Ab}	0,25±0,01 ^{Aa}	0,22±0,01 ^{Aa}	Kontrol
	0,23±0,00 ^{Aab}	0,22±0,00 ^{Aa}	0,24±0,01 ^{Aa}	0,23±0,00 ^{Ab}	0,23±0,00 ^{Aa}	0,24±0,01 ^{Aa}	0,25±0,01 ^{Aa}	0,25±0,01 ^{Aa}	0,26±0,01 ^{Aa}	% 0,2
	0,24±0,01 ^{Bab}	0,22±0,00 ^{Ca}	0,24±0,01 ^{Ba}	0,22±0,00 ^{Cc}	0,22±0,00 ^{Ca}	0,25±0,00 ^{Aa}	0,24±0,00 ^{Bab}	0,25±0,00 ^{Aa}	0,24±0,00 ^{Ba}	% 0,4
	0,25±0,01 ^{ABa}	0,23±0,01 ^{Ca}	0,24±0,01 ^{BCa}	0,25±0,01 ^{ABa}	0,24±0,00 ^{ABCa}	0,24±0,01 ^{BCa}	0,26±0,01 ^{Aa}	0,25±0,01 ^{ABa}	0,24±0,01 ^{BCa}	% 0,8
C24:1n9	0,07±0,00 ^{Aa}	0,07±0,01 ^{Ab}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,07±0,00 ^{Aa}	0,07±0,00 ^{Aa}	0,07±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,07±0,00 ^{Aa}	Kontrol
	0,07±0,00 ^{Ba}	0,15±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Ba}	0,06±0,00 ^{Ba}	0,07±0,01 ^{Ba}	0,06±0,00 ^{Ba}	0,06±0,01 ^{Ba}	0,05±0,00 ^{Ba}	0,07±0,00 ^{Ba}	% 0,2
	0,07±0,00 ^{Aa}	0,06±0,01 ^{Ab}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,07±0,00 ^{Aa}	0,08±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,07±0,00 ^{Aa}	0,07±0,00 ^{Aa}	% 0,4
	0,07±0,01 ^{BCa}	0,17±0,00 ^{Aa}	0,06±0,01 ^{Ca}	0,06±0,00 ^{BCa}	0,06±0,00 ^{BCa}	0,06±0,00 ^{BCa}	0,06±0,00 ^{BCa}	0,06±0,00 ^{BCa}	0,07±0,00 ^{Ba}	% 0,8
ΣMUFA	32,42±0,18 ^{Dc}	33,65±0,15 ^{ABa}	32,88±0,30 ^{CDa}	33,28±0,04 ^{ABCa}	33,92±0,18 ^{Abc}	33,11±0,45 ^{BCa}	30,52±0,32 ^{Eb}	30,46±0,04 ^{Eb}	30,35±0,22 ^{Ed}	Kontrol
	33,14±0,13 ^{CDb}	33,59±0,56 ^{BCa}	32,71±0,17 ^{DEa}	33,54±0,08 ^{BCa}	35,22±0,43 ^{Aa}	34,05±0,36 ^{Ba}	32,68±0,16 ^{DEa}	32,34±0,19 ^{Ea}	31,60±0,08 ^{Fc}	% 0,2
	33,67±0,02 ^{Aa}	33,48±0,06 ^{ABa}	33,01±0,79 ^{ABCa}	33,01±0,44 ^{ABCa}	33,69±0,10 ^{Ac}	33,85±0,18 ^{Aa}	32,71±0,41 ^{BCa}	32,68±0,17 ^{BCa}	32,40±0,02 ^{Cb}	% 0,4
	33,55±0,06 ^{ABa}	33,73±0,10 ^{ABa}	33,10±0,68 ^{ABa}	33,62±0,47 ^{ABa}	34,14±0,16 ^{Ab}	33,27±0,52 ^{ABa}	32,84±0,61 ^{Ba}	32,90±0,28 ^{Ba}	33,70±0,29 ^{ABa}	% 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.

Tablo 3. Farklı konsantrasyonlarda nisin uygulanarak vakum paketlenen levrek filetoalarının soğukta depolanması süresince meydana gelen çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) değişimleri

Table 3. The changes in polysaturated fatty acids (PUFA) of vacuum-packed sea bass filets during cold storage by applying nisin at different concentrations

Yağ Asitleri	Depolama Günleri									Gruplar
	0	3	6	8	10	12	14	16	18	
C18:2n6	18,21±0,09 ^{Aa}	18,54±0,08 ^{Ab}	18,33±0,27 ^{Aa}	18,54±0,18 ^{Aa}	17,63±0,13 ^{Bc}	17,31±0,05 ^{Bb}	17,49±0,18 ^{Bb}	17,36±0,04 ^{Bc}	17,44±0,16 ^{Bc}	Kontrol
	18,59±0,16 ^{ABa}	18,98±0,01 ^{Aa}	18,52±0,06 ^{ABa}	18,63±0,10 ^{ABa}	18,13±0,11 ^{BCDb}	18,55±0,28 ^{ABa}	18,20±0,13 ^{BCa}	17,61±0,50 ^{DBc}	17,69±0,22 ^{CDbc}	% 0,2
	18,65±0,20 ^{Aa}	18,39±0,08 ^{Ab}	18,66±0,47 ^{Aa}	18,56±0,01 ^{Aa}	18,34±0,09 ^{Ab}	18,38±0,06 ^{Aa}	18,46±0,31 ^{Aa}	18,76±0,14 ^{Aa}	18,62±0,17 ^{Aa}	% 0,4
	18,63±0,27 ^{ABa}	18,35±0,19 ^{BCb}	18,50±0,11 ^{ABCa}	18,69±0,02 ^{ABa}	18,75±0,15 ^{Aa}	18,66±0,09 ^{ABa}	17,48±0,14 ^{Db}	18,25±0,12 ^{Cab}	18,18±0,15 ^{Cab}	% 0,8
C18:3n3	3,16±0,04 ^{Dbc}	3,28±0,00 ^{ABa}	3,19±0,04 ^{CDa}	3,26±0,01 ^{ABb}	3,13±0,01 ^{Db}	3,26±0,04 ^{ABab}	3,24±0,03 ^{BCa}	3,31±0,00 ^{Aa}	3,22±0,03 ^{BCc}	Kontrol
	3,11±0,04 ^{Cc}	3,24±0,00 ^{BCa}	3,14±0,00 ^{Ca}	3,31±0,04 ^{Bb}	3,33±0,11 ^{Ba}	3,27±0,05 ^{BCab}	3,24±0,01 ^{BCa}	3,15±0,13 ^{Ca}	3,48±0,01 ^{Aa}	% 0,2
	3,27±0,06 ^{Ab}	3,21±0,08 ^{Aa}	3,23±0,09 ^{Aa}	3,31±0,01 ^{Ab}	3,21±0,04 ^{Aab}	3,35±0,04 ^{Aa}	3,26±0,02 ^{Aa}	3,37±0,10 ^{Aa}	3,33±0,04 ^{Ab}	% 0,4
	3,32±0,06 ^{ABCa}	3,17±0,04 ^{Da}	3,11±0,10 ^{Da}	3,42±0,06 ^{Aa}	3,33±0,01 ^{ABa}	3,19±0,02 ^{Db}	3,22±0,01 ^{BCDa}	3,20±0,04 ^{CDa}	3,34±0,01 ^{ABb}	% 0,8
C20:2 cis	0,11±0,04 ^{Aa}	0,13±0,00 ^{Aa}	0,11±0,01 ^{Aa}	0,13±0,00 ^{Aa}	0,13±0,00 ^{Aab}	0,10±0,01 ^{Aa}	0,14±0,00 ^{Aa}	0,11±0,01 ^{Aa}	0,11±0,00 ^{Aa}	Kontrol
	0,10±0,04 ^{ABCa}	0,11±0,01 ^{ABCa}	0,12±0,00 ^{ABa}	0,13±0,00 ^{Aa}	0,13±0,01 ^{ABb}	0,14±0,01 ^{Aa}	0,08±0,01 ^{BCc}	0,10±0,01 ^{ABCa}	0,06±0,00 ^{Ca}	% 0,2
	0,11±0,04 ^{ABa}	0,11±0,01 ^{ABa}	0,07±0,00 ^{Ba}	0,14±0,01 ^{ABa}	0,14±0,00 ^{Aa}	0,11±0,01 ^{ABa}	0,13±0,01 ^{ABab}	0,09±0,01 ^{ABa}	0,10±0,01 ^{ABa}	% 0,4
	0,10±0,04 ^{Aa}	0,10±0,00 ^{Aa}	0,09±0,04 ^{Aa}	0,13±0,00 ^{Aa}	0,13±0,00 ^{Aab}	0,11±0,01 ^{Aa}	0,12±0,01 ^{Ab}	0,08±0,00 ^{Aa}	0,14±0,01 ^{Aa}	% 0,8
C20:3n6	0,28±0,01 ^{Ba}	0,29±0,01 ^{ABa}	0,30±0,01 ^{ABa}	0,29±0,01 ^{ABa}	0,29±0,00 ^{ABa}	0,29±0,00 ^{ABa}	0,27±0,01 ^{Ba}	0,30±0,01 ^{ABa}	0,51±0,01 ^{Aa}	Kontrol
	0,28±0,01 ^{Ba}	0,27±0,01 ^{Ba}	0,29±0,01 ^{ABa}	0,28±0,01 ^{Ba}	0,50±0,01 ^{Aa}	0,28±0,01 ^{Bb}	0,28±0,01 ^{Ba}	0,31±0,01 ^{ABa}	0,32±0,00 ^{ABa}	% 0,2
	0,28±0,01 ^{BCa}	0,28±0,00 ^{BCa}	0,28±0,01 ^{BCa}	0,26±0,00 ^{Ca}	0,28±0,00 ^{Ca}	0,30±0,00 ^{ABa}	0,28±0,01 ^{BCa}	0,31±0,01 ^{Aa}	0,30±0,01 ^{ABa}	% 0,4
	0,30±0,01 ^{Aa}	0,44±0,00 ^{Aa}	0,27±0,01 ^{Aa}	0,30±0,01 ^{Aa}	0,29±0,01 ^{Aa}	0,27±0,01 ^{Ab}	0,28±0,01 ^{Aa}	0,29±0,01 ^{Aa}	0,29±0,00 ^{Aa}	% 0,8
C20:4n6	0,98±0,00 ^{Db}	1,07±0,01 ^{BCa}	1,11±0,01 ^{ABa}	1,12±0,02 ^{Aa}	1,10±0,01 ^{ABCa}	1,06±0,04 ^{Ca}	1,01±0,01 ^{Db}	1,07±0,01 ^{BCa}	1,10±0,02 ^{ABCab}	Kontrol
	1,05±0,02 ^{Ba}	1,02±0,03 ^{Bab}	1,08±0,08 ^{ABab}	1,04±0,01 ^{Bb}	1,09±0,02 ^{ABab}	1,08±0,02 ^{ABa}	1,02±0,00 ^{Bb}	1,10±0,01 ^{ABa}	1,14±0,01 ^{Aa}	% 0,2
	1,00±0,01 ^{Cb}	1,01±0,01 ^{Cb}	1,08±0,03 ^{Bab}	1,02±0,01 ^{Cb}	1,13±0,00 ^{Aa}	1,09±0,00 ^{ABa}	1,03±0,00 ^{Cb}	1,13±0,01 ^{Aa}	1,07±0,01 ^{Bb}	% 0,4
	1,06±0,01 ^{Ca}	1,00±0,01 ^{DEb}	0,98±0,01 ^{Eb}	1,03±0,01 ^{CDb}	1,04±0,02 ^{CDb}	1,05±0,01 ^{Ca}	1,11±0,03 ^{ABa}	1,14±0,01 ^{Aa}	1,10±0,02 ^{EBab}	% 0,8
C20:5n3	4,01±0,01 ^{Ca}	4,09±0,01 ^{BCb}	4,02±0,05 ^{Cb}	4,15±0,01 ^{BCc}	4,25±0,06 ^{ABa}	4,36±0,15 ^{Aa}	4,22±0,16 ^{ABCa}	4,03±0,01 ^{Ca}	3,48±0,11 ^{Db}	Kontrol
	3,99±0,06 ^{CDa}	4,19±0,03 ^{BCa}	4,18±0,21 ^{BCab}	4,20±0,06 ^{BCbc}	4,08±0,11 ^{CDb}	4,34±0,01 ^{Ba}	4,57±0,02 ^{Aa}	4,14±0,01 ^{BCDa}	3,91±0,08 ^{Da}	% 0,2
	3,98±0,08 ^{CDa}	4,14±0,02 ^{BCab}	4,13±0,04 ^{BCab}	4,48±0,13 ^{Aa}	4,06±0,01 ^{BCb}	4,23±0,00 ^{Ba}	4,44±0,12 ^{Aa}	3,97±0,04 ^{CDa}	3,85±0,07 ^{Da}	% 0,4
	3,94±0,01 ^{Ca}	4,08±0,03 ^{BCb}	4,42±0,01 ^{Aa}	4,44±0,11 ^{Ab}	4,22±0,01 ^{ABCab}	4,27±0,11 ^{ABa}	4,43±0,31 ^{Aa}	4,11±0,12 ^{BCa}	4,07±0,06 ^{BCa}	% 0,8
C22:2 cis	0,00±0,00 ^{Aa}	0,00±0,00 ^{Aa}	0,01±0,01 ^{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 ^{Ab}	0,01±0,01 ^{Aa}	Kontrol
	0,00±0,00 ^{Ba}	0,00±0,00 ^{Ba}	0,01±0,01 ^{Ba}	0,00±0,00 ^{Ba}	0,00±0,00 ^{Ba}	0,00±0,00 ^{Ba}	0,00±0,00 ^{Ba}	0,02±0,00 ^{Aa}	0,00±0,00 ^{Ba}	% 0,2
	0,00±0,00 ^{Ba}	0,00±0,00 ^{Ba}	0,01±0,01 ^{Ba}	0,00±0,00 ^{Ba}	0,01±0,00 ^{ABa}	0,02±0,00 ^{Aa}	0,00±0,00 ^{Ba}	0,00±0,00 ^{Bb}	0,00±0,00 ^{Ba}	% 0,4
	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}	0,01±0,01 ^{Aa}	0,00±0,00 ^{Aa}	0,01±0,01 ^{Ab}	0,00±0,00 ^{Aa}	% 0,8
C22:6n3	8,83±0,28 ^{BCa}	8,67±0,05 ^{Cb}	9,53±0,27 ^{Aa}	9,19±0,15 ^{ABa}	9,20±0,01 ^{ABC}	9,17±0,01 ^{ABb}	8,53±0,04 ^{Cc}	8,05±0,07 ^{Dc}	7,87±0,16 ^{Dc}	Kontrol
	8,93±0,11 ^{BCDa}	8,73±0,16 ^{Db}	9,65±0,11 ^{Aa}	9,51±0,06 ^{Aa}	9,60±0,01 ^{Ab}	9,11±0,10 ^{BCb}	9,15±0,04 ^{Bb}	8,83±0,18 ^{CDb}	8,19±0,06 ^{EB}	% 0,2
	9,18±0,04 ^{BCa}	9,54±0,16 ^{ABa}	9,34±0,32 ^{ABa}	9,37±0,49 ^{ABa}	9,71±0,08 ^{Aa}	9,33±0,06 ^{ABab}	9,11±0,01 ^{BCb}	8,73±0,04 ^{Cb}	8,15±0,06 ^{DBc}	% 0,4
	9,50±0,52 ^{Aa}	9,82±0,04 ^{Aa}	9,46±0,04 ^{Aa}	9,30±0,33 ^{ABa}	9,32±0,23 ^{ABbc}	9,45±0,13 ^{Aa}	9,86±0,11 ^{Aa}	9,74±0,30 ^{Aa}	8,80±0,10 ^{Ba}	% 0,8
ΣPUFA	35,56±0,20 ^{Bb}	36,06±0,13 ^{ABb}	36,57±0,54 ^{Aa}	36,66±0,08 ^{Aa}	35,72±0,06 ^{Bb}	35,53±0,21 ^{BCb}	34,89±0,33 ^{Cb}	34,21±0,07 ^{Dc}	33,72±0,16 ^{Dc}	Kontrol
	36,03±0,31 ^{Cab}	36,52±0,11 ^{BCab}	36,97±0,16 ^{ABa}	37,08±0,18 ^{Aa}	36,83±0,11 ^{ABa}	36,74±0,41 ^{ABa}	36,53±0,08 ^{BCa}	35,24±0,15 ^{Db}	34,77±0,23 ^{Db}	% 0,2
	36,46±0,21 ^{Bab}	36,66±0,33 ^{ABa}	36,78±0,25 ^{ABa}	37,12±0,35 ^{Aa}	36,87±0,11 ^{ABa}	36,80±0,09 ^{ABa}	36,69±0,24 ^{ABa}	36,35±0,25 ^{Ba}	35,41±0,23 ^{Cab}	% 0,4
	36,83±0,69 ^{Aa}	36,96±0,18 ^{Aa}	36,82±0,28 ^{Aa}	37,29±0,28 ^{Aa}	37,06±0,41 ^{Aa}	36,98±0,10 ^{Aa}	36,49±0,07 ^{ABa}	36,80±0,23 ^{Aa}	35,90±0,18 ^{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

Depolama süresi boyunca PUFA değerlerinde MUFA ve SFA değerlerinde olduğu gibi azalmalar tespit edilmiştir (Tablo 3). 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 %33,72 olarak gözlenmiştir. Depolama süresi boyunca tüm muamele grupları arasında günler

arasında istatistiksel farklılık olduğu gözlenmiştir (p<0,05). Gruplar arasına bakıldığında ise depolamanın 6. ve 8. günlerinde gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmezken depolamanın diğer günlerinde gruplar arasında istatistiksel farklılık belirlenmiştir (p<0,05). Depolamanın sonunda en yüksek toplam PUFA değeri % 35,90 ile % 0,8 nisin grubunda en düşük değerin ise kontrol grubunda % 33,72 olduğu gözlenmiştir.

Toplam PUFA 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) olduğu belirlenmiştir. PUFA'yı oluşturan en önemli yağ asitlerinin başında linoleik asit (C18:2n6) gelmektedir. Depolama süresi ile birlikte bu yağ asidinde düşüşler meydana gelmiştir. Depolamanın sonunda ise en yüksek linoleik asit (C18:2n6) oranı % 18.62 ile % 0.4 nisin grubunda tespit edilmiştir. Depolamanın başlangıcında en yüksek linolenik asidin % 3.32 ile % 0.8 nisin grubunda olduğu belirlenmiştir.

İnsan sağlığı ve gelişimi açısından esansiyel olan PUFA'lardan biri eikosapentaenoik (EPA) asittir. Depolama başlangıcında EPA oranı en yüksek ve en düşük değerleri sırasıyla % 4.01 ile kontrol grubunda, 3.94 ile % 0.8 nisin grubunda olduğu tespit edilmiştir. Depolamanın sonunda ise kontrol grubunun en düşük, % 0.8 nisin grubunun ise en yüksek EPA değerine sahip olduğu belirlenmiştir. PUFA'lar içerisinde insan sağlığı açısından önemli olan diğer bir yağ asidi de dokosaheksaenoik asit (DHA)'tir. Kontrol, % 0.2, % 0.4 ve % 0.8 nisin muamele grupları için DHA oranları sırasıyla % 7.87-9.53, % 8.19-9.65, % 8.15-9.71 ve % 8.80 - 9.86 arasında değiştiği ve depolama süresince genel olarak azaldığı gözlenmiştir. Sonuç olarak depolama süresi sonunda kontrol grubunun nisin muamele gruplarından daha düşük DHA oranına sahip olduğu, nisin uygulamasının kullanılan konsantrasyona bağlı olmakla birlikte kontrol grubundan daha yüksek DHA oranına sahip olduğu gözlenmiştir. Nisin uygulaması balık yağındaki DHA oranını kontrol grubuna göre daha iyi koruduğu belirlenmiştir.

Özogul vd. (2017), depolamanın başlangıcında toplam PUFA oranını % 30.11 olarak rapor ederken depolama süresi boyunca PUFA değerinde düşüşler olduğunu, kontrol grubunun duysal olarak reddedildiği depolamanın 12. gününde toplam PUFA değerinin % 22.47'e düştüğü ve depolamanın sonunda (18. gün) ise bu değer % 19.31 olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen PUFA değerlerinin araştırmacıların sonuçlarından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Behnama vd. (2015) depolama süresiyle birlikte PUFA değerlerinde keskin bir azalma olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar çalışmamızın sonuçlarını destekler nitelikte olmuştur. PUFA'lar arasında en çok linoleik asit, araşidonik asit, EPA ve DHA olduğunu bildiren Özogul vd. (2017), depolamanın başlarında bu yağ asitlerini kontrol grubu için sırasıyla % 15.46, % 1.59, % 4.53 ve % 7.07 olarak bildirmiştir. Depolamanın 12. gününde bu yağ asitlerinin oranlarının genel olarak azalmasıyla birlikte sırasıyla % 13.77, % 1.11, % 2.43 ve % 3.85 olduğunu ve depolamanın sonunda ise % 12.39, % 1.03, % 2.09 ve % 2.58 olduğunu bildirmiştir. Ayrıca PUFA içerisinde en yüksek oranda bulunan yağ asidinin de linoleik asit olduğunu gözlemlemiştir. Benzer sonuçlar yapmış olduğumuz çalışmada da gözlenmiştir. Fakat EPA ve DHA açısından oransal farklılıklar gözlenmiştir. Behnama vd. (2015) kontrol ve nisin grupları için EPA+DHA'nın başlangıç değerleri (0. gün için) sırasıyla % 5.93 ve % 6.36 olarak bildirmiştir. Depolama süresiyle birlikte bu yağ asitlerinde azalma tespit eden araştırmacılar,

muamele grubunda belirledikleri daha yüksek değerlerin, nisin antioksidan aktivitesine bağlı olabileceğini bildirmişlerdir.

Depolama süresi boyunca tüm gruplarda kantitatif olarak en yüksek yağ asitlerini sırasıyla PUFA, ardından MUFA ve son olarak SFA oluşturmaktadır. Ozogul vd. (2017) ise en yüksek yağ asitleri sıralamasını MUFA>PUFA>SFA olarak bildirmişlerdir. Behnama vd. (2015), kontrol grubu ve nisin ile muamele edilerek vakum paketlenmiş gökkuşuğu alabalığı filetolarının yağ asitleri içeriklerini karşılaştırdıkları çalışmada tüm gruplarda en yüksek yağ asitleri grubunu sırasıyla MUFA, ardından PUFA ve son olarak SFA oluşturduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar çiftlik üretimi olan gökkuşuğu alabalıklarının yağ asitleri kompozisyonu üzerinde çalışan Blanchet vd. (2005) ve Timberg vd. (2011)'nin sonuçları ile ters düşmektedir. Bu araştırmacıların çalışmasında ise mevcut çalışmaya benzer olarak balık etindeki en yüksek yağ asitleri oranını PUFA'lar oluşturmaktadır. Bu farklılıklar muhtemelen balık yemi bileşimi, çevresel koşullar, balık yaşı ve hatta yem katkı maddelerinden kaynaklanmaktadır.

Nisin uygulanarak vakum paketlenip soğukta depolanan levrek filetolarının Σ PUFA/ Σ SFA, Σ n-3, Σ n-6, Σ n-6/n-3, DHA/EPA içerikleri Tablo 4' te verilmiştir. PUFA/SFA oranına baktığımız zaman depolamanın başlangıcında ve sonunda en yüksek değer % 0.8 nisin grubunda (sırasıyla % 1.74 ve % 1.72) olduğu gözlenmiştir. Behnama vd. (2015), PUFA/SFA oranının 16 günlük depolama süresince incelenen tüm örneklerde tavsiye edilen minimum limitin (0.45) üstünde olduğunu bildirmişlerdir. Toplam Σ n3 yağ asitleri miktarına baktığımızda depolamanın başlangıcında ve sonunda en yüksek Σ n3 miktarının % 0.8 nisin grubunda olduğu, en düşük değer ise kontrol grubunda olduğu gözlenmiştir.

Nisin muamele gruplarında kontrol grubuna kıyasla depolama sonunda Σ n3 miktarının daha fazla olduğu belirlenmiştir. Σ n6 oranını ele aldığımızda ise Σ n3 miktarında olduğu gibi nisin muamele gruplarının kontrol grubundan daha iyi bir sonuç verdiği gözlenmiştir. DHA/EPA oranlarına bakıldığında depolamanın başlangıcında en yüksek değer % 0.8 nisin grubunda olduğu en düşük değer ise kontrol grubunda olduğu belirlenmiştir. Depolama süresiyle birlikte günler arasında istatistiksel farklılık olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Depolama sonunda ise en düşük DHA/EPA değerinin % 0.2 nisin grubunda, en yüksek değer ise kontrol grubunda olduğu belirlenmiştir. Birçok araştırmacı tarafından önerilen Σ n6/n3 oranı 1, 2 ve maksimum 4 olarak belirtilmiştir (Candela vd., 2011; Granados vd., 2006; HMSO, 1994). Behnama vd. (2015), tüm örneklerin depolama süresi boyunca n6/n3 oranı tavsiye edilen aralıkta olduğunu bildirmişlerdir. Depolama süresi ile nisin muamelesinin gökkuşuğu alabalığı filetolarında n6/n3 değerleri arasında istatistiksel önemde bir fark olmadığı bulunmuştur ($p<0.05$). Mevcut çalışmada ise Σ n6/n3 oranının 1.11 ile 1.31 aralığında olduğu gözlenmiştir. Elde edilen sonuçların araştırmacılar tarafından önerilen limit değerlerin içerisinde olduğu tespit edilmiştir. En yüksek Σ n6/n3 değerinin depolamanın sonunda kontrol grubunda olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4. Farklı konsantrasyonlarda nisin uygulanarak vakum paketlenen levrek filetoalarının soğukta depolanması süresince meydana gelen ΣPUFA/ΣSFA, Σn-3, Σn-6, n-6/n-3, DHA/EPA içerikleri

Table 4. The contents in ΣPUFA/ΣSFA, Σn-3, Σn-6, n-6/n-3, DHA/EPA of vacuum-packed sea bass fillets during cold storage by applying nisin at different concentrations

Yağ Asitleri	Depolama Günleri									Gruplar
	0	3	6	8	10	12	14	16	18	
ΣSFA	21,07±0,53 ^{Aa}	20,90±0,16 ^{ABa}	21,11±0,20 ^{ABa}	21,41±0,42 ^{Aa}	20,95±0,01 ^{ABa}	20,90±0,16 ^{ABa}	20,87±0,26 ^{ABa}	20,71±0,12 ^{ABa}	20,63±0,09 ^{Bab}	Kontrol
	21,59±0,13 ^{ABa}	21,11±0,27 ^{BCa}	21,05±0,08 ^{Ca}	21,78±0,06 ^{Aa}	20,85±0,24 ^{CDa}	20,63±0,18 ^{CDa}	20,71±0,11 ^{CDa}	20,69±0,49 ^{CDa}	20,37±0,20 ^{Db}	% 0,2
	21,34±0,40 ^{ABa}	21,08±0,09 ^{BCa}	20,76±0,18 ^{Ca}	21,61±0,08 ^{Aa}	20,93±0,19 ^{BCa}	20,77±0,11 ^{Ca}	20,98±0,29 ^{BCa}	20,85±0,15 ^{BCa}	20,96±0,19 ^{BCa}	% 0,4
	21,22±0,07 ^{ABCa}	21,30±0,21 ^{ABa}	20,78±0,29 ^{Ca}	21,50±0,06 ^{Aa}	20,73±0,14 ^{Ca}	20,73±0,06 ^{Ca}	21,08±0,05 ^{ABCa}	21,17±0,40 ^{ABCa}	20,92±0,25 ^{BCa}	% 0,8
ΣMUFA	32,42±0,18 ^{Dc}	33,65±0,15 ^{ABa}	32,88±0,30 ^{CDa}	33,28±0,04 ^{ABCa}	33,92±0,18 ^{Abc}	33,11±0,45 ^{BCa}	30,52±0,32 ^{Eb}	30,46±0,04 ^{Eb}	30,35±0,22 ^{Ed}	Kontrol
	33,14±0,13 ^{CDb}	33,59±0,56 ^{BCa}	32,71±0,17 ^{DEa}	33,54±0,08 ^{BCa}	35,22±0,43 ^{Aa}	34,05±0,36 ^{Ba}	32,68±0,16 ^{DEa}	32,34±0,19 ^{Ea}	31,60±0,08 ^{Fc}	% 0,2
	33,67±0,02 ^{Aa}	33,48±0,06 ^{ABa}	33,01±0,79 ^{ABCa}	33,01±0,44 ^{ABCa}	33,69±0,10 ^{Ac}	33,85±0,18 ^{Aa}	32,71±0,41 ^{BCa}	32,68±0,17 ^{BCa}	32,40±0,02 ^{Cb}	% 0,4
	33,55±0,06 ^{ABa}	33,73±0,10 ^{ABa}	33,10±0,68 ^{ABa}	33,62±0,47 ^{ABa}	34,14±0,16 ^{Ab}	33,27±0,52 ^{ABa}	32,84±0,61 ^{Ba}	32,90±0,28 ^{Ba}	33,70±0,29 ^{ABa}	% 0,8
ΣPUFA	35,56±0,20 ^{Bb}	36,06±0,13 ^{Abb}	36,57±0,54 ^{Aa}	36,66±0,08 ^{Aa}	35,72±0,06 ^{Bb}	35,53±0,21 ^{BCb}	34,89±0,33 ^{Cb}	34,21±0,07 ^{Dc}	33,72±0,16 ^{Dc}	Kontrol
	36,03±0,31 ^{Cab}	36,52±0,11 ^{BCab}	36,97±0,16 ^{ABa}	37,08±0,18 ^{Aa}	36,83±0,11 ^{ABa}	36,74±0,41 ^{ABa}	36,53±0,08 ^{BCa}	35,24±0,15 ^{Db}	34,77±0,23 ^{Db}	% 0,2
	36,46±0,21 ^{Bab}	36,66±0,33 ^{ABa}	36,78±0,25 ^{ABa}	37,12±0,35 ^{Aa}	36,87±0,11 ^{ABa}	36,80±0,09 ^{ABa}	36,69±0,24 ^{ABa}	36,35±0,25 ^{Ba}	35,41±0,23 ^{Cab}	% 0,4
	36,83±0,69 ^{Aa}	36,96±0,18 ^{Aa}	36,82±0,28 ^{Aa}	37,29±0,28 ^{Aa}	37,06±0,41 ^{Aa}	36,98±0,10 ^{Aa}	36,49±0,07 ^{ABa}	36,80±0,23 ^{Aa}	35,90±0,18 ^{Ba}	% 0,8
ΣPUFA/SFA	1,69±0,05 ^{ABCa}	1,73±0,01 ^{ABa}	1,73±0,04 ^{Aa}	1,71±0,04 ^{ABCa}	1,70±0,00 ^{ABCb}	1,70±0,00 ^{ABCb}	1,67±0,04 ^{ABCb}	1,65±0,01 ^{BCb}	1,63±0,00 ^{Cb}	Kontrol
	1,67±0,02 ^{Da}	1,73±0,03 ^{BCa}	1,76±0,00 ^{ABa}	1,70±0,00 ^{CDa}	1,77±0,03 ^{ABa}	1,78±0,00 ^{Aa}	1,76±0,01 ^{ABa}	1,70±0,03 ^{CDab}	1,71±0,01 ^{CDa}	% 0,2
	1,71±0,02 ^{BCa}	1,74±0,01 ^{ABCa}	1,77±0,00 ^{Aa}	1,72±0,02 ^{ABCa}	1,76±0,02 ^{Aa}	1,77±0,01 ^{Aa}	1,75±0,04 ^{ABab}	1,74±0,02 ^{ABCa}	1,69±0,01 ^{Ca}	% 0,4
	1,74±0,04 ^{ABCa}	1,74±0,01 ^{ABCa}	1,77±0,01 ^{ABCa}	1,73±0,02 ^{ABCa}	1,79±0,03 ^{Aa}	1,78±0,01 ^{ABa}	1,73±0,00 ^{BCab}	1,74±0,04 ^{ABCa}	1,72±0,01 ^{Ca}	% 0,8
Σn6	19,46±0,10 ^{BCb}	19,90±0,06 ^{ABb}	19,73±0,28 ^{ABa}	19,94±0,21 ^{Aa}	19,01±0,13 ^{CDb}	18,65±0,08 ^{Db}	18,77±0,16 ^{Db}	18,72±0,01 ^{Dc}	19,04±0,13 ^{CDb}	Kontrol
	19,91±0,13 ^{ABab}	20,26±0,01 ^{Aa}	19,88±0,15 ^{ABa}	19,94±0,10 ^{ABa}	19,71±0,09 ^{ABa}	19,90±0,26 ^{ABa}	19,50±0,12 ^{BCa}	19,01±0,49 ^{Cbc}	19,14±0,23 ^{Cb}	% 0,2
	19,93±0,18 ^{Aab}	19,68±0,08 ^{Ac}	20,02±0,51 ^{Aa}	19,83±0,01 ^{Aa}	19,75±0,09 ^{Aa}	19,77±0,06 ^{Aa}	19,77±0,33 ^{Aa}	20,20±0,15 ^{Aa}	19,99±0,19 ^{Aa}	% 0,4
	19,98±0,25 ^{ABa}	19,79±0,21 ^{ABCb}	19,75±0,11 ^{ABCa}	20,01±0,00 ^{ABa}	20,07±0,18 ^{Aa}	19,97±0,11 ^{ABa}	18,87±0,13 ^{Db}	19,67±0,13 ^{BCab}	19,56±0,13 ^{Cab}	% 0,8
Σn3	16,00±0,26 ^{Ba}	16,04±0,06 ^{Bb}	16,73±0,25 ^{Aa}	16,59±0,13 ^{Aa}	16,58±0,06 ^{Aa}	16,78±0,11 ^{Aa}	15,99±0,16 ^{Bc}	15,39±0,08 ^{Cc}	14,57±0,02 ^{Dd}	Kontrol
	16,03±0,22 ^{Ba}	16,16±0,13 ^{Bb}	16,97±0,32 ^{Aa}	17,01±0,08 ^{Aa}	17,00±0,21 ^{Aa}	16,71±0,14 ^{Aa}	16,96±0,05 ^{Ab}	16,12±0,33 ^{Bb}	15,57±0,01 ^{Cb}	% 0,2
	16,43±0,07 ^{DEa}	16,88±0,25 ^{ABa}	16,69±0,26 ^{BCa}	17,16±0,35 ^{Aa}	16,98±0,02 ^{ABa}	16,91±0,02 ^{ABa}	16,80±0,09 ^{ABCb}	16,07±0,09 ^{Eb}	15,33±0,05 ^{Fc}	% 0,4
	16,76±0,47 ^{BCa}	17,07±0,03 ^{ABa}	16,99±0,13 ^{ABa}	17,15±0,28 ^{ABa}	16,87±0,23 ^{Ba}	16,90±0,21 ^{ABa}	17,51±0,19 ^{Aa}	17,05±0,37 ^{ABa}	16,21±0,05 ^{Ca}	% 0,8
Σn6/n3	1,22±0,03 ^{Ba}	1,24±0,00 ^{Ba}	1,18±0,00 ^{CDa}	1,20±0,02 ^{BCDa}	1,15±0,01 ^{Ea}	1,11±0,00 ^{Fb}	1,17±0,00 ^{DEa}	1,22±0,01 ^{BCab}	1,31±0,01 ^{Aa}	Kontrol
	1,24±0,01 ^{Aa}	1,25±0,01 ^{Aa}	1,17±0,03 ^{Ca}	1,17±0,00 ^{Ca}	1,16±0,02 ^{Ca}	1,19±0,01 ^{BCa}	1,15±0,01 ^{Ca}	1,18±0,05 ^{BCb}	1,23±0,01 ^{ABb}	% 0,2
	1,21±0,01 ^{BCa}	1,17±0,01 ^{CDb}	1,20±0,05 ^{CDa}	1,16±0,02 ^{Da}	1,16±0,00 ^{CDa}	1,17±0,00 ^{CDa}	1,18±0,03 ^{CDa}	1,26±0,00 ^{ABa}	1,30±0,01 ^{Aa}	% 0,4
	1,19±0,02 ^{ABa}	1,16±0,01 ^{Bb}	1,16±0,00 ^{Ba}	1,17±0,02 ^{ABa}	1,19±0,01 ^{ABa}	1,18±0,02 ^{ABa}	1,08±0,02 ^{Cb}	1,15±0,03 ^{Bb}	1,21±0,00 ^{Ab}	% 0,8
DHA/EPA	2,20±0,06 ^{Ba}	2,12±0,00 ^{BCDc}	2,37±0,10 ^{Aa}	2,22±0,04 ^{Ba}	2,16±0,03 ^{BCb}	2,11±0,07 ^{BCDa}	2,02±0,07 ^{CDa}	2,00±0,01 ^{Dc}	2,26±0,12 ^{ABa}	Kontrol
	2,24±0,01 ^{ABa}	2,08±0,05 ^{Cc}	2,31±0,09 ^{ABb}	2,26±0,02 ^{ABa}	2,36±0,06 ^{Aa}	2,10±0,03 ^{Ca}	2,00±0,00 ^{Da}	2,13±0,04 ^{BCbc}	2,10±0,06 ^{Ca}	% 0,2
	2,31±0,04 ^{ABa}	2,31±0,03 ^{ABb}	2,26±0,06 ^{ABCab}	2,09±0,17 ^{Da}	2,39±0,03 ^{Aa}	2,20±0,02 ^{BCDa}	2,05±0,06 ^{Da}	2,20±0,03 ^{BCDb}	2,12±0,06 ^{CDa}	% 0,4
	2,41±0,12 ^{Aa}	2,41±0,01 ^{Aa}	2,14±0,01 ^{Cb}	2,10±0,13 ^{Ca}	2,21±0,05 ^{ABCb}	2,22±0,03 ^{ABCa}	2,23±0,18 ^{ABCa}	2,37±0,00 ^{ABa}	2,16±0,05 ^{BCa}	% 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.

SONUÇ

Nisin ve vakum paketlenme uygulamalarının soğukta (4±2°C) depolanan levrek filetoalarında lipit oksidasyonunu kontrol grubuna kıyasla geciktirdiği ve en yüksek PUFA içeriğinin % 0.8 nisin (% 35.90) muamele grubunda olduğu

tespit edilmiştir. Bu durumda nisin uygulamanın kontrol grubuna kıyasla yağ asitlerinin oto-oksidasyon reaksiyonunu geciktirdiği düşünülmektedir. Nisinin vakum paketlenme ile birlikte kullanılması, balıkların yağ asitleri içeriğini koruduğu ve su ürünleri için koruyucu olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir.

REFERENCES

- 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. DOI: [10.1016/j.foodcont.2013.07.004](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.07.004).
- Anonim, 2000. "http://rraids.medscape.com/reuters/profr1999r10r10.28rpb10289b.html", 2000. Marathon Enterprises Recalls Hotdogs Due to Possible Listeria Contamination.
- Bauer, R. & Dicks, L.M.T. (2005). Mode of action of lipid II-targeting lantibiotics. *International Journal of Food Microbiology*, 101(2), 201-216. DOI: [10.1016/j.ijfoodmicro.2004.11.007](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.11.007)
- 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. DOI: [10.1007/s13197-013-1241-2](https://doi.org/10.1007/s13197-013-1241-2)
- Blanchet, C., Lucas, M., Julienc, P., Morind, R., Gingras, S. & Dewailly, É. (2005). Fatty acid composition of wild and farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Lipids*, 40, 529-531. DOI: [10.1007/s11745-005-1414-0](https://doi.org/10.1007/s11745-005-1414-0)
- 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. DOI: [10.1590/S0212-16112011000200013](https://doi.org/10.1590/S0212-16112011000200013).
- Ceylan, Z. (2014). Nisin ve ışınlama uygulamalarının birlikte kullanılmasının soğukta depolanan balığın raf ömrüne etkisi. *Istanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi. 104.
- Erkan, N. & Özden, Ö. (2008). Quality assessment of whole and gutted sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(9), 1549-1559. DOI: [10.1111/j.1365-2621.2007.01579.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01579.x)
- 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(0), 1e8. DOI: [10.1016/j.foodcont.2013.09.010](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.09.010)
- 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. DOI: [10.1111/j.1745-4565.2010.00281.x](https://doi.org/10.1111/j.1745-4565.2010.00281.x)
- Gökoglu, N., Cengiz, E. & Yerlikaya, P. 2004. Determination of the shelf life of marinated sardine (*Sardina pilchardus*) stored at 4°C. *Food Control*, 15(1), 1-4. DOI: [10.1016/S0956-7135\(02\)00149-4](https://doi.org/10.1016/S0956-7135(02)00149-4)
- Granados, S., Quiles, J.L., Gil, A. & Ramírez-Tortosa, M.C. (2006). Lípidos de la dieta y cáncer. *Nutrición Hospitalaria*, 21,44-54.
- Halliwell, B., Murcia, M. A., Chirico, S. & Aruoma, O. I. (1995). Free radicals and antioxidants in food and in vivo: What they do and how they work. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 35, 7-20. DOI: [10.1080/10408399509527682](https://doi.org/10.1080/10408399509527682)
- 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.
- 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. DOI: [10.1007/BF02522648](https://doi.org/10.1007/BF02522648)
- Itsiopoulos, C., Hodge, A. & Kaimakamis, M. (2009). Can the Mediterranean diet prevent prostate cancer? *Molecular Nutrition & Food Research*, 53(2), 227-239. DOI: [10.1002/mnfr.200800207](https://doi.org/10.1002/mnfr.200800207)
- Juneja, V.K., Dwivedi, H.P. & Yan, X. (2012). Novel natural food antimicrobials. *Annual Review of Food Science and Technology*, 3(1), 381e403. DOI: [10.1146/annurev-food-022811-101241](https://doi.org/10.1146/annurev-food-022811-101241)
- Kaya, Y., Duyar, H.A. & Erdem, M.E. (2004). The importance of fish fatty acids on human health. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 21(3/4), 365-370.
- Kinsella, J.E. (1987). Seafoods and fish oils in human health and disease. Marcel Dekker, Inc. New York, 231-236. DOI: [10.1016/0167-5273\(89\)90287-8](https://doi.org/10.1016/0167-5273(89)90287-8)
- Leaf, A. & Weber, P.C. (1988). Cardiovascular Effects of n-3 Fatty Acids. *New England Journal of Medicine*, 318(9), 549-557.
- Llauradó, E., Albar, S.A., Giralt, M., Solà, R. & Evans, C.E.L. (2016). The effect of snacking and eating frequency on dietary quality in British adolescents. *European Journal of Nutrition*, 55(4), 1789-1797. DOI: [10.1007/s00394-015-0997-8](https://doi.org/10.1007/s00394-015-0997-8)
- Mead, P.S., Slutsker, L., Dietz, V., McCaig, L.F., Bresee, J.F., Shapiro, C., Griffin, P.M. & Tauxe, R.V. (1999). Food-related illness and death in the United States. *Emerging Infectious Diseases*, 5(5), 607-625. DOI: [10.3201/eid0505.990502](https://doi.org/10.3201/eid0505.990502)
- Mills, S., Stanton, C., Hill, C. & Ross, R.P. (2011). New developments and applications of bacteriocins and peptides in foods. *Annual Review of Food Science and Technology*, 2, 299e329. DOI: [10.1146/annurev-food-022510-133721](https://doi.org/10.1146/annurev-food-022510-133721)
- Özden, Ö. & Erkan, N. (2008). Comparison of biochemical composition of three aquacultured fishes (*Dicentrarchus labrax*, *Sparus aurata*, *Dentex dentex*). *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59(7-8), 545-557.
- Özogul, Y., Durmus, M., Uçar, Y., Köşker, A.R. & Ozogul, F. (2017). The combined impact of nanoemulsion based on commercial oils and vacuum packing on the fatty acid profiles of sea bass filets. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(6), e13222. DOI: [10.1111/jfpp.13222](https://doi.org/10.1111/jfpp.13222)
- Palmquist, D.L. (2009). Omega-3 fatty acids in metabolism, health, and nutrition and for modified animal product foods. *The Professional Animal Scientist*, 25(3), 207-249. DOI: [10.15232/S1080-7446\(15\)30713-0](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30713-0)
- Rendeiro, C., Sheriff, A., Bhattacharya, T.K., Gogola, J.V., Baxter, J.H., Chen, H. & Rhodes, J.S. (2016). Long-lasting impairments in adult neurogenesis, spatial learning and memory from a standard chemotherapy regimen used to treat breast cancer. *Behavioural Brain Research*, 315, 10-22. DOI: [10.1016/j.bbr.2016.07.043](https://doi.org/10.1016/j.bbr.2016.07.043)
- 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. DOI: [10.1093/ajcn/54.3.438](https://doi.org/10.1093/ajcn/54.3.438)
- Stoll, B.A. (2002). N-3 fatty acids and lipid peroxidation in breast cancer inhibition. *British Journal of Nutrition*, 87(3), 193-198. DOI: [10.1079/BJN2001512](https://doi.org/10.1079/BJN2001512)
- Timberg, L., Kuldjärv, R., Koppel, K. & Paalme, T. (2011). Rainbow trout composition and fatty acid content in Estonia. *Agronomy Research*, 9, 495-500
- TÜİK. (2017). Turkish Statistical Institute, Fisheries statistics—2009. Prime Ministry Publications, Publication Number; 3624, 58p, Ankara, Turkey.
- 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. DOI: [10.1111/j.1745-4573.2009.00164.x](https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2009.00164.x)
- Yazgan, H. (2013). çiçek yağı ile hazırlanan nanoemülsiyonun soğukta (2±2°C) depolanan levrek (*Dicentrarchus labrax*) ve çipura (*Sparus aurata*) filetlerinin duyu, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkisi. *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Doktora Tezi, 100.
- Yıldız, M., Şener, E. & Timur, M. (2008). Effects of differences in diet and seasonal changes on the fatty acid composition in filets 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. DOI: [10.1111/j.1365-2621.2007.01526](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01526)