



Deniz Levreği ve Çipura Yemlerinde Totoks Değerlerinin Zamana Bağlı Değişimi Üzerine Bir Araştırma

Önder YILDIRIM* İsmail Berat ÇANTAŞ

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği, Muğla/TÜRKİYE

Geliş/Received: 03.03.2020

Kabul/Accepted: 16.06.2020

Atıf yapmak için: Yıldırım, Ö. & Çantaş, İ.B. (2020). Deniz Levreği ve Çipura Yemlerinde Totoks Değerlerinin Zamana Bağlı Değişimi Üzerine Bir Araştırma. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(2), 264-269.

How to cite: Yıldırım, Ö. & Çantaş, İ.B. (2020). A Study on the Time-Dependent Change of Totox Values in Feeds of Marine Fish. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(2), 264-269.

<https://orcid.org/0000-0003-2591-0310>
 <https://orcid.org/0000-0002-2074-4985>

***Sorumlu yazarın:**

Önder YILDIRIM
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Su
Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği,
Muğla/Türkiye.
✉: onderyildirim@mu.edu.tr
Cep telefonu : +90 (542) 321 07 48
Faks : +90 (252) 211 18 86

Öz: Su ürünleri yetiştiriciliğinde en önemli kriterlerin başında, yemden maksimum yararlanma ve yem masrafını minimize etme gelmektedir. Yemden yararlanmayı etkili kılabilecek en önemli faktörlerinden biri yem üretimi ve depolanma şartlarıdır. Yemin en uygun ortamda saklanarak olası oksidasyon gibi durumların önüne geçilmesi önemlidir. Yemlerde oksidasyon hesaplanırken totoks değeri kullanılmaktadır. Totoks değeri de ölçülen peroksit sayısı ve p-anisidin değerlerinin formülasyonda yerine konulmasıyla elde edilmektedir. Bu çalışmada, iki farklı depolama koşulunda +4 °C ve oda sıcaklığında (+24 °C). Deniz levreği ve çipura yemindeki totoks değeri 45 gün boyunca takip edilmesi ve balık için verilir verilmeyeceğinin tespiti amaçlanmıştır. Başlangıçta, 24 °C ve +4 °C'de peroksit sayısı sırasıyla 5,94±0.40 ve 6,83±1.23; p-anisidin değerleri 6,21±0.22 ve 6,42±0.47; totoks değerleri ise 18,09±0.82 ve 20,08±2.98; 45. Gün sonunda ise 24 °C ve +4 °C'de peroksit sayısı sırasıyla 8,86±0.95 ve 4,91±0.17; p-anisidin değerleri 7,23±1.22 ve 8,08±1.23; totoks değerleri ise 24,94±1.30 ve 17,89±0.33 olarak tespit edilmiştir. Totoks değerinin sınır değer olarak kabul edilen 25'in üzerinde görülmesi bozulma göstergesi olarak kabul edilebilir. Sonuç olarak balık yemlerinde ilk 30 günlük sürede +24°C sıcaklıkta veya +4 °C'de depolanması arasında oksidasyon açısından önemli bir fark olmadığı görülmüştür. Bununla beraber, 45 günlük depolamada +4°C'de saklanan yemlerde totoks değerlerinin daha az okside olduğu tespit edilmiştir (p<0.05).

Anahtar kelimeler: Balık yemi, depolama, peroksit değeri, p-anisidin değeri.

A Study on the Time-Dependent Change of Totox Values in Feeds of Marine Fish

Abstract: The most important factor in aquaculture is the maximum utilization of feed and also the minimum costs. Among the important factors on the utilization of feed is the production of feed processes and storage conditions. By ensuring that the feed is stored under the best conditions, it will be helped to prevent oxidation. The totox value is one of the values which express the calculated amount of oxidation in the feed. It could be obtained by substituting the measured peroxide amount and p-anisidine values in a formula. The aim of this study, to obtain the totox values in the feed of European sea bass and sea bream species. The feeds were stored under two different storage temperatures (at +4°C and + 24°C) for 45 days. In the beginning, the values of peroxides at 24 °C and + 4°C was obtained as 5.94 ± 0.40 and 6.83 ± 1.23, respectively; p-anisidine values were 6.21 ± 0.22 and 6.42 ± 0.47; totox values were 18.09 ± 0.82 and 20.08 ± 2.98. At the end of the storage days (45th day), the values of peroxides at 24°C and + 4°C was calculated as 8.86 ± 0.95 and 4.91 ± 0.17; p-anisidine values were 7.23 ± 1.22 and 8.08 ± 1.23; totox values were found to be 24.94 ± 1.30 and 17.89 ± 0.33. As a result, there was no statistically significant difference in totox values of feeds stored at different temperatures during the first 30 days. However, feeds stored at +4°C showed less totox values (p <0.05) compare to 24°C at the end of the trial (45 days).

***Corresponding author's:**

Önder YILDIRIM
Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of
Fisheries, Aquaculture, Muğla/Türkiye.
✉: onderyildirim@mu.edu.tr
Mobile telephone : +90 (542) 321 07 48
Fax : +90 (252) 211 18 86

Keywords: Fish feed, feed storage, peroxide value, p-anisidine value.

GİRİŞ

FAO verilerine göre 2018 yılında Dünya’da 82,1 milyon ton su ürünleri yetiştiriciliği gerçekleştirilmiştir (algler, diğer deniz canlıları hariç). Yetiştiricilik yoluyla elde edilen üretim miktarının 51,3 milyon tonu iç sulardan, 30,8 milyon tonu ise denizlerde yapılan yetiştiricilikten elde edilmiştir. Dünya çapında kişi başına yıllık su ürünleri tüketim miktarı ortalama 20,5 kg’dır (FAO, 2020).

Türkiye’de su ürünleri yetiştiriciliği giderek artış göstermektedir. Yaklaşık son yirmi yıllık gelişimine bakıldığında, 2000 yılında 79.031 ton, 2005 yılında 118.277 ton, 2010 yılında 167.141 ton ve 2019 yılında 373.356 ton su ürünleri yetiştiriciliğinden üretim gerçekleşmiştir. 2019 yılında en fazla yetiştirilen türler ise 137.419 ton ile Akdeniz deniz levreği, 123.089 ton ile Gökkuşluğu alabalığı ve 99.730 ton ile çipura olmuştur (TUİK, 2020). Türkiye, Avrupa deniz levreğinde ve çipura yetiştiriciliğinde dünya lideri konumundadır.

Dünya’da yem üretimi 2018 yılında 1,103 milyar ton olarak tespit edilmiş olup, bunun içinde ise 40,1 milyon tonluk su ürünleri yemi de bulunmaktadır (Alltech, 2019). Türkiye’de balık yetiştiriciliğinin sağlanması için 2018 yılında 446 bin ton balık yemi üretimi gerçekleşmiştir (Türkiyemir, 2019). Su ürünleri yetiştiriciliğinin temel esaslarından biriside yem masrafını minimize etmek ve yemden maksimum olarak yararlanmaktır. Yemden yararlanmayı etkili kılabilecek en önemli faktörlerinden biri yemin üretim sırasında sürekli olarak temini ve depolanma şartlarıdır. Araştırmacılar yem maliyetini azaltmak için farklı hammadde arayışlarını sürdürmektedir (Arıman Karabulut vd., 2016). Yem, en uygun ortamda saklanarak meydana gelecek bozulmalar ve oksidasyon gibi durumların önüne geçilmelidir. Yağlar, depolanma süresince oksijen, metal iyonları, sıcaklık, ışık gibi fiziksel ve kimyasal faktörlerin etkileriyle bozulabilirler (Erciyes Üni. Gıda Müh., 2019). Ayrıca, oksijen, doymamış yağ asitlerini parçalayarak daha küçük moleküllü yağ asitlerinin meydana gelmesine de neden olur. Yağların oksidasyon düzeyini saptamak için, birincil oksidasyon ürünleri hidroperoksitler peroksit sayısı yöntemiyle hesaplanır kullanılan en yaygın ve eski metottur (Frankel, 2005).

Anisidin değerinin ölçülmesi yağlardaki ikincil oksidasyon ürünlerinin saptanması yoluyla olmaktadır. Metot spesifik olmayan ikincil oksidasyon ürünlerinin ya da uçucu olmayan karbonil bileşiklerinin tahmini ile saptanır. Bu bileşikler hidroperoksitlerden dekompoze olmuşlardır ve genelde aldehitleri içerirler. Farklı iki aldehit olan 2-alkenaller ve 2.4-dienallerin anisidin değeri üzerinde büyük etkisi vardır (AOCS, 1990). Diğer sonradan yapılan çalışmalara göre ise bu metodun ikincil oksidasyon ürünlerini tam yansıtamayabileceği bildirilmiştir (Frankel, 2005; Olsen, 2005). Bilimsel olarak hangi bileşiğin anisidin değerinde kullanılacağı tam olarak saptanamamıştır

(Frankel, 2005). Anisidin değeri taze işlenmiş yağların depolanmadaki stabilitesi tahmininde yaklaşık bir ölçü olarak kullanılabilir (Frankel, 2005; Kasbo,2011). Yukarıda açıklandığı üzere yağlarda oksidasyon seviyesinin belirlenmesi kalite açısından oldukça kritiktir. Bunları belirlemek için bir dizi test mevcuttur. Peroksit sayısı lipid oksidasyonunda ilk ürünleri saptamaya yararken, p-anisidin ise ikincil ürünlerin (aldehit ve ketonlar) ölçümünü yapmaktadır. GOED (EPA ve DHA içeren ürünlere ilişkin kurulmuş, uluslararası birlik), yağların kritik sınırlarını sırasıyla; peroksit sayısı için <5 mEq/kg ve anisidin değeri için <20 ve totoks değeri için <26 olarak bildirmiştir (Kasbo, 2011). Lipid oksidasyonu ardışık bir süreçtir. Peroksit değerinin artışı, anisidin değeri artışı takip eder. Aynı yağdaki oksidasyon ürünlerin maksimum düzeyini bulmak için de toplam oksidasyon (totoks) değeri kurulmuştur (FAO/WHO codex alimentarius Commission, 2015; Kasmiran, 2016).

İşletmelerde yapılan görüşmeler sonunda, balık yemlerinde yağ oranı, gökkuşluğu alabalığı yemlerinde yavru balık için ortalama %10-16 arasında, büyütme yemlerinde %16-20 oranında, Avrupa deniz levreğinde yavru yemlerinde %14-16, büyütme yemlerinde %18-24 arasında ve çipura yavru yemlerinde %14-16, büyütme döneminde yaklaşık %18-24 arasında değişmektedir. Yine işletmelerle yaptığımız görüşmeler neticesinde, yemin tesise girdikten sonra kış aylarında en geç 60 gün, yaz aylarında ise 45 gün içinde tüketildikleri, daha uzun depolanma süreçlerine maruz kalmadıkları bilgisine ulaşılmıştır.

Totoks Değeri: Yenilebilen yağların kalite değerlerini saptamak için önemli bir değerdir. Peroksit ve p-anisidin değeri ile bulunur.

Totoks Değeri= 2 X Peroksit Sayısı + p-anisidin değeri.

Totoks değeri, ürünün anlık durumunu (peroksit sayısını kullanarak) ve geçmişini (anisidin değeri) dikkate almaktadır. Buna göre totoks değerindeki farklar ayrı ayrı değerlere göre daha büyük bir önem arz etmektedir. Bu yöntem önceden beri bilinmesine rağmen yağlarda herhangi bir limit ya da resmi standart kalite kriteri bulunmamaktadır. İyi rafine yağlarda anisidin değeri için 10 limit değeri kural olarak kullanılmaktadır. Frankel, (2005)’e göre anisidin değerinin iyi kaliteli yağlarda 4’ün altında olmasını tavsiye etmiştir. German Society for Fat Sciences (DGF) ise rafine ve işlenmemiş yağlarda totoks değerinin 20’den az olmasını tavsiye etmektedir.

Oksidasyon düzeyi iki büyük endüstriyel standartla ayrılır, peroksit sayısı hidroperoksit seviyesini ölçerken, anisidin değeri ise ikincil oksidasyon düzeyini ölçmektedir. İki ölçümün beraber yapılması ve formüle uygulanması ile de totoks düzeyi ortaya çıkar ve oksidasyon seviyesi belirlenir. Maksimum düzeyler birçok çalışmaya göre

Peroksit düzeyi için 5 meq/kg, Anisidin için 20 ve totoks için de 26'dır (FAO/WHO Codex Alimentarius Commission, 2015)

Bu çalışmada yemlerde oksidasyon düzeyinin tespiti için önemli olan peroksit ve p-anisidin değerleri iki farklı sıcaklıkta saklanan yemlerde 45 günlük süreçte hesaplanmış ve buna göre totoks değeri belirlenmiştir. Bu araştırmada, Avrupa deniz levreği ve çipura yemlerinde sıcaklığa ve süreye bağlı olarak elde edilen totoks değerlerinin kabul edilebilir olup olmadığı ortaya konmuştur.

MATERYAL VE METOT

Bu araştırmada, iki farklı depolamada koşulunda +4°C ve oda sıcaklığında (+24°C) saklanan yemlerde totoks değeri hesaplanarak yemin ne kadar süre depolanarak kullanılabilirliğine ulaşılmaya çalışılmıştır. Çalışmada bir toprak havuz işletmesinde kullanılan 4mm Çipura/Levrek tam büyütme yemleri kullanılmıştır. Yem çuvalının açıldığı gün, 0. gün olarak kabul edilmiş ve 15 günlük periyotlarda her iki yem grubunda peroksit sayısı ve p-anisidin değeri ölçülerek totoks değeri hesaplanmıştır. Yemler her grupta ağzı kapalı olan 1 kg'lık kaplarda saklanmış ve dış ortama olan hava teması engellenmiştir. Yemin besinsel içeriği Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Yemin biyokimyasal kompozisyonu.
Table 1. Feed biochemical composition.

Kompozisyon	%
Ham Protein	40
Ham Yağ	24
Ham Selüloz	2
Ham Kül	8
Fosfor	0,90
Kalsiyum	1,5
Sodyum	0,30

Numune Hazırlanması: Oda sıcaklığı (+24°C) ve +4°C'de muhafaza edilen numuneler 100 g tartılmıştır. Laboratuvar tipi öğütücüde öğütülen numunelere 100 ml Petrol Eteri eklenmiştir. Manyetik karıştırıcıda yaklaşık 5 dk karıştırıldı ve karışımlar çeker ocak altında kaba filtre kağıdı ile süzüldü. Süzüntüdeki petrol eteri azot gazı altında uçurulup yağ elde edilmiştir.

Peroksit Sayısı Tayini: Peroksit değeri AOCS (2017a) metoduna göre tespit edilmiştir. Peroksit sayısı deodorizasyon işleminin etkin bir şekilde yapıp yapılmadığını gösterir. Peroksit sayısı oksidasyon derecesini gösteren bir parametredir. Yağların bozulma (acılaşma) durumlarının tespiti için peroksit sayısı tayini veya kreiss testi uygulanır. Peroksit sayısı tayinin esası, potasyum iyodürün yağdaki peroksit oksijeni ile okside olarak iyodun serbest hale geçmesi ve bu serbest haldeki iyodun da tiyosülfat ile titre edilerek miktarının bulunmasıdır.

Yemlerden elde edilen yağdan, erlenlere yaklaşık 1 g tartılarak, üzerine sırasıyla 10 ml Kloroform, 15 ml Glacial Asetik Asit ve 1 ml potasyum iyodür ilave edilmiştir. Örnekler çalkalanıp ağzı kapalı şekilde 5dk karanlıkta bekletilmiştir. Üzerine 75 ml saf su eklenerek, 1 ml Nişasta çözeltisi ilave edilip 0,01 N tiyosülfat ile dönüm noktasına kadar titre edilmiştir. Aşağıdaki formülle peroksit sayısı tespit edilmiştir.

$$\text{Peroksit sayısı (PV)} = \frac{(V - V_{\text{blk}}) \times N \times 1000}{m}$$

V: Titrasyonda sarfedilen sodyum tiyosülfatın miktarı (ml)

V_{blk} : Kör titrasyon miktarı (ml)

N: Sodyum tiyosülfat çözeltisinin normalitesi

m: Örnek miktarı (g)

p-Anisidin Sayısı Tayini: p-anisidin analizi ise AOCS, (2017b) metoduna göre tespit edilmiştir. Anisidin değeri; 100 ml p-anisidin veya çözücü ile 1 gram yağın reaksiyonu sonucu 350 nm dalga boyunda oluşan absorbansın 100 katı olarak tanımlanır. Reaksiyon ürünü spektrofotometrede ölçülür. Bu test yağda bulunan ikincil parçalanma ürünlerinden aldehitlerin özellikle de 2 alkenallerin miktarını belirler. p-Anisidin Değeri (AV); okside olmuş bir yağda peroksitler daha ileri safhalarda karbonil gibi dekompoze olmuş ikincil türlere dönüşürler. Anisidin değeri yüksek molekül ağırlıklı bu karbonil bileşiklerini (aldehitler, 2-alkenler vs.) ifade eder. Maksimum değeri 20 meq/kg olmalıdır (National Research Council, 2002).

Elde edilen yağdan 25 ml'lik falkonlara yaklaşık 0,5 g tartıldı. Üzerine 10 ml izooktan eklendi ve karıştırıldı. Bu çözeltiden 2,5 ml alınıp üzerine 0.5 ml p-Anisidin çözeltisi eklendi ve 10 dk bekletildi. Blank olarak 2,5 ml izooktan ve 0.5 ml p-Anisidin çözeltisi karıştırılıp 10 dk bekletildi. 350 nm dalga boyunda okutuldu. Elde edilen değerler aşağıdaki formülasyonda yerine konuldu.

$$P - \text{Anisidin sayısı (PAV)} = \frac{(1.2 \times (As - Ab) \times 10}{m}$$

As = yağ çözeltisinin p-anisidin ile reaksiyonu sonrası absorbans değeri

Ab = yağ çözeltisinin absorbansı

m = örnek miktarı, g

Oksidasyon sonucunda peroksitler, aldehitler ve ketonlar oluşurken bunların toplam değeri de totoks (toplam oksidasyon) değerini vermektedir ve CRN (The Council for Responsible Nutrition, Uluslararası Beslenme Konseyi) tarafından belirlenmiş ve kullanılmakta olan bir standart ölçü birimidir. Totoks değeri aşağıda verilen formülle hesaplanabilir;

$$\text{Totoks Değeri} = 2(PV) + (pAV)$$

PV: Peroksit Değeri;

AV: p-anisidin değeri (aldehitler, ketonlar).

İstatistiksel Analizler: Deneme gruplarına ait analizlerden elde edilen sonuçlar arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli olup olmadığı “SPSS for Windows 22.0” programı ile tek yönlü ANOVA analizi yapılarak test edilmiş olup ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey testi ile karşılaştırılmıştır.

BULGULAR

Analiz sonuçları incelendiğinde oda sıcaklığında (+24°C) depolanan örneklerin 45 günlük depolama süresince p-anisidin değerlerinin istatistiksel olarak farklı olmadığı, bununla beraber peroksit değerlerine bakıldığında 45. gündeki ölçümün önemli bir fark oluşturduğu görülmektedir ($p<0,05$). Depolama süreleri arasındaki istatistiksel

karşılaştırma, peroksit, p-anisidin ve totoks değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

Buzdolabı şartlarında (+4°C) depolanan örneklerde ise 0. ve 30. gündeki peroksit ölçümlerinin 15. ve 45. gündeki ölçümlerden farklı olduğu ($p<0,05$); p-anisidin değerlerinde +4°C’de sadece 30. günde farklılık olduğu, bununla birlikte totoks değerlerine bakıldığında 45 günlük sürede elde edilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$).

Gün bazından (24°C ve 4°C arasındaki farklar) bakıldığında peroksit sayısında 15. ve 45. günde farklılık olduğu, p-anisidin değerinin 30. günde farklı olduğu ve bununla birlikte totoks değeri incelendiğinde sadece 45. gündeki sürede anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($p<0,05$).

Tablo 2. Depolama süreleri arasındaki istatistiksel karşılaştırma.

Table 2. Statistical comparison between storage times.

Günler	Peroksit sayısı (meqO ₂ /kg)		P-anisidin (meqO ₂ /kg)		Totoks değeri (meqO ₂ /kg)	
	+24°C	+4°C	+24°C	+4°C	+24°C	+4°C
0.Gün	5,94±0,40 ^a	6,83±1,26 ^a	6,21±0,02 ^a	6,42±0,47 ^a	18,09±0,82 ^b	20,08±2,98 ^a
15.Gün	5,64±0,58 ^a	4,61±0,26 ^b	7,20±0,40 ^a	8,13±0,09 ^a	18,49±1,39 ^a	17,35±0,56 ^a
30.Gün	6,54±1,04 ^a	6,07±0,69 ^a	6,15±1,26 ^a	5,38±0,45 ^b	19,38±1,66 ^a	16,77±0,13 ^a
45.Gün	8,86±0,95 ^c	4,91±0,07 ^b	7,23±1,22 ^a	8,08±0,23 ^a	24,94±1,30 ^b	17,89±0,33 ^a

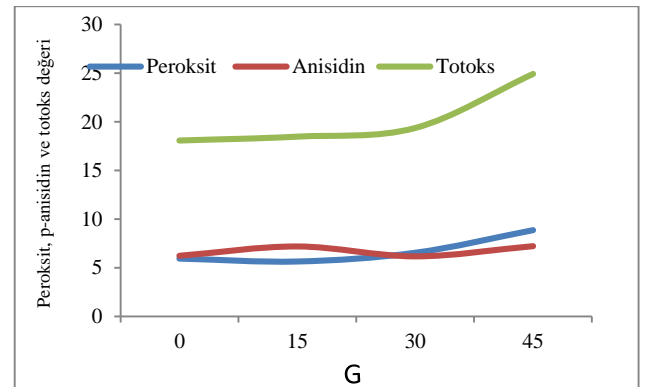
Her değer; ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir. Aynı sütunda farklı üst simge olarak harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Balık yağlarında yüksek seviyede bulunan PUFA’ların oksidasyona karşı korunması yemlerin daha uzun bozulmadan dayanabilmesi ve sürdürülebilir olması için gerekmektedir. Balık yağlarında bulunan PUFA’lar hayvansal yağlarda bulunan MUFA’lara göre oksidasyona karşı daha hassastır. Yağ oksidasyonu, oksijen de eklendiği bir dizi istenmeyen kimyasal reaksiyonlar serisidir ve hidrojenler de elektronlar da yağların kalitesini düşürmektedirler. Oksidasyon sonucunda tatta bozulmalar ve acılaşmalar meydana gelmektedir. Ek olarak yemlerin fiziksel kalitesi, örneğin renk, koku gibi özellikleri ve besinsel kompozisyon kalitesi de oksidasyon yüzünden düşülebilmektedir (Kasmiran, 2016).

Lipid oksidasyonu serbest radikallerin yıkım reaksiyonları olup birçok mekanizma tarafından tetiklenmektedir bunlar da, tekli oksijen ya da peroksit radikalleri, oksijen ve ışık kaynakları, demir gibi maddelerdir. Lipid oksidasyonun balıktaki birçok önemli tetikleyicisi olup bunlar da hemoglobindeki demir ve süreç sırasındaki sıcaklık ve oksijen varlığıdır. Lipid oksidasyon ürünleri sadece kötü tat ve kokunun dışında, sitotoksik ve genotoksik etkilerde de bulunabilirler. Bu maddelerin emilimi düşük yoğunluklu lipoprotein sitotoksitesine, atherogenesis ve atherosiklerosisine neden olabilir bu da karaciğerde besin yönlü toksisiteden dolayı büyümeye neden olmaktadır (Kasbo, 2011).

Yağların oksidasyonu zamanla ölçüldüğünde peroksit sayısı arttıktan sonra zamanla düşmekte, anisidin değeri bir süre durduktan sonra yükselmekte, totoks değeri ise yükselen bir grafik sergilemektedir (Kasmiran, 2016). Şekil 1’de +24°C sıcaklığında, Şekil 2’de ise buzdolabı şartlarında (+4°C), peroksit, anisidin ve totoks değerlerinin zamanla dağılımı gösterilmektedir.

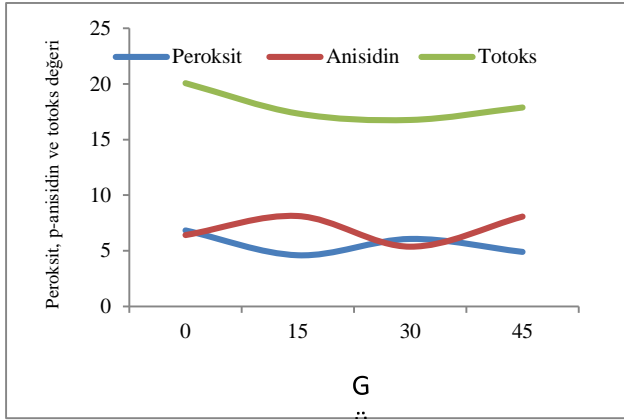


Şekil 1. +24°C sıcaklıkta zamana göre peroksit, p-anisidin ve totoks konsantrasyonlarının dağılımı.

Figure 1. Distribution of peroxide, p-anisidine and total oxidant concentrations by time at +24°C.

Yang vd. (2014), 4 haftalık deneme boyunca okside balık yağının etkilerinin büyüme performansı ve oksidatif stres açısından etkilerini *Litopenaeus vannamei* üzerinde çalışmış ve 5 farklı düzeylerde okside olmuş (0, 25,50, 75 ve 100 g/kg) 5 farklı yemle aynı oranda beslenmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre 50,75 ve 100 g/kg okside olan yemlerle beslenen gruplarda vücut ağırlık

artışının ve spesifik büyüme oranının düşük olduğu, hepatosomatik indeksin arttığı, toplam antioksidan kapasitesi gruplarda kontrol grubuna göre düşük olduğu gözlenmiş bunların da artan oksidasyon oranlarıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir.



Şekil 2. Buzdolabı şartlarında (+4°C) zamana bağlı peroksit, p-anisidin ve totoks konsantrasyonlarının değişimi.

Figure 2. Change of time dependent peroxide, p-anisidine and totok concentrations in refrigerator conditions (+4°C).

Chen vd. (2012), farklı oranlarda okside olmuş (11,5 meq/kg, 132 meq/kg, 277 meq/kg ve 555 meq/kg) balık yağı içeren 4 isonitrojenik ve isolipidik yemin 12 hafta boyunca kullanılması sonucunda balıkların yaklaşık %9'unda dorsal, pektoral ve kuyruk yüzgeçlerinde hemorajilere rastlanmış ve ayrıca okside yağ tüketimi sonucu olarak da plazma, karaciğer ve dokularda vitamin E konsantrasyonlarının azaldığı görülmüştür.

Yapılan diğer bir çalışmada 61 günlük deneme süresince okside balık yağının (0, 10, 20, 30, 40, 50 ve 60 g/kg yem) kedi balığı üzerinde (*Leiocassis longirostris*, Günther) sindirilebilirlik oranı düştüğü, kuru madde, protein ve yağ oranı, büyüme performansını etkilemediği, 1. ve 2. bölgede renklemeyi etkilemezken 3. bölgede düşüş görüldüğü, okside yağın 3. bölgede melanin miktarını artırdığı, serumdaki TBA ve reaktiflerinin karaciğer ve kaslarda bir etkisi olmadığı, kuyruk bölgesinde renklemenin düşük olduğu melaninin pozitif korelasyonda olduğu görülmüştür (Dong vd. 2011).

Solomon vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada 3 farklı ticari yemde (Biri ağzı tamamen açık, diğeri halkayla hava teması kesilmiş ve öteki tamamen kapalı olarak yem) peroksit düzeylerine bakmışlardır. Sırasıyla peroksit sayılarını ağzı önce açılıp sonradan havayla teması kesilmiş grupta yemlerde 16,09±3.48; 18,73±0.81; 20,88±2.76 bulmuşlardır. Bu değerler bizim çalışmamızdaki peroksit sayısı değerlerine göre yüksektir.

Soydan ve Erdoğan (2019) çalışmalarında, hamsi yağında depolanma sırasındaki oksidasyonu gözlemlemişler, antioksidan takviyeli örnekler (B, C, D > 5 meq kg⁻¹), 45. günde okside olmuş, ancak kontrol ve A grubu (300 mg propil gallat (PG)+10 mg biberiye ekstraktı

(BE)/1000 mg) 75. günde okside olmuştur. İlaveten totoks değeri 90 günlük depolama boyunca GOED (<26) limiti altında hesaplanmıştır ve bizim çalışmamızda da 45. günde benzer değerler bulunmuş, bu açıdan da benzerlik göstermektedir.

Sonuç olarak; balık yemlerinde ilk 30 günlük sürede +24°C sıcaklığında veya +4°C'de depolanması arasında totoks değeri açısından istatistiksel önemli bir fark ve sorun olmadığı; ancak, 45 günlük depolamada +4°C'de saklanan yemlerde oda sıcaklığında (+24°C) saklanan yemlere göre totoks değerlerinin daha düşük olduğu görülmüştür. Yemlerin ortam sıcaklığındaki, totoks üst limit değerine bakıldığında belirgin ölçüde yaklaştığı (25), fakat tavsiye edilen değeri aşmadığı görülmüştür. İleriki çalışmalarda, iki farklı sıcaklıkta depolanmış yemlerdeki totoks değerlerinin, balıkların büyüme parametrelerini, hematolojik verileri nasıl etkilediği üzerinde durulması, yetiştiricilik uygulamalarına ışık tutacaktır.

KAYNAKLAR

- Alltech. (2019).** Alltech Global Feed Survey (Erişim tarihi: 14 Ağustos 2019 www.alltech.com)
- Ariman Karabulut, H., Kurtoğlu, İ.Z., Yüksek, T. & Osmanoğlu, M.İ. (2016).** Balık Yemlerinde Hayvansal Protein Kaynağı Olarak Solucan Ununun Kullanım. *Journal of Anatolian Environmental & Animal Sciences*, *1*(2), 64-69.
- AOCS. (1990).** *Sampling and analysis of commercial fats and oils. Official methods and recommended practices.*
- AOCS. (2017a).** *Sampling and Analysis of Commercial Fats and Oils.* Official Methods and Recommended Practises. AOCS official method Cd 8-53, Peroxide value; Cd 8-53. Champaign, Illinois: American Oil Chemists Society.
- AOCS. (2017b).** *Sampling and Analysis of Commercial Fats and Oils.* Official Methods and Recommended Practises, AOCS official method Cd 18-90, P-anisidine value; Cd 18-90. Champaign, Illinois: American Oil Chemists Society.
- Chen, Y.J., Liu, Y.J., Yang, H.J., Yuan, Y., Liu, F.J., Tian, L.X., Liang, G.Y. & Yuan, R.M. (2012).** Effect of dietary oxidized fish oil on growth performance, body composition, antioxidant defence mechanism and liver histology of juvenile largemouth bass *Micropterus salmoides*. *Aquaculture nutrition*, *18*(3), 321-331. DOI: [10.1111/j.1365-2095.2011.00900.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2011.00900.x)
- Dong, X.L., Lei, W., Zhu, X.M., Han, D., Yang, Y.X. & Xie, S.Q. (2011).** Effects of dietary oxidized fish oil on growth performance and skin color of

- Chinese longsnout catfish (*Leiocassis longirostris* Günther). *Aquaculture nutrition*, **17**(4), 861-868. DOI: [10.1111/j.1365-2095.2011.00854.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2011.00854.x)
- Erciyes Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, (2019)** Gıda Analizleri ve Teknolojisi Laboratuvar Föyü, <https://gida.erciyes.edu.tr/upload/DGBZAJ06.-hafta-yaglarda-peroksit-sayisi-tayini-1.pdf>
- FAO. (2020).** Fisheries and aquaculture statistics. (Erişim Tarihi: 11 March 2020)
- FAO/WHO FOOD STANDARDS PROGRAMME CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, (2015).** Committee of Fats and Oils, Thirty-eighth Session CICG, Geneva, Switzerland 6-11 July 2015.
- Frankel, E.N. (2005).** *Lipid oxidation*. Bridgewater: Oily Press. XVI, 470pp.
- Kasbo, M. K. (2011).** *Antioxidants stabilizing fish oils effect of antioxidant, storage temperature and type of fish oil*. Norwegian University, Msc Thesis. 126pp.
- Kasmiran, B. (2016).** *Comparison and Evaluation of the quality of fish oil and fishmeal extracted from the heads of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and albacore tuna (*Thunnus alalunga*)*. Nations University Fisheries Training Programme, Iceland [Final Project].
- National Research Council. (NRC) (2002).** RB Working group raises the quality bar for long chain omega-3 EPA ve DHA products.
- Olsen, E. (2005).** *Analysis of early lipid oxidation in foods with n-3 fatty acids*. ISBN: 82-575- 0672-9 Doctor scientiarum. Ås: University of Life Sciences. 74pp.
- Solomon, S.G., Tihamiyu, L.O., Okomoda, V.T. & Adaga, K. (2016).** Effect of storage conditions on quality characteristics of commercial aquafeeds and growth of African Catfish *Clarias gariepinus*. *Croatian Journal of Fisheries*, 30-37. DOI: [10.1515/cjf-2016-0006](https://doi.org/10.1515/cjf-2016-0006).
- Soydan, M.G. & Erdoğan, F. (2019).** Effects of various antioxidants on oxidative stability of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) oil, *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **36**(4), 367-372. DOI: [10.12714/egejfas.36.4.07](https://doi.org/10.12714/egejfas.36.4.07)
- TUİK. (2020).** Su Ürünleri İstatistikleri, (Erişim tarihi: 5 Haziran 2020). www.tuik.gov.tr
- TurkiyemBir. (2019).** Türkiye Yem Sanayicileri Birliği. (Erişim tarihi:14 Ağustos 2019 www.yem.org.tr)
- Yang, S.P., Liu, H.L., Wang, C.G., Yang, P., Sun, C.B. & Chan. S.M. (2014).** Effect of oxidized fish oil on growth performance and oxidative stress of *Litopenaeus vannamei*, *Aquaculture nutrition*, **21**(1), 121-127. DOI: [10.1111/anu.12143](https://doi.org/10.1111/anu.12143).