

Marmara Gölü Sazanlarının (*Cyprinus carpio* L.) Dondurularak Saklanması Sırasında Lipidlerin Hidrolizi ve Lipid Fraksiyonlarının Yağ Asitlerindeki Değişmeler Üzerinde Araştırmalar

Akif KUNDAKÇI*

ÖZET

Marmara Gölü (Salihli) sazanlarının -20°C'de dondurularak saklanması sırasında esas lipid fraksiyonlarının hidrolitik parçalanması, serbest yağ asitlerinin birikimi ve lipidlerin yağ asidi kompozisyonundaki değişmeler araştırılmıştır.

Bu çalışma koşullarında toplam lipidlerdeki ve fosfolipid, nötral lipid ve serbest yağ asitleri fraksiyonlarındaki bireysel yağ asitlerinin oranlarında hidroliz ve otooksidasyonun etkisiyle önemli değişmeler olmaktadır. Toplam sabunlaşmayan maddelerin niceliği dondurarak saklama sırasında bir miktar azalmıştır.

SUMMARY

**Hydrolysis Of Lipids and Changes in The Fatty Acids on Lipid Fractions
During Frozen Storage of Marmara Lake Carps (*Cyprinus carpio* L.)**

Hydrolytic decomposition of major lipid classes, free-fatty acids accumulation and changes of fatty acid composition in the lipids of Marmara Lake carps were studied during frozen storage at -20°C.

* Doç. Dr.; U.Ü. Ziraat Fak. Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü.

Under the conditions in this work, the ratio of the individual fatty acids in total lipids, phospholipid, neutral lipid and free-fatty acids fractions changed significantly. The level of total non-saponifiable matter was little effected by the freezing and frozen storage.

GİRİŞ

İç sularda balık üretimini arttırma çalışmaları ile birlikte elde edilen balığın kalitesinin korunması ve tüketim alanlarına kaliteli bir şekilde ulaştırılması zorunludur. Ayrıca kimi konserve işletmelerinin sazan balığını ton tipi konserveye işlemeleri ve başarılı sonuç almaları, sazanın taze tüketim kadar bir besin endüstrisi balığı olmasını sağlamaktadır. Buna koştut olarak kültür balıkçılığı için de sazan önemini korumaktadır. Sazan üretim oranının % 67'yi bulduğu belirtilmektedir².

Balıkların dondurularak saklama sırasında esas lipid fraksiyonları olan nötral lipidlerin (NL), fosfolipidlerin (FL) oranlarının azalmasına karşın serbest yağ asitleri (SYA) birikiminin olduğu görülmektedir^{3,5,13}. Serbest yağ asitlerinin birikimi esas olarak fosfolipidlerin, daha az oranda da nötral gliseridlerin enzimatik hidrolizi ile meydana gelmektedir^{5,15,20,21}.

Balık gövde lipidlerinin yapısında özellikle FL'lerde yüksek oranda çok doymamış yağ asitlerinin bulunması, dondurularak saklama sırasında gelişen oksidatif acılaşmanın ortaya çıkmasının nedenidir^{1,7,10,16,25,29,30}.

MATERYAL VE METOD

Materyal

Manisa ili sınırları içindeki Marmara gölünden sağlanan 3.250-3.750 kg ağırlığındaki sazanlar avlanmadan hemen sonra kasalarda buz içinde taşınmış ve denemede kullanılmışlardır. Ambalajlamada nem ve oksijen geçirmeme yeteneği yüksek Hoechst AG (İsviçre) ürünü VACU-TOP adlı plastik materyal kullanılmıştır. Materyal üç değişik şekilde hazırlanmıştır.

- Kasalara tek sıra dizilen bütün balıklar -30°C 'de dondurulduktan sonra dış yüzeylerinde daldırma ile ince bir buz zarfı (glaze) oluşturulmuştur (SK).

- Bütün balıklar ikişer ikişer plastik materyal içine yerleştirildikten sonra vakumlu olarak ambalajlanmıştır (SB).

- 150-200 g'lık fleto yapıldıktan sonra yaklaşık 1'er kg'lık paketler halinde vakumlu ambalajlama yapılmıştır (SF). -30°C 'de dondurulan örnek -20°C 'deki derin dondurucuda depolanmıştır. Deneme iki tekerrürlü olarak planlanmış ve analiz dönemleri denemenin kurulduğu zaman, 2., 4., 6., 9. ve 12. ayların sonu olarak seçilmiştir.

Metod

Lipid Özütleme ve Fraksiyonlara Ayırma

Sazan gövde lipidleri Bligh ve Dyer (1958) yönteminin Flynn ve Bramlet¹² tarafından uyarlanmış şekline göre 2:1 v/v kloroform-metanol ile özütleştir. Sazan gövde lipidlerinin kısımlandırılması (fractionation) Wood ve Hintz (1971)'e göre silisik asit kolon kromatografisi ile yapılmıştır. Gövde lipidlerinin toplam sabunlaşmayan maddelerinin saptanması IUPAC'ın Analitik Metodlar Komitesince önerilen yöntemle yapılmıştır⁸.

Gaz Kromatografisi

Toplam lipidlerin (TL), FL, NL ve SYA kısımlarının yağ asitlerinin metil esterleri ampülde direkt metilasyon yöntemiyle yapılmıştır⁸. Her bir kısımdaki yağ asidi metil esterlerinin ölçümü alev iyonizasyon dedektörlü 350 model Siemens Gaz Kromatografisinde sağlanmış ve iç standart olarak C16:0 kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Dondurulmuş Sazan Etindeki Lipid Hidrolizi

Sazan balıklarının ortalama lipid niceliği ve dondurularak saklama sırasındaki değişimi Tablo 1'de verilmiştir. Ambarlama öncesinde sazanların ortalama toplam lipid niceliği taze ağırlık üzerinden % 2.9 olarak saptanmış ve -20°C'de bir yıllık saklama sırasında toplam lipid niceliğinde önemli bir değişim olmamıştır. Depolama öncesinde sazanlardaki FL niceliği ise 100 g ette 609.5 mg olarak saptanmıştır.

Tablo 1'de görüleceği gibi vakumlu ambalajlama depolama sırasındaki FL hidrolizinin hızına etkilidir. Ancak ambalajlı sazanlarda fleto yapmanın FL hidrolizine önemli bir etkisinin olmadığı görülmektedir (Tablo: 1).

Dondurularak saklama sırasında FL ve NL'lerin oranları azalırken SYA'lerin balık etinde biriktiği görülmektedir. FL ve NL azalması ile SYA'leri birikimi arasındaki bu ters yönlü ilgi önemlidir^{1,3,5,11,13,17,18,22,23}.

Toplam Lipidlerin Yağ Asitlerindeki Değişmeler

Sazan balıklarının gövde lipidlerinin içerdiği yağ asitleri ve dondurularak saklama sırasındaki değişimleri Tablo 2'de verilmiştir. Taze balık kasının toplam lipidlerinin içerdiği doymuş yağ asitleri içinde % 15.7 ile Palmitik asit (C16:0) en çok bulunanıdır. Bunu % 4.1 ile Stearik asit (C18:0) ve % 3.2 ile Myristik asit (C14:0) izlemektedir. Watanobe ve ark. (1977) sazanın toplam lipidlerindeki C16:0 niceliğini % 17.8-24.0 olarak saptamışlardır²⁷.

Tablo: 1
Dondurarak Saklama Sırasında Sazan Etinin Lipid Kompozisyonundaki Değişmeler

LİPİD	Taze Örnek	ANALİZ DÖNEMLERİ				Ay 12
		2	4	6	9	
SF						
TL	2.9	2.8	2.9	2.6	2.4	2.6
NL	2.1	1.9	2.1	1.8	1.7	1.7
FL	609.5	508.6	471.2	404.8	334.2	358.4
SYA	17.6	114.3	178.9	180.0	175.3	370.1
TSb.	182.0	155.3	165.7	145.1	130.9	150.1
SB						
TL	2.9	2.7	2.5	3.0	2.5	2.6
NL	2.1	1.9	1.8	2.1	1.7	1.8
FL	609.5	488.7	420.4	422.3	328.0	363.1
SYA	17.6	95.0	192.6	278.6	254.6	313.3
TSb.	182.0	190.4	138.2	190.7	161.8	155.2
SK						
TL	2.9	2.8	2.8	2.7	2.6	—
NL	2.1	2.0	1.9	1.9	1.7	—
FL	609.5	467.7	429.8	355.2	235.2	—
SYA	17.6	181.7	234.1	292.8	401.8	—
TSb.	182.0	129.2	165.4	161.5	164.5	—

TL ve NL g/100 g et

FL, SYA ve TSb mg/100 g et

Doymamış yağ asitlerinin oksidatif parçalanması sonucu nicelikleri azalırken parçalanma ürünleri olan malonaldehitlerin oluşturduğu kalite kaybı balık etinin arzu edilirliliğini azaltmaktadır^{18,22}. Çok doymamış yağ asidini % 40'ın üzerinde içeren sazan lipidlerinde en çok parçalananlar ikiden fazla çift bağ içeren yağ asitleridir¹¹.

Nötral Lipidlerin Yağ Asitlerindeki Değişmeler

Sazan lipidlerinde doymuş yağ asitlerinden C16:0 % 18.8, C18:0 % 3.8 ve C14:0 % 3.3 oranında olup, toplam lipidlerdeki oranlara yakındır (Tablo: 3). Wood ve Hintz (1969, 1971) kaya balığı fletolarının HL fraksiyonunda aynı olgunun varlığını vurgulamışlardır^{29,30}.

Doymuş yağ asitlerinde görülen artışla birlikte tek doymamış yağ asitlerinde önemli bir değişme görülmemektedir (Tablo: 3). Braddock ve Dugan (1977) bir yıl süreyle ambarlanan som balıklarının hidroliz olmamış NL fraksiyo-

Tablo: 2
Dondurularak Saklanan Sazanların Toplam Lipidlerin Yağ Asitlerindeki Değişmeler*

Karbon Sayısı ve Çiftbağ	Dönem Taze Örnek	SK				SF					SB				
		2	4	6	Ay 9	2	4	6	9	Ay 12	2	4	6	9	Ay 12
C12:0	0.2	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.6	0.7	0.7	0.2	0.3	0.8
C14:0	3.2	3.1	2.5	1.7	1.8	3.8	3.4	2.9	3.4	3.1	3.2	2.8	2.4	2.2	4.5
C14:1	0.8	0.6	0.6	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.4	0.4	0.5	0.4
C16:0	15.7	17.1	17.1	20.1	19.4	15.5	18.8	18.3	18.4	19.2	18.1	17.4	19.4	19.8	21.9
C16:1	10.2	9.3	5.6	10.9	15.0	10.1	9.9	8.2	7.6	9.0	7.8	8.9	7.4	6.7	13.0
C18:0	4.1	5.5	9.4	6.7	5.8	5.6	4.7	6.2	4.6	4.3	6.7	5.4	7.7	6.8	7.5
C18:1	20.7	25.7	20.4	24.0	23.2	22.8	22.7	25.9	23.9	28.9	21.5	23.0	25.1	22.4	22.0
C18:2	9.4	8.5	6.6	6.6	7.1	9.6	7.2	9.0	8.2	10.9	9.2	8.2	9.0	8.9	7.9
C18:3	9.0	7.2	7.0	5.1	4.8	6.8	7.4	6.6	7.9	7.1	7.9	6.5	7.0	5.6	4.5
C18:4	2.9	2.0	1.3	1.0	1.0	1.8	2.0	2.0	2.2	0.9	1.6	1.9	1.2	1.3	1.5
C20:1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.7	1.4	1.3	1.2	1.2	1.0	1.4	1.2	1.1	1.3	2.0
C20:4	3.2	3.2	6.3	4.0	3.8	3.9	3.2	3.6	3.8	1.0	4.1	4.4	4.4	5.6	3.2
C20:5	8.1	7.4	6.9	7.0	5.7	6.4	7.9	6.9	6.5	5.2	6.4	8.3	5.0	6.0	5.3
C22:5	1.7	1.8	2.1	2.0	1.7	2.0	1.8	1.8	2.0	0.8	1.6	1.5	2.0	3.0	0.3
C22:6	3.7	3.0	4.0	3.2	3.2	3.5	2.7	2.6	3.3	1.1	3.4	2.9	3.2	3.3	—
Diğerleri	2.0	1.0	2.8	2.4	2.3	2.2	2.2	1.6	2.6	3.3	2.3	2.2	3.0	2.4	1.1
Bilinmeyenler	4.0	2.4	3.9	4.2	2.9	3.9	3.8	3.5	4.4	4.3	3.6	4.1	1.7	3.7	4.1

* Toplam yağ asitlerinin %'si

Tablo: 3
Dondurularak Saklanan Sazanların Nötral Lipidlerin Yağ Asitlerindeki Değişmeler*

Karbon Sayısı ve Çift bağ	SK					SF					SB				
	Taze Örnek	Ay				Ay				Ay					
		2	4	6	9	2	4	6	9	12	2	4	6	9	12
C12:0	0.2	0.3	0.2	0.3	0.5	0.3	0.4	0.2	0.2	0.4	0.3	0.3	0.1	0.2	0.2
C14:0	3.3	3.8	3.9	4.0	4.6	3.7	4.0	3.5	3.7	4.0	3.8	3.6	3.9	4.0	5.4
C14:1	0.6	0.5	0.4	0.6	0.3	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.6
C16:0	18.8	19.6	18.9	23.2	20.7	16.1	16.8	20.4	20.9	21.5	18.6	18.3	23.8	20.5	23.5
C16:1	8.2	10.0	8.7	15.0	12.0	9.8	9.4	11.6	10.4	11.0	9.3	11.4	9.0	11.0	10.8
C18:0	3.8	4.8	3.7	4.2	3.7	4.2	4.3	3.7	3.1	5.4	4.0	3.2	4.1	4.0	4.9
C18:1	27.2	27.2	21.7	15.6	24.5	25.9	24.5	27.1	29.1	26.0	23.3	23.0	32.2	30.4	24.7
C18:2	8.4	8.7	8.4	5.9	11.8	10.5	8.1	9.5	9.4	9.7	9.2	10.1	7.8	9.4	10.1
C18:3	8.0	7.3	9.3	5.1	7.3	7.6	8.4	7.2	7.0	6.8	9.1	7.1	7.1	4.8	5.9
C18:4	2.0	2.2	2.5	1.3	1.8	2.6	2.4	2.2	2.4	2.2	2.6	3.0	1.4	1.3	1.6
C20:1	1.2	1.1	1.5	1.5	1.7	1.6	1.3	1.4	1.3	1.3	1.4	1.5	1.3	1.6	1.8
C20:4	2.3	1.8	2.9	2.0	1.8	2.3	2.1	1.7	1.5	1.8	3.0	2.1	1.5	1.6	2.0
C20:5	7.3	6.0	6.0	4.7	4.1	7.1	7.6	5.3	4.8	3.9	7.2	7.9	3.7	3.8	3.6
C22:5	1.8	0.9	2.3	1.1	1.3	1.3	2.5	0.7	0.9	0.4	1.3	1.6	0.5	0.8	—
C22:6	2.6	1.2	3.7	1.5	1.6	2.3	2.7	0.9	0.8	0.5	2.1	2.6	0.4	0.7	—
Diğerleri	1.6	2.6	2.8	1.7	0.7	1.8	1.9	1.0	0.9	1.5	2.1	2.4	0.8	2.0	0.5
Bilinmeyenler	3.2	3.2	3.7	3.1	2.5	2.9	3.4	3.2	2.5	3.2	2.7	3.0	3.3	2.3	4.2

* Toplam yağ asitlerinin %'si

nunda bulunan C18:2, C18:3 ve C18:4 asitlerinin oranlarında bir değişim olmadığını saptamışlardır^{6,24}. Brockerhoff (1968) kimi trigliseridler ve fosfolipidlerde α , α' pozisyonlarında doymuş ve tek doymamış yağ asitleri, β pozisyonunda çok doymamış yağ asitlerinin bulunduğunu saptamıştı³¹.

Fosfolipidlerin Yağ Asitlerindeki Değişmeler

Saklama sırasında FL'lerdeki yağ asitlerinin yitimi NL'lerdekinden daha hızlı olmaktadır²⁹. Ringa balıklarının dondurularak saklanması sırasında görülen SYA'leri birikiminde FL'lerin etkisi % 60 düzeyinde bulunmuştur⁵.

Sazan FL'lerinin ortalama yağ asidi bileşimi ve dondurarak saklama sırasındaki değişimi tablo 4'de görülmektedir. Doymuş yağ asitlerinin oranı genelde NL ve TL'lerdeki düzey dolayında kalırken çok doymamış yağ asitlerinden C20:4, C20:5, C22:5 ve C22:6'nın oranları FL'lerde daha çok bulunmaktadır. Bu nedenle oksidatif değişmelere karşı FL'lerin duyarlılığı fazla olmaktadır^{5,19,23,29}.

Hidroliz olmadan kalan FL kısmının yağ asitleri bileşiminde önemli bir değişim görülmemektedir (Tablo: 4). Bu olgu genelde çok doymamış yağ asitlerinin gliseridin konumunda olabileceğini düşündürmektedir. Nitekim Braddock ve Dugan (1972) benzer olguyu saptamış ve gliseridin konumunda bulunan yağ asidinin ootooksidasyondan çok daha az etkilendiğini vurgulamışlardır⁶.

Serbest Yağ Asitlerindeki Değişmeler

Sazanların gövde lipidlerinin SYA'leri kısmında bulunan bireysel yağ asitleri ve bunların dondurarak saklama süresince gösterdikleri değişim Tablo 5'te verilmektedir.

Çok doymamış serbest yağ asitleri taze sazan gövde lipidlerinde fazla olmamakla birlikte C18:2, C18:3, C20:4, C22:5 en çok bulunanları olarak görülmektedir (Tablo: 5).

Tablo 5'de görüldüğü gibi dondurarak saklama süresince doymuş yağ asitlerinin oranları azalmakta, buna karşın çok doymamış yağ asitlerinin oranları, özellikle saklamanın ilk 6 ayında artmaktadır. Örneğin taze balıktaki SYA'leri içinde % 2 oranında bulunan C18:2 SK'da % 10.8'e SF'de % 10.9'a ve SB'de % 11.2'ye değin yükselmektedir. Diğer çok doymamış yağ asitlerinde de benzer oluşum gözlenmektedir (Tablo: 5).

Dondurulmuş balıkların bozulmasında ana etken olan lipid hidrolizi ve ootooksidasyon zamanla balığın arzu edilirliliğini azaltmaktadır. Nem ve oksijen geçirmeyen ambalaj maddeleri ile vakumlu olarak ambalajlama, hidrolitik ve oksidatif gelişmenin geciktirilmesini sağlarken, depolama ömrünün uzamasına yardımcı olmaktadır. SYA'leri fraksiyonu içinde C20:5 ve C22:6'nın oranlarının depolama süresince SK'da % 11.8 ve % 4.6'ya değin artması, SB ve SF'deki artışın bu

Tablo: 4
Dondurularak Saklanan Sazanların Fosfolipidlerinin Yağ Asitlerindeki Değişmeler*

Karbon Sayısı ve Çift bağ	SK					SF					SB				
	Taze Örnek	Ay				2	Ay				2	Ay			
		2	4	6	9		2	4	6	9		12	2	4	6
C12:0	İz	İz	0.7	0.5	0.4	0.4	0.3	İz	0.5	0.6	0.3	0.5	—	0.3	0.6
C14:0	1.4	2.3	1.3	1.0	1.2	1.3	1.1	0.8	1.8	1.5	1.8	1.5	0.9	1.2	1.3
C16:0	19.0	15.0	19.9	18.1	20.6	19.3	20.4	19.8	18.7	18.3	18.0	19.0	18.5	19.4	19.5
C16:1	2.7	2.7	2.3	3.3	2.4	2.5	2.1	2.0	2.5	1.5	2.5	1.9	2.4	2.2	1.4
C18:0	10.4	11.7	11.6	9.0	11.0	10.0	10.7	10.5	10.3	10.7	11.0	10.2	6.5	10.2	10.3
C18:1	13.8	15.4	15.3	19.0	16.3	15.4	14.3	17.8	15.8	17.9	14.1	15.4	19.7	16.5	17.7
C18:2	4.4	5.1	3.2	3.4	5.1	3.8	3.7	5.0	3.7	4.7	4.0	3.7	7.1	4.1	5.8
C18:3	3.4	2.9	3.6	2.4	2.5	2.7	2.6	2.9	2.5	2.3	2.5	3.1	3.2	2.6	2.8
C20:4	11.6	10.8	11.6	11.9	13.3	11.8	11.3	11.5	11.6	9.8	11.4	11.8	10.6	10.7	9.5
C20:5	10.2	7.8	7.7	7.3	5.7	9.3	9.7	8.6	13.2	7.8	12.1	11.4	8.3	10.8	7.6
C22:5	3.3	4.0	3.0	4.0	3.5	4.1	4.5	3.5	4.1	3.2	4.1	3.3	4.4	3.8	3.7
C22:6	9.7	11.6	11.9	10.6	10.0	11.6	12.1	10.3	6.7	9.1	11.2	10.8	9.7	10.7	10.5
Diğerleri	3.8	5.1	3.5	4.1	3.8	3.6	3.5	2.9	3.2	3.4	3.6	3.5	3.7	2.5	5.0
Bilinmeyenler	5.8	5.7	5.3	5.8	4.8	4.2	4.1	4.6	4.6	4.4	3.5	4.3	5.0	4.2	4.3

* Toplam yağ asitlerinin %'si

Tablo: 5
Dondurularak Saklanan Sazanların Serbest Yağ Asitleri Fraksiyonunun Yağ Asitlerindeki Değişmeler*

Karbon Sayısı ve Çift bağ	SK					SF					SB				
	Taze	Ay				Ay				Ay					
	Örnek	2	4	6	9	2	4	6	9	12	2	4	6	9	12
C12:0	2.9	0.2	0.3	0.1	0.1	0.4	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3
C14:0	6.8	1.9	2.0	1.6	1.3	4.2	2.3	1.9	2.0	2.0	1.0	1.6	1.8	1.8	2.6
C14:1	1.4	İz	—	0.2	0.2	—		0.4	0.4	0.8	—	—	0.3	0.3	0.8
C16:0	30.7	18.3	16.7	23.7	20.7	20.0	21.6	21.7	23.7	23.3	26.3	25.2	27.7	24.7	23.5
C16:1	13.8	7.3	8.2	9.9	7.8	8.2	8.2	10.3	8.2	10.6	8.8	5.7	12.3	9.8	11.3
C18:0	13.6	6.5	4.2	11.5	2.4	6.6	8.0	3.5	7.5	7.4	7.4	9.6	5.5	6.0	6.8
C18:1	10.7	19.6	16.8	22.0	31.0	18.3	22.1	31.1	28.5	23.9	18.5	18.5	19.4	25.2	21.8
C18:2	2.0	10.8	9.9	10.6	10.8	9.5	9.7	11.0	11.1	10.9	9.2	8.5	6.3	11.7	11.2
C18:3	3.5	9.2	6.3	7.7	8.0	8.0	8.7	7.5	7.4	6.1	6.6	6.4	6.0	7.3	7.0
C18:4	0.3	1.6	1.7	0.6	1.2	1.3	1.4	1.0	0.8	1.2	1.2	1.1	0.9	1.0	1.5
C20:1	0.9	1.4	0.9	0.8	1.6	0.9	1.2	1.2	1.3	1.0	1.1	0.9	0.8	1.0	0.8
C20:4	1.1	6.0	8.0	5.2	5.0	8.6	3.1	2.5	2.7	2.3	3.1	5.2	4.7	2.7	2.8
C20:5	1.0	8.0	11.8	5.5	4.7	6.6	6.3	3.5	3.9	3.1	6.9	7.8	6.2	4.0	4.1
C22:5	İz	1.7	2.5	0.6	1.2	1.4	0.2	0.6	0.5	—	1.8	1.9	1.5	0.7	—
C22:6	İz	2.1	4.6	0.4	1.2	1.1	0.7	İz	0.4	—	2.2	2.5	1.7	0.3	—
Diğerleri	5.7	2.3	1.9	1.4	1.4	2.3	2.6	1.3	2.0	1.6	2.2	2.4	1.2	1.0	1.9
Bilinmeyenler	6.5	3.0	4.0	2.8	2.5	3.6	3.1	2.9	3.7	4.9	3.7	2.9	3.2	2.5	3.8

* Toplam yağ asitlerinin %'si

düzeyle ulaşmaması ve sonraki aşamalarda görülen düşüşler otooksidasyon hızının ambalajlı-vakumlu örneklerde diğerine göre daha yavaş olduğunu kanıtını oluşturmaktadır. Bu nedenle balıkların vakumlu koşullarda uygun ambalaj maddeleriyle ambalajlanmaları daha uzun süre dondurarak saklanmalarını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. ACKMAN, R.G. 1967. The Influence of Lipids on Fish Quality. *J. of Food Tech.* (2), p. 169-181.
2. ANON., 1977. Türkiye İstatistik Yıllığı 1977. Başbakanlık Devlet İst. Enst. Yayın No: 185, s. 179.
3. AWAD, A., POWRIE, W.D., FENNEMA, O., 1969. Deterioration of Freshwater White Fish Muscle During Frozen Storage at -10°C . *J. of Food Sci.* 34(1), p. 1-80.
4. BLIGH, E.G., DYER, W.J., 1959. A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification, *Canadian J. of Biochem. and Physi.* 37(8), p. 911-917.
5. BOSUND, I., GANROT, B., 1969. Lipid Hydrolysis in Frozen Baltic Herring. *J. of Food Sc.* 34(1): 13-17.
6. BRADDOCK, R., DUGAN, Jr. L. H., 1972. Phospholipid Changes in Muscle From Frozen Stored Lake Michigan Coho Salmon. *J. of Food Sci.* 37(3): p. 426-429.
7. CAMPELL, A. and TURKII, P.R., 1967. Lipids of Raw and Cooked Ground Beef and Pork. *J. of Food Sci.* 32 (2), p. 133-145.
8. ÇOLAKOĞLU, M., 1969. 1966-1967 Kampanyasında Elde Edilen Türk Zeytinyağlarının Analitik Karakterleri. E.Ü. Ziraat Fak. Yayınları No: 138.
9. DAWSON, L.E., UEBERSAX, K.L., UEBERSAX, N.A., 1976. Stability of Freshwater Sucker Flesh During Frozen Storage. *J. of Fish Res. Board of Canada* 35 (2), p. 253-257.
10. DENG, J.C., MATHEWS, R.F., WATSON, C.H., 1977. Effect of Chemical and Physical Treatments on Rancidity of Frozen Mullet (*Mugil cephalus*) Fillets *J. of Food Sci.* 42 (2), p. 344-347.
11. FENNEMA, O.R., POWRIE, W.D., MARTH, E.H., 1973. Low-Temperature Preservation of Foods and Living Matter. Marcel Dekker, Inc. New York, p. 313.
12. FLYNN, A. W., BRAMLET, V. D., 1975. Effects of Frozen Storage Cooking Method and Muscle Quality on Attributes of Perk Loins. *J. of Food Sci.* 40 (3), p. 631-633.
13. GIBSON, T.A., WORTHINGTON, R.E., 1977. Lipid Changes in Frozen

Channel Catfish Grown by Tank Culture: Effect of Dietary Fat, Freezing Method and Storage Temp., *J. of Food Sci.* 42(2), p. 355-358.

14. GOPAKUMAR, T., NAIR, M.R., 1975. Lipid Composition of Five Species of Fish *J. of Food Agric.* 26(3), p. 319.
15. GREIG, R.A., 1968. *Fish Ind. Res.* 4, 23., Fennema ve ark., 1973. Low-Temperature Preservation of Foods and Living Matter'dan alıntı. Marcel Dekker Inc. New York, p. 314.
16. GRUGER, E.H., NELSON, R.W., STANSBY, M.E., 1964. Fatty Acid Composition 21 Species of Marine Fish, Freshwater Fish and Schell-fish. *J. of Amer. Oil. Chem. Soc.* 41(4), p. 662-665.
17. KINUMAKI, T., IIDA, H., SHIMMA, H., 1970. Changes in Lipid Components During Frozen Storage of Fish. *Bull. Tokai. Reg. Fish. Res. Lab. No:* 61, Feb.
18. KUNDAKÇI, A., 1979. Haskefal (*Mugil cephalus* L.) ve Sazan (*Cyprinus carpio* L.) Balıklarının Dondurularak Saklanması Sırasında Lipidlerdeki Değişmeler (Doktora Tezi-Roto).
19. KUNDAKÇI, A., ÇOLAKOĞLU, M., 1981. Haskefalın (*Mugil cephalus* L.) Dondurularak Saklanması Sırasında Yağ Asitlerindeki Değişmeler (roto).
20. LOVARN, J.A., 1961. *Fish in Mitrition. First Ins. Congress, Washington, D.C.*, p. 90-120.
21. MATHEW, P.T., DEVEDASAN, K., VEUKATARAMAN, H., 1977. Lipid Distribution in Body and Skin of Four Species of Marine Fish. *Fishery Tech.* 14(1), p. 66-72.
22. NAIR, P.G.V., GOPAKUMAR, K., NAIR, N.R., 1976. Lipid Hydrolysis in Mackerel During Frozen Storage. *Fishery Tech.* 13(2), p. 111-114.
23. OLLEY, J., PIRIE, R., WATSON, H., 1962. Lipaz and Phospholipaz Activity in Fish Skeletal Muscle and its Relationship to Protein Denaturation. *J. Sci. Food and Agric.* 13 (3), p. 501-505.
24. SCHENET, T., TOYOMIZU, M., 1973. Lipid Alteration in Fish Muscle During Cold Storage II. Lipid Alteration in Jack Mackerel Muscle. *Bull. of Jap. Sci. Fish.* 39(4), p. 417-421.
25. SCINULTZ, H.V., DAY, E.A., SININUBER, R.O., 1962. Lipids and Their Oxidation. *Avi Pub. Comp. West. Port. Conn.* p. 3-28.
26. SCHUSTER, C.Y., FROINES, J.R., OLCOTTA, S., 1964. Phospholipids of Tuna White Muscle. *J. of Amer. Oil. Chem. Soc.* 14(1), p. 36-41.
27. WEERASINGHE, L., OBARA, T., 1974. Characteristics of Food Snail (*Heterogen Longispira*) Lipids, *Lebensmittel-Wissenschaft + Technology* 7(4), p. 208-210.

28. WATANABE, T., TAKEUCHI, T., MATSUT, M., 1977. Effect of -tocopherol Deficiency on Carp-VII. The Relationship Between Dietary Levels of Linoleate and -tocopherol requirement. Bull. of Jap. Soc. of Scientific Fisheries 43 (8), p. 935-946.
29. WOOD, G., HINTZ, L., SALWIN, H., 1969. Chemical Alterations in Fish Tissue During Storage at Low Temperature. J. of Ass. Off. Anal. Chem. 52 (5), p. 904-910.
30. WOOD, G., HINTZ, L., 1971. Lipid Changes Associated with The Degradation of Fish Tissue, J. of Ass. Off. Anal. Chem. 54(5), p. 1019-1023.
31. BROCHERHOFF, H., HOYLE, J., HWANG, P., LITCHFIELD, C., 1968. Positional Distribution of Fatty Acids in Depottriglycerides of Orquatic Animals, Lipids 3(1), p. 25-29.