

46726

T.C

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

*SARDALYA BALIĞININ, *Sardina pilchardus**

(WALBAUM, 1792) SOĞUKTA DEPOLANMASI SIRASINDA

YAĞINDA OLUŞAN BOZULMALARIN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Özkan ÖZDEN

Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı

(Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Programı)

Danışman: Y. Doç. Dr. Nalan GÖKOĞLU

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DENEYİM VE YETİŞTİRME MERKEZİ

ARALIK - 1995

I

ÖNSÖZ

Bu çalışmada sardalya balığının yağında meydana gelen değişimlerin tesbiti amaçlanmıştır.

Çalışmamızın bir kısmı TÜBİTAK MAM gıda ve soğutma teknolojileri bölümü laboratuvarında bir kısmı ise İ. Ü. Su Ürünleri Fakültesi işleme teknolojisi laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada yüzde yağ, peroksit, TBA, FFA, iyot sayısı, yağ asitleri kompozisyonu, duyu test, TVB-N, TMA-N, pH ve ağırlık kaybı tayinleri yapılmıştır.

Tez çalışmam süresince bilgi, zaman ve deneyimlerini benimle paylaşan danışman hocam Y. Doç. Dr. Nalan GÖKOĞLU' na ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı Başkanı Sayın Hocam Prof. Dr. Candan VARLIK' a; çalışma arkadaşlarım Araş. Gör. Sühendan METİN, Araş. Gör. Taçnur BAYGAR ve Araş. Gör. Ferhat ÇAĞILTAY' a; laboratuvar analizleri sırasında büyük bir özveriyle ve sabırla yardımcı olan yüksek lisans öğrencisi Nuray ERKAN ve Dicle ARSLANCA' ya ; almanca yazılarımda yardımcı olan Y. Doç. Dr. Dilek TOPÇU' ya; çalışmam sırasında büyük desteğini gördüğüm TÜBİTAK MAM gıda bölümü personelinde Doç. Dr. Sinan ÖMEROĞLU, Dr. Mustafa YILDIZ, araştırmacı Nevin BAŞOĞLU, teknisyenlerden Vedat VARLI, Bilal ERDOĞAN, Yılmaz GİRGIN, Hasan YOLCULAR, Muhlis TEKEL olmak üzere emeği geçen herkese teşekkürü borç bilirim.

II

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZ VE ABSTRACT.....	III
I. GİRİŞ.....	
I.1. BALIKTA ÖLÜMDEN SONRA MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLER.....	3
I.1.1. Mikrobiyal Değişimler.....	4
I.1.2. Fiziksel Değişimler.....	5
I.1.3. Kimyasal Değişimler.....	5
I.1.3.1. Proteinlerin Parçalanmasıyla Oluşan Değişimler.....	6
I.1.3.2. Karbonhidratlarda Meydana Gelen Değişimler.....	7
I.1.3.3. Yağlardaki Değişimler.....	7
I.1.3.3.2. Yağların Bozulması.....	13
I.1.3.3.3. Oksitlenmenin Tanımlanma Reaksiyonları.....	18
II. MATERYAL VE METOT.....	23
II.1. MATERYAL.....	23
II.2. METOT.....	23
III. BULGULAR.....	25
IV. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	37
V. ÖZET.....	46
VI. KAYNAKLAR.....	48
VII. ÖZGEÇMİŞ.....	55

III

ÖZ

SARDALYA BALIĞININ, *Sardina pilchardus* (WALBAUM, 1792) SOĞUKTA DEPOLANMASI SIRASINDA YAĞINDA OLUŞAN BOZULMALARIN BELİRLENMESİ

Bu çalışmada, yağlı bir balık olan sardalya balığının *Sardina pilchardus* (WALBAUM, 1792) soğukta saklanma süresi içerisinde yağında oluşan bozulmaların incelenmesi ve bu süreçte oluşan duyuşal, fiziksel ve kimyasal bozulmalarla karşılaştırarak balık bozulmasında yağın öneminin ortaya konması amaçlanmıştır.

Çalışmamız sonunda sardalya balığının yağına bağımlı olarak duyuşal, fiziksel ve kimyasal parametrelerin ışığı altında 6 günlük bir raf ömrüne sahip olduğu bulunmuştur.

ABSTRACT

DIE BESTIMMUNG DER FETTVERÄNDERUNGEN DES SARDINENFISCHES *Sardina pilchardus* (WALBAUM, 1792) WÄHREND DER KÜHLLAGERUNG

In Rahmen dieser Arbeit wurde es vorgenommen, die Veränderungen des fettigen Sardinenfisches *Sardina pilchardus* (WALBAUM, 1792) während der Kühllagerung zu untersuchen und mit den sensorischen, physischen und chemischen Parametern zu vergleichen, damit die Fettwichtigkeit bei dem Fischverderben festgestellt werden kann.

Am Ende unserer Arbeit wurde es gefunden, daß der Sardinenfisch abhängig von seinem Fett unter den sensorischen, physischen und chemischen Parametern nur 6-tägige Lagerungszeit hat.

I. GİRİŞ

Sağlıklı bir yaşamın temel şartı dengeli ve düzenli beslenmektir. Doğanın bize sunmuş olduğu çeşitli besin maddeleri bu işlevin yerine getirilmesinde önemli rol oynamaktadırlar. Çeşitli besin maddelerini değişik miktar ve oranlarda almak suretiyle vücut için gerekli besleyici elementler alınmakta ve böylece vücut mekanizmasının düzenli bir şekilde işleyişi sağlanabilmektedir.

Besleyici elementler açısından oldukça zengin bir besin maddesi olan balık, bu mekanizmanın işleminde önemli bir görev üstlenmektedir.

Balık etinin ana bileşimi diğer gıdalar gibi su, yağ ve proteinden oluşmaktadır, karbonhidrat miktarı yok denecek kadar azdır. Balık etinin kimyasal bileşimi çevre sıcaklığı, balık boyu, yaşı, olgunluk durumu, beslenme vs. faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (LUDORFF ve MEYER, 1973).

Balığın beslenme için esansiyel aminoasitlerin pek çoğunu en uygun oran ve miktarda bulundurması, doymamış yağ asitlerini içermesi, yağda eriyen vitamin içeriğinin fazla olması, bağ doku azlığı nedeniyle sindirim kolaylığı bu besin maddesini beslenme fizyolojisi yönünden önemli kılmaktadır.

Balık eti, %18-22 protein içeriğiyle, protein kalitesi ve beslenme değeri bakımından mükemmel bir gıdadır (GÖĞÜŞ ve KOLSARICI, 1992; HAARD, 1992). Balık proteini bütün esansiyel aminoasitleri (Valin, Treonin, Löysin, İzolöysin, Lizin, Arjinin, Histidin, Triptofan, Methiyonin, Fenilalanin) içeren ve bünyesinde en uygun oranda bulunduran biyolojik değeri yüksek proteindir (LIENHOP, 1974; MARIENHAGEN ve Ark., 1978). Bunlardan doğada nisbeten az bulunan Lizin ve Metiyonin balıkta fazla miktarda bulunmaktadır.

Besin maddelerinin kalitesi içerdiği proteinli maddelerin sindirim sistemindeki fermentlerin etkisiyle çabuk çözünebilir özelliğe sahip olmasına bağlıdır. Balık eti proteinlerinin önemli bir kısmı albumin ve globulinden oluştuğu için sığır eti proteinlerinden daha çabuk sindirilebilir

niteliktedir (INAL, 1988). Ayrıca balık etinde doku bağlarının azlığı eti yumuşak yapar, bu yüzden çabuk pişer ve sindirimi kolaydır (MERT, 1986).

Balık eti, yağı ve atıkları vitamin bakımından oldukça zengindir. Özellikle bazı türlerin karaciğer yağlarında yüksek konsantrasyonlarda yağda çözünen vitamin bulunmaktadır. Balık yağı yağda eriyen vitaminlerden A ve D vitamininin önemli taşıyıcısıdır. Ayrıca suda eriyen B1, B2, B6, vitaminleri ve nikotik asit bakımından da zengin bir kaynaktır.

Yağlar akuatik organizmaların başlıca bileşenlerinden biridir. Balıkların yağ miktarı türe, mevsime, fizyolojik koşullara, yeme, yaş ve büyüklüğüne göre değişmektedir (LUDORFF ve MEYER, 1973). Dengeli ve sağlıklı beslenmede balık yağının önemi her geçen gün vurgulanmaktadır. Balık yağında bulunan Omega-3 (w3) yağ asitlerinin kalp damar hastalıklarında önemli bir risk faktörü olan LDL (Düşük yoğunluklu lipoproteinler) ve kolesterolün kandaki seviyesini düşürerek hastalanma riskini azalttığı belirtilmektedir (BAYSAL, 1995).

Balık yağında çok doymamış yağ asitlerinin Trigliseritleri bulunur. Balık yağlarındaki doymamış yağ asitlerinin miktarı %45-50 arasında değişmektedir. Balıktaki yağın sindirilme kabiliyeti en az %95 olup, yağın önemli bir kısmı yenen balık eti ile birlikte alınmaktadır. BAKICI (1981) yağlı balıkların yağının %91' nin insan organizması tarafından tutulduğunu belirtmektedir.

Deniz ürünlerinin pek çoğu, doymuş yağ asitlerini düşük oranda içermekte ve dolayısıyla ideal bir yağ asitleri kompozisyonu göstermektedir. İşte bundan dolayıdır ki kabuklular dahil, deniz ürünleri kandaki kolesterol seviyesinin düşürülmesinde insanlarda uygulanacak diyet rejimi içerisinde önerildiği bildirilmektedir (BAKICI, 1981).

Balık eti yaşam için gerekli mineral maddeleri de en uygun oranlarda içermektedir. Balıkların en fazla içerdiği mineral maddeler kalsiyum, magnezyum, fosfor, demir ve florudur.

Balık eti besleyici değeri böylesine yüksek bir besin olmasına karşın bozulmaya karşı oldukça hassastır.

Balık etinin bağ dokusunca fakir, boşluklu bir et yapısına sahip oluşu, pH değerinin ve nem içeriğinin yüksek olması onu kasaplık hayvan etlerine göre bozulmaya karşı daha hassas olmasına neden olmaktadır. Ayrıca, yüzeysel kurumanın süratli olması, kalite ve ağırlık kaybına yol açmakta, balık enzimlerinin hızlı otolizi ve balık etindeki asit reaksiyonlarının daha az olması nedeniyle balık ürünlerini otolize, oksidasyona, yağların hidrolizine ve mikrobiyel bozulmaya karşı daha hassas yapmaktadır (FRAIZER ve WESTHOFF, 1978; VARLIK ve HEPERKAN, 1990; GÜN ve Ark.,1992; VARLIK ve Ark., 1993).

Ölümden sonra balık etinde bir takım değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimlerin ilerlemesi, tüketimi imkansız kılan bozucu etmenlerin oluşmasına neden olmakta ve sonunda balık tüketilemez duruma gelmektedir.

I.1. BALIKTA ÖLÜMDEN SONRA MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLER

Balıkta ölümden sonra görülen ilk değişim rigor-mortistir. Ölümden sonra balık etinde oluşan sertleşmeye rigor mortis denir. Bu olay ölümden sonra kas dokuda çok komplike kimyasal değişimlerin etkisi ile meydana gelir (GÖĞÜŞ, 1988).

Kasta mevcut olan glikojen ve fosfatlar enerji yönünden zengin olduğundan invivo kas kontraksiyonları için önemli enerji depolarıdır. Bu maddelerin kastaki miktarları önemlidir. Ölümden sonra enzimatik olayların etkisiyle ATP defosforilizasyon ile ADP ye parçalanır ve enerji açığa çıkar. ADP nin bir kısmı kasta mevcut glikojenin glikolizi ile ATP' ye geri sentezlenir. ADP' nin kalan kısmı defosforilizasyonla AMP' ye, AMP' de dezaminasyonla IMP' ye parçalanır. Glikojen laktik aside dönüşerek kasın asitliğini artırır. Yaşayan ve yeni ölmüş kaslarda ATP kas protein fraksiyonu olan miyozini bağlar ve kas yumuşak elastik bir yapı alır. Ölüm süresine bağlı olarak ATP miktarı azaldıkça miyozini bağlayacak ATP kalmaz, miyozin bir başka kas protein fraksiyonu olan aktin'i bağlar aktomyozin oluşturur ve sertleşir, böylelikle rigor mortis başlar. Otolitik proseslerle aktomyozin de parçalanır ve kas tekrar elastik ve yumuşak durum alır (KIETZMANN ve Ark., 1969).

Balıkta ölüm sertliği alt çeneden başlar solungaç kapaklarına oradan tüm vücuda yayılır, kuyruk kaslarına ulaşır en son olarak da yüzgeç kasları kasılır. Rigorun oluşum ve süresine balığın cinsi, balığın bileşimi, avlama yöntemi, beslenme durumu, çevre şartları, ATP ve glikojen konsantrasyonu etki eder. Balık etinin dayanıklı olması için ölüm sertliğinin geciktirilmesi gerekir. Çünkü ölüm sertliğinden sonra mikrobiyal ve proteolitik olaylar gelişir (KIETZMANN ve Ark., 1969).

I.1.1. *Mikrobiyal Değişimler*

Mikroorganizmalar balık vücuduna deriden girebildikleri gibi , gözlerden, solungaçlardan ve mide-barsak kanalından girebilirler. Esasen balık canlı iken dış yüzeyinde ve barsaklarında mikroorganizma bulunur. Fakat yaşam esnasında hayvanın normal savunmasıyla steril ette etkili olamazlar ancak balığın ölümü ile birlikte ette faaliyet göstermeye başlarlar (CONNELL, 1980). Ete nüfuz eden bu mikroorganizmalar burada çoğalırlar ve oldukça fazla miktarda renk koku ve lezzet bozucu maddeler üretirler. Başlangıçta parlak pürüzsüz şeffaf bir yüzey, kendine has deniz kokusu ve lezzete sahip olan balıkta, mikroorganizmaların çoğalması sonucu bu özellikler kaybolur. Balık yüzey parlaklığını kaybederek bulanıklaşır, kirli sarı ve kahverengi renk oluşumu görülür. Koku ise yavaş yavaş değişerek rahatsız edici düzeye ulaşır (CONNEL, 1980).

Balığın bozulmasında hem psikrotolerant hem mezofil ve genellikle proteolitik mikroorganizmalar önemli rol oynarlar. Kuzey sularından avlanan balığın mikroflorası genellikle *Pseudomonas Spp.* ve *Moraxella Spp.* gibi cinslerle bazı *Coryneform Spp.*, *Flavobacterium Spp.*, *Micrococcus Spp.* cinslerini içeren gram negatif çubuklar oluşturur. Bunlar psikrotolerant mikroorganizmalardır. Sıcak sulardan avlanan balıkların florasını *Coryneform Spp.* ve *Micrococcus Spp.* gibi mezofil mikroorganizmalar oluşturur. Tüm bu mikroorganizmaların balık etindeki yaşam ve çoğalma koşulları bellidir ve proteolitik etkileri ile bozulmaya neden olurlar (NICKERSON ve SINSKEY, 1972).

Balık etinde mikroorganizma sayısı belirli bir düzeyin üzerinde olunca belirtilen duyuşal değişimler olur.

Balık mikroflorası ilk olarak dokudaki düşük moleköl ağırlıklı maddelerin çoğunu daha ileri düzeyde gelişme için enerji kaynağı olarak kullanırlar. *Pseudomonas Spp.*, *Achromobacter Spp.* grupları, kasın protein olmayan nitrojen fraksiyonundaki bir çok aminoasidi, dipeptitleri ve tripeptitleri süratle metabolize etmektedirler. Aminoasitlerin oksidatif deaminasyonu amonyak ve uçucu yağ asitleri birikimine neden olmaktadır. Kokuşan balık etlerinde uçucu bileşikler oluşur. Bunlar trimetilamin (TMA), dimetilamin (DMA), amonyak ve uçucu asitlerdir (SHEWAN, 1977).

I.1.2. Fiziksel Değişimler

Fiziksel değişimlerin başında pH gelir. Enzim ve bakterilerin etkisiyle balığın oksidoredüksiyon dengesi bozulmakta serbest hidrojen ve hidroksil iyonlarının konsantrasyonunda değişiklikler meydana gelmekte bu da pH değerinin değişmesine neden olmaktadır (VARLIK ve Ark., 1993).

Yüzey neminin kaybolmasıyla balık kuru cansız pörsümüş bir görünüm alır. Doğal membranların geçirgen oluşu ve nem kaybolmasıyla gözde intraoküler basınç düşer göz yuvarlağı çöker göz ışık geçirgenliğini kaybeder rengi değişir gözdeki bu değişimler göz sıvısı kırılma indisisiyle ölçülür.

Balık tazeliğini yitirdikçe hücre duvarlarının permeabilitesinin artması ve proteoliz etkisiyle balık etinin elektrik iletim kabiliyeti düşer (KIETZMANN ve Ark., 1969):

Yine fiziksel değişimlerden bazıları da balığın doğal renginin bozulmaya paralel olarak kaybolması ve tekstürünün zayıflamasıdır (MACKKNEY ve LITTLE, 1962).

I.1.3. Kimyasal Değişimler

Balık etinde meydana gelen kimyasal değişimler 4 gruba ayrılır (VARLIK ve Ark., 1993).

- Proteinlerin parçalanmasıyla oluşan değişimler
- Karbonhidratlarda meydana gelen değişimler

- Yağlardaki değişimler
- Balık etinde görülen diğer değişimler

I.1.3.1. *Proteinlerin Parçalanmasıyla Oluşan Değişimler*

İlk postmortal değişiklikler, asit ortamda otolitik enzimler aracılığı ile proteinlerin yıkımıdır. Bu olay pH değerinin 7 ve üzerindeki nötral ortam oluşuncaya değin sürer.

Yüksek polimerler olan proteinler çevresel koşullardan etkilenirler. İlk önce aminoasitleri birarada tutan peptid bağları asitler, alkaliler veya enzimlerle hidrolize olur. Hidrolizin hafif durumlarında büyük polipeptidlerin heterojen karışımlarının teşekkül etmesiyle yalnızca birkaç bağ yıkılır. Isı, proteinleri tutan ikinci bağları bozar. Denatürasyon denen değişim gözlenebilir. Denatürasyon aynı zamanda, deterjan ve üre gibi kimyasal ayraçların bulunuşunda da olur. Aynı zamanda değişik protein zincirleri diğer tip reaksiyonlara da girebilir. Böylece sistinin disülfid bağı (-S-S-); sülfhidril bağına (-SH) dönüşebilir. Eğer proteinlerin serbest amino grupları varsa; oksidasyon koşulları uygunsa şekerlerle veya lipidlerin oksidasyon ürünlerinin bazıları ile reaksiyona girebilirler. Komplike bir seri reaksiyonun sonucu kahverengi renk teşekkül eder ve tatta değişimlere neden olur. Bu reaksiyona “enzimatik olmayan” esmerleşme “maillard reaksiyonu” denir. Proteinlerin kahverengi ürünleri ve karbonil bileşkerin reaksiyonları genellikle kabuledilebilirlikte bir kaybın işaretidir. Yabancı kokular ve tatlar renk değişimleri ile birlikte olur (VARLIK ve Ark., 1993).

Proteinlerin yıkımı, peptidaz, amidazlar gibi mikrobiyal fermentlerle olmaktadır. Balık etinde en dikkat çekici kimyasal madde trimetilaminoksit’ tir (TMAO). Bakterilerin faaliyeti sonucu TMAO, trimetilamin’ e (TMA-N) indirgenir. Trimetilamin; ileri derecede balık bozulmasında duyusal olarak hissedilen hoş olmayan kokudan sorumludur (KIETZMANN ve Ark., 1969; İNAL, 1988; VARLIK ve Ark., 1993).

Trimetilaminoksit deniz balıklarında bulunur. Tatlı su balıklarında ise ihmal edilebilecek düzeydedir. Balığın depolanması sırasında *Micrococcus Spp.* ve *Acromobacter Spp.* bakterileri

yada Trimetilaminoksitmetilaz (TMAO-az) yardımıyla Trimetilamine indirgenir (SCHORMÜLLER, 1968).

Trimetilaminoksitin indirgenmesinin devam etmesiyle, Trimetilamin, Dimetilamin (DMA) Monametilamin (MMA) üzerinden, Formaldehite kadar parçalanır. Benzer şekilde uçucu bazik azotlu maddelerin ve uçucu indirgeyici maddelerin de miktarı balığın bozulmasına paralel olarak artar. Bozulmanın daha ileri safhalarında amonyak oranı süratle artar (SCHORMÜLLER,1968).

Balıkta bozulmanın giderek artmasıyla uçucu bazik azotlu maddelerin miktarı da artar. Chondrichthyes' lerde (kıkırdalı balıklarda) bozulmanın ilk döneminde kasın serbest ekstraktif maddesi olarak bulunan üreden bol miktarda amonyak oluşur (KIETZMANN ve Ark., 1969; İNAL,1988).

I.1.3.2. Karbonhidratlarda Meydana Gelen Değişimler

Balıkların avlanmasından ortalama 5 gün sonra, kaslarda çok az miktarda bulunan glukoz ve glikojen tamamen dekompoze olur. Bu parçalanmanın bir ürünü olarak meydana gelen nükleoditlerden riboz postmortal dönemde artar. İlk zamanlarda İnosin miktarı da artar. Daha sonraki günlerde azalır (KIETZMANN ve Ark., 1969).

I.1.3.3. Yağlardaki Değişimler

I.1.3.3.1. Balık Yağı

Balığın ana öğelerinden biri de yağ içeriğidir. Balık protein miktarı balık türünden türüne oldukça sabit olduğu halde yağ miktarı özellikle yağlı ve yağsız balıklar arasında büyük değişimler gösterir. Balık kaslarının yağ miktarı %1-25 arasında değişir (LUDORFF ve MEYER, 1973; REICHWALD, 1976).

Yılan, ton, Salmon (somon) ve çaça balıkları %10 vücut yağı ile yağlı, uskumru, levrek balıkları %2,5 vücut yağı ile orta yağlı; morina, mezigit, deniz alası %0,5 vücut yağı ile yağsız balık olarak bildirilmektedir (KIETZMANN ve Ark., 1969; LUDORFF ve MEYER, 1973). Pelajik balıklar %20 yağ içerirken demarsal balıklardan morina, mezigit, merlan %0,5 yağ

içerirler. Dil balığı, levrek %2, tekir, köpek balığı %5 yağ içerir (HAWTHORN, 1972). Tatlı su balıkları deniz balıklarına göre daha az yağ içerirler (REICHWALD, 1976).

Balığın beslenme şekline, besinlerin türüne, biyolojik yapısına, yaşına ve su sıcaklığına bağlı olarak yağ miktarı değişebileceği gibi sexüel olgunluğa, yumurtlama dönemine, avlanma zamanına ve yaşam ortamına bağlı olarak ta değişir (LUDORFF ve MEYER,1973; REICHWALD, 1976; LOHS ve KAMPKE, 1980). Mevsimlere göre balık yağındaki değişim tablo 1. de gösterilmektedir.

TABLO 1: Mevsimlere göre balık yağı değişimi (GÖĞÜŞ, 1988)

AYLAR	SU (%)	YAĞ (%)	AYLAR	SU (%)	YAĞ (%)
Ocak	66,6	15,3	Temmuz	76	6,3
Şubat	71	11,2	Ağustos	71,2	11,1
Mart	73,6	8,8	Eylül	69,3	12,5
Nisan	73,8	8,3	Ekim	66	16
Mayıs	75,1	6,9	Kasım	65,1	16,8
Haziran	75,1	6,7	Aralık	65,7	16,2

Yağın miktarı değişebileceği gibi yağın vücutta depolanma şekli de farklıdır (LUDORFF ve MEYER, 1973). Yağlı balıkların etleri yağlıdır, yağ kas fibrilleri arasında kürecikler şeklinde depolanmıştır. Yağ bütün vücutta düzenli dağılım göstermez aksine belli kısımlarda yığılma gösterir. Özellikle karının alt kısımlarında, fazladır (LUDORFF ve MEYER, 1973; PAPAJEWSKI ve SCHREIBER, 1979; KINSELLA, 1988). Yağsız balıklar ise yağı karaciğerinde depo ederler (LUDORFF ve MEYER, 1973).

Yağın kas dokusu içerisinde bulunma şekli balığın textürel özellikleri ile doğrudan ilişkilidir. İntramusküler (kas içi) yağ miktarı etin gevrekliği ve yumaşaklığı üzerine olumlu etki etmektedir (ACKMAN, 1982; SIELAFF ve THIEMIG, 1990).

Yağın temel bileşenlerini gliserol ve yağ asitleri oluşturmaktadır. Gliserolün yağ asitleri ile oluşturduğu ester sınıfı bileşiklere gliserid denir. Yağ bir gliserol molekülünün üç yağ asiti ile esterleşmesinden oluşan trigliserittir (NORMANN, 1979).

Yağların fiziksel, kimyasal ve biokimyasal özelliklerini tanımlamak yağ asitleri kompozisyonunun belirlenmesi ile mümkündür. Yağ asitleri içerdikleri karbon sayısına göre sınıflandırılırlar. Karbon sayısı 6' dan az olan yağ astlerine kısa, 6-12 karbonlu yağ asitlerine orta, 14 ve daha büyük sayıda karbon içeren yağ asitlerine uzun zincirli yağ asitleri denir. Karbon zinciri üzerindeki hidrojen atomları eksiksiz olanlara (çift bağ içermeyenler) doymuş yağ asitleri, eksik olanlara (çift bağ içerenlere) doymamış yağ asitleri denir (NORMANN, 1979).

Balık yağı diğer hayvansal yağlara göre yüksek oranda doymamış trigliseritlerden meydana gelmiştir (LUDORFF ve MEYER, 1973; MOFFAT ve Ark., 1993). Balık yağları %20 oranında doymuş yağ asitlerini %80 oranında doymamış yağ asitlerini içerir (KIETZMANN ve Ark., 1969). Balıklardaki çok doymamış yağ asitlerinin %25-30 oranında olduğu bildirilmiştir (ACKMANN, 1988).

Balık yağında doymuş yağ asitlerinden Palmitik asit %13-19, Miristik asit %4-8, Stearik asit %5-8 oranında bulunur (LUDORFF ve MEYER, 1973).

Balıktaki doymamış yağ asitleri 12-26 karbon atomu içeren uzun zincirli çok doymamış yağ asitleridir (REICHWALD, 1976).

Balıklardaki doymamış yağ asitleri ve miktarları şöyle belirtilmektedir (WIESKE, 1977; WITTE, 1994).

Balıklardaki % tek doymamış ve %çok doymamış yağ asitleri

C _{16:1} Palmitoleik asit	%8	C _{18:2} Linoleik asit	%2
C _{18:1} Oleik asit	%15	C _{18:3} Linolenik asit	%1
C _{20:1} Eikosenoik asit	%36	C _{20:4} Eikosatetraenoik asit	%0,7
C _{22:1} Decosenoik asit	%11	C _{20:5} Eikosapentanoik asit	%8-18
		C _{22:5,6}	%9,15

TABLO 2: Bazı Balık Türlerinin % Çok Doymamış Yağ Asitleri Kompozisyonları (ACKMAN, 1986)

	C18:2	C18:3	C18:4	C20:3	C20:4	C20:5	C22:5	C22:6
Karagöz	0,95	2,00	3,15	12	0,75	7,45	0,75	6,75
Tirsi	1,4	1,5	3,00	0,4	—	5,10	0,80	6,50
Kefal	1,2	0,70	5,30	1,7	—	10,0	0,60	9,60
Köpek balığı	1,5	0,60	0,90	2,3	—	6,30	2,80	13,40
Morina	1,4	0,60	1,00	1,4	0,4	11,50	1,60	12,50
Hamsi	1,20	0,75	3,05	0,1	0,7	17,00	1,60	8,75
Sardalya	0,80	0,45	2,05	0,1	0,7	19,30	2,35	6,45

TABLO 3: Bazı Balık Türlerinin % Doymuş ve Tek Doymamış Yağ Asitleri Kompozisyonları (ACKMAN, 1986).

	C14:0	C16:0	C18:0	C16:1	C18:1	C20:1	C22:1
Karagöz	6,1	10,75	1,4	7,3	10,3	13,4	21,25
Tirsi	8,5	14,3	1,0	6,1	9,7	15,5	21,8
Kefal	6,5	10,2	1,3	9,3	14,0	12,7	10,6
Köpek balığı	1,9	13,0	3,3	4,9	20,1	10,6	10,1
Morina	3,3	13,4	2,7	9,6	23,4	7,8	5,3
Hamsi	7,45	17,45	4,0	9,0	11,55	1,55	1,15
Sardalya	7,75	15,65	4,65	8,5	9,25	2,50	3,1

Balık yağlarında dominant doymuş yağ asiti Laurin ve Arachinasiti eser miktarda bulunur. Doymamış yağ asitlerinin önemli bir kısmını oluşturan tek doymamış yağ asitlerinden Oleik asit

tatlı su ve deniz balıkları için önemlidir. Deniz balıkları Eicosa ve Decosen asitlerce tatlı su balıkları da Palmitik asitce zengindir. Tablo 4. de tatlı su ve deniz balıklarının yağ asitleri kompozisyonu görülmektedir (REICHWALD, 1976).

TABLO 4: Tatlı su ve deniz balıklarının % yağ asitleri bileşimi

Yağ asitleri	Tatlı su balığı	Deniz balığı
C _{14:0}	6,4	5
C _{16:0}	17,0	16,1
C _{18:0}	3	3
C _{16:1}	15,5	9,4
C _{18:1}	19,6	21
C _{20:1}	1,3	7
C _{22:1}	1,9	5,5
C _{18:2}	3	1,3
C _{18:3}	4,2	0,7
C _{20:4}	3,1	2
C _{20:5}	5,8	9,8
C _{22:5}	1,5	1,9
C _{22:6}	3,9	8,5

Çok doymamış yağ asitleri içinde biyolojik önemi olan C_{18:2} Linoleik asit ve C_{18:3} Linolenik asit esansiyel yağ asitleridir (WIESKE, 1977; WITTE, 1994).

C_{20:4} Arachidon asiti gibi 20-24 karbon atamalı 4-6 çift bağlı doymamış yağ asitleri linoleik asitten sentez edilir (MENGLİ, 1991).

Linoleik asitte Eicosopentoen ve decosohexoen asite sentezlenir. Bu asitlerde çok doymamış yağ asitleri olup balıklarda karakteristiktir (TATO, 1993).

Doymamış yağ asitlerinde omega (w) metil grubundan sonraki ilk çift bağın yerini belirtir (Tablo 5.). Doymamış yağ asitleri $w3$, $w6$ ve $w9$ yağ asitleri olmak üzere 3 ana gruba ayrılır (TATO, 1993).

TABLO 5: $w3$, $w6$ ve $w9$ yağ asitleri çift bağ pozisyonlarıyla birlikte (WOLFRAM, 1989)

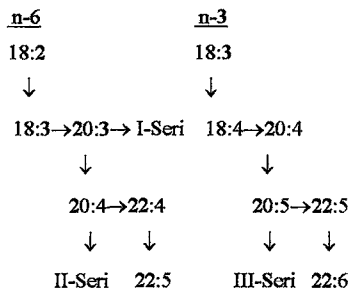
$w3$ grubu	18:3; 3, 6, 9	20:4; 3, 6, 9, 12	20:5; 3, 6, 9, 12, 15	22:6; 3, 6, 9, 12, 15, 18
$w6$ grubu	18:2; 6, 9	18:3; 6, 9, 12	20:3; 6, 9, 12	20:4; 6, 9, 12, 15
$w9$ grubu	18:1; 9	18:2; 9, 12	20:2; 9, 12	20:3; 9, 12, 15

Başka bir normdada (n-3), (n-6) ve (n-9) olarak gösterilir. Burada ilk çift bağın yeri metil grubundan itibaren sayılır. $w3$ ' lerde ilk çift bağ 3. karbon atomuna, $w6$ ' larda 6. karbon atomuna, $w9$ 'larda 9. karbon atomuna bağlıdır.

$w3$ ve $w6$ grubu yağ asitleri esansiyel olup insanlar bunları gıdalarla alırlar (WOLFRAM, 1989).

Koyu renkli kaslarda $w3$ yağ asitleri konsantrasyonu açık kaslardakinden 7 kat daha fazladır (PORTER ve Ark., 1992). İnsanlar ve memeliler metil grubu ile 9. karbon atomu arasındaki çift bağ oluşturamazlar $w9$ pozisyonundan sonra bu mümkündür. $w9$ ailesinin en basit temsilcisi Oleik asittir ve doymamış yağ asitleri vücutta bu asitten oluştrulur (WOLFRAM, 1989).

(n-6) ve (n-3) esansiyel yağ asitlerinin üyeleri ve Eicosonoid serilerinin başlangıç adımları şu şekilde görülmektedir(ROGERS, 1988).



w6 serisinden Linoleik asit tohumlardan ve bitkisel kaynaklardan sağlanır. 18 karbon atomu içeren w3 serisi Linolenik asit denizel planktonlarda bol bulunur. Besin zinciriyle balıklara oradanda insanlara geçerek balığın insanlar için önemli bir gıda maddesi olmasını sağlar (TATO, 1993).

Balıklarda yağ asitleri kompozisyonu yem özelliklerine, cinsiyetine, avlandıkları bölgeye, avlanma mevsimine ve yağ durumuna göre değişiklik gösterir (EL-SEBAIY ve METWALLİ, 1989).

I.1.3.3.2. Yağların Bozulması

Balık bozulmasının en önemli kısmı balığın lipitlerinin parçalanmasıdır. Bu değişimler özellikle acılaşıma şeklinde olup yağlı balıklarda daha çok görülür (KIETZMANN ve Ark., 1969).

Yağlarda dekompozisyon ve bozulma olayları, sadece ve doğrudan doğruya yağda ceryan etmez. Bu olaylar yağın oluşturduğu bitkisel ve hayvansal dokular içerisinde veya yağın bulunduğu besin ürünleri içerisinde de ceryan eder. Bu nedenle bozulan yağ ve aynı zamanda bulunduğu ürün; tüketilebilme özelliklerini kaybederek lezzetsiz bir hal alır. Yağların bozulması sonucu üründe 5 farklı değişim görülür (BAKICI, 1981).

- 1- Lezzet ve koku değişimi
- 2- Asitlik değişimi
- 3- Peroksit oluşumu
- 4- Aldehit oluşumu
- 5- Keton oluşumu

Yağlarda oluşan bozukluklar iki grup altında toplanır.

- 1- Hidrolitik değişimler
- 2- Oksidatif değişimler

Hidrolitik Değişimler: Bitkisel ve hayvansal yağlar daha bitki ve hayvan dokusunda iken kendilerini hidrolize eden bazı enzimlerle birlikte bulunmaktadır. Yağı hidrolize eden enzimlerin özellikleri az çok değişiktir. Bunlar nötral yağları serbest yağ asitlerine ve gliserine parçalar. Canlı organizmada iken bu enzimler kontrol altında tutulduklarından vücut ve dokulardaki depolarda buldukları zaman hemen hemen nötral bir haldedirler. Ancak ölümden sonra hücrelerin koordine edici mekanizması ortadan kalkacağından lipaz yağlara etki etmeye başlar. Ancak dokulardaki bu orjinal lipaz dolayısıyla yağlarda meydana gelen bozulma durumu o kadar önemli değildir önemli olan, sonradan yağa bulaşabilen mikroorganizmalar tarafından meydana getirilen lipolitik enzimlerin faaliyetidir. Bu faaliyet sonucu meydana gelen hidrolizis hem aerobik hemde anaerobik şartlarda oluşabilir. Hidrolizis sonucu uçucu yağ asitleri açığa çıkarak karakteristik koku oluşur (BAKICI, 1981). Hidroliz olayı balığın tadında ve et renginde özellikle etin kenar kısımlarında etkili olmaktadır.

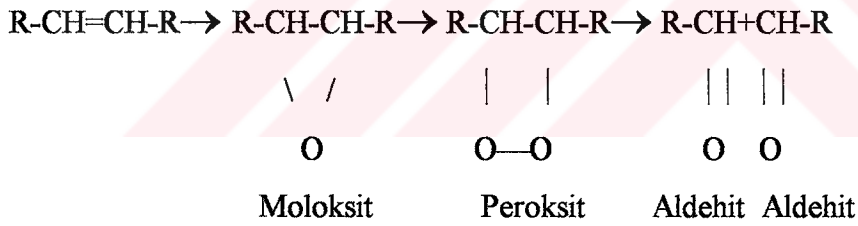
Serbest yağ asitlerinin tada etkisi şu şekilde olmaktadır (POKORNY, 1990).

<u>Yağ Asiti</u>	<u>Tat</u>
Stearik asit	İç yağimsı
Palmitik asit	Nötral
Laurik asit	Kuvvetli sabunsu
Oleik asit	Nötral
Linoleik asit	Hafif acı
Okside olmuş Linoleik asit	Kuvvetli acı

Oksidatif Değişimler: Bu tip değişiklik yağlarda genel bir değişme tipidir ve “acıma” adını alır. Yağ molekülüne lipoksidaz enzimi veya havanın oksijeninin etkisiyle oluşur (BAKICI, 1981).

Bilindiği gibi yağlar gliseritlerin kompleks bir karışımı olup gliserinin doymuş ve doymamış yağ asitleri ile kombinasyonundan meydana gelmektedir. Doymamış yağ asitleri adi sıcaklıkta ve şartlarda hava oksijeni ile oksidasyona uğramaktadır. Hava oksijeni ile oksidasyonda doymamış tek karbonlu zincire oksijenin katılması hidroperoksit ara ürünü üzerinden geçer.

Yüksek doymamış karbon zincirindeki oksidasyonda ise çift bağlar ikiden fazla metilen grubu bağlayacak şekilde ayrılmakta ve iki metilen grubuna ayrıldığından daha kolay okside olmaktadır. Acımuş yağların karakteristik lezzet ve kokularının hidroperoksitlerden ve bozunma ürünlerinden ve oluşan diğer maddelerden ileri geldiği saptanmıştır. Doymamış yağ ve yağ asitlerinin oksidasyonu sırasında çok yavaş bir değişme olsa dahi saptanabilecek ilk değişiklik redoks potansiyelinde olmakta ve sonra peroksit değerinde yükselme görülmektedir. İkinci basamakta yani oksidasyon olayının daha da ilerlemesi ile peroksitler bozunarak aldehit ve ketonlara dönüşürler yağlarda asıl acılaşıma yani ransidite denilen değişim budur. Oksidatif değişiklikte doymamış yağ asitlerinin çift bağlarının bulunduğu yerlerde önce ve çabuk geçici olan moloksit denilen ve çok hızlı gelişen maddeler, sonra da bunu izleyen peroksit ve daha sonra da yağ zincirinin bu noktasında koparak iki ucunda aldehit bulunan bileşikler meydana gelir. Böylece yağ molekülü çift bağ yerinden koparak bir yağ molekülü iki aldehite ayrılır (BAKICI, 1981).



Yağların bozulması oksidatif ve hidrolitik reaksiyonlar olup düşük ısı derecelerinde meydana gelmektedir.

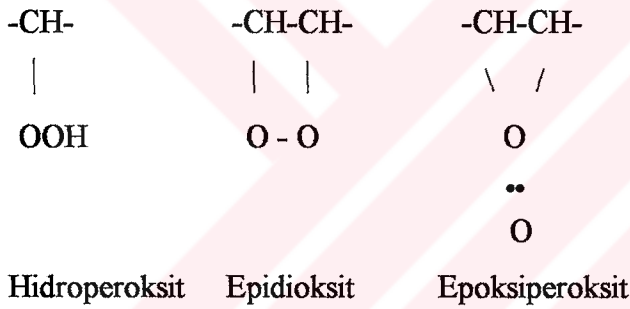
Yağ oksidasyonunun temel reaksiyonu peroksit oluşumudur. Bu organik peroksitler labil bileşiklerdir, bunlar ilerleyen süreçte su etkisi ile parçalanırlar ve doymamış bileşikler ve peroksitlerle başka bileşikler oluştururlar. Oksidasyonun ilk basamaklarında meydana gelen radikaller toksik maddelerdir (KIETZMANN ve Ark., 1969; PARDUN, 1977; İNAL, 1988). Peroksitlerin parçalanmaları sonucu farklı asitler, ketonlar, aldehitler, karbonil bileşikleri ve son

olarakta polimerizasyon ürünleri oluşur. Bazı asitler ve karboniller balığa hoş olmayan koku ve tat verirler.

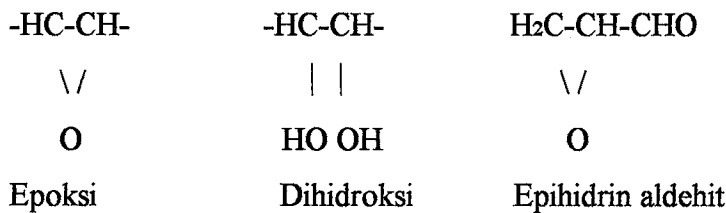
Oluşan aldehitler ve doymamış yağ asitleri trimetilamin ile birleşerek yağlı balıkların kaslarında kahverengi ve kırmızı renkli bileşikler oluşturarak renk değişimlerine sebep olurlar. Balık etinin rengi ile oksitlenen yağ asiti miktarı arasında bir ilişki mevcuttur (KIETZMANN ve Ark., 1969).

Yağ asitlerinin oksidasyonu, hidrokarbon zincirinde bulunan karbon-hidrojen bağına bir molekül oksijenin bağlanması ile hidroperoksitler oluşmaktadır (GRAY, 1978).

Hidroperoksitlerden başka ilk basamakta epidioksitler ve epoksiperoksitler de meydana gelebilmektedir.



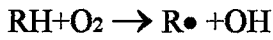
Daha sonrada bu maddelerin bölünme ürünleri olarak doymuş ve doymamış aldehitler, epoksi ve dihidroksi bileşikleri ve bu arada epihidrin aldehit yağların otooksidasyonundan elde edilmişlerdir.



Öte yandan hiç bir bölünme olmaksızın da bir kısım hidroperoksitlerden ketonlar meydana gelmektedir (KESKİN ve ERKMEN, 1987).

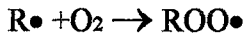
Oksidasyon sırasında oluşan serbest radikal zincir mekanizması aşağıda belirtildiği gibidir (GRAY, 1978).

Başlama

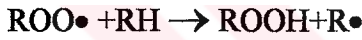


R•: Serbest radikal

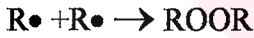
İlerleme



ROOH: Hidroperoksit



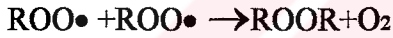
Sonuç



RH: Doymamış yağ asiti



ROO•: Peroksit serbest radikali



Balık yağı çok doymamış yağ asitlerini yüksek oranda içermektedir. Çok doymamış yağ asitleri oksidasyona karşı hassastır. Yağ asitlerinde doymamışlık derecesinin artışına paralel olarak oksidasyona uğrama hızları da artmaktadır

Oleik (C_{18:1}), Linoleik (C_{18:2}), Linolenik (C_{18:3}) asitin oksidasyona uğrama hızları sırasıyla 1:12:100 olarak belirtilmiştir (BELTRAN ve MORAL, 1990). HOLMAN tarafından Stearik 18:0, Oleik 18:1, Linoleik 18:2 ve Linolenik 18:3 asitlerinin relatif oksidasyon hızı 0,6: 4: 48: 100 olarak bulunmuştur (LANGE, 1972).

Uzun süre soğukta depolama ile balık yağındaki doymamış yağ asitleri oksidasyona uğrar. Oksidasyon reaksiyonunun oluşumunda atmosferin O₂' i önemli rol oynar. Sürecin ilerlemesi

ile reaksiyon hızı artar. Otooksidasyonun hızı farklı faktörlere bağlıdır. Bunu özellikle etkileyen faktörler yağların doymamışlık durumu, yüksek sıcaklık, ışık ve nemdir. Başka maddeler de oksidasyonu artırıcı etkide bulunurlar. Örneğin prooksidanlar nadiren balık yağında bulunan yada metal bileşenleri ile yağların reaksiyonunda oluşan çeşitli metallerdir. Hemoglobin, myoglobin, sitokrom C gibi intermedier metabolizmanın metal içeren fermentleri de oksidasyonu artırıcı etkide bulunurlar. Antioksidan denen bazı maddeler ise düşük konsantrasyonlarda kendilerinin oksitlenmesi ile reaksiyon zincirini kırarak otooksidasyonu önleyici etkide bulunurlar. Tabii antioksidan olarak tokoferoller, çeşitli fosfotidler ve aromatik hidrokarbon bileşikler bilinir. Bunun yanında bazı maddeler, kendilerinin oksitlenmesi ile oksidasyonu önlemezler. Fakat mevcudiyetleri ile antioksidanların etkisini artırır. Bu sinerjisler fosforik asiti, sitrik asit, askorbik asit ve diğer asitlerdir (KIETZMANN ve Ark., 1969).

Balıktaki yağ oranının oksidasyon hızı üzerinde önemli etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (BELTRAN ve MORAL, 1990). Yağ oranı az olan balıklar yüksek olanlara göre daha uzun süre muhafaza edilebileceği saptanmıştır (BİNGÖL, 1980).

Yağın okside olması ile protein ve vitaminlerde bozulma görülmektedir, bunun sonucunda tad ve aromanın değiştiği, kalite ve beslenme değerinde azalmanın olduğu belirlenmiştir (BELTRAN ve MORAL, 1990).

Oksidatif yağ parçalanması dışında birde hidrolitik yağ parçalanması vardır. Hidrolitik yağ parçalanmasında yağ asitleri ve yağ alkollerinin miktarı artar. Bunlar ester oluşumu reaksiyonunda etkilidir. Bu süreçteki kimyasal olaylarda lipaz aktivitesi gösteren mikroorganizmalar görülmektedir (KIETZMANN ve Ark., 1969; TOPAL, 1993).

I.1.3.3.3. Oksitlenmenin Tanımlanma Reaksiyonları

Acılaşmada ürünün tad ve kokusu değişmeden önce yağların bir süre yavaş yavaş O₂ aldıkları bilinir. Bu döneme endüklenme dönemi denir ve bundan sonra hızlı O₂ alınma dönemi başlar. Bu hızlı yükseltgenme bir çok etkene bağlıdır. Sıcaklık, nem, oksijen miktarı, ışık mor

ötesi ve yakın mor ötesi ışık, antioksidan ve proksidanların bulunup bulunmadığı reaksiyonu etkiler, O₂ alınması ve acılaşıma esasen yağın doymamışlığı ile ilgilidir.

Otooksidasyon ürünlerinin oluşumu peroksit oluşumunun sonunda başlar. Bu ilk endüksiyon döneminde pek az O₂ harcanması ile az miktarda oluşan peroksit molekülleri diğerlerinin peroksitlenmesini katalizleyerek O₂ harcanması hızla artar. Bundan dolayı yağdaki peroksit miktarının belirlenmesi yağın bozulma derecesi hakkında fikir verir (KESKİN ve ERKMEN, 1987).

Peroksit Sayısı

Acılıkla paralel artar. Bunun belirlenmesi iyodür asidinin epidioksit veya hidroperoksit ile yükseltgenmesinden açığa çıkan iyodün tiosülfatla titre edilmesi prensibine dayanır.

Peroksit sayısı 1000gr. yağ' da milimol O₂ olarak ifade edilebildiği gibi miliekivolan gram/kg. veya mikrogram/kg. olarak da ifade edilebilir (KESKİN ve ERKMEN, 1987; ANON, 1986).

Çok iyi materyalde peroksit sayısı 2 milimol O₂/kg. yağ
iyi materyalde peroksit sayısı 5' ten fazla olmamalı
tüketilebilir sınır değer sayısı 8-10 arasındır (SCHORMÜLLER, 1968; LUDORFF ve MEYER, 1973; VARLIK ve Ark., 1993).

Tiyobarbitürik Asit Sayısı

Doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu meydana gelen malondialdehidin tiyobarbitürik asit ile ısıtılması sonucu kırmızı rengin meydana gelmesidir. 1000gr. örnekte mevcut malonaldehit miktarı miligram olarak saptanmış olur.

Çok iyi materyalde TBA sayısı 3' ten az
iyi materyalde TBA sayısı 5' ten fazla olmamalı
tüketilebilir sınır değer sayısı 7-8 arasındır (VARLIK ve Ark., 1993).

İyot Sayısı

Yağlar hakkında doğru fikir edinmek için yapılan kimyasal belirlemelerin en önemlilerinden birisi iyot sayısıdır. Bu serbest yada gliserit halde olsun doymamış yağ asitlerini halojen katılma bileşikleri oluşturma özelliğine dayanan bir doymamışlık derecesinin ölçüsüdür.

Prensibi; reaksiyona etkisi olmayan bir çözücü içerisinde çözündürülmüş yağ, bir iyot çözeltisinin fazlası ile, belirli bir zaman reaksiyona bırakılır. Bu zamanın sonunda kalan iyot miktarı iyot indeksini (sayısını) verir (KESKİN ve ERKMEN, 1987).

Serbest Yağ Asitleri

Asit sayısı veya asit derecesi yağ asitlerini içerirler ve bunların miktarı zamanla artar. 1gr. yağda serbest halde bulunan yağ asitlerinin nötralleştirmek için harcanması gereken mg. cinsinden KOH miktarı o yağın indeksini verir.

Bir yağın asit derecesi 100gr. yağ da serbest halde bulunan yağ asitlerini nötralleştirmek için gereken 1N alkali çözeltisinin ml. sayısıdır. Bu çoğu kez 100gr. yağ daki serbest yağ asidinin gr. olarak Oleik asit miktarı cinsinden hesaplanır. Bu asitlik rakamı 0,282 rakamı ile çarpıldığında buna serbest yağ asitleride denir (KESKİN ve ERKMEN, 1987).

Balıkların muhafazası sırasında yağında oluşan değişimlerin incelenmesi üzerine pek çok çalışma yapılmıştır. Çeşitli araştırmacılar sardalya balığıda dahil olmak üzere bir çok balık ve kabuklu üzerinde bu tip çalışmalar yapmışlardır.

Bunlardan GRUGER ve Ark. (1964): 21 tür deniz balığı, tatlı su balığı ve kabukluda yağ asitleri kompozisyonu üzerine çalışmışlardır.

MENDELHALL (1972): Meksika körfezinden alınmış çiğ balık filetolarındaki oksidatif acılaşıma üzerine çalışmıştır.

BAKICI (1981): İstavritlerde soğuk muhafaza süresince meydana gelen duyuşal değişiklikler ve peroksit ve TBA bulgularının değerlendirilmesi üzerine bir çalışma yapmıştır.

KUNDAKÇI (1982): Haskefal (*Mugil cephalus L.*) ve Sazan (*Cyprinus carpio L.*) balıklarının dondurularak saklanması sırasında lipidlerindeki değişimlerini incelemiştir.

KUNDAKÇI (1983): Dondurularak saklanan sazanlardaki oksidatif bozulma üzerine işleme ve ambalajlamanın etkisini incelemiştir.

RAO ve GEDAN (1985): Hindistan sardalya balığının yağındaki yağ asiti komponentlerinin incelenmesi üzerine çalışmışlardır.

KUNDAKÇI (1986): Dondurma öncesi süre-sıcaklık ilişkilerinin donmuş haskefal ve lüfer kalitesine etkilerini incelemiştir.

BELTRAN ve MORAL (1990): Dondurulmuş depolama sırasında sardalyada ki oksidatif bozulmanın gaz kromatografisi ile hesabı üzerine çalışmışlardır.

EL MARRACHI ve Ark. (1990): Buzda depolanmış Fas sardalyasının duyusal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değerleri üzerine araştırma yapmışlardır.

TEMPELLİ ve KORKUT (1990): Sardalya (*Sardina pilchardus* W. 1792) balığında gözlenen ham yağ değişimleri üzerine araştırma yapmışlardır.

KUNDAKÇI (1991): Marmara gölü sazanlarının (*Cyprinus carpio* L.) dondurularak saklanması sırasında lipidlerinin hidrolizi ve lipid freaksiyonlarının yağ asitlerindeki değişimler üzerinde araştırmalar yapmıştır.

NUNES ve Ark. (1992): Buzda depolanmış sardalyanın (*Sardina pilchardus*) fiziksel, duyusal ve kimyasal parametreleri üzerine çalışmışlardır.

ZLATANOS ve SEGREDOS (1993): Bazı önemli Akdeniz balığı türlerinin yağ asitleri kompozisyonu üzerine çalışmışlardır.

VARLIK (1994): Soğukta depolanan sardalyaların histamin düzeyinin belirlenmesi üzerine araştırma yapmıştır.

YILDIZ (1995): Soğuk depolamanın gökkuşuğu alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*, L. 1758) protein ve yağ özelliklerine etkisinin incelenmesini gerçekleştirmiştir.

Bu çalışmada, yağlı bir balık olan sardalya balığının *Sardina pilchardus* (WALBAUM,1792) soğukta saklanma süresi içerisinde yağında oluşan bozulmaların

incelenmesi ve bu süreçte oluşan duyusal, fiziksel, kimyasal bozulmalarla karşılaştırarak balık bozulmasında yağın öneminin ortaya konması amaçlanmıştır.



II. MATERYAL VE METOT

II.1. MATERYAL

Araştırmamızda materyal olarak kullanılan sardalya balıkları *Sardina pilchardus* (WALBAUM, 1792) İstanbul Büyük Şehir Belediyesine ait olan balık halinden 22/06/1995 tarihinde temin edilmiştir. Çalışmamızda kullandığımız 15 kg. balık içerisinde rastgele olarak seçilen 20 tanesi üzerinden boy ve ağırlık ortalaması hesaplanmıştır. Buna göre örnekler ortalama $14,96 \pm 0,53$ cm uzunlukta ve $30 \pm 1,03$ gr. ağırlığında bulunmuştur. Balıkların derhal iç organları ve baş kısımları uzaklaştırılmıştır. Temizleme işlemi esnasında balıklar 300gr./kg. fire vermiştir. Daha sonra temizlenen balıklar strafor kutuya yerleştirilerek ve üzerleri buzla örtülerek Laboratuvara getirilmiştir. Örnekler depolamadan önce dikdörtgen biçiminde fazla derin olmayan Alüminyum kutulara (500 gr.balık/kutu) yerleştirilmiş ve daha sonra $+4^{\circ}\text{C} \pm 1$ sıcaklık ve % 95-97 bağıl neme sahip soğuk depoya konmuştur.

II.2. METOT

Örneklerin, laboratuvara getirilir getirilmez ve depolama süresince gün aşırı olmak üzere analizleri yapılmıştır. Örneklerde yağ miktarı (%), Peroksit sayısı (PE), Tiobarbütirik asit sayısı (TBA), Serbest yağ asitleri yüzdesi (FFA), İyot sayısı, Yağ asitleri kompozisyonu, Duyusal analiz, Ağırlık kaybı, Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N), Trimetilamin (TMA-N) tayinleri ve pH ölçümleri yapılmıştır. Denemeler iki paralelli olarak yürütülmüştür.

Yüzde yağ miktarı GERBER-KÖHLER' in rutin yöntemiyle, peroksit tayini ise HADORN ve arkadaşları tarafından modifiye edilmiş WHEELER yöntemi ile yapılmıştır (LUDORFF ve MEYER, 1973). TBA deneyi VARLIK ve Ark. (1993)' nca belirtilen yöntemle göre MILTON

ROY SPECTRONIC 1201 spektrofotometre cihazı ile yapılmıştır. İyot indisi ANON (1986)' a göre belirlenmiştir (ANON, 1986). FFA indisi BIEGLE (1960)'a göre yapılmıştır. FFA analiz sonuçları oleik asit cinsinden verilmiştir. Yağ asitleri kompozisyonu 170°C' de 2 dakika bekletilerek dakikada +8°C' lik artış ile 210°C' ta yükseltip PHILIPS UNICAM PU 4500 Capillary Chromotagraph ve SPEKTRA PYSICS Sp 4920 İntegrator cihazlarının kullanılmasıyla yapılmıştır. Yağ asitleri çıkış zamanlarına göre tanımlanmıştır.

-Taşıyıcı Gaz: *Helyum*

-Taşıyıcı Gaz Hızı: *1 ml./dakika*

-Dedektör (Flame Ionization Dedektör) ve Enjektör Sıcaklığı: *250°C*

-Kolon: *Programlı*

Duyusal testlerde AMERINA ve Ark. (1965)' nca verilen yöntem kullanılmıştır.

Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) tayini ANTONACOPOULUS tarafından modifiye edilmiş LUCKE ve GLEDEL' e göre, (SCHORMÜLLER, 1968), trimetilamin Azot (TMA-N) tayini BYSTED ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş DYER' e göre yapılmıştır (SCHORMÜLLER, 1968).

pH tayini, rutin laboratuvar yöntemi ile METROHM 632 model pH metre ile gerçekleştirilmiştir.

III. BULGULAR

Sardalya balığının + 4°C de depolanması sırasında elde edilen analiz bulguları Tablo 6, Tablo 8' de toplu olarak ve yağ asitleri kompozisyonundaki değişimler Tablo 7' de örneklere ait depolamanın 0. gün yağ asidi pikleri Şekil 1' de gösterilmiştir.

Taze olarak laboratuvara getirelen örneklerde yağ miktarı ortalama %14,14 ±1,20 olarak tespit edilmiştir.

Yağların oksidasyonu sırasında birinci aşama tepkimeleri ile oluşan hidroperoksit miktarı depolama süresince belirgin bir artış göstermiştir (Şekil 2). Taze örneklerde peroksit değeri 2,12 milimol O₂/kg. iken 11 günlük depolama sonucunda 27,05 milimol O₂/kg. değerine ulaşmıştır. Peroksit değeri bakımından tüketilebilirlik sınır değeri 2. gün sonrası itibariyle aşılmıştır.

Taze örneklerde TBA değeri 1,39 mg. malonaldehit/kg. iken 11 günlük depolama süresi sonunda 6,44mg./kg. değerine ulaşmıştır. Örneklerin TBA değerleri de depolama süresince artmıştır (Şekil 3). Bu artış 6. günde tüketilebilirlik sınırına gelmiştir.

Örneklerin serbest yağ asitleri (FFA Oleik asit cinsinden) yüzdesi de peroksit ve TBA' da olduğu gibi depolama süresince artış göstermiştir (Şekil 4). Taze örneklerde %0,53 iken 11 günlük depolama sonunda %2,722 olmuştur.

Yağlarda doymamışlığın bir ölçüsü olan iyot indisi depolamanın ilerlemesiyle birlikte bir düşüş göstermiştir (Şekil 5). 155,05 olan başlangıç iyot indisi değeri yavaş yavaş bir düşüş göstererek 11 gün sonra 137,291 değerini göstermiştir. İyot değerindeki bu düşüş yağdaki doymamış bağların oksidasyonla doyrulduğunu ve doymamış bağ sayısında da bir düşüş olduğunu göstermektedir.

Taze sardalya balığının toplam lipitlerinin içerdiği doymuş yağ asitleri içinde en çok %21,603 ile palmitik asit (C_{16:0}) bulunmuş olup, bunu %16,542' lik bir oranla miristik asit (C_{14:0}) ve %4,643' lük bir oranla stearik asit (C_{18:0}) izlemiştir. Taze sardalya balığının doymuş yağ asitleri oranı toplam yağ asitlerinin %42,788' sini oluşturmuştur.

Taze sardalya yağında bulunan doymamış yağ asitlerini miristoleik asit (C_{14:1}) %0,926; palmitoleik (C_{16:1}) %13,394; oleik (C_{18:1}) %11,626; eikosenoik asit (C_{20:1}) %5,791; linoleik asit (C_{18:2}) %2,244; linolenik (C_{18:3}) %3,896; oktadekatetraenoik asit (C_{18:4}) %2,815; eikosatetranoik asit (C_{20:4}) %2,572; eikosapentanoik asit (C_{20:5}) %9,032; dekasoheksanoik asit (C_{22:6}) %4,916 oluşturmuştur. Toplam doymamış yağ asitleri oranı %57,212 bulunmuş olup bunun %31 ,737' si tek doymamış ve %25,475' i çok doymamış yağ asitlerinden meydana gelmiştir.

Depolama süresince doymuş yağ asitlerinden palmitik asit oranında artış görülürken, miristik asit ve stearik asit oranlarında düşme görülmüştür. Tek doymamış yağ asitlerinden palmitoleik asit %13,394' lük bir orandan %16,54 oranına yükselmiştir, miristoleik asit oranı ise 4. ve 6. günlerde belirgin bir yükselme göstermesine rağmen depolama sonuna doğru düşmüştür. Oleik asit oranında depolama süresince önemli bir değişim gözlenmemiştir. Eikosanoik asit oranı ise 11 günde düşüş göstermiştir. Çok doymamış yağ asitlerinin oranında linolenik asit ve dekasoheksanoik asitteki artış dışında bir azalma gözlenmiştir. Doymamış yağ asitlerinde azalma ve doymuş yağ asitlerindeki artış oksidasyonun en önemli belirtisidir.

Duyusal analiz sonuçları incelendiğinde örneklerin 6. güne kadar çok iyi kalite özelliğinde olduğu, bu süreden sonra duyusal analiz skoru hızla düşerek balığın bozulmuş bir nitelik kazandığı görülmüştür. Ayrıca 6. günde balıklarda acı bir tat hissedilmiş, daha sonraki günlerde ise acılık iyice artarak tüketilemez bir durum almıştır. Örneklerin duyusal kalitelerindeki değişim Şekil 6 da gösterilmiştir.

Örneklerin TVB-N içerikleri depolama süresince hızlı bir artış göstermiştir (Şekil 7). Depolamanın 4. gününe kadar TVB-N içeriği bakımından iyi kalite niteliğine sahip olan

balıklar, 6. günde tüketilebilirlik sınırına ulaşmış 11. günde ise oldukça yüksek bir değer (64,8 mg./100g.) elde edilmiştir.

Depolama süresince örneklerin TMA-N miktarında artış görülmüştür (Şekil 8). Ancak bu sürede tüketilebilirlik sınırı aşılmamıştır. 4. güne kadar iyi kalite niteliğini ifade eden bir değere sahip iken 4. günden sonra pazarlanabilir kalitede 11. günde ise tüketilebilirlik sınırına ulaşmıştır.

Yapılan pH ölçümlerine göre balıkların pH değeri başlangıçta 6,17 iken depolama süresince yavaş yavaş artarak 11 günde 7,52 değerini göstermiştir(Şekil 9).

Şekil 10 da ise örneklerimizin ağırlık kaybı sonuçları gösterilmiştir.



TABLO 6: Sardalyaların +4°C' de depolanması sırasında yağında oluşan bozulmaları gösteren Analiz sonuçları

DEPOLAMA SÜRESİ	PEROKSİT SAYISI (milimol O ₂ /kg.)	TBA SAYISI (mg./kg malonaldehit)	FFA (%)	İYOT İNDİSİ
0 GÜN	2,12	1,39	0,53	155,05
2 GÜN	7,80	3,04	0,63	153,00
4 GÜN	24,80	3,35	1,29	152,79
6 GÜN	24,98	5,27	1,82	146,46
8 GÜN	26,40	5,94	2,37	141,82
11 GÜN	27,05	6,44	2,72	137,29

TABLO 7: Sardalya balığının depolanması sırasında % yağ asitleri kompozisyonundaki değişimleri

DEPOLAMA SÜRESİ	0 GÜN	2 GÜN	4 GÜN	6 GÜN	8 GÜN	11 GÜN
C _{14:0} MİRİSTİK ASİT	16,542	13,66	12,775	12,163	12,496	12,097
C _{16:0} PALMİTİK ASİT	21,603	23,257	23,413	22,091	23,438	23,76
C _{18:0} STEARİK ASİT	4,643	3,974	5,903	4,144	5,155	3,79
C _{14:1} MİRİSTOLEİK ASİT	0,926	0,784	2,633	2,644	0,933	0,707
C _{16:1} PALMİTOLEİK ASİT	13,394	16,258	15,725	17,443	12,723	16,542
C _{18:1} OLEİK ASİT	11,626	10,064	10,269	10,831	10,679	11,5
C _{20:1} EİKOSENOİK ASİT	5,791	5,448	5,072	5,034	5,004	5,227
C _{18:2} LİNOLEİK ASİT	2,244	1,775	1,82	1,844	1,961	2,169
C _{18:3} LİNOLENİK ASİT	3,896	4,543	3,717	4,087	4,636	4,406
C _{18:4} OKTADEKATETRAENOİK ASİT	2,815	2,559	2,431	2,505	2,702	2,778
C _{20:4} EİKOSATETRANOİK ASİT	2,572	3,256	2,908	3,692	4,254	2,660
C _{20:5} EİKOSAPENTANOİK ASİT	9,032	8,709	8,305	8,205	9,555	8,484
C _{22:6} DEKASOHEKSANOİK ASİT	4,916	5,713	5,035	5,317	6,464	5,88

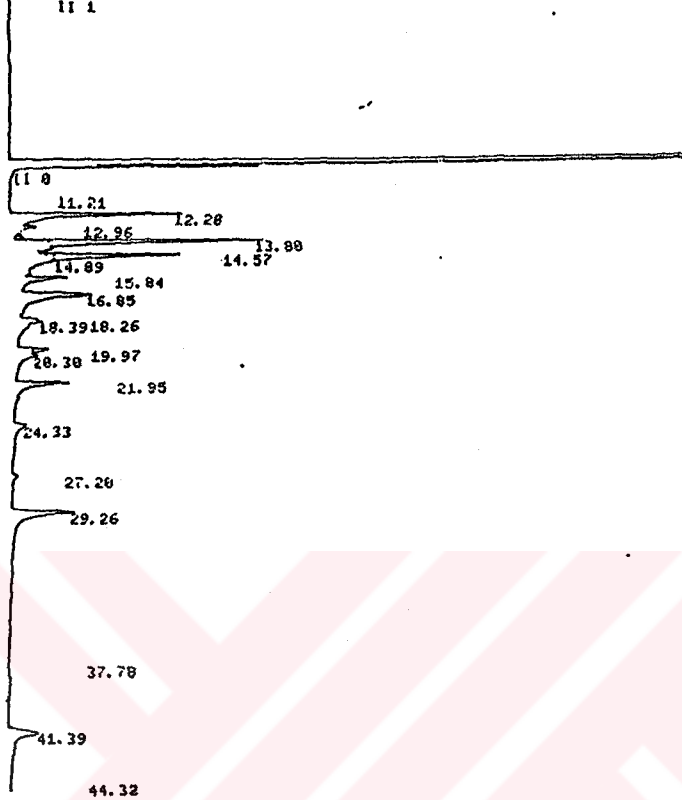
```

1001
999 1001 1000 999 999 1000 1000 1000 1001
TIFI=
.A FAULT 10
II(1)=0.25 TF(1)="II" IV(1)=1.
II(2)=9.60 2
.A FAULT 5
II(1)=0.25 IF(1)="II" IV(1)=1.
II(2)=10.00 IF(2)="II" IV(2)=0.
II(3)=45.00 IF(3)="ER" IV(3)=1.
1000 1000 1000

```

CHANNEL A INJECT 02147146

Onluç
2.541



12 9

02147146 CH= "A" PS= 1.

FILE	1.	METHOD	0.	RUN	INDEX
PEAK#	AREA%	RT	AREA	BC	
1	0.103	11.21	148	01	
2	16.439	12.28	22446	08	
3	0.926	12.96	1264	05	
4	21.603	13.8	29497	01	
5	13.396	14.57	10291	02	
6	0.709	14.89	968	03	
7	3.914	15.84	5372	01	
8	11.626	16.85	15874	01	
9	1.052	18.26	1436	02	
10	1.192	18.39	1628	03	
11	3.096	19.97	5319	02	
12	2.815	20.3	3844	03	
13	5.791	21.95	7907	01	
14	1.908	24.33	2714	01	
15	0.584	27.2	797	01	
16	9.032	29.26	12332	01	
17	4.916	41.39	6713	01	
TOTAL	100.		136542		

Şekil 1: Örneklere ait depolamanın 0. gün yağ asidi pikleri

TABLO 8: Sardalyaların +4°C’ de depolanması sırasındaki Duyusal, Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

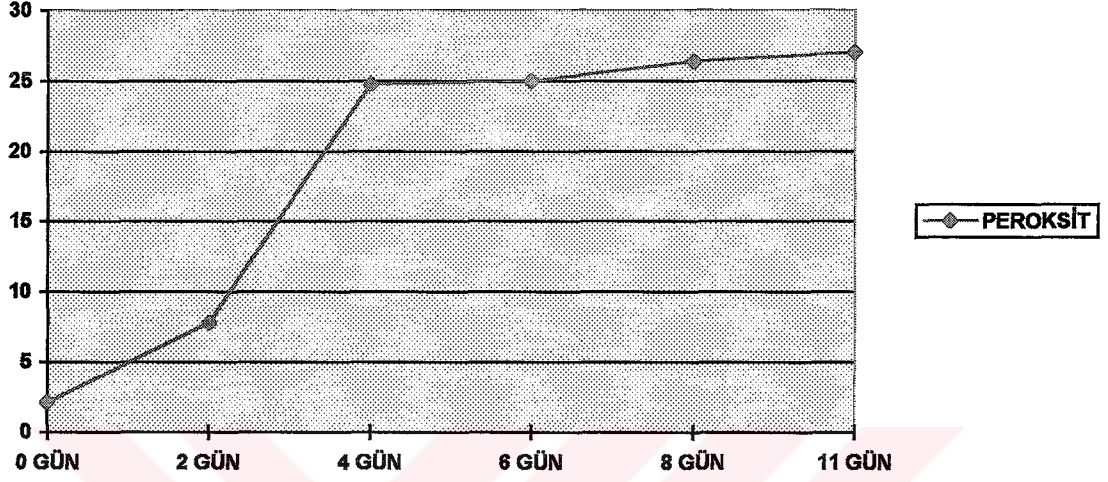
DEPOLAMA SÜRESİ	DUYUSAL*	AĞIRLIK KAYBI (%)	pH	TVB-N (mg./100g.)	TMA-N (mg./100g.)
0 GÜN	8,65	-	6,17	13,18	1,45
2 GÜN	8,25	2,6	6,28	14,50	1,75
4 GÜN	7,35	2,4	6,46	20,46	8,25
6 GÜN	6,35	1,8	6,61	36,34	9,00
8 GÜN	3,81	1,6	7,01	46,92	9,75
11 GÜN	2,03	3,4	7,52	64,80	10,1

* 9 - 7 Çok İyi

6,9 - 4 İyi

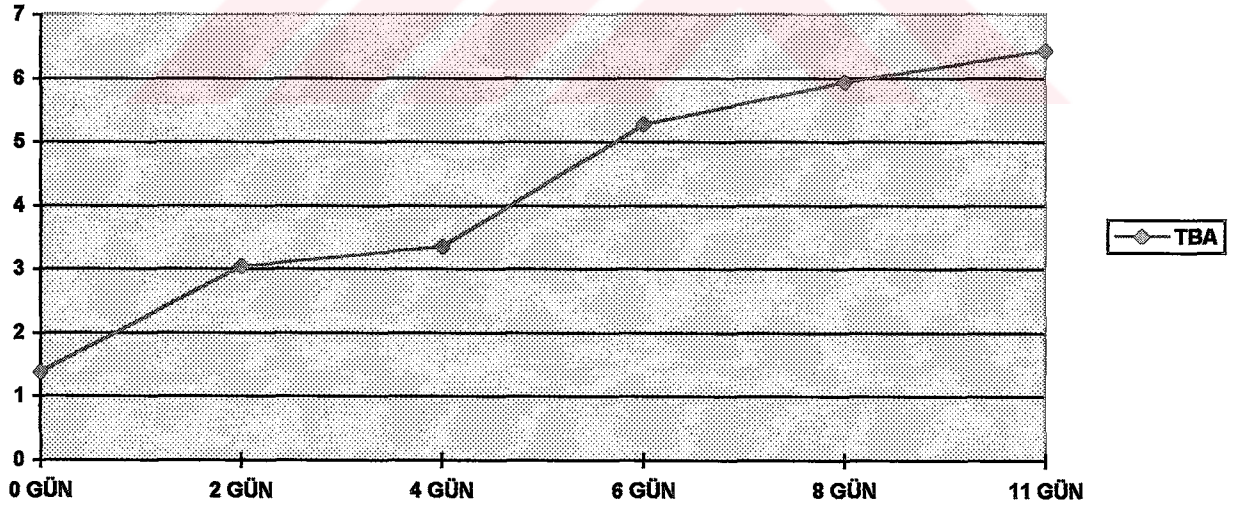
3,9 - 1 Bozulmuş

milimol O₂ mg./kg.

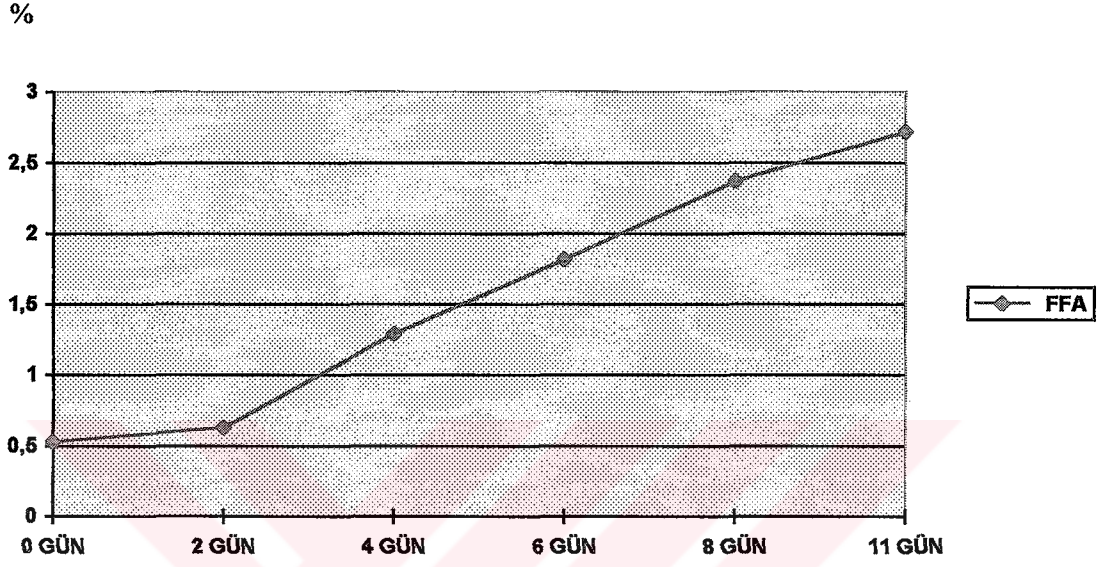


ŞEKİL 2: Depolama boyunca peroksit değerindeki (milimol O₂/kg.) değişimler.

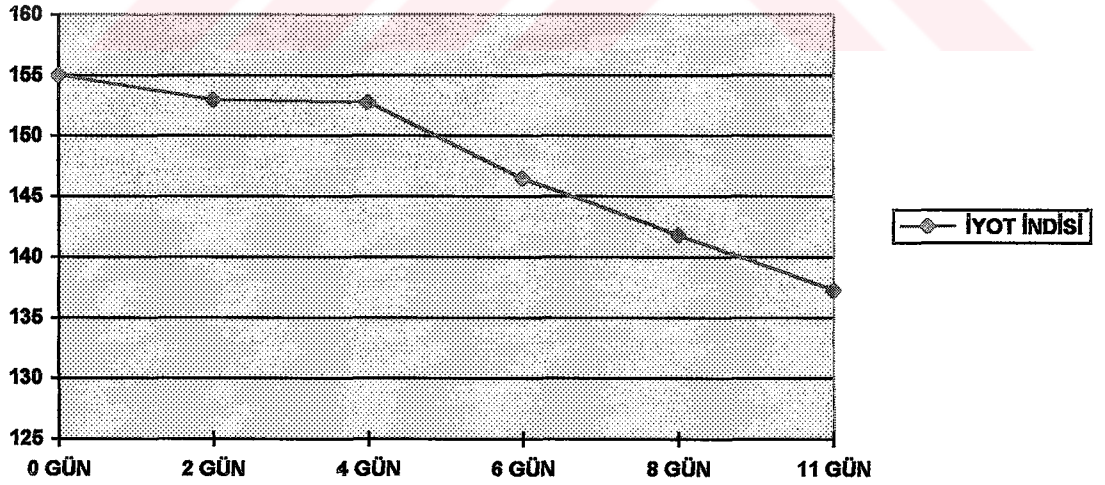
malonaldehit mg./kg.



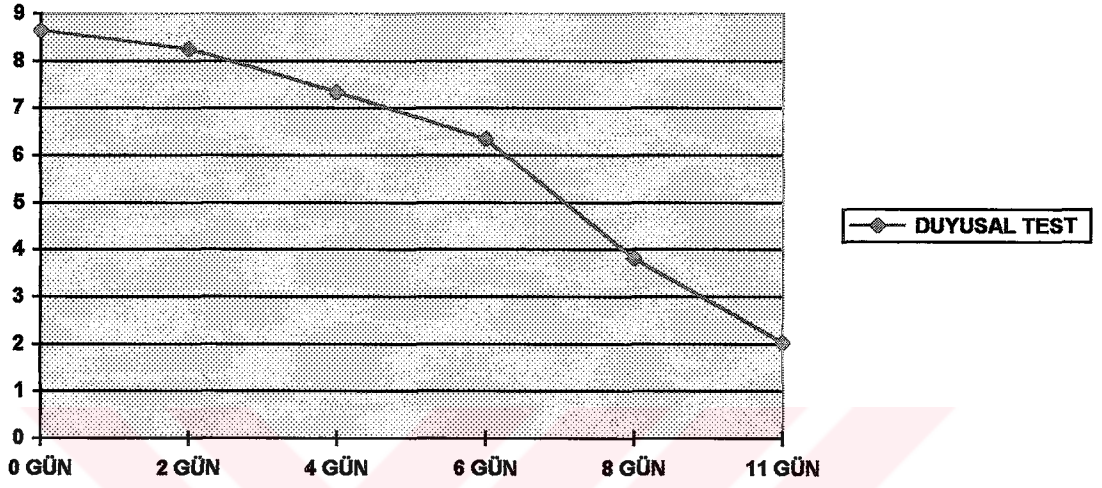
ŞEKİL 3: Depolama boyunca TBA değerindeki (mg./kg. malonaldehit) değişimler.



ŞEKİL 4: Depolama boyunca FFA değerindeki (%) değişimler.

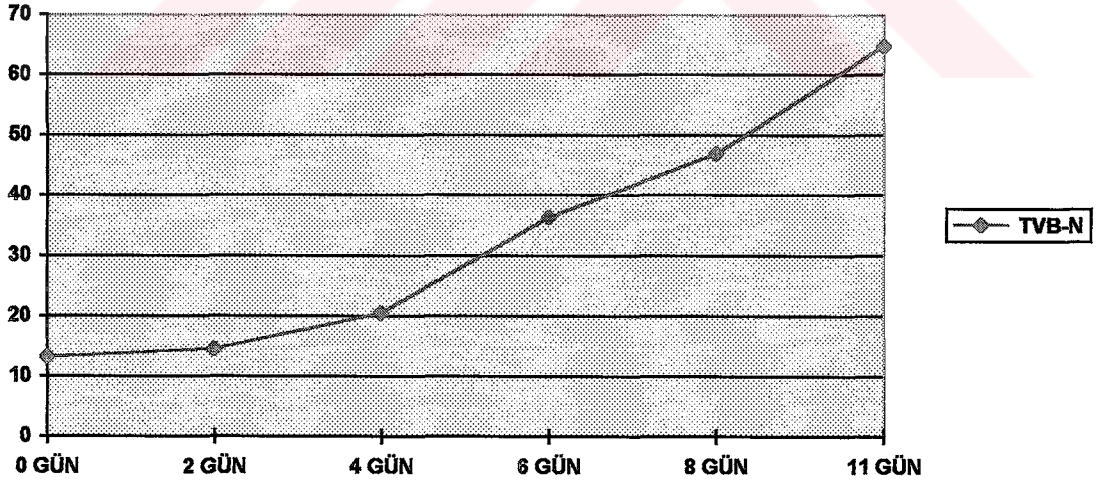


ŞEKİL 5: Depolama boyunca iyot indisindeki değişimler.



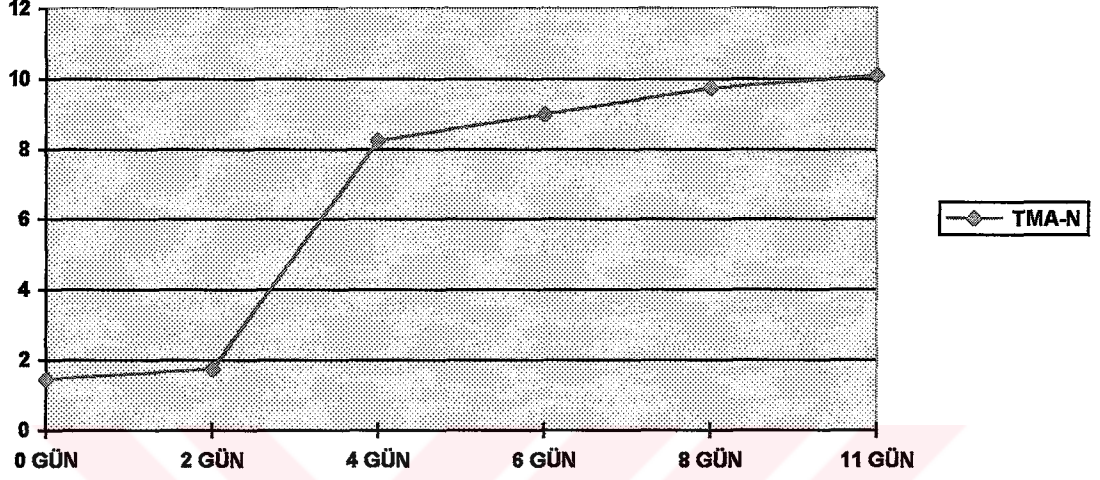
ŞEKİL 6: Depolama boyunca duyuşal testlerde meydana gelen değişimler.

mg./100g.

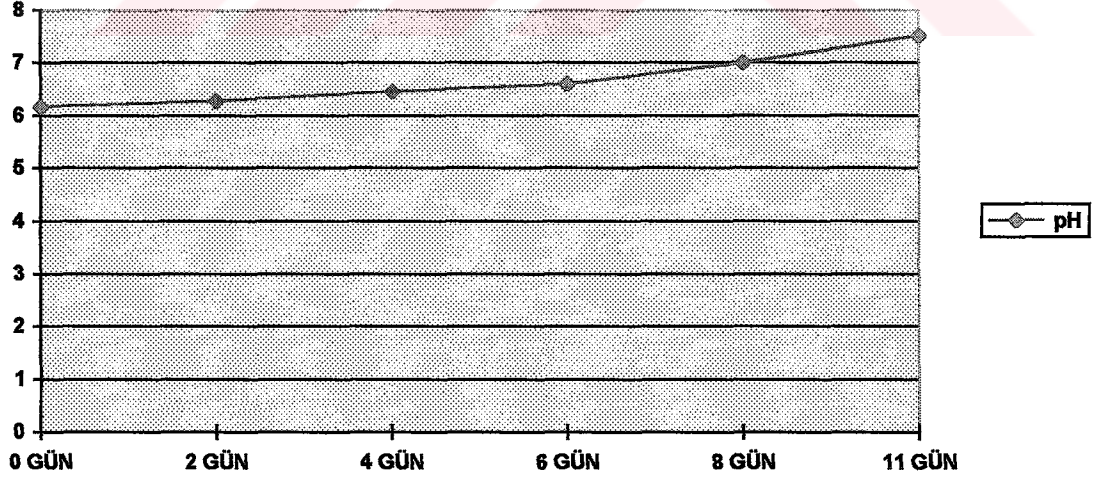


ŞEKİL 7: Depolama boyunca TVB-N değerlerindeki (mg./100g. Balık) değişimler.

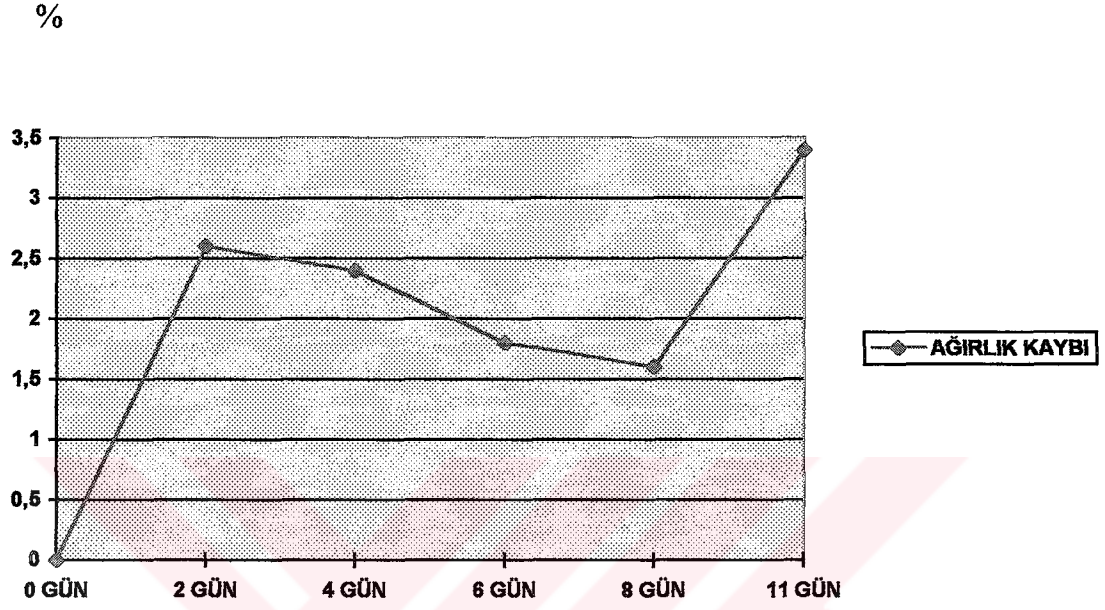
mg./100g.



ŞEKİL 8: Depolama boyunca TMA-N değerlerindeki (mg./100g. Balık) değişimler.



ŞEKİL 9: Depolama boyunca pH değerindeki değişimler.



ŞEKİL 10: Depolama boyunca ağırlık kaybındaki (%) değişimler.

IV. TARTIŞMA ve SONUÇ

Balık eti, otoliz, oksidasyon ve mikrobiyolojik yollarla bozulmaktadırlar (ALPERDEN, 1993). Bu bozulmalar sırasında balığın yapısında bazı değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimlerin en önemlisi ise yağında oluşan acılaşmadır.

Yaptığımız bu çalışmada, Haziran ayında avlanmış olan sardalya balıklarının total yağ miktarı %14,14 olarak bulunmuş, olup bu sonucun aşağıdaki verilerle dönem itibariyle uyum sağladığı görülmektedir.

BELTRAN ve MORAL (1990) yağ oranını Mart ayında yakalanan sardalyalarda %5,1, Haziran ayında yakalananlarda %10,9 olarak tespit etmişlerdir. Bu tip balıkların kimyasal kompozisyonunun mevsimsel olarak değiştiğini belirtmişlerdir. TEMMELLİ ve KORKUT (1990)' da yapmış oldukları bir çalışmada sardalya balıklarının yağ oranını Şubat ayında %20,26 Ekim ayında ise %24,03 olarak bulmuşlardır.

Doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunda şekillenen ilk ürünler peroksitlerdir. Bu bakımdan acılaşmada başlangıçta oluşan safhalarda yeni oluşan peroksitlerin saptanmasıyla ilk safhalarda duysal olarak hissedilmeyen acılaşmayı peroksit değerinin saptanmasıyla ortaya koymak mümkündür. Bu nedenle yağlarda acılık deneyleri arasında çabuk uygulanabilen bu yöntemin önemli bir yeri olduğu kabul edilmiş bir çok ülkede acılığının saptanmasında standart bir yöntem olarak analiz yöntemleri arasında yer almıştır (BAKICI, 1981).

Çalışmamızda saptamış olduğumuz peroksit değerleri taze örneklerde 2,12 milimol O₂/kg. iken depolama süresince artarak 11. günde 27,05 milimol O₂/kg. düzeyine ulaşmıştır.

Peroksit değeri 2 milimol O₂/kg. nin altında olan balıkları “çok iyi”, 5 milimol O₂/kg. a kadar olanları “iyi” olarak sınıflandırılmakta ve tüketilebilirlik sınırının 8-10 milimol O₂/kg. dan fazla olmaması gerektiği belirtilmektedir (SCHORMÜLLER, 1968; LUDORFF ve MEYER,

1973; VARLIK ve Ark.,1993). Buna göre örneklerimiz peroksit değeri bakımından tüketilebilirlik sınırını 2. günden itibaren aşmıştır.

Thiobarbitürik asit (TBA) deneyi yağ ve yağ içeren gıda maddelerinin oksidasyon derecesinin kantitatif olarak saptanmasında kullanılır. Deney doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu meydana gelen malonaldehitin, TBA ile ısıtılması sonucu kırmızı rengin meydana gelmesi ilkesine dayanır. Diğer bozulma işaretlerine nazaran duyuşal değeriendirme ile iyi bir korelasyon verdiği belirtilmektedir (BAKICI, 1981).

Yapmış olduğumuz çalışmada sadalya balıklarının TBA değeri depolamanın ilk gününde 1,39 mg./kg. malonaldehit iken 11. günde 6,44 mg./kg. malonaldehit' e ulaştığı belirlenmiştir.

SCHORMÜLLER (1969) çok iyi materyalde TBA sayısının 3 ten az olması, iyi bir materyalde 5 ten fazla olmaması gerektiğini belirtmiştir.

Buna göre çalışma örneklerimiz 6. günden itibaren (6. günde 5,28 mg./kg. malonaldehit) tüketilebilirlik sınırını aştığı görülmektedir.

MENDELHALL (1972)' nin içi temizlenmiş balıkların soğukta depolanması üzerine yapmış olduğu bir araştırmada 1. gün de 1,6 mg./kg malonaldehit olan TBA sayısının 11. güne kadar 4,8 mg./kg. malonaldehitte yükseldiğini tesbit etmiştir.

BAKICI (1981) yapmış olduğu çalışmada, duyuşal olarak çok taze olduklarını saptadığı örneklerin TBA sayılarının 0,87 mg./kg., taze örneklerin TBA sayılarının 2,96 mg./kg., ticari kalitedeki örneklerin TBA sayılarının 4,30 mg./kg. dan daha yüksek değeri göstermediklerini bayat durumdaki örneklerin TBA sayılarının ise 5 mg./kg.' dan fazla olduklarını tesbit etmiştir.

KUNDAKÇI (1982), haskefal ve sazanlar üzerinde yapmış olduğu çalışmada TBA değeriinin 3 mg./kg. malonaldehit'e ulaşmasının balık etinin zayıf kaliteli olarak nitelenmesi için yeterli görüldüğünü belirtmiştir. KUNDAKÇI (1983) diğer bir çalışmada yenilebilirlik düzeyinin üst sınırını 4mg./kg. malonaldehit olarak belirtilmiştir.

KUNDAKÇI (1986)' ya göre depolama öncesi bekleme süresinin TBA değeriileri üzerine etki ettiğini belirtmekte ve yaptığı çalışmada depolamanın başlangıcındaki kefallerin TBA değeriilerini 0,07-0,73 mg/kg malonaldehit olarak saptamıştır.

NUNES ve Ark. (1992)' nin yapmış oldukları çalışmada sardalya balığının buzda depolanması sırasındaki TBA değerlerini 0. gün 0,08 mg/kg., 2. gün 5 mg/kg., 5. gün 7 mg/kg., 7. gün 8 mg/kg. ve 9. gün 7mg/kg. olarak tespit etmişlerdir.

Yapmış olduğumuz çalışma sonuçları genelde Literatür verileri ile uyum sağlamaktadır.

Uzun süreli depolama sırasında enzimatik aktivite nedeniyle yağlarda serbest yağ asitleri (FFA) düzeyi artar. Buda gıdanın kalite kaybına sebep olur (KONİNG ve MOL, 1992).

Çalışma örneklerimizin FFA yüzdesinde peroksit sayılarında olduğu gibi depolama süresince artış göstermiştir. Taze örneklerde %0,53 olan FFA değeri 11. günde %2,722 olmuştur.

YILDIZ (1995) balık yağlarındaki FFA sayılarının %2,5 değerini geçmesiyle tüketilebilirlik sınır değerini aştığını belirtmektedir. Buna göre örneklerimiz FFA değeri itibariyle tüketilebilirlik sınırını 8. günden itibaren aşmıştır.

KUNDAKÇI (1986)' nin yapmış olduğu çalışmada kefal ve lüferdeki FFA oranlarını %1,05 ile %2,15 arasında değişmekte olduğunu belirtmiştir.

İyot değeri 100 gr. yağ tarafından bağlanan iyotun gram olarak miktarıdır. Yağın doymamışlık derecesinin ölçüsüdür. Doymamışlık dercesi arttıkça yağın bağladığı iyot miktarı da artar (ANON, 1974).

Yapmış olduğumuz araştırmada doymamışlığın bir ölçüsü olan iyot sayısı taze balıkta 155,05 iken depolama boyunca düşerek 11 gün 137,29 değerine inmiştir.

Balık yağlarındaki iyot sayısı doymamışlık derecesine göre 100-190 arasında değişir. Sardalya balık yağlarının ise 160-180 arasında iyot sayısı içerdiği belirtilmektedir (ANON, 1974).

Karboksil grubuna yakın çift bağlara iyotun iyi bir şekilde bağlanamamasından dolayı pratikte bulunan iyot değeri teorikte verilen değerden düşük olduğu belirtilmektedir (ANON, 1974). Çalışmamızda bulduğumuz iyot değerinin belirtilen değer altında kalmış olması bu sebebe bağlanabilir.

Çalışmamızda taze sardalya balığının toplam lipitlerinin içerdiği doymuş yağ asitleri oranı %42,788, tek doymamış yağ asitleri oranı %31,737 ve çok doymamış yağ asitlerinin oranı ise

%25,475 olarak saptanmıştır. Taze sardalya yağının toplam yağ asitleri içerisinde doymamış yağ asitleri %57,212' lik bir oran teşkil etmektedir. BELTRAN ve MORAL (1990) balık lipitleri içerisinde doymamış yağ asitlerinin yüksek oranda bulunduğu ve bu nedenle acılaşmaya çok yatkın olduklarını belirtmişler ve yaptıkları bir çalışmada yağlı sardalyalarda doymuş yağ asitlerini %36,60, doymamış yağ asitlerini %59,89 oranında yağsız sardalyalarda ise sırasıyla %27,85 ve %70,93 oranında bulmuşlardır.

Tablo 9: Haziran döneminde yakalanan yağlı sardalya balığının -18°C' de depolanması sonucu yağ asitleri kompozisyonunda belirli dönemlere göre meydana gelen değişimler (BELTRAN ve MORAL, 1990).

YAĞ ASİTLERİ	0. GÜN	60. GÜN	90. GÜN	120. GÜN	180. GÜN
14:0	8,83	8,90	8,56	8,41	8,36
16:0	18,34	18,75	18,83	18,69	18,25
16:1 (n-7)	12,05	11,79	8,37	8,80	8,51
16:2 (n-4)	1,11	0,90	0,97	1,10	1,19
16:4 (n-3)	0,51	0,62	0,65	0,58	0,61
18:0	4,65	4,16	4,27	4,24	4,08
18:1 (n-9)	6,32	6,38	5,92	6,35	6,06
18:1 (n-7)	2,33	2,46	2,52	2,27	2,37
18:3 (n-3)	0,73	0,72	0,76	0,78	0,79
18:4 (n-3)	2,08	1,93	2,25	1,81	1,92
20:1 (n-9)	2,65	3,41	3,33	3,59	4,23
20:4 (n-3)	0,82	0,84	0,79	0,81	0,82
20:5 (n-3)	9,44	8,84	12,37	13,77	13,60
22:1 (n-11)	3,11	3,26	5,14	4,72	5,06
22:5 (n-3)	1,64	1,52	1,53	1,64	1,55
22:6 (n-3)	11,30	10,50	16,24	21,05	19,27
DOYMUŞ	36,60	33,55	31,57	31,95	36,69
DOYMAMIŞ	59,89	58,05	63,47	65,24	58,00
TEK DOYMAMIŞ	26,65	27,80	25,66	26,22	26,43
ÇOK DOYMAMIŞLAR	37,16	26,66	24,26	33,91	39,46

Çalışmamızda depolama süresince yağ asitleri kompozisyonunda zaman zaman bazı sapmaların dışında önemli bir değişim görülmemiştir. Ancak sonuçlar yağ asiti bazında incelendiğinde doymuş yağ asitlerinden palmitik asitte yükselme, miristik ve stearik asitlerde ise düşme görülmüştür. Tek doymamış yağ asitlerinden Palmitoleik asit dışındakilerde düşük oranda bir azalma gözlenmiş, çok doymamış yağ asitlerinden linolenik asit ve dekasoheksanoik asitte bir artış gözlenirken diğerlerinde azalma gözlenmiştir. BELTRAN ve MORAL (1990) doymamış yağ asitlerindeki azalmanın oksidasyona bağlanabileceğini ve doymamışlığın artışıyla oksidasyon oranının da artacağını ancak bazı yağ asitlerinde görülen artışın (özellikle C_{20:5} ve C_{22:6} daki artışın) protein-lipit bağlantısının zayıflaması nedeniyle tam bir ekstraksiyon sağlanamamasına bağlanabileceğini zira bu yağ asitlerinin biyokimyasal olarak sentezinin mümkün olmadığını belirtmişlerdir.

BELTRAN ve MORAL (1990) sardalyaların dondurulmuş depolanması sırasında yağ asitlerindeki değişimi inceledikleri bir çalışmada taze sardalyalarda en yüksek oranda doymuş yağ asitlerinden C_{16:0} palmitik asit (18,34), tek doymamış yağ asitlerinden C_{16:1} palmitoleik asit (%12,05) ve çok doymamış yağ asitlerinden C_{22:6} dekasoheksanoik asit (%11,30) ve C_{20:5} eikosapentanoik asiti (%9,44) tespit etmişlerdir.

Aynı çalışmada depolama sonunda çok doymamış yağ asitleri arasında artış olduğunu gözlemişler, doymuş ve tek doymamış yağ asitlerinde önemli bir değişim saptamamışlardır (Tablo 9). Çalışmamızda elde ettiğimiz yağ asitleri kompozisyonuna ait sonuçlar BELTRAN ve MORAL (1990)' ın sonuçları ile uyum sağlamaktadır.

GRUGER ve Ark. (1964) 21 tür deniz ve tatlı su balığı ile kabuklularda yaptıkları çalışmada C_{16:0} (palmitik asit)' in en çok bulunan doymamış yağ asiti olduğunu, C_{14:0} (miristik asit) ve C_{18:0} (stearik asit)' lerin miktarı türlere göre değişmekle birlikte en çok bulunan diğer doymuş yağ asitleri olduğunu bildirmişlerdir.

KUNDAKÇI (1991) taze balık kasının toplam lipitlerinin içerdiği doymuş yağ asitlerini %23,2, doymamış yağ asitlerini %70,8 oranında saptamışlar ve dondurulmuş depolama sırasında doymuş yağ asitlerinde artış, doymamış yağ asitlerinde azalma gözlemişlerdir.

ZLATANOS ve SAGREDOS (1993) bazı önemli Akdeniz balık türlerinin yağ asitleri kompozisyonu üzerine yaptıkları bir çalışmada sardalya balığında en yüksek oranda doymuş yağ asitlerinden palmitik asiti (%24,4), doymamış yağ asitlerinden dekasoheksanoik asit (%24,8)' i saptamışlardır.

RAO ve GEDAM (1985) sardalya vücut yağının yağ asitlerini inceledikleri bir çalışmada doymuş yağ asitlerinden en yüksek oranda palmitik asiti (%22,9) bulmuşlar ve bunu miristik asit (%9,3) ve stearik asit (%6,1) izlemiştir. Tek doymamış yağ asitlerinden palmitoleik asiti çok doymamış yağ asitlerinden eikosapentanoik asiti ve dekasoheksanoik asiti en yüksek oranda bulmuşlardır.

Çalışmamızda sardalya balığının soğukta depolanması sırasında kalitesinde meydana gelen değişimleri belirlemek amacıyla yaptığımız duyu analizi sonuçlarına göre 6. güne kadar “çok iyi” kalitede olduğu görülmüştür. 6. günde balıklarda acı bir tat hissedilmeye başlanmış ve daha sonraki günlerde acılık tüketimi engelleyecek ölçüde keskinleşmiştir.

NUNES ve Ark. (1992) Sardalyaların (*Sardina pilchardus*) buzda depolanması üzerine yaptıkları bir çalışmada, balıkları 0-2. günlerde “yüksek kaliteli”, 2.-5. günlerde “kabul edilebilir” ve 5. günden sonra “kabul edilemez” olarak nitelendirmişlerdir.

EL MARRAKCHI ve Ark. (1990) da sardalyaların buzda depolanması üzerine yaptıkları çalışmada duyu analizi sonuçlarına göre balıkların 9 günlük bir raf ömrüne sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Yapılan duyu analizinde 0.-3. günlerde “iyi kaliteli”, 6.-9. günlerde “kabul edilebilir” ve 9. günden sonra “kabul edilemez” nitelikte olduğunu belirtmiştir.

VARLIK (1994) sardalyaları soğukta (+4°C) depoladığı bir çalışmada duyu analizi sonuçlarına göre 4 günlük bir raf ömrü olduğunu bulmuştur.

Çalışma sonuçlarımızın literatür verileriyle hemen hemen benzerlik gösterdiği görülmektedir. Literatürler arasındaki bazı farklılıklar balığın avlanma yeri, avlanma mevsimi, ön bekleme koşulları vs. deki farklılıklara bağlanabilir.

Balık ve ürünlerinin tazeliğinin belirlenmesinde kimyasal yöntemlerden TVB-N tayini en çok kullanılan bir yöntem olup önemli bir parametredir (LANG, 1979). TVB-N değerlerini

çeşitli faktörler etkileyebilmektedir. Bu faktörler balığın cinsi, avlanma mevsimi, avlanma bölgesi, balığın beslenme durumu, yaşı ve cinsiyetidir.

Çalışmamızda örneklerin TVB-N içerikleri depolama süresince artış göstermiştir. Taze örneklerde 13,18 mg./100g. olan TVB-N miktarı 11. günde 64,80 mg./100g. 'a ulaşmıştır.

KIETZMANN ve Ark. (1969) balık ve ürünlerinin TVB-N değerlerine göre kalite sınıflandırılmasını şu şekilde belirtmektedir. 25 mg./100g.' a kadar "çok iyi" 30 mg./100g.' a kadar "iyi", 35 mg./100g.' a kadar "pazarlanabilir" ve 35 mg./100g. dan büyük "bozulmuş". Buna göre çalışma örneklerimiz 6. günden itibaren tüketilebilirlik sınırını aşmıştır.

VARLIK (1994) +4°C' de depoladığı sardalyalarda ilk gün 30 mg./100g. olan TVB-N değerinin 7. günde 114,8 mg./100g. gibi yüksek bir değere ulaştığını, tüketilebilirlik sınırının 2. günden sonra aşıldığını belirtmiştir.

EL MARRAKCHI ve Ark (1990) buzda depolanan sardalyaların bozulma derecesini bozulmanın ilk safhalarında saptayabilen önemli bir parametrenin TVB-N tayini olduğunu belirtmiştir.

Çalışmamızda diğer bir kimyasal kalite kriteri olan TMA-N miktarı depolama süresince artış göstermiştir. Depolama başlangıcında 1,45 mg./100g. olan TMA-N miktarı 11. günde 10,1 değerine ulaşmıştır.

LUDORFF ve MEYER (1973) balık ve ürünlerindeki TMA-N limit değerlerini şu şekile belirtmektedirler. 4mg./100g.' a kadar "iyi", 10 mg./100g.' a kadar "pazarlanabilir" ve 12 mg./100g. yukarısı "bozulmuş". KARNOP ve Ark. (1978) TMA-N' in yenilebilirlik sınır değerini 15mg./100g., STOCKEMER ve NIEPER (1984) 12 mg./100g. olarak bildirmişlerdir.

Literatür verileri doğrultusunda incelendiğinde çalışma örneklerimiz tüketilebilirlik sınırına 11. günde ulaşmıştır.

VARLIK (1994) +4°C' de depoladığı sardalyalarda TMA-N miktarının hızla arttığını, depolama başlangıcında 2,4 mg./100g. olan TMA-N miktarının 7 günlük depolamanın sonunda 31,3 mg./100g.' a ulaştığını belirtmiştir.

EL MARRAKCHI ve Ark. (1990) buzda depolanan sardalyalarda 0,16 mg./100g. olan başlangıç TMA-N değerinin 9 gün sonra 4,84 mg./100g., 18 gün sonra 10,78 mg./100g.'a ulaştığını gözlemlenmiş ve TMA-N' in buzda depolanan balıkların kalitesini değerlendirmede önemli bir kriter olduğunu belirtmiştir.

Çalışmamızın fiziksel analiz sonuçları değerlendirildiğinde pH değerinin 6,17 olan başlangıç değerinden 7,52 değerine ulaştığı ve 11 günlük depolama sonunda balıkların ağırlık kaybının %11,8 olduğu görülmektedir.

Taze balık eti için pH değeri 6-6,5 olup bu değer depolama süresine bağlı olarak yükseldiğini ve tüketilebilirlik sınırının 6,8-7,0 olduğu belirtilmektedir (LUDORFF ve MEYER, 1973). Ancak pH değerini etkileyen pek çok faktör olduğundan diğer kalite kontrol parametrelerinin destekleyicisi olarak kullanılmaktadır.

Sardalya balığının soğukta (+4°C) saklanması sırasında yağında oluşan bozulmaların saptanması amacıyla yaptığımız bu çalışmada; peroksit sayısı, tiobarbütirik asit sayısı, serbest yağ asitleri yüzdesi ve iyot sayısının tesbit edildiği analiz sonuçları Sardalya yağında depolama sırasında belirgin bir oksidasyonun olduğunu göstermiştir. Ayrıca yağ asitleri kompozisyonunda görülen değişimler de bunun açık bir işareti olmuştur. Balık etinde yaptığımız duyuşal, fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları da balıkta depolama süresince ilerleyen bir bozulma olduğunu göstermiştir. Bu da bize balık etindeki bozulmanın, yağdaki bozulmayla paralel olduğunu ve balık bozulmasında yağın önemli bir rolü olduğunu göstermektedir. Yağın bozulmadaki bu rolü göz önüne alınırsa özellikle yağlı balıkların, yağsız balıklara nazaran daha hızlı bir bozulma riski taşıdığı ve böyle sardalya gibi yağlı balıkların işlemeye veya tüketime değin özenle saklanması zorunluğuna ortaya çıkmaktadır.

Sonuç olarak; sardalya balığının soğuk koşullarda (+4°C) 11 gün depolandığını ancak balıkların ilk 6 gün tüketilebilir özellikte olduğunu, 6. günden sonra özellikle duyuşal olarak reddedilen örneklerin diğer kriterler bakımından da tüketilebilirlik sınırına gelmiş olması nedeniyle 6 günlük bir raf ömrüne sahip olduğunu söyleyebiliriz. Düşük sıcaklıkta

saklanması rağmen böyle kısa bir raf ömrüne sahip olması sardalyanın yağlı bir balık olmasına bağlanabileceğinden bu balığın avlamadan itibaren titizlikle saklanması gerektiğini göstermektedir.



V. ÖZET

SARDALYA BALIĞININ *Sardina pilchardus* (WALBAUM, 1792) SOĞUKTA DEPOLANMASI SIRASINDA YAĞINDA OLUŞAN BOZULMALARIN BELİRLENMESİ

Bu çalışmanın amacı yağlı bir balık olan sardalyanın soğukta saklanması sırasında yağında oluşan bozulmaların incelenmesi ve soğuk depolama süresince meydana gelen duyusal, fiziksel ve kimyasal değişimlerle karşılaştırılmasıdır.

Araştırmada kullanılan örnekler İstanbul Büyükşehir Belediyesi balık halinden temin edilmiş olup, balıkların derhal iç organları ve baş kısımları uzaklaştırılmıştır. Örnekler depolamadan önce dikdörtgen biçimindeki alüminyum kutulara (500g. balık/kutu) yerleştirilmiş ve daha sonra $+4^{\circ}\text{C} \pm 1$ sıcaklık ve %95-97 bağıl neme sahip soğuk depoda muhafaza edilmiştir.

Soğukta depolanan balıklarda analizler gūnaşırı yapılmıştır. Örneklerdeki yağ miktarı %14,14 olarak saptanmış olup, depolama süresince peroksit sayısında (0. gün 2,12 milimol O_2/kg . ve 11. gün 27,05 milimol O_2/kg .), tiobarbütirik asit sayısında (TBA) (0. gün 1,39 malonaldehit mg/kg . ve 11. gün 6,44 malonaldehit mg/kg .), serbest yağ asitleri yüzdesinde (Oleik asit cinsinden 0. gün %0,53 ve 11.gün %2,72) bir artışa rastlanmış, iyot sayısında ise bu dönem içinde (0. gün 155,05 ve 11.gün 137,29) düşüş görülmüştür. Bulduğumuz analiz sonuçlarına göre depolama boyunca sardalya yağında belirgin bir oksidasyon ortaya çıkmıştır. Yağ asitleri kompozisyonunda görülen değişimlerde bunu göstermiştir. Balık etinde yaptığımız duyusal, fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına göre balıkta depolama süresince ilerleyen bir bozulma görülmüştür.

Çalışmamızın sonucuna göre balığımızın 6 günlük bir raf ömrüne sahip olduğu ve tüketim sınır değerini aştığı belirlenmiştir.

V. ZUSAMMENFASSUNG

DIE BESTIMMUNG DER FETTVERÄNDERUNGEN DES SARDINENFISCHES

Sardina pilchardus (WALBAUM, 1792) WÄHREND DER KÜHLLAGERUNG

Das Zweck dieser Arbeit ist die Untersuchung des Sardine-Fischen bei der Kühllagerung welche Veränderungen in seinem Fett entstehen und die Vergleichung dieser Ergebnissen mit den sensorischen, physikalischen und chemischen Parametern.

Die in dieser Arbeit verwendeten Fischen wurden aus dem Fisch-Markt der Grosse Stadtgemeinde aus İstanbul genommen. Es wurden sofort die inneren und Kopf Teile der Fische entfernt. Vor der Lagerung wurden diese Proben in eine Aluminium Schachtel reingelassen und danach wurden sie bei der Temperatur von $\pm 4^{\circ}\text{C}$ und bei der relativen Feuchtigkeit von 97% kühl gelagert.

Die Analyse der bei den kühl gelagerten Fischen wurden in jedem zweiten tag durchgeführt. Es wurden festgestellt, dass der Fett-Anteil 14,14%, eine Zunahme an der Peroxidzahl, an der Tiobarbitüriksäurezahl und an der Prozent der freien Fettsäurezahl, während eine Abnahme an der Iyodzahl gesehen wurde. Nach diesen Ergebnissen wurde eine Okzidation beim Sardalya Fett während der Lagerung von uns festgestellt. Die bei der Fettsäurenkomposition geschehenen Veränderungen hat es bewiesen. Nach den sensorischen Mesergebnissen wurde eine Verderburg im Fisch bei der Lagerungsfrist gesehen..

Und am Ende unserer Arbeit wurde auch es festgelegt, daß unser Fisch nur eine 6 tägige Lagerungszeit hat und ein Verbrauchs grenz Wert überschreitet.

VI. KAYNAKLAR

- ACKMANN, R. G. (1982): Nutritional Composition of Fats in Sea Foods. *Progress in Food and Nutrition Sci.* (13), s. 161-241
- ACKMANN, R. G. (1986): Unsaturated Fatty Acids and Health. *News n-3,1* (4), s.1-6
- ACKMANN, R. G. (1988): Concerns for Utilization of Marine Lipids and Oils. *Food Technology*, s.151-160
- AMERINA, M. A.; PANGBORN, R. V.; ROESSLER, E. B. (1965): Principles of sensory evaluation of food. Academic Press. New York, s.602
- ANON (1974): Fisheries Chemistry. Textbook for High School., s.125, Overseas Technical Cooperation Agency. Japan.
- ANON (1986): Hayvansal ve Bitkisel Yağlar İyot Sayısı Tayini TS 4961
- ALPERDEN, İ. (1993): Et ve Su Ürünleri Mikrobiyolojisi. Gıda Sanayiinde Mikrobiyoloji ve Uygulamaları. Marmara Araştırma Merkezi Gıda ve Soğutma Teknolojileri Bölümü TÜBİTAK Gebze-Kocaeli. s.101-119
- BAKICI, İ. (1981): İstavritlerde Soğuk Muhafaza Süresince Meydana Gelen Sensoriel Değişikler ve Peroksit ve TBA Bulgularının Değerlendirilmesi üzerinde çalışmalar. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Kontrolü ve Teknolojisi Bilim Dalı Uzmanlık Tezi
- BAYSAL, A. (1995): Diyet Yağları ve Sağlığımız: Son Görüşler. Palm Yağının Ülkemizdeki Değerlendirilmesi Semineri. İSTANBUL.
- BELTRAN, A. ve MORAL, A. (1990): Gas Chromatographic Estimation of Oxidative Deterioration in Sardine During Frozen Storage. *Lebensm. -Wiss. und.-Technol.*, 23,s.499-504
- BIEGLE, P. (1960): Fichwaren-Technologie. Band V. s. 873- 874 Verlag "DER FISCH" Clara BAADER Lübeck

BİNGÖL, Ş. (1980): Su Ürünlerinin Soğuk Hava Depolarında Muhafaza Koşulları. Türkiyede Soğuk Hava Deposu Varlığı ve Soğuk Teknolojisi Konusunda Bilgiler. Ege ve Marmara Bölgelerindeki İşletmelere İlişkin Araştırma Bulguları MPM yayınları 232 ANKARA s.107

CONNELL, J. J. (1980): Control of Fish Quality 2nd ed. s. 116-139 Fishing News Books Ltd. Farham, Surrey, England.

EL MARRAKCHI, A.; BENNOUR, M.; BOVCHRITT, N.; HAMAMA, A.; TAGAFAIT, H.(1990): Sensory, Chemical and Microbiological Assessments of Moroccan Sardines (Sardine pilchardus) Stored in Ice. Journal of Food Protection. Vol 53, Nr.7, s.600-605

EL-SEBAIY, L. A. ve METWALLI, S. M. (1989): Changes in Some Chemical Characteristics and Lipid Composition of Salted Fermented Bouri Fish Muschle (Mugil cephalus). Food Chemistry. Vol.31, s.41-50

FRAZER, W. C. ; WESTHOFF, D. C. (1978): Contamination, Preservation and Spoilage of Fish and Seafoods. Food Microbiology, s.244-254. Mc. Graw Book Company

GÖĞÜŞ, K. (1988): Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 1243 ANKARA s.15-20

GÖĞÜŞ, A. K. ve KOLSARICI, N. (1992): Su Ürünleri Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1243, Ders Kitabı:358 s.38-42 Ankara

GRAY, J. I. (1978): Measurement of Lipid Oxidation. A. Review. J. Amr. Oil Chem. Soci, (55), s.539-545

GRUGER, E. H.; NELSON, R. W.; SIANSBY, M. E. (1964): Fatty Acid Composition 21 Species of Marine Fish Freshwater Fish and Shellfish. J. of. Amer. Oil Chem. Soc. 41(4), s.662-665

GÜN, H.; VARLIK, C.; GÖKOĞLU, N. (1992): Su Ürünlerinde Kalite Kontrol. Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Seminer Tebliğleri. İstanbul Beyoğlu Rotary Kulübü İSTANBUL, 1992.

HAARD, N. F. (1992): Control of composition and Food Quality Attributes of Cultured Fish. Food Research International. Vol. 25, s. 289-307

HAWTHORN, J. (1972): Fish 1. Varieties and Structure. Food Science and Technology. John Murray So Albemarle Street London. s. 83-84

İNAL, T. (1988): Besin Hijyeni. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Ders Notları, İstanbul

KARNOP, G.; MÜNZER, R.; ANTONACOPOULOS, N. (1978): Ein Fluss der Bestrahlung an Bord auf die Haltbarkeit von Rotbarsch. Archiv für Lebensmittelhygiene. 29, s.49-53

KESKİN, H.; ERKMEN, G. (1987): Besin Kimyası. cilt.1 İstanbul Üniversitesi sıra:3450 Mühendislik Fakültesi No:72, s.89-90,102-107,155-159. Güryay matbacılık Tic. ltd. şti. İstanbul.

KIETZMANN, U.; PRIEBE, K.; RAKOU, D.; REICHSTEIN, K. (1969): Seefisch als Lebensmittel. Paul Parey Verlag Hamburg-Berlin. s.63-79, 99-100

KINSELLA, E. J. (1988): Fish and Seafoods Nutritional Implications and Quality Issues. Food Technology Nr.5, s. 146-150

KONING, A. J. ve MOL, T. (1992): The Free Fatty Acid Content of Fish Oil, Part III.: The Influence of Different Variables on Free Fatty Acid Formation during Storage of Anchovy Oil at 25°C. Fat. Sci. Technol. 94. Jahrgang Nr:12, s.453-456

KUNDAKÇI, A. ve ÇOLAKOĞLU, M. (1981): Haskefal' ın (Mugil cephalus L.) Dondurularak Saklanması sırasında Yağ Asitlerindeki Değişmeler. Gıda Fakültesi Dergisi

KUNDAKÇI, A. (1982): Haskefal (Mugil cephalus L.) ve Sazan (Cyprinus carpio L.) Balıkların Dondurularak Saklanması Sırasında Lipidlerindeki Değişimler. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 19/3. s.231-249

KUNDAKÇI, A. (1983): Dondurularak Saklanan Sazanlardaki Oksidatif Bozulma Üzerine İşleme ve Ambalajlamanın Etkisi. III. Gıda ve Beslenme Sempozyumu Tebliğ Özetleri 10-14 Ekim 1983 İSTANBUL

KUNDAKÇI, A. (1986): Dondurma Öncesi Süre-Sıcaklık İlişkilerinin Donmuş Haskefal ve Lüfer Kalitesine Etkileri. Gıda Sanayii Araştırma Geliştirme 86 Sempozyumu 4-6 Kasım 1986-İZMİR

KUNDAKÇI, A. (1991): Marmara Gölü Sazanlarının (*Cyprinus carpio* L.) Dondurularak Saklanması Sırasında Lipidlerinin Hidrolizi ve Lipid Freaksiyonlarının Yağ asitlerindeki Değişmeler Üzerinde Araştırmalar. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 8:s.53-64

LANGE, J. M. (1972): Untersuchungsmethoden in der Konservenindustrie. Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg. s.190-191, 196-197

LIENHOP, E. (1974): Handbuch der Fleischwarenherstellung. Verlag Günter Hempel. Braunschweig, s. 245-249.

LOHS, P. ve KAMPKE, G. (1980): Beitrag zur Histamin problematik bei Fischen und Fischerzeugnissen unter besonderer, Berücksichtigung weniger bekannter Fischarten. Nahrung. 24 (3), s.255-264

LUDORFF, W.; MEYER, V. (1973): Fische und Fischerzeugnisse. Paul Parey Verlag. Hamburg-Berlin, s. 174-175, 181-183, 191

Mac KKNNEY, G.; LITTLE, A.C. (1962): Color of Foods s.195-211. The Avi Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut

MARIENHAGEN, H.; BURGGRAF, W.; SCHRADER, O. (1978): Handbuch für das Fleischergewerbe. Fachbuchverlag Dr. Pfanneberg co., 63 Gressen, s.244, 252, 547, 548.

MENDENHALL, V. T. (1972): Oxidative Racidty in Raw Fish Fillets Harvested From The Gulf of Mexico. Journal of Food Science Volume 37, s.547-550

MENĞİ, A.: Biokimya . İst. Üniversitesi Veteriner Fak. Üniv. Yayın No: 3654 Fakülte Yayın No: 12, s. 120

MERT, İ. (1986): Su Ürünleri Potansiyelimiz ile Stoklarımıza Olumsuz Yönde Etki Yapan Faktörler. Su Ürünleri Sektörünün Bugünkü Durumu ve Sorunları Sempozyumu 13-14 Ekim 1986/İZMİR. s.23-44

MOFFAT, C. F.; ALISTER, S.; HARDY, R. ; ANDERSON, S. R. (1993): The Production of Fish Oils Enriched in Polyunsaturated Fatty Acid-Containing Triglycerides. Journal of the American Oil Chemist's Society, 70(2), s.133-138

NICKERSON, J. T.; SINSKEY, A. J. (1972): Microbiology of Food Processing American Elsevier Publishing Company New York-Amsterdam-London. s.152-155

NORMAN, O. V. S. (1979): Structure and Composition of Fat and Oil and Oils. Bailey's Industrial Oil and Fat products. Edited by Daniel Swern, Fourth Edition. Volum 1., s.1-98

NUNES, M.; BATISTA, I.; MORAOS de CAMPOS, R. (1992): Physical, Chemical and Sensory Analysis of Sardine (*Sardina pilchardus*) Stored in Ice. J. Sci. Food Agric 59, 37-43

PAPAJEWSKI, H.; SCHREIBER, W. (1979): Fettverteilung beim antarktischen Marmorbarsch. Fette Seifen Anstrichmittel Nr.4, s. 166-168
POKORNY, J. (1990): Einfluss der Lipidveränderungen auf den Geschmack und das Aroma von Lebensmitteln. Die Nahrung 34 10, s. 887-897

PARDUN, H. (1977): Analytische methoden zur Beurteilung der Frische und Haltbarkeit tierischer Fette. Fette Seifen Anstrichmittel Nr. , s.296-305

PORTER, P. J.; KRAMER, D. E.; KENNISH, J. M. (1992): Lipid composition of light and dark flesh from sockeye salmon. International Journal of Food Science and Technology. 27 s. 365-369

POKORNY, J. (1990): Einfluß der Lipidveränderungen auf den Geschmack und das Aroma von Lebensmitteln. Die Nahrung 34, 10, s.887-897

RAO, M. V. ve GEDAN, P. H. (1985): Observations on Component Fatty Acids of Indian Sardine Oil and Its Samples. Fette. Seifen. Anstrichmittel. 87 jahrgang Nr:1, s.32-34

REICHWALD, I. (1976): Chemie der Fischlipide. Fette Seifen Anstrichmittel Nr.8, s.328-334

ROGERS, J. B. (1988): Nutritional Attributes of Fatty Acids. Fat. Sci. Technol. 9 jahrgang Nr:3, s.85-88

SCHORMÜLLER, J. (1968): Handbuch der lebensmittel Chemie, Band III/2 Teil. Tierische Lebensmittel Eier, Fleisch, Buttermilch. s.1341-1397. Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New York

SHEWAN, J. M. (1977): The Bacteriology of Fresh and Spoiling Fish and The Biochemical Changes Induced Bacterial action. In Handling, Processing and Marketing of Tropical Fish, s.51-66. London.

SIELAFF, H.; THIEMIG, F. (1990): Textureigenschaften des Fleisches. Fleischwirtschaft 70 (9) s.982-999

STOCKMER, J.; NIEPER, L. (1984): Parameter zur Beurteilung des Verderbs von Nordsee Kraben (Crangon crangon). Archiv für Lebensmittel Hygiene, 35. s.5-7

TATO, A. (1993): Concerns for Utilization of Marine Lipids and Oils. Food Technology Nr.5, s.151-155

TEMPELLİ, B; KORKUT, A.Y. (1990): Sardalya (Sardina pilchardus W. 1792) Balığından Gözlenen Ham Yağ Değişimleri Üzerine Araştırma. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi. Cilt. 7. sayı.25-26-27-28. s. 127-145

TOPAL, Ş. (1993):Gıdalarda Mikrobiyal Kökenli Bozulmalar ve Önleme Yöntemleri. Gıda Sanayiinde Mikrobiyoloji ve Uygulamaları. Marmara Araştırma Merkezi Gıda ve Soğutma Teknolojileri Bölümü TÜBİTAK Gebze-Kocaeli. s.65-81

WOLFRAM, G. (1989): w3 und w6 Fettsauren-Biochemische Besonderheiten und Biologische wirkungen. Fette Seifen Anstrichmittel Nr. 12, s.459-468

WITTE, I. (1994): Fettsaure-spektren wichtiger Nahrungsfette. Fette Seifen Anstrichmittel Nr.3, s. 81-85

WIESKE, Th. (1977): Zusammensetzung tierischer Fette. Fette Seifen Anstrichmittel, s. 285-290

VARLIK, C.; HEPERKAN, D. (1990): Hamsinin Buzda Muhafazası. İ.Ü. Su Ürünleri Dergisi 4, 1. s.53-58

VARLIK, C.; UĞUR, M.; GÖKOĞLU, N.; GÜN, H. (1993): Su Ürünlerinin Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No.17., s.6,9,30,32. İSTANBUL

VARLIK, C. (1994): Soğukta Depolanan Sardalyaların Histamin Düzeyinin Belirlenmesi. Gıda Dergisi 19 (2) s. 119-124

YILDIZ, M. (1995): Soğuk depolamanın Gökkuşuğu Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*, L. 1758) Protein ve Yağ Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Programı Doktora Tezi

ZLATANOS, S.; SEGREDOS, A. N. (1993): The Fatty Acids Composition of Some Important Mediterranean Fish Species. Fat. Science Technology No. 2, s.66-69

TEKNOLOJİ VE GIDA
KURUMU
KÜLTÜR VE TURİZM BAKANLIĞI

VII. ÖZGEÇMİŞ

1971 yılında İstanbul’ da doğdum. 1977 ile 1980 yılları arasında Dr. Reşit Galip ilkokuluna gittim ilk öğrenimimin geriye kalan kısmını ise Almanya’ nın Bremen şehrindeki Ausburger Strasse ilkokulunda tamamladım. 1989 yılında ise İstanbul Bağcılar Lisesini bitirerek orta eğitimimi tamamladım. 1993 yılında İ. Ü. Su Ürünleri Fakültesinden iyi derece ile mezun oldum. 1994 Şubat döneminde İ. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü’n de “Su Ürünleri İşleme Teknolojisi” programında yüksek lisans eğitimime başladım. 1995 yılında İ. Ü. Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı’ nda Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladım. Halen görevime devam etmekteyim.