

## Dondurularak Depolanan (-18°C) Sudak (*Sander lucioperca* Bogustkaya & Naseka, 1996) Filetolarında Kimyasal ve Duyusal Değişimler\*

İlkan Ali OLGUNOĞLU, Abdurrahman POLAT  
Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 01330 Bacalı, Adana - TÜRKİYE

Işıl VAR  
Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 01330 Bacalı, Adana - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 27.04.2001

**Özet:** Bu çalışmada, 7 ay süresince dondurularak depolanan (-18 °C) sudak (*Sander lucioperca* Bogustkaya & Naseka, 1996) filetolarında meydana gelen kimyasal ve duyusal değişimler araştırılmıştır. Araştırmada donmuş balık eti kalitesini belirleyen kimyasal kriterler olarak toplam uçucu bazik azot (TVB-N, mg N/100 g), tiyobarbitürik asit (TBA, mg malonaldehit/1000 g) ve pH incelenmiştir. Araştırma başlangıcında 4,19 mg N/100 g olan TVB-N değeri 7. ayda 14,19 mg N/100 g'a ulaşmıştır. TBA değerleri 0,0208-0,0533 mg malonaldehit/1000 g, pH ise 6,80-7,02 arasında değişmiştir. Araştırma sonunda, kimyasal kalite kriterlerinin tüketilebilirlik sınırını aşmadığı, ancak duyusal analiz sonucu ile elde edilen bulguların, kimyasal analiz bulgularından daha hızlı ilerlediği belirlenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Sudak, Fileto, Dondurularak Depolama

### Chemical and Sensory Changes of Pike-Perch (*Sander lucioperca* Bogustkaya & Naseka, 1996) Fillets During Frozen Storage (-18°C)

**Abstract:** In this study, chemical and sensory changes were investigated in pike-perch (*Sander lucioperca* Bogustkaya & Naseka, 1996) fillets during frozen storage (-18 °C) of 7 months. Total volatile basic nitrogen (TVB-N, mg N/100 g), thiobarbituric acid (TBA, mg malonaldehyde/1000 g) and pH were considered as chemical quality criteria of fish flesh. TVB-N value was 4.19 mg N/100 g at the beginning, but increased to 14.90 mg N/100 g at the end of the research. TBA and pH values were changed as 0.0208-0.0533 mg malonaldehyde/1000 g and 6.80-7.02 respectively. At the end of the study, the chemical quality did not reach the critical values. However, the decrease in the values of sensory analyses were faster than those of chemical analyses.

**Key Words:** Pike-Perch, Fillet, Frozen Storage

### Giriş

Su ürünlerinin depolama süresini uzatmak amacıyla dondurulması, bozulma ve ekonomik kaybın en aza indirilmesinde, ayrıca halk sağlığı problemleri ve gıda kaynaklı patojenlerin kontrol edilmesinde çok önemli rol oynamaktadır (1,2). Dondurma işlemi, besinlerin kalite düzeyinin normal koşullara kıyasla daha uzun bir zaman korunmasını sağlamaktadır (3). Dondurulmuş ürünler, diğer yöntemlerle muhafaza edilmiş ürünlerle karşılaştırıldığında, besin değerleri açısından çok daha yüksek kaliteye sahiptir (4). Balıkların dondurularak depolanmasında depolama ömrü, donma öncesi balığın

elde ediliş koşulları, ambalajlama, depolama sıcaklığı ve depolama koşulları gibi faktörlere bağlıdır (3). Dondurma sıcaklıklarında tüm kimyasal ve enzimatik reaksiyonlar durmakta olup, su buz haline dönüştüğü için mikroorganizmalar tarafından kullanılamamakta ve sonuçta gıdanın bozulması yavaşlatılmaktadır (5). Ancak depolama sırasında oluşan özellikle kimyasal değişimler, besinin kalitesini ve sonuçta kabul edilebilirliğini düşürebilmektedir.

Herhangi bir şekilde işlenmiş ve dondurulmuş balıklar için duyusal analizler genellikle tazeliği belirlemede yeterli olmasına rağmen, bir kuşku durumunda laboratuvar

\* Bu araştırma, Y.Lisans çalışmasının bir bölümü olup, Ç.Ü.Arş.Fonu tarafından desteklenmiştir.

analizleri zorunlu olup, kalitenin değerlendirilmesi için hızlı ve objektif veriler sağlamaktadır. İlk olarak 1935'te Boury tarafından önerilen toplam uçucu bazik azotun (TVB-N) belirlenmesi, günümüzde balığın bozulma derecesini tahmin etmede en yaygın kullanılan analizlerden birisidir (6). Balıklarda, TVB-N değerlerine göre tüketilebilirlik sınırları tatlısu ve deniz balıklarında farklı olabilmektedir. Varlık ve Heperkan'ın (7) bildirdiğine göre Kietzmann ve ark., genel bir değerlendirme ile balık ve ürünlerinin TVB-N değerlerine göre kalite sınıflandırmasını 25 mg/100 g TVB-N'e kadar "çok iyi"; 30 mg/100 g TVB-N'e kadar "iyi"; 35 mg/100 g TVB-N'e kadar "pazarlanabilir"; 35 mg/100 g TVB-N'den yukarısını ise "bozulmuş" şeklinde yapmışlardır. Suvanich ve ark. (8), tatlısu balıklarında yapılmış araştırma sonuçlarını değerlendirmişler ve TVB-N tüketilebilirlik sınırının, balık türlerine göre 19,5 - 30 mg/100 g değerleri arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Dondurulmuş balığın kalitesini saptamada diğer bir gösterge ise tiyobarbitürik asit (TBA) değeridir. TBA değerindeki artış, dondurma öncesi tazelik düzeyi ile ilişkili olarak yavaşlamakta ve donmuş balığın depolama ömrü daha fazla olmaktadır (9). Çok iyi bir materyalde TBA değeri 3'ten az, iyi bir materyalde 5'ten fazla olmamalıdır. pH değerlerinde ise tüketilebilirlik sınır değeri 7-8 arasındadır (10).

Türkiye'de göl ve göletlerde avcılık yoluyla üretilen en önemli balık türlerinden birisi de sudaktır (*S.lucioperca* Bogustkaya & Naseka,1996). DİE (11), 1997 verilerine göre toplam 50460 ton olan Türkiye tatlısu balığı üretiminde 1500 tonluk bir üretim payına sahip olan sudak, halen yurtdışına dondurulmuş fileto olarak ihraç edilen önemli bir su ürünüdür. Ancak, ülkemizde sudak filetolarının dondurularak muhafazası yönündeki veriler yetersiz olup, bu konuda bilimsel çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada, sudak filetolarının dondurularak depolanması (-18 °C) sırasında meydana gelen kimyasal ve duyusal kalitedeki değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

### Materyal ve Metot

Araştırmada materyal olarak kullanılan sudak (*Sander lucioperca* Bogustkaya & Naseka,1996) balıkları, Adana ili sınırları içindeki Seyhan baraj gölünden Eylül 1999 tarihinde sağlanmıştır. Araştırmada ortalama 260±5,9 g ağırlığındaki sudaklar kullanılmıştır. Balıklar plastik kaplarda buz içerisinde özel bir işleme tesisine getirilerek

pulları ve iç organları temizlenip iyice yıkandıktan sonra, filetoları çıkarılmıştır. Hazırlanmış bütün filetolar şoklanmak ve glaze oluşturulmak üzere tepsilere yerleştirilmiş ve ilk şoklama işlemi, -40 °C'de 6 saatte gerçekleştirilmiştir. Daha sonra glaze oluşturmak için dışarı çıkarılan filetolar, tank içerisinde klor düzeyi 0,02 ppm ve sıcaklığı +4 °C olan suya daldırılmış ve tekrar şoklama ünitesine yerleştirilmiştir. Burada fileto üzerindeki suyun donup, ince buz tabakası halinde cam görünümünün elde edilmesi amaçlanmış ve bu süre -30 °C' de 3 saat olarak kaydedilmiştir. Bu sürenin ardından ikinci bir glaze oluşturmak üzere dışarı alınan filetolar, suya daldırılıp çıkarılmış ve tekrar şoklama ünitesine alınarak, 3 saat süreyle bekletilmiştir. Daha sonra, ticari olarak uygulandığı gibi düşük yoğunluklu polietilen torbalar içerisinde yaklaşık 550 g fileto olacak şekilde paketlenmiş ve karton kutularda saklanmıştır. Bu şekilde hazırlanan 16 paket fileto, iki grup halinde -18 °C' de 7 ay süresince depolanmış ve her ay gruplardan birer paket tesadüfen alınarak laboratuvara getirilmiştir. Tüm kimyasal analizler, filetoların buzdolabı koşullarında çözünmesi sağlandıktan sonra, her iki pakette en az üç paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada, lipit analizi, Bligh ve Dyer (12)'in ekstraksiyon metodu (su-kloroform-metanol) esas alınarak, ham protein analizi ise Kjeldahl cihazı kullanılarak Mattissek ve ark. (13)'nın uyguladığı yöntemle yapılmıştır. Kuru madde analizi, homojenize edilen örneklerin 103 °C'de 4-5 saat süreyle (sabit bir ağırlığa kadar) kurutulması, ham kül analizi ise 550 °C'de 3-5 saat süreyle (sabit bir ağırlık ve açık gri renk oluşumuna kadar) yakılmasıyla gerçekleştirilmiştir (13).

Toplam uçucu bazik azot (TVB-N, mg N/100g) tayini, Varlık ve ark. (10)'nın uyguladığı yöntem esas alınarak Antonacopoulos'a göre, tiyobarbitürik asit (TBA, mg malonaldehit/1000 g) tayini Tarladgis ve ark. (14)'a göre spektrofotometrik yöntem kullanılarak yapılmıştır. pH ölçümlerinde, fileto örneği 1:10 oranındaki distile su içerisinde 1dk süreyle homojenize edilmiş ve dijital bir pH metre ile ölçüm yapılmıştır (15).

Duyusal değerlendirme amacıyla filetolar alüminyum folyolara sarılarak fırında 100 °C' de 10-20 dakika pişirilmiş ve 6 paneliste sunulmuştur. Duyusal değerlendirmede "0-10" skalası esas alınarak, "0" skalası kabul edilemez olarak değerlendirilmiştir (16). Buna göre görünüş, koku, çiğneme özelliği, renk ve lezzet kriterleri esas alınmıştır.

Araştırma sonucunda elde edilen veriler Windows için SPSS 9.0 (17) paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. TVB-N, TBA ve pH değerlerindeki aylık değişimler için "Tek Yönlü Varyans Analizi" modeli seçilerek, Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış, duyuşal değerlendirme ile ilgili verilerde ise Kruskal Wallis testi uygulanmıştır.

## Bulgular

### Kimyasal Kompozisyon

Dondurularak 7 ay boyunca -18 °C'de depolanan sudak filetolarının başlangıç kimyasal kompozisyon verilerini oluşturan ham protein, lipit, ham kül ve kuru madde değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Sudak Filetolarının Başlangıç Kimyasal Kompozisyonu.

Kimyasal Kompozisyon	
Ham Protein (%)	16,93±0,260
Lipit (%)	0,28±0,007
Kuru Madde (%)	18,67±1,935
Ham Kül (%)	1,33±0,482

### Kimyasal Değişimler

Dondurularak depolanan sudak filetolarında, kimyasal kalite kriterleri olarak incelenen TVB-N, TBA ve pH değerlerindeki değişimler Tablo 2' de verilmiştir.

Tablo 2' de görüldüğü gibi araştırmanın başlangıcında 4,19 mg N/100 g olan TVB-N değeri, 7. aya kadar istatistiksel olarak önemli derecede ( $p<0,05$ ) artarak 14,90 mg N/100 g değerine ulaşmıştır. Özellikle

depolamanın 2. ve 5. aylarındaki TVB-N değerlerinde, daha önceki aylara göre istatistiksel olarak önemli ( $p<0,05$ ) artışlar kaydedilmiştir. Araştırmanın 7. ayı itibarıyla saptanan TVB-N değerinin, tüketilebilirlik sınır değerlerini aşmadığı görülmüştür.

Filetoların aylık TBA değerlerine ait değişimler arasında yapılan istatistiksel karşılaştırmada, TBA'da zamana bağlı değişimin önemli ( $p<0,05$ ) olduğu sonucuna varılmıştır. Özellikle 3. ve 5. aylardaki TBA değerlerindeki artışla, 7. aydaki düşüşün daha önceki aylara oranla önemli ( $p<0,05$ ) olduğu bulunmuştur.

Filetoların depolama başlangıcında 6,80 olan pH değeri, depolama süresine bağlı olarak kademeli olarak artmıştır. Yapılan istatistiksel karşılaştırmada aylar arasındaki bu değişimin önemli ( $p<0,05$ ) olduğu sonucuna varılırken, özellikle 3. ve 6. aylardaki artışla, 7. aydaki azalışın, daha önceki aylara göre istatistiksel bakımından önemli ( $p<0,05$ ) olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen pH değerleri, balıklardaki tüketilebilirlik pH sınırlarına yakın bulunmuştur.

### Duyusal Değişimler

Dondurularak depolama süresince sudak filetolarının görünüş, koku, çiğneme özelliği, renk ve lezzet yönünden puanlama değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

Araştırma sonunda elde edilen duyuşal değişim puanlarına göre yapılan istatistiksel karşılaştırmada, görünüş, koku, çiğneme özelliği ve renk kriterlerinde meydana gelen aylık değişimlerin önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır ( $p>0,05$ ). Ancak lezzette aylara göre meydana gelen kaybın istatistiksel olarak önemli ( $p<0,05$ ) olduğu görülmüştür. Duyusal analiz bulguları, sudak filetolarının 7. ayın sonunda kalite düzeyi olarak "iyi" düzeyde kaldığını göstermiştir.

Depolama Süresi	TVB-N	TBA	pH
	mg N/100g	mg malonaldehit/1000g	
0. Gün	4,19±0,005 <sup>a</sup>	0,0208±0,004 <sup>a</sup>	6,80±0,014 <sup>a</sup>
1. Ay	5,59±0,001 <sup>a</sup>	0,0247±0,001 <sup>a</sup>	6,80±0,014 <sup>a</sup>
2. Ay	8,39±1,400 <sup>b</sup>	0,0260±0,001 <sup>a</sup>	6,80±0,070 <sup>a</sup>
3. Ay	9,32±0,808 <sup>bc</sup>	0,0364±0,006 <sup>b</sup>	6,88±0,021 <sup>b</sup>
4. Ay	11,19±2,425 <sup>bc</sup>	0,0390±0,004 <sup>b</sup>	6,90±0,014 <sup>b</sup>
5. Ay	13,51±0,805 <sup>c</sup>	0,0533±0,009 <sup>c</sup>	6,92±0,021 <sup>b</sup>
6. Ay	13,98±0,010 <sup>c</sup>	0,0507±0,027 <sup>c</sup>	7,02±0,070 <sup>c</sup>
7. Ay	14,90±0,802 <sup>c</sup>	0,0286±0,004 <sup>a</sup>	6,94±0,021 <sup>b</sup>

Tablo 2. Dondurularak Depolama (-18°C ) Süresince Sudak Filetolarında TVB-N, TBA ve pH Değerlerindeki Değişimler.\*

\* Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen ortalamalar arası fark önemlidir ( $p<0,05$ )

Tablo 3. Dondurularak Depolama (-18°C) Süresince Sudak Filetolarında Duyusal Kalitedeki Değişimler.

Duyusal Kriterler	Depolama Süresi							
	0.Gün	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay	7.Ay
Görünüş	9,16±0,752	9,00±0,894	8,66±1,032	8,50±1,048	8,33±1,032	8,16±1,169	7,50±1,870	7,33±1,633
Koku	8,83±0,752	8,66±0,516	8,50±0,836	8,16±0,408	7,83±1,169	7,83±0,752	7,66±1,366	7,50±1,378
Çiğneme Özelliği	9,16±0,983	9,16±0,983	8,33±0,516	8,33±0,816	8,16±0,983	8,16±0,983	7,66±1,211	6,83±1,602
Renk	8,66±0,408	8,83±0,983	8,50±0,547	8,33±1,032	8,16±1,329	8,00±0,632	7,33±1,751	7,33±1,633
Lezzet	9,00±0,894	8,83±0,752	8,16±0,408	8,00±0,632	7,83±0,983	7,66±1,032	7,50±1,643	6,83±0,753

## Duyusal Değerlendirme Puanları

- 10-9 . . . . .Çok iyi  
8-7 . . . . .İyi  
6-5 . . . . .Orta  
4-3 . . . . .Kötü  
2-1 . . . . .Çok kötü

**Tartışma**

Araştırmada kullanılan sudak filetolarının kimyasal kompozisyonu incelendiğinde, ham protein ve lipid oranlarının Oehlenschläger (18) ve Şengör ve ark. (19) tarafından, birçok balık türü için rapor edilen değerlerin alt sınırına yakın olduğu görülmektedir. Özellikle balıklarda beslenme durumuna, mevsimlere ve yaşa göre değiştiği bilinen (20) lipid oranının sudak filetolarında %0,28 gibi oldukça düşük düzeyde olması, TBA sayısının depolama süresince 0,0208-0,0533 mg malonaldehit/1000 g gibi oldukça sınırlı ve düşük düzeyde kalmasına neden olmuştur. Filetoların TBA sayısına ait aylık değişim değerlerinde depolama süresince çok iyi bir materyalde bulunması gereken 3 değerini aşmadığı (10) görülmüştür. Araştırmamızdaki TBA bulguları, Santos ve Regenstein (21)'in dondurulmuş uskumru (*Scomber scombrus*) balığı için bildirilen TBA sayılarına (0,010-0,100 mg malonaldehit/1000 g) benzerlik göstermektedir. Nunes ve ark. (22), 12 gün boyunca buzda depolanmış sardalya (*Sardina pilchardus*) balıklarında, 9. günden sonra, TBA sayılarında görülen azalma eğilimini, malonaldehit ile proteinler arasındaki interaksiyondan kaynaklandığı şeklinde yorumlamışlardır. Araştırmamızda depolanmanın 6. ve 7. ayındaki TBA sayısında görülen düşüşlerin nedeninin, böyle bir interaksiyondan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Filetoların dondurularak depolanması süresince elde edilen TVB-N değerleri, Varlık ve Heperkan (7) tarafından bildirilen kalite kriterlerine göre, tüketilebilirlik sınırını

aşmadan “çok iyi” kalite özelliklerini korumuştur. Suvanich ve ark. (8)'nin verdikleri değerle göre ise tüketilebilirlik sınırını aşmamıştır. Araştırmamıza ait benzer bulgular, Varlık ve Gökoğlu (23)'nun dondurulmuş lüferin (*Pomatomus saltator*) raf ömrünü belirlemek için yaptıkları çalışmada da kaydedilmiştir. Araştırmacılar lüfer örneklerini vakumsuz ve vakumlu pakette -18 °C ve -30 °C'de 9 ay depolamaları sırasında, TVB-N değerlerinde artış olmasına rağmen, örneklerin kalite düzeyi olarak “çok iyi” özelliğini koruduğunu belirtmişlerdir. Yine benzer sonuçlar Çaklı ve ark.(24)'nin 5 ay süreyle no-frost koşullarda depolanan sardalya balıklarında kalite değişimlerini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada ortaya konulmuştur.

Depolama boyunca pH değerlerinde sınırlı da olsa bir artış olmasına rağmen tüketilebilirlik sınır değeri olarak bildirilen 6,8-7,0 değerlerini (10) aşmamıştır. Balıklarda pH değerlerinin, balığın beslenme alanına ve beslenmesi gibi çeşitli faktörlere bağlı olduğu bilinmekte olup (24), balıkların yağ içeriklerine bağlı olarak değişebildiği (25) kaydedilmiştir. Oldukça düşük oranda yağ içeren sudak filetolarında başlangıçta 6,80 olarak ölçülen pH değeri, depolanmanın 6. ayında 7,02, araştırma sonunda ise 6,94 olarak ölçülmüştür. pH' daki benzer artışlar, Bennour ve ark. (26)'nin uskumruyu, Nunes ve ark. (22)'nin sardalyayı buzda depoladıkları çalışmalarda da kaydedilmiştir. Nunes ve ark. (22), sardalya balıklarının yağ içeriği daha düşük iken pH değerini daha yüksek bulmuşlar ve bu durumun sardalya balıklarında glikojen rezervlerinin en düşük düzeyde olduğu yumurtlama

periyodu sonrasında meydana geldiğini belirtmişlerdir. pH değerlerinde depolamaya bağlı olarak görülen artışlar, enzimatik dekompozisyon sonucu ortaya çıkan uçucu bazı ürünlerden kaynaklanabilmektedir (8). Araştırmamızda pH da zamana bağlı olarak kaydedilen artışların, benzer nedenlerle olabileceği düşünülmektedir. Benzer değişimler, Ciarlo ve ark. (27) tarafından, ince kıyılmış ve filetosu çıkarılmış Patagonya barlamalarının (*Merluccius hubbsi*) -20 °C ve -30 °C'de 12 ay depolandığı çalışmada da kaydedilmiştir.

Duyusal analiz bulguları ise dondurularak depolanan (-18 °C) sudak filetolarının 7. ay sonunda iyi kalite özelliği gösterdiğini, buna karşın duyusal değişimlerin, kimyasal değişimlere oranla daha hızlı ilerlediğini ortaya koymuştur. Araştırmamızın duyusal değişimlerine benzer bulgular, Varlık ve Gökoğlu (23)'nin dondurulmuş lüferin raf ömrünü belirlemek için yaptıkları çalışmada ve Çaklı ve ark. (24)'nin no frost koşullarda depoladıkları sardalya

balıklarının fiziksel, kimyasal ve duyusal değişimlerini araştırdıkları çalışmalarda da kaydedilmiştir.

Sonuç olarak, sudak filetolarının -18 °C'de 7 ay süresince kimyasal ve duyusal kalite değerlerinin tüketilebilir sınırlar içerisinde kaldığı söylenebilir. Ancak, ürünlerdeki depolama zamanına bağlı duyusal değişimler, araştırmada ele alınan kimyasal kalite kriterlerine göre daha belirgin olmuştur. Kimyasal kalite olarak "çok iyi" düzeyini koruyan ürünler, duyusal yönden "çok iyi" den, "iyi" dereceye düşmüş, hatta çiğneme özelliği (6,83) ve lezzet (6,83) kriterleri yönünden "orta" dereceye yaklaşmışlardır. Bu sonuçlar, daha önce de birçok araştırmacı tarafından öne sürüldüğü gibi, kimyasal analizlerin duyusal analizlerle desteklenmesi gerektiği görüşünü desteklemektedir. Bu konuda yapılacak daha ayrıntılı çalışmalar, ülkemizde diğer gıda sektörlerine göre oldukça yeni bir sektör olan su ürünleri işleme teknolojisinin gelişmesine önemli katkılar getirebilecektir.

## Kaynaklar

- Lee, C. M., Toledo, R. T. Comparison of Shelf Life and Quality of Mullet Stored at Zero and Subzero Temperature. J. Food Sci., 1984; 49: 317-319.
- El-Marrakchi, A., Bennour, M., Bouchriti, N., Hamama, A. and Tgafaith, H.: Sensory Chemical and Microbiological Assessments of Moroccan Sardines (*Sardina pilchardus*) Stored in Ice. J. Food Prot., 1990; 53 (7): 600-605.
- Ünal, F. G.: Dondurulmuş Su Ürünlerinde Ambalajlama Teknolojisi. Ege Üniv., Su Ürün. Derg., 1994; 11(41): 71-82.
- Erkaya, C. A.: Modern Soğuk Zinciri Anlamak. Dünya Yayın. Gıda Derg. 2000; 6 (05): 31-34.
- Boyacıoğlu, D.: Gıda İşleme ve Saklama Tekniklerinin Beslenme Kalitesi Üzerine Etkileri. Dünya Yayın. Gıda Derg., 1999; 12: 51-53.
- Malle, P., Poumeyrol, M. A.: New Chemical Criterion for the Quality Control of Fish: Trimethylamine/Total Volatile Basic Nitrogen. J. Food Prot., 1989; 52 (6): 419-423.
- Varlık, C., Heperkan, D.: Hamsinin Buzda Muhafazası. İstanbul Üniv. Su Ürün. Derg., 1990; 4 (1): 53-58.
- Suvanich, V., Jahncke, M. L., Marshall, D. L.: Changes in Selected Quality Characteristics of Channel Catfish Frame Mince During Chill and Frozen Storage. Food Chem. Toxicol., 2000; 65 (1): 24-29.
- Kundakçı, A.: Dondurma Öncesi Süre-Sıcaklık İlişkilerinin Donmuş Haskefal ve Lüfer Üzerine Etkileri. Ege Üniv., Su Ürün. Fak., Su Ürün. Derg., 1985; 2 (7-8): 17-38.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., Gün, H.: Su ürünlerinde Kalite Kontrol İlike ve Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Demeği, 1993; 17: 173.
- DiE., Su Ürünleri İstatistikleri. T. C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, 1997.
- Bligh, E. G., Dyer, W. J.: A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification. Can. J. Biochem. Physiol., 1959; 37: 911-917.
- Mattisek, R., Shengel, F. M., Steiner, G.: Lebensmittel-Analytick. Springer Verlag Berlin, Tokyo, 1988; 440.
- Tarladgis, B., Watts, B. M., Jonathan, M., Dugan, L. Jr. Distillation Method for Determination of Malonaldehyde in Rancidity Food. J. Am. Oil Chem. Soc., 1960; 37 (1): 44-48.
- Lima Dos Santos, C., James, D., Teutscher, F.: Guidelines for Chilled Fish Storage Experiments. FAO. Fish. Tech. Pap., 1981; 210.
- Altuğ, T.: Duyusal Test Teknikleri, E. Ü. Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları, Yayın No: 28, İzmir, 1993; 56.
- Spss, 9. 0 For Windows. Paket programı.
- Oehlenschläger, J. E.: Handbuch Fish: Qualität und Qualitätssicherung. Bundesforschun Gsanstalt for Fisherei, Palmaille 9, Hamburg 5. 1994; 12/94. 19.
- Şengör, G. F., Çelik, U., Akkuş, S.: Buzdolabı Koşullarında Depolanan İstavrit Balığı (*Trachurus trachurus*, L. 1758)'nin Tazeliliğinin ve Kimyasal Bileşiminin Belirlenmesi. Turk. J. Vet. Anim Sci. 2000; 24: 187-193.
- Göğüş, A. K., Kolsarıcı, N.: Su Ürünleri Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1243, Ders Kitabı: 358, 1992; 261.
- Santos, E. E. M., Regenstien J. M.: Effects of Vacuum Packaging, Glazing and Erythorbic Acid on the Self-Life of Frozen White Hake and Mackerel. J. Food Sci., 1990; 55 (1): 64-70.

22. Nunes, L. M., Batista, I., Campos, R. M.: Physical, Chemical and Sensory Quality of Sardine (*Sardina pilchardus*) Stored in Ice. J. Food Agric, 1992; 59: 37-43.
23. Varlık, C., Gökoğlu, N.: Dondurulmuş Lüfer (*Pomatomus saltator* L. 1766)'in Raf Ömrünün Belirlenmesi. İstanbul Üniv., Su Ürün. Der., 1991; 2: 107-112.
24. Çaklı, Ş., Tokur, B., Çelik, U., Taşkaya, L.: No Frost Koşullarında Depolanan Sardalya Balıklarının (*Sardina pilchardus*) Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Değerlendirilmesi. Akdeniz Balıkçılık Kongresi. E. Ü. Su Ürünleri Fakültesi. 1997: 733-740.
25. Çaklı, Ş.: Doğadan Avlanan ve Ağ Kafeslerde Yetiştirilen Çipura (*Sparus aurata*, 1758) Balıklarının Dondurularak Muhafazası Üzerine Bir Araştırma. Gıda Derg., 1996; 21(4): 243-250.
26. Bennour, M., Marrakchi, A. E., Bouchriti, N., Hamama, A.: Chemical and Microbiological Assessments of Mackerel (*Scomber scombrus*) Stored Mince. J. Food Prot., 1991; 54: 789-792.
27. Ciarlo, A. S., Boeri, R. L., Gianni, D. H.: Storage Life of Frozen Blocks of Patagonian Hake (*Merluccius hubbsi*) Filleted and Minced. J. Food Sci., 1985; 50: 723-726.