

## Bir Süpermarkette Tüketime Sunulan Dondurulmuş Su Ürünlerinin Biyokimyasal Kompozisyonu, Fiziksel ve Kimyasal Kalite Kontrolü

Ufuk Çelik, Şükran Çaklı, Lâtif Taşkaya

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye.

**Abstract:** *The biochemical composition, physical and chemical quality control of frozen fishery product for consumption in a supermarket.* While the percentage of “Frozen Seafood” which is the most important part in seafood industry is %21 in the world, it is %7-8 in Turkey. It is very important that if applications of all the quality control methods and cold chain steps are suitable or not in food legislation. Some departments of related ministries have responsibility to control all seafood products in Turkish markets. But results of these analyses could not be published; there fore the public can not get any data which is so essential for the frozen seafood industry in the developing countries like ours. In this study, frozen seafood products (fish fillets, crumbed fish, crustacea and molluscs) present in a supermarket have been investigated and analysed as flows; Chemical composition analyses (crude protein, crude fat, moisture, ash) physical and chemical quality control analyse values that change with storage time and temperature (pH, total volatil basic nitrogen (TVB-N, mg 100<sup>-1</sup> g)), free formaldehyde (Faex) (mg kg<sup>-1</sup>), free and bonded formaldehyde (Fadest) (mg kg<sup>-1</sup>). It has been determined that frozen products in market content high portion of protein and fat in low portion on the contrary in the results. In the results of physical and chemical analysis values, pH, TVB-N (mg 100<sup>-1</sup> g), TMA-N (mg 100<sup>-1</sup> g), TBA (mg malonaldeyde kg<sup>-1</sup>), (Faex), (Fadest) (mg kg<sup>-1</sup>) that change with time and temperature of storage was comfortable to marketing and consuming in supermarket conditions.

**Key Words:** Supermarket, frozen fishery product, biochemical composition

**Özet:** Su ürünleri işleme teknolojisinin en önemli sektörü olan “Dondurulmuş Su Ürünleri İşleme Teknolojisi”nin payı dünyada %21 iken, ülkemizde %7-8 civarındadır. Gıda mevzuatında, üretilen ürünlerin kalite kontrolleri ve soğuk zincir aşamalarının doğru uygulanıp uygulanmadığının kontrolü son derece önemli bir konudur. Ülkemizde marketlerde donmuş ve diğer tüketim şekilleriyle satışa sunulan su ürünlerinin kalite kontrolleri ilgili bakanlıklara bağlı kuruluşların görevidir. Ancak bu görevle sorumlu hiçbir kuruluş yaptıkları analiz sonuçlarını tüketicilere yayınlamamakta olduğu için bu bilgiler tüketiciler tarafından bilinmemektedir. Bu bağlamda su ürünleri tüketiminin özellikle dondurulmuş su ürünleri tüketiminin gelişmekte olduğu ülkemizde bu konudaki yayınlara büyük ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, bir süpermarkette tüketime sunulan dondurulmuş su ürünlerinde (balık filetoları, pane ürünler, kabuklu ve yumuşakça grupları) kimyasal kompozisyon analizleri (ham protein, ham yağ, nem, kül) ve depolamaya bağlı fiziksel ve kimyasal kalite kontrol analizleri (pH değeri, toplam uçucu bazik azot (TVB-N; mg 100<sup>-1</sup>g), trimetilamin-azot (TMA-N; mg 100<sup>-1</sup>g), serbest formaldehid (FA) (ex)/(mg kg<sup>-1</sup>) serbest ve bağlı formaldehit (FA) (dest)(mg kg<sup>-1</sup>) analizleri yapılmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen bulgularla ürünlerin kimyasal kompozisyonları belirlenerek genel olarak dondurarak depolanmış ve tüketime sunulmuş su ürünlerinin az yağlı ve yüksek proteinli türler olduğu tespit edilmiştir. Farklı raf ömürlerine sahip dondurularak-depolanmış su ürünlerinin depolamaya bağlı yapılan fiziksel ve kimyasal kalite kontrol analiz sonuçlarına göre (pH değeri, TVB-N (mg 100<sup>-1</sup>g), TMA-N (mg 100<sup>-1</sup> g), TBA (mg malonaldehit kg<sup>-1</sup>, FA (ex) ve (dest) (mg kg<sup>-1</sup>)), süpermarket koşullarında satışa sunulması tüketilmesinde bir sakınca olmadığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Süpermarket, dondurulmuş su ürünleri, biyokimyasal kompozisyon

## Giriş

Artan dünya nüfusuna paralel olarak insanoğlunun beslenmesi için en önemli gıda grubu olan su ürünlerine talepleri de dolaylı olarak artmıştır. Bu talebin karşılanması için avlanan su ürünlerinin taze olarak tüketilmesi yanında dondurularak veya çeşitli işleme yöntemleri uygulanarak değerlendirilmesi sağlanmaktadır.

Aslına uygun şekilde dondurma işlemi yaparken öncelikle ürünlerin kanı, iç organları, solungaç ve kılçıklarından uzaklaştırılır. Temizlenmiş ürünlere dondurma yöntemlerinden herhangi biri uygulanarak ürünün daha uzun süre muhafaza edilmesi sağlanır. Uygulamanın bu şekilde yapılmasıyla mikrobiyolojik, bakteriyolojik ve enzimatik olaylarının hızlı bir şekilde gelişerek ürünün kısa sürede bozulmasına sebep olan etkenlerin ortadan kaldırılması amaçlanmaktadır.

İnsan gıdası olarak su ürünlerinin taze, soğutulmuş, dondurulmuş, konserve vb. şekilde; Türkiyede'ki kişi başına tüketimi 1991'de 5.375 kg iken bu rakam 1995'e kadar artan oranlarda 9.751 kg'a ulaşmıştır. İşlenmemiş su ürünlerinin 1987 yılı ihracatı 25116 ton iken 1995'te 14000 ton'dur. 7149 ton olan 1987 yılı ithalatı 1995 yılında 30639 ton'a ulaşmıştır (DİE, 1995).

Balık etinin raf ömrü tek başına lipid ve yüksek doymamış yağ asit düzeyleri ile belirlenemez. Decosaheptaenoic asid (DHA) ve eicosapentaenoic asidin (EPA) yüksek düzeylerini içeren birçok balık eti kısa sürede oksidasyondan etkilenebilmesi yanında balık etindeki metallere, doğal antioksidanlar, oksidatif ve redüktatif enzimler vs. bozulmaya neden olarak sayılabilecek etkilerdendir (Miyazawa ve diğ., 1991).

Balık etlerinin serbest yağ asiti içeren dokularındaki yağların oksidasyonu daha hızlı olması nedeni ile özellikle uzun süre buzlu bir şekilde

depolanan balıklarda yağ oksidasyonunun arttığını ispatlayan çalışmalar yapılmıştır (Varlık ve diğ., 1990). -10°C,-20°C ve -30°C'de 80-140 günlük süre zarfında depolanan tuna balığı türünün yağlarındaki serbest yağ asitleri incelendiğinde -20°C'de 80 günden sonra fosfolipitler ve trigliseritlerin hidrolizinden dolayı koyu kastedi serbest yağ içeriği (FFA) 151 mg 100<sup>-1</sup>g'dan 1070 mg 100<sup>-1</sup>g'a (Toplam lipitin yaklaşık %30'u); normal kasta ise 79 mg 100<sup>-1</sup>g'dan 156 mg 100<sup>-1</sup>g'a (Toplam lipitin %20'si) arttığı bildirilmiştir (Aubourg ve diğ., 1989).

Su ürünlerinin beslenmemizdeki yerinin öneminin algılanması sonucunda, üretim ve avcılığının artırılmasının yeterli olmayacağı bu ürünlerin işlenerek muhafazası ve tüketim için satışa sunulması veya taşımacılığı esnasında dondurularak muhafazasına dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Çaklı, 1991).

Su ürünlerinin taze ve dondurulmuş tüketimi yanında balık burger, kraker ve sosis gibi farklı damak tadına sahip ürünlerin de elde edilebildiği ve bu ürünler üzerinde depolamaya bağlı besin kompozisyonu ve çeşitli kalite kriterlerinin saptandığı Gököğlü (1994) tarafından bildirilmiştir. Ülkemizde dondurularak muhafazaya alınan su ürünlerinin kalite kontrolleri üzerine olan çalışmalar mevcuttur. Ünal ve Tatar (1991), dondurarak depolanan mürekkep balığındaki (*Sepia officinalis* L., 1758) kalite değişimlerini; Karaçam ve Boran (1996), -18°C'de depolanmış bütün ve temizlenmiş hamsi balıklarının kalite değişimlerini; Varlık (1988), blok dondurulmuş hamsilerin depolanmasını ve yine Varlık ve Yolcular (1987), dondurulmuş lüfer ve hamsinin depolanmasını incelemiştir. Ancak ülkemizde, marketlerde dondurularak tüketimine sunulan su ürünlerinin kalite kontrolleri üzerine herhangi bir çalışma

yapılmadığı görülmektedir. Ülkemizde marketlerde donmuş şekilde satışa sunulan su ürünlerinin kalite kontrolleri ilgili bakanlıklara bağlı kuruluşların görevidir (İl Gıda Kontrol Laboratuvarları, Hıfzıssıhha Enstitüleri v.b.). Ancak bu görevle sorumlu hiçbir kuruluş yaptıkları analiz sonuçlarını tüketicilere yayınlamamakta olduğu için bu bilgiler tüketiciler tarafından bilinmemektedir. Bu bağlamda su ürünleri tüketiminin özellikle dondurulmuş su ürünleri tüketiminin gelişmekte olduğu ülkemizde bu konudaki yayınlara büyük ihtiyaç duyulmaktadır. Tüketicilerin teknolojik proseslere bağlı olarak tükettikleri gıda maddelerinin besinsel kompozisyonu ve tüketim aşamasındaki kalite durumunu bilmelerinin hakları olduğuna inanılmaktadır ve nitekim yurt dışında bu amaçla yapılmış bir çok çalışma mevcuttur. Wills ve Greenfield (1980), Avustralya'da satışa sunulan ürünler arasında (Junior burger, balık burger) kollesterol, yağ, nem, kül, şeker, nişasta, yağ asit ve aminoasit içeriklerini çalışmışlardır. Carlsen ve Rasmussen (1984) tarafından, servise hazır gıdalarda (balık filetoları, tavuk sosu, patates cipsi, burgerler) protein, yağ, karbonhidrat, DMA, kül, iz elementlerden Na, K, Cl, Pb, Cd, Zn, Cu ve Ni analizleri yapılmıştır.

Wills ve diğ (1985); 1983'te Sidney'de yaşayanların kızartılmış gıdaları (tavuk, balık, patates, sosis), hamburgerleri (sade, domuz, pastırmalı, peynirli ve yumurtalı) ve et veya pasta ürünlerini (et kekleri, sosisler ve pastalar) 10 küçük pazar büfesinden satın aldıkları belirtilmiştir. Bu ürünlerde tiamin, riboflavin, niacin, etional, beta karoten ve vitamin C seviyeleri saptanmıştır. Chitchumraonchokchai ve diğ., (1992) tarafından, Bangkok'ta 4 ana alışveriş merkezinden 10 farklı fast-food satın alınarak enerji, nem, protein, yağ, karbonhidrat ve kollesterol içerikleri analiz

edilmiştir.

Dondurulmuş gıdaların taşıma, depolama ve satış esnasındaki çeşitli ve değişen şartları nem, vitamin, protein gibi tazelik kriterlerindeki önemli değişikliklerinin olması yanında mikrobiyal yük artışına sebep olarak gıdaların tazelik özelliklerini yitirmelerine yol açabilir (Turgut, 1994).

Su ürünleri kolay bozulabilen gıda maddelerindedir. Avlama sonrası su ürünlerinde görülen mikrobiyal ve enzimatik değişimlerin hızı ortam sıcaklığı ve oksijenin varlığında artar. Nakil taşıt malzemelerinden ve çeşitli etkenler tarafından kaynaklanan kontaminasyonlar sonucu mikroorganizmaların faaliyetleri artarak bozulmalara yol açtığını gösteren çalışmaların yapıldığı bildirilmiştir (Kundakçı, 1989; Karaçam ve diğ., 1989; Varlık ve diğ., 1990).

Bu çalışmada, bir süpermarkette satışa sunulan değişik raf ömründeki dondurulmuş su ürünlerinin biyokimyasal kompozisyonları ile bu ürünlerin kimyasal kalite kontrol düzeyleri tespit edilmeye çalışılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Araştırma materyali olarak İzmir'de bir süpermarkette satışa sunulan, temizlenmiş, işlenmiş ve değişik ambalajlarla paketlenip dondurularak değişik tip soğutucu dolaplarında satışa sunulan su ürünleri kullanılmıştır (Tablo 1).

Araştırmada kullanılan tüm su ürünlerinin biyokimyasal oranlarını saptamak amacı ile yağ (Bligh ve Dyer, 1959), nem (Ludorf ve Meyer, 1973), ham kül (A.O.A.C., 935.47, 1984), ham protein (A.O.A.C., 981.10, 1984) metotları kullanılmıştır. Materyallerin fiziksel ve kimyasal kalite düzeylerini saptamak amacı ile, Ebro marka dijital ph-Metre ile pH tayini, trimetilamin-azot (TMA-N) tayini (A.O.A.C., 1990),

tiyobarbütirik asit sayısı (TBA) tayini (Tarladgis ve diğ. 1960), toplam uçucu bazik azot (TVB-N) tayini (Antonacopoulos, 1973) ve kasın su ile olan eldesindeki spektrofotometrik yöntem kullanılarak formaldehit (FA) (ex) tayini yapılmıştır. Formaldehit için elde

edilen ekstrakt %6'lık perklorik asitin varlığında kasın buharla olan distilasyonu ile elde edilmiştir (Nash, 1953). (FA) (dest) ise Rehbein (1986)'a göre Antona aparatı ile spektrofotometrik yöntemle tespit edilmiştir.

**Tablo 1.** Araştırmada kullanılan dondurulmuş su ürünleri

Ürünün Türü (Ticari Adı)	Üretim Tarihi	Son Kul. Tarihi	Analiz Tarihi
<b>Balık Fileto*</b>			
Mezgit Fileto	12.95	12.97	01.96
Bakaliaros Fileto	12.95	12.96	02.96
Sudak Fileto	07.95	07.97	02.96
Sudak Fileto	08.94	08.96	02.96
<b>Pane Ürünler*</b>			
Mezgit Pane**	12.95	12.97	01.96
Kalamar Pane**	01.96	01.98	01.96
Balık Burger**	10.95	04.97	02.96
Balık Porsiyon**	03.95	10.96	02.96
Alaska Pollack Krokot**	09.95	04.97	02.96
<b>Kabuklu ve Yumuşakçalar*</b>			
Dondurulmuş Cıkçık	01.96	01.97	03.96
Dondurulmuş Kalamar	08.95	08.97	03.96
Dondurulmuş Kalamar	01.96	12.96	03.96
Haşlanmış Ahtapot	11.95	08.96	03.96
Midye Eti	03.95	03.97	05.96
Et Midye	11.95	11.96	05.96

\* Aynı üretim tarihli ürünlerden en az 10'ar adet alınmıştır.

\*\* Ülkemize ithalat yoluyla girmiş ürünler ürünler

Araştırma materyallerinin büyük çoğunluğu ülkemizde imal edilmiş olmasına karşın bir kısmı ithalat yoluyla girmiş olup süpermarkette satışa sunulmuştur. Analizlerde kullanılan örnekler öncelikle homojenizatörden geçirilmiştir. Panier unu içeren numuneler analize hazırlanırken öncelikle üzerlerindeki panier unlarından arındırılmışlardır.

### Bulgular ve Tartışma

Araştırmada elde edilen su ürünlerinin biyokimyasal kompozisyon analiz bulguları Tablo 2'de verilmiş olup,

ürünlerin içerdiği ham yağ, nem, kül ve ham protein oranları görülmektedir.

Araştırmada incelenen balık fileto türlerinin (mezgit, bakaliaros ve sudak fileto) ham protein oranları min: %17.12±0.06 ile max: %21.54±0.25, ham yağ oranları min: %0.45±0.01, max: %1.62±0.01, olarak tespit edilmiştir. Dondurulmuş olarak tüketime sunulan balık fileto türlerinin az yağlı ve yüksek proteinli türler olduğu söylenebilir. Pane ürünlerinde ise ham protein oranları min: %11.78±0.56 balık burgerde, max: %19.96±0.74 balık porsiyonda, ham yağ oranları min: %1.04±0.1 kalamar panede, max: %4.22±0.00 balık burgerde

saptanmıştır. Bu bulguların ışığı altında balık burgerlerin nispeten daha düşük protein içerikli ve orta yağlı türlerden imal edildiği, bu türün ekonomik olmayan bir tür olabileceği düşünülebilir. Analize alınan diğer pane ürünlerin hepsi yüksek proteinli ve az yağlı su ürünlerinden imal edilmiştir.

Kabuklu ve yumuşakça türlerinde ise genel olarak az veya orta yağ miktarları ve yüksek protein içerikleri tespit edilmiştir. Genel olarak incelenen balık türlerine oranla daha yüksek protein oranları belirlenmiştir (haşlanmış ahtapot %30.56±0.25, dondurulmuş karides %13.71±1.55).

Mezgit balıklarında (*Merluccius merluccius*), nem %80, ham yağ %0.4-1, ham protein %17.8-18.6, kalamar (*Loligo*

*vulgaris*)’da nem %78, ham yağ %1.1-1.5, ham protein %14.9-19.2, midye (*Mytilus edulis*)’de nem %80-84, ham yağ %0.8-2.3, ham protein %8.9-11.7 olarak Anon (1994) tarafından bildirilmiştir.

Farklı raf ömürlerine sahip dondurarak depolanan balık filetoları, pane ürünler, kabuklu ve yumuşakçalara ait fiziksel ve kimyasal kalite kontrol analiz sonuçları Tablo 3’te verilmiştir.

Balık filetolarında pH değerleri 6.77±0.01-6.86±0.011 arasında, toplam uçucu bazik azot (TVB-N) değerleri 19.13±0.81-22.40±1.40 (mg 100<sup>-1</sup>g) arasında tespit edilmiştir. Balık filetolarındaki bu analiz sonuçları tüketilebilir sınırlar içerisinde (Karnop ve diğ., 1978).

**Tablo 2.** Bir süpermarketde satışa sunulan dondurulmuş su ürünlerinin biyokimyasal kompozisyon analizleri

Ürünün Türü (Ticari Adı)		Ham Protein(%)	Ham Yağ(%)	Nem(%)	Ham Kül(%)	
<b>Balık Fileto</b>	$\bar{X} \pm S$	18.21±0.86	0.56±0.08	80.10±1.14	1.65±0.56	
	Mezgit Fileto	%V	4.74	14.01	1.42	34.15
	Xmin	17.60	0.50	78.86	1.30	
	Xmax	18.82	0.61	81.10	2.30	
Bakaliaros Fileto	$\bar{X} \pm S$	21.54±0.25	1.20±0.23	78.36±0.25	1.73±0.06	
	%V	1.15	18.74	0.32	3.33	
	Xmin	21.36	0.97	78.12	1.70	
	Xmax	21.71	1.42	78.62	1.80	
Sudak Fileto	$\bar{X} \pm S$	17.12±0.06	1.62±0.03	82.31±0.17	0.62±0.15	
	%V	0.37	2.33	0.21	24.77	
	Xmin	17.07	1.58	82.16	0.45	
	Xmax	17.16	1.65	82.500.75	0.75	
Sudak Fileto	$\bar{X} \pm S$	20.00±0.43	0.45±0.01	0.09±0.13	1.73±0.53	
	%V	2.16	1.59	0.16	30.57	
	Xmin	19.70	0.44	80.00	1.25	
	Xmax	20.31	0.45	80.24	2.3	
Pane Ürünler	$\bar{X} \pm S$	16.99±1.24	2.01±0.18	81.37±1.35	1.87±0.15	
	Mezgit Pane	%V	7.29	7.72	1.65	8.18
	Xmin	16.11	1.84	79.82	1.70	
	Xmax	17.86	2.14	82.18	2.00	

**Tablo 2. Devamı**

	$\bar{X}_{\pm S}$	16.07±0.43	1.04±0.11	84.33±1.06	1.38±0.30
Kalamar Pane	%V	2.68	10.87	1.26	21.79
	Xmin	15.78	0.96	83.12	1.10
	Xmax	16.37	1.12	85.10	1.70
	$\bar{X}_{\pm S}$	11.78±0.56	4.22±0.00	66.54±0.27	1.97±0.46
Balık Burger	%V	4.74	----	0.40	23.62
	Xmin	11.38	4.22	66.26	1.65
	Xmax	12.17	----	66.80	2.50
	$\bar{X}_{\pm S}$	19.96±0.74	2.86±0.24	77.97±1.99	1.73±0.38
Balık Porsiyon	%V	3.72	8.41	2.55	21.65
	Xmin	19.43	2.69	76.20	1.35
	Xmax	20.48	3.03	80.12	2.10
	$\bar{X}_{\pm S}$	17.29±1.67	1.48±0.10	78.39±3.12	1.50±0.15
Alaska Pollock Kroket	%V	9.65	6.69	3.98	10.00
	Xmin	16.11	1.41	75.28	1.35
	Xmax	18.47	1.55	81.52	1.65
<b>Kabuklu ve Yumuşakçalar</b>					
	$\bar{X}_{\pm S}$	16.81±0.86	1.51±0.20	76.52±1.04	2.40±10.62
Dondurulmuş Cikcik	%V	5.13	13.11	1.35	26.02
	Xmin	16.20	1.37	75.34	1.90
	Xmax	17.42	1.65	77.28	3.10
	$\bar{X}_{\pm S}$	----	0.92±0.18	86.41±0.09	1.95±0.00
Dondurulmuş Kalamar	%V	----	19.32	0.11	0.00
	Xmin	----	0.79	86.36	1.95
	Xmax	----	1.04	86.52	----
	$\bar{X}_{\pm S}$	18.83±----	1.30±0.03	82.11±0.12	1.03±0.15
Dondurulmuş Kalamar	%V	----	2.18	0.14	14.78
	Xmin	18.83	1.28	82.04	0.90
	Xmax	----	1.32	82.24	1.20
	$\bar{X}_{\pm S}$	24.92±0.56	1.13±0.15	77.79±0.07	1.10±0.21
Dondurulmuş Karides	%V	2.24	13.20	0.09	19.28
	Xmin	24.52	1.02	77.72	0.95
	Xmax	25.31	1.23	77.86	1.25
	$\bar{X}_{\pm S}$	13.71±1.55	0.60±0.01	84.67±0.44	1.75±0.14
Dondurulmuş Karides	%V	11.30	2.36	0.52	8.08
	Xmin	12.61	0.59	84.36	1.65
	Xmax	14.80	0.61	84.98	1.85
	$\bar{X}_{\pm S}$	30.56±0.25	1.63±0.18	66.21±6.04	0.68±0.39
Haşlanmış Ahtapot	%V	0.81	10.88	9.12	57.62
	Xmin	30.38	1.50	61.94	0.40
	Xmax	30.73	1.75	70.48	0.95

**Tablo 2. Devamı**

Midye Eti	$\bar{X} \pm S$	21.19±0.86	3.83±0.53	72.15±2.07	0.40±0.10
	%V	4.07	13.86	2.87	25.00
	Xmin	20.58	3.45	69.78	0.30
	Xmax	21.80	4.20	73.58	0.50
Et Midye	$\bar{X} \pm S$	18.57±0.37	4.37±0.81	72.22±1.04	0.41±0.38
	%V	2.02	18.45	1.44	92.97
	Xmin	18.30	3.80	71.04	0.18
	Xmax	18.83	4.34	72.96	0.85

n: 10 \*Nx 6.25

Pane ürünlerde pH değerleri 6.49±0.04 ve 7.22±0.13 arasında, TVB-N değerleri 10.27±2.14 ve 28±1.4 mg 100<sup>-1</sup>g arasında bulgulanmıştır. pH değerinin en yüksek kalamar panede, TVB-N değerinin ise en yüksek “balık porsiyonda” bulgulanması dikkati çekmektedir. Balık porsiyonunda yüksek bulgulanana TVB-N değeri, bu ürünün 1.5 yıl depolanmış olmasına bağlanmaktadır (Tablo 1). Kabuklu ve yumuşakçalarda pH değerleri 4.49±0.04-7.84±0.02 arasında farklı değerlerde, TVB-N değerleri ise 6.30±0.99-23.10±2.97 mg 100<sup>-1</sup>g arasında bulgulanmıştır.

TVB-N tayininin ürünlerin kalitesinin belirlenmesinde en çok kullanılan kimyasal yöntemlerden olduğu Kietzman ve diğ., (1969) ve Varlık ve diğ., (1991) tarafından bildirilmiştir.

TVB-N (mg/100g) değerinin, taze ve dondurulmuş su ürünlerinin ilerlemiş bozunma aşamasında ortaya çıktığı ve değerleri destekleyen pH sonuçlarına da ihtiyaç duyulduğu yapılmış olan araştırmaların sonuçları göstermiştir (Ludorf ve Meyer, 1973.,

Oehlenschliger, 1982). Tüketilebilir balık eti için pH değeri 6.5-7.0 arasındadır. pH değerleri türlere bağlı olarak değişir. Enzim ve bakterilerin sebep olduğu bozulmalar sonucunda pH değerinde yükselmeler olur (İnal, 1988).

Kimyasal kalite kontrol analizlerinden trimetilamin (TMA-N; mg-N/100g) ve tiyobarbitürik asit sayısı (TBA; mg malonaldehit/100gr) analiz sonuçları Tablo 3’te görülmektedir. TMA-N değerleri, alaska pollock kroketinde 10.82, dondurulmuş kalamarda 9.92, bakalyaro filetoda 9.03 ve mezgit filetoda 8.29 mg/100g gibi yüksek değerlere sahip olup pazarlanabilir durumunu aşmak üzeredir (A.O.A.C., 1990). Diğer örnekler pazarlanabilir niteliktedir. TBA değerleri; balık filetolarında 0.49±0.1-1.74±0.74 mg malonaldehit/kg arasında, pane ürünlerde 0.21±0.06-1.19±0.03 mg malonaldehit/kg arasında, kabuklu ve yumuşakçalarda 0.09±0.03-1.76±0.21 mg malonaldehit/kg arasında tespit edilmiştir. TBA değerleri açısından ise ürünlerin iyi kalitede olduğu söylenebilir (Tarladgis ve diğ., 1960).

**Tablo 3.** Bir süpermarketde satışa sunulan dondurulmuş su ürünlerinin fiziksel ve kimyasal kalite kontrol analiz sonuçları

Ürünün Türü (Ticari Adı)	pH	TVB-N (mg/100g)	TMA-N (mg/100g)	TBA (mg malonaldehid /100g)	FA*ex (mg/kg)	FA**dest (mg/kg)
Balık Fileto	$\bar{X} \pm S$	6.77±0.01	20.07±1.75	8.29±0.45	0.49±0.1	1.04±0.21

<b>Tablo 3. Devamı</b>							
Mezgit Fileto	%V	0.09	8.70	5.46	26.81	20.59	0.56***
	Xmin	6.77	18.20	7.97	0.39	0.74	
	Xmax	6.78	22.40	8.61	0.68	1.21	
Bakaliaros Fileto	$\bar{X} \pm S$	6.77±0.01	22.40±1.40	9.03±1.91	1.74±0.74	8.48±0.17	----
	%V	0.15	6.25	21.14	42.79	1.95	
	Xmin	6.77	21.00	7.68	1.21	8.31	
	Xmax	6.78	23.80	10.38	2.26	8.64	
Sudak Fileto	$\bar{X} \pm S$	6.80±0.05	17.73±0.66	----	0.11±0.01	----	----
	%V	0.73	3.72	----	10.19	----	
	Xmin	6.78	16.80	----	0.10	----	
	Xmax	6.88	18.20	----	0.12	----	
Sudak Fileto	$\bar{X} \pm S$	6.86±0.01	19.13±0.81	----	0.26±0.02	----	----
	%V	0.15	4.22	----	8.32	----	
	Xmin	6.85	18.20	----	0.24	----	
	Xmax	6.87	19.60	----	0.27	----	
<b>Pane Ürünler</b>							
Mezgit Pane	$\bar{X} \pm S$	6.86±0.03	25.20±1.40	----	0.33±0.07	1.26±0.59	1.50***
	%V	0.47	5.56	----	22.65	46.32	
	Xmin	6.82	23.80	----	0.25	0.52	
	Xmax	6.88	26.60	----	0.39	1.95	
Kalamar Pane	$\bar{X} \pm S$	7.22±0.13	10.27±2.14	1.37±0.65	0.56±0.20	2.77±10.5 4	0.47***
	%V	1.77	20.83	47.48	35.99	53.67	
	Xmin	7.07	8.40	0.91	0.35	2.35	
	Xmax	7.30	12.60	1.83	0.75	3.38	
Balık Burger	$\bar{X} \pm S$	6.49±0.04	15.40±1.98	3.65±0.74	0.82±0.02	4.16±0.42	11.81***
	%V	0.55	12.85	20.15	2.60	10.06	
	Xmin	6.50	14.00	3.13	0.80	3.82	
	Xmax	6.52	16.80	4.17	0.83	4.63	
Balık Porsiyon	$\bar{X} \pm S$	6.60±0.02	28.00±1.4	----	1.19±0.03	21.55±0.3 1	----
	%V	0.32	5.00	----	2.38	1.44	
	Xmin	6.58	26.60	----	1.17	21.30	
	Xmax	6.62	29.40	----	1.21	21.90	
Alaska Pollock Kroket	$\bar{X} \pm S$	6.73±0.03	23.3±2.91	9.32±0.32	0.21±0.06	1.03±0.13	1.78***
	%V	0.39	12.49	3.43	27.51	12.37	
	Xmin	6.70	21.00	9.00	0.16	0.88	
	Xmax	6.75	26.60	9.64	0.27	1.10	
<b>Kabuklu ve Yumuşakçalar</b>							



**Tablo 3. Devamı**

	$\bar{X} \pm S$	7.84±0.02	6.3±0.99	----	1.20±10.44	16.76±0.2 1	
Dondurulmuş	%V	0.26	15.71	----	36.53	1.27	
Cikcik	Xmin	7.82	5.60	----	0.89	16.61	2.81***
	Xmax	7.86	7.00	----	1.51	16.91	
	$\bar{X} \pm S$	4.49±0.04	10.50±10.99	----	0.23±0.04	2.21±0.26	
Dondurulmuş	%V	0.54	9.43	----	15.71	11.87	
Kalamar	Xmin	7.45	9.80	----	0.20	2.02	3.19***
	Xmax	7.53	11.20	----	0.25	2.39	
	$\bar{X} \pm S$	6.53±0.02	12.60±0.00	8.24±1.0	0.32±0.01	2.91±0.74	
Dondurulmuş	%V	0.32	0.00	12.14	2.24	25.49	
Kalamar	Xmin	6.51	12.60	7.24	0.31	2.24	1.97***
	Xmax	6.55	12.60	9.24	0.32	3.71	
	$\bar{X} \pm S$	7.46±0.01	23.10±12.97	----	0.27±0.05	2.72±0.06	
Dondurulmuş	%V	0.08	12.86	----	18.68	2.08	
Karides	Xmin	7.46	21.00	----	0.30	2.68	7.78***
	Xmax	7.47	25.20	----	0.23	2.76	
	$\bar{X} \pm S$	7.42±0.01	14.00±0.00	6.66±0.33	0.09±0.03	1.03±0.00	
Dondurulmuş	%V	0.08	0.00	4.88	31.08	0.00	
Karides	Xmin	7.42	14.00	6.33	0.07	1.03	2.44***
	Xmax	7.43	14.00	6.98	0.11	1.03	
	$\bar{X} \pm S$	6.52±10.0 1	18.20±0.00	----	0.18±0.04	20.22±1.7 2	
Haşlanmış	%V	0.09	0.00	----	23.57	8.50	
Ahtapot	Xmin	6.51	18.20	----	0.15	19.00	8.25***
	Xmax	6.52	18.20	----	0.21	21.43	
	$\bar{X} \pm S$	6.61±0.02	16.10±0.99	----	1.76±10.21	28.30±1.0 4	
Midye Eti	%V	0.23	6.15	----	11.68	3.67	
	Xmin	6.60	15.40	----	1.61	27.56	4.69***
	Xmax	6.63	16.80	----	1.90	29.03	
	$\bar{X} \pm S$	6.13±0.02	17.50±0.99	6.39±0.18	1.18±10.02	27.93±4.5 3	
Et Midye	%V	0.25	5.66	2.88	1.81	16.20	
	Xmin	6.12	16.80	6.26	1.16	24.73	4.41***
	Xmax	6.15	18.20	6.52	1.19	31.13	

\* Serbest FA

\*\* Serbest ve bağlı FA (Antona-Apparatu ile Destilasyon \*\*\*:  $\bar{X}$  n:10

Depolanan ürünlerin bozulmasına yol açan bakteriler, trimetilaminoksit (TMAO)'i trimetilamin (TMA-N)'e, oluşan TMA-N'i de dimetilamine (DMA)'e ve formaldehite (FA)'e kadar parçalar. TMA-N miktarının tespit edilmesinin amacı üründeki mikrobiyal bozulma düzeyinin bilinmesi açısından önemlidir. Tatlı su balıklarında TMAO ancak eser miktarlarda bulunabilir. TMA-

N miktarı deniz balıklarının bozulma indeksi olarak kullanılmaktadır (Connel, 1975; Kundakçı, 1989; Stammen, 1990). Lipit oksidasyonu sonucu ürünlerdeki tüketilebilir sınır değerlerinin tespitinde oksidasyon sonucu oluşan en son indirgenen madde olan malonaldehitin miktarı, TBA sayısı, kullanılır (Tarladgis ve diğ., 1960).

Derili ve derisiz olarak depolanan farklı Antarktik balıkları  $-25^{\circ}\text{C}$ 'de depolanıp 2.5 ay gibi bir süre sonunda TVB-N, TMA-N, ve TBA değerleri saptanarak tüketim için uygun değerlere sahip olduğu bildirilmiştir (Monthey ve diğ., 1986). 6 ay süre boyunca  $-18^{\circ}\text{C}$  ve  $-40^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan sardalya, mezgıt ve kolyoz balıkları üzerinde yapılan bir araştırmada TMA-N ve TBA değerleri için en uygun sıcaklığın  $-40^{\circ}\text{C}$  olduğu tespit edilmiştir (Göğüş ve diğ., 1987). Marketlerde satışa sunulan taze, donmuş, pişirilmiş et ve balık ürünlerinin TBA içerikleri incelenmiştir. Çalışma sonunda taze örneklerin dondurulmuşlara göre daha düşük TBA içerdiği ve pişirilmiş ürünlerin TBA içeriklerinde hafif artışların gözlemlendiği bildirilmiştir (Siu ve diğ., 1978).

Araştırmada tespit edilen formaldehitte destilat değerleri balık porsiyonda 104.91, balık burgerde 11.81 ve bakalyaro filetoda  $57.84 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dir. Diğer tüm ürünlerin sonuçlarının  $<10 \text{ mg kg}^{-1}$  seviyesindeki düşük değerler arasında olduğu Tablo 3' te görülmektedir. Araştırmada formaldehit içeriği ekstrakt (serbest FA) ve destilat (serbest ve bağlı formaldehit toplamı) olarak değerlendirilmiştir. FA analiz sonuçlarının kalite yönünden sınıflandırılması, FA destilat içeriği  $<10 \text{ mg kg}^{-1}$  düşük;  $<16-30 \text{ mg kg}^{-1}$  ise orta;  $>75 \text{ mg/kg}^{-1}$  ise yüksek şeklindedir (Rehbein, 1987).

$-25^{\circ}\text{C}$ 'de 2.5 ay süre ile depolanan derili ve derisiz Antarktik balıklarının FA destilat içeriklerinin 0.77-1.18 değerleri

arasında olduğu bildirilmiştir (Monthey ve diğ., 1986). Ayrıca ürünlerde oluşan FA, proteinlerle reaksiyona girerek ürünün kas yapısını sertleştirir ve dokusal sertliğe katkıda bulunur (Rehbein, 1986).

## Sonuç

Bulgular ve tartışma bölümünde belirtilmiş olduğu gibi fiziksel ve kimyasal analizleri yapılan su ürünlerinin bu kalite kontrol kriterleri bakımından süpermarket koşullarında satışa sunulurken tüketilmesinde bir sakınca olmadığı tespit edilmiştir. TMA-N kimyasal kalite kontrol analizlerinden, sadece alaska pollack kroket ( $10.82 \text{ mg } 100^{-1}\text{g}$ ), dondurulmuş kalamar ( $9.92 \text{ mg } 100^{-1}\text{g}$ ), bakalyaro fileto ( $9.03 \text{ mg } 100^{-1}\text{g}$ ) ve mezgıt fileto ( $8.29 \text{ mg } 100^{-1}\text{g}$ ) yüksek değerlere sahip olduklarından tüketim sınırını geçmek üzere oldukları söylenebilir. FA(dest) değerleri açısından en yüksek değerler balık porsiyon ( $104.91 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ve bakalyaro filetoda ( $57.84 \text{ mg kg}^{-1}$ ) saptanmıştır. Alaska pollack kroket ve balık porsiyon ülkemize ithal yoluyla girmiş olan dondurulmuş su ürünleridir. Balık porsiyonun raf ömrünün tamamlanmak üzere olması TMA-N ve FA(dest)'nin yüksek açıklayabilir. Alaska pollack kroket, dondurulmuş kalamar, bakalyaro fileto belirtilen raf ömrünün yarısı içerisinde olan ürünlerdir. Bu ürünlerdeki yüksek TMA-N ve FA(dest) değerleri soğuk zincir aşamalarındaki sıcaklık derecelerinin ve teknolojik uygulamaların doğru uygulanmadığını akla getirmektedir. Soğuk zincir aşamalarının doğru uygulanmaması üretim aşamasında olabileceği gibi nakil ve satış aşamalarında da olabilir. Halk sağlığı açısından; gıda ürünlerinin imalathanelerde işlenmesi aşamasında hijyen kurallarına dikkat edilmesiyle birlikte soğuk zincir aşamalarına da uyulması gerekmektedir. Paketleme aşamasında uygun materyallerin

kullanılması yanında vakum ambalaj ve şeffaf olmayan paketlemenin tercih edilmesi oksijen ve ışığın oksidasyonu artırıcı etkilerini engellemek açısından önemlidir. Ayrıca marketlerde satılan donmuş ürünlerin son kullanma tarihi önceden etiketlenmiş olmasının tüketici açısından bir önemi olmayıp ürünün satışının yapıldığı yer tarafından belli periyodlar dahilinde, konusunda uzman kişilerin yapmış olduğu fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu kalite kontrol analizlerini gösteren onaylı raporların tutulmasında yarar vardır. Çünkü ürünün satış reyonuna gelene kadar nakil veya değişik sebeplerden dolayı uygun şartların takip edilip edilmediği tüketici tarafından bilinmemektedir. Uygulama doğru şekilde yapıldığı takdirde daha sağlıklı ürünlerin piyasaya sunulması sağlanmış olacaktır.

#### Kaynaklar

- Anon (1984). Et ve et Mamüllerinde Kül Tayini, TS 1746.
- Anon (1994). Composition Chimique Chair De Divers Produits De La Mer. CEVPM. 15-17, Rue De Magenta, 62200 Boulogne. Sur Mer.
- Aoac (1984). Official Methods of Analysis 4th. Ed. AOAC, Washington D.C., USA.
- Aoac (1990). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 941.14. Washington D.C., USA.
- Antonocopoulos, N.; (1973). Bestimmung des flüchtigen Basenstickstoffs; S. 224-225, in: LUDORF, W.; MEYER, V.; Fische und Fischerzeugnisse, Auflage-Verlag Paul Parey. Berlin und Hamburg.
- Auburg, S.; Perez-Martin, R.; Gallardo, M.; (1989). Stability of Lipids of Frozen Albacore (Thunnus alalunga) During Steam Cooking. I.J.F.S. Tech.24, 341-345.
- Bligh, E.G.; Dyer, W.J.; (1959). A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification, Can. J. Biochem. Phys., 37,911-917.
- Carlsen, B., Rasmussen, G.; (1984). Fast Foods, Nutrients and Trace Elements. Statent Leunedsmiddelinstitut, No. 105, 60, pp: 13.
- Connel, J. J.; (1975). Control of Fish Quality. Fishing News Ltd. Rosemount.Avenue West Byfleet Surrey England.
- Chitchumroonchokchai, C., Judprasong, K., Kettawan, A.; (1992). Nutritive Values of Fast Foods Main Nutrients. Food. 22(3), 31-36.
- Çaklı, T.; (1991). Ege Bölgesinde Su Ürünlerinin Dondurma Teknikleri. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Cilt:2, No. 4135-138.
- D.İ.E., (1995). Su Ürünleri İstatistikleri. Ankara.
- Göğüş, A. K.; Ertaş, A. H.; Kolsarici, N.; (1987). Farklı Yöntemlerle Dondurulmuş Bazı Pelajik ve Demersal Balıklarda Fiziksel ve Kimyasal Değişiklikler. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Veterinerlik ve Hayvancılık Araştırma Grubu. Proje No: VHAG-676.
- Gökoğlu, N.; (1994). Balık Köftesinin Soğukta Depolanması. Gıda Teknoloji Dergisi 19-3, 10-11.
- İnal, T.; (1988). Besin Hijyeni İ.Ü. Vet. Fak. Ders Notları. 287-441.
- Karacam, H.; Düzgüneş, E.; Özer, N. P., (1989). Trabzon Piyasasında Satılan Mezgit (Gadus poutassou) balıklarının Mikrobiyolojik kaliteleri üzerine bir araştırma. Et ve Balık Endüstrisi Dergisi cilt: 9 sayı:58.
- Karacam, H., Boran, M.;(1996). Quality changes in frozen whole and gutted anchovies during storage at -18°C. International Journal of Food Science and Technology. 31, 527-531.
- Karnop, G.; Münzer, R.; Antonacopoulos, N.; (1978). Einfluss der Bestrahlung an Bord auf die Haltbarkeit von rotbarsch Archiv für Lebensmittelhygiene 29, 49-53.
- Kietzmann, U.; Priebbe, K.; Rakov, D.; Reichstein, K.; (1969). Seefisch als Lebensmittel. Paul Parey Verlag. Hamburg. Berlin, 368.
- Kundakçı, A.; (1989). Kefal ve Lüferin Avlanmaları Sonrası Ön Bekleme Koşullarının Kaliteye Etkileri. E.Ü. Su Ürünleri Yüksekokulu Su Ürünleri Dergisi Cilt: 6 Sayı: 21-22, 23-24.
- Ludorf, W.; Meyer, V.; (1973). Fische und Fischerzeugnisse. Paul Parey Verlag, Berlin, und Hamburg. S. 309.

- Manthey, M.; Oehlenschläger, J.; Rehbein, H., (1986). Chemical Composition and Sensory Evaluation of Coated and Uncoated Fillet Portions Processed From Antarctic Fish. Institut für Biochemie und Tech. Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Hamburg.
- Miyazawa, T.; Kikuchi, M.; Fujimoto, K.; Endo, Y.; Cho, S.Y.; Usuki, R.; Kaneda, T.; (1991). Shelf-life Dating of Fish Meats in Terms of Oxidative as Measured by Chemiluminescence. J.A.O.C.Science vol :68, no :1.
- Nash, T.; (1953). The Colorimetric Estimation of Formaldehyde by Means of The Hantzsch Reaction, Biochem J.; 55; 416-421.
- Rehbein, H.; Oehlenschläger, J.; (1982). Zur Zusammensetzung der TVB-N Fraction (Flüchtige Basen) in Sauren Extracten und Alkalischen Destillaten Von See-fishfillet. Archiv für Lebensmittelhygiene 33, 33-35.
- Rehbein, H.; (1986). Formaldehyd in Fishprodukten: 1. Herkunft und Gehalt Information für die Fischwirtschaft. 1.33.
- Rehbein, H.; (1987). Bericht Über die Untersuchung von Garnelenkonserven aus Island auf Formaldehyd und Hexamethylentetramin. Forschungsgemeinschaft Fischwirtschaft e.v. Hamburg.
- Siu, G. M.; Draper, H. H.; (1978). A Survey of The Malonaldehyde Content of Retail Meats and Fish. Journal of Food Science: 43; 1147-1149.
- Stammen, K., Gerdes, D.; Caporaso, F.; (1990). Modified Atmosphere Packing of Seafood Food Science Nutrition. Vol : 29, Issue . 5, 301-331.
- Tarladgis, B.; Watts, B. M.; Yonathan, M.; (1960). Disillation Method For the Determination of Malonaldehyde in Rancid Food., j. of American Oil Chemistry Society, 37(1), 44-48.
- Turgut, H.; (1994). Dondurulmuş Gıdaların Özellikleri Gıda San. Der. 34, 10-11
- Ünal, G., Tatar, O.; (1991). Dondurularak Depolanmış Mürekkap Balığındaki (*S. officinalis*, L. 1758) Kalite Değişimlerinin İncelenmesi. Eğitimin 10. Yılında Su Ürünleri Sempozyumu. 12-14 Kasım 1991. İZMİR.
- Varlık, C.; (1987). Dondurulmuş Lüfer ve Hamsinin Depolanması. Gıda Sanayi. Sayı :2 S.39-42.
- Varlık, C., Yolcular, H.; (1987). Dondurulmuş lüfer ve hamsinin depolanması. Gıda Sanayi Dergisi, 2, 39-42.
- Varlık, C.; (1988). Blok dondurulmuş hamsilerin depolanması. Gıda Sanayi Dergisi. 9, 29-31.
- Varlık, C.; Heperkan, D.; (1990). Hamsinin Buzda Muhafazası İ.Ü. Su Ürünleri Dergisi : 4, 1, 53-58.
- Varlık, C.; Gökoğlu, N.; (1991). İstavrit Balığı (*Trachurus mediterraneus*, Steindachner, 1868)'nın Satış Koşullarındaki Kalite Değişimi Üzerine Bir Araştırma. İ.Ü. Su Ürünleri Dergisi : 1,2 99-106.
- Wills, H., Greenfield, H.; (1980). Composition of Australian Foods. III. Foods Fraina. Major Fast Food Chain. Food Technology in Australian 32 (7) 363-366.
- Wills, R.B.H., Kuo, Y.L., Lim, J.S.K., Greenfield, H.; (1985). Composition of Australian Foods. XXVII. Vitamins in Takeaway Foods. Food Technology in Australian 32 (4) 162-163.