



## Balık Etinin Muhafazasında Soğutma ve Dondurma Yöntemleri

Dilek Ufuk<sup>1</sup>, Belgin Sarımehmetoğlu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Altındağ Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Ankara-TÜRKİYE

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Ankara-TÜRKİYE

**Özet:** Ülkemizde avlanan balıkların çoğunluğu taze olarak kıyı bölgelerimizde tüketilmektedir. Avlanma yerinden uzak bölgelere taşınan balıkların ise kalitelerinin korunarak tüketiciye ulaştırılması gereklidir. Bu amaçla balıklar çeşitli yöntemler ile muhafaza edilmek zorundadır. Balıkların muhafazasında kullanılan en yaygın yöntemler soğutma ve dondurma yöntemleridir. Bu derlemede, balıkların soğutulmasında, buzla soğutma ve buza alternatif soğutma yöntemleri ile; uzun süre muhafaza edilmesinde farklı ortamlardan yararlanılarak yapılan dondurma yöntemleri anlatılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Balık eti, dondurma, muhafaza, soğutma

### Cooling and Freezing Methods Used in Fish Meat Storage

**Abstract:** Most of the fish caught in our country were consumed as fresh in seaside regions. Fishes are transported to distant parts of the regions are required to be delivered to consumers with maintaining the quality. For this purpose, fishes should be stored by using various methods. Most common methods used for the storage of fishes are cooling and freezing. In this review, cooling with ice and the other alternative methods without using ice were described, also for long term storages freezing methods in different environments were explained for the storage of fishes.

**Key words:** Cooling, fishmeat, freezing, storage

### Giriş

Günümüzde insanlar, sağlıklı gıdaları seçmek ve tüketmek için çaba göstermektedirler. Balık eti, çoklu doymamış yağ asitleri yönünden zengin olduğu için diğer gıdalara göre daha çok tercih edilmektedir. Omega 3 yağ asidi eicosapentaenoic acid (EPA) ve docosahexaenoic acid (DHA)'i yapısında bulunduran balık etinin birçok hastalığa karşı vücutta koruyucu etki gösterdiği bildirilmektedir. Bunlar; migrendeki

baş ağrıları, eklemel romatizma, kimi kanser türleri, kolesterol, hiper tansiyon, kalp damar hastalıkları ve bazı alerjilerdir.

Balık etinde bulunan proteinler vücuttaki dokuların korunması ve gelişmesi için gerekli olan bütün aminoasitleri içerir. Balık etinde en az 13 vitaminin, dokulardaki dağılımı değişen miktarlarda olmak üzere insanların beslenmesinde gerekli olduğu tespit edilmiştir (24). Su ürünlerinde bulunan önemli mineraller ise; kalsiyum, fosfor, potasyum, sodyum, bakır, çinko, iyot, demir, flor, magnezyum ve kobalt olarak sıralanabilir (8).

Üstün beslenme değerine sahip balık etinin yapısı itibariyle çabuk bozulabilmesi söz konusudur. Gıda maddelerinin lezzet, koku, görünüş ve tekstür özelliklerindeki değişimler bozulma olarak tanımlanır (1). Balıklarda bozulmayı; balıkların çeşidi, şekli, yağ kompozisyonları; ayrıca yakalandığı su kaynağının bakteriyolojik kalitesi, yerleşim yerlerine ve kirlilik alanlarına uzaklığı ile işleme tesislerinde uygulanan teknik ve şartlar gibi pek çok faktör etkilemektedir (2,9,11,16,17).

Balıkların yaşadığı ortamın su olması ve değişik sıcaklıklarda yaşamaları, çevreden gelen kontaminasyonları, yüksek su aktivitesine sahip olması, çok miktarda trimetilaminoksit (TMA-O), post mortem pH'nın yüksekliği (sıklıkla pH>6) ve protein yapısında olmayan azotlu bileşiklerin (NPN) bulunması, oksidasyon/redüksiyon potansiyeli (Eh) ve mikrobiyal interaksiyon bozulmada etkilidir (15,26).

Balık etinin bozulma indikatörleri histamin, diaminler, kadaverin ve putresin gibi ve toplam volatil bazlardır. Mikrobiyolojik olarak üretilen histidin dekarboksilaz enzimi ve histidin amino asidinden histamin meydana gelir (17). Nitrit ile birleşen diaminler, heterosiklik karsinojenik nitrozaminleri, nitrozaprolidini ve nitrozopiperidini oluşturabilirler (25).

Balıkların bağırsaklarında bulunan doğal ve bakteriyel enzimler de bozulmaya neden olabilir (23). Renk değişimi, enzimatik esmerleşme bu nedenle oluşan bozulmalardır (1). Otolitik enzimlerden hidroperoksit oluşması ile kimyasal bozulma, lipid oksidasyonu (oksidatif ransidite) ve enzimatik olmayan esmerleşme olayları balık etinin bozulmasında etkilidir (11). Balık etinde kalite kaybında rol oynayan diğer faktörler ise, avlamayı takiben kas dokusunda ortaya çıkan biyokimyasal olaylar ile lipidlerin oluşması, proteinler ve protein olmayan azotlu

bileşiklerin değişikliğe uğraması ve bazı uçucu bileşenlerin açığa çıkmasıdır (1).

Balıkların bozulma sürecinin yavaşlatılıp uzun süre saklanabilmesi amacı ile kullanılan başlıca muhafaza yöntemleri; soğutma, dondurarak muhafaza, tuzlama, kurutma, tütsüleme (dumanlama), konserve, marinat ve surimi teknolojisi gibi yöntemlerdir (21).

Soğutma ve dondurma yöntemleri balık etinin besleyici değerinin ve tazeliğinin korunmasında uygulanan en etkin ve en yaygın yöntemlerdir. Bu derlemede, balık etinin muhafazasında kullanılan soğutma ve dondurma yöntemleri anlatılmıştır.

### **1. Balıklarda Soğuk Muhafaza**

En ideal soğutma ortamı buzdur (20). Pratikte uygulanabilecek en etkili yöntem, balıkların soğutulmasıdır. Avlandıktan sonra balık etinin bozulmasının önlenmesi için sıcaklığının en kısa zaman içinde buzun donma noktasına düşürülmesi gerekmektedir. Balık etinin buz ile temas etmesinin sağlanması ve dondurulmadan sıcaklığının 0 °C'ye indirilmesi balıklarda soğutmanın temel prensibidir (7,29).

#### **1.1. Balık Etinde Kullanılan Soğutma Yöntemleri**

**1.1.1. Buzla Soğutma:** Çok eski yöntemlerden birisidir. Geçmişte gıdalar kar içerisinde saklanmaktaydı. Bugün ise tatlı sudan elde edilmiş buzlar kullanılmakta ise de, direk olarak deniz suyundan ya da içine antiseptik maddeler eklenerek mikroorganizma etkileri azaltılmış tatlı suların yapılan buzların kullanılması yaygındır (5). Buza temas eden balık etinde ısı transferi direk kontakt şeklinde olup, balık etinin en hızlı şekilde soğutulması sağlanmış olur. Bu yöntemde balığın sıcaklığı, bakteriyel ve enzimatik değişimlerin yavaşladığı 0-2°C'ye düşürülür. Ayrıca buzun erimesi balığın; kan, bakteri ve mukozadan temizlenmesini sağlar

(10,22,28).

Balığın çeşidi, büyüklüğü, mevsim, beslenme şartları ve diğer birçok faktör muhafaza süresini etkiler. Buz içerisinde muhafaza edilen balıklar birbiriyle fazla temas etmemelidir (12,27). En alttaki balıkların erime suyuna maruz kalması yeterli bir drenajla engellenmelidir. Kullanılacak su, içme suyu kalitesinde olmalıdır. Soğutma yöntemi buzun hazırlanış şekline göre blok buz, hızlı blok buz, kırılmış buz, yaprak buz, tüp buz, plaka buz, külçe buz gibi farklı isimler almaktadır (14).

Balık etlerinin soğutulmasında en hızlı etkiyi sağlayan buz, yaprak (yassı) buzdur. Yaprak buz balık etine mekanik zarar vermeden balık etinin çevresinde daha kolay ve homojen olarak dağılır (24). Diğer avantajları ise; kullanılan makinaların büyük olmaması sebebiyle buz depolanan alanının üzerine monte edilebilmesi ve partikül boyutunun küçük olması sebebiyle uygulanma, taşınma, kürekle atılabilmesinin kolay olmasıdır (13).

**1.1.2. Buza Alternatif Olarak Kullanılan Soğutma Yöntemleri:** Taze balığın depolanma ömrünün uzatılmasında ve kalitesinin muhafazasında ve tercih edilen temel yöntemler; buzla soğutma yapılmış deniz suyu (CSW) ve mekanik olarak soğutulmuş deniz suyu (RSW) sistemleridir (16). Bu sistemlerin dezavantajları ise; balık etlerinde renk değişimi, sistemin suyunun sık sık değiştirilme gerekliliği, sıcaklık farkının engellenmesi amacı ile sirkülasyonun sağlanması zorunluluğudur. Ayrıca fırtınalı havada açık denizcilikte tanklarda sorun yaşanmaktadır. RSW sisteminin daha az maliyetli olanına ise "hava kabarcıklı" sistem denilir (23). Bulamaç buz ise; su ile düşük donma noktasına sahip solüsyonların oluşturduğu değişik fazlardaki "mikro-kristal" buzdur. Bulamaç buz, buz kristalleri yanında konsantrasyonu düşük salamura da içerebilmektedir. Özellikle

dondurulmuş balık eti gibi çok düşük soğuk dereceler gerektiren gıdaların transportunda tercih edilen özel buza ise öteklilik buz denir (13,28). Pelte buz; buzun jelatin halindeki kimyasal bir içeriğin dondurulmasıyla elde edilmesidir (27,28). Özellikle açık deniz balıkçılığında uygulanan bir yöntem olan süper soğutma yönteminde, mevcut sıcaklığın buzun erime noktasındaki sıcaklığın altına yavaşça düşürülmesi ve balık etinin sıcaklığının buzun erime sıcaklığında tutulması esas alınır. Havanın -2 °C'ye soğutulmasından sonra balık etlerinin depolanması yöntemine de soğuk hava ile soğutma denilir. Taze balık eti soğuk odada hızla yüzeysel kurumaya, görünüş, kalite ve ağırlık kaybına uğradığı için bu yöntem balık eti soğutulmasında tercih edilmemektedir. Kuru buz ile soğutmada kullanılan buz, katı karbondioksit buzudur (13). Donma yanıklarını engellemek amacıyla balıkla direkt temas önlenmelidir.

**1.2. Balıkların Soğuk Muhafazasını Etkileyen Faktörler:** Soğutulmuş balıklarda iyi bir depolanmanın yapılabilmesi için ham materyalin başlangıç mikrobiyal yükü, sıcaklık, bağıl nem, depo içindeki havanın dolaşım hızı ve depo atmosferinin bileşimi gibi parametrelerin kontrol altında tutulması, ortam koşullarının uygun biçimde yönlendirilmesi ve kontrollerin belirli aralıklarla yapılması gereklidir (6,28).

## 2. Balıklarda Dondurarak Muhafaza

Gıdaların yapısında serbest bulunan suyun, buz kristallerine dönüştürülmesi ve bunun sonucunda mevcut ortamdaki su aktivitesi ile sıcaklığın düşürülerek bozulmaya neden olan kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik aktivitelerin yavaşlatılması dondurma teknolojisinin temel esasıdır (4). Ürünün muhafazası sırasında uygulanan çok düşük sıcaklıklar ise enzimatik reaksiyonların, oksidatif ransiditenin ve buz haline gelen

**Tablo 1.** Bazı taze balıkların soğukta depolanabilme şartları (3,28).

Balık Türü	Depolama Sıcaklıkları (°C)	Bağıl Nemi (%)	Depolanma Süreleri
Mezgit	0/1	95-100	10 gün
Ringa	0/2	80-90	10 gün
Uskumru	0/1	95-100	6-8 gün
Orkinos	0/2	95-100	14 gün

suyun rekristalizasyonu minimal düzeye indirilmektedir (30). Ürünün -10 °C ve -12 °C sıcaklıklarda depolanması dondurulmuş ürün tanımını gerektirirken, -18 °C sıcaklık ve altındaki sıcaklık derecelerinde depolanması derin dondurulmuş ifadesini gerektirir (28).

Dondurma işlemi yapılırken, bozulmayı önlemek amacıyla gıdaya ön soğutma uygulanmalıdır. Çok hızlı dondurulmuş balıklarda hücre içi suyu hücre dışına çıkma olasılığı olamadan kristalleşir ve hücre içinde kalır. Bu olay “hücre içi dondurma” olarak isimlendirilir. Donma hızı yüksek değilse buz kristalleri hücre dışında oluşur, hücre içi suyu hücre dışına çıkar ve orada kristalleşir. Buda “hücre dışı dondurma” olarak isimlendirilir. Hücre dışı donmuş ürün uzun süre depolanıp çözündürüldüğünde, çözünen hücre dışındaki

su tekrar hücre içine dönemez, hücre dışında kalarak ürün dokusunun sulu bir hal almasına, dokunulduğunda pürüzlü olmasına ve bazı niteliklerini kaybetmesine neden olur.

**2.1. Balıklarda Dondurarak Muhafaza Yöntemleri:** Soğuk hava ile dondurma yönteminde, bir soğutucu ekipman ile soğutulmuş hava kullanılır. Temel olarak iki farklı uygulaması vardır. Bunlar; durgun hava ile dondurma ve hava akımı ile dondurmadır. Durgun hava ile dondurma yönteminde kullanılan hava hareketsizdir. Kullanılan ekipman basit ve ucuzdur. Soğutma amaçlı havanın dondurulmuş olan gıda maddesi ile evaporatör arasında belli bir hızla hareket etmesi hava akımında dondurma yönteminin temel prensibidir. Hava dolaşımli dondurmada çok değişik tipte dondurucular kullanılır.

**Tablo 2.** Dondurularak muhafaza uygulanmış farklı balık türlerinin dayanım süreleri (28).

Balık Türü	Depolama Sıcaklıkları (°C)	Depolanma Süreleri
Pisi Balığı	-18	7-12
Alabalık	-30	9
Turna Balığı	-18	6
Sazan	-18	5-9
Uskumru	-18	4-6

Bunlar; tünel dondurucular (paralel ve zıt akımlı tüneller), kabin dondurucular ve akışkan yatak donduruculardır. Diğer tüm hava dolaşımli dondurma sistemlerinde ulaşılamayan hıza, akışkan yataklı dondurucularda ulaşabilmektedir. Bunun yanında her parça tek tek dondurulduğu için gıdanın blok haline dönüşmesi önlenir. Plakalı dondurucularda dondurulma imkânı olmayan ambalajlı ve şekilsiz gıdaların dondurulmasında spiral bantlı dondurucular tercih edilmektedir.

Kontakt metot ile dondurma yönteminde, gıda maddesi içten soğutulan metal plakalar üzerinde tutularak dondurulmaktadır. Gıdalar bu yöntemle dondurulurken dikdörtgen prizması şeklinde bir ambalajda bulunmalıdır. Daldırarak dondurma yönteminde soğutulmuş şeker şurubu, gliserol çözeltisi veya salamura kullanılır. İki şekilde uygulanır; soğutulmuş sıvıya ambalajlanmış veya ambalajlanmamış ürün daldırılması veya ürün üzerine sıvının püskürtülmesi ile dondurulur. Bu yöntemin olumsuz tarafları; sıvı dondurucunun ürüne geçmesi ile üründe lezzet, renk değişimleri olmakta ve solüsyon kullanımlardan sonra kirlenmektedir. Bu kirlilik ürün ile birlikte donmaktadır. Gıda ile direkt temas olduğundan toksik olmamalı, yabancı koku, renk ve tat içermemelidir. Balıklarda en yaygın kullanılan salamura %23'lük tuz çözeltisinin -21 °C'de uygulanması olarak bildirilmektedir (28).

Kaynama noktası çok düşük olan gazlar sıvılaştırılarak kriyojenik sıvılarla dondurma yönteminde kullanılır. Bu yöntemde kullanılan cihazlar basit ve ucuzdur. Aynı zamanda az yer kaplar ve soğutma hızı da yüksektir (6). Kriyojenik dondurma esasen daldırarak dondurma yönteminin bir türüdür ve sıvı nitrojen veya katı karbondioksit gibi kriyojenik dondurucular kullanılmaktadır (18). Diğer kriyojenik sıvılar kaynama derecesi -220 °C olan freondur.

## 2.2. Balıkların Dondurularak Muhafazasını

**Etkileyen Faktörler:** Ürün çok taze olmalı, avlandıktan sonra hemen temizlenmeli ve dondurulmadan önce ön soğutma uygulanmalıdır. Ancak uzun süre buzda bekletme dondurma sonrası raf ömrünü sınırlamaktadır. Dondurma öncesi balık %2 tuz çözeltisine daldırılır. Bu şekilde kuruma mümkün olduğunca önlenir, tat güzelleşir, damlama kaybı nispeten azaltılır.

Donma hızının yüksek olması halinde balığın kalitesi taze balık kalitesine çok yakın olmaktadır. Hızlı dondurmada; hem süblimasyonla olan ağırlık kaybı düşük, hem de don yanığı ve oksidasyon hızı yavaş olmaktadır. Balık dondurulduktan sonra çoğunlukla bir kez, nadiren birkaç kez 10-20 sn süre ile soğuk suya daldırılarak veya balığın üzerine soğuk su püskürtülerek glaze edilir. Böylece ürün kurumaya, ağırlık kaybına, acılaşmaya, renk kaybına ve don yanığına karşı korunabilir (3).

Depo sıcaklığının sabit ve düşük sıcaklık derecelerinde olması ile su kaybı, aroma kaybı, kuruma, buz kristallerinin oluşumu, rekristalizasyon önlenir. Depoda yeterli düzeyde düşük bir hava sirkülasyonu ve mümkün olduğunca yüksek seviyede nemin sağlanması gereklidir. Özellikle paketlemeden dondurulan ürünler hava hareketi olmayan odalarda depolanmalı, yağlı ve yassı balıklar ışıktan uzak tutulmalıdır. Kurumanın, ağırlık kaybının ve oksidasyonun önlenmesi için ışık ve nem geçirmeyen materyal ile paketleme yapılmalıdır. Yağlı balıklar için vakum paket uygulanmalıdır. Transport için seçilen sıcaklık -20/-25 °C olmalıdır.

Dondurma ve donuk muhafazasından daha fazla önemli bir konu da dondurulmuş balık etlerinin çözündürülmesidir. Kontrolsüz şartlarda çözündürme ile ürün kalitesi azalmakta ve üründeki bakteri sayısı da artırmaktadır. Folyo ile paketlenmiş ve vakum uygulanmış



ürünler mevcut suyunu kaybettirilmeden su banyosunda çözündürülmelidir (20,28).

Dondurma işleminin bir sonucu olarak protein çözünürlüğünde değişimler ve proteinlerde denatürasyonlar meydana gelmektedir. Etin su tutma kapasitesi ve aktinomyozinin enzimatik aktivitesi, viskozitesi ve yüzey hidrofobikliği gibi biyokimyasal özellikleri dondurma işleminden etkilenmektedir. Dondurma işlemi veya depolama süresince, lizin gibi esansiyel amino asitlerin amino grubu ile indirgen şekerlerin karbonil grupları reaksiyona girebilmektedir. Proteinli gıdaların yüzeyindeki bazı bölümler daha fazla kuruyabilir ve yapıları geri dönüşsüz olarak bozulmaya uğrayabilir; yüzeyde dondurucu yanığı olarak bilinen açık renkli benekler görülebilir ve gıda ürününün görünüşü kabul edilebilir düzeyden uzaklaşabilir (19).

### Sonuç

Giderek çoğalan dünya nüfusuyla birlikte artan hayvansal protein açığının karşılanmasında ve insanların dengeli beslenmesinde; yüksek protein ve esansiyel aminoasitler, çoklu doymamış yağ asitleri, zengin mineral ve vitaminlere sahip balık etinin, insanların beslenmesinde önemli bir yeri vardır. Balık etinin, üretim/avlama şartlarından bağımsız olarak her bölgede herkes tarafından tüketilebilmesi için kalite kayıplarının en aza indirilerek saklanması ve tüketiciye ulaştırılması gerekmektedir. Bozulmaya karşı hassas olan balık etinin kas yapısının bağ doku bakımından zayıf olması, yüksek enzim aktivitesi, pH değeri ve su içeriğine sahip olması balık etinin yakalandıktan hemen sonra çabuk bir şekilde, sağlıklı koşullarda soğutulması ve soğutulmuş olarak tutulabilmesini gerektirir. Çağımızın hız gerektiren yaşamı için pratik olarak pişirmeye hazır halde, katkı maddesi içermeden, uygun şartlarda uzun süre saklanmaya imkan sağlayan dondurma

yöntemi; günümüzde balık eti için en etkin, kaliteli ve ekonomik muhafaza yöntemidir.

### Kaynaklar

1. Ashie INA, Smith JP, Simpson BK. Spoilage and shelf-life extension of fresh fish and shellfish. Crit Rev Food Sci Nutr 1996; 36(182): 87-121.
2. Basti AA, Misaqbl A, Salehi TZ, Kamkar A. Bacteriel pathogens in fresh, smoked and salted Iranian fish. Food Control 2006; 17(3): 183-8.
3. Baygar T, Özden Ö, Üçök D. Dondurma ve çözündürme işleminin balık kalitesi üzerine etkisi. Turk J Vet Anim Sci 2004; 28(1): 173-8.
4. Bilgin Ş. Farklı işleme yöntemlerine göre dağ alabalığının (*Salmo trutta macrostigma*, D., 1858) kimyasal yapısındaki değişimler, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta 2003; p. 131.
5. Binici A, Kurtkaya G. Soğukta depolama yöntemlerinin su ürünleri kalitesine etkileri. Tunceli Üniv Bilim Gençlik Derg 2014; 2(2): 23-40.
6. Cemeroglu A, Acar J. Meyve Sebze İşleme Teknolojisi. Ankara: Başkent Klişe Matbaacılık, 1986; p. 328.
7. Çaklı Ş. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Cilt I. Ege Üniversitesi Yayınları. No:76. Bornova, İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi, 2007; p. 696.
8. Dean LM, Martin RE, Flick GJ. Nutrition and preparation. Cooling RE, Martin GJ. eds. In: The Sea Food Industry. Chap. 16, New York: Published Van Nostrand Reinhold, 1990; pp. 255-67.

9. Demirci M, Orak HH. Farklı soğutma ortamları ve -12°C'de depolanan istavrit balığında (*Trachurus trachurus*) meydana gelen kalite değişimleri. Turk J Agric For 1999; 23(2): 143-50.
10. FAO, Fresh Water Fish as Raw Material for Processing, <http://www.fao.org/docrep/w0495e/w0495e02.htm>, Erişim tarihi: 02.10.2015.
11. Fedhusen F. The role of sea food in bacterial foodborne diseases. Microbes Infect 2000; 2(13): 1651-60.
12. Gennari M, Tomaselli S, Catrona V. The microflora of fresh and spoiled sordines (*Sardinella sardinella*) caught in Adriatic (Mediterranean) Sea and stored in ice. Food Microbiol 1999; 16: 15-28.
13. Gökoğlu N. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. İstanbul: Bilge Yayıncılık, 2002; p. 120.
14. Graham J, Johnston WA, Nicholson FJ. Ice in fisheries. FAO Fisheries Technical Paper. No:331. Rome: FAO, 1992; p.75.
15. Gram L, Huss HH. Microbial spoilage of fish and fish products. Int J Food Microbiol 1996; 33: 121-37.
16. Hertera FC, Santes JA, Otera A, Gercialopez ML. Occurrence of foodborne pathogenic bacteria in retail prepackaged portions of marine fish in Spain. JAM 2006; 100: 527-36.
17. Hisar ŞA, Hisar O, Yanık T. Balıklarda mikrobiyolojik, enzimatik ve kimyasal bozulmalar. Atatürk Üniv Ziraat Fak Derg 2004; 35(3-4): 261-5.
18. James SS, James C. Quality and safety of frozen meat and meat products. Coling Wen DW. eds. In: Handbook of Frozen Food Processing and Packaging, 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2011; pp. 303-24.
19. Jiang ST, Lee TC. Freezing seafood and seafood products: Principles and applications, Murrell KD. et al. eds. In: Handbook of Frozen Foods, New York: Marcel Dekker Inc, 2004; pp. 245-94.
20. Kundakçı A, Ergönül B. Su ürünlerinde soğuk zincir etkinliğinin önemi ve ürün kalitesi ile olan ilişkisi. Gıda Teknoloji Elektronik Derg 2009; 1(4): 21-8.
21. Öğretmen ÖY, Öğretmen N. Su ürünleri işleme teknolojileri ve örnek bir su ürünü işleme tesisine ait dondurulmuş hamsi iş akışı. I. Ulusal Hamsi Çalıştayı: Sürdürülebilir Balıkçılık. 17-18 Haziran 2010, Trabzon-Türkiye.
22. Stansby ME. Industrial Fishery Technology. London: Reinhold Publishing Corporation and Hall, 1963; p.124.
23. Sverstsvik M, Jeksrud WK, Rosnes MJT. A review of modified atmosphere packaging of fish and fishery products-significance of microbial growth, activities and safety. Int J Food Sci Tech 2002; 37: 107-27.
24. Turan H, Kaya Y, Sönmez G. Balık etinin besin değeri ve insan sağlığındaki yeri. EÜ Su Ürünleri Derg 2006; 23(1-3): 505-8.
25. Turantaş F, Öksüz A. Balık ve balık ürünlerinde biyojenik aminler ve amin üretiminde rol oynayan bakteriler. Gıda Tekn Derg 1998; 3(5): 58-65.
26. Ünlütürk A, Turantaş F. Gıda Mikrobiyolojisi. Çınarlı, İzmir: Mengi Tan Basımevi, 1999; p. 53.
27. Varlık C, Heparkan D. Hamsinin buzda muhafazası. İÜ Su Ürünleri Derg 1990; 4: 53-8.
28. Varlık C, Erkan N, Özden Ö, Mol S, Baygar T. Su ürünleri işleme teknolojisi. İstanbul Üniversitesi Yayın No:4465, 2004; p.

47.

29. Venugopal V. Sea Food Processing, Adding Value Through Quick Freezing, Retortable Packaging and Cook-chilling. LLC CRC Press, 2006; p. 65.
30. Zhou GH, Xu XL, Liu Y. Preservation technologies for fresh meat. Meat Sci 2010; 86: 119-28.

**Yazışma Adresi**

Prof. Dr. Belgin SARİMEHMETOĞLU  
Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Gıda  
Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, ANKARA  
Tel: 0 312 317 03 15/4354  
Faks: 0 312 317 00 10  
E-posta: bsarimeh@veterinary.ankara.edu.tr