

Farklı Soğutma Ortamları ve -12 °C'de Depolanan İstavrit Balığında (*Trachurus trachurus*) Meydana Gelen Kalite Değişimleri*

Mehmet DEMİRCİ, H. Hülya ORAK

T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 13.12.1995

Özet: Bu çalışmada, istavrit balığının (*Trachurus trachurus*) farklı soğutma ortamlarında depolanması ile meydana gelen kalite değişimleri incelenmiş ve raf ömrünün belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada istavrit balığı, deniz suyu ve çeşme suyundan elde edilen buzda -1 °C'de; deniz suyu ve deniz buzunda + 1 °C'de, çeşme suyu ve çeşme buzunda +1 °C'de olmak üzere farklı soğutma ortamlarında muhafazası yanında, -12 °C'de dondurulmuştur. Balıklarda duyu analizi ile birlikte pH, trimetilamin, toplam uçucu bazik azot, tiyobarbitürik asit sayısı, peroksit sayısı ve amonyak tayini yapılmıştır.

Laboratuvar analizleri sonucunda; soğukta muhafaza edilen istavrit balığına ilişkin tüm kalite değerlerinin 18. güne doğru giderek azaldığı belirlenmiştir. Balıkların DS+DB ve ÇS+ÇB'da muhafazasında benzer sonuçlar elde edilmiş, her iki ortamda da balıkların 11. günden sonra tüketilebilirlik sınırını aştığı saptanmıştır. ÇB ve DB'da depolanan balıklarda da birbirine yakın sonuçlar alınmış ve 18. günde tüketilebilirlik sınırını aştığı belirlenmiştir. -12 °C'de depolanan balıkların 18. günde tazeliklerini koruduğu saptanmıştır.

Quality Changes of Scad (*Trachurus trachurus*) Which Are Stored Under Different Chilling Conditions and Freezing At -12 °C

Abstract: In this study was aimed some quality changes and determination of shelf life of scad (*Trachurus trachurus*) using different chilling methods and freezing temperature at -12 °C were investigated. Scad (*Trachurus trachurus*) stored different conditions and different temperature as, in sea water ice and water ice at -1 °C, sea water + sea ice at + 1 °C, water and water ice at + 1 °C and also freezing at -12 °C.

In addition to sensory characteristics also pH, trimethylamine (TMA), total volatile basic ammonia (TVB-N), thiobarbituric (TBA), peroxide value and ammonia, were determined. The results of laboratory analysis indicated that all quality scores of scad decreased gradually towards the 18 th day. Fishes kept in sea water+sea water ice and water+ice similar results, meanwhile fishes kept at both conditions were unacceptable after 11 th day. Fishes kept in ice and sea water ice showed parallel results, and fishes at this conditions were found unacceptable on the 18 th day. Also fishes stored at -12 °C protected its freshness towards the 18 th day.

Giriş

Balık, soğuk koşullar altında tutulsa bile hızla kalite kayıplarına uğrayabilen, otoliz, oksidasyon ve mikrobiyolojik yollarla çok kolay bozulabilen gıdalar arasında bulunmaktadır (1). Depolama sırasında meydana gelen besin maddeleri yıkımı (otoliz) balıkların bakteriyel kontaminasyonu ile yakından ilgilidir (2). Bunun yanında balık eti kendi enzimleriyle çabuk otolize olur ve balık yağları da doymamış yağ asitlerini fazla içerdiğinden, oksidatif bozulma olaylarından daha çabuk etkilenir. Genellikle enzimatik ve mikrobiyolojik, her iki bozulmanın da oranları balığın depolandığı zamanki sıcaklığına bağlıdır. Bu nedenle balığı soğukta korumak, buzda paketlemek ve dondurmak gibi metodlar ile balığın

yüksek kaliteli muhafaza süresi uzatılabilmektedir (1, 3). Balıklarda soğutma, sıcaklığın hızla 0 °C'nin altına düşürülüp, balığın bu derecelerde depolanması ile sağlanır (3, 4, 5). Araştırmacılar ayrıca, balıkların muhafazasında küçük buz parçalarının kullanılmasının soğutma işlemi hızlandırdığını bildirmektedirler (6). Lantz (7), buz yerine soğutulmuş deniz suyu kullanmış ve bu yöntemle balıkların tazeliklerini koruduklarını gözlemlemiştir. Alperden (3) 0 °C'de muhafaza edilen balıkta tazeliğin 9 gün sonunda kaybolduğunu, devamında 12 gün sonra lezzet kaybı arttığını, küçük balıkların (36-56 cm) 13 gün sonunda büyüklerden (56-82 cm) daha çabuk bozulduğunu, +3 °C'de dayanıklılığın 4-6 güne, +5 °C'de 3 güne indiğini bildirmektedir. Buna göre balık

* Bu çalışma Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanan 31.1.1995 tarihinde jüri tarafından kabul edilen Yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

bozulmasını önlemek için balıkların düşük sıcaklık derecelerinde saklanması gerekir (8). Eğer balık yakalandıktan sonra uygun olarak gerekli işlemlere tabi tutulmuş ise buz ile depolamada bozulmadan kalabilme süresi 2-3 haftadır (6). Inal'a (9) göre buzda bekletmede, balıklar tutulduktan 12 gün sonra tazelik özelliklerini yitirmiş olarak görünür. Tutulan balıkların buza yatırılması halinde tüketim kalitesi 10-12 gün sonra, buzsuz muhafazaya alınması halinde ise 4-6 günde normal sınırın altına düşer. Genellikle -10 °C'de dondurulmuş balıkları 2 ay süre ile muhafaza etmek mümkündür (2). Varlık (10), hamsinin buzda muhafazası çalışmalarında, hamsilerin duyusal ve mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre 3 gün, kimyasal analiz sonuçlarına göre ise 5 gün tazeliklerini koruyabildiklerini bildirmektedir. Tunchschneid (11), balık etinin ideal donma noktası olarak -0.6 ile -20 °C arasındaki ısı derecelerini önermektedir.

Connel (12), -14 °C'de temizlenmiş ve bütün olarak dondurulmuş *Gadus callarias* balığında TMA miktarının 2. günde 1.74 mg/100 g'dan, 17. günde 45.73 mg/100 g'a yükseldiğini saptamıştır. Mezgit (*Gadus morhua* L.) balığının -3 °C'de buzla depolanmasında duyusal olarak depolama süresinin 31 gün, -0.5 °C'de ise 26 gün olduğu belirlenmiştir (13). Denizde tutulduktan sonra 2 gün buzda bekletilerek temizlemenin ardından, +2 °C'de ve normal hava koşullarında depolanmış morina balığı üzerinde yapılan çalışmada, 12 günlük depolamadan sonra, TMA miktarı 58 mg/100 g, TVB-N miktarı da 82 mg/100 g olarak saptanmıştır (14). Buzda, soğutulmuş deniz suyunda (CSW) ve ortam sıcaklığında *Clupea harengus* balığının depolanmasında meydana gelen kimyasal değişimlerle ilgili çalışmada; TMA konsantrasyonunun ortam sıcaklığında bekletmede 1. gün ortaya çıktığını, diğerlerinde ilk 5-6 gün düşük olduğunu, daha sonra CSW metodunda soğutulan balıkta yükselmenin oranının daha yüksek olduğu bildirilmektedir (15). Smith ve ark (16) mezgit (*Micromesistius poutassou*) balığını, farklı aylarda buzda ve CSW metodunda soğutma uygulayarak depolamışlar, duyusal ve kimyasal analiz sonuçlarına göre, balığın depolanma gün sayısını buzda depolamada şubat ayında 7, mart ayında 9, nisan ayında 1 gün olarak, CSW metodunda ise şubat ayında 4, mart ayında 5, nisan ayında 1 gün olarak saptamışlardır. Aynı çalışmada bütün olarak depolanmış İstavrit balığında (*Trachurus trachurus*), TMA miktarının; buzda 12.5 günde; 3.4 mg/100 g, CSW metodunda 7.9 mg/100 g olarak belirlenmiştir (17). Surendran ve ark. farklı yağ oranlı 5 balık çeşidinin buzda depolanması (1:1, buz; balık) ile ilgili çalışmada tüketilebilirlik sınır değerini TMA, TVB, toplam aerobik bakteri sayısı ve

duyusal değerlendirmeye göre 5 ile 14 gün arasında olduğunu bildirmektedirler. % 5-12 yağ oranlı *Sardinella longiceps* ile % 3-10 yağ oranlı *Rastrelliger kanagurta* balıklarının 5-6 günden sonra, % 2-3 yağ oranlı *Etroplus suratensis* balığının 12-14 günden sonra, % 1.5-3 yağ oranlı *Chanos chanos* balığının 14 günden sonra, % 2-3.5 yağ oranına sahip *Oreochromis mosambica* balığının ise 12-13 günden sonra tüketilemez olduğunu açıklamaktadırlar (18). Saluan (19) *Oreochromis niloticus* balığında hemen buzlanan metotta (1:1, buz, balık), duyusal ve kimyasal değişimlere göre depolanma süresini 26 gün olarak belirlemiştir. Gram (20), üç Senegal balık türünün, buzlama metodu ile depolanmasında duyusal ve mikrobiyolojik kalite değerlendirmesine göre raf ömrünün 20 gün olduğunu ve her üç türde benzerlik gösterdiğini bildirmektedir. Oehlschlager (21), farklı balık türlerinin buzlama metodu ile muhafazasında yaptığı çalışmada gün sayısı ile TVB-N arasında sağlıklı bir ilişki olmadığını bildirmektedir. Raynald ve Ark. (22), *Melanogrammus aeglefinus* filetolarında buzlama metodu ile (1.1 °C'de) 8 günlük depolamada 8. günde TMA-N miktarını 35 mg/100 g, TVB-N miktarını ise 60 mg/100 g olarak belirlemişlerdir. Ludorff (23) pH 6.8'i tüketilebilirlik sınırı olarak belirleyip pH değerleri 7 ve daha yukarısında bulunan balıkları bozulmuş olarak kabul ederken, bazı araştırmacılar (24.5) ise pH değeri 7'yi aşmış olan balıkları şüpheli olarak değerlendirilmesi yaygınsa da diğer kriterlerle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini bildirmektedirler.

Materyal ve Metod

Bu araştırma 1994 yılı kasım ayında Tekirdağ'da yapılmış, araştırma ile ilgili laboratuvar çalışmaları Tekirdağ İl Kontrol Laboratuvarı ve Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünde yürütülmüştür.

Materyal

Araştırmada materyal olarak sıcak ve ılık denizlerde yaşayan, 25-30 cm boya sahip istavrit balığı (*Trachurus trachurus*) kullanılmıştır.

Metod

İstavrit balığının soğutulması ve dondurulması

İstavrit balığı denizde yakalandıktan sonra alınmış ve beş gruba ayrılmıştır. Gruplandırılan balıklara yıkandıktan sonra, bütün olarak, aşağıda belirtilen şekillerde soğutma yöntemleri yanında -12 °C'de dondurma işlemi uygulanmıştır.

Çeşme suyu ve çeşme buzu karışımında soğutma (ÇS+ÇB)

Balıklar kırılmış buz ile karıştırılmış çeşme suyu içerisinde bir kısım balık, bir kısım çeşme suyu ve bir kısım buz olacak şekilde, +1 °C de depolanmıştır.

Deniz suyu ve deniz buzu karışımında soğutma (DS+DB)

Balıklar, kırılmış deniz buzu ve deniz suyu içerisinde, içerisinde bir kısım balık, bir kısım deniz suyu ve bir kısım buz olacak şekilde +1 °C de depolanmışlardır.

Kırılmış çeşme suyu buzu ile soğutma (ÇB)

Balık: buz oranı, 1:1 olacak şekilde, ince kırılmış buz içerisine balıkların tabaka şeklinde bir kat buz, bir kat balık olacak şekilde dizilmesi ile yapılmıştır. Ardında hemen -1 °C sıcaklıkta depolanmıştır.

Kırılmış deniz suyu buzu ile soğutma (DB)

Balığın, deniz suyundan elde edilen ince kırılmış buz içerisine, balık: buz oranı 1:1 olacak şekilde, bir sıra buz bir sıra balık şeklinde dizilmesi ile yapılmıştır. Balıklar -1 °C sıcaklıkta depolanmıştır.

-12 °C'de dondurarak muhafaza

Balıklar -12 °C'de dondurulmuş ve aynı sıcaklıkta depolanmıştır. Bu amaçla Frigidare marka bir buzdolabının dondurucusundan faydalanılmıştır.

Değerlendirme metodları

Araştırma iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Analizler de iki paralel olarak yapılmıştır.

Duyusal analiz metodu

Çiğ balıklarda etin tazelik ve bayatlık derecesinin belirlenmesinde, görünüş, koku ve histolojik yapı ile ilgili puantajlama yapılmıştır (26).

Fiziksel ve kimyasal analiz metodları

Örneklerin hazırlanması (25)'e göre yapılmış, pH değerinin ölçülmesinde (25)'e ait yöntem kullanılmıştır. Toplam Uçucu Baz Azotu (TVB-N) Tayini, Trimetilamin (TMA) Tayini Kjeldahl düzeneğinde yapılmış ve değerlendirilmiştir (26). Doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu meydana gelen malonaldehitin, tiyobarbütirik asit ile ısıtılması sonucu kırmızı rengin meydana gelmesi esasına dayanan Tiyobarbütirik ast (TBA) sayısı Kjeldahl destilasyon düzeneği ve spektrofotometre kullanılarak yapılmıştır (25). Peroksit sayısı tayini (26)'ya göre yapılmıştır. NH₃ Azotu, titrimetrik yöntemle belirlenmiştir (26).

Analiz metodları

İstatistik analiz, tesadüf blokları deneme desenine uygun, MSTAT Paket Programı kullanılarak yapılmıştır (27).

Bulgular ve Tartışma

Farklı soğutma ortamlarında depolanan balıklarda depolama süresine bağlı olarak meydana gelen kalite değişimlerine ilişkin değerler ilgili çizelgelerde verilmiştir. -12 °C'de 18 günlük depolama sonucunda meydana gelen kalite değişimleri ayrıca değerlendirilmiştir.

Duyusal analiz sonuçları

Görünüş, koku ve histolojik yapıya ait duyusal analiz sonuçları Tablo 1a, 1b ve 1c'de ayrı olarak verilmiştir. Duyusal özelliklerin değerlendirme sonuçlarına göre DS+DB ile ÇS+ÇB'da diğer iki ortama göre daha hızlı bir düşme gözlenmiştir.

Ortam-Gün	1.	4.	8.	11.	15.	18.	Ort.
DS+DB	5.00a	5.00a	3.00bc	3.00bc	2.00d	1.00e	3.27
ÇS+ÇB	5.00a	5.00a	3.00bc	3.00bc	2.00d	1.00e	3.27
DB	5.00a	5.00a	5.00a	4.00ab	4.00ab	3.00bc	4.33
ÇB	5.00a	5.00a	5.00a	4.00ab	4.00ab	3.00bc	4.33
Ort.	5.00	5.00	4.00	4.00	3.00	2.00	
LDS %5	Ortam*Gün: 0.293						

Tablo 1a. Duyusal analiz (görünüş) puanlama sonuçları ve LSD değerleri.

*5- Gözler tamamen canlı görünümde gözbebeği dışbükey kornea şeffaf, solungaçlar parlak kırmızı, deri parlak ve mat görünüme dönüşmemiş, deri nemli beyaz ve berrak.

*3- Gözler hafif derecede içe çökük, solungaçlarda kırmızı renk kaybı başlamış, deride sümüksel salgı hissedilebilecek düzeyde, deri nemi süt beyazı görünümde parlaklığı kısmen kaybolmuş.

*2- Gözler tamamen çökük olup iç bükey konumunda kornea tamamen donuklaşmış deri mukozası koyulaşmış, zank kıvamında bakteriyel renk değişimi tüm deriye yayılmış (26).

Ortam-Gün	1.	4.	8.	11.	15.	18.	Ort.
DS+DB	10.00	8.00	8.00	8.00	6.00	4.00	7.66b
ÇS+ÇB	10.00	8.00	8.00	8.00	8.00	4.00	7.32b
DB	10.00	10.00	8.00	8.00	8.00	6.00	8.330a
ÇB	10.00	10.00	8.00	8.00	8.00	7.00	8.50a
Ort.	10.00a	9.00b	8.00bc	8.00bc	7.50c	5.26d	
LDS %5	Ortam: 0.254		Gün: 0.206				

Tablo 1b. Duyusal analiz (koku) puanlama sonuçları ve LSD değerleri.

- *10- Kuvvetli deniz kokusunda.
 *9- Kısmen kaybolmuş deniz yosunu kokusu.
 *8- Doğal balık eti kokusunda.
 *6- Koku keskin bir şekilde hissedilir ancak ekşime bayatlama ile ilgili nitelikte kokular oluşmamış.
 *4- Kaynatılmış süt, kaynatılmış patates kokusunda (26).

Mrtam-Gün	1.	4.	8.	11.	15.	18.	Ort.
DS+DB	5.00a	5.00a	5.00a	3.00b	3.00b	1.00c	2.98
ÇS+ÇB	5.00a	5.00a	5.00a	3.00b	3.00b	1.00c	2.95
DB	5.00a	5.00a	5.00a	4.50a	4.00a	3.00b	4.29
ÇB	5.00a	5.00a	5.00a	4.50a	4.00a	3.00b	4.30
Ort.	5.00	5.00	5.00	3.92	3.76	2.37	
LDS %5	Ortam*Gün: 0.270						

Tablo 1c. Duyusal analiz (Histolojik yapı) puanlama sonuçları ve LSD değerleri.

- *5- Et yoğun, süt kesigi görünümünde herhangi bir renk bozukluğu yok.
 *3- Et yoğun sıkı dokunmuş yün görünümünde, mavi beyaz renk kısmen kaybolmuş ve kısmen sarı renk oluşmuş.
 *2- Et yumuşamış peynirimsi yapı oluşmuş, renk büyük ölçüde değişmiş.
 *1- Suda erimiş sabun görünümünde sırt kemiği iç yüzeyi boyunca koyu kahverengi renk meydana gelmiş (26).

Ortam x Gün interaksiyonunda ilk gün dışında diğer günlerde özellikle DS+DB ve ÇS+ÇB'da depolanan balıklarda görünüş açısından belirgin kalite düşüşü gözlenmiş ve bu durum rakamsal olarak ortaya konulmuştur.

Koku ile ilgili puanlama sonuçları ÇB'da bekletilen balıkların 18. günde en iyi durumda olduğunu ortaya koymaktadır.

Histolojik yapı ile ilgili puanlama sonuçları ise DS+DB ve ÇS+ÇB'da bekletilen balıklar ile DB ve ÇB'da bekletilen balıkların benzer sonuçlar verdiğini ve istatistiki olarak aynı grupta yer aldığını ortaya koymuştur.

Kimyasal analiz sonuçları

pH değerleri

Çizelgeden de görüleceği üzere (Tablo 2) depolama süresine bağlı olarak pH değeri yükselme göstermiştir. İstatistik açıdan DS+DB'da depolanan balıklar hariç diğerleri arasındaki farkın önemli olmadığı görülmektedir.

pH değeri örnekler arasında geniş bir değişim sınırına sahip olması nedeniyle tek başına tazelik için zayıf bir belirteçtir. Bununla birlikte birçok araştırmada bayatlık kriteri olarak kullanılmaktadır (24, 21). Bu araştırmada da sadece pH değeri kriter alınarak tazelik ve bayatlık değerlendirilmesinin kesin olarak yapılamayacağı görülmektedir. Bulgularımız diğer araştırmacıların elde ettiği sonuçlar ile uygunluk göstermektedir (4, 23, 24, 21).

Trimetilamin (TMA) Değerleri

TMA değerlerine göre DS+DB ve ÇS+ÇB'da depolamada balıklar, 15. günde tüketilemez duruma gelmiştir. DB ve ÇB'da ise tüketilebilirlik sınır değerine 18. günde ulaşılmıştır. Çizelgeden de görüleceği gibi en yüksek TMA değeri 18. günde DS+DB depolama koşullarında ortaya çıkmıştır (Tablo 3).

Araştırma sonuçlarımız, aynı konuda çalışan bazı araştırmacıların bulguları ile aynı paralelde (2, 12, 16, 17, 18) bazı araştırmacıların bulgularından farklı bulunmuştur (22).

Depolama Ortamı	1. Gün	4. Gün	8. Gün	11. Gün	15. Gün	18. Gün	Ort.
DS+DB	6.20	6.50	6.72	6.85	6.75	6.92	6.65a
ÇS+ÇB	6.20	6.42	6.53	6.58	6.64	6.72	6.52b
DB	6.20	6.52	6.49	6.60	6.62	6.81	6.54b
ÇB	6.20	6.46	6.47	6.66	6.73	6.80	6.55b
Ort.	6.20d	6.47c	6.55c	6.67b	6.69b	6.81a	
LDS %5 Ortam: 8.457E-02 Gün: 0.104							

Tablo 2. pH değerleri ve LSD testi sonuçları.

Ortam	1. Gün	4. Gün	8. Gün	11. Gün	15. Gün	18. Gün	Ort.
DS+DB	1.20p	1.65o	3.12kl	6.93g	8.45d	13.17a	5.75
ÇS+ÇB	1.20p	1.74o	3.24jk	6.38h	7.83f	12.66b	5.51
DB	1.20p	1.58o	2.62m	2.95l	5.23ı	8.74c	3.72
ÇB	1.20p	1.60o	2.43n	3.38j	5.34ı	8.15e	3.68
Ort.	1.20	1.64	2.85	4.91	6.71	10.68	
LDS %5 Ortam x Gün: 0.187							

Tablo 3. TMA değerleri (mg/100 g) ve LSD testi sonuçları.

* Tüketime uygun su ürünlerinde 1mg/100 g örnek ile 8 mg/100 g örnek arasında olmalıdır. 8 mg/100 g üzerinde TMA değerleri olan su ürünleri bozulmuş olarak değerlendirilir (25).

Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) değerleri

TVB-N değerlerinde 4. gün tüm ortamlarda azalma belirlenmiş, daha sonraki günlerde ise yükselmeye devam etmiştir. Ortam x Gün interaksyonunda en fazla yükselmenin (47.60 mg/100 g) DS+DB ortamında 18. günde olduğu saptanmıştır.

Ortam x Gün interaksyonu en yüksek TVB-N değerinin (a) grubunda yer alan DS+DB ortamında 18. günde, düşük değer ise 4. günde (q) grubunda yer alan ÇB ortamında olduğunu göstermektedir (Tablo 4).

Sonuçlarımız, bazı araştırmacılarla (14, 21) ile uygunluk gösterirken, bazı araştırmacıların (18, 19) bulgularından yüksek bulunmuştur.

Tiyobarbütrik asit sayısı (TBA)

TBA sayısında meydana gelen yükselme DS+DB ile ÇS+ÇB ortamlarında benzerlik göstermiş olup, balıklar 4. güne kadar çok iyi, 11. gün tüketilebilirlik sınır değerleri arasında yer alırken, 15. günde sınır değerini aştığı saptanmıştır. DB ve ÇB ortamlardaki balıklar ise 8. güne kadar çok iyi, 11. güne kadar iyi, 15. günde tüketilebilirlik sınır değerleri arasında, 18. günde de tüketilebilirlik sınır değerini aşmış durumdadır (Tablo 5).

Elde ettiğimiz değerler Power ve ark'nın (13) sonuçlarından yüksek bulunmuştur.

Peroksit değerleri

Tüm ortamlarda 1. ve 4. gün peroksit değerleri 0'dır. 18. günde peroksit değerleri yönünden en yüksek değere

Ortam	1. Gün	4. Gün	8. Gün	11. Gün	15. Gün	18. Gün	Ort.
DS+DB	10.20n	9.63o	20.45ı	24.02h	30.94e	46.60a	23.80
ÇS+ÇB	10.20n	8.90p	19.03j	24.45g	28.80f	44.80b	22.70
DB	10.20n	6.30q	16.84l	18.02k	23.91h	35.28c	18.43
ÇB	10.20n	6.10q	16.56m	17.98k	24.08h	32.18d	17.85
Ort.	10.20	7.34	15.96	19.97	25.19	36.19	
LDS %5 Ortam x Gün: 0.208							

Tablo 4. TVB-N (mg/100 g) değerleri ve LSD testi sonuçları.

* 25 mg/100 g çok iyi, 30 mg/100 g iyi, 35 mg/100 g pazarlanabilir, 35-100 mg/100 g bozulmuş (26).

Ortam	1. Gün	4. Gün	8. Gün	11. Gün	15. Gün	18. Gün	Ort.
DS+DB	1.80n	3.82kl	5.74ı	7.91g	13.81c	15.68a	8.13
ÇS+ÇB	1.80n	3.74ı	5.21j	7.67g	12.30d	14.37b	7.52
DB	1.80n	2.88m	3.88kl	5.02j	6.80h	9.41f	4.97
ÇB	1.80n	3.02m	4.01k	5.49ı	6.78h	10.32e	5.24
Ort.	1.80	3.16	4.43	5.95	8.78	10.92	

LDS %5 Ortam x Gün: 0.265

* Çok iyi bir materyalde TBA sayısı 3'ten az, iyi bir materyalde 5'ten fazla olmamalıdır. Tüketilebilirlik sınır değeri 7–8 arasındadır (5).

Tablo 5. TBA değerleri ve LSD testi sonuçları.

DS+DB'da bekletilen balıklar sahiptir. Yağlarda belirlenen 8 meQ O₂/kg peroksit değeri yağların ransitleştiği işareti sayıldığına göre (26), 15. günde bu ortamlarda bekletilen yağların açıldığı ve 18. günde de peroksit sınırının oldukça aşıldığı görülmektedir. ÇB ve DB'da bekletilen balıklarda peroksit 11. günde ortaya çıkmıştır. Peroksit değerlerine göre 1., 4. ve 8. günlerde balıklar çok iyi durumdadır ve 11. ve 15 günlerde bu ortamlardaki balıklarda peroksit belirlenmekle birlikte 18. günde peroksit değerlerine göre acılaşıma sınırı aşılmıştır (Tablo 6).

Amonyak değerleri

Balıklarda saptanan amonyak miktarları Tablo 7'de verilmiştir. Elde olunan sonuçlara göre depolama

süresince en fazla bozulmanın DS+DB'da bekletilen balıklarda meydana geldiği ve kokuşma ürünü olan amonyak miktarının da en fazla olduğu saptanmıştır.

-12 °C'de 18 günlük depolamada meydana gelen kalite değişimleri

-12 °C'de dondurularak depolanan balıklarda meydana gelen kalite değişimlerine ilişkin değerler tablo 8'de özetlenmiştir. Çizelgeden de görüleceği üzere 15. günde -12 °C'de bekletilen balıklar duyuşal yönden tazelik özelliklerini korumuş yalnızca deniz kokusu yerini balık kokusuna bırakmıştır. Başlangıçta 6.20 olan pH değeri 18. günde 6.68'e yükselmiştir. TMA, TVB-N ve TBA değerlerine göre çok iyi durumdadır. 18. günde peroksit ve amonyak değerlerinde bir değişme olmamıştır.

Ortam	1. Gün	4. Gün	8. Gün	11. Gün	15. Gün	18. Gün	Ort.
DS+DB	0.00m	0.00m	0.481	2.60h	9.98d	15.16a	4.69
ÇS+ÇB	0.00m	0.00m	0.391	2.15ı	9.23e	14.82b	4.43
DB	0.00m	0.00m	0.00m	0.72k	6.32f	9.80d	2.81
ÇB	0.00m	0.00m	0.00m	0.86j	4.75g	10.23c	2.64
Ort.	0.00	0.00	0.22	1.58	7.55	13.50	

LDS %5 Ortam x Gün: 0.127

* Çok iyi bir materyalde peroksit sayısı 2 meQ O₂ kg'nin altında, iyi bir materyalde 5'ten fazla olmamalıdır. Tüketilebilirlik sınır değeri 8–10 arasındadır (26).

Tablo 6. Peroksit değerleri (meQ O₂/kg) ve LSD testi sonuçları.

Depolama Ortamı	1. Gün	4. Gün	8. Gün	11. Gün	15. Gün	18. Gün	Ort.
DS+DB	0.0f	0.0f	0.0f	0.0f	0.34de	1.12a	0.24
ÇS+ÇB	0.0f	0.0f	0.0f	0.0f	0.29e	0.82b	0.19
DB	0.0f	0.0f	0.0f	0.0f	0.0f	0.42cd	0.07
ÇB	0.0f	0.0f	0.0f	0.0f	0.0f	0.54c	0.09
Ort.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.16	0.73	

LDS %5 Ortam x Gün: 0.127

Tablo 7. Amonyak miktarı (mg/100 g).

Kalite Unsurları	1. Gün	4. Gün	8. Gün	11. Gün	15. Gün	18. Gün
Görünüş	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Duyusal Koku	5.00	5.00	5.00	5.00	4.50	4.50
Histolojik Yapı	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
PH	6.20	6.60	6.76	6.55	6.54	6.68
TMA (mg/100 g)	1.20	1.60	1.45	1.54	1.58	2.80
TVB-N (mg/100 g)	10.20	5.80	6.90	15.40	18.20	21.10
TBA	1.80	2.30	3.29	3.69	4.20	4.80
Per. Sayısı (meQ O ₂ /kg)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Amonyak Azotu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tablo 8. -12 °C'de depolanan balıklarda kalite değişimleri

Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada istavrit balığının yakalanma sonrası uygulanan farklı soğutma metodlarının balığın kalitesi üzerine olan etkileri saptanmaya çalışılmıştır.

Araştırmada, DS+DB'da bekletilen balıklardan elde edilen verilere dayanılarak tüketilebilirlik sınırının 11. günden sonra aşıldığı belirlenmiştir. TMA, TVB-N ve TBA değerleri 8. günde balıkların bayatladığını ortaya koyarken aynı zamanda yağda 0.48 meQ O₂/kg peroksit belirlenmiştir. 11. günde balıklar tüm değerler yönünden en yüksek bayatlama sınırındadır ve yağda 2.60 meQ/kg peroksit saptanmıştır. 15. günde alınan değerler balıkların tüketilemez durumda olduğunu ortaya koymuş ve balıklarda amonyak belirlenmiştir. Bayatlama ve bozulma, duysal olarak ta giderek azalan ve değişen koku yanında balık etinin yumuşaması ve renginin değişmesi şeklinde ortaya çıkmıştır. Benzer sonuçlar ÇS+ÇB ortamında bekletilen balıklarda da elde edilmiş ve 11. günden sonra tüketilebilirlik sınırı aşılmıştır. pH, TMA, TVB-N, TBA, peroksit sayısı değerlerine ait ortalamalar ÇS+ÇB ortamında, DS+DB'na göre daha düşük bulunmuştur.

DB'da muhafaza edilen balıkların elde edilen veriler açısından 1., 4. ve 8. günler arasında taze, 8. ve 11. günler arasında iyi, 15. günde tüketilebilir, 18. günde ise tüketilebilirlik sınırını aştığı saptanmıştır. 18. günde derinin kısmen parlak, solungaçların kırmızı-kahverengi renkte olduğu, etin yumuşamaya başladığı, gözlerin içe dönük ve balığın ekşimsi kokuda olduğu belirlenmiştir. Ortamlara ilişkin ortalama değerlere göre ÇB ortamında muhafaza edilen balıklardan elde olunan değerler DB ile benzerlik göstermektedir. TMA, TVB-N ve peroksit

değerlerine ilişkin ortalamaların ÇB'da daha düşük olduğu, buna karşılık TBA değerine ait ortalamaların ise bu ortamda daha yüksek bulunduğu saptanmıştır. H değerlerinde ise ortam farkının önemli olmadığı saptanmıştır.

Balığın 18 günlük depolanma süresinde, -12 °C'de bekletilen balıkların duysal olarak tazelik özelliklerini koruduğu, yalnızca hissedilir deniz kokusunun yerini balık kokusuna bıraktığı belirlenmiştir. 18 günlük periyotta TMA, TVB-N, TBA değerlerinde yükselme saptanmıştır. Diğer kriterler yönünden taze iken TVB-N değerinin bayat sınırına yaklaştığı saptanmıştır.

Bu sonuçlar doğrultusunda; balığın depolama süresine bağlı olarak depolama metodu seçilmelidir. Balık yakalandıktan sonra, tazeliğin korunması amacıyla vakit kaybetmeden 0 °C civarında soğutma yapılmalıdır. Özellikle balıkların avlanmasından sonra uzun süreli seferlerde, teknelerde deniz buzu kullanılarak soğutma uygulanmalıdır. Önerilen metodlardan ince kırılmış deniz buzunda bir sıra buz, bir sıra balık olacak şekilde uygulanan metod balıkçıların kullanılabileceği açısından daha pratiktir ve diğerlerine göre daha iyi sonuç vermiştir.

Dondurarak muhafaza balığın dayanıklılık süresini arttıracaktır. Uzun süreli depolamalarda balığın dondurularak muhafaza edilmesi gerekmektedir. Bir hafta gibi kısa süreli depolamalarda ise buzlama metodunun seçilmesi önerilebilir. Balıkların bir haftalık periyotta duysal, fiziksel ve kimyasal olarak çok iyi durumda olduğu, buzlama ile açık havada dondurma suretiyle ortaya çıkacak dehidrasyonun önüne geçilerek balığın tazeliğinin muhafazası sağlanacaktır.

Kaynaklar

1. Garthwaite, G.A., Chilling and Freezing of Fish. Fish Processing Technology. Food Engineering and Biotechnology Group University of Technology Loughborough. VCH Publishers, Inc., New York, 1992.
2. Göğüş, A.K., Kolsarıcı, N., Su Ürünleri Teknolojisi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1243, Ders Kitabı No: 358. Ankara, 1992.
3. Alperden, I., Et ve Su Ürünleri Mikrobiyolojisi, Gıda Sanayiinde Mikrobiyoloji ve Uygulamaları, Tübitak-Marmara Araştırma Merkezi Gıda ve Soğutma Teknolojisi Bölümü, Yayın No: 124, 114-115, Gebze, Kocaeli, 1993.
4. Lerche, M., Goertler, V., Rievel, H., Lehrbuch der Tierärztlichen Lebensmittelüberwachung. 3. Afl. Verl. M. u. H. Schaper, Hannover, 1957.
5. Schormüller, J., Handbuch der Lebensmittel Chemie. Band IV. Fette und Lipoide (Lipids) Springer-Verlag, Berlin-Heilderberg-New York, 72-878, 1969.
6. Ertaş, H., Balıkların Soğutma-Dondurma ve Salamura Metotları ile Muhafaza Gıda Dergisi, 6, 237-246, 1978.
7. Lantz, Progr. Rep. Bac. Coast Stations, 95, 39. Ref.: Arch. Lebensmittelüberwachung, 1953.
8. Öner, M., Genel Mikrobiyoloji. E.Ü. Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No: 94, 56, E.Ü. Basımevi, Bornova İzmir, 1992.
9. Inal, T., Besin Hijyeni, Hayvansal Gıdaların Sağlık Kontrolü, 425, Final Ofset, İstanbul, 1992.
10. Varlık, C. Balık ve Kanatlı Etlerin Soğutulması, Dondurulması ve Depolanması. Gıda İşleme ve Saklanması Soğuk Tekniği Uygulamaları Semineri, 169-175. İstanbul, 1988.
11. Tunchschneid, T. Die Kaltetechnologische Verarbeitung schnell verderblicher lebensmittel. Brücke-Verl., Kurt Schmerzow, Hannover Zeitschr. Arbeitsmed. und Arbeitsschutz, 7,241-244, 1951.
12. Connel, J.J., Changes in the Eating Quality of Frozen Stored Cod and Associated Chemical and Physical Changes. Freezing and Irradiation of Fish. Fishing News (Books), F.A.O., 323-336, 1969.
13. Power, H.E., Morton, M.L., Sinclair, R.E., The Chemical and Physical Characteristics of Cod Stored at Superchilled Temperatures In Freezing and Irradiation of Fish. (Ed. by R. Kreuzer), Fishing News Books, Oxford, 104, 1969.
14. Jensen, M.H., Petersen, A., Roge, E.H., Jepsen, A. Storage of Chilled Cod Under Vacuum and at Various Concentration of Carbon dioxide. Advances in Fish Science and Technology. (Ed Connell, J.J.) 294-296, Fishing News Books Ltd., England, 1979.
15. Smith, J.G.M., Hardy, R., Mc Donald, I., Templeton, J., The Storage of herring (*Clupea harengus*). In Ice, Refrigerated Sea Water and at Ambient Temperature Chemical and Sensory Assesment. Advances in Fish Science and Technology. (Ed Connell, J.J.), Fishing News Books Ltd., England, 1979.
16. Smith, J.G.M., Hardy, R., Thompson, A.B., Young, K.W., Parsons, E., Some observations on The Ambient and Chill Storage of Blue Whiting (*Micromesistius poutas*) Advances in Fish Science and Technology, (Ed Connell, J.J.), Fishing News Books Ltd., England, 299-303, 1979.
17. Smith, J.G.M., McGill, A.S., Thomson, A., Hardy, R., Preliminary Investigation into The Chill And Frozen Storage Characteristics of Scad (*Trachurus trachurus*) and Its Acceptability for Human Consumption. Advances in Fish Science and Technology. (Ed Connell, J.J.). Fishing News Books Ltd., England, 303-307, 1979.
18. Surendran, P.K., Joseph, J., Shenoy, A.V., Perigreen, P.A., Mahadeva Iyer, K. and Gopakumar, K., Studies on Spoilage of Commercially Important Tropical Fishes under Iced Storage. Fisheries Research, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, 1-7, 1989.
19. Saluan, F., Abduhasan, Quality Changes in Iced Tlapia (*Oreochromis niloticus*). Post-harvest Technology, Preservation and Quality of Fish in Southeast Asia, Department of Fish Processing, Mindanao University, Philippines, 103-110, 1990.
20. Gram, L., Spoilage of Three Senegalese Fish Species Stored In Ice and Ambient Temperature. Seafood Science and Technology, Fishing News Books., (Ed Bligh, G.E.), Canadian Institute of Fisheries Technology, Canada, 225-237, 1992.
21. Oehlenschlager, J., Evaluation of Some Well Established and Some Underrated Indices for The Determination of Freshness and/or Spoilage of Ice Stored Wet Fish. Institute for Biochemistry and Technology In the Federal Research Centre for Fisheries, Germany, 339-350, 1992.
22. Raynald L., Leblanc & Eilleen L, Leblanc, The Effect of Superchilling With CO₂ Snow on the Quality of Commercially Prossed haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) Fillets. Seafood Science and Technology, Fishing News Books, (Ed Bligh, G.E), Canadian Institute of Fisheries Technology, Canada, 247-257, 1992.
23. Ludorff, W., Fische und Fisherzeugnisse. Verl. Hayn's Erben, Berlin, 1960.
24. Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, Ö., Et ve Et Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Yayın No: 751, Ziraat Fakültesi Yayın No: 318, Ders Kitapları Serisi: 69, Erzurum, 1993.
25. Anonim, MSTAT Paket Programı Version 3.00/EM, Michigan State University, Dept. of Crop and Soil Science 1982.