

SU İÇERİSİNDE BİRDEN FAZLA KEZ ÇÖZÜNDÜRÜLEN LEVREK BALIĞI (*Dicentrarchus labrax*)'NİN ET KALİTESİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLERİN TESPİTİ

Taçnur BAYGAR¹, Yunus ALPARSLAN^{1*}

Makalenin alındığı tarih: 12, 2010
Kabul tarihi: 04, 2011

ÖZET

Bu çalışmada bütün, iç organları alınmış ve fileto olarak -18 ± 2 °C' de dondurulan levrek balığının (*Dicentrarchus labrax*) su ortamında birden fazla kez çözündürme işlemi uygulanması sonucunda kalitesinde meydana gelen değişimler saptanmıştır. Çalışma sonucunda durgun su ortamında (18 ± 2 °C) yapılan çözündürme işlemi uzun sürede gerçekleşmediğinden balık etinin kokusunda önemli değişimler meydana gelmemiş ve et parlaklığını, solungaç da kırmızılığını korumuştur. İstenmeyen kalite değişimi olarak ise balık etinin yağ ve protein miktarında kayıplar meydana gelmiştir. Pullu ve derili örneklerin et kalitesi açısından daha iyi durumda oldukları görülmüştür. Bu çalışmada su içerisinde çözündürülen örnekler, beşinci çözündürme işlemi sonrasında duyuşal açıdan kabul edilemez duruma gelseler bile dondurulmuş balıklar sadece bir kere çözündürüldükten sonra tüketilmelidirler. Tüketicilere ihtiyaçları oranında balıkları dondurup, yiyebilecekleri kadarını çözündürmeleri önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Dicentrarchus labrax*, et kalitesi, suda çözündürme, levrek.

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE QUALITY CHANGES OF SEA BASS (*Dicentrarchus labrax*) THAWED MORE THAN ONCE IN WATER

In this study, the quality changes of whole, gutted and fillet of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) freezed at -18 ± 2 °C were detected after applying multiple thawing cycles in water. As the thawing process under static water took short time, significant odour changes of fish flesh did not occur and the fish skin and gills saved their brightness and redness, respectively. Negatively, lipid and protein losses were resulted in fish flesh. Scaled and skinned samples were found to be better in terms of the quality. Although the samples of this study were unacceptable sensorially after the fifth thawing cycle, the whole frozen food should be consumed as fast as possible after the first

thawing. As a result of the study, it is suggested that consumers should freeze the fish as they need and thaw the frozen food as far as they eat.

Key Words: *Dicentrarchus labrax*, meat quality, defrosting in water, sea bass.

GİRİŞ

Günlük tüketilen gıdalarda genellikle bulunmayan mikro-besinler bakımından zengin olan su ürünleri ülkemizde daha çok taze olarak tüketilmektedir. Su ürünleri işleme sanayinde gelişen teknoloji ile birlikte işlenmiş olarak pazara sunulmaya başlanan su ürünlerinin raf ömrünün uzatılmasıyla, balık ve diğer su ürünlerinin her mevsimde tüketimi de sağlanmıştır (Dağtekin vd., 2007). Su ürünleri başta olmak üzere gıdaların depolama süresini uzatmak amacıyla dondurulması, bozulma ve ekonomik kaybın en aza indirilmesinin yanı sıra halk sağlığı problemleri ve gıda kaynaklı patojenlerin kontrol edilmesinde de oldukça önemli rol oynamaktadır. Dondurma işlemi, besinlerin kalite düzeyinin normal koşullara kıyasla daha uzun bir zaman korunmasını sağlamaktadır. Dondurulmuş ürünler, diğer yöntemlerle muhafaza edilmiş ürünlerle karşılaştırıldığında, besin değerleri açısından çok daha yüksek kaliteye sahiptir. Donmuş balıkların depolama süresi ve kalitesi, donma öncesi balığın elde edilme koşullarına, donma hızına, ambalaj durumuna, dondurma/çözündürme sayısına, uygunsuz dondurma/çözündürme işlemlerine, depolama sıcaklığına, sıcaklık dalgalanmalarına ve sürekliliğine bağlıdır. Ancak depolama sırasında oluşan özellikle kimyasal değişimler, besinin kalitesini ve sonuçta kabul edilebilirliğini düşürebilmektedir (Olgunoğlu ve Polat, 2002; Özeren ve Ersoy, 2008; Tokur ve Kandemir, 2008). Genellikle gıdaların dondurulması, depolanması ve çözündürülmesi sürecinde yapılan yanlış uygulamalar, gıdanın mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel yönden bozulmasına ya da besin içeriğinde kayıplara sebep olmaktadır (Bulduk, 2002).

Taze balık uygun şekilde dondurulup depolanır ve çözündürülürse, soğutulan taze balıktan ayırt edilemeyecek kalite değerine sahip olur. Dondurulmuş ürün, teknolojisine uygun çözündürülmezse, dondurulmamışçasına hızla bozulur. Dondurma sırasında buz kristallerinin oluşumuna bağlı olarak beliren hücre zedelenmeleri, çözülme sırasında görülen her türlü olumsuz değişimlerin başlıca nedenidir. Dondurulmuş balıklar en hızlı şekilde çözündürülmelidir. Balığın uygun olmayan biçimde çözündürülmesi, ciddi kalite kaybına neden olur ve sağlığa zararlı olabilir. Yine dondurulmuş besinlerin çözündürülmesinde uygun ön işlem görmüş besinlerde mikrobiyolojik sorunlar oldukça az olmasına rağmen kimyasal ve fiziksel bozulmalar görülebilmektedir. Bu yüzden çözündürme sırasında dondurmaya oranla besinde yüksek oranda kalite kaybı olmaktadır. Dondurulmuş balıklar çeşitli yöntemlerle çözündürülebilirler. Yapılan araştırma sonuçları, en iyi çözündürme yöntemi için genel ve geçerli bir bilgi vermenin mümkün olmadığını göstermektedir. Dondurulmuş balığın çözündürülmesi için durgun veya hareketli havada çözme, yumuşatarak çözme, suda çözme, vakumla çözme, buzda çözme ve elektrikle (dielektrikle, dirençli elektrikle ve mikrodalgalarla) çözme gibi çeşitli yöntemler yer almaktadır (Bulduk, 2002; Mol vd., 2004; Turan vd., 2006).

Bu çalışmada birden fazla kez dondurulup su ortamında çözündürülen levrek (pullu bütün, pulları ve iç organları alınmış ve pulları alınarak fileto edilmiş) balığında

* Corresponding author: Yunus ALPARSLAN, E-mail addresses: alparslan@hotmail.com

¹ Muğla Ü. Su Ürünleri Fakültesi, 48000 Kötekli/MUĞLA.

meydana gelen duysal, fiziksel ve kimyasal kalite kayıplarının tespit edilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Materyal olarak deniz ortamında ağ kafeslerde üretilen 350 ± 10 g porsiyonluk boydaki kültür deniz levreği (*Dicentrarchus labrax* L.1758) kullanılmıştır. Balıklar, üç grup halinde [pulları alınmamış bütün (B grubu), pulları ve iç organları alınmış (P grubu) ve pulları alınmış fileto (F grubu)] olarak Kılıç Holding (Milas/MUĞLA) paketlenme tesisinden alınarak 7'şer kg.lık strafor kutular içerisinde yaprak buz uygulanmış olarak iki saat içerisinde fakültemiz laboratuvarına getirilmiştir.

Yöntem

Örneklerin Hazırlanması: Laboratuara getirilen balık örneklerinde ilk olarak (başlangıç analizleri) duysal, pH, toplam uçucu bazik azot (TVB-N), trimetilamin (TMA-N), tiyobarbitürikasit (TBA), ham protein ve ham yağ analizleri yapılmıştır. Sonraki analiz aşamasında ise örnekler üç grup olarak kendi arasında tasnif edilerek buzdolabı poşetlerinde strafor tabaklara konulmuşlardır. B grubundaki bütün haldeki balıkların ağırlık ortalamaları 350 ± 10 g, P grubundaki pul ve iç organları alınmış balıkların ağırlık ortalamaları 300 ± 10 g, F grubundaki fileto balıkların ağırlık ortalamaları ise 100 ± 10 g olarak tartılmış ve strafor tabaklara konularak buzdolabı poşetleri içerisinde -18 °C'deki dondurucuda depolamaya alınmışlardır. Üç gruptaki örneklerin tamamı dondurucudan çıkarılarak 18 ± 2 °C'deki durgun su içerisinde (B grubu; 100 ± 10 dakika, P grubu; 85 ± 10 dk, F grubu; 75 ± 10 dk) çözündürülmüşlerdir. Çözündürme süresi balıkların orta nokta sıcaklığı 4 ± 2 °C'ye ulaşınca devam etmiştir. Analizler her örnekleme aşamasında yapılmış, kalan örnekler ise dondurucuya tekrar alınmışlardır. Bu işlem 15 günde bir olmak üzere 6 çözündürme sonuna kadar devam ettirilmiştir. Çalışma 3 ay sonra bir daha tekrarlanmıştır.

Analizler:

Duyusal analizler: Balıkların tazelik analizleri 6 panelist tarafından Aubourg (2001) yöntemine göre değerlendirilmiştir. Bu skalaya göre; 3-4 puan "en iyi kalite", 2-3 puan arası "iyi kalite", 1-2 puan arası alanlar "orta kalite", 1 puanın altı ise "kabul edilemez" olarak nitelendirilmektedir.

pH analizi: Manthey vd., (1988)'e göre, Inolab WTW marka pH metre ile ölçülmüştür. Ölçüm işlemi 10 g balık örneği tartılıp 1:1 sulandırıldıktan sonra homojenize edilerek probun bu çözelti içerisine daldırılması yöntemine göre yapılmıştır.

TVB-N (Toplam Uçucu Bazik Azot) Tayini: TVB-N analizi, Antonocopoulos (1973)'e göre yapılmıştır. Homojenize edilen 10 g et üzerine MgO ve saf su ilave edilerek distile edilmiş ve % 3'lük borik asit ve metil kırmızısı eklenerek distilasyon yapılmış ve oluşan distilat 0.1 N HCl ile titre edilerek hesaplanmıştır.

TMA-N (Trimetilamin Azot) Tayini: Homojenize edilen örnek içerisindeki TMA-N, Schormüller (1968)'e göre, triklorasetikasit ile ekstrakte edilerek, elde edilen ekstrakt

içerisindeki bazların formaldehit ile toplanması ve pikrikasit uygulamasından sonra 410 nm dalga boyundaki spektrofotometrede ölçülmesi sonucu TMA-N miktarı mg/100g balık eti olarak hesaplanmıştır.

TBA (Tiyobarbitürik asit) analizi: TBA tayini Tarladgis vd. (1960)'a göre spektrofotometrik yöntem kullanılarak yapılmıştır. Homojenize edilmiş 10 g örnek üzerine HCl ve su eklenerek distile edilmiştir. Distilat TBA reaktifi ile kaynatılıp soğutulduktan sonra 538 nm dalga boyunda UV spektrofotometrede okunmuştur.

Ham protein analizi: AOAC (2002)'ye göre kjeldahl metodu esas alınarak yapılmıştır. 1 g homojen edilen örnek kjeldahl tüplerine aktarılmış ve üzerine katalizör (Kjeldahl tablet) eklenmiştir. Daha sonra % 98' lik H_2SO_4 ilave edilerek 420 °C'de yakılmış ve oda sıcaklığında soğutulmuştur. Tüplerin içerisine % 40' lık NaOH ve % 3 lük borik asit ilave edilerek distile edilmiş ve indikatör ilavesinden sonra 0.2 N HCl ile titre edilerek örneklerdeki ham protein miktarı hesaplanmıştır.

Ham yağ analizi: Bligh ve Dyer (1959)' ın metodu esas alınmıştır. Homojenize edilmiş 5 g örnek üzerine metanol ve kloroform karışımı eklendikten sonra % 0.4'lük $CaCl_2$ solüsyonu ilavesinden sonra bir süzme kağıdında (Schleicher & Schuell, 5951/2 185 mm) süzülerek 105 °C'deki etüv içerisinde bekletilerek balonlara süzdürülmüştür. Bu balonlar ağızları hava almayacak şekilde kapatılarak bir gece karanlık bir ortamda bekletilmiş ve ertesi gün metanol+su karışımının üst tabakası ayırma hunisi yardımıyla atılmış ve balon içinde kalan solüsyondaki kloroform+lipit kısmından kloroform, 60 °C' de evaporatör kullanılarak uçurulmuştur. Daha sonra balonlar etüvde 90 °C'de bekletilerek içerisindeki kloroformun tamamen uçması sağlanmış ve bir desikatör içerisinde oda sıcaklığına kadar soğutulup hassas terazide tartılmış ve formülde yerine konularak hesaplanmıştır.

Bütün kimyasal analizler 3 paralel olarak yürütülmüştür.

İstatistiksel Analizler: Araştırmada elde edilen veriler SPSS 14 paket programı kullanılarak bilgisayar ortamında değerlendirilmiştir. Balık grupları ve çözündürme sayısı arasındaki fark Çok Yönlü Varyans analizi ve Çoklu Karşılaştırma (LSD) testleri uygulanarak bulunmuştur.

BULGULAR

Duyusal analiz sonuçları: Tablo 1'de tüm duysal analiz sonuçlarının genel ortalaması verilmiştir. Taze (0. gün) örneklerin genel ortalama sonuçları 3.82 ± 0.01 olarak tespit edilmiştir. Su içerisinde gerçekleştirilen birinci çözündürme sonrasında sırasıyla bütün, iç organları alınmış ve fileto örneklerin genel ortalama sonuçlarının ortalaması panelistler tarafından 3.50 ± 0.03 , 3.50 ± 0.02 ve 3.45 ± 0.04 ; son çözündürme olan altıncı çözündürme sonrasında ise 0.69 ± 0.03 , 0.69 ± 0.01 ve 0.69 ± 0.03 olarak değerlendirilmiştir.

Su içerisinde çözündürülen levreklerin duysal olarak gözlerindeki değişimler arasında, iç organları alınmış olan grupla bütün haldeki örnek grupları arasında önemli bir farkın olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Bütün, iç organları alınmış ve fileto levreklerin, duysal olarak koku, doku, et kıvamı ve kabul edilebilirlik değerleri arasındaki değişimler arasında önemli bir farkın olmadığı görülmüştür. Balık grupları, bütün, iç organları

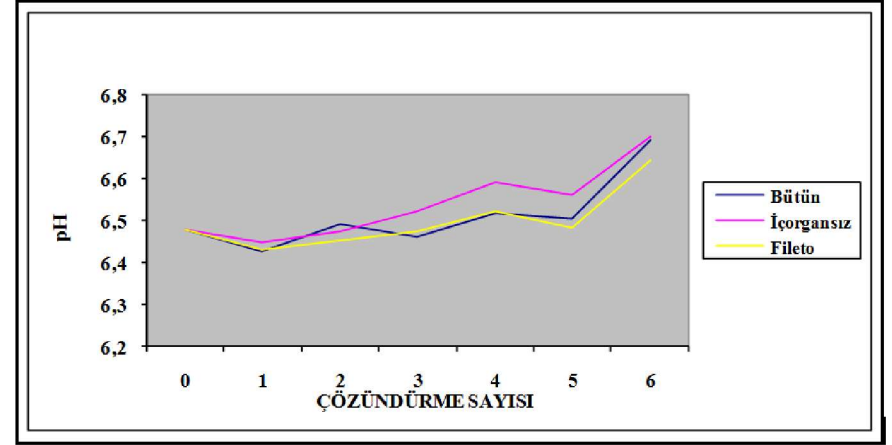
alınmış ve fileto olarak değerlendirildiğinde ise grupların birbirleri ile aralarında anlamlı bir farkın olmadığı gözlenmiştir ($p>0.05$).

Tablo 1. Su içerisinde yapılan çözündürme işleminin duyu analizi sonuçları ortalaması.

Table 1. The mean of the sensory analysis results of the thawed samples in water.

Balık Etinin Durumu	Özellikler							
	Çözündürme Sayısı	Deri	Göz	Solungaç	Koku	Kıvam	Doku	Genel Kabul Edilebilirlik
BÜTÜN	0	3.88±0.02	3.80±0.02	3.67±0.02	3.79±0.02	3.91±0.01	3.89±0.01	3.82±0.01
	1	3.64±0.02	3.36±0.02	3.38±0.02	3.45±0.03	3.57±0.02	3.54±0.02	3.50±0.02
	2	3.50±0.01	3.09±0.02	3.08±0.03	3.25±0.02	3.35±0.01	3.27±0.02	3.19±0.02
	3	2.99±0.02	2.58±0.02	2.43±0.01	2.54±0.04	2.65±0.01	2.65±0.02	2.69±0.03
	4	2.06±0.01	1.63±0.00	1.42±0.01	1.66±0.01	1.75±0.02	1.77±0.02	1.73±0.06
	5	1.36±0.01	0.98±0.01	0.88±0.03	1.15±0.01	1.13±0.01	1.07±0.01	1.17±0.04
	6	0.89±0.03	0.53±0.02	0.47±0.01	0.70±0.02	0.68±0.02	0.58±0.01	0.69±0.01
İÇ ORGANLARI	0	3.88±0.02	3.80±0.02	3.67±0.02	3.79±0.02	3.91±0.01	3.89±0.01	3.82±0.01
	1	3.59±0.02	3.45±0.04	3.50±0.01	3.52±0.02	3.51±0.01	3.56±0.02	3.50±0.01
	2	3.31±0.03	3.22±0.01	3.18±0.01	3.28±0.03	3.24±0.02	3.20±0.01	3.19±0.02
	3	2.92±0.01	2.64±0.03	2.55±0.02	2.66±0.03	2.63±0.00	2.64±0.02	2.62±0.02
	4	1.95±0.01	1.65±0.02	1.56±0.01	1.63±0.02	1.77±0.01	1.62±0.02	1.67±0.04
	5	1.38±0.02	1.09±0.01	0.96±0.01	1.19±0.02	1.11±0.02	1.07±0.02	1.20±0.02
	6	0.87±0.02	0.64±0.01	0.49±0.02	0.77±0.01	0.59±0.01	0.57±0.02	0.69±0.03
FILETO	0	3.88±0.02	-	-	3.79±0.02	3.91±0.01	3.89±0.01	3.82±0.01
	1	3.50±0.02	-	-	3.56±0.02	3.44±0.01	3.48±0.01	3.45±0.02
	2	3.30±0.01	-	-	3.26±0.02	3.18±0.02	3.19±0.02	3.14±0.02
	3	2.87±0.02	-	-	2.71±0.02	2.52±0.02	2.53±0.03	2.71±0.06
	4	1.94±0.02	-	-	1.80±0.02	1.65±0.01	1.53±0.02	1.74±0.01
	5	1.35±0.01	-	-	1.27±0.01	1.06±0.02	1.03±0.01	1.32±0.06
	6	0.88±0.03	-	-	0.73±0.02	0.56±0.01	0.51±0.01	0.69±0.04

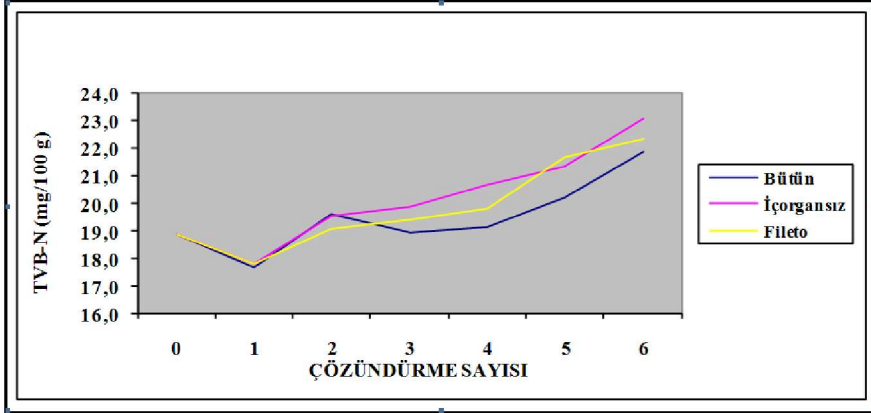
pH analiz sonuçları: Şekil 1'de pH analiz sonuçlarının genel ortalaması toplu olarak gösterilmiştir. Taze (0. gün) levrek balıklarının birinci çalışma sonrasındaki pH ortalaması 6.57; ikinci çalışma sonrasında 6.39; genel ortalaması ise 6.48 olarak tespit edilmiştir. Su içerisinde yapılan ilk çözündürme sonrasında sırasıyla bütün, iç organları alınmış ve fileto örneklerin pH sonuçlarının ortalaması 6.43, 6.45 ve 6.43; son çözündürme olan altıncı çözündürme sonrasında ise 6.69, 6.70 ve 6.64 olarak saptanmıştır.



Şekil 1. Su içerisinde çözündürülen levrek gruplarının pH analiz bulguları.
Figure 1. The mean of the pH analysis results of the thawed samples in water.

Su ortamında çözündürülen bütün, iç organları alınmış ve fileto haldeki levrek balıkları pH değerleri açısından karşılaştırıldığında çözündürme periyodu boyunca birbirlerine yakın ve dengeli bir artış olduğu, son çözündürme aşaması olan 6. çözündürme sonunda ise en düşük pH'nın 6.64 ile fileto örneklerde, en yüksek pH'nın ise 6.70 ile iç organları alınmış örneklerde olduğu tespit edilmiştir. Gruplar arasında ise önemli bir farkın olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$).

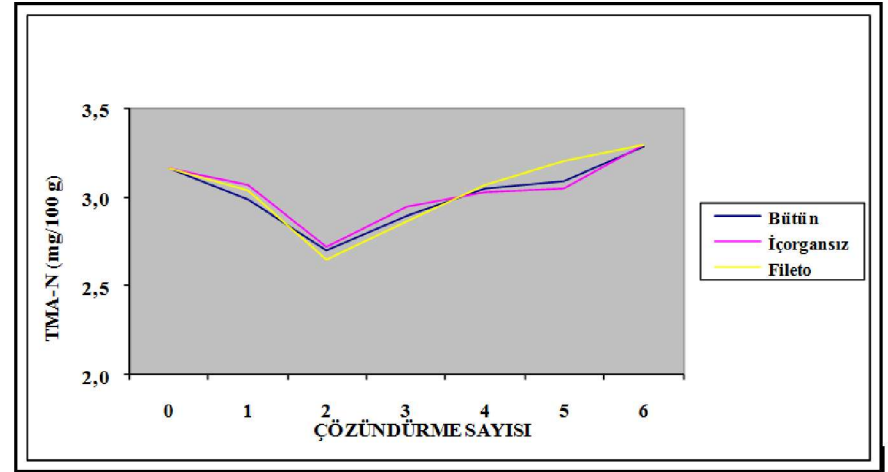
TVB-N analiz sonuçları: Şekil 2'de TVB-N analiz sonuçlarının genel ortalaması toplu olarak gösterilmiştir. Taze (0. gün) levrek balıklarının birinci çalışma sonrasındaki TVB-N analiz ortalaması 17.43±0.12; ikinci çalışma sonrasında 20.28±0.22; genel ortalaması ise 18.85±0.10 mg/100 g balık eti olarak tespit edilmiştir. Su içerisinde yapılan ilk çözündürme sonrasında sırasıyla bütün, iç organları alınmış ve fileto örneklerin TVB-N sonuçlarının ortalaması 17.71±0.38, 17.82±0.09 ve 17.83±0.24; son çözündürme olan altıncı çözündürme sonrasında ise 21.90±0.73, 23.08±0.66 ve 22.33±0.31 mg / 100 g balık eti olarak saptanmıştır.



Şekil 2. Su içerisinde çözündürülen levrek gruplarının TVB-N analiz bulguları.
Figure 2. The mean of the TVB-N analysis results of the thawed samples in water.

Su içerisinde çözündürülen her üç grupta ilk çözündürme aşamasında bir azalma sonraki aşamalarda ise dengeli bir artış meydana gelmiştir. Son çözündürme aşaması olan 6. çözündürme sonunda ise en düşük TVB-N içeriğinin 21.90 ile bütün levreklerde, en yüksek değer de 23.08 mg/100 g ile iç organları alınmış levreklerde olduğu tespit edilmiştir. Balık grupları arasında da anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

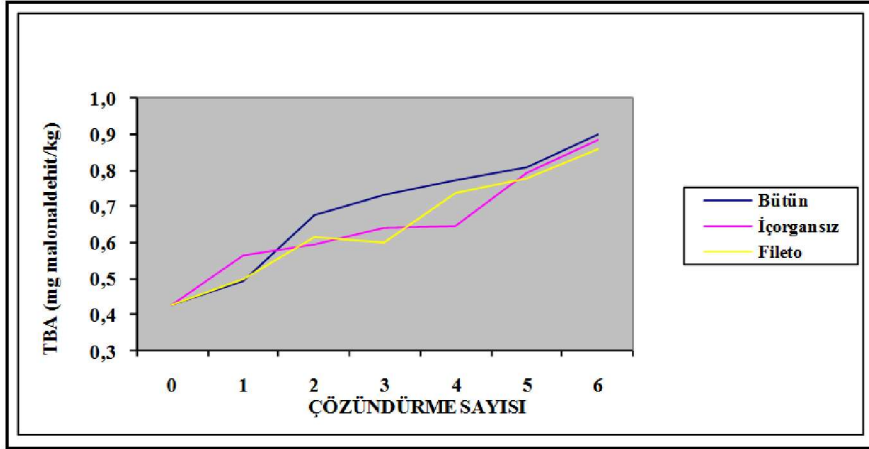
TMA-N analiz sonuçları: Şekil 3'te TMA-N analiz sonuçlarının genel ortalaması toplu olarak gösterilmiştir. Taze (0. gün) levrek balıklarının birinci çalışma sonrasındaki TMA-N analiz ortalaması 2.93 ± 0.00 ; ikinci çalışma sonrasında 3.39 ± 0.00 ; genel ortalama sonuçları ise 3.16 ± 0.00 mg / 100 g balık eti olarak tespit edilmiştir. Su içerisinde yapılan ilk çözündürme sonrasında sırasıyla bütün, iç organları alınmış ve fileto örneklerin TMA-N sonuçlarının ortalaması 2.99 ± 0.04 , 3.06 ± 0.02 ve 3.03 ± 0.07 ; son çözündürme olan altıncı çözündürme sonrasında ise 3.29 ± 0.05 , 3.29 ± 0.02 ve 3.30 ± 0.02 mg / 100 g balık eti olarak saptanmıştır.



Şekil 3. Su içerisinde çözündürülen levrek gruplarının TMA-N analiz sonuçları.
Figure 3. The mean of the TMA-N analysis results of the thawed samples in water.

Su içerisinde çözündürülen bütün, iç organları alınmış ve fileto levrek gruplarının TMA-N değerleri bakımından 2. çözündürme periyodunda bir azalma, sonraki aşamalarda ise dengeli bir artış meydana gelmiştir. 6. çözündürme sonunda ise her üç gruptaki TMA-N değerinin birbirine yakın seyrettiği görülmüştür. Balık grupları arasında ise iç organları alınmış balıklar ile bütün ve fileto balıkları arasında anlamlı bir farkın olduğu ($p < 0.05$), bütün ve fileto balıkları arasında ise anlamlı bir farkın olmadığı gözlenmiştir ($p > 0.05$).

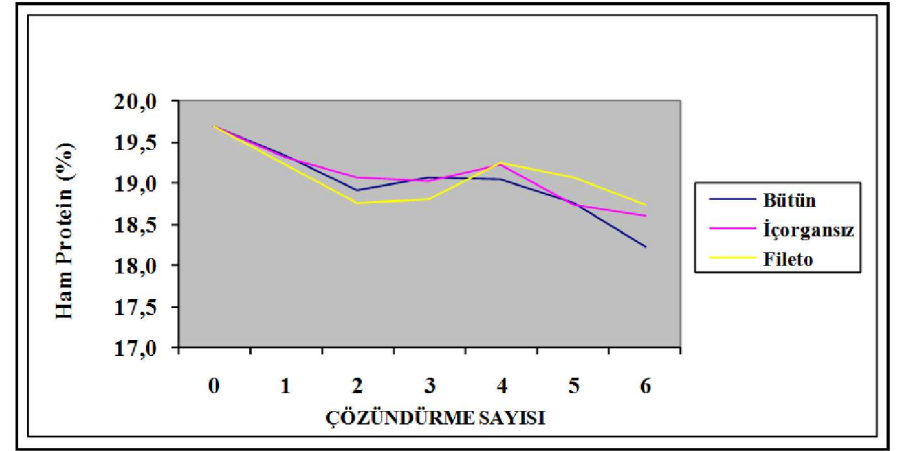
TBA analiz sonuçları: Şekil 4'te TBA analiz sonuçlarının genel ortalaması toplu olarak gösterilmiştir. Taze (0. gün) levrek balıklarının birinci çalışma sonrasındaki TBA analiz sonuçları ortalaması 0.40 ± 0.00 ; ikinci çalışma sonrasında 0.46 ± 0.01 ; genel ortalama sonuçları ise 0.43 ± 0.01 mg malonaldehit/kg balık eti olarak tespit edilmiştir. Su içerisinde yapılan ilk çözündürme sonrasında sırasıyla bütün, iç organları alınmış ve fileto örneklerin TBA sonuçlarının ortalaması 0.49 ± 0.01 , 0.56 ± 0.01 ve 0.50 ± 0.02 ; son çözündürme olan altıncı çözündürme sonrasında ise 0.90 ± 0.01 , 0.89 ± 0.02 ve 0.86 ± 0.01 mg malonaldehit/kg balık eti olarak saptanmıştır.



Şekil 4. Su içerisinde çözündürülen levrek gruplarının TBA analiz sonuçları.
Figure 4. The mean of the TBA analysis results of the thawed samples in water.

Su içerisinde çözündürülen örneklerin TBA değerleri, çözündürme periyodu boyunca dengeli bir şekilde devamlı artmıştır. 6. çözündürme sonunda ise her üç grubun TBA değerinin birbirlerine yakın değerlerde ve 1 mg malonaldehit/kg balık etinin altında olduğu tespit edilmiştir. Balık gruplarının TBA miktarları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde ise bütün, iç organları alınmış ve fileto balıkların birbirleri arasında önemli bir farkın olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$)

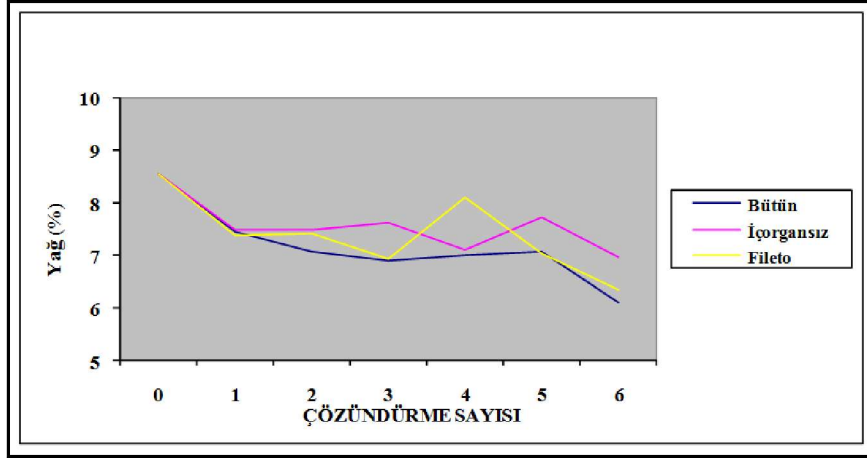
Ham protein sonuçları: Şekil 5'te ham protein analiz sonuçlarının genel ortalaması gösterilmiştir. Taze (0. gün) levrek balıklarının birinci çalışma sonrasındaki ham protein ortalaması 19.66 ± 0.29 ; ikinci çalışma sonrasında 19.72 ± 0.29 ; genel ortalama sonuçları ise 19.69 ± 0.27 olarak tespit edilmiştir. Su içerisinde yapılan ilk çözündürme sonrasında sırasıyla bütün, iç organları alınmış ve fileto örneklerin ham protein sonuçlarının ortalaması 19.35 ± 0.32 , 19.32 ± 0.02 ve 19.22 ± 0.09 ; son çözündürme olan altıncı çözündürme sonrasında ise 18.23 ± 0.04 , 18.60 ± 0.15 ve 18.73 ± 0.27 olarak saptanmıştır.



Şekil 5. Su içerisinde çözündürülen levrek gruplarının ham protein sonuçları.
Figure 5. The mean of the crude protein analysis results of the thawed samples in water.

Su ortamında çözündürülen levrek gruplarının ham protein değerleri çözündürme periyodu boyunca bütün gruplarda dengeli olarak azalmıştır. 6. çözündürme sonunda ise en düşük protein oranı 18.23 ile bütün haldeki örneklerde, en yüksek değer ise fileto ve iç organları alınmış örneklerde tespit edilmiştir. Balık grupları arasında ise bütün, iç organları alınmış ve fileto balıklarının kendi aralarındaki farkın anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$)

Ham yağ analiz sonuçları: Şekil 6'da ham yağ analiz sonuçlarının genel ortalaması toplu olarak gösterilmiştir. Taze (0. gün) levrek balıklarının birinci çalışma sonrasındaki ham yağ analiz ortalaması 8.75 ± 0.19 ; ikinci çalışma sonrasında 8.33 ± 0.35 ; genel ortalama sonuçları ise 8.54 ± 0.12 olarak tespit edilmiştir. Su içerisinde yapılan ilk çözündürme sonrasında sırasıyla bütün, iç organları alınmış ve fileto örneklerin ham yağ sonuçlarının ortalaması 7.45 ± 0.09 , 7.47 ± 0.01 ve 7.38 ± 0.12 ; son çözündürme olan altıncı çözündürme sonrasında ise 6.08 ± 0.17 , 6.95 ± 0.17 ve 6.32 ± 0.19 olarak saptanmıştır.



Şekil 6. Su içerisinde çözündürülen levrek gruplarının ham yağ analiz bulguları.
Figure 6. The mean of the crude lipid analysis results of the thawed samples in water.

Su ortamında çözündürülen levrek gruplarının başlangıçta %8.75 olan ham yağ değeri, 6. çözündürme sonunda %6.08 ile en düşük bütün haldeki örneklerde, %6.95 ile de en yüksek iç organları alınmış örneklerde tespit edilmiştir. Balık grupları arasındaki istatistiksel değişimlere göre iç organları alınmış balıklar ile bütün ve fileto balıklar arasında anlamlı bir farkın olduğu ($p < 0.05$), bütün ve fileto balıklar arasında ise anlamlı bir farkın olmadığı gözlenmiştir ($p > 0.05$).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Baygar vd. (2004), hamsi ve çinekopların birden fazla kez dondurulup su ortamında (21 ± 1 °C, 2 saat) çözündürülmesi sırasında meydana gelen kalite kayıplarını tespit ettikleri çalışmaları sırasında hamsi ve çinekopların sırasıyla başlangıç duyu analiz değerlerini 8.70 ve 8.85; pH değerini 6.21 ve 6.01; TVB-N değerini 21.88 ve 17.70 mg/100 g; TMA-N değerini ise 4.02 ve 3.55 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir. Dördüncü çözündürme işlemi sonrasında ise bu değerlerin sırasıyla hamsi ve çinekoplarda duyu analiz olarak 2.16 ve 2.75; pH değeri olarak 6.35 ve 6.29; TVB-N içeriği olarak 30.18 ve 20.23 mg/100 g; TMA-N içeriği olarak ta 5.32 ve 4.00 mg/100 g olarak değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Bu sonuçlara göre hamsi balığının TVB-N değeri açısından tüketilemezlik sınır değerine yaklaştığı belirtilmektedir. Elde edilen sonuçlara göre su içerisinde çözündürülen hamsi ve çinekop balıklarının kalitesi üçüncü çözündürme işleminden sonra duyu analiz olarak tüketilemez boyutlara ulaştığı ve birden fazla dondurma ve çözündürme işleminin balık kalitesinde kalite kayıplarına sebep olduğu belirtilmektedir. Diğer bir çalışmada ise Ersoy vd. (2008), Avrupa yılan balığını su ortamında çözündürdükleri bir çalışmada başlangıç pH değerini 6.23, TVB-N değerini 12.47 mg/100 g, TBA içeriğini ise 1.10 mg malonaldehit/kg olarak belirlemişlerdir. Çözündürme sonrasında ise pH değerinin 6.5'i geçmediği ve istatistiksel açıdan önemli bir değişime

sebebi olduğu, TBA miktarında ise çözündürme sonrasında istatistiksel açıdan önemli bir azalma olduğu tespit edilmiştir. TBA değerinde meydana gelen bu azalmanın nedeninin ise yağ oksidasyonu sırasında ortaya çıkan ürünlerin birbirleri ile etkileşmelerinden kaynaklanabileceği şeklinde açıklanmıştır. Özeren ve Ersoy (2008), yılan balıkları üzerine yaptıkları benzer bir çalışmada ise buzdolabı, su, ortam koşulları ve mikrodalga ortamlarında çözündürme işlemi sonrasında duyu analiz ve renk özelliklerinde meydana gelen değişimleri tespit etmişlerdir. Mikrodalga, ortam koşulları ve buzdolabı şartları kullanılarak çözündürülen yılan balıklarının koku içeriğinin, suda çözündürülenlere göre daha iyi durumda olduğunu tespit etmişlerdir. Yılan balıklarının mikrodalga, ortam ve buzdolabı koşullarında çözündürülmesi sonrasında meydana gelen koku değişimleri panelistlerce "çok iyi", su ortamında çözündürülmüş örneklerdeki koku değişimi ise "iyi" olarak sınıflandırılmıştır. Bütün çözündürme yöntemlerindeki tekstür kalitesinin ise iyi seviyede olduğu belirlenmiştir.

Garcia-Arias vd. (2003), sardalye fileto larını dondurup mikrodalga, buzdolabı ve ızgarada çözündürme işlemleri uyguladıkları çalışma sonucunda buzdolabı şartlarında çözündürülen örneklerin protein içeriğinde bir azalmanın, mikrodalgada çözündürülenlerde ise bir artış olduğunu tespit etmişlerdir. Elde ettikleri verilere göre farklı çözündürme işlemlerinin balığın protein içeriğini çok az etkilediğini ve sonuç olarak ta çok önemli değişimlere neden olmadığını vurgulamışlardır. Mol vd. (2004), çalışmalarında Türkiye'ye getirilen ithal uskumruların değişik çözündürme koşullarındaki kalite parametrelerini belirledikleri çalışma sırasında sırasıyla ana depo ve ara depodan alınarak su içerisinde çözündürülen balıkların pH değerini 6.13 ve 6.17; TVB-N değerini 12.34 ve 13.66 TMA-N değerini 3.59 ve 3.60 mg/100g; TBA değerini ise 15.12 ve 7.59 mg malonaldehit/kg olarak saptamışlardır. Yapılan istatistik değerlendirme sonucunda farklı koşullardaki çözündürme işleminin balık kalitesinin pH değeri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Ana ve ara depolardan alınmış ve oda sıcaklığında çözündürülmüş olan örneklerin TVB-N değerlerinin, suda çözündürülenlerden daha yüksek olduğu; buzdolabı koşullarında çözündürülenlerle ise arada önemli bir farkın olmadığı tespit edilmiştir.

Tokur ve Kandemir (2008), dondurulmuş alabalık ve sardalyanın protein kalitesi üzerinde çözündürme işlemlerinin etkilerini araştırdıkları çalışmada mikrodalgada çözündürme (180 W), akan su altında çözündürme ve oda sıcaklığında çözündürme (24 °C) olmak üzere üç farklı çözündürme yöntemi kullanmışlardır. Çalışma sonucunda ise alabalık ve sardalyada dondurma ve çözündürme işleminin myofibriller proteinlerin miktarında azalmaya neden olduğu bildirilmiştir. Genel olarak dondurma ve çözündürme işleminin her iki balık türünün protein çözünürlüğünde önemli bir azalmaya sebep olduğu saptanırken, farklı çözündürme işlemlerinin protein çözünürlüğüne olan etkisinin balık türlerine göre değiştiği belirlenmiştir. Her iki balık türü için en yüksek protein çözünürlüğü olan su altında çözündürülme ile sağlanmıştır. Yine her iki balık türünde TVB-N düzeylerinin dondurma-çözündürme işlemleri esnasında yükseldiği görülmüştür. Oda sıcaklığında çözündürülmüş alabalık ve sardalyelerin TVB-N düzeylerinin akan su ve mikrodalga ile çözündürülenlerden daha yüksek olduğu vurgulanmıştır. Buna göre balıkların dondurma ve çözündürme işlemleri esnasında tüketilebilirlik sınır değerini aşmadığı tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, TVB-N düzeyleri bakımından sardalye için akan su ve mikrodalga işleminin en uygun çözündürme yöntemi olduğu önerilmekle birlikte, uygulanan yöntemlerin sardalyenin pH' sı üzerinde fazla bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir. Srinivasan vd. (1997), dondurulmuş tatlı su karideslerini

birden fazla kez çözündürüp dondurulmaları sırasındaki kalite kayıplarını inceledikleri çalışmada, üçüncü çözündürme işleminden sonra karideslerin fizikokimyasal ve doku özelliklerinde kayıpların meydana geldiğini bildirmektedir. Magnusson ve Martinsdottir (2001), 17 ay dondurma işlemi sonrasında 4 °C'deki buzlu su içerisinde çözündürdükleri morina filetolarında trimetilamin oluşumunun yavaşladığını ve rigor öncesi dondurulup çözündürülen filetoların rigor sonrası dondurulan filetolardan tazelik yönünden daha iyi durumda olduğunu belirlemiştir. Çalışma sonuçlarına göre et kalitesi açısından filetoların rigor öncesi dondurulmasının daha uygun olacağı belirtilmektedir.

Sonuç olarak; TVB-N değerleri olarak bütün çözündürme yöntemlerinde sınır değerler içerisinde kaldığı görülmektedir. Çözündürme işlemleri sırasında balık örneklerinin özellikle TBA açısından çok düşük düzeylerde kaldığı belirlenmiştir. Durgun su ortamında (18±2 °C) yapılan çözündürme işlemi uzun sürede gerçekleşmediğinden balık etinin kokusunda önemli değişimler meydana gelmemiş ve etin parlaklığını, solungaçların da kırmızılığını koruduğu tespit edilmiştir. Olumsuz kalite değişimi olarak ise yağ ve protein miktarında kayıpların meydana geldiği saptanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, beşinci çözündürme işlemi sonrasında levrek balıkları duyusal olarak kabul edilemez durumda olsalar bile mikrobiyolojik ürün güvenliği ve su ürünlerinin hassas yapısından ötürü dondurulmuş balıkların sadece bir kere çözündürüldükten sonra tüketilmeleri gerekmektedir.

Teşekkür: Bu çalışma, Muğla Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Yürütücü Sekreterliği tarafından Yüksek Lisans tez projesi olarak desteklenmiş olup verdiği destekten dolayı ilgili birime ve araştırmanın yürütülmesi aşamasında yardımlarını esirgemeyen Uzman Tuba BAYGAR ve Su Ürünleri Mühendisi Duygu YILDIZ' a teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Antonocopoulos, N., (1973). Bestimmung des flüchtigen Basenstickstoffs. In: Ludorf W, Meyer V, Fische und Fischerzeugnisse. Aulage Verlag Paul Parey, Berlin, pp 224-225.
- AOAC., (2002). Protein content in meat. 928.08. Official Method of Analysis (17th ed.). Gaithersburg, Maryland: Association of Official Analytical Chemists.
- Aubourg, S.P. (2001). Chilled Storage of Horse Mackerel. JAOCS, 78(8), 857-862.
- Baygar, T., Özden, Ö., Üçok, D. (2004). Dondurma ve Çözündürme İşleminin Balık Kalitesi Üzerine Etkisi. Turk.J.Vet.&Anim.Sci. 28 (1), 173-178.
- Bligh, E.G., Dyer, W.J., (1959). A rapid Method of Total Lipid Extraction and Proficiation, Can. J. Biochem. Physiol., 37 : 911-917.
- Bulduk, S., (2002). Gıda Teknolojisi, Detay Yayıncılık 1. Baskı, Yayın no: 02-06-0395-HY-40, s.147-149, ISBN 975-8326-43-0.
- Dağtekin, M., Ak, O., (2007). Doğu Karadeniz Bölgesinde Su Ürünleri Tüketimi, İhracat ve İthalat Potansiyeli. SÜMAE YUNUS Araştırma Bülteni, 7: 3, Eylül.
- Ersoy, B., Aksan, E., Özeren, A., (2008). The Effect of Thawing Methods on The Quality of Eels (*Anguilla anguilla*), Food Chemistry 111 (2008) 377-380.

- Garcia-Arias, M.T., Alvarez-Pontes, E., Garcia-Linares, M.C., Garcia-Fernandez, M.C., Sanchez-Muniz, F.J., (2003). Grilling of sardine filets. Effects of frozen and thawed modality on their protein quality. Lebensm.-Wiss. u.-Technol, 36: 763-769.
- Magnusson, H., Martinsdottir, E., (2001). Keeping Quality of Sea-Frozen Thawed Cod Fillets on Ice, Journal Of Food Science, Vol. 66, No. 9, 1402-1408.
- Manthey, M., Karnop, G., Rehbein, H., (1988). Quality Changes of European Catfish (*Silurus glanis*) from Worm-Water Aquaculture During Storage Ice. Int. J. Food Sci. Tech.; 23: 1-9.
- Mol, S., Özden, Ö., Erkan, N., Baygar, T., (2004). İthal Uskumruların Değişik Çözülme Koşullarındaki Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi. Turk.J.Vet.&Anim.Sci. 28 (6), 1071-1077.
- Olgunoğlu, A.İ., Polat, A., (2002). Dondurarak Depolanan (-18 °C) Sudak (*Sander lucioperca*, Bogustkaya & Naseka, 1996) Filetolarında Kimyasal ve Duyusal Değişimler, Turk J Vet Anim Sci, 26(2002) 879-884, ADANA.
- Özeren, A., Ersoy, B., (2008). Yılan Balığı (*Anguilla anguilla*)'nın Duyusal ve Renk Kalitesi Üzerine Defrost Yöntemlerinin Etkileri, Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi 1 (2): 09-11.
- Schormüller, J., (1968). Handbuch der Lebensmittel Chemie. Band III/2 Teil. Tierische Lebensmittel Eier, Fleisch, Fisch, Buttermilch. Springer-Verlag.: 1341-1392.
- Tarladgis, B.G., Watts, B.M., Yonathan M., (1960). Distillation method for the determination of malonaldehyde in rancid foods. J. of American Oil Chemistry Society, 37 (1): 44-48.
- Tokur, B., Kandemir, S., (2008). Dondurulmuş Balıklarda Farklı Çözündürme Şekillerinin Protein Kalitesine Olan Etkileri, Journal of Fisheries Sciences., 2 (1): 100-106.
- Turhan, S., Ustun, N.S., Bank, I., (2006). Effect of Freeze-Thaw Cycles on Total and Heme Iron Contents of Bonito (*Sarda sarda*) and Bluefish (*Fomatomus saltator*) Fillets, Journal of Food Composition and Analysis 19 (2006) 384-387.