

ORTAM ŞARTLARINDA ($23 \pm 4^\circ\text{C}$) BİRDEN FAZLA UYGULANAN ÇÖZÜNDÜRME İŞLEMİNİN LEVREK BALIĞI (*Dicentrarchus labrax*, L., 1758)' NİN ET KALİTESİNE ETKİSİ**Yunus Alparslan*, Hatice Hasanhoçoğlu, Taçnur Baygar**

Muğla Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Muğla

Özet:

Bu çalışmada bütün, iç organları alınmış ve fileto olarak dondurulan ($-18 \pm 2^\circ\text{C}$) levrek balığı (*Dicentrarchus labrax*)' nin ortam şartlarında ($23 \pm 4^\circ\text{C}$) çözündürülüp tekrar dondurulması şeklinde 6 kez çözündürme ve dondurma uygulamasının balığın et kalitesinde meydana getirdiği değişimlerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada bütün, iç organları alınmış ve fileto haldeki taze levrek balığının duyuşal kabul edilebilirlik değeri 3.83 ± 0.02 , 3.78 ± 0.04 ve 3.77 ± 0.01 olarak değerlendirilmiştir. Taze levrek balığının ham protein, ham yağ, pH, TVB-N, TMA-N ve TBA değeri ise sırasıyla $\%19.69 \pm 0.27$, $\%8.54 \pm 0.12$, 6.48 ± 0.00 , 18.85 ± 0.10 mg/100 g, 3.16 ± 0.00 mg/100g ve 0.43 ± 0.01 mg malonaldehit/kg olarak tespit edilmiştir. Bütün, iç organları alınmış ve fileto haldeki örneklerin ortam şartlarında dördüncü çözündürme işlemi sonrasındaki sırasıyla duyuşal yönden kabul edilebilirlik değeri, % ham protein, % ham yağ, pH, TVB-N, TMA-N ve TBA değeri 1.70 ± 0.01 , 1.65 ± 0.03 ve 1.63 ± 0.02 ; $\%19.57 \pm 0.14$, 18.82 ± 0.08 ve 19.56 ± 0.31 ; $\%7.92 \pm 0.22$, 7.80 ± 0.38 ve 8.03 ± 0.35 ; 6.58 ± 0.001 , 6.53 ± 0.001 ve 6.52 ± 0.001 ; 20.50 ± 0.20 , 20.89 ± 0.28 ve 21.70 ± 0.10 mg/100 g; 3.61 ± 0.03 , 3.72 ± 0.02 ve 3.71 ± 0.01 mg/100 g; 0.55 ± 0.02 , 0.62 ± 0.02 ve 0.66 ± 0.02 mg malonaldehit/kg olarak saptanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, levrek balıklarının ortam şartlarında çözündürme işlemi sonrasında kas dokusunda yumuşama, balık etinde istenmeyen koku gelişimi, deri ve pullarda parlaklığın kaybolması, solungaçlarda renk ve koku değişimleri meydana gelmiştir. Pullu ve derili örneklerin kalite açısından fileto örneklere oranla daha iyi durumda oldukları görülmüştür. Dördüncü çözündürme işlemine kadar duyuşal açıdan kabul edilebilir durumda olsalar da, dondurulmuş balıkların sadece bir kere çözündürülerek hemen tüketilmeleri ve bunun için de tüketicilere ihtiyaçları oranda balıkları dondurup, yiyebilecekleri kadar miktarda çözündürmeleri önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Levrek, *Dicentrarchus labrax*, Dondurma, Çözündürme, Kalite değişimi*** Correspondence to:**

Yunus ALPARSLAN, Muğla Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Kötekli 48000 Muğla-TÜRKİYE

Tel: (+90 252) 211 18 87

E-mail: yunusalparslan@mu.edu.tr

Abstract: Effect of Multiple Thawing Process in Ambient Conditions ($23\pm 4^\circ\text{C}$) on Quality of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*, L., 1758)

This study aim to establish quality changes occur in whole, gutted and fillet frozen ($18\pm 2^\circ\text{C}$) sea bass (*Dicentrarchus labrax*) were thawed in ambient conditions ($23\pm 4^\circ\text{C}$) and froze again more than once. In study internal acceptability value in term of sensory of whole, gutted and fillet fresh sea bass were 3.83 ± 0.02 , 3.78 ± 0.04 and 3.77 ± 0.01 respectively. Crude protein, crude lipid, pH, Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N), Trimetilamin Azot (TMA-N) and Tiyo-barbiturik Asit (TBA) of fresh sea bass were also $19.69\pm 0.27\%$, $8.54\pm 0.12\%$, 6.48 ± 0.00 , $18.85\pm 0.10\text{ mg/100g}$, $3.16\pm 0.00\text{ mg/100g}$ and $0.43\pm 0.01\text{ mg malonaldehyde/kg}$ respectively. After fourth thawing in ambient condition, acceptability value in term of sensory, crude protein, crude lipid, pH, TVB-N, TMA-N and TBA of sea bass were 1.70 ± 0.01 , 1.65 ± 0.03 and 1.63 ± 0.02 ; $19.57\pm 0.14\%$, $18.82\pm 0.08\%$ and $19.56\pm 0.31\%$; $7.92\pm 0.22\%$, $7.80\pm 0.38\%$ and $8.03\pm 0.35\%$; 6.58 ± 0.001 , 6.53 ± 0.001 and 6.52 ± 0.001 ; 20.50 ± 0.20 , 20.89 ± 0.28 and $21.70\pm 0.10\text{ mg/100g}$; 3.61 ± 0.03 , 3.72 ± 0.02 and $3.71\pm 0.01\text{ mg/100g}$; 0.55 ± 0.02 , 0.62 ± 0.02 and $0.66\pm 0.02\text{ mg malonaldehyde/kg}$ respectively. According to study results after multiple freeze/thaw cycle in ambient conditions, there were softening in muscle tissue, development of undesirable odor in fish meat, loss of brightness of leather and stamps, color and odor changes in the gills. It has seen that samples with leather and stamps had better quality than fillets after the study. Samples exceeded acceptable limits in terms of sensory after fourth thawing in ambient conditions. Thus separating into pieces can be consumed at a time before freezing and thawing has been recommended to consumers.

Keywords: Sea bass, *Dicentrarchus labrax*, Freezing, Thawing, Quality changes

Giriş

Su ürünleri başta olmak üzere gıdaların depolama süresini uzatmak amacıyla dondurulması, bozulma ve ekonomik kaybın en aza indirilmesinde ve gıda kaynaklı patojenlerin kontrol edilmesinde çok önemli rol oynamaktadır. Dondurulmuş ürünler, diğer yöntemlerle muhafaza edilmiş ürünlerle karşılaştırıldığında, besin değerleri açısından çok daha yüksek kaliteye sahiptir (Olgunoğlu ve Polat, 2002).

Donmuş balıkların depolama ömrü 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. Genellikle besinlerin dondurulması, depolanması ve çözündürülmesi sürecinde yapılan yanlış yöntemler besinin mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel yönden bozulmasına ya da değişmelerine sebep olmaktadır (Bulduk, 2002).

Dondurma işlemi sırasında buz kristallerinin oluşumuna bağlı olarak beliren hücre zedelenmeleri, çözülme sırasında görülen her türlü olumsuz değişimlerin başlıca nedenidir (Varlık ve diğ., 2004). Donmuş besinler genellikle, buzdolabında, mikrodalga fırında, soğuk su altında ve oda ısısında olmak üzere dört farklı şekilde çözündürülürler. Hızlı dondurma ve çözündürme,

özellikle ev ve restoranlarda yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir (Tokur ve Kandemir, 2008; Turan ve diğ., 2006; Mol ve diğ., 2004; Özeren ve Ersoy 2008; Olgunoğlu ve Polat, 2002). Ortam sıcaklığında çözündürme çok düzensiz ısı transfer hızıyla sonuçlanabilir. Bazı durumlarda balık yüzeyi ısınır yumuşar ve merkezde çözünme tamamlanmadan yüzeyde bozulma ve bakteriyel gelişme başlar. Bu tip uygulamalarda balık ya da balık bloğunun büyüklüğü çözündürme süresini etkiler. Daha büyük bloklar ortam koşullarında çözündürmek için uygun değildir (Turan ve diğ., 2006).

Bu çalışmada birden fazla kez dondurulup ortam sıcaklığında çözündürülen levrek balığında (bütün, iç organsız ve fileto) meydana gelen duyuşal, fiziksel ve kimyasal kalite kayıplarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Grupların bütün, iç organsız ve fileto şeklinde seçilmesinin asıl nedeni, tüketicilerin levrek balığını balık satış noktalarından genelde bu şekilde almalarından dolayıdır. Balıklar alındıktan sonra ev/lokanta/restoran/otel/tatil köyü vb. yerlere getirilerek derin dondurucularda saklanmaktadır. Bazen ihtiyaçtan fazla balık çözündürüldükten sonra tekrar dondurarak saklanmaya devam edilmektedir. Bu durumdan dolayı çalışma planlanırken tüketicilerin yaptıkları bu hatalı dondurma

ve çözündürme işlemlerinin balık eti kalitesi üzerine etkisinin tespit edilmesi hedeflenmiştir.

Materyal ve Metot

Balık temini

Bu çalışmada materyal olarak ağ kafeslerde üretimi yapılan 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 fileto (F grubu)] olarak (Kılıç Holding, Milas/MUĞLA) paketlenme tesisinden alınarak 7'şer kg.lık strafor kutular içerisinde yaprak buz uygulanmış bir şekilde iki saat içerisinde fakültemiz kalite kontrol laboratuvarına getirilmiştir.

Depolama ve çözündürme şartları

Laboratuara getirilen balık gruplarından her çözündürme aşamasındaki analizler için ortalama 6 adet balık kullanılmak üzere strafor tabaklara konulmuş ve streç film ile sarılmıştır. Örnekler strafor kutular içerisinde derin dondurucuya ($-18 \pm 2^\circ\text{C}$) alınmıştır. Balık gruplarının çözündürülmesi ise ortam koşullarında ($23 \pm 4^\circ\text{C}$) orta nokta sıcaklığı yaklaşık olarak $4 \pm 2^\circ\text{C}$ 'ye düşene kadar gerçekleştirilmiştir.

Örneklerin analize hazırlanması

Laboratuara getirilen taze balık örneklerinde başlangıç analizleri (duyusal, pH, Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N), Trimetil Amin Azot (TMA-N), Tiyobarbiturik Asit (TBA), ham protein ve % yağ) yapılmıştır. Daha sonra örnekler B grubundaki balıklar ortalama 350 ± 10 g olarak 2 kg gelecek şekilde, P grubu ortalama 300 ± 10 g olarak 2 kg gelecek şekilde, F grubundaki fileto-larda ortalama 100 ± 10 g olarak $\frac{1}{2}$ kg gelecek şekilde strafor tabaklar içerisinde streç film ile sarılarak $-18 \pm 2^\circ\text{C}$ 'deki dondurucuda depolamaya alınmışlardır. 15 günde bir olacak şekilde her seferinde gruptaki örneklerin tamamı dondurucudan çıkarılarak oda sıcaklığında çözündürülmüşler ve tekrar dondurulmuşlardır. Çözündürme ve dondurma işlemi 6 defa yapılmıştır. Yukarıda belirtilen analizler her çözündürme aşamasında uygulanmış, kalan örnekler ise dondurucuya tekrar alınmışlardır. Çalışma 3 ay sürmüş daha sonra bir daha tekrarlanmıştır.

Duyusal analiz

Balıkların tazelik analizleri 6 panelist tarafından Aubourg (2001)'e 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.

Kimyasal analizler

pH ölçümleri, Inolab WTW marka pH metre ile Manthey ve ark. (1988)'e göre ölçülmüştür. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Tayini Antonocopoulos (1973)'e göre yapılmıştır. Homojenize edilen örneklerde, su buharı distilasyon yöntemi ile ayrılan uçucu bazlar 0,1 NaOH titre ile edilip, TVB-N miktarı tespit edilmiştir. Tiyobarbiturik Asit (TBA) Tayini için ön işlemlerden geçirilen balık örnekleri 538 nm dalga boyundaki spektrofotometrede (Tarladgis *et al.*, 1960); Trimetilamin Azot (TMA-N) miktarı ise 410 nm dalga boyundaki spektrofotometrede ölçülmüştür. (Schormüller, 1968).

İstatistiksel analiz

SPSS 14 Windows Programı kullanılarak LSD (Çoklu Karşılaştırma) testi uygulanarak gruplar arasında önem seviyesi ($p < 0.05$) kontrolü yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Duyusal analiz sonuçları

Tablo 1-3' de farklı çözündürme yöntemleri baz alınarak duyusal analiz sonuçlarının genel ortalaması toplu olarak gösterilmiştir. Sırasıyla bütün, iç organları alınmış ve fileto haldeki taze (0. gün) örneklerin birinci çalışma sonrasındaki duyusal analiz ortalaması 3.81 ± 0.03 , 3.80 ± 0.04 ve 3.79 ± 0.03 ; ikinci çalışma sonrasında 3.84 ± 0.01 , 3.76 ± 0.02 ve 3.74 ± 0.01 ; genel ortalama sonuçları ise 3.83 ± 0.02 , 3.78 ± 0.04 ve 3.77 ± 0.01 olarak tespit edilmiştir. Birinci çözündürme sonrasında sırasıyla bütün, iç organları alınmış ve fileto örneklerin genel ortalama sonuçlarının ortalaması panelistler tarafından 3.50 ± 0.02 , 3.45 ± 0.03 ve 3.40 ± 0.02 ; son çözündürme olan altıncı çözündürme sonrasında ise 0.53 ± 0.01 , 0.51 ± 0.01 ve 0.75 ± 0.03 olarak değerlendirilmiştir.

Ortam koşullarında çözündürülen levrek balıklarının duyusal yönden kabul edilebilirlik değerleri arasında, 6. çözündürme sonunda en iyi puan fileto örneklerine verilmiş olup bütün ve iç organları alınmış örneklerin ise daha düşük olmakla beraber eşit puan ile değerlendirildikleri görülmüştür.

Tablo 1. Bütün olarak işleme tabi tutulmuş, ortam şartlarında çözündürülen levrek balığının duyu analizi sonuçları**Table 1.** Results of sensory analyses of seabass that processed as whole and thawed in ambient conditions

ÇÖZÜNDÜRME	BÜTÜN						
	Deri	Göz	Solungaç	Koku	Kıvam	Doku	Genel Kabul
Başlangıç	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.	3.63±0.01	3.33±0.01	3.40±0.01	3.50±0.01	3.49±0.02	3.53±0.01	3.50±0.02
2.	3.28±0.01	3.11±0.01	2.84±0.01	2.93±0.02	3.05±0.03	3.00±0.01	3.04±0.03
3.	2.88±0.01	2.45±0.02	2.38±0.03	2.53±0.01	2.54±0.01	2.55±0.02	2.59±0.04
4.	1.84±0.02	1.63±0.02	1.44±0.01	1.54±0.01	1.65±0.02	1.68±0.02	1.70±0.01
5.	1.11±0.02	0.80±0.01	0.67±0.01	0.76±0.02	0.88±0.01	1.00±0.01	0.88±0.02
6.	0.72±0.01	0.44±0.01	0.38±0.01	0.45±0.01	0.53±0.02	0.58±0.02	0.53±0.01

Tablo 2. İç organsız olarak işleme tabi tutulmuş, ortam şartlarında çözündürülen levrek balığının duyu analizi sonuçları**Table 2.** Result of sensory analyses of seabass that processed as gutted and thawed in ambient conditions

ÇÖZÜNDÜRME	İÇ ORGANSIZ						
	Deri	Göz	Solungaç	Koku	Kıvam	Doku	Genel Kabul
Başlangıç	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.	3.48±0.02	3.41±0.01	3.53±0.01	3.51±0.01	3.48±0.02	3.46±0.02	3.45±0.05
2.	3.12±0.02	3.03±0.01	2.90±0.02	3.04±0.01	2.93±0.02	2.98±0.01	2.99±0.02
3.	2.74±0.02	2.55±0.01	2.55±0.03	2.59±0.02	2.51±0.02	2.41±0.03	2.62±0.04
4.	1.79±0.03	1.71±0.02	1.53±0.02	1.60±0.02	1.58±0.03	1.64±0.02	1.65±0.03
5.	1.01±0.02	1.00±0.01	0.87±0.02	0.92±0.03	0.83±0.02	0.93±0.01	0.88±0.01
6.	0.63±0.01	0.58±0.02	0.59±0.01	0.48±0.01	0.49±0.02	0.48±0.01	0.51±0.01

Tablo 3. Fileto olarak işleme tabi tutulmuş, ortam şartlarında çözündürülen levrek balığının duyu analizi sonuçları**Table 3.** Results of sensory analyses of seabass that processed as fillet and thawed in ambient conditions

ÇÖZÜNDÜRME	FİLETO						
	Deri	Göz	Solungaç	Koku	Kıvam	Doku	Genel Kabul
Başlangıç	3.88±0.02	-	-	3.79±0.02	3.91±0.01	3.89±0.01	3.82±0.01
1.	3.35±0.02	-	-	3.47±0.02	3.28±0.04	3.46±0.01	3.40±0.02
2.	3.13±0.02	-	-	2.93±0.03	2.93±0.01	2.87±0.02	2.99±0.03
3.	2.83±0.02	-	-	2.53±0.01	2.40±0.02	2.40±0.02	2.64±0.04
4.	1.80±0.02	-	-	1.62±0.02	1.54±0.02	1.56±0.02	1.63±0.02
5.	1.17±0.01	-	-	0.95±0.01	0.84±0.02	1.04±0.01	1.09±0.03
6.	0.84±0.13	-	-	0.66±0.01	0.48±0.01	0.62±0.02	0.75±0.06

Kimyasal analiz sonuçları

pH analiz sonuçları

Tablo 4-6'da farklı çözündürme yöntemleri temel alınarak pH analiz sonuçlarının genel ortalaması toplu olarak gösterilmiştir. Taze (0. gün) levrek balıklarının pH ortalaması 6.48 ± 0.00 olarak tespit edilmiştir. Ortam koşullarında yapılan ilk çözündürme sonrasında sırasıyla bütün, iç organları alınmış ve fileto örneklerin pH ortalaması 6.41 ± 0.00 , 6.40 ± 0.00 ve 6.41 ± 0.00 ; son çözündürme olan altıncı çözündürme sonrasında ise 6.69 ± 0.00 , 6.76 ± 0.00 ve 6.61 ± 0.00 olarak belirlenmiştir.

Ortam koşullarında çözündürülen bütün, iç organları alınmış ve fileto haldeki levrek balıkları pH değerleri açısından karşılaştırıldığında 6. çözündürme sonrasında en düşük pH içeriğinin 6.61 ile fileto örneklerde, en yüksek pH içeriğinin ise 6.74 ile iç organları alınmış balıklarda olduğu görülmüştür. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde her üç grup arasında pH değerinin istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$).

TVB-N (Toplam Uçucu Bazik Azot) analiz sonuçları

Farklı çözündürme yöntemleri temel alınarak TVB-N analiz sonuçlarının genel ortalaması Tablo 4-6'da toplu olarak gösterilmiştir. Taze (0. gün) levrek balıklarının birinci çalışma sonrasında TVB-N analiz ortalaması 18.85 ± 0.10 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Ortam koşullarında yapılan ilk çözündürme sonrasında sırasıyla

bütün, iç organları alınmış ve fileto örneklerin TVB-N sonuçlarının ortalaması 18.10 ± 0.17 , 17.87 ± 0.62 ve 18.06 ± 0.24 ; son çözündürme olan altıncı çözündürme sonrasında ise 22.35 ± 0.24 , 23.04 ± 0.08 ve 24.83 ± 0.26 mg/100g olarak saptanmıştır.

Ortam koşullarında çözündürülen levrek gruplarının TVB-N değerlerinde mikrodalga, buzdolabı ve su ortamında olduğu gibi ilk çözündürme aşamasında bir azalma, sonraki aşamalarda ise dengeli bir artış meydana gelmiştir. Son çözündürme aşaması olan 6. çözündürme sonunda en düşük TVB-N içeriğinin 23.35 ile bütün haldeki levreklerde, en yüksek değerinin ise 24.83 mg/100g ile fileto levreklerde olduğu tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde her üç grup arasında TVB-N değerinin istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$).

TMA-N (Trimetilamin Azot) analiz sonuçları

Tablo 4-6'da farklı çözündürme yöntemleri temel alınarak TMA-N analiz sonuçlarının genel ortalaması toplu olarak gösterilmiştir. Taze (0. gün) levrek balıklarının birinci çalışma sonrasında TMA-N analiz ortalaması 3.16 ± 0.00 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Ortam koşullarında yapılan ilk çözündürme sonrasında sırasıyla bütün, iç organları alınmış ve fileto örneklerin TMA-N sonuçlarının ortalaması 3.46 ± 0.01 , 3.42 ± 0.04 ve 3.52 ± 0.01 ; son çözündürme olan altıncı çözündürme sonrasında ise 4.30 ± 0.06 , 4.45 ± 0.03 ve 4.44 ± 0.01 mg/100g olarak saptanmıştır.

Ortam koşullarında çözündürülen bütün, iç organları alınmış ve fileto levrek gruplarının TMA-N değerleri bakımından bütün çözündürme aşamalarında birbirleri ile benzer değişimler tespit edilmiştir. 6. çözündürme sonunda da bütün örneklerin TMA-N değerlerinin 4.30 mg/100 g'ın üstüne çıktığı tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde, iç organları alınmış grup ile diğer gruplar arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli olduğu ($p<0.05$) fakat bütün haldeki grup ile fileto edilmiş grup arasında ki farkın istatistiki açıdan önemsiz olduğu ($p>0.05$) belirlenmiştir.

TBA(Tiyobarbitürik Asit) analiz sonuçları

Tablo 4-6' da farklı çözündürme yöntemleri temel alınarak TBA analiz sonuçlarının genel ortalaması toplu olarak gösterilmiştir. Taze (0. gün) levrek balıklarının birinci çalışma sonrasındaki TBA analiz sonuçları ortalaması 0.43 ± 0.01 mg malonaldehit/kg olarak tespit edilmiştir. Ortam koşullarında yapılan ilk çözündürme sonrasında sırasıyla bütün, iç organları alınmış ve fileto örneklerin TBA sonuçlarının ortalaması 0.42 ± 0.01 , 0.50 ± 0.01 ve 0.42 ± 0.01 ; son çözündürme olan altıncı çözündürme sonrasında ise 0.71 ± 0.03 , 1.09 ± 0.02 ve 0.85 ± 0.02 mg malonaldehit/kg olarak saptanmıştır.

Ortam koşullarında çözündürülen örneklerin TBA değerlerinin, çözündürme periyodu boyunca arttığı görülmüştür. 6. çözündürme sonunda en düşük TBA değerinin 0.71 mg malonaldehit/kg balıketi ile bütün haldeki levreklerde, en yüksek değer ise 1.09 mg malonaldehit/kg balıketi ile iç organları alınmış levrek gruplarında olduğu tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde her üç grup arasında TBA değerinin istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Protein analiz sonuçları

Tablo 4-6' da farklı çözündürme yöntemleri temel alınarak ham protein analiz sonuçlarının genel ortalaması toplu olarak gösterilmiştir. Taze (0. gün) levrek balıklarının birinci çalışma sonrasındaki ham protein analiz ortalaması %

19.69 ± 0.27 olarak tespit edilmiştir. Ortam koşullarında yapılan ilk çözündürme sonrasında sırasıyla bütün, iç organları alınmış ve fileto örneklerin % ham protein sonuçları ortalaması 19.08 ± 0.06 , 19.50 ± 0.23 ve 19.07 ± 0.15 ; son çözündürme olan altıncı çözündürme sonrasında ise 18.99 ± 0.16 , 19.02 ± 0.05 ve 19.00 ± 0.21 olarak saptanmıştır.

Ortam koşullarında çözündürülen levrek gruplarının ham protein değerleri, çözündürme periyodu boyunca bütün gruplarda bir miktar azalmıştır. 6. çözündürme sonunda ise bütün örneklerdeki protein değerinin benzer değerlerde olduğu görülmüştür. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde her üç grup arasında Ham protein değerinin istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

% Yağ analiz sonuçları

Tablo 4-6' da farklı çözündürme yöntemleri baz alınarak % yağ analiz sonuçlarının genel ortalaması toplu olarak gösterilmiştir. Taze (0. gün) levrek balıklarının birinci çalışma sonrasındaki yağ analiz ortalaması % 8.54 ± 0.12 olarak tespit edilmiştir. Ortam koşullarında yapılan ilk çözündürme sonrasında sırasıyla bütün, iç organları alınmış ve fileto örneklerin % yağ sonuçlarının ortalaması 8.09 ± 0.09 , 8.12 ± 0.52 ve 7.63 ± 0.23 ; son çözündürme olan altıncı çözündürme sonrasında ise 6.43 ± 0.19 , 6.47 ± 0.24 ve 7.48 ± 0.19 olarak saptanmıştır.

Ortam koşullarında çözündürülen levrek gruplarının % yağ değeri, 6. çözündürme periyodunun sonuna kadar birbiri ile dengeli bir seyir izlemiş başlangıçta % 8.75 olan bu değer, 6. çözündürme sonunda % 6.43 ile en düşük bütün haldeki örneklerde, % 7.48 ile de en yüksek fileto örneklerde tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde, iç organları alınmış grup ile diğer gruplar arasında farkın istatistiki açıdan önemli olduğu ($p<0.05$) fakat bütün haldeki grup ile fileto edilmiş grup arasında ki farkın istatistiki açıdan önemsiz olduğu ($p>0.05$) belirlenmiştir.

Tablo 4. Bütün olarak işleme tabi tutulmuş ortam şartlarında çözündürülen levrek balığının et yapısındaki kimyasal değişimler**Table 4.** The chemical changes of meat quality of seabass that processed as whole and thawed in ambient conditions

BÜTÜN						
	pH	TVB-N	TBA	TMA-N	% Protein	% Yağ
ÇÖZÜNDÜRME						
Taze	6.48±0.002	18.85±0.10	0.43±0.01	2.93±0.00	19.69±0.27	8.54±0.12
1.	6.41±0.002	18.10±0.17	0.42±0.01	3.46±0.01	19.08±0.06	8.09±0.09
2.	6.43±0.001	19.17±0.15	0.44±0.01	3.40±0.01	19.20±0.20	7.19±0.09
3.	6.48±0.001	19.63±0.38	0.50±0.00	3.24±0.02	19.14±0.30	7.39±0.04
4.	6.58±0.001	20.50±0.20	0.55±0.02	3.61±0.03	19.57±0.14	7.92±0.22
5.	6.56±0.002	21.03±0.15	0.64±0.01	3.91±0.05	18.87±0.32	7.60±0.37
6.	6.69±0.001	22.35±0.24	0.71±0.03	4.30±0.06	18.99±0.16	6.43±0.19

Ortalama±Standart sapma (n:6)

Tablo 5. İç organsız olarak işleme tabi tutulmuş ortam şartlarında çözündürülen levrek balığının et yapısındaki kimyasal değişimler**Table 5.** The chemical changes of meat quality of seabass that processed as whole and thawed ambient conditions

İÇORGANSIZ						
	pH	TVB-N	TBA	TMA-N	% Protein	% Yağ
ÇÖZÜNDÜRME						
Taze	6.48±0.002	18.85±0.10	0.43±0.01	2.93±0.00	19.69±0.27	8.54±0.12
1.	6.40±0.001	17.87±0.62	0.50±0.01	3.42±0.04	19.50±0.23	8.12±0.52
2.	6.43±0.002	19.35±0.23	0.51±0.01	3.39±0.03	19.02±0.04	7.84±0.29
3.	6.44±0.001	20.16±0.49	0.58±0.02	3.32±0.02	18.87±0.28	7.19±0.37
4.	6.53±0.001	20.89±0.28	0.62±0.02	3.72±0.02	18.82±0.08	7.80±0.38
5.	6.54±0.002	22.91±0.22	0.89±0.02	3.86±0.00	19.02±0.14	7.32±0.27
6.	6.76±0.002	23.94±0.08	1.09±0.02	4.45±0.03	19.02±0.05	6.47±0.24

Ortalama±Standart sapma (n:6)

Tablo 6. Fileto olarak işleme tabi tutulmuş ortam şartlarında çözündürülen levrek balığının et yapısındaki kimyasal değişimler**Table 2.** The chemical changes of meat quality of seabass that processed as fillet and thawed in ambient conditions

ÇÖZÜNDÜRME	FİLETO					
	pH	TVB-N	TBA	TMA-N	% Protein	% Yağ
Taze	6.48±0.002	18.85±0.10	0.43±0.01	2.93±0.00	19.69±0.27	8.54±0.12
1.	6.41±0.001	18.06±0.24	0.42±0.01	3.52±0.01	19.07±0.15	7.63±0.23
2.	6.46±0.000	19.84±0.41	0.47±0.01	3.38±0.07	19.20±0.14	6.88±0.37
3.	6.49±0.001	20.32±0.28	0.56±0.04	3.25±0.02	18.93±0.46	7.55±0.34
4.	6.52±0.001	21.70±0.10	0.66±0.02	3.71±0.01	19.56±0.31	8.03±0.35
5.	6.51±0.001	23.76±0.20	0.74±0.03	3.99±0.06	19.14±0.32	7.37±0.65
6.	6.61±0.004	24.83±0.26	0.85±0.02	4.44±0.01	19.00±0.21	7.48±0.19

Ortalama±Standart sapma (n:6)

Diğer çalışma verilerine bakıldığında levrek balıkları üzerine yapılan çalışmalarda Periago ve diğ. (2005), taze kültür levreğinin başlangıç pH, ham protein ve % yağ içeriğini sırasıyla 6.44, %23.37 ve %6.66, Alasalvar ve diğ. (2002), protein oranını %20.7, yağ oranını %5.2, Orban ve diğ. (2003) ise protein oranını %19.58, yağ oranını %9.36, pH içeriğini ise 6.27 olarak bulmuşlardır. Beklevik ve diğ. (2005) deniz levreği filetolarının ham protein ve lipit içeriğini depolama başlangıcında %19.75 ve %1.22 olarak saptamışlardır. Çaklı ve diğ. (2006), iç organları temizlenmiş levrek balığı için depolama periyodunun başlangıcında sırasıyla TMA-N değerlerini 1.26 ±0.00 mg/100g, TVB-N değerlerini 16.2 ±0.28 mg/100g, TBA değerlerini ise 0.63 ±0.06 mg MA/kg olarak belirlemişlerdir. Yine Çaklı ve diğ. (2007), solungaçları ve iç organları alınarak buz içerisinde depoladıkları levreğin başlangıç TBA değerini 0.259 mg malonaldehit/kg, TVB-N değerini 17.11 mg/100g, TMA-N değerini ise 0.273 mg/100g olarak saptamışlardır. Baygar ve diğ. (2004), hamsi ve çinekop balıklarının birden fazla kez dondurulup farklı ortamlarda

çözündürülmesi sırasında meydana gelen kalite kayıplarını tespit ettikleri çalışmada hamsi ve çinekop balıklarının sırasıyla başlangıç duyusal analiz değerlerini 8.70 ve 8.85; pH değerini 6.21 ve 6.01; TVB-N değerlerini 21.88 ve 17.70 mg/100 g; TMA-N değerlerini ise 4.02 ve 3.55 mg/100g olarak tespit etmişlerdir. Ersoy ve diğ. (2008), Avrupa yılan balığını, buzdolabı, su, ortam şartları ve mikrodalga kullanarak farklı çözündürme işlemlerine tabi tuttıkları çalışma sırasında başlangıç pH değerini 6.23, TVB-N değerini 12.47 mg/100g, TBA içeriğini 1.10 mg malonaldehit/kg olarak bulmuşlardır.

Çalışmamızda bütün, iç organları alınmış ve fileto haldeki levrek balığının başlangıç duyusal yönden kabul edilebilirlik analiz değerleri 3.83 ±0.02, 3.78 ±0.04 ve 3.77 ±0.01 olarak panelistler tarafından değerlendirilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre dondurma ve çözündürme yöntemlerinin özellikle balık proteini, tekstürü, deri kuruluğu, balık eti ve gözünde nem kayıpları ve solungaçları üzerinde oldukça etkili olduğu görülmektedir. Çalışma başlangıç değerlerimiz

ile yapılan diğer çalışmaların sonuçları karşılaştırıldığında birçok durumda benzerlik gösterdiği görülmektedir. Aradaki görülebilecek farklılıkların ise balık türünün, av şeklinin ve mevsiminin, balığın yaşadığı ortamın, balığa uygulanan işlemlerin ve analiz metotlarının etkili olduğu düşünülmektedir.

Altıncı çözündürme sonrasında levrek örneklerinin duyuşal özelliklerinin genel kabul edilebilirlik değerleri göz önüne alındığında en iyi durumda olanların fileto levreklerde (0.75 ±0.06), en düşük kalitede olanın ise pulları ve iç organları alınmış levreklerde (0.51 ±0.01) olduğu görülmüştür. Bütün ve pulları/iç organları alınmış levrekler dördüncü çözündürmeden sonra, fileto levrekler beşinci çözündürmeden sonra sınır değer olarak kabul edilen "1" değerinin altında puan almışlardır. Srinivasan ve diğ. (1997), yaptıkları çalışmada üçüncü çözündürme işleminden sonra karideslerin fizikokimyasal ve doku özelliklerinde kayıpların meydana geldiğini bildirmektedirler. Hallier ve diğ. (2007) balık filetolarında dondurma ve çözündürme aşamasından sonra, kaslardaki protein yıkımı sonucunda etin parlaklığında bir azalmanın meydana geldiği belirtilmektedir. Dondurma ve çözündürme aşamasından sonra su tutma kapasitesinin kaybı yüzünden et kıvamı daha az sulu olmuş ve filetoların esnekliğinde azalma ve parçalanma dikkat çekmiştir.

Ortam sıcaklığında çözündürülen tüm grupların (Bütün, İç organları alınmış, Fileto) 6. çözündürme sonrasında fizikokimyasal analiz sonuçları göz önünde bulundurulduğunda pH, TVB-N, TBA, TMA-N, Ham protein ve Ham yağ değerleri sırasıyla 6.69, 6.76, 6.61; 22.35, 23.94, 24.85 mg/100g; 0.71, 1.09, 0.85mg malonaldehit/kg; 4.30, 4.45, 4.44 mg/100g; % 18.99, 19.02, 19.00; % 6.43, 6.47, 7.48 olarak belirlenmiştir.

Ersoy ve diğ. (2008), Avrupa yılan balığını ortam şartları ile çözündürme işlemine tabi tuttukları çalışma sırasında dondurma çözündürme işlemi uygulaması sonrasında pH değerinin azalarak istatistiksel açıdan önemli bir değişime sebep olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca çalışma sonucunda çözündürülmüş örneklerin pH içeriğinin 6.5'i geçmediği bildirilmektedir. Çözündürme sonrası yılan balıklarının TVB-N içeriklerinin 11.53 ve 12.52 mg/100g arasında değişim gösterdiği; TBA miktarında ise taze örneklerde 1.10 mg malonaldehit/kg, çözündürme sonrasında ise bu değerlerde istatistiksel açıdan önemli bir azalma olduğu tespit edilmiştir. TBA değerinde

meydana gelen bu azalmanın, yağ oksidasyonu sırasında ortaya çıkan ürünlerin birbirleri ile etkileşmelerinden kaynaklanabileceği olarak açıklanmıştır. Mol ve diğ. (2004), çalışmalarında Türkiye'ye getirilen ithal uskumruların değişik çözülme koşullarındaki kalite parametrelerini belirlemiştir. Bu çalışma sonucunda oda şartları kullanılarak yapılan çözündürme koşullarının balık kalitesi üzerinde önemli bir değişime neden olmadığı, ithal uskumruların oda sıcaklığında sağlıklı biçimde çözülerek tüketilebileceği vurgulanmıştır.

Sonuç

Bu çalışmada ortam koşullarında çözündürme işleminde balık etinde kalite kayıplarının fazla olduğu gözlenmiştir. Özellikle etin yumuşaması, kötü koku oluşumu, deri ve pullardaki parlaklığın gitmesi, solungaçlardaki değişimler daha fazla hissedilmiştir. Balık etinin durumuna göre karşılaştırma yapılacak olunursa pullu ve derili örneklerin kalite açısından daha iyi durumda oldukları görülmüştür. Her ne kadar dördüncü çözündürme işlemi sonrasında balıklar duyuşal açıdan kabul edilemez durumda olsalar bile bütün dondurulmuş gıdaların sadece bir kere çözündürüldükten sonra hemen tüketilmeleri gerekmektedir. Çalışma sonucunda tüketicilere ihtiyaçları oranında balıkları dondurup çözündürmeleri önerilmektedir.

Kaynaklar

- Alasalvar, C., Taylor, K.D.A., Öksüz, A., Shahidi, F., Alexis M., (2002). Comparison of Freshness Quality of Cultured and Wild Sea Bass, *Journal of Food Science*, **67**(9): 3220-3226.
- doi:[10.1111/j.1365-2621.2002.tb09569.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb09569.x)
- Antonocopoulos, N., (1973). Bestimmung des Flüchtigen Basenstickstoffs. In: Ludorf W, Meyer V, Fische und Fischerzeugnisse. Aulage Verlag Paul Parey, Berlin, pp 224-225.
- Aubourg, S.P., (2001). Chilled Storage of Horse Mackerel, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, **78**(8): 857-862.
- Baygar, T., Özden, Ö., Üçok, D., (2004). Dondurma ve Çözündürme İşleminin Balık Kalitesi Üzerine Etkisi, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, **28**(1): 173-178.

- Beklevik, G., Polat, A., Özoğul, F., (2005). Nutritional Value of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Fillets during Frozen (-18°C) Storage, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, **29**: 891-895.
- Bulduk, S., (2002). Gıda Teknolojisi, Detay Yayıncılık 1. Baskı, Yayın no: 02-06-0395-HY-40, s.147-149, ISBN 975-8326-43-0.
- Çaklı, S., Kılinc, B., Cadun, A., Dinçer, T., Tolasa, S., (2007). Quality Differences of Whole Ungutted Sea Bream and Sea Bass While Stored in Ice, *Food Control*, **18**: 391-397.
doi: [10.1016/j.foodcont.2005.11.005](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.11.005)
- Çaklı, S., Kılinc, B., Cadun, A., Tolasa, S., (2006). Effect of uncutting on microbiological, chemical and sensory properties of aquacultured sea bream and sea bass stored in ice, *European Food Research and Technology*, **222**: 719-726.
doi: [10.1007/s00217-005-0014-1](https://doi.org/10.1007/s00217-005-0014-1)
- Ersoy, B., Aksan, E., Özeren, A., (2008). The Effect of Thawing Methods on The Quality of Eels (*Anguilla anguilla*), *Food Chemistry*, **111**: 377-380.
doi: [10.1016/j.foodchem.2008.03.081](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.03.081)
- Hallier, A., Chevallier, S., Serot, T., Prost, C., (2007). Freezing-Thawing Effects on The Colour and Texture of European Catfish Flesh, *International Journal of Food Science and Technology*, **43**(7): 1253-1262.
doi: [10.1111/j.1365-2621.2007.01601.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01601.x)
- Manthey, M., Karnop, G., Rehbein, H., (1988). Quality Changes of European Catfish (*Silurus glanis*) from Worm-Water Aquaculture During Storage Ice, *International Journal of Food Science and Technology*, **23**: 1-9.
doi: [10.1111/j.1365-2621.1988.tb00543.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1988.tb00543.x)
- Mol, S., Özden, Ö., Erkan, N., Baygar, T., (2004). İthal Uskumruların Değişik Çözülme Koşullarındaki Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, **28**(6): 1071-1077.
- Olgunoğlu, A.İ., Polat, A., (2002). Dondurarak depolanan (-18°C) sudak (*Sander lucioperca*) filetolarında kimyasal ve duyuşal değişimler, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, **26**: 879-884.
- Orban, E., Nevigato, T., Di Lena, G., Casini, I., Marzetti, A., (2003). Differentiation in the Lipid Quality of Wild and Farmed Seabass and Gilthead Sea Bream, *Journal of Food science*, **68**: 1-5.
doi: [10.1111/j.1365-2621.2003.tb14127.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb14127.x)
- Özeren, A., Ersoy, B., (2008). Yılan Balığı (*Anguilla anguilla*)'nın Duyusal ve Renk Kalitesi Üzerine Defrost Yöntemlerinin Etkileri, *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, **1**(2): 9-11.
- Periago, M.J., Ayala, M.D., Lopez-Albors, O., Abdel, I., Martinez, C., Garcia-Alcazar, A., Ros, G., Gil, F., (2005). Muscle Cellularity and Flesh Quality of Wild and Farmed Sea Bass, *Aquaculture*, **249**: 175-188.
doi: [10.1016/j.aquaculture.2005.02.047](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.02.047)
- Schormüller, J. (1968). Handbuch der Lebensmittel Chemie. Band III/2 Teil. Tierische Lebensmittel Eier, Fleisch, Fisch, Buttermilch. Springer-Verlag.: 1341-1392.
- Srinivasan, S., Xiong, Y.L., Blanchard, P.S., Tidwell, J.H., (1997). Physiochemical Changes in Prawns Subjected to multiple Freze-Thaw Cycles, *Journal of Food Science*, **62**: 123-127.
doi: [10.1111/j.1365-2621.1997.tb04381.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1997.tb04381.x)
- Tarladgis, B.G., Watts, B.M., Yonathan M., (1960). Distillation method for the determination of malonaldehyde in rancid foods, *Journal of American Oil Chemistry Society*, **37**(1): 44-48.
doi: [10.1007/BF02630824](https://doi.org/10.1007/BF02630824)
- Tokur, B., Kandemir, S., (2008). Dondurulmuş Balıklarda Farklı Çözündürme Şekillerinin Protein Kalitesine Olan Etkileri, *Journal of FisheriesSciences.com*, **2**(1): 100-106.
doi: [10.3153/jfscm.2008010](https://doi.org/10.3153/jfscm.2008010)
- Turan, H., Kaya, Y., Erdem, M.E., Sönmez, G., Kodalak, N., Erkoyuncu, İ., (2006). Donmuş Alabalıkların Kalitesi Üzerine Farklı Çözdürme Koşullarının Etkisi, *Istanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **20**: 21-32.