

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Farklı Günlerde Soğuk Muhafazadan Çıkarılan ve Farklı Sıcaklıklarda Pişirilen Balıkların Bazı Kalite Parametrelerinin İncelenmesi

Zafer CEYLAN

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Van, Türkiye
e-posta: zaferceylan@yu.edu.tr; zaferceylan3407@hotmail.com

Öz: Çiğ örnek kalitesine bağlı olarak yapılan farklı pişirme sıcaklık ve süre ilişkisi (t70: 60 dakika süresince 70 °C de ve t140: 30 dakika süresince 140 °C'de) ile örneklerin duyu karakterlerindeki (koku, doku, renk ve tat), pH ve mikrobiyal gelişimindeki (mezofilik, psikrofilik ve koliform) değişimler ortaya konulmuştur. Ürünün pişirilmesi ile başlangıçtaki çiğ ürünün pH değerine kıyasla pH değerinde artış gözlenmiştir. Ayrıca, ham materyalin mikrobiyolojik olarak bozuk tespit edildiği 7.günde, t70 ve t140 grubu örneklerinin pH değerleri sırası ile 6.86 ve 6.97 bulunmuştur. Ayrıca t70 grubunun başlangıç ve son pH değerleri ile, t140 örneklerinin başlangıç ve son değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Çiğ ürünün başlangıç TMAB (toplam mezofilik bakteri) ve TPB (toplam psikrofilik bakteri) yükü sırası ile 1.15 ve 2.47 log KOB/g olarak tespit edilirken, t70 ve t140 gruplarının TMAB ve TPB yükü her iki grup içinde 1 log KOB/g değerinin altında kalmıştır. Ayrıca hem çiğ hem de pişirilmiş örneklerde analiz periyodu boyunca koliform bakteri yükü 1 log KOB/g değerinin altında tespit edilmiştir. Raf ömrü arttıkça, çiğ ürün duyu kalitesi hızlı bir şekilde bozulmuş fakat, bu ürünlerden elde edilen t70 ve t140 grupların duyu skorları daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca ürünün pişirilmesine bağlı olarak nem kaybı meydana gelmiş olup, t70 ve t140 gruplarında bu değer maksimum %12 ile t140 grubu örneklerinde depolamanın 1.günü tespit edilmiştir. Bu çalışma dış ortamdaki tüketimler açısından tüketicilerin dikkatli olması gerektiğini ortaya koymuştur. Ham materyal kalitesi çok düşük olan ürünler tüketiciye pişirilerek sunulabilir. Bu bağlamda bu çalışma pişmiş ürünlerin tüketici tarafından duyu olarak incelenmesinin çok daha önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Balık, Duyusal kalite, Gökkuşaklı alabalığı, Mikrobiyal yük, pH, Pişirme

Determination of the Some Quality Parameters of Fish Samples Taken out of the Refrigerator at Different Preservation Period and Cooked at Different Temperature

Abstract: The changes in sensory characteristics, pH and microbial growth of the samples cooked at different temperature and time (t70: for 60 min. at 70 °C, and t140: 30 min. at 140 °C) were revealed depending on the raw material quality. As compared to initial pH value of the raw material, after cooking process, increase in the pH value of the cooked samples was observed. Even, on the day that raw material was unfit for human consumption, the changes in the pH values of t70 and t140 samples (6.86 and 6.97) were not determined to be significantly ($p>0.05$). Moreover, in both raw and cooked samples, coliform bacteria load was found to be below 1 log CFU g^{-1} during the analysis period. While total mesophilic aerobic bacteria (TMAB), and total psychrophilic bacteria (TPC) counts of the raw material were defined to be 1.15 log CFU g^{-1} and 2.47 log CFU g^{-1} , respectively. On the other hand, the bacterial growth in TMAB and TPC of t70 and t140 samples were determined to be lower than 1 log CFU g^{-1} . Sensory quality of the raw material was rapidly deteriorated with increasing storage time, on the other hand, the sensory scores of the samples (t70 and t140) obtained from these raw materials were detected to be higher. Furthermore, depending on the cooking of the samples, the loss of moisture for t70 and t140 samples reached 12% on the first cold storage day. This study revealed that consumers should be careful in terms of consumption in the outdoor. Fish samples having lower quality might be serviced to the consumers. In this case, as was seen from the present study results, the sensory evaluation of the cooked samples is much more important for the consumers.

Keywords: Fish, Sensory quality, Rainbow trout, Microbial load, pH, Cooking

Giriş

Gıdanın duysal ve mikrobiyal özellikleri gibi kalite parametrelerinin bilinmesi tüketiciler açısından önemlidir. Bu bağlamda besin değeri son derece yüksek gıda maddeleri arasında olan balık (Turan ve ark. 2006), aynı zamanda (kalp damar hastalıklarına yakalanma riskini azaltma gibi etkilerinden dolayı) en sağlıklı gıdalar arasında yer almaktadır (Valenzuela ve Valenzuela 2013). Bu kadar değerli bir besin maddesi olmasının yanı sıra ülkemizde balık tüketimi çok yaygın değildir. Öyle ki 2007 yılında ülkemizde ortalama tüketim 8.5 kg/kişi/yıl iken, aynı yıl içerisinde Avrupa Birliğinde ortalama tüketimin 22 kg/kişi/yıl olduğu tespit edilmiştir (TÜİK 2013). 2016 yılı "Yetiştiricilik üretimi ve tatlı su ürünleri için Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı" verilerine bakıldığında ise toplamda üretim 588715 ton olarak tespit edilmiştir. Ancak aynı yıl kişi başı tüketim 5.4 kg'a kadar düşmüştür (TÜİK 2016). Bu durumun toplumun beslenme alışkanlıkları ile açıklanmasının yanı sıra son 10 yıl içerisinde tüketimin %40 civarında düşmesi ürünün kalitesinin korunamaması ve buna bağlı olarak tüketicinin besin değeri yüksek ama son derece kolay bozulabilen (Iwamoto ve ark.2010; Adedeji ve ark. 2012), su ürünlerine negatif bakışından da ileri geldiği düşünülmektedir.

Yukarıdaki nedenlerden dolayı hem ham materyalin kalitesinin çeşitli muhafaza yöntemleri ile korunması hem de tüketime hazır olarak sunulacak ürünlerin kalitesinin de belirlenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, duysal, fizikokimyasal, kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmalar balık ürünlerinde incelenmektedir (Çetinkaya ve ark. 2014). Fizikokimyasal (pH'daki değişimler gibi), kimyasal (toplam uçucu bazik azot tayini gibi) ve mikrobiyolojik (mezofilik bakteri yükündeki artış gibi) bozulmalar tüketiciler tarafından ürünün tüketimi esnasında tespit edilmesi mümkün olmayan kalite göstergelerindedir. Ancak, üründe meydana gelen duysal bozulmalar (iç organları ve kafası uzaklaştırılmış çiğ/pişmiş örneklerde: tat, koku, doku ve renk gibi) dikkatli tüketiciler tarafından kolay bir şekilde tespit edilebilmektedir. Zaten Howgate (1982), Barbosa ve Vaz-Pires (2004)'e göre, duysal metodlar su ürünlerinin tazeliğinin belirlenmesinde kullanılan en tatmin edici yöntemler olarak sunulmaktadır.

Ülkemizde balık tüketimi yaygın olarak belirli bir sıcaklık uygulandıktan sonra servis edilmesine dayanmaktadır. Bu noktada uygulanan süre ve sıcaklık mikrobiyal gelişimi ve enzimsel faaliyetleri de etkileyebilmekte ya da sınırlayabilmektedir. Bilindiği üzere, psikrofil bakteriler buzdolabı sıcaklığında üreyebilmektedir (Dalgaard 2003). Mezofiller ise insan vücut sıcaklığı aralığında ve ayrıca oda sıcaklığında da üreyebilmektedir. Pişirme işlemi patojenik ve bozulma etmeni olan mikroorganizmaları yıkabilmektedir. Ayrıca pişirme enzimleri, istenilen aromayı ve balık tadını da geliştirebilmektedir (McLay 1982).

Pişmiş balığın kalitesini belirleyen en önemli kriterlerden biri post-mortem dönemden itibaren sürekli azalan taze veya bir başka ifade ile ham materyalin kalitesidir (Olafsdóttir ve ark. 1997). Isıl işlem uygulamaları çok eski dönemlerden beri uygulanmaktadır. Köklü literatür bilgilerine bakıldığında, sıcaklığın (ısıl işlem uygulama) mikroorganizmaları yıkmak için, en etkin ve pratik yöntem olduğu belirtilmektedir. Örneğin 140 F da 30 dakika süresince, 161 F da ise 16 saniye süresince uygulanan pastörizasyon işlemi süresince hastalık etmeni olan vejetatif hücrelerin yıkımı gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca maya, küf ve bozulma etmeni olan bakterilerde pastörizasyon sıcaklığında ölebilmektedir. Yoğun popülasyonun ölümü düşük popülasyonun ölümüne göre daha uzun süreç almaktadır. Öte yandan, 120 °C de 35 dakika süresince yapılan ısıl işlem, 1 log KOB/g'ın altındaki seviyeye düşürüldüğü tespit edilmiştir. Ancak aynı sürede sıcaklık 110 °C'ye düşürüldüğünde sporların logaritmik üremesi 3 log KOB/g civarına kadar çekilebilmektedir (Anonim 2018). Gıda güvenliğinin yanı sıra, Mazi ve Mazi (2017), pişirme yöntemi, süresi ve sıcaklığının gıda maddesi üzerinde bazı yapısal değişikliklere (miyofibriller ve sarkoplazmik proteinler gibi) neden olabileceğini vurgulamıştır.

Bu literatür bilgileri ışığında özellikle pişirilmiş ürünlerin kalitesinin ortaya konulması önemlidir. Öyle ki ham materyal günlerce buzdolabı koşullarında saklanmakta ve mikrobiyal sınır değerlere yakın olsa bile, tüketiciye yüksek ısıda pişirilmiş ürünler sunulabilmektedir. Bu bağlamda bu çalışmanın amacı ham materyalin depolama süresine bağlı olarak duysal, mikrobiyal ve pH değerinde meydana gelen değişimlerini ortaya koymaktır. Aynı zamanda ham materyal kalitesi raf ömrüne bağlı olarak değişen ürünün farklı sıcaklık ve sürelerde fırında pişirilmesi ve elde edilen ürünün mezofilik, psikrofilik, koliform bakteri yükünü tespit etmenin yanı sıra tat, doku, koku ve renk (duysal) parametrelerinde meydana gelen farklılıkları, pH değeri ile beraber ortaya koymak ve böylece tüketiciler için farkındalık yaratmaya yardımcı olmaktır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu çalışmada, gıda materyali olarak ağırlığı 270±74.2 gram olan iç organları çıkartılmış, baş ve solungaç kısmı vücuttan ayrılmış olan dersi üzerinde bırakılmış olan alabalıklar (*Oncorhynchus mykiss*, L.) kullanılmıştır. Örnekler taze olarak yerel bir üreticiden temin edilmiştir.

Metot

Soğuk Muhafaza

İç organları, baş ve solungaç kısımları uzaklaştırıldıktan sonra, tüm örnekler ayrı olacak şekilde alüminyum folyoya sarılıp kilitli poşetlerin içerisine yerleştirilmiş poşetlerin ağızları adi paketleme olacak şekilde kapatılmış ardından tüm örnekler 4±1 °C'de soğuk muhafaza koşulları altında depolanmıştır.

Pişirme İşlemi

Pişirme işlemi iki farklı sıcaklık ve sürede gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, 70 °C'de 60 (t70) dakika ve 140 °C'de 30 (t140) dakika olmak üzere endüstriyel pişirme fırınları (Öztiryakiler, Model OSC61) kullanılarak alüminyum folyolar içerisinde pişirilmiştir. Her bir grubu temsilen üç farklı (n=3) örnek pişirilmiştir. Çalışma iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

pH Ölçümü

Herhangi bir ısıl işleme tabi tutulmamış kontrol grubu örnekleri (K), farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilen örneklerden (t70 ve t140) ayrı ayrı 2g homojenize edilmiş örnekler beher içerisinde tartılıp üzerine 20 mL saf su eklenmiş (w:v; 2:20), iyice karıştırılmış ve pH metrenin (Hanna Instruments Digital, Bench-model pHMeter Model HI-2210) probu solüsyonun içerisine daldırılarak bir gruba ait 3 farklı (n=3) ölçüm işlemi gerçekleştirilmiştir.

Nem Analizi

Yüzde nem analizi AOAC (1998)'nin 980.46 numaralı metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Buna göre; K, t70 ve t140 gruplarına ait homojen edilmiş örneklerden ayrı ayrı 1-2 g arasında öncesinde sabit tartıma getirilen petrilere konulmuş ve bu örnekler (n=3: her bir grup için) petri içerisinde 105 °C'de 3 saat süresince etüvde bekletilmiştir. Desikatöre alınan örnekler soğumaya bırakıldıktan sonra tartıma alınmıştır. Sonuçlar yüzde nem değeri olarak formül 1'de belirtildiği şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Formül 1: \% Nem} = (\text{Son Tartım (g)} - \text{Boş Petri Ağırlığı (g)}) \times 100 / \text{Örnek Ağırlığı (g)}$$

Duyusal Analiz

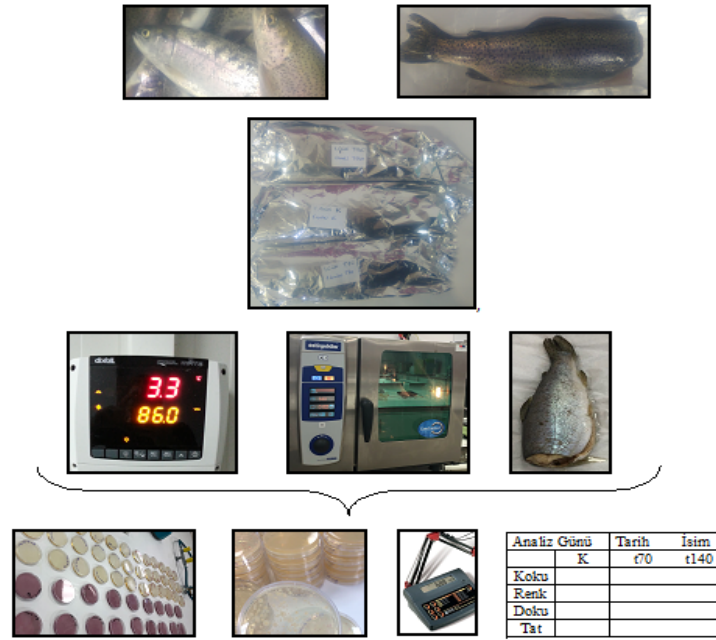
Balık örneklerinin (K, t70 ve t140 gruplarının) duyusal özelliklerini belirlemek amacıyla çiğ ve pişmiş örneklerde duyusal analiz testi uygulanmıştır. Eğitimli panelistler (n=10) tarafından 1-9 arası hedonik test tablosu ve Stone ve Sidel, (1993) duyusal analiz metodundan uyarlanarak duyusal analizler gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, K grubuna ait örneklerde; doku, koku, renk, genel beğeni kriterlerine göre değerlendirilmiştir. t70 ve t140 gruplarının duyusal değerlendirilmesinde ise yukarıda belirtilen parametrelere ek olarak "tat" parametresi eklenmiştir. 9 puan en yüksek kaliteyi, 4 puan duyusal olarak ürünün ret edildiği değeri tanımlamıştır.

Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizler kapsamında çiğ ve pişmiş örneklerde Toplam Mezofilik Aerobik bakteri (TMAB), Toplam Psikrofilik bakteri (TPB) ve Toplam Koliform (TKB) bakteri sayımları gerçekleştirilmiştir. TMAB ve TPB dökme plak yöntemine göre yapılmıştır. TMAB ve TPB sayımı için her bir dilüsyondan 1 mL örnek alınarak petrilere içerisine otomatik pipet yardımı ile aktarılmıştır. Örneğin üzerine Plate Count Agar (PCA, Merck-VM774463703) besiyerinin dökülmesi ve çalkalama işlemi ile ekim işlemi gerçekleştirilmiş örnekler soğumaya bırakılmıştır. TMAB'nin inkübasyonu için K, t70 ve t140'a ait örnekler 35 °C'ye ayarlanmış inkübatörde (Nüve, EN 500) 24-48 saat süresince inkübasyona bırakılmıştır. TPB'lerin inkübasyonu için, K,

t70 ve t140'ye ait örnekler 7 °C' ye ayarlanmış inkübatörde (Elektro-Mag, M7040R) 10 gün boyunca inkübasyona bırakılmıştır. TMAB ve TPB sayımı veya tespiti için FDA bakteriyolojik analitik manuelinde yer alan Maturin ve Peeler (1998) yöntemine göre tüm mikrobiyolojik işlemler gerçekleştirilmiştir. Her bir analiz ve örnek grubu için n=12 olarak sonuçlar elde edilmiş ve değerlendirilmiştir.

Çiğ ve pişmiş örneklerin TKB sayımı için VioletRed Bile Agar (VRBA, Oxoid-CM0107) kullanılarak dökme plak yöntemi uygulanmıştır (FDA 1998). Dilüsyonlar' dan ayrı ayrı 1 mL alınarak steril plastik petri kutularına aktarılmış ve üzerine VRB agar dökülmüştür. Tüm örnekler 30°C'de 24 saat süresince inkübasyona (Nüve, ES 120) tabi tutulmuştur. Her bir analiz ve örnek grubu için n=12 olarak sonuçlar elde edilmiş ve değerlendirilmiştir. Çalışmada yapılan tüm işlemler kısaca Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışmada yapılan tüm işlemlerin şekil özeti.

İstatistiksel Analiz

Çalışma sonucunda elde edilen veriler JMP (SAS Campus Drive, USA Versiyon 14) istatistik yazılım programında "One-Way ANOVA" analizine tabi tutularak K, t70 ve t140 gruplarına ait farklılıklar $p < 0.05$ önem derecesinde Duncan çoklu karşılaştırma testi ile tespit edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Duyusal Analiz

Koku, renk, doku ve tat skorları sırası ile Çizelge 1'de verilmiştir. Soğuk depolamanın birinci günü yapılan duyusal analiz panelinde pişirilmiş örneklere (t70 ve t140) ait koku skorları kontrol grubu örneklerine kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Depolama periyodunun artışına bağlı olarak, koku parametresindeki bozulma hızı pişmiş örneklerde daha yavaş gerçekleşmiştir. Hatta pişmiş ve çiğ örneklerin 4. ve 7.günlerindeki analiz sonuçları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Ayrıca pişirme sıcaklığı arttıkça, çiğ örneklerdeki kokuşmanın pişirme ile baskılanabildiği gözlenmiştir. Ólafsdóttir (2005)'e göre; alkoller, aldehytler, ketonlar, esterler, sülfürlü ve aminli uçucu bileşikler ve spesifik bozulma etkeni olan organizmaların balıkta oluşumu ile duyusal karakteristiklerin en önemlilerinden biri olan koku parametresinde duyusal bozulmalar ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda, bu çalışmada çiğ ürünlerde bu bileşimler açık bir şekilde fark edilirken, pişirmeye bağlı olarak özellikle 140°C'de yapılan pişirme işlemi esnasında bu bileşenlerin konsantrasyonlarında değişimler meydana gelebileceği böylece koku yönünden ürünün çiğ ürüne

kıyasla daha yüksek puan alabildiği düşünülmektedir. Öyle ki çiğ, t70 ve t140 gruplarına ait örneklerin koku değeri 7.günde sırası ile 3.12, 4.62 ve 5.37 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 1.Duyusal parametrelerde meydana gelen değişimler

Grup	Bakteri	Başlangıç	1.gün	4.gün	7.gün
K	koku	9.00±0.00 ^{aA}	8.20±0.48 ^{aB}	5.25±0.10 ^{bC}	3.12±0.18 ^{bD}
	renk	9.00±0.00 ^{aA}	9.00±0.00 ^{aA}	5.62±0.20 ^{bB}	3.00±0.24 ^{bC}
	tekstür	9.00±0.00 ^{aA}	9.00±0.00 ^{aA}	5.50±0.15 ^{bB}	3.75±0.13 ^{bC}
t70	koku	8.75±0.25 ^{aA}	8.75±0.19 ^{aA}	7.12±0.56 ^{aB}	4.62±0.40 ^{aC}
	renk	8.50±0.50 ^{aA}	8.62±0.38 ^{aA}	7.75±0.15 ^{aB}	5.25±0.55 ^{aC}
	tekstür	7.75±0.50 ^{bA}	7.75±0.25 ^{bA}	7.25±0.20 ^{aB}	4.87±0.27 ^{aC}
	tat	9.00±0.00 ^{aA}	7.95±0.40 ^{aB}	7.55±0.49 ^{aB}	3.87±0.90 ^{aC}
t140	koku	9.00±0.00 ^{aA}	8.75±0.18 ^{aB}	8.25±0.75 ^{aB}	5.37±0.72 ^{aC}
	renk	9.00±0.00 ^{aA}	8.75±0.25 ^{aA}	7.75±0.14 ^{aB}	5.80±0.30 ^{aC}
	tekstür	8.75±0.25 ^{aA}	8.75±0.25 ^{aA}	7.20±0.30 ^{aB}	4.85±0.16 ^{aC}
	tat	8.50±0.50 ^{aA}	8.50±0.50 ^{aA}	7.75±0.30 ^{aA}	4.75±0.50 ^{aB}

^{a-b}: aynı gün içerisindeki gruplar arasındaki istatistiksel farkı gösterir ($p < 0.05$), ^{A-C}: aynı gruba ait farklı depolama günlerindeki istatistiksel farkı tanımlar ($p < 0.05$). t70: 60 dakika süresince 70 °C'de pişirilen örnekleri tanımlar, t140: 30 dakika süresince 140 °C'de pişirilen örnekleri temsil eder.

Renk parametresi duyuşsal parametreler arasında özellikle tüketiciler için en önemli kriterlerden biridir (Ólafsdóttir ve ark. 2004). Bu bağlamda sarımsı ya da sarı renge dönen et kalitesi en düşük kaliteyi temsil edebilmektedir (Kulawik ve ark. 2016). Depolama sürecinin ilerlemesiyle beraber özellikle kontrol grubu örneklerinin renginde olumsuz renk dönüşümü hızlı bir şekilde gerçekleşmiştir. Öyle ki, 4. ve 7.günlerde pişirilmiş ve çiğ örnekler arasındaki renk kalite farkı istatistiksel analiz sonuçlarıyla da tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Kontrol grubu örnekleri depolamanın son günü 3.00 puanda iken, aynı gruba temsil eden ürünlerin farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilmesi renk karakteristikleri açısından istatistiksel bir fark ortaya koymamıştır ($p > 0.05$). Çiğ ürünün kalitesi düşük olsa bile, pişirme işlemi ürünün renk karakteristiklerinde ciddi bir kamufleje sebep olabilmektedir.

Pişirme işleminin ürünün dokusunu tüketici beğenilirliği seviyesinin üzerinde tuttuğu görülmektedir. Kontrol grubu örneklerinin doku skoru ilk güne kıyasla 4.günde 5.50 ($p < 0.05$) seviyesine keskin bir şekilde düşerken, aynı gün de ısı işlem uygulanan grupların en düşük skoru 7.20 ($p < 0.05$) olarak tespit edilmiştir. Bu durum özellikle ürünün pişirmeye bağlı olarak hızla su kaybedip daha sıkı bir yapıya kavuşması ve doku parametresini çiğ örneklere kıyasla daha iyi korumasına yardımcı olması ile açıklanabilir. Halihazırda yapılan nem analizi sonuçlarına göre kontrol grubu örnekleri depolamanın 4.gününde %76.93 nem içeriğine sahipken, t140 grubunda bu değerin %68.01 değerine kadar düştüğü tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Bu sonuçlar, tekstürel yapı ile nem içeriği arasında bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Literatür çalışmalarına bakıldığında pişirilme işleminden önce ham materyalin (somon) yüzde nem değeri 75.66 olarak bulunurken pişirme işleminden sonra %70.17'ye düştüğü ve pişirme işleminin nem kaybına neden olduğu Rodriguez ve ark.(2008) tarafından ortaya konulmuştur. Balıklardaki enzimler, balığın kas dokusunu parçalayarak dokuda yumuşamaya sebep olabilmektedir. Ayrıca bozulmaya bağlı olarak ortaya çıkan formaldehit, protein yapısının bozulmasına ve buna bağlı olarak da balık dokusunun bozulmasına sebep olabilmektedir (Serdaroğlu ve Deniz 2001). Bilindiği üzere su kaybı, sarkoplazmik ve miyofibriller proteinlerin denatürasyonu sonucunda da oluşabilmektedir (Seet ve Brown 1983; Castrillo ve ark. 1996). Bu durum duyuşsal kaliteyi de doğal olarak etkileyebilmektedir.

Çalışmamızda t70 ve t140 grubu örnekleri tat parametresi açısından da incelenmiştir. Bu bağlamda, 140 °C'de 30 dakika süresince pişirilen örneklerin tat kaliteleri depolamanın 0., 1. ve 4.günlerinde istatistiksel olarak birbirinden farksız bulunmuştur ($p > 0.05$). Ayrıca tat açısından t140 grubuna ait örnekler depolamanın 1., 4. ve 7. günlerinde t70 grubu örneklerine kıyasla daha çok beğenilmiştir. Tat parametresindeki değişimler ürünün pişirilmesi ve buna bağlı olarak proteinlerin denatüre olması ile ilişkilendirilmektedir (Lazove ark. 2017). Pişirmeye bağlı olarak yumuşak jel dokusundan sağlam denature olmuş kompleks dokuya ulaşmak balık örneklerini duyuşsal olarak sertleştirmektedir (Dunasjski 1979). Örnekler aynı pişirme prosedürüne sunulduğunda türler arasındaki farklılıkların bile kısmen maskelenebildiği değerlendirildiğinde (Lazove ark. 2017), çalışmamızda farklı süre ve sıcaklıklarda uygulanan pişirme işleminin tat açısından etkisini göstermesi de (t140 örneklerinin daha çok beğenilmesi) normal bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır.

pH Analizi

pH analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Farklı araştırmalardan elde edilen veriler ortaya koymaktadır ki balığın tazeliği ile pH değeri arasında ilişki mevcuttur. Ayrıca balıkta bulunan kimyasal ve enzimsel değişikliklerle beraber pH değerinde artış meydana gelebilmektedir. (Şengör ve ark. 2000). Çalışmamız sonuçlarına göre, pişirilmiş ve pişirilmemiş örneklerin pH değerleri arasında fark bulunmaktadır. Öyle ki, ilk analiz günü sonuçlarına göre çiğ örneklerin pH değeri 6.50 olarak tespit edilirken, 70 °C'de 60 dakika süresince pişirme işleminin hemen sonunda yapılan ölçümde 6.84'e çıkmıştır ($p<0.05$). 140 °C'de 30 dakika boyunca pişirilen örneklerin pH değeri ise 6.93 olarak ölçülmüştür ($p<0.05$). Depolama süresine bağlı olarak ham materyalin pH değeri hızlı bir şekilde artarak 7.gün sonunda 6.99 olarak ölçülmüştür. Kontrol grubu için başlangıç ve son pH değerleri arasındaki değişim istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p<0.05$), t70 ve t140 gruplarınınki ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Rodriguez ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada pişirilmiş somon balıklarının 0.günündeki pH değerini 6.61 olarak tespit etmiştir. Soğuk depolamanın son günü olan 9.günde ise bu değer ancak 6.66 değerine çıkabildiği tespit edilmiştir. Çalışmamızın pişirilmiş örneklerinde olduğu gibi bu çalışmada da pH değerindeki değişim önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

Çizelge 2. pH değerindeki değişimler

Gruplar	pH			
	Depolama Günleri			
	0	1	4	7
K	6.50±0.04 ^{cC}	6.63±0.01 ^{bB}	6.94±0.03 ^{aA}	6.99±0.01 ^{aA}
t70	6.84±0.02 ^{bA}	6.88±0.02 ^{aA}	6.88±0.02 ^{bA}	6.86±0.04 ^{aA}
t140	6.93±0.02 ^{aA}	6.86±0.04 ^{aB}	6.85±0.03 ^{bB}	6.97±0.04 ^{aA}

^{a-c}: aynı gün içerisindeki gruplar arasındaki istatistiksel farkı gösterir ($p<0.05$), ^{A-C}: aynı gruba ait farklı depolama günlerindeki istatistiksel farkı tanımlar ($p<0.05$). K: kontrol (pişirme uygulanmamış grup), t70: 60 dakika süresince 70 °C'de pişirilen örnekleri tanımlar, t140: 30 dakika süresince 140 °C'de pişirilen örnekleri temsil eder.

Bu çalışma sonuçları ortaya koymaktadır ki bozulma devam etmiş olsa bile, pişirilen örneklerin pH değerindeki artış hızı pişirme işlemine bağlı olarak yavaş bir artış gösterebilmektedir. Bilgin ve ark.(2008)'e göre; sıcak dumanlanmış (80°C'ye kadar) ve soğuk dumanlanmış ürünlerin pH değerleri incelendiğinde sıcak dumanlanmış ürünlerin pH değerinin depolama sürecine bağlı olarak soğuk dumanlanmış ürünlerin pH değerine kıyasla daha yüksek pH değerine sahip olduğu ortaya konulmuştur.

Mikrobiyolojik Analizler

Mezofilik, psikrofilik ve koliform bakteri yüklerini gösteren veriler Çizelge 3'de verilmiştir. Koliform bakteriler suların kirlendiği yerlerden ve özellikle kafa, iç organların bütün balıktan uzaklaştırılması esnasında et dokusuna bulaşabilmektedir (İrkin ve ark. 2007). Bunun yanı sıra, Edris ve ark. (2017) yaptıkları çalışma ile yarı ısıtma işlemi uygulanmış balık ürünlerindeki koliform bakteri yükünün (1.96 log KOB/g) ısıtma işlemi uygulanmamış gruba göre düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Bu sonucun kızartma işlemine bağlı olarak ortaya konulan ısıtma işlemi vejetatif hücreleri öldürmesinden ileri geldiği düşünülmektedir. Çalışmamız sonuçları değerlendirildiğinde kontrol, t70 ve t140 gruplarının tamamındaki koliform bakteri yükü 1log KOB/g'ın altında bulunmuştur. Kontrol grubu örneklerinin iç organ ve kafa kısmının hijyenik şartlar altında uzaklaştırılmış olması nedeniyle koliform bakteri yükü depolama süresince yapılan analizlerde 1log KOB/g'ın altında kalmıştır. Bu çiğ numunelerin pişirilmesi ile vejetatif hücrelerin inhibe edildiği Çizelge 3'de verilen sonuçlardan açık bir şekilde görülmektedir.

Mezofilik ve koliform bakteri sayısında olduğu gibi psikrofilik bakteri gelişimi de pişirilmiş örneklerde 1 log KOB/g'ın altında kalmıştır. Armani ve ark. (2016), halka açık yerlerden toplanan pişirilmiş ve satışı sunulmadan önce bekletilmiş örneklerin bile %55'inde TMAB gelişiminin 1 log KOB/g değerinin altında olduğunu tespit etmiştir. Fung ve Kastner (1982)'e göre, et ürünlerinin uygun olarak mikrodalga uygulamasına tabi tutulduğunda, mikroorganizma sayısının güvenilir değere kadar azaltılabileceği ortaya konulmaktadır. Bilindiği üzere, direkt olmasa da bu iki değer arasında ilişki mevcuttur. Örneğin çiğ örneklerin 7.günündeki psikrofilik bakteri yükü 6.53 log KOB/g iken, mezofilik bakteri yükü ise 6.05 log KOB/g olarak tespit edilmiştir. Çalışmadaki çiğ ürünün mezofilik, psikrofilik bakteri yükü raf ömrünün artışıyla bağlı olarak artış göstermiştir. Aynı günlerde yapılan pişirme işleminde çiğ ürünlerdeki bakteri yükü her ne kadar kabul edilebilir limit değeri depolama gününün ilerlemesine bağlı olarak aşmış olsa bile, t70 ve t140 gruplarının pişirilip servis edilmesi esnasında alınan örneklerin tamamında TMAB ve TPB sayısı 1 log KOB/g değerinin altında kalmıştır.

Çizelge 3. Gruplardaki mikrobiyal gelişim

Grup	Bakteri	Başlangıç	1.gün	4.gün	7.gün
K	TMAB	1.15±0.12 ^A	1.75±0.20 ^B	3.17±0.15 ^C	6.05±0.02 ^D
	TPB	2.47±0.35 ^A	2.64±0.10 ^A	4.27±0.25 ^B	6.53±0.23 ^C
	Koliform	<1	<1	<1	<1
t70	TMAB	<1	<1	<1	<1
	TPB	<1	<1	<1	<1
	Koliform	<1	<1	<1	<1
t140	TMAB	<1	<1	<1	<1
	TPB	<1	<1	<1	<1
	Koliform	<1	<1	<1	<1

A-D: aynı gruba ait farklı depolama günlerindeki istatistiksel farkı tanımlar (p<0.05). K: kontrol (pişirme uygulanmamış grup), t70: 60 dakika süresince 70 °C'de pişirilen örnekleri tanımlar, t140: 30 dakika süresince 140 °C'de pişirilen örnekleri, TMAB: toplam mezofilik aerobik bakteri, TPB: toplam psikrofilik bakteriyi temsil eder. Tabloda sunulan tüm analiz sonuçlarının birimi log KOB/g olarak verilmiştir.

Bu durum özellikle dış ortamdaki tüketimler için önemli bir bulgu olarak karşımıza çıkmıştır. Tüketici bu konuda yanlıya açık olabilir ve ham materyal kalitesi çok düşük hatta bozuk olan ürünler tüketiciye sunulabilmektedir. Bu bağlamda tüketici gıda maddesini almak istediği an mikrobiyal analize tabi tutturamayacağı gerçeğinden de yola çıkarak, ürünün tüketici tarafından duysal olarak incelenmesinin önemi daha da önem kazanmaktadır.

Sonuç

Pişirmeye bağlı olarak ürünlerin pH değeri ham materyale kıyasla artış göstermiş (p<0.05) öte yandan pH'daki artış hızı t70 ve t140 gruplarının kendi içindeki değerlerde önemli düzeyde değişim göstermemiştir (p>0.05). Ham materyalin TMAB ve TPB yükü sırası ile depolamanın 7.gününde 6 log KOB/g değerini aşmış olup, koliform bakteri yükü ise 1 log KOB/g değerinin altında kalmıştır. Sıcaklık arttıkça tat parametresinin daha çok baskılandığı ve duysal olarak bozulmayı tespit etmede engel teşkil ettiği ortaya konulmuştur. Ayrıca, pişirilmiş ürünler duysal olarak ham materyale kıyasla depolama süresi boyunca daha yüksek skor almıştır. Sonuç itibari ile ham materyal kalitesi kötü olan ürünler tüketiciye pişirilerek sunulabilmesi potansiyel bir tehlikeyi ortaya koymaktadır. Tüketicilerin bu noktada pişmiş ürünlere karşı daha dikkatli olmaları ve ürünleri en azından iyi bir duysal inceleme sonucunda tüketmeleri daha faydalı olacaktır.

Kaynaklar

- Adedeji OB, Okerentugba PO, Innocent-Adiele HC, Okonko IO (2012). Benefits public health hazards and risks associated with fish consumption. *New York Sci J* 5:33–61.
- Anonim, (2018). (<https://aggie-horticulture.tamu.edu/foodtechnology/foodprocessingentrepreneurs/microBiology-of-food/>), Erişim Tarihi Mayıs, 2018).
- AOAC (1998). Official Method 980.46, Moisture in Meat. In: Official Methods of Analysis of AOAC International, Cunniff, P. Ed. Chapter 39, 16th Ed. AOAC, Gaithersburg, MD., USA.
- Armani M, Civettini M, Conedera M, Favretti M, Lombardo D, Lucchini R, Paternolli S, Pezzuto A, Rabini M, Arcangeli G (2016). Evaluation of hygienic quality and labeling of fish distributed in public canteens of northeast Italy. *Ital J Food Saf.* 20; 5(4): 5723.
- Barbosa A, Vaz-Pires P (2004). Quality Index Method (QIM): Development of a Sensorial Scheme for Common Octopus (*Octopus vulgaris*). *Food Control*, 15: 161-168. doi: 10.1016/S0956-7135(03)00027-6.
- Bilgin S, Unlusayin M, Izci L, Gunlu A (2008). The determination of the shelf life and some nutritional components of gilt head seabream (*Sparus aurata* L., 1758) after cold and hot smoking. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 32(1): 49-56.
- Castrillo'n A, Alvarez-Pontes E, Garcı'a M, Navarro, P (1996). Influence of frozen storage and defrosting on the chemical and nutritional quality of sardine (*Clupea pilchardus*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 70, 29-34.
- Çetinkaya S, Bilgin Ş, Ertan, ÖO (2014). Su ürünlerinde tazelik ve kalite belirlemede klasik yöntemler. *Ege J Fish Aqua Sci* 31(2): 105-111.
- Dalgaard P (2003). Spoilage of Seafood. In: Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition, eds. Caballero B., Trugo L., Finglas P., Elsevier Science Ltd./Academic Press, London, UK. pp. 2462-71,
- Dunajski E (1979). Texture of fish muscle. *Journal of Texture Studies*, 10, 301–318.

- Edris AA, Hassanien FS, Shaltout FAE, Elbaba AH, Adel NM (2017). Microbiological evaluation of smoeheat treated fish products in Egyptian markets. EC Nutrition, 124-132.
- FDA (1998). Fish and fisheries products hazards and control guide. 2. Washington D.C: Office of Seafood, CFSCAN, U.S. Public Health Service, Dept. Health and Human Dervices.
- Fung DY, Kastner CL (1982). Microwave Cooking and Meat Microbiology. Reciprocal Meat Conference Proceedings, 35, 81-85.
- Howgate PF (1982). Quality assessment and Quality control. In Aitken A, Mackie IM, Merrit JH, Windsor Crown ML. eds. Fish Handling and Processing. Edinburgh, Scotland.
- İrkin R, Korukluoğlu M, Tavşanlı H (2007). İhracata yönelik hazırlanan bazı deniz ürünlerinin mikrobiyal özellikleri. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi. 64, 26-30.
- Iwamoto M, Ayers T, Mahon BE, Swerdlow DL (2010). Epidemiology of seafood-associated infections in the united states. Clin Microbiol Rev 23:399-411.
- Kulawik P, Władysław M, Joanna T, Özoğul F (2016). Assessment of color and sensory evaluation of frozen fillets from pangasius catfish and nile tilapia Imported to European Countries. 19, 7.
- Lazo O, Guerrero L, Alexi N, Grigorakis K, Claret A, Perez Z A, Bou R (2017). Sensory characterization, physico-chemical properties and somatic yields of five emerging fish species. Food International Research. 100, 396-406.
- Maturin L, Peeler JT (1998). Bacteriological analytical manual, 6th Edition, Revision A, Chapter 3.
- Mazi IB, Mazi, BG (2017). The effects of microwave frying on myofibrillar and sarcoplasmic proteins of chicken breast meat. YYU J AGR SCI. 27(4): 496-506.
- McLay R (1982). Canning. In A. Aitken, I. Mackie, J. Merritt, & M. Windsor (Eds.), Fish: Handling and processing (115-125). Edinburgh, Scotland, UK: Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Torry Research Station.
- Olafsdóttir G, Martinsdóttir E, Oehlenschläger J, Dalgaard P, Jensen B, Undeland I, et al. (1997). Methods to evaluate fish freshness in research and industry. Trends in Food Science and Technology, 8, 258-265.
- Ólafsdóttir G (2005). Volatile compounds as quality indicators in chilled fish: Evaluation of microbial metabolites by an electronic nose. Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy, Faculty of Science University of Iceland and Icelandic Fisheries Laboratories, Reykjavík.
- Olafsdóttir G, Nesvadba P, DiNatale C, Careche M, Oehlenschläger J, Tryggvadóttir SAV, Schubring R, Kroeger M, Heia K, Esaiassen M, Macagnano A, Jørgensen BM (2004). Multi sensor for Fish Quality Determination. Trends in Food Science & Technology 15(2), 86-93.
- Rodriguez A, Carriles N, Cruz JM, Aubourg SP (2008). Changes in the flesh of cooked farmed salmon (*Oncorhynchus kisutch*) with previous storage in slurry ice (-1.5°C). LWT-Food Sci. Technol. 41:1726-1732.
- SeetS, Brown D (1983). Nutritional quality of raw, precooked and canned albacore tuna (*Thunnus alalunga*). Journal of Food Science, 48, 288-289.
- Serdaroğlu M, Deniz EE (2001). Balıklarda ve bazı su ürünlerinde trimetilamin ve dimetilamin oluşumunu etkileyen faktörler. EU Su Ürünleri Dergisi, 18: 575-581.
- Stone H, Sidel JL. (1993). Sensory Evaluation Practices. 2nd ed. Academic Press: San Diego.
- Şengör GF, Çelik U, Akkuş S. (2000). Determination Of Freshness and Chemical Composition of Scad (*Trachurus trachurus* L., 1758) Stored in Refrigerator. Tr. J. Of Vet. and Anim. Sci. (24) s:187-193.
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (2013). Su Ürünleri İstatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu. 61, Ankara. ISSN 1013-6177.
- Turan H, Kaya Y, Sönmez G (2006). Balıkentinin besin değeri ve insan sağlığındaki yeri, Ege Üniversitesi. Su Ürünleri Dergisi, 23, (1/3), 505-508.
- Valenzuela A, Valenzuela R (2013). Omega- 3 Docosahexaenoic acid (DHA) and mood disorders, why and how to provide supplementation? 10, 242-261.