

Farklı İşleme Teknolojilerinin Kızılğöz (*Rutilus rutilus*) ve Beyaz Balık (*Coregenus sp.*) Mikroflorası Üzerine Etkisi

Fatma ARIK ÇOLAKOĞLU
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Çanakkale - TÜRKİYE
Email: arikfatmaa@yahoo.de

Geliş Tarihi: 19.08.2002

Özet: Bu çalışmada dört farklı işleme teknolojisi *Rutilus rutilus* ve *Coregenus sp.* balıklarına uygulanmış ve bu tekniklerin, balık etinin bozulmasında büyük öneme sahip olan mikrobiyal florada nasıl bir değişim meydana getirdiği incelenmiştir.

Araştırmada toplam 85 adet balık kullanılmış, balıklardan dumanlama, kızartma, marinasyon ve salata teknikleri kullanılarak ürünler hazırlanmıştır. Daha sonra bu ürünlerin mikrobiyolojik özellikleri, toplam aerobik bakteri sayısına ve balıkta "normal flora" olarak adlandırılan ve bozulmada etkili olan, *Enterobacter*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Bacillus* ve ayrıca Mantarlara bakılarak incelenmiştir.

Sonuç olarak balık etine uygulanan işleme teknolojileri, elde edilen ürünlerin mikrobiyal içeriğini taze fileto balığa kıyasla önemli ölçüde azaltmıştır. Yapılan mikrobiyolojik incelemeler sonucunda balık türü ve ürün gurup ortalamaları arasındaki farkın, *Bacillus* cinsi bakteriler hariç, önemli olduğu ($P > 0,05$) tespit edilmiştir. Ürünler arasında kalitatif açıdan en fazla bakteri içeriği dumanlanmış *Coregenus sp.*'de, en az bakteri içeriği ise marine edilmiş *R. rutilus*'da saptanmıştır.

Anahtar Sözcükler: *Rutilus rutilus*, *Coregenus sp.*, dumanlama, marinasyon, salata, köfte, mikroflora

The Effects of Processing Techniques on Microflora of Roach (*Rutilus rutilus*) and Whitefish (*Coregenus sp.*)

Abstract: Two fish species, *Rutilus rutilus* and *Coregenus sp.*, were processed using 4 techniques, and the effects of the processing were investigated on the bacterial flora of fish products, which is a crucially important criterion with regard to fish spoilage.

A total of 85 fish were processed using smoked, fried, marinated and salad techniques. The microbiological features of these processed fish products were examined. For this purpose, the total number of aerobic bacteria and numbers of *Enterobacter*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus* and *Bacillus*, which are called "normal flora", and fungi that are known to influence the spoilage of fish were determined.

The results demonstrated that the processing techniques used significantly reduced the microbial content of the products compared to fresh fillets of fish. Microbiological analyses of the processed fish products showed that fish species and the differences among the averages of the product groups were statistically significant ($P > 0,05$), except for *Bacillus* species bacteria. Among the products, the highest qualitative bacterial content was obtained in smoked *Coregenus sp.* and the lowest bacterial content was found in marinated *R. rutilus*.

Key Words: *Rutilus rutilus*, *Coregenus sp.*, smoked fish, marination, fish salad, fish ball, microflora

Giriş

Su ürünleri, özellikle balık ve balıktan elde edilen ürünler günümüz şartlarında gerek sağlık yönünden gerekse lezzetindeki ayrıcalık sebebiyle diğer hayvansal kaynaklı gıdalardan daha önemli bir yere sahiptir. Ancak

söz konusu dayanıklılık olunca, bu durum değişmekte ve balık eti çabuk bozulan gıdalar arasında yerini almaktadır.

Bozulmaya neden olan faktörlerin başında balığın mikroflorası gelmektedir. Teorik olarak yeni yakalanmış bir balığın, hastalıklar hariç tutulursa, kası ve doku sıvısı

mikroplardan aridir (1,2). Ancak bazı araştırmacılar tatlı su balıklarının kasında bakteriye rastladıklarını bildirmektedirler (3,4). Bununla birlikte, balığın derisi, solungaçları ve sindirim sistemi, normal şartlar altında çok sayıda mikroorganizma ihtiva etmektedir (5,6). Balık öldükten sonra mikroorganizmalar kas içerisine doğru bu bölgelerden hareket ederek bütün vücuda yayılırlar (7,8). Bu bakterilerden bazıları balığın bozulmasında etkili olan Gram negatif proteolitiklerdir. Bozulmada etkili olan diğer kısım bakteriler ise sonradan, sekonder olarak işleme ve paketlenme sırasında kontamine olan mezofilik bakterilerdir (5). Günümüzde hızla gelişen su ürünleri işleme teknikleri insanlara uzun raf ömrüne sahip, değişik tat ve aromalı ürünlerin sunulmasına imkan vermektedir. Bu tekniklerden özellikle dumanlama, marinasyon ve kızartma kullanım alanı yaygın olan işleme teknikleridir. Diğer hayvansal kaynaklı gıdalarda olduğu gibi su ürünlerinde de raf ömrü, birinci dereceden ürünün mikrobiyolojik yapısının değişimi ile belirlenmektedir. Çünkü özellikle mikrobiyal yapı, bakterilerin metabolik faaliyetleri sonucu ürünün kimyasal yapısına etki etmektedir. Kullanılan işleme tekniklerinin etki mekanizmaları, ürünün mikroflorasını kendine has bir biçimde değiştirmekte, dolayısı ile de farklı işlenmiş her ürünün bozulma tablosu ve süresi değişik olmaktadır.

Yapılan bu çalışmada *Coregenus sp.* ve *Rutilus rutilus* balıklarından dört değişik işleme teknolojisi, dumanlama, marinasyon, salata ve kızartma (köfte) teknolojileri, kullanılarak ürünler elde edilmiş ve bu ürünlerin kalitatif ve kantitatif açıdan mikrobiyolojik kaliteleri araştırılmıştır. Yapılan incelemelerde toplam aerobik bakteri sayısına bakılmış, bunun yanı sıra balığın normal florası olarak bilinen ve bozulmada etkili olan bakteriler *Enterobacter*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Bacillus*, ve ayrıca Mantarlar diferansiyel besiyerleri kullanılarak analiz edilmiştir. Teknolojilerin mikroflora üzerindeki etkilerinin gözlenebilmesi için ise taze balık fileto örnekleme yapılmış ve sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Materyal ve Metot

Araştırmada kullanılan balıklar *R. rutilus* (kızılğöz) ve *Coregenus sp.* (beyaz balık)'dir. Balıklar Almanya'nın güneyindeki göllerden; *Coregenus sp.* Bodensee, *R. rutilus* ise Ammersee'den, 1999 yılı bahar aylarında

uzatma ağlarıyla yakalanarak temin edilmiştir. Ortalama ağırlıkları yaklaşık 250-300 g olan balıklar, yakalandıktan sonra 6 saat içerisinde işlenmek üzere laboratuvara getirilmiştir. Bu süre zarfında balıklar buz içerisinde muhafaza edilmişlerdir.

Balıklara sıcak dumanlama, marinasyon, salata ve kızartma (köfte) teknolojileri uygulanmıştır (9). Seçilen bu tekniklerin, balığın mikrobiyal florasında ve raf ömründe kesin farklılıklar yaratabilecek etki faktörüne sahip nitelikte olmasına özen gösterilmiştir. Balıkların dumanlama işlemi için bilgisayar donanımlı bir dumanlama cihazı (Fessmann) kullanılmıştır. İç organları çıkartılan balıklar % 5'lik salamurada 16 saat süreyle bekletilmiş ve daha sonra 40-50 °C'de 30 dk süre ile kurutulmuştur. Kurutma işleminden hemen sonra balığın merkezi sıcaklığının 62 °C olduğu, 60-70 °C sıcaklık aralığında 90 dk süre ile balıklar dumanlanmıştır. İşlem tamamlandıktan sonra 12 saat süre ile oda sıcaklığında soğutulan balıklar mikrobiyolojik incelemeye alınmıştır.

Marinat yapımı için fileto edilmiş balıklar kullanılmıştır. Fileto balıklar 1-2 cm kalınlığında küp şeklinde doğranarak, % 3 tuz ve % 2 şarap sirkesinden oluşan, soğan ve çeşitli baharatların eşliğinde hazırlanan salamuraya, % 35 oranında konulmuştur. Hazırlanan bu salamura 24 saat süreyle 0 °C'de bekletilerek balık etinin olgunlaşması sağlanmıştır. Olgunlaşma işlemi tamamlanan marinat örneklerinde sadece balık eti üzerinde mikrobiyolojik analizler yapılmış, sebze ve baharatlar analizlere dahil edilmemiştir.

Salata yapımında ise bu şekilde marine edilmiş balık eti, hammadde olarak kullanılmıştır. Salamurasından süzülerek alınan marine balık eti üzerine isteğe bağlı miktarlarda yağsız yoğurt, salatalık turşusu, kırmızı-yeşil paprika ve hardal ilave edilerek hazırlanmıştır. Ürün hazırlandıktan iki saat sonra mikrobiyolojik incelemeleri yapılmış, analizler marinatlarda olduğu gibi sadece balık etinde gerçekleştirilmiştir.

Balık köftesi; kıyma haline getirilmiş balık etine ekmek içi, süt, maydanoz, soğan ve isteğe bağlı baharat ilavesiyle hazırlanmıştır. Daha sonra el ile şekil verilen köfteler ayçiçek yağında pembeleşinceye kadar kızartılmıştır. Köfteler oda sıcaklığında 3-4 saat soğutulduktan sonra mikrobiyolojik incelemeleri yapılmıştır.

Bu çalışmada toplam olarak 85 adet balık kullanılmıştır. Mikrobiyolojik incelemelerde ise 15 adet *Coregenus sp.*, 15 adet *R. rutilus* taze fileto olarak, 15

adet *Coregenus* sp. ve 10 adet *R. rutilus* dumanlanmış olarak, her iki balıktan ayrı olarak 15'er adet 50 gramlık ($\bar{a} = 50$ g) köfte, 15'er adet 50 gramlık Marinat ve 15'er adet 50 gramlık Salata Ludwig-Maximilian-Müni Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Enstitü laboratuvarında mikrobiyolojik açıdan analiz edilmiştir. Yapılan çalışmada toplam aerobik bakteri sayısına ve bunun yanı sıra balığın normal florası olarak bilinen ve balığın bozulmasında önem arz eden *Enterobacter*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Bacillus* ve Mantarlara bakılmıştır.

Bakteriyolojik analizlerde selektif ticari besiyerleri kullanılmış, ekimler damla ve plak yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir (10,11). Numuneler, örneklerden steril şartlar altında 10 g balık eti alınıp, peptonlu su ile Ultra-Turrax'da 1 dk süre ile homojenize edilmesiyle hazırlanmıştır. Ekimler için homojenizatin ilk seyreltme ve devam eden desimal seyreltmeleri yapılmıştır (10,11). Bu çalışmada bakterilerin koloni sayımı ve ayırımı için 7 çeşit besiyeri kullanılmıştır (Tablo 1). Numunelerin ekimleri önceden kurutulmuş petri kaplarına damla ve plak metodu uygulanarak yapılmıştır. Damla yönteminde,

desimal seyreltmeleri yapılmış numunelerden 0,05 ml alınarak, petri kaplarında önceden belirlenmiş ve birbirini takip eden altı bölmeye paralel ekimler yapılmıştır. Ayrıca 10^{-1} 'lik seyreltilmiş numunelerden 0,1 ml alınarak petrilere plak yöntemiyle paralel ekimler de yapılmıştır. Petri kapları Tablo 1'de verilen şartlara göre inkübe edilmiş, üremenin olduğu, birbirini takip eden son iki bölmedeki koloniler gözle sayılarak değerlendirilmeleri yapılmıştır.

Mikrobiyolojik incelemeler sonucunda elde edilen verilerin logaritmik değerleri alınarak, aritmetik ortalamaları bilinen istatistikî yöntemlerle hesaplanmıştır. Her bir ürün için iki yönlü Anova testi uygulanmış, test uygulanırken de balık türü ve ürünler arasında korrelasyona bakılmıştır. Balık türü ve ürünler arasındaki farkın önemli olduğu durumlarda her bir balığa göre ürünlerin, Duncan testi ile ortalamaları karşılaştırılmıştır. Balık türleri ve ürünler arasında korrelasyon olmadığı durumlarda ise balık türü gözardı edilerek Duncan testi ile sadece ürün ortalamaları karşılaştırılmıştır (12). Bu hesaplamalarda önem seviyesi (P) 0,05 olarak seçilmiştir.

Tablo 1. Kullanılan Besiyerleri ve İnkübasyon Şartları.

Besiyeri	Mikroorganizmalar	İnkübasyon	
		Süre(gün)	Sıcaklık (°C)
PC (Plate-Count-Agar)	Toplam aerob bakteri	3	30
VRBG (K.violett-Galle-Glucose-Agar)	<i>Enterobacter</i>	1	30 (anaerob)
GSP (<i>Pseudomonas</i> - <i>Aeromonas</i>)	<i>Pseudomonas</i>	3	22
BP (Baird-Parker-Agar)	<i>Staphylococcus</i>	3	37
MRS (pH-5.0) (M.R.S.- Agar)	<i>Lactobacillus</i>	3-5	30 (anaerob)
CATC (Citrat-Azid-Tween-Carbonat-Agar)	<i>Enterococcus</i>	3	37
PEMBA (<i>Bacillus</i> - <i>Cereus</i> -Selektiv-Agar)	<i>Bacillus</i>	3	37
MALZ (Malt-Extrakt-Agar)	Mantar	5	22

Bulgular

Dört ayrı işleme teknolojisi uygulanarak hazırlanan ürünlerde ve taze balık filetosunda yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda ürünlerin herbirinin mikroflorasının farklı bir kalite ve kantiteye sahip olduğu gözlenmiştir. Toplam aerob bakteri sayısına bakıldığında (Tablo 2), taze balık filetolarında bakteri içeriğinin diğer ürün guruplarına kıyasla yüksek olduğu, en yüksek değer in ise

beklenen şekliyle *R. rutilus* taze balık filetosunda = $1,9 \times 10^5$ kob/g (*Coregenus sp.*'de = $2,8 \times 10^4$ kob/g) görüldüğü tespit edilmiştir. Dolayısı ile hem balık türleri arasında hem de ürünler arasında önemli bir farklılık olduğu gözlenmiştir (Tablo 2) bu farklılığın istatistiksel açıdan da önemli olduğu ($P < 0,05$) saptanmıştır (Tablo 3).

Tablo 2. Dört farklı işleme teknolojisi uygulanarak hazırlanmış balık ürünlerinin ortalama bakteri içeriği (kob/g).

	Ürünler **									
	t.C.	t.R.	d.C.	d.R.	m.C.	m.R.	s.C.	s.R.	k.C.	k.R.
TAB*	$2,8 \times 10^4$	$1,9 \times 10^5$	$8,3 \times 10^1$	$9,2 \times 10^1$	$2,0 \times 10^3$	$2,6 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$3,1 \times 10^3$	$2,0 \times 10^2$	$3,9 \times 10^2$
Entb.*	$1,7 \times 10^2$	$2,6 \times 10^3$	$1,1 \times 10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
Psd.*	$2,9 \times 10^3$	$1,8 \times 10^5$	$2,4 \times 10^1$	$<10^1$	$1,7 \times 10^1$	$<10^1$	$4,1 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	1×10^1	$6,9 \times 10^1$
Stph.*	$3,1 \times 10^2$	$5,0 \times 10^3$	$2,1 \times 10^1$	$2,4 \times 10^1$	$6,1 \times 10^1$	$<10^1$	$3,2 \times 10^2$	$2,4 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$
Lakt.*	$<10^1$	$<10^1$	$1,1 \times 10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$4,9 \times 10^3$	$1,5 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$
Ent.*	$2,0 \times 10^1$	$<10^1$	$1,8 \times 10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
Bsl.*	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$1,4 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$3,2 \times 10^2$	$2,4 \times 10^2$
Mant*	$2,0 \times 10^3$	$<10^1$	$2,6 \times 10^1$	$5,6 \times 10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$1,2 \times 10^1$	$1,3 \times 10^1$

*TAB: Toplam aerob bakteri sayısı, Entb.: Enterobacter, Psd.: Pseudomonas, Stph.: Staphylococcus, Lakt.: Lactobacillus, Ent.: Enterococcus, Bsl.: Bacillus, Mant.: Mantar

** t.C.: taze fileto *Coregenus sp.*, t.R.: taze fileto *Rutilus rutilus*, d.C.: dumanlanmış *Coregenus sp.*, d.R.: dumanlanmış *R. rutilus*, m.C.: marine edilmiş *Coregenus sp.*, m.R.: marine edilmiş *R. rutilus*, s.C.: salata *Coregenus sp.*, s.R.: salata *R. rutilus*, k.C.: köfte *Coregenus sp.*, k.R.: köfte *R. rutilus*

Tablo 3. Dört değişik işleme teknolojisi uygulanarak elde edilen balık türü farklılığının gözlemlendiği ürün guruplarındaki bakteri ortalamalarının Anova testi ile karşılaştırılmaları.

Balık Türü	Ürün	T.A.B*	Entb.*	Psd.*	Stph.*	Lakt.*	Entk.*	Mant.*
Ortalamalar								
<i>Coregenus sp.</i>	taze fileto	4,4623 ^B	2,2552 ^B	3,4771 ^B	2,5051 ^B	0 ^D	1,31270 ^A	3,3222 ^A
	dumanlanmış balık	1,9242 ^C	1,0413 ^C	1,3979 ^F	1,3424 ^C	1,0791 ^C	1,27870 ^A	1,4313 ^C
	marinat	3,3222 ^B	0 ^C	1,2552 ^F	1,7923 ^F	0 ^D	0 ^B	0 ^E
	Salata	3,6434 ^B	0 ^C	2,6231 ^C	2,5185 ^B	3,6989 ^A	0 ^B	0 ^E
	Köfte	2,3011 ^C	0 ^C	1,0000 ^F	0 ^D	0 ^D	0 ^B	1,1046 ^D
<i>R. rutilus</i>	taze fileto	5,3009 ^A	3,4310 ^A	5,2558 ^A	3,7075 ^A	0 ^D	0 ^B	0 ^E
	dumanlanmış balık	1,9684 ^C	0 ^C	0 ^D	1,3979 ^C	0 ^D	0 ^B	1,7558 ^B
	marinat	3,4313 ^B	0 ^C	0 ^D	0 ^D	0 ^D	0 ^B	0 ^E
	Salata	3,5051 ^B	0 ^C	2,3011 ^D	2,3803 ^B	2,2041 ^B	0 ^B	0 ^E
	Köfte	2,5911 ^C	0 ^C	1,8450 ^D	0 ^D	0 ^D	0 ^B	1,1461 ^D

Aynı harfli olan ortalamalar arasında istatistiksel açıdan (hata sınırı olarak $P < 0,05$ seviyesinde) farklılık yoktur.

*TAB: Toplam aerob bakteri sayısı, Entb.: Enterobacter, Psd.: Pseudomonas, Stph.: Staphylococcus, Lakt.: Lactobacillus, Ent.: Enterococcus, Bsl.: Bacillus, Mant.: Mantar

Teknolojik işlemler uygulanarak elde edilen ürünlerde *Enterobacter* ve *Enterococcus* cinsi indikatör bakteriler sadece dumanlanmış *Coregenus* sp.'de ($1,1 \times 10^1$ kob/g, $1,8 \times 10^1$ kob/g) görülmüş, ayrıca bu ürünün diğer ürünlere göre kalitatif açıdan daha zengin bir bakteri içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3). İşleme teknolojisi açısından birbirine benzerlik gösteren marinat ve salata ürünlerinin bakteri kompozisyonu açısından birbirlerinden bariz bir şekilde ayrıldığı gözlenmiştir. Salata örneklerinde mikroflora *Pseudomonas*, *Staphylococcus* ve *Lactobacillus* cinsi bakterilerden oluşurken marine edilmiş ürünlerde dominant bakteri *Bacillus* olarak tespit edilmiştir.

Tartışma

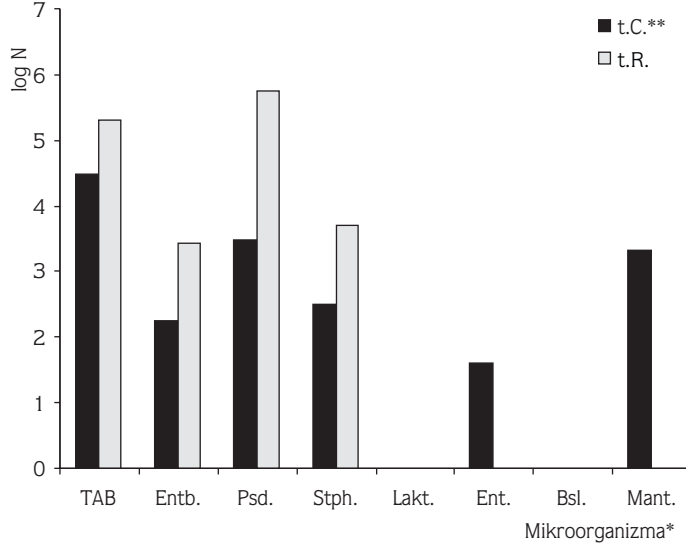
Balık eti içerdiği zengin besin maddeleri nedeniyle mikroorganizmaların en ideal yaşama ve çoğalma yerleridir. Bu gıda maddesi uygun olmayan depolama şartlarında spesifik tadını, kokusunu ve en önemlisi tüketilebilirlik özelliğini, oluşan kimyasal ve fiziksel etkilerden ziyade sahip olduğu mikrofloranın metabolik faaliyetleri sonucu kaybetmektedir. Günümüzde balığa ve diğer su ürünlerine uygulanan, kullanımı ise gün geçtikçe artan işleme teknolojileri yeni bir lezzet ve aroma vererek ürünü tek örneklikten kurtarmanın yanında, mikrobiyal yapıyı da olumlu yönde etkileyerek ürünün raf ömrünün uzamasını sağlamaktadır. Ancak bunun için kullanılan teknolojik metot mikroflorayı tamamıyla yok edememekte hatta bazen ürüne yeni bakterilerin gelmesine neden olmaktadır (9).

Yakalandıktan sonra herhangi bir işleme teknolojisi uygulanmamış balık etinde bozulmaya neden olan bakteriler genelde balığın primer bakterileri olan, Gram negatif proteolitiklerdir. Bunlardan ilk sırada olan, bu araştırmada da tespit edildiği şekliyle hareketli proteolitiklerden *Pseudomonas* bakterileridir (Tablo 2). Daha sonra sırayı takip eden bakteriler araştırmacılar tarafından *Aeromonas*, *Corynebacterium*, *Lactobacillus*, *Bacillus* ve *Enterobacter* olarak sıralanmaktadır (4,13,14). Ancak balıklarda özellikle tatlı su balıklarında, primer mikroflora bir çok faktörün etkisi ile oluşmakta, özellikle çevre faktörlerinden sıcaklık, mikroflorada büyük oranda kalitatif ve kantitatif değişikliğe neden olmaktadır (1,2). Bu nedenle araştırmada kullanılan kızılğöz balığı ile beyaz balığın mikrobiyal yapılarında, yaşadıkları ortamın etkisiyle kantitatif açıdan önemli ($P <$

$0,05$) bir farklılık tespit edilmiştir. Kızılğöz balığındaki toplam aerob bakteri sayısı $1,9 \times 10^5$ kob/g olarak tespit edilirken beyaz balıkta bu sayı $2,8 \times 10^4$ kob/g olarak bulunmuş, bunun nedeninin ise kızılğöz balıklarının yakalandığı gölün ötrofik yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. Her iki taze balık etinde de yüksek oranda tespit edilen *Enterobacter* ve *Pseudomonas* (*Coregenus* sp. $1,7 \times 10^2$ kob/g, $2,9 \times 10^3$ kob/g, *Rutilus rutilus* $2,6 \times 10^3$ kob/g, $1,8 \times 10^5$ kob/g) bakterileri, balığın bozulmasında etkili olan mikroorganizmalardır ki, bunlar proteinleri parçalayarak, balık etinin yumuşamasına, ileri safhada sümüksü bir kıvama gelmesine neden olurlar. Özellikle *Pseudomonas* bakterisi balık etinin tat ve kokusunda bozulmaya neden olmaktadır (4,8,13). Çalışmada tespit edilen *Staphylococcus* bakterisinin ise balığa kontaminasyon sonucu, su ortamından geldiği düşünülmektedir (Şekil 1).

Balığın mikroflorası, balık yakalandıktan sonra herhangi bir işleme teknolojisi uygulanması sonucu önemli ölçüde değişikliğe uğramaktadır (9,15). Ancak yapılan bu çalışmada iki ayrı tür balıktan elde edilen aynı tür ürünler arasında toplam aerobik bakteri sayısı baz alındığında ürünler arasındaki farklılığın önemsiz olduğu ($P > 0,05$) dikkati çekmektedir (Tablo 3). Diğer bakteri gruplarına bakıldığında ise ayrı balık türüne göre aynı ürünlerin arasındaki farklılık önemli ($P < 0,05$) görülmektedir. Bunun nedeninin balığın primer florasındaki farklılıktan ve ayrıca ürün hazırlama sırasındaki kontaminasyonlardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

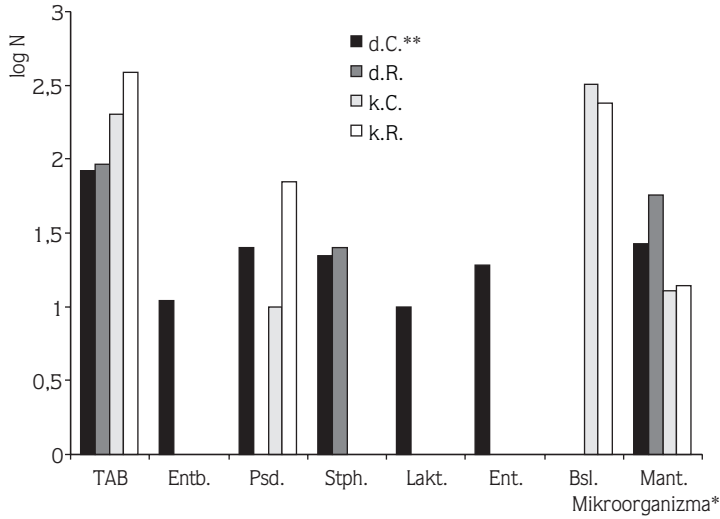
Dumanlanmış balığın mikroflorası, taze balık mikroflorası ile kıyaslandığında uygulanan işleme tekniğinin bakteri sayısını önemli ölçüde azalttığı gözlenmektedir (Tablo 2). Dumanlama sırasında ısı, etin su kaybı ve dumanın antimikrobiyal etkisi ile ürün büyük ölçüde aerobik mikroorganizmalardan arındırılır. Ancak bu durum daha sonra paketleme ve taşıma sırasında gerçekleşebilecek kontaminasyonlar ile değişebilmekte, üründe mikroorganizma sayısı artabilmektedir (16,17). Bu çalışmada tespit edilen sonuçlarda dumanlanmış *Coregenus* sp.'den elde edilen veriler kalitatif açıdan en zengin bakteri içeriğinin bu ürüne ait olduğunu göstermekte ve istatistiksel açıdan da diğer ürünlerle arasındaki farklılık önemli ($P < 0,05$) bulunmaktadır. Dumanlanmış *R. rutilus* balığında ise *Coregenus* sp.'de tespit edilen bakterilerin hepsine rastlanmamakta bu da *Coregenus* sp.'nin dumanlamadan sonra kontaminasyonlara maruz kaldığını göstermektedir.



Şekil 1. *Coregenus sp.* ve *R. rutilus* taze balık filetosundaki bakteri içeriği.
*,:**,: Bakınız Tablo 2.

Normal şartlar altında dumanlanmış balığın mikroflorası aerob sporlu bakteriler, Enterobacter, Enterococcus, Lactobacillus, Micrococcus, Staphylococcus, Pseudomonas, Mantarlar vb. dan oluşabilmektedir (18). Bunlardan ürünün bozulmasında etkili olan mikroorganizmalar, yapılan çalışmada düşük oranda da olsa tespit edilen (Şekil 2) sporlu bakteriler ve

mantarlardır. Karnop'a (16) göre bu mikroorganizmalar dumanlama sonrasında vegetatif forma dönüşerek ürünün muhafazası sırasında balıkta kötü balıksı bir kokunun oluşmasına ve etin yumuşaklığını kaybederek çabuk ufalanmasına, mantarlar ise balık eti yüzeyinde pamukçukların oluşmasına neden olurlar.



Şekil 2. *Coregenus sp.* ve *R. rutilus* balıklarından elde edilen dumanlanmış balık ve kızartılmış ürünlerdeki bakteri içeriği.
*,:**,: Bakınız Tablo 2.

Kızartılmış ürünlerin mikroflorası diğer ürünlere oranla işleme tekniğinin etkisiyle kalitatif ve kantitatif açıdan önemli ($P < 0,05$) ölçüde azalmıştır (Şekil 2). Her iki balıktan elde edilen köfte örnekleri tek tip mikroflora göstermekte, yalnız *Pseudomonas* bakteri içeriğindeki farklılık nedeniyle (*Coregenus* sp. 1×10^1 kob/g, *R. rutilus* $6,9 \times 10^1$ kob/g) balık türleri arasındaki farklılık da istatistiksel açıdan önemli ($P < 0,05$) görülmektedir. Tespit edilen *Pseudomonas* bakterisinin ürüne kontaminasyon sonucu geldiği söylenilebilir. Çünkü kızartılmış ürünlerde dumanlanmış ürünlerde olduğu gibi, ısı mikroorganizmaların vegetatif formlarının yok edilmesinde genel anlamda etkili bir faktördür. Bu nedenle kızartılmış ürünlerin tipik bakterileri aerob sporlu bakteriler (*Bacillus*'lar) ve Mantarlar olmaktadır (9). Bu çalışmada ise kızartılmış köfte örneklerinden tespit edilen mikroorganizmalar *Pseudomonas*, *Bacillus* ve Mantarlar olmuştur (Şekil 2). Dolayısı ile bu ürünlerde bozulma dokuda yumuşama ve mukoid bir hal alma ile kendini gösterecek ve meydana gelen tat ve koku değişimi bariz bir şekilde hissedilecektir.

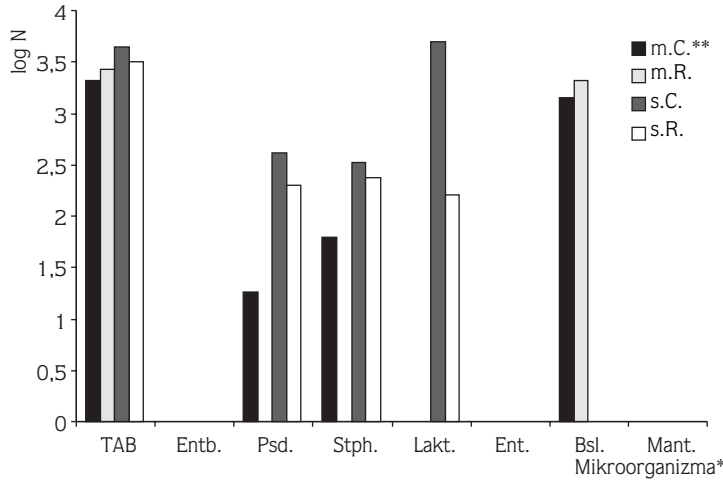
Sirke ve tuz kullanılarak marine edilmiş ürünlerde mikroflora diğer balık ürünlerinden daha farklıdır. Normal şartlarda marinatların mikroflorası aside dayanıklı *Lactobacillus* ve Mantarlardan oluşmaktadır (9,19,20). Bu mikroorganizmalar normal flora olarak bilinmekle birlikte ürüne, sonradan katılan sebzeler aracılığı ile de gelebilmektedirler. Ayrıca marinatlar önemli ölçüde

bakteri sporları ile de kontamine olabilmekte, özellikle *Bacillus* cinsi bakteriler ortama baharatlarla taşınabilmektedir (21-23). Yapılan bu çalışmada da, marinatların dominant bakterisini (10^3 kob/g) *Bacillus*'ların oluşturduğu gözlenmektedir (Şekil 3). *Bacillus*'lar genel anlamda dikkate alındığında balık türleri arasındaki farklılığın önemsiz ($P > 0,05$), ürün gurupları arasındaki farklılığın ise önemli ($P < 0,05$) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4). İncelenen diğer mikroorganizmalara bakıldığında ise her iki balıktan elde edilen marinat örneklerinde mikrofloraların birbirinden farklı olduğu saptanmıştır. *Coregenus* sp.'den elde edilen marinatlarda, diğer marinat gurubundan farklı olarak tespit edilen *Pseudomonas* ve *Staphylococcus* cinsi bakterilerin ürüne kontamine olmuş sebze ve baharatlarla geldiği düşünülmektedir.

Tablo 4. Balık türü farklılığının saptanmadığı ürün guruplarında *Bacillus* cinsi bakteri ortalamalarının Annova testi ile karşılaştırılmaları.

Ürün	Bsl.*(Ort.)
taze fletö	0 ^C
dumanlanmış balık	0 ^C
marinat	3,2341 ^A
salata	0 ^C
köfte	2,4432 ^B

Aynı harfli olan ortalamalar istatistiksel açıdan ($P < 0,05$) farklı değildir. *TAB: Toplam aerob bakteri sayısı, Entb.: Enterobacter, Psd.: *Pseudomonas*, Staph.: *Staphylococcus*, Lakt.: *Lactobacillus*, Ent.: Enterococcus, Bsl.: *Bacillus*, Mant.: Mantar



Şekil 3. *Coregenus* sp. ve *R. rutilus* balıklarından elde edilen marinat ve salata ürünlerdeki bakteri içeriği. *, **: Bakınız Tablo 2.

Salata türü ürünlerde ise ortamın mikrobiyal içeriği kalitatif açıdan marine edilmiş ürünlerdeki gibidir. Çünkü neticede salata, marine edilmiş balık etinden yapılmaktadır. Ancak salataya sonradan katılan sebzeler ve mayonez, ortamın mikroflorasını marinat örneklerine kıyasla önemli ($P < 0,05$) ölçüde farklılaştırmıştır. Her iki balık türünden elde edilen salata örnekleri arasında ise yine önemli ($P < 0,05$) bir farklılık dikkati çekmektedir (Tablo 3). Salata ürünlerinde ortama birinci dereceden *Lactobacillus*'lar, *Staphylococcus*'lar ve yapılan analizlerde de görüldüğü gibi *Pseudomonas*'lar taşınabilmektedir (Şekil 3). Bunların yanı sıra *Pediococcus*, *Leuconostoc* ve Mantarlar da ortamın değişmez üyeleri olabilmektedir ki, bazı araştırmacılar salata ürünlerde sirke bakterilerine de (*Gluconobacter*) rastlamışlardır. Bunlardan

Lactobacillus'lar ve Mantarlar ortamın dominant bozulma bakterileridir (19,24,25).

Sonuç olarak, bu çalışmada balığa uygulanan her bir işleme teknolojisi balık etinin mikrobiyolojisini kendine has bir biçimde değiştirmiş, taze balık filetosuna kıyasla işlenmiş ürünlerin mikrobiyal florasında önemli bir azalma tespit edilmiştir. Dumanlama ve kızartma işlemleri mikroflorayı marine ve salata tekniğinden daha fazla etkilemiş, mikroflorada özellikle kantitatif bir azalma tespit edilmiştir. Dolayısı ile ilk iki teknolojinin kullanılmasıyla elde edilen dumanlanmış balık ve kızartılmış köfte ürünlerinin raf ömürleri, ideal depolama şartlarında, marinat ve salata ürünlerden daha uzun olacaktır.

Kaynaklar

1. Hobbs, G.: Microbial Spoilage of Fish, In: Food Microbiology: Advances and Prospects. Eds., Roberts, T.A, and Skinner, F.A. Academic Press., New York, 1983, SAB Symposium Series No: 11: 217-229.
2. Liston, J.: Fish and shellfish and their products, Chap. 20, In: Microbial Ecology of Foods, ed. Siliker, J.H. et al., Academic Press, New York, 1980, Vol. 2: 567-605.
3. Bisset, K.A.: Natural antibodies in the blood serum of freshwater fish. J. Hyg., 1948; 46: 267-268
4. Schirrmacher, G.: Untersuchungen über das Vorkommen von Pseudomonaden und Aeromonaden auf Bodenseefischen in lebensmittelhygienischer Sicht. Inaugural-Dissertation Gießen, 1975: 105
5. Shewan, J.M.: The microbiology of sea-water fish. In: Fish as Food ed. G. Borgstrom. Academic Press, New York, 1961/1962, Vol. I: 487-560
6. Shewan, J.M.: The bacteriology of fresh and spoiling fish and the biochemical changes induced by bacterial action. In: Handling, Processing and Marketing of Tropical Fish. Tropical Products Institute, London, 1977: 51-68.
7. Karnop, G.: Die Bakteriologie des Verderbs von Frischfisch - Ihre Probleme und deren Lösungsmöglichkeiten. Dt. Lebensmitt.-Rundsch. 1978; 74: 200-205
8. Karnop, G.: Die Rolle der Proteolyten beim Fischverderb. II. Vorkommen und Bedeutung der Proteolyten als Bakterielle Verderbsindikatoren, Arch. Lebensmittelhyg. 1982; 33: 57-80.
9. Manfred, T.: Fischverarbeitung Band II, Behr's Verlag Hamburg, 1994: 372.
10. Baumgart, J.: Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln. 3. Auflage, Behr's Hamburg, 1993: 514.
11. Pichard, K.: Lebensmittelmikrobiologie: Grundlagen für die Praxis, 4. Aufl. Berlin, 1998: 361.
12. Zar, H.J.: Biostatistical Analysis. 4th ed., Simon & Schuster, New Jersey, 1999: 562.
13. Ebo-Elnega, I.G.: Keimflora einiger Süßwasserfische. Arch. Lebensmittelhyg. 1980; 31: 181-183
14. Hussain, A.M., Ehlermann, D., Diehl, J.F.: Wirkung der Rarisation auf die Mikroflora von vakuumverpackten Forellen (*Salmo gairdneri*). Arch. Lebensmittelhyg. 1976; 27: 223-225
15. Gibson, D.M.: Hygiene and Safety of Seafood, Chap. 8. In: Ruiter, A. Fish and Fishery Products, Composition, Nutritive Properties and Stability, Guilford, 1995: 680.
16. Karnop, G.: Qualität und Lagerverhalten heiss geräucherter Fischereiprodukte
a) Sensorische und mikrobiologische Beschaffenheit von rauchfrischem Heilbutt, Bückling und Aal, Dt. Lebensm. Rundsch. 1980, 76, Heft 2: 42-47.
b) Lagerungsabhaengige sensorische Qualitätsveraenderungen von Heilbutt, Bückling und Aal, Dt. Lebensm. Rundsch. 1980, 76, Heft 3: 75-81.
c) Mikrobiologie und Einfluß der Räucherintensitaet auf die Haltbarkeit von Heilbutt, Bückling und Aal. Dt. Lebensm. Rundsch. 1980, 76, Heft 4: 125-134.
17. Schulze, K.: Untersuchungen zur Mikrobiologie, Haltbarkeit und Zusammensetzung von Raucherforellen aus einer Aquakultur. Arch. Lebensmittelhyg. 1985; 36: 82-84.
18. Lee, I.S., Pfeifer, D.K.: Aerobic microbial flora of smoked salmon. J. Milk. Food Technol. 1973; 33: 237-239.
19. Meyer, V.: Über Milchsäurebakterien in Fischmarinaden, Zbl. Bakt. Parasit. 1, Orig. 1962; 184: 296-301.

20. Priebe, K.: Zur Frage der Herkunft der Betabakterien (Laktobakterien) bei Heringsmarinaden. Arch. Lebensmittelhyg. 1962; 13: 278-281.
21. Coretti, K.: Sterilisation von Gewürzen. Fleischwirtschaft 1978; 58: 1239-1241.
22. Thomann, R., Tietz, U.: Herstellung und Einsatz von Keimreduzierten Gewürzen. Lebensmittelindustrie. 1988; 35: 158-160.
23. Deak, T.: Isolierung und Identifizierung von Laktobazillen in Verbindung mit der Rohkonserven-Fermentation. Food Sci. Tech. Abstr., Farnham Royal, 1975; 7: 234-235.
24. Baumgart, J.: Verderb von Feinkost-Salaten. Fleischwirtschaft 1981; 61: 1353-1355.
25. Baumgart, J., Weber, M.B., Hannekamp, B.: Mikrobiologische Stabilität von Feinkosterzeugnissen. Fleischwirtschaft 1983; 63: 93-94.