

Piyasada satılan surimilerin mikrobiyolojik kalitesinin incelenmesi

Halil YALÇIN

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Burdur/TÜRKİYE

Anahtar Kelimeler:

surimi
deniz ürünleri
E. coli
gıda hijyeni
Pseudomonas spp.

Key Words:

surimi
seafood
E. coli
food hygiene
Pseudomonas spp.

Geliş Tarihi: 09.01.2020
Kabul Tarihi: 10.03.2020
Yayın Tarihi: 30.04.2020
Makale Kodu: 672526

Sorumlu Yazar:
H. YALÇIN
(hyalcin@mehmetakif.edu.tr)

ORCID:
H. YALÇIN: 0000-0003-2162-2418

I. Uluslararası Sağlık Bilimleri ve Yaşam Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. 02-05 Mayıs 2018, Burdur.

GİRİŞ

Beyaz et kaynakları içerisinde önemli bir yeri olan deniz ürünleri tüketiminin artmasıyla uluslararası gıda ticaretinde ilk sıralarda yeri almıştır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Organizasyonunun (Food and Agriculture Organisation of the United Nations-FAO) 2018 yılı verilerine göre suriminin dünya genelinde üretim miktarı 800.000 ton düzeyine ulaşmıştır (1). Özellikle Uzakdoğu ülkelerinde tüketilmekte olan surimi ülkemiz piyasasında hem yerli üretim hem de ithal kaynaklı olarak bulunmaktadır (2). Surimi beyaz etli balıkların kas dokusunun ezilip karıştırılarak homojen hale getirilmesinden sonra yağ, serbest amino asit ve peptidler gibi bileşenlerinin su ile yıkanarak uzaklaştırılması sonrasında (miyofibriller proteinlerinin konsantresi) içerisine yengeç, ıstakoz veya karides aromaları gibi koku ve tad verici maddelerin eklenmesiyle hazırlanan işlenmiş bir gıda ürünüdür (3-5). Fermente ve çiğ ürünlerinin yanı sıra pişirildikten sonra paketlenip satışa sunulan surimler, tüketilmeden önce ızgara, fırınlama, haşlama, buharda pişirme ve kızartma gibi ısı işlemlere tabi tutulmaktadır (3, 6). Yetersiz

ÖZ

Surimi, dünyada gün geçtikçe artan deniz ürünleri tüketimi içinde önemli bir paya sahiptir. Deniz ürünleri yakalama, taşıma ve işleme sırasında hasar görerek mikrobiyal kontaminasyona maruz kalabilir. Çalışmamızda satış ve tüketim noktalarından temin edilen 40 adet surimi örneği Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri, *E. coli*, *Enterobacteriaceae* ve *Pseudomonas* spp. yönünden standart metotlar kullanılarak incelenmiştir. Örneklerdeki Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri sayısı (30 °C) 2.0×10^2 - 2.0×10^6 KOB/g, *E. coli* 3.2×10^2 - 9.0×10^2 KOB/g düzeyinde saptanmıştır. Enterobakter 1.0×10^3 - 2.0×10^3 KOB/g ve *Pseudomonas* spp. sayısı 5.0×10^2 - 3.0×10^3 KOB/g olarak belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre surimi örneklerinin incelenen bakterilerle kontaminasyon seviyesi halk sağlığı açısından bir risk teşkil etmektedir.

Investigation of microbiological quality of surimi sold in the market

ABSTRACT

Surimi has an important share in the increasing consumption of seafood in the world. Seafood may be damaged during capture, transport and processing and this could lead to microbial contamination. In our study, 40 surimi samples obtained from the sales and consumption points were investigated for Total Aerobic Mesophilic Bacteria, *E. coli*, *Enterobacteriaceae* and *Pseudomonas* spp. by using standard methods. The total numbers of aerobic mesophilic bacteria (30 °C) and *E. coli* in the samples were determined as 2.0×10^2 - 2.0×10^6 CFU/g, 3.2×10^2 - 9.0×10^2 CFU/g respectively. The numbers of Enterobacter and *Pseudomonas* spp. were determined as 1.0×10^3 - 2.0×10^3 CFU/g, 5.0×10^2 - 3.0×10^3 CFU/g respectively. Findings of the study indicate that the contamination level of surimi samples with the bacteria investigated poses a risk to public health.

hijyen ve ısı uygulaması sonucunda surimilerde sporlu bakteriler başta olmak üzere diğer bakteriler canlı kalabilmekte ve 4-12 haftalık soğuk muhafazasında psikrofilik bakteriler çoğalarak kabul edilebilir sınırların üzerine çıkabilmektedir (7). Bununla birlikte surimilerin işlenmesi sırasında kullanılan katkı maddeleri de (patates ve buğday nişastası gibi) bakteriyel kontaminasyona sebep olabilmektedir (8). Araştırmacılar surimilerde toplam bakteri ve psikrofil bakteri sayılarının 10^2 - 10^4 KOB/g düzeyinde bulunabileceğini ve depolama sürecinde bu sayının artabileceğini belirtmişlerdir (9, 10). Surimilerde genel canlı bakterilere bağlı bozulmalar görülebildiği gibi, patojen bakterilerden kaynaklı risklerde ortaya çıkabilmektedir. Nitekim Gonzalez ve ark. (11), inceledikleri 125 surimi örneğinin 6'sında (%4.8) *L. monocytogenes* tespit etmişlerdir. Bunun yanında gıdaların bozulmasına *Corynebacterium*, psikrofilik *Pseudomonas* spp., *Aeromonas*, *Staphylococcus*, *Listeria* spp., *Bacillus* türleri ve koliformların sebep olabileceği ve bu bağlamda deniz ürünleri kaynaklı hastalıkların şekillenebileceği belirtilmektedir (12-16).

Alaska pollock balığından elde edilen surimilerin spor oluş-

turmaya bakterilerle 10^4 - 10^6 KOB/g düzeyinde kontamine oldukları belirtilmiştir (14). Benzer şekilde surimi üretilecek balık kıymalarının yüksek toplam aerobik mezofilik bakteri içerdiğini bildirilmiştir (17). El-Kholie ve ark. (18), bebek gıdalarına ilave edilen, sazan balığından yapılan kurutulmuş surimi örneklerinin sadece birinde 1.7×10^1 KOB/g düzeyinde toplam aerobik bakteri tespit ettiklerini belirtmişlerdir. Ariyawansa ve ark. (19), küçük balık türlerinde toplam aerobik bakteri sayısını 8.0×10^3 - 2.0×10^8 KOB/g aralığında olduğunu ortaya koymuşlardır. Bunun yanında bazı örneklerde fekal koliform sayısının >1100 EMS/g olarak belirlendiğini, balıkların %70'inin *E. coli* ile kontamine olduğunu, 9 örnekte (9/160) *Salmonella* spp., 8 örnekte (8/160) *L. monocytogenes* tespit ettiklerini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar balıkların yakalandığı su ve soğutmada kullanılan buzların toplam aerobik mezofilik bakteri, koliformlar, fekal koliformlar, *E. coli*, *Fekal streptococci* ve *Salmonella* spp. ile kontamine olduğunu da ortaya koymuşlardır.

İşlenmiş balık ürünlerinde patojen bakterilerin bulunması kontamine kapların, aletlerin, suyun ve buzun kullanıldığına ve hijyenik olmayan uygulamaların yapıldığına işaret etmektedir (20). Adeshina ve ark. (21), balık işleme-hazırlama tezgâhlarının ve aletlerindeki kontaminasyonu ortaya koymuşlardır. Ülkemiz marketlerinde ve tüketim noktalarında yerini alan surimi hijyenik şartlarda üretilmediğinde ve hazırlanmadığında bir çok bakteri ile kontamine olabileme riski yüksektir. Ayrıca bakteriyel faaliyet sonucu surimilerin tad, renk, koku gibi duyuşal özellikleri ve diğer kimyasal kalite kriterlerindeki değışiklikler tüketici tarafından kabul edilemez bir durumdur (22).

Bu çalışmada piyasada satılmakta olan surimilerin bazı mikrobiyolojik nitelikleri incelenerek halk sağlığı açısından risk teşkil edip etmediği araştırılmıştır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Mersin piyasasından temin edilen 40 adet surimi örneği soğuk zincir altında laboratuvara getirilerek mikrobiyolojik yönden incelenmiştir. Örneklerden aseptik şartlarda 10 g alınarak 90 ml peptonlu su ilave edilmiş (10/90) ve daha sonra homojenizasyon yapılmıştır. Daha sonra seri dilüsyonlar hazırlanmış ve standart metotlar kullanılarak Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB), *E. coli*, *Enterobacteriaceae* ve *Pseudomonas* spp. araştırılmıştır. Bu çalışmada kullanılan besiyerleri ve katkıları Oxoid (USA)'den temin edilmiştir.

TAMB sayımı için Plate Count Agar (Oxoid CM0325, USA) kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyondan bu besiyerine ekim yapılarak 30 ± 1 °C'de, 48 ± 2 saat inkübasyona bırakılmış ve sonrasında petrideki tüm koloniler sayılmıştır (23). Çalışmada *E. coli* tespiti için hazırlanmış olan dilüsyonlardan 0.5 ml Chromocult Tyrptone Bile X-glucuronide Agara (Oxoid CM0945, USA) yayma yöntemine göre ekilmiştir. Ekim yapılan petripler önce hücreleri canlandırmak amacıyla 30 ± 1 °C'de 4 ± 1 saat bekletilmiş ve daha sonra 44 ± 1 °C'de 18 ± 2 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında besiyerindeki mavı-yeşil renkli koloniler *E. coli* olarak değerlendirilmiştir (24). *Enterobacteriaceae* aranması için hazırlanan dilüsyonlardan 2 steril petri kabına 1'er ml konulmuştur. VRBGA (Violet Red Bile Glukoz Agar (Oxoid CM1082, USA) 45 °C'ye soğutulmuş dökülüp karıştırılmıştır. Sonra ikinci kat VRBGA dökülerek 37 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Sonuç olarak petriplerdeki menekşemsi zon oluşturan tipik koloniler sayılarak, seçilen kolonilere oksidaz testi uygulanmıştır (25). *Pseudomonas* spp. sayımında Cetrimide (Oxoid SR0102, USA) ilaveli *Pseudomonas* Agar Base (Oxoid CM0559, USA) kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan ekimi yapılan petripler 25 ± 1 °C'de 48 saat inkübe edilerek değerlendirilmiştir (26). Mikrobiyolojik analizler iki tekrerrür olacak şekilde yapılmıştır.

BULGULAR

Örneklerde yapılan analizler neticesinde TAMB sayısı 2.30-6.30 log KOB/g (2.0×10^2 - 2.0×10^6 KOB/g), *E. coli* örneklerin çoğunda (32 örnek %80) tespit edilemezken, 8 örnekte (%20), 2.50-2.95 log KOB/g (3.2×10^2 - 9.0×10^2 KOB/g) düzeyinde saptanmıştır. İncelenen surimi örneklerinde enterobakterler 3.0-3.30 log KOB/g (1.0×10^3 - 2.0×10^3 KOB/g) ve *Pseudomonas* spp. sayısı 2.69-3.47 log KOB/g (5.0×10^2 - 3.0×10^3 KOB/g) düzeyinde tespit edilmiştir. Örneklerin 11'inde (%27.5) bakteriler tespit limitinin altında kalmıştır (<10 KOB/g). Bakteri tespit edilen örneklerin sonuçları ve sonuçların standart sapması Tablo 1'de verilmiştir. Ürünlerin genel hijyenik düzeyinin düşük olduğu ve kontaminasyonun varlığı ortaya konulmuştur.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Surimi değışik yerlerden avlanan farklı tür balıklardan yapıldığından bakteri florasında çeşitlilik olabilmektedir (14). Diğer yandan balıkların dokusu işleme sırasında kolayca zedelenildiğinden mikrobiyal bulaşmaya açıktır (27). Bu mikroorganizmalar suriminin bozulmasına sebep olabileceği gibi halk sağlığını da tehdit edebilirler (11, 19). Araştırmamızda surimi örnekleri TAMB, *E. coli*, *Enterobacteriaceae* ve *Pseudomonas* spp. yönünden incelenmiştir. Örneklerin 29'unda (%72.5) bakteri tespit edilmiştir. Bununla beraber TGK Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği'nde araştırılan bakteriler açısından herhangi bir değer bulunmamaktadır (28).

Liu ve ark. (29), tarafından surimilerin başlangıç toplam bakteri sayısının 4.4 log KOB/g olduğu ve -1 °C'de 35 gün depolama sonunda bu sayısının 7.2 log KOB/g çıktığı bildirilmiştir. Coton ve ark. (7), surimi örneklerinin %98'inde başlangıç toplam aerobik mezofilik bakteri sayısını $<10^2$ KOB/g düzeyinde tespit etmişler. Soğuk depoya aldıkları örneklerin raf ömrü sonunda %50'sinin $<10^2$ KOB/g, %10'nun 10^2 - 10^3 KOB/g, geri kalan %40'nun ise 10^3 KOB/g'dan fazla olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmamız kapsamında incelediğimiz örneklerde en fazla 6,3 log KOB/g TAMB tespit edilmiştir. Ayrıca örneklerin %27.5'i (11 adet) tespit limitinin altında kalmış, %32.5'i (13 adet) 10^2 - 10^3 KOB/g, geri kalan 16 (%40) örnekte ise 3 log KOB/g düzeyinde toplam aerobik mezofilik bakteri belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre belirlenen bakteri yoğunluğu ürünün raf ömrünü kısaltacak ve halk sağlığını etkileyecek boyutlara gelebilir. Tespit limitinin altında kalan örneklerde az da olsa benzer bir riskin olduğu düşünülmektedir.

Shaviklo ve Rafipour (17), surimi üretiminde kullanacakları balık kıymasındaki toplam bakteri miktarının 7.1×10^5 KOB/g düzeyinde tespit ettiklerini, bununla sebebinin balığın bağırsağından kaynaklanan kontaminasyon olabileceğini belirtmişlerdir. Ancak etkili bir süzme işleminden sonra bu değerin 3.1×10^3 KOB/g düzeyine düştüğünü, aynı işlem sonunda elde edilen surimilerde *Salmonella* ve *E. coli*'nin bulunmadığını, çok düşük sayıda koliform (<10 KOB/g), *Staphylococcus aureus* (<100 KOB/g), maya ve küf (<10 KOB/g) tespit edildiğini bildirmişlerdir. Surimi işlemede kullanılan klorlu su (10 ppm) mikrobiyal kontrolü sağlasa da üretim aşamalarında elle müdahale çok olduğu için mikrobiyal bulaşmalar olabilmektedir (30). Çapraz bulaşmanın önemli bir göstergesi olan *E. coli* araştırmamızdaki örneklerin 8'inde (%20), enterobakter ise 10'unda (%25) tespit edilmiştir. Soğukta veya dondurularak muhafaza edilen gıdalarda indikatör bakterilerin varlığı üretim hijyenin eksikliğini göstermektedir.

Suriminin mikrobiyal kalitesine mevsim, kaynak, kalite ve işleme prosedürleri etki etmektedir (31). Himelbloom ve ark. (31), surimi örneklerinde toplam canlı sayısını 1.9×10^5 KOB/g olarak rapor etmişlerdir. Çalışmamızda 7 örnekte (%17.5) $>10^5$ KOB/g TAMB tespit edilmiştir. Araştırmalarda bakterilerin surimi örnekleri arasında düzensiz dağıldığı ve tüketilmeden önce

Tablo 1. Surimi örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları (log₁₀ KOB/g, n=40, Ort ± SS).
Table 1. Microbiological analysis results of surimi samples (log₁₀ CFU/g, n=40, Mean ± SD).

Sıra No	Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri	<i>E. coli</i>	<i>Enterobacteriaceae</i>	<i>Pseudomonas</i> spp.
1	2.30	2.77	3.0	<1
2	4.70	<1	<1	<1
3	3.64	<1	<1	<1
4	3.79	<1	3.14	<1
5	5.73	<1	<1	<1
6	3.96	<1	<1	2.74
7	4.84	2.50	3.07	<1
8	6.30	2.80	3.30	3.43
9	2.80	<1	<1	3.47
10	4.50	<1	<1	<1
11	5.04	2.72	3.11	<1
12	2.76	<1	<1	<1
13	4.95	<1	<1	2.69
14	2.81	<1	<1	<1
15	2.65	2.89	3.23	<1
16	4.92	<1	<1	<1
17	4.57	2.59	<1	<1
18	3.84	<1	<1	<1
19	4.85	<1	<1	<1
20	2.90	<1	3.27	<1
21	6.17	<1	<1	<1
22	4.59	<1	<1	<1
23	3.83	2.70	3.20	2.95
24	5.20	<1	<1	<1
25	3.66	<1	<1	3.25
26	3.67	2.95	3.20	3.39
27	6.00	<1	<1	<1
28	5.98	<1	3.17	<1
29	4.51	<1	<1	<1
Ortalama ± SS	4.33±1.13	2.74±0.15	3.17±0.09	3.13±0.33

<1 tespit limitinin altı, KOB: Koloni oluşturan birim, CFU: Colony Forming Unit, ORT: Ortalama, SS: Standart Sapma, SD: Standard Deviation

ıslı işleme tabi tutulan surimilerin patojen bakteri içermediği belirtilmiştir (31, 32). Benzer şekilde incelemeye aldığımız örneklerde de bakteri sayılarında düzensizlikler tespit edilmiştir. Bu durumun farklı üretim ve işleme şartlarından kaynaklanabileceği tahmin edilmektedir. Zhao ve ark. (10), surimilerin 4 °C'de depolanması ile başlangıçta 1,87 log KOB/g olan toplam bakteri sayısının 6. günde 4.73 log KOB/g, 9. günde 4.89 log KOB/g, 12. günde ise 5.17 log KOB/g'a çıktığını, aynı şartlarda *E. coli* sayısının ise sırasıyla 2.01 log KOB/g, 2.44 log KOB/g, 2.84 log KOB/g olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacıların TAMB sonuçları ile çalışmamızda elde ettiğimiz bazı bulgular uyumludur. *E. coli* açısından değerlendirdiğimizde ise çalışmamızdaki 2.95 log KOB/g ile araştırmacıların 12. günde elde ettiği sonuç (2.84 log KOB/g) yakındır. Çorapçı ve Güneri (33), yengeç surimiden ürettikleri suşinin 1. gün analizinde *E. coli* tespit edemediklerini, TAMB sayısının 3.26 log KOB/g, toplam psikrofil bakteri ve toplam koliform sayısının <10 log

KOB/g olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacıların sonuçları ile çalışmamız bulguları arasında farklılıklar bulunmaktadır. Bunun nedeninin surimilerin farklı bir ürüne işlenirken uygulanan yöntem ve kullanılan katkı maddelerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Yüksek su ve besin içeriğinden dolayı surimiler, depolama sürecinde bakteriyel çoğalma için uygun bir ortam sağlamaktadır. Zhou ve ark. (6), işleme alacakları surimilerde başlangıç toplam aerobik bakteri sayısının 10³-10⁴ KOB/g, enterobakter sayısının ise tespit limitinin altında kaldığını 48 saatlik fermentasyon sonunda sayının sırasıyla 10⁸ ve 10⁴ KOB/g olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmamızdaki sonuçların bir kısmı (16/29), araştırmacıların başlangıçta tespit ettikleri toplam bakteri sayısı ile uyum içerisindedir. Elde ettiğimiz enterobakter sayısı araştırmacıların çiğ örnekte bildirdiklerinin (<10) çok üstünde olmasına rağmen fermentasyondan sonra sayılan 10⁴ KOB/g

sayısının altında (2.0×10^3 KOB/g) kalmıştır. Üretiminde yaklaşık %2.5 tuz kullanılan surimilerde enterobakter inhibisyonu için tuzlama önemli bir faktördür (2). Ancak hazırlanmasında az tuz kullanılan ya da kullanılmayan surimilerin bu bakteri açısından risk teşkil edebileceği düşünülmektedir.

Şen ve ark. (34), surimi üretimi için 4 ay donmuş olarak depolanan mezgit ve sardalya balıklarından elde ettikleri kıymaları bakteriyolojik olarak incelemişler ve toplam mezofilik bakteri sayısının mezgit kıymasında $3,4 \times 10^5$ KOB/g, sardalya kıymasında $1,5 \times 10^5$ KOB/g aynı sırayla psikrofil bakteri sayısını $4,5 \times 10^5$ ve $2,5 \times 10^5$ KOB/g, koliform sayısını 120 EMS/g ve 120 EMS/g, fekal koliform sayısını her iki örnekte de <3 EMS/g, *S. aureus* sayısını <100 KOB/g olarak tespit etmişlerdir. Benzer şekilde incelediğimiz örneklerin 15'inde (%37.5) en az iki bakteri tespit etmiş olmamız surimilerin aynı anda birçok bakteriyle kontamine olabileceğini ortaya koymaktadır.

Surimilerin dondurularak (-18 °C) depolanması gerekir. Ancak dondurulduktan sonra çözündürülmesi biyolojik değerliğinde azalmaya sebep olabilmektedir (35). Bu yüzden soğuk muhafaza da tercih edilebilmektedir. Dinçer ve ark. (36), mezgit etinden ürettikleri surimilerden yaptıkları sosislerin $+4$ °C'de 15 gün depolandığında bozulduğunu ancak depolama boyunca patojen bakteri (*S. aureus*) tespit edemediklerini belirtmişlerdir. Depolama süresince ortama hakim olan psikrofil bakteriler *S. aureus*'ü baskılamış olabilir. Bazı örneklerimizdeki *E. coli*, *Enterobacteriaceae* ve *Pseudomonas* spp. bulguları (örn: Tablo 1'deki 2., 5., 21. ve 29. sıradakiler) araştırmacıların sonuçlarını destekler niteliktedir. Bakteri inhibisyonu sağlayan esansiyel yağların (37) kullanılmasıyla surimilerin raf ömrü uzatılabilir.

Sonuç olarak, incelediğimiz surimi örneklerinde halk sağlığı yönünden tehdit oluşturabilecek bakterilere rastlanmıştır. Surimiler birçok bakteri gelişmesi için uygun besi ortamıdır. Örneklerin 11'inde bakteri sayısı tespit limitinin (<1 log KOB/g) altında kalmıştır. Önemli bir kontaminasyon belirteci olan *E. coli* 8 örnekte ortalama 2.74 ± 0.15 log KOB/g düzeyinde bulunmuştur. Surimilerin üretim, depolama ve servis aşamalarında soğuk zincirin kırılmamasına dikkat edilmelidir. Bu aşamalarda hijyen eğitimi almış kişilerin görevlendirilmesi halk sağlığını korumaya katkı sağlayacaktır. Ayrıca nitelikli ham maddenin seçiminin ürün raf ömrüne etki ettiği unutulmamalıdır. Elde edilen sonuçların deniz ürünleri üretimi ve işlenmesinde potansiyel kontaminasyonu önlemek için alınacak tedbirlere katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Genel olarak su ürünlerindeki risklerin ortaya konulması açısından resmi kurumlarca denetim ve kontrollerin artırılması ve yeni araştırmaların yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). With Jan.-Sep. 2018 Statistics. The GLOBEFISH Highlights, 2019;1:26.
2. Hall GM. Fish Processing-Sustainability and New Opportunities, 1st ed. West Sussex: Blackwell Publishing; 2011. p. 98-99.
3. Ercoşkun H. Surimi: Balık jel ürünleri. GMO Gıda Mühendisliği Derg. 2003;7:22-28.
4. Lee CM. Surimi: Science and Technology. In: "Wiley Encyclopedia of Food Science and Technology", Ed; Francis FJ, 2nd ed. New York: John Wiley and Sons; 1999. p. 2229-39.
5. Minh NP, Pham VT, Hoang DTM, Dung NC, Mai STA. Surimi production from mud carp (*Henicorhynchus siamensis*). J Pharm Sci & Res Vol. 2019;11:1373-1376.
6. Zhou X, Zhao D, Liu J, Lu F, Ding Y. Physical, chemical and microbiological characteristics of fermented surimi with *Actinomucor elegans*. LWT-Food Sci Technol. 2014;59:335-341.
7. Coton M, Denis C, Cadot P, Coton E. Biodiversity and characterization of aerobic spore-forming bacteria in surimi seafood products. Food Microbiol. 2011;28:252-260.
8. King NJ, Whyte R, Hudson JA. Presence and significance of *Bacillus cereus* in dehydrated potato products. J Food Prot. 2007;70:514-520.
9. Turan H, Sönmez G. Changes in the quality of surimi made from thornback ray (*Raja clavata*, L. 1758) during frozen storage. Int J Food Sci Nutr. 2007;58:557-566.
10. Zhao Y, Kong H, Zhang X, Hu X, Wang M. The effect of Perilla (*Perilla frutescens*) leaf extracts on the quality of surimi fish balls. Food Sci Nutr. 2019;7:2083-2090.
11. González D, Vitas AI, Díez-Leturia M, García-Jalón I. 2013: *Listeria monocytogenes* and ready-to-eat seafood in Spain: Study of prevalence and temperatures at retail. Food Microbiol. 2013;36:374-378.
12. Hollingworth TA, Kaysner CA, Colburn KG, Sullivan JJ, Abeyta C, Walker, KD, et al. Chemical and microbiological analysis of vacuum-packed, pasteurized flaked imitation crabmeat. J Food Sci. 1991;56:164-167.
13. Skara T, Valdramidis VP, Rosnes JT, Noriega E, Jan FM, et al. A novel model to assess the efficacy of steam surface pasteurization of cooked surimi gels inoculated with realistic levels of *Listeria innocua*. Food Microbiol. 2014;44:64-70.
14. Tsuda K, Nagano H, Ando A, Shima J, Ogawa J. Isolation and characterization of psychrotolerant endospore-forming *Sporosarcina* species associated with minced fish meat (surimi). Int J Food Microbiol. 2015;199:15-22.
15. Zhao D, Lyu F, Liu S, Zhang J, Ding Y, Chen W, et al. Involvement of bacterial quorum sensing signals in spoilage potential of *Aeromonas veronii* bv. *veronii* isolated from fermented surimi. J Food Biochem. 2018;42:1-11.
16. Bruijn I, Liu Y, Wiegertjes GF, Raaijmakers JM. Exploring fish microbial communities to mitigate emerging diseases in aquaculture. FEMS Microbiol Ecol. 2018;94:1-11.
17. Shaviklo AR, Rafipour F. Surimi and surimi seafood from whole ungutted myctophid mince. LWT-Food Sci Technol. 2013;54:463-468.
18. El-Kholie EM, Abdelreheem MAT, Khader SA. Utilization of common carp fish surimi in baby food products. Afr J Agric Res. 2014;9:2332-2338.
19. Ariyawansa S, Ginigaddarage P, Jinadasa K, Chandrika JM, Arachchi GG, Ariyaratne S. Assessment of microbiological and bio-chemical quality of fish in a supply chain in Negombo, Sri Lanka. Procedia Food Sci. 2016;6:246-252.
20. Saritha K, Immaculate Jeyasanta K, Patterson J. Quality of tomato hind fish (*Cephalopholis sonnerati*) at different stages of post harvest processing. Int J Res Medical and Health Sci. 2014;4:30-42.
21. Adeshina I, Abdulwahab M, Adewale YA, Suleman SB, Tiamiyu LO. Detection of *Listeria monocytogenes* in fried fish, processing slab and tools in Kwara State, Nigeria. Harran Univ Vet Fak Derg. 2017;6:32-37.
22. Nout MJR, Aidoo KE. Asian fungal fermented food. In the mycota. Vol X "Industrial applications", Ed; Hofrichter M. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin; 2010. p. 29-53.

23. International organization for standardization ISO 4833. Microbiology-general guidance for the enumeration of micro-organisms-colony count technique at 30 °C. 2013.
24. International Organization for Standardization (ISO) 16649-2:2001. Microbiology of food and animal feeding stuffs-horizontal method for the enumeration of beta-glucuronidase-positive *Escherichia coli* - Part 2: Colony-count technique at 44 degrees °C using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl beta-D-glucuronide. 2001.
25. International Organization for Standardization (ISO) 21528-2: 2004. Microbiology of food and animal feeding stuffs-horizontal methods for the detection and enumeration of *Enterobacteriaceae*-Part 2: Colony-count method. 2004.
26. Mendes R, Silva HA, Anacleto P, Cardoso C. Effect of CO₂ dissolution on the shelf life of ready-to-eat *Octopus vulgaris*. *Innov Food Sci Emerg*. 2011;12:551-561.
27. JingHao C, Han S, BingDi M, ShaoXiao Z, KaiBo D, BaoDong Z, et al. Research progress on quality control technology of surimi products. *Food Research Develop*. 2019;40:200-206.
28. TGK. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği. 29 Aralık 2011/ Resmî Gazete Sayısı: 28157. 2011
29. Liu Q, Kong B, Han J, Chen Q, Xueying H. Effects of superchilling and cryoprotectants on the quality of common carp (*Cyprinus carpio*) surimi: Microbial growth, oxidation, and physicochemical properties. *LWT-Food Sci Technol*. 2014;57:165-171.
30. AFDF. HACCP guidelines for the U.S. surimi industry. Alaska Fisheries Development Foundation, Final report. Seattle, WA: Manning, Batson, & Associates, Inc., USA, 1989. p. 149.
31. Himelbloom BH, Brown EK, Lee JS. Microbiological profiling of surimi productions. Anchorage, AK: Alaska Fisheries Development Foundation. Final Report. Anchorage, USA. 1989. p. 1-13.
32. Su Y, Daeschel MA, Frazier J, Jaczynski J. Microbiology and pasteurization of surimi seafood. In “Surimi and surimi seafood”, Ed; Park JW. New York: Marcel Dekker Inc.; 2005. p. 583-590.
33. Çorapçı B, Güneri N. Yengeç, istakoz surimi ve fûme somon ile hazırlanmış makizusunun 4 ±1°C’de duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi. *J Food Health Sci*. 2016;2:159-170.
34. Şen EB, Çaklı Ş, Kılınç B. Dondurulmuş mezgit ve sardalyadan üretilen surimi ve surimi jellerinin kalite parametrelerindeki değişimler. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2017;34:81-91.
35. Castrillon AM, Alvarez Pontes E, Arias MTG, Navarro P. Influence of frozen storage and defrosting on the chemical and nutritional quality of sardine (*Clupea pilchardus*). *J Sci Food Agric*. 1996;70:29-34.
36. Dinçer T, Yılmaz EBS, Çaklı Ş. Determination of quality changes of fish sausage produced from saithe (*Pollachius virens* L., 1758) during cold storage. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2017;34:391-399.
37. Kong H, Zhou B, Hu X, Wang X, Wang M. Protective effect of Perilla (*Perilla frutescens*) leaf essential oil on the quality of a surimi-based food. *J Food Process Preserv*. 2018;42:1-8.