



Erzurum Piyasasında Tüketime Sunulan Dondurmaların Mikrobiyolojik Kalitesi*

Selma ÇUBUKÇI¹, Meryem AYDEMİR ATASEVER²✉

1. Erzurum Çalışma ve İş Kurumu İl Müdürlüğü, Erzurum, TÜRKİYE.
2. Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Erzurum, TÜRKİYE.

Geliş Tarihi/Received	Kabul Tarihi/Accepted	Yayın Tarihi/Published
06.02.2017	01.08.2017	25.04.2018

Bu makaleye atıfta bulunmak için/To cite this article:

Çubukçı S, Aydemir Atasever M: Erzurum Piyasasında Tüketime Sunulan Dondurmaların Mikrobiyolojik Kalitesi. *Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg.*, 13 (1): 54-62, 2018. DOI: 10.17094/ataunivbd.290227

Öz: Bu çalışmada, Erzurum piyasasındaki çeşitli firmalardan temin edilen 25 vanilyalı, 25 çikolatalı ve 25 vişneli olmak üzere toplam 75 adet dondurma örneği analiz edildi. Analizler sonucunda vanilyalı dondurma örneklerinde ortalama toplam aerobik mezofilik, psikrofil, *Enterococcus* ve *Enterobacteriaceae* sayısı sırasıyla; 4.45 log kob/g, 4.89 log kob/g, 3.20 log kob/g ve 2.54 log kob/g olarak bulundu. Ortalama su aktivitesi 0.95 ve ortalama pH 6.39 olarak belirlendi. Kakaolu dondurma numunelerinin analizi sonucunda ortalama toplam aerobik mezofilik, psikrofil, *Enterococcus* ve *Enterobacteriaceae* sayıları sırasıyla 2.52 log kob/g, 5.08 log kob/g, 3.64 log kob/g, 2.52 log kob/g olarak bulunmuştur. Bir kakaolu dondurma numunesinde 3.85 log kob/g düzeyinde *S. aureus*'a rastlanmıştır. Ortalama su aktivitesi 0.95, ortalama pH değeri 6.81 olarak saptanmıştır. Vişneli dondurma numunelerinin analizi sonucunda ortalama toplam aerobik mezofilik, psikrofil, *Enterococcus* ve *Enterobacteriaceae* sayıları sırasıyla; 4.40 log kob/g, 4.62 log kob/g, 3.56 log kob/g, 2.27 log kob/g olarak bulunmuştur. Ortalama su aktivitesi 0.95, ortalama pH değeri ise 4.80 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada; *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp., *E. coli* ve *E. coli* O157:H7 'ye rastlanmamıştır. Bu çalışmada dondurma örneklerinde her ne kadar patojen bakteri tesbit edilmemiş olsada indikatör mikroorganizmaların yüksek düzeyde varlığı dondurmaların üretimden satışı kadar olan aşamalarda hijyenik koşulların yeterince oluşturulmadığını ve uygulanan işlemlerin gıda güvenliğini sağlamak için yeterli olmadığını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, pH, *Salmonella* spp., Su aktivitesi.

Microbial Quality of Ice Cream Sold by Retail Outlets in Erzurum

Abstract: In this study, a total of 75 samples were used (25 vanilla, 25 cocoa and 25 cherry ice cream). According to the analysis, mean counts of aerobic mesophilic bacteria, psychrophilic bacteria and *Enterococcus* were 4.45 log cfu/g, 4.89 log cfu/g 3.20 log cfu/g in tested vanilla ice cream, respectively. *Enterobacteriaceae* were found in 32% of the samples. Average water activity and pH were found 0.95 and 6:39 respectively. Mean counts of aerobic mesophilic bacteria, psychrophilic bacteria and *Enterococcus* were 2.52 log cfu/g, 5.08 log cfu/g, 3.64 log cfu/g in tested cocoa ice cream, respectively. *Enterobacteriaceae* was found in 36% of samples. Average water activity 0.95 and average pH 6.81 were found. Mean counts of aerobic mesophilic bacteria, psychrophilic bacteria and *Enterococcus* were 4.40 log cfu/g, 4.62 log cfu/g, 3.56 log cfu/g in tested chery ice cream, respectively. *Enterobacteriaceae* was found in 28% of samples. Average water activity 0.95 and average pH 4.80 were found. *S. aureus* were found in cocoa ice cream samples as 3.85 log cfu/g. *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp., *E. coli* and *E. coli* O157:H7 were not detected in any sample. In this study; even though pathogen bacteria were not detected in ice cream samples, high level of of indicator microorganisms indicates that hygienic conditions are not sufficiently achieved at the stages from production to sale, and that the applied processes are not sufficient to provide food safety.

Keywords: *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, pH, *Salmonella* spp., Water activity.

✉ Meryem AYDEMİR ATASEVER

Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Erzurum, TÜRKİYE.

e-posta: meryematasever@atauni.edu.tr

*Bu çalışma Selma ÇUBUKÇI'nın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

GİRİŞ

Dondurma; ürün karışımının pastörizasyon sonrası, tekniğine uygun olarak işlenmesi ve dondurulması ile elde edilen, yumuşak halde ya da sertleştirildikten sonra tüketime sunulan gıda maddesidir" (1). Dondurma, başlıca yağ, sütün yağsız kuru maddesi, şeker, stabilizatör, emülgatör ve bazen de çikolata, vanilya, meyve gibi lezzet ve renk veren maddelerden oluşan karışımın, bileşenlerinden kaynaklanan suda, değişik düzenlerde işlenmesiyle elde edilen karmaşık fiziko-kimyasal sisteme sahip; -5°C'nin altında tüketilebilen bir besindir. "Gıda ve Tarım Teşkilatı (FAO) ile Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO)'nın belirlediği kriterlere göre, kuru madde miktarı %31-41 olan dondurma, %8-15 süt yağı, %9-11 yağsız süt, %15-17 şeker ve %0.2-1 oranında stabilizatör ve emülgatörlerden oluşması gerekmektedir" (2).

Dondurma dünyada en çok tüketilen ve çeşitliliği fazla olan bir tatlıdır. Dondurma, zevkle tüketilmesi ve kolay sindirilebilir olmasının yanı sıra sağlıklı beslenme için gerekli olan birçok besin unsurunu, özellikle yüksek kaliteli protein ile bazı mineral madde (örn; kalsiyum, fosfor) ve vitaminleri (örn; A, D, riboflavin) önemli düzeyde içeren değerli bir enerji kaynağıdır (2). Ancak dondurmanın besin maddelerince zengin bir ürün olması, mikroorganizmaların gelişmesi için de uygun bir ortam sağlamaktadır. Dondurmaların mikrobiyolojik kalitesini belirleyen en önemli faktörler kullanılan hammadde ve yardımcı maddelerin mikrobiyolojik kalitesi, uygulanan proses ve işletme hijyenidir. Mikroorganizmaların büyük bir kısmı dondurma yapımında kullanılan hammadde ve ilave edilen katkı maddeleri yoluyla bulaşmaktadır. Ancak dondurma yapımı sırasında uygulanan ısı işlem, bakteri sporları hariç bakteri florasının büyük bir kısmının zarar görmesine yol açmaktadır. Patojen mikroorganizmaların bulaşması; alet ve ekipman, kullanma suyu, çevre, çalışan işçiler, ambalaj materyalleri yoluyla olmaktadır (3, 4). Dondurma steril ürün olmamakla birlikte hijyenik koşullarda uygun tekniklerle üretildiğinde zararlı mikroorganizmaların bulunma ihtimali düşüktür.

Üretimde homojenizasyon işlemi sonunda miks hemen 0-4°C ye soğutulur. Soğutma işlemi dondurma yapısını olumlu yönde etkilemekte ve mikroorganizmaların çoğalmasını da önlemektedir. Dondurmanın donmuş bir ürün olması mikroorganizmanın gelişmesini olumsuz yönde etkiler. Ancak dondurmanın üretim ve muhafazası sırasında hijyenik koşullara dikkat edilmemesi durumunda, mikrobiyal bozulma olmasa bile patojen mikroorganizmaları ve toksinleri içerme riski vardır. Dondurmada toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı, genellikle üretim ve muhafaza sırasındaki sanitasyon uygulamalarının bir göstergesi olarak kabul edilebilmektedir. *Enterobacteriaceae*, *Escherichia coli* ise genellikle bağırsak kaynaklı kontaminasyon düzeyini göstermektedir. Gıda ürünlerinde varlıkları işletmede uygulanan sanitasyonun yetersiz ve besin kalitesinin de düşük olması şeklinde değerlendirilmektedir. Çünkü bu bakterilerin ikincil habitatları iyi temizlenmemiş ekipmanlardır. Buralarda canlılıklarını sürdürebilir ve uygun koşullarda çoğalabilmektedirler. Bu bakımdan gıda ürünlerinde tespit edilmeleri üretim sırasında ya yetersiz ısı işlem ya da kötü hijyen koşullarının uygulandığını veya ısı işleminden sonra kontaminasyonun olduğunu gösterir. Dondurmanın *Salmonella*, *E. coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) ve *Listeria monocytogenes* (*L. monocytogenes*) gibi patojen bakteriler ile kontaminasyonu, gıda güvenliği ve halk sağlığı açısından önem arz etmektedir. Dondurma üretim ve muhafazası sırasında mikrobiyal bulaşmaya elverişli bir üründür. Hijyenik koşullardan yoksun ortamda yapılan dondurmada aerobik mezofilik bakteri, psikrofil bakteri, *Enterobacteriaceae*, *Enterococcus* gelişimi olabilmektedir (2, 5).

"Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği"(6)'ne göre dondurmanın mikrobiyolojik özellikleri Tablo 1.'de verilmiştir. Yönetmeliğe göre dondurmanın 25 gramında *Salmonella* ve *L. monocytogenes* ve *E. coli* O157 bulunmamalı, *Enterobacteriaceae* ise 10² kob/g'ı geçmemelidir"

Bu çalışmada; Erzurum ilinde çeşitli pastane ve satış noktalarında açıkta satılan dondurmaların mikrobiyal kalitesinin belirlenerek, halk sağlığı yönünden değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada, Erzurum il merkezinde bulunan çeşitli pastane ve satış noktalarından temin edilen 25 vanilyalı, 25 kakaolu ve 25 vişneli olmak üzere toplam 75 adet açıkta satılan dondurma örneği analiz edildi. Örnekler satışa sunulan orijinal kapları ile alındı. Her bir çeşit için yaklaşık 500 g dondurma temin edildi. Soğuk zincir altında laboratuvara getirilen örnekler; toplam aerobik mezofilik bakteri, psikrofil bakteri, *Enterobacteriaceae*, *Enterococcus*, *E. coli* ve *S.aureus* sayısı; *L. monocytogenes*, *Salmonella* ve *E. coli* O157:H7 varlığı Halkman (7)'in bildirdiği klasik kültür yöntemi ile belirlendi.

Vitek 2 ile İdentifikasyon

Vitek 2 sisteminde *S. aureus*'un identifikasyonu için Baird Parker Medium'da, *L. monocytogenes*'in identifikasyonu için Brilliance Listeria Agar'da, *Salmonella* identifikasyonu için Brilliant-green Phenol-red Lactose Sucrose Agar, Brilliance Salmonella Agar Base ve Xylose Lysine Deoxycholate Agar'da gelişen tipik kolonilerden kanlı agara geçilerek 24-48 saat inkübasyona bırakıldı. Üreyen genç kolonilerden alınarak steril fizyolojik tuzlu su içeren tüplerde Mc farland ayarı yapıldı. 0.65-0.85 Mc farland konsantrasyondaki bakteri solüsyon tüpüne Vitek 2 kartları (*S. aureus* ve *L. monocytogenes* için Gram pozitif, *Salmonella* için Gram negatif kart) takıldı. Daha sonra Vitek 2

Compact cihazında bakteri identifikasyonu yapıldı (8).

Su Aktivitesi ve pH Analizi

Dondurma numunelerinin pH değeri wtw inoLab, su aktivitesi AQUALAB 4TE model su aktivitesi cihazı ile belirlenmiştir.

İstatistiksel Analiz

Dondurma numunelerinden analizler sonucu elde edilen mikrobiyolojik ve kimyasal sonuçları SPSS paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ortalama değerleri ve standart hataları hesaplanarak analizleri yapılmıştır. Gruplar arasında (vanilyalı, kakaolu, vişneli) farklılığın belirlenmesinde Çoklu Karşılaştırma Testi Duncan kullanılmış ve sonuçlar istatistiksel olarak açıklanmıştır(9).

BULGULAR

Bu çalışmada, Erzurum il merkezinde bulunan çeşitli pastane ve satış noktalarından temin edilen 25 vanilyalı, 25 kakaolu ve 25 vişneli olmak üzere toplam 75 adet açıkta satılan dondurma örneğinde; toplam aerobik mezofilik bakteri, psikrofil bakteri, *Enterobacteriaceae*, *Enterococcus*, *S. aureus* sayısı ile *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp., *E. coli* ve *E. coli* O157:H7 varlığı incelenmiş ve mikroorganizmaların gelişimde etkili olan pH ve su aktivitesi belirlenmiştir.

75 dondurma numunesinde analiz sonucunda *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp. *E. coli* ve *E. coli* O157:H7 'ye rastlanmamıştır.

Dondurma numunelerine ait mikrobiyolojik analiz bulguları Tablo 1'de verilmiştir

Tablo 1. Dondurma numunelerinin mikrobiyolojik bulguları (log kob/g).

Table 1. Microbiological findings of ice cream samples (log cfu/g).

	Vanilyalı Dondurma			Kakaolu Dondurma			Vişneli Dondurma			F değeri
	Min	Max	Ort.±std.h.	Min	Max	Ort.±std.h.	Min	Max	Ort.±std.h.	
Toplam aerobik mezofilik bakteri	3	7.55	4.45±0.23	3	8	4.96±0.22	2	8	4.40±0.27	1.632
Psikrofil bakteri	3.30	7.17	4.89±0.17	3.70	7.26	5.08±0.20	1.5	6.76	4.62±0.23	1.349
Enterobacteriaceae	1.5	6.76	2.54±0.33	1.5	5.46	2.52±0.29	1.5	6.78	2.27±0.28	0.252
Enterococcus	2	5	3.20±0.21	2	7	3.64±0.27	2	6	3.56±0.27	0.872

Ort.±std.h:ortalama±standart hata.

Kakaolu dondurma numunelerinin bir tanesinde 3.85 log kob/g düzeyinde *S. aureus* belirlenirken vanilyalı ve vişneli dondurma örneklerinde tespit edilememiştir.

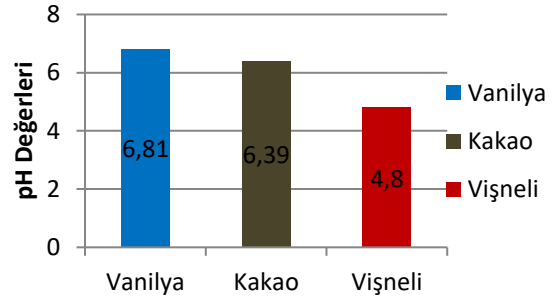
Analiz edilen dondurma numunelerine ait pH ve a_w değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Dondurma numunelerinin pH ve a_w değerleri.
Table 2. pH and a_w values of ice cream samples.

	Vanilyalı Dondurma			Kakaolu Dondurma			Vişneli Dondurma			F değeri
	Min	Max	Ort.±std.h	Min	Max	Ort.±std.h	Min	Max	Ort.±std.h	
pH	6.01	6.81	6.39±0.17b	5.74	7.36	6.81±0.41a	3.47	6.92	4.80±0.94c	77.85
a_w	0.9100	0.9900	0.9516±0.21	0.8700	0.9900	0.9480±0.33	0.9000	0.9900	0.9536±0.25	0.31

a,b,c: Aynı satırdaki farklı harfler arasında istatistiki açıdan önemli fark vardır, Ort.±std.h: ortalama±standart hata.

Tablo 2. incelendiğinde dondurma çeşitleri arasında pH değerleri bakımından istatistiki fark bulunmuştur. Ancak çeşitler arasında su aktivitesi değerleri açısından istatistiki fark belirlenememiştir. Vanilyalı ve kakaolu dondurma örneklerinin ortalama pH’ları arasında önemli bir fark olmamasına rağmen, vişneli dondurma örneklerinin ortalama pH değeri daha düşük tespit edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Dondurma örneklerinin çeşitlerine göre ortalama pH dağılımı.

Figure 1. Average pH distribution according to the types of ice cream samples.

Tablo 3. Dondurma numunelerinden elde edilen veriler arasındaki korelasyon.

Table 3. Correlation between data obtained from ice cream samples.

	pH	a_w	Enterococcus	Enterobacteriaceae	Toplam aerobik mezofilik bakteri	Psikrofil bakteri
pH	1					
a_w	-.179	1				
Enterococcus	.027	-.198	1			
Enterobacteriaceae	.121	-.052	.161	1		
Toplam aerobik mezofilik bakteri	.139	-.040	.374**	.450**	1	
Psikrofil bakteri	.069	.263*	-.222	.245*	.293*	1

*: p<0.05; **: p<0.01.

Yapılan korelasyon analizi sonucunda toplam aerobik mezofilik ile psikrofil bakteri sayısı arasında (P<0.05), su aktivitesi ile psikrofil bakteri sayısı arasında (P<0.05), enterokok sayısı ile toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı arasında (P<0.01),

Enterobacteriaceae ile toplam aerobik mezofilik bakteri arasında (P<0.01), *Enterobacteriaceae* ile psikrofil bakteri sayısı arasında pozitif (P<0.05) korelasyon saptandı (Tablo 3).

TARTIŞMA ve SONUÇ

Türk Gıda kodeksi (1)'nde dondurma karışımı: "İçerisinde tat ve çeşidine göre, süt ve/veya süt ürünlerini, içme suyu, şeker ve izin verilen katkı maddelerini bulunduran, istenildiğinde salep, yumurta ve/veya yumurta ürünleri, aroma maddeleri ve çeşni maddeleri gibi bileşenleri içeren, henüz dondurulmamış haldeki karışım ürünü olarak tanımlanmıştır". Dondurma ise "dondurma karışımının pastörizasyon sonrası, tekniğine uygun olarak işlenmesi ve dondurulması ile elde edilen, yumuşak halde ya da sertleştirildikten sonra tüketime sunulan ürünü" ifade etmektedir. Dondurma karışımına çeşni maddesi olarak fındık, fıstık, antep fıstığı, badem, ceviz gibi sert kabuklu meyveler, meyve, meyve suyu, meyve konsantresi, meyve püresi, meyve ezmesi, bal, kahve, kakao, çikolata, vanilya gibi yenilebilir ürünler ilave edilebilmektedir. Dondurmalarındaki mikrobiyal bulaşma üretimde kullanılan süt, diğer katkı maddeleri, paketlenme, ortam ve personelden kaynaklanmaktadır. Bunun yanında dondurmalar ambalajsız olarak muhafaza edilmesi ve satışa sunulması durumunda mikrobiyal kontaminasyona açıktır. Nitekim Aydın (4)'ün yaptığı çalışmada ambalajlı dondurmaların mikrobiyal kalitesi ambalajsız olarak satılan dondurmalarından daha iyi olduğu belirlenmiştir.

Dünya Sağlık Örgütü; çağdaş dünyada en yaygın sağlık sorunlarından birinin bulaşmış gıdalardan kaynaklanan hastalıklar olduğunu bildirmekte ve hatta bu sorunların bazen bebek ve yaşlılarda ölümlerle sonuçlandığını açıklamaktadır (10).

Bu çalışmada Erzurum il merkezinde pastane ve satış noktalarında açıkta satılan 25 vanilyalı, 25 kakaolu, 25 vişneli olmak üzere toplam 75 dondurma numunesinde toplam aerobik mezofilik bakteri, toplam psikrofil bakteri, *Enterobacteriaceae*, *Enterococcus*, *S. aureus* sayısı ile *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp., *E. coli* ve *E. coli* O157:H7 varlığı incelenmiş ve mikroorganizmaların gelişimde etkili olan pH ve a_w değerleri belirlenmiştir.

Buna göre analiz edilen vanilyalı, kakaolu ve vişneli dondurma numunelerinde ortalama toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının yüksek olduğu, bu durumun genellikle gıdanın düşük kalitede olduğunun veya raf ömrünün azalmış olabileceğinin göstergesi olduğu kabul edilir (5). Bu çalışmada belirlenen toplam aerobik mezofilik mikroorganizma sayısı; bazı çalışmalarda (10-15) tespit edilen değerlerden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Fakat elde edilen sonuçlar; Yücel ve Çıtak (11) ve Aydın'ın (4) elde ettiği ortalama değerlerden daha yüksek bulunmuştur.

Bu çalışmada; vanilyalı, kakaolu ve vişneli dondurma numunelerinde saptanan psikrofil mikroorganizma sayısı Akarca'nın (12) yaptığı çalışmada belirlenen psikrofil mikroorganizma sayısından daha düşüktür. Psikrofil mikroorganizmalar düşük sıcaklıklarda da faaliyet gösterdikleri için dondurma için de önemli bir hijyen kriteri olarak değerlendirilir.

Ortalama vanilyalı, kakaolu ve vişneli dondurma *Enterococcus* sayıları; Aydın'ın (4) bulduğu <2.00–3,58 log kob/g' dan daha yüksek, Kırdar (13)'ün elde ettiği 4.51 log kob/g'dan ise daha düşüktür.

Bu çalışmada vanilyalı, kakaolu ve vişneli dondurma numunelerinde ortalama *Enterobacteriaceae* sayısı Çınar'ın(14) elde ettiği <5.64 log kob/g sonuçtan daha düşüktür. Dondurma örneklerinde tespit edilen *Enterobacteriaceae* sayısının yüksek olduğu görülmektedir. Genel olarak gıdalarda yüksek *Enterobacteriaceae* sayısı işletmede uygulanan sanitasyonun yetersiz olduğuna veya gıdanın uygun olmayan koşullarda depolandığına işaret eder (15). Söz konusu etken gıdaya üretim ve muhafaza sırasında personelden, hammaddeden, alet ekipmandan bulaşabilir.

Yapılan bu çalışmada toplam 75 dondurma numunesinde *E. coli*'ye rastlanmamıştır. Ancak daha önce yapılmış araştırmalarda (11, 16-18) dondurma örneklerinde değişik oranlarda *E. coli* varlığı ortaya konmuştur. Şöyle ki; Yücel ve Çıtak (11) tarafından yapılan çalışmada %43 oranında *E. coli* izole edildiği bildirilmiştir. Benzer şekilde *E. coli* prevalansı

Panagiotidou ve Kritsepi (16) tarafından 107 örnekte %6.4, Aidara-Kane ve ark. (17) 313 dondurma numunesinde %10.6, Baraheem ve ark. (18) 80 numunede %42 olarak bildirilmiştir. Gözlemlenen bu farklılığın, dondurma üretim ve muhafaza aşamalarında uygulanan hijyen koşulları, kullanılan hammaddelerin bakteri yükü, işletme çalışanlarının temizlik anlayışından kaynaklanabileceği gibi ayrıca analiz edilen numune sayısı, kullanılan yöntemlerin farklılığında bu duruma sebebiyet verebileceği düşünülmektedir. Ayrıca son yıllarda modern dondurma işletmelerinde pastörizasyonun kullanılmasının ısıya duyarlı etkenlerin inaktive edilmesinde etkili olduğu bilinmektedir.

Bu çalışmada bir adet kakaolu dondurma numunesinin 3.85 log kob/g düzeyinde (%1.3) *S. aureus*'a rastlanmıştır. *S. aureus* izole edilen numunede toplam aerobik mezofilik bakteri (7.70 log kob/g), enterokok (5.41 log kob/g), psikrofil (6.23 log kob/g) sayılarının ve pH değerinin ortalama (pH 7.03) değerlerden yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Vanilyalı vişneli dondurma örneklerinde *S. aureus* tespit edilememiştir.

Belirlenen bu sonuç, Kruy ve ark. (19), Yücel ve Çıtak (11), Çınar (14), Omurtag ve ark.(20), Keskin ve ark. (21) Leloğlu ve ark. (22) tarafından elde edilen *S. aureus* düzeyinden düşüktür. Gözlemlenen bu farklılığın dondurma üretim ve muhafaza koşullarının farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada saptanan düşük ve negatif *S. aureus* bulguları; numunelerinde *S. aureus* saptayamadıklarını bildiren literatürlerle (23, 24) uyumluluk göstermektedir. Doğada yaygın olarak bulunabilen söz konusu etken, mastitisli hayvanlardan elde edilen sütlerden, işletme çalışanlarının ağız ve burun boşluklarından, saç ve derilerinden gıdalara bulaşabilmektedir. Öte yandan *S. aureus*'un %50'sinin toksin üretebilme yeteneği olduğu dikkate alındığında gıdalarda bu etkenin varlığının sebep olabileceği sağlık riskleri dikkate değerdir. Ayrıca *S. aureus*'un ısıya ve kötü yaşam koşullarına dayanıksız olması riski ortadan kaldırmamaktadır. Çünkü *S. aureus* tarafından

oluşturulan birçok toksik madde (enterotoksinler, alfa, beta hemolizinler, fibrinozinler, eksfoliatin, lökositin, koagülaz) ısıya dayanıklıdır. Bu toksinleri içeren gıdaların tüketimi insanlarda intoksikasyon tablolarının ortaya çıkmasına sebep olabilmektedir. Zira bu bakterinin gıdadaki yokluğu stafilokokal besin zehirlenme riskini ortadan kaldırmamaktadır. Bu bakterinin gıdalardaki sayısı 10⁶ kob/g'ın üzerine çıktığında toksin üretme riski oluşmaktadır (25). Dolayısıyla gıdaların uygun koşullarda muhafaza edilmesi önem arz etmektedir.

Listeriozis özellikle son yıllarda bazı ülkelerde gıdalardan kaynaklanan ve ölüme sonuçlanan çok sayıda enfeksiyon vakasına yol açması nedeniyle halk sağlığını yakından ilgilendiren önemli bir sorun haline gelmiştir. *L. monocytogenes* soğukta üreyebilme yeteneğine sahip bir mikroorganizmadır. Bu yüzden soğukta depo edilen besin maddelerinde (örn., sucuk, salam, kıyma, yoğurt, peynir, dondurma) bile canlılığını sürdürebildiği için besin endüstrisi bakımından çok önemli bir problem olabilmektedir (5). Bu bakterinin soğuk ortamlarda barınabilmesi, dondurmanın diğer besin kaynaklı bakteriyel patojenlere göre kontaminasyon olasılığını artırmaktadır. Birçok ülkede *L. monocytogenes*'in hazır gıdalarda belirlenmesi çocuk ve immunsupresif bireylerin enfeksiyona duyarlı olması bu etkenin önemini artırmaktadır. Bu nedenle bu bakterinin dondurmalarda bulunmaması resmi otoritelerce öngörülmektedir (6).

Bu çalışmada *L. monocytogenes* varlığı saptanamamıştır. Bu bulgu dondurma örneklerinde değişik oranlarda söz konusu etkenin izole edildiğini bildiren literatürlerle çelişmektedir. Zira Gönülalan ve ark. (26)'nın açıkta satılan 50 dondurma örneğinde *L. monocytogenes* prevalansını %16, Baek ve ark. (27) ise Kore'de 122 örnekte %6 olarak vermişlerdir. Bu farklılığın dondurmaların açıkta satılıyor olmasından, numune sayısının, izolasyon metodunun farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada elde edilen bulgulara benzer şekilde Maifreni ve ark. (24) İtalyada, Çağlayanlar ve ark. (23), Çınar (14) ve Tekin (28) yaptıkları çalışmalarda *L. monocytogenes*'e rastlamadıklarını bildirmişlerdir.

Salmonella'lardan kaynaklanan gıda enfeksiyonları çoğu ülkede tüm gıda enfeksiyon ve intoksikasyonları içerisinde genellikle ilk sırada ya da ikinci sırada yer almaktadır. *Salmonella*'ların gıda enfeksiyonlarında ilk sıralarda yer almasının en önemli nedenlerinden birisi, etkenin çevresel koşullara olan yüksek dirençliliğinden ve gıdalarda uzun süre canlılığını koruyabilmesinden kaynaklanmaktadır (29). Bu çalışmada dondurma numunelerinde *Salmonella* spp. ve *E. coli* O157 H7 izole edilememiştir. Benzer şekilde Tamminga ve ark. (30) 30 dondurma numunesinde *Salmonella* spp.'ye rastlanmadığını bildirmişlerdir. Kruy ve ark. (19) ise 210 numunede *Salmonella* spp. varlığını %1.9 olarak saptamışlardır.

Bu çalışmada analiz edilen 25 vanilyalı dondurma numunesinde minimum pH 6.01, maksimum pH 6.81, ortalama pH değeri ise 6.39; 25 kakaolu dondurma numunesinde minimum pH 5.74, maksimum pH 7.36, ortalama pH değeri ise 6.81; 25 vişneli dondurma numunesinde minimum pH 3.47, maksimum pH 6.92 ortalama pH değeri ise 4.80 olarak tespit edilmiştir.

Mikroorganizmaların gelişimini ve aktivitesini belirleyen önemli iç faktörlerden biri pH'dır. Bazı mikroorganizmalar pH 4.0' ün altında gelişmekle birlikte büyük bir kısmı en iyi pH 7.0 (6.6-7.5) civarında gelişmektedir. Patojen bakteriler başta olmak üzere bakteriler, pH bakımından küf ve mayalara göre daha seçicidirler.

L. monocytogenes pH 4.1, *Salmonella* spp. pH 4.05'de optimum aktiviteye sahiptirler (31). Dondurma çeşitlerinde pH en düşük 3.47, en yüksek 6.81 bulunduğu göre mikroorganizmaların gelişebileceği geniş bir pH aralığı olduğu söylenebilir. Dondurma çeşitlerinin Çoklu Karşılaştırma Testi Duncan kullanılarak yapılan pH karşılaştırmasının sonucunda gruplar arasında fark olduğu tespit edilmiştir. Bunun en önemli sebebi vişneli dondurmaya ilave edilen vişne ya da vişne aromasının dondurma pH'sını düşürmesidir.

Su aktivitesi sonuçları vanilyalı dondurma numunelerinde minimum 0.91 maksimum 0.99,

ortalama 0.95; kakaolu dondurma numunelerinde minimum 0.87, maksimum 0.99, ortalama 0.95; vişneli dondurma numunelerinde minimum 0.90, maksimum 0.99, ortalama 0.95 olarak bulunmuştur.

Bozulma yapan bakteriler için gerekli minimum a_w 0.90, *E. coli* için 0.96, *S. aureus* için 0.86 *L. monocytogenes* için 0.94 olduğu bildirilmiştir. Aerobik mikroorganizmalar oksijen kaynağının bol olduğu koşullarda daha düşük su aktivitesi değerlerinde gelişebilirler (31). Dondurma çeşitlerinin a_w sonuçları ortalama 0.95 olduğu göz önünde tutulursa, bozulma yapan mikroorganizmaların gelişebileceği bir değer olduğu sonucuna varılabilir.

Sonuç olarak; Bu çalışmada dondurma örneklerinde *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp. ve *E. coli* O157H7 gibi patojen mikroorganizmaya rastlanmaması, sadece tek numunede *S. aureus*'un izole edilmesi dondurmaların patojen bakteriler yönünden potansiyel bir risk taşımayabileceği anlamına gelmektedir. Ancak belirlenen toplam aerobik mezofilik bakteri, toplam psikrofil bakteri, *Enterobacteriaceae* ve *Enterococcus* düzeyleri dikkate alındığında dondurmanın hijyenik açıdan risk oluşturabileceği düşünülmektedir. Üretimde kullanılan süt ve dondurma katkı maddelerinin hijyenik kalitesi, pastörizasyon, pastörizasyon sonrası kontaminasyon, soğutma işlemindeki hatalar, alet-ekipman ve personel hijyeninin yetersiz olması dondurmanın mikrobiyolojik kalitesini düşürmektedir. Bu bakımdan bakteriyolojik açıdan iyi kalitede dondurmanın elde edilmesi, işletmede her aşamada tüm hijyen kurallarının en üst düzeyde uygulanmasına bağlıdır. Dondurma; üretim-tüketim zincirindeki aşamalarda çeşitli kontaminasyonlara maruz kalabilir. Bu nedenle, dondurma üretimi yapan işyerlerinde gerekli özenin gösterilmesiyle gıda kaynaklı hastalıkların azaltılabilmesi mümkündür. Bu bağlamda alet-ekipman ve personel hijyenine önem verilmeli, işletmede uygun temizlik ve dezenfeksiyon programı hazırlanmalıdır. Personelin bazı uygun olmayan alışkanlıkları (örn., yere tükürme, burun karıştırma) sağlıksız dondurma üretimine yol açabilir.

Personel hijyen ve sanitasyon konusunda eğitilmeli, düzenli olarak sağlık kontrolleri yaptırılarak hasta ya da taşıyıcı durumunda olanlar üretim birimlerinde çalıştırılmamalıdır. Özellikle patojen mikroorganizmaların dondurmaya bulaşmasında süt önemli bir kaynaktır. Bu nedenle dondurmanın ana maddesi olan sütün hijyenik kalitesine, pastörizasyon uygulamasına dikkat edilmelidir. Yapılan çalışmalar (32) dondurmadaki *Salmonella* varlığının dondurma üretiminde kullanılan çiğ yumurtadan kaynaklandığını göstermektedir. Dolayısıyla; üretimde etkin pastörizasyon işlemi oldukça önem arz etmektedir. Etkin bir kontrol sistemi olan HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point-Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları) programı kapsamında üretim zincirinin her aşamasında kritik kontrol noktaları belirlenmeli, bu noktalarda mikrobiyal bulaşmayı önleyici tedbirler alınmalıdır. Dondurmanın depolanması, taşınması ve satış noktalarında soğuk zincire dikkat edilmesi gerekmektedir. Dondurma tüketiminin çocuklarda daha yaygın olması ve söz konusu gıdanın tüketime hazır bir besin maddesi olmasından dolayı yasal otoritelerin etkin kontrol uygulamalarını yerine getirmesi halk sağlığının korunması açısından önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

1. Anonim, 2005. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Dondurma Tebliği. T.C. Resmi Gazete; 13 Mayıs 2005.
2. Tekinşen C., Tekinşen K., 2008. Dondurma. 1 ed. Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya
3. Sağdıç O., Tülüoğlu D., Özçelik S, Şimşek B., 2002. Isparta Piyasasında Tüketime Sunulan Dondurmaların Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesi. Atatürk Üniv Ziraat Fak Derg, 33, 441-446.
4. Aydın N., 2010. Erzurum İlinde Satılan Ambalajlı ve Ambalajsız Dondurmaların Bazı Mikrobiyolojik, Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi; Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye.
5. Aydemir Aatasever M., 2011. Kıymalarda Bazı Patojenlerin İzolasyon ve İdentifikasyonu. Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Türkiye.
6. Anonim, 2011. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazete; 29 Aralık 2011.
7. Halkman K., 2005. Merck Mikrobiyoloji El Kitabı. 1. Baskı, Başak Matbaacılık, Ankara.
8. BioMerieux, 2014. Vitek 2 Product Information. 27704-0969/USA.http://Durham, North Carolina.[
9. SPSS, 2015. Statistical Package for the Social Sciences.
10. World Health Organization, 1984. The role of food safety in health and development. Report of a Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Safety, 705, 1-79.
11. Yücel N, Çıtak S., 2000. Dondurma örneklerinde bazı mikroorganizmaların varlığı üzerine bir araştırma. Turk Hij Den Biyol Derg, 57, 165-170.
12. Akarca G., 2006. Afyonkarahisar ilinde satılan dondurmaların mikrobiyolojik kalitesi üzerinde çalışmalar. Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye.
13. Kırdar S., 2003. Burdur ilinde satılan dondurmaların bazı nitelikleri üzerine araştırmalar. Gıda Derg, 28, 175-181.
14. Çınar E., 2010. Tekirdağ ilinde satışa sunulan sade ve çilekli dondurmaların bazı mikrobiyolojik özelliklerinin araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye.
15. Ünlütürk A., Turantaş F. 2003. Gıda Mikrobiyolojisi. 3. Baskı, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir.
16. Panagiotidou MV., Kritsepi KM., 1984. Bacteriological quality of the Ice cream consumed in Serres and Kilkis. Ministry of Agriculture, Serres (Greece). Veterinary Lab, 36, 10-17.
17. Aidara-Kane A., Ranaivo A., Spiegel A., Catteau MJ., 2000. Microbiological quality of street-vendor ice cream in Dakar. Dakar Med, 45, 20-40.
18. Baraheem OH., El-Shamy AH., Bakr NM., 2007.

- Bacteriological quality of some dairy products (Kariesh Cheese and Ice Cream) in Alexandria. J Egypt Public Health Assoc, 82, 5-8.
19. Krüy SL., Soares JL., Ping S., Sainte-Marie EF., 2001. Microbiological quality of food sold as "ice/ice cream/sorbet" on the streets of Phnom Penh. Bulletin De La Societe De Pathologie Exotique, 94, 411-415.
20. Omurtag C., Ceran G., Akın A., 1977. Denizli ilinde satılan kaymaklı dondurmaların hijyenik kaliteleri üzerinde araştırmalar. Türk Vet Hek Dern Derg, 47, 40-47.
21. Keskin Y., Bařkaya R., Özyaral O., Kıyan P., 2007. Sade dondurmaların mikrobiyolojik incelenmesi. Türk Mik Cem Derg, 1, 51-58.
22. Leloglu N., Kaya O., Arıkan S., 1998. Aydın'da üretilen dondurmaların hijyenik kalitesinin incelenmesi. Bornova Vet Kont Arařt Enst Derg, 23, 121-128.
23. Çağlayanlar GE., Kunduhođlu B., Çoksöyler N., 2009. Comparison of the microbiological quality of packed and unpacked ice creams sold in Bursa, Turkey. J Arts Sci, 12, 93-102.
24. Maifreni MF., Civilin M., Domenis C., Manzano M., Di Prima R., Comi G. 1993. Microbiological quality of artisanal ice cream. Zentralblatt für Hygiene und Umweltmedizin, 194, 553-570.
25. Ös FB., Karaboz İ., 2005. İzmir'de piyasada açıkta satışa sunulan bazı gıdaların Staphylococcus aureus ve enterotoksinleri bakımından incelenmesi. Orlab On-Line Mik Derg, 3, 6-9.
26. Gönülalan S., Gönülalan Z., 2010. Kayseri ilinde satışa sunulan dondurmaların Listeria monocytogenes Varlığı Yönünden İncelenmesi. Saç Bil Derg, 19, 191-195.
27. Baek SY., Lim SY., Lee DH., Min KH., Kim CM., 2000. Incidence and characterization of Listeria monocytogenes from domestic and imported foods in Korea. J Food Protect, 63,186-195.
28. Tekin A., 2010. Dondurmalardan Listeria spp.'lerin izolasyonu ve tanımlanması üzerine bir araştırma. Çukurova Üniversitesi; Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye.
29. Erol İ., 2007. Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi. 3. Baskı, Pozitif Matbaacılık, Ankara.
30. Tamminga SK., Beumer RR., Kampelmacher EH., 1980. Bacteriological examination of ice-cream in the Netherlands: Comparative studies on methods. J Appl Bacteriol, 49, 239-253.
31. Çakır İ. 2000., Escherichia coli O157:H7. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. 2. Baskı, Sim Matbaası, Ankara.
32. Yaman H, Elmalı M, Ulukanlı Z, Tuzcu M, Genctav K. 2006. Microbial quality of ice cream sold openly by retail outlets in Turkey. Rev Med Vet, 157, 457-462.