

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Afyonkarahisar'da Satılan Dondurmaların Mikrobiyolojik Kalitesi Üzerine Çalışmalar

Gökhan AKARCA¹, Yahya KUYUCUOĞLU^{2*}

Anahtar Kelimeler
Dondurma
Mikrobiyoloji
Ölçüm

Key Words
Ice Cream
Microbiology
Evaluation

¹ Afyon Kocatepe Üniversitesi
Sultandağı Meslek Yüksekokulu
Afyonkarahisar
T Ü R K İ Y E

² Afyon Kocatepe Üniversitesi
Veteriner Fakültesi
Mikrobiyoloji Anabilim Dalı
03200- Afyonkarahisar
T Ü R K İ Y E

* **Corresponding author**

Tel: +90 272 228 1312

Email: ykuyucuoglu@aku.edu.tr

► Bu çalışma aynı isimli yüksek lisans tezinden özetlenmiştir

Ö Z E T

Bu çalışmada, Afyonkarahisar merkezindeki dondurma satış yerlerinden alınan 50 adet sade dondurma örneğinde toplam mezofil, toplam psikrofil, koliform bakteri ve *S. aureus* sayıları saptandı. Dondurma örneklerinden % 22'sinin toplam aerobik mezofil bakteri, % 44'ünün koliform bakteri ve % 22 'inin *S. aureus* sayıları yönünden Türk Standartları (TS) 4265 Dondurma Standardında ve Türk Gıda Maddeleri Tüzüğü Sade Dondurma Tebliğinde belirtilen sınır değerlerinin üzerinde olduğu belirlendi. Elli adet dondurma numunesinden 23 adedinin (% 46) TS-4265 Dondurma Standardında ve Türk Gıda Maddeleri Tüzüğü Sade Dondurma Tebliğinde belirtilen sınır değerlerinin üzerinde olduğu görüldü. Sonuç olarak, incelenen dondurma numunelerinden açıkta satılan örneklerin genellikle hijyenik kalitelerinin istenilen düzeyde olmadığı ve halk sağlığı açısından potansiyel bir tehlike oluşturabileceği, paketlenmiş olarak satılan dondurma numunelerinin ise hijyenik yönden standartlara uygun olduğu ve halk sağlığı açısından herhangi bir risk teşkil etmediği kanısına varıldı.

● ● ●

Studies on the Microbiological Quality of Ice Cream Sold in Afyonkarahisar City

S U M M A R Y

In this study, total mesophil, psychrophil coliform group bacteria and *S. aureus* counts were determined in ice cream consumed in Afyonkarahisar province. Fifty unmixed ice cream samples collected from various shops found in Afyonkarahisar city centre were used as material. Total aerobic mesophil bacteria, coliform bacteria and *S. aureus* counts were found as 22%, 44% and 22% of the whole samples respectively and that values were not in conformity with the specified limits in the Turkish Food Materials Ice cream Constitution and the Turkish Standards (TS) 4265 Ice cream standards from the point of microbiological acceptability. It was determined that %46 (23 samples) of the all examined samples were not in conformity with the specified limits in the Turkish Food Materials Ice cream Constitution and the TS-4265 Ice cream standards from the point of microbiological acceptability. As a result, this study showed that hygienic quality of unpackaged form ice cream samples were not accepted in terms of hygienic expectations, therefore these products might be potential dangerous for human health. In contrast to uncovered form ice cream, it was determined that the packaged ice cream was meet the hygienic standards and had no risks for the human health.

GİRİŞ

Sütün tüm bileşenlerine sahip olan dondurmanın ne zaman, nerede ve kimler tarafından bulunduğu dair kesin bir bilgi bulunmamasına rağmen, 3000 yıl önce buzun keşfiyle Çinliler tarafından yapıldığı öne sürülmektedir. İlk ticari dondurma 1769'da İngiltere'de Elizabeth Raffield tarafından üretilerek piyasaya sunulmuş ve reçetesi de aynı yıl bir kadın dergisinde yayınlanmıştır. 1851'de Baltimor'da Fussell ilk modern dondurma tesisini kurmuş ve modern dondurmacılığın temelini atmıştır.^{1,2}

Dondurmanın besin değeri dondurmayı oluşturan öğelerin besin değerlerine direk olarak bağlıdır. Sütün vermiş olduğu besin öğelerini farklı oranlarda olmak üzere dondurma da verir. Süte göre 3-4 kat yağ, % 12-16 oranında daha fazla protein içerir. Bunlara ilaveten meyve, fındık ve yumurta katılmasından dolayı süte göre daha zengin bir üründür.¹

İnsan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan dondurmanın asıl bileşeni olan süt aynı zamanda mikroorganizmaların gelişmesi açısından da ideal bir ortamdır. Sütte bulunan patojen veya patojen olmayan bir çok mikroorganizma süt ve süt ürünlerinde bozulmalara neden olabilmektedir. Sütte rastlanılan termorezistans mikroorganizmalar; *Mycobacterium*, *Micrococcus*, *Bacillus* ve *Clostridium* (endosporları), *Alcaligenes* ve *Streptococcus* olup, psikrofil mikroorganizmalar ise *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Aerobacter*, *Arthrobacter* ve *Achromobacter* cinslerine ait türlerdir. Daha az rastlanılan mikroorganizmalar ise laktobasil ve korinebakteri cinsleridir. Ayrıca çiğ sütlere küf ve mayalar da bulaşabilmektedir. Küflerden en çok *Mucor*, *Monosporium* ve *Geotrichum* cinslerine rastlanılmaktadır. *Aspergillus* ve *Penicillium* gibi potansiyel aflatoksin oluşturanların ise önemli bir seviyede bulunmadıkları belirtilmektedir.³⁻⁵

Ülkemiz şartlarında çiğ sütün hijyenik kalitelerinin düşük olduğu bir gerçektir. Dolayısıyla, düşük kalitedeki çiğ süttten elde edilecek dondurmanın pastörizasyon işlemi yetersiz olduğu zaman kalitesinin olumsuz yönde etkilenmesi ve enfeksiyon kaynağı olması kaçınılmaz bir durumdur. Çünkü süt *Brucella abortus*, *Brucella melitensis*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Bacillus anthracis*, *Listeria monocytogenes*, *Toxoplasma gondii*, *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, Herpes virüsler ve Hepatit A virusu gibi zoonotik etkenleri içermektedir.^{2,4,6}

Ayrıca, ısıtma işleminin yeterli olmadığı durumlarda kullanılan yumurta ve yumurta tozuyla *Salmonella* ve β -hemolitik *Streptococcus* türleri de ürüne bulaşabilmektedir. Yine soğutma işlemine yeterince önem verilmemesi sütün mikroorganizma yükünü önemli derecede artırmaktadır. Çeşitli ülkelerde

yapılan araştırma sonuçlarına göre gıdalardan kaynaklanan zehirlenme ve hastalıkların % 90 – 99'unu gıda kaynaklı mikroorganizmaların oluşturduğu bildirilmektedir. Gıda zehirlenmeleri yapan başlıca bakteriler *salmonella* türleri, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Vibrio parahaemolyticus* olarak belirtilmektedir.^{4,5,7}

Çeşitli ülkelerde hijyen indikatörü olan bazı mikroorganizmaların dondurmalarda bulunma düzeyleri üzerine yapılan araştırmalar sonucunda en sık rastlanılan mikroorganizmalar; *S.aureus*, *S.typhimurium*, *E.coli*, *L. monocytogenes*, *Enterobacter cloacea*, daha az sıklıkla, *Y. enterocolitica*, *Shigella spp.*, *Brucella spp.*, *Aeromonas caviae*, *S. faecalis var faecalis* ve *S.faecalis var. zymogenes* türleri ile *Enterobacteriaceae* familyasına ait çeşitli türler; *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Citrobacter*, ve *Hafnia* da dondurmalarda bulunabilmektedir. Ayrıca dondurmalarda bulunabilen patojen bu bakteriler dışında; *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*, *Chromobacterium*, *Serratia* ve *Bacillus* gibi psikrofilik bakterilerde bulunabilmektedir.^{3,8,9,10}

Kıvanç ve ark.¹¹ tarafından Eskişehir'de tüketime sunulan 23 adet dondurma numunesi üzerinde yapılan bir araştırmada toplam aerobik mezofil bakteri sayısı $<10^3$ - 7.5×10^6 adet/ml (ortalama $9,8 \times 10^4$ adet/ml), psikrofil bakteri sayısı $<10^2$ - 1.2×10^6 (ortalama $1,8 \times 10^3$ adet/ml), koliform grubu bakteri sayısı, 1.1×10^2 - 1.4×10^4 adet/ml (ortalama $1,9 \times 10^3$ adet/ml) ve *S.aureus* sayısı ise 1.9 - 9×10^3 adet/ml (ortalama $1,3 \times 10^2$ adet/ml) olarak saptanmıştır. Sezgin ve ark.¹² Ankara'da satılan pastane dondurmaları üzerinde yaptıkları bir araştırmada 42 adet dondurma numunesi üzerinde toplam aerobik mezofil bakteri sayısını 20.450-2.560.000 adet/g, koliform grubu bakteri sayısını 15-2.400 adet/g arasında tespit etmişler ve analizi yapılan 42 örnekten 7 adedinde *E.coli* varlığı belirlemişlerdir.

Leleoğlu ve ark.¹³ tarafından Aydın'da üretilen 50 dondurma numunesi üzerinde yapılan araştırmada toplam aerobik mezofil bakteri sayısı 1.7×10^2 - 6.0×10^6 adet/ml, koliform grubu bakteri sayısı, 0 - 2.0×10^4 adet/ml arasında ve *S. aureus* sayısı ise 0 - 4.0×10^4 adet/ml arasında olduğu belirlenmiştir. Uraz ve ark.¹⁴ Ankara ilinin farklı semtlerindeki pastanelerde satışa sunulan 39 dondurma numunesi üzerinde yaptıkları bir araştırmada, toplam aerobik mezofil bakteri sayısını 9.0×10^2 - 3.1×10^4 adet/ml (ortalama 1.2×10^4 adet/ml), koliform grubu bakteri sayısını 5.0×10^2 - 2.6×10^4 adet/ml (ortalama 5.3×10^3 adet/ml), *S. aureus* sayısı 3.0×10^2 adet /ml- 2.0×10^4 adet/ml (ortalama 1.1×10^3 adet/ml) ve maya – küf sayısını ise 3.0×10^2 adet/ml- 2.5×10^4 adet/ml (ortalama 1.8×10^3 adet/ml) arasında belirlemişlerdir.

Sağdıç ve ark.¹⁵ Isparta piyasasında tüketime sunulan dondurmalarından aldıkları 30 adet numunede yaptıkları bir araştırmada; toplam aerobik mezofil bakteri sayısının, $<10-2.6 \times 10^4$ kob/g (ortalama 4.9×10^3 kob/g) arasında değiştiğini ve koliform grubu bakteri sayısının ise, $0-2.4 \times 10^3$ kob/g (ortalama 7.8×10^3 kob/g) olduğunu belirtmişlerdir. Bu araştırmada *S. aureus* ise hiçbir örnekte tespit edilmemiştir. Rodrigez ve ark.⁹ İspanya'da 150 adet dondurma numunesi üzerinde yaptıkları bir araştırmada; toplam aerobik mezofil bakteri sayısı örneklerin % 47 sininde $\geq 1.0 \times 10^5$ - $< 10^6$ cfu/g arasında tespit edilirken, örneklerden hiçbirinde *S. aureus* bulunmadığını bildirmişlerdir. Warke ve ark.⁸ tarafından Hindistan'da yapılan bir araştırmada, 15 adedi paketlenmiş ve 15 adedi açık olmak üzere toplam 30 adet dondurma numunesi incelenmiş ve toplam aerobik mezofil bakteri sayısı, paketlenmiş olanlarda $2.3 \times 10^4-4.5 \times 10^5$ cfu/ml, açıkta satılanlarda ise $1.32 \times 10^5-8 \times 10^6$ cfu/ml arasında olduğu tespit edilmiştir. Aynı örneklerde koliform grubu bakteri sayıları ise paketlenmiş olanlarda $9.7 \times 10^1-6 \times 10^3$ cfu/ml, açık olarak satılanlarda ise $2.8 \times 10^3-5.8 \times 10^4$ cfu/ml olduğu saptanmıştır.

Bu çalışmada Afyonkarahisar'da açıkta ve özel ambalajında satılan sade dondurmaların mikrobiyolojik kalitelerinin saptanması amaçlanmıştır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Araştırmada kullanılan 50 adet dondurma örneği, Afyonkarahisar ilindeki, 25 dondurma satış yerinden ikişer numune olacak şekilde alındı. Analizi yapılan numunelerin ilk 40 adedi, açık olarak dondurma satan pastane, büfe, cafe vb. yerlerden, kalan son 10 adet ise fabrikasyon olarak imal edilmiş, özel ambalajı ile piyasaya sunulmuş dondurmalarından seçildi. Dondurma örnekleri TS 4265'e uygun olarak özel termoslu kaplara alındı ve soğuk zincir altında Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı laboratuvarına getirildikten hemen sonra mikrobiyolojik muayeneleri yapıldı.

Mikrobiyolojik Muayene

Laboratuvara getirilen dondurma örnekleri 45 ± 1 °C'lik su banyosunda erime tamamlanıncaya kadar, yaklaşık olarak 3 dakika bekletildi. İyice karıştırılan numuneden aseptik şartlarda 10 ml'lik steril bir pipet yardımıyla, 10'ar gram alınarak, steril bir poşete konulup üzerine 90 ml steril ringer çözeltisi ilave edildi. Hazırlanan bu karışım 1 dk. süre ile stomacher cihazında karıştırılarak homojen bir hale gelmesi ve bakteri kümelerinin dağılması sağlandı. Daha sonra hazırlanan 10^{-1} 'lik dilüsyon steril pipet yardımı ile 1 ml alınarak içerisinde 9 ml steril ringer çözeltisi bulunan tüpe aktarılmasıyla 10^{-2} 'lik dilüsyon elde edildi. Bu şekilde işleme devam

edilerek 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} ve 10^{-5} lik dilüsyonlar hazırlandı.^{3,4}

Toplam Aerobik Mezofil Bakteri Sayımı

Toplam aerobik mezofil bakteri sayısı, dökme plak yöntemiyle Plate Count Agar (PCA-Merck) kullanılarak yapıldı. Aseptik koşullarda hazırlanan dilüsyonlardan 1'er ml. steril pipet yardımı ile alınıp iki paralel olacak şekilde petri kutularına ekim yapıldı. Üzerine, otoklavda steril edildikten sonra $45-47$ °C ye kadar soğutulan PCA 'dan 15 ml kadar döküldü, petri kutusu masa üzerinde iken 888 çizilmesiyle örnek ile besiyerinin karışması sağlandı. Besiyerinin katılaşmasından sonra petri kutuları 30 ± 2 °C'de 72 ± 2 saat inkubasyona bırakıldı, inkubasyon süresi sonunda besiyeri üzerinde gelişen kolonilerin sayımı yapıldı.³

Psikrofil Bakteri Sayımı

Psikrofil bakteri sayısı, dökme plak yöntemiyle PCA kullanılarak yapıldı. Bu metoda göre aseptik koşullarda hazırlanan dilüsyonlar dan 1'er ml steril pipet yardımı ile alınıp iki paralel olacak şekilde petri kutularına ekim yapıldı. Üzerine otoklavda steril edildikten sonra $45-47$ °C ye kadar soğutulan PCA 'dan 15 ml kadar döküldü, petri kutusu masa üzerinde iken 888 çizilmesiyle örnek ile besiyerinin karışması sağlandı. Besiyerinin katılaşmasından sonra petri kutuları 6 °C'de 10 gün inkubasyona bırakıldı, inkubasyon süresi sonunda besiyeri üzerinde gelişen kolonilerin sayımı yapıldı.¹⁸

Koliform Grubu Bakterilerin Sayımı

Koliform grubu bakteri sayısı, dökme plak yöntemiyle Violet Red Bile Agar (VRBA-Merck) kullanılarak yapıldı. Aseptik koşullarda hazırlanan dilüsyonlar dan 1'er ml. steril pipet yardımı ile alınıp iki paralel olacak şekilde petri kutularına ekim yapıldı. Üzerine su banyosunda sterilize edilen ve $40-45$ °C ye kadar soğutulan VRBA 'dan 15 ml kadar döküldü, petri kutusu masa üzerinde iken 888 çizilmesiyle örnek ile besiyerinin karışması sağlandı. Besiyerinin katılaşmasından sonra VRBA ikinci kez ancak ilkinden daha az olacak şekilde donmuş besiyerlerinin üzerine döküldü. Besiyerinin katılaşmasından sonra petri kutuları 37 °C de 24 - 48 saat inkubasyona bırakıldı. İnkubasyon süresi sonunda besiyeri üzerinde gelişen çapı 0,5 mm'den büyük koyu kırmızı koloniler sayıldı.⁴

Staphylococcus aureus Sayımı

S. aureus'ların sayımında dökme plak yöntemiyle Baird Parker Medium (BP-Oxoid) kullanıldı. Bu metoda göre aseptik koşullarda hazırlanan dilüsyonlar dan 1'er ml.steril pipet yardımı ile alınıp iki paralel olacak şekilde petri kutularına ekim yapıldı. Üzerine otoklavda steril edildikten sonra 45–47 °C ye kadar soğutulan ve petri kutularına dökülmeden önce % 5 oranında Egg Yolk Tellurite Emülsiyonu (Oxoid) ilave edilmiş besi yerinden 15'er ml kadar döküldü. Petri kutusu masa üzerinde iken 888 çizilmesiyle örnek ile besiyerinin karışması sağlandı. Besiyerinin katılaştıktan sonra petri kutuları 37 °C'da 48 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon süresi sonunda besiyeri üzerinde gelişen çevresi temiz zonlu ve presipitasyon halkalı koloniler *S. aureus* olarak kabul edildi.³

Toplam aerobik mezofil bakteri sayısı, koliform grubu bakteri sayısı ve *S.aureus* sayıları, TS 4265 dondurma standardı ve Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği sade dondurma verileri ile karşılaştırıldı ve chi-square testi uygulandı.

BULGULAR

Toplam Aerobik Mezofil Bakteri Sayısı

Dondurma örneklerinde belirlenen toplam aerobik mezofil bakteri sayısı 1 gram dondurma numunesinde en çok 1.7 x10⁶ koloni oluşturan birim (kob), en az <10 kob/g ve ortalama 2.6 x10⁵ kob/g olarak saptandı (p< 0,05) ve Çizelge 1'de gösterildi.

Çizelge 1. Toplam aerobik mezofil bakteri sayısı (kob/g)
Table 1. Number of total aerobic mesophil bacteris (cfu/g)

Numune No	Bakteri Sayısı	Numune No	Bakteri Sayısı
1	2.0 x10 ³	26	2.2 x10 ⁴
2	3.0 x10 ³	27	3.2 x10 ³
3	1.1 x10 ³	28	4.0 x10 ³
4	2.3 x10 ³	29	1.7 x10 ⁴
5	3.0 x10 ³	30	1.4 x10 ⁴
6	2.3 x10 ³	31	1.3 x10 ⁴
7	8.0 x10 ⁵	32	1.7 x10 ⁶
8	7.7 x10 ⁴	33	7.2 x10 ⁵
9	1.7 x10 ⁴	34	1.0 x10 ⁶
10	1.8 x10 ⁴	35	1.4 x10 ³
11	1.8 x10 ⁴	36	1.0 x10 ³
12	1.6 x10 ⁴	37	3.3 x10 ³
13	1.1 x10 ³	38	4.0 x10 ³
14	1.3 x10 ³	39	1.8 x10 ⁴
15	9.6 x10 ⁵	40	1.7 x10 ⁵
16	1.2 x10 ⁶	41	3.6 x10 ²
17	1.5 x10 ⁶	42	2.4 x10 ²
18	1.2 x10 ⁶	43	1.6 x10 ²
19	1.0 x10 ³	44	7x10
20	9.7 x10 ²	45	2.5 x10 ²
21	1.0 x10 ⁴	46	3.6 x10 ²
22	1.4 x10 ⁴	47	1.3 x10 ²
23	1.1 x10 ⁶	48	< 10
24	1.5 x10 ⁶	49	< 10
25	2.0 x10 ⁴	50	< 10

cfu: colony forming unit

Psikrofil Bakteri Sayısı

Dondurma örneklerinde belirlenen psikrofil bakteri sayısı 1 gram dondurma numunesinde en çok 2.9 x10⁶ kob/g, en az <10 kob/g ve ortalama 4.0 x10⁵ kob/g olarak belirlendi (p<0,05) ve çizelge 2'de verildi.

Çizelge 2. Psikrofil bakteri sayısı (kob/g)
Table 2. Number of psychrophil bacteria (cfu/g)

Numune No	Psikrofil Sayısı	Numune No	Psikrofil Sayısı
1	1.2 x10 ³	26	2.8 x10 ³
2	1.6 x10 ³	27	4.0 x10 ³
3	1.2 x10 ³	28	1.6 x10 ³
4	1.2 x10 ³	29	1.5 x10 ³
5	2.4 x10 ³	30	1.2 x10 ³
6	2.0 x10 ³	31	8.3 x10 ⁵
7	1.1 x10 ⁴	32	1.1 x10 ⁶
8	8.7 x10 ³	33	2.9 x10 ⁶
9	1.1 x10 ⁴	34	2.4 x10 ⁶
10	1.2 x10 ⁴	35	5.5 x10 ²
11	1.8 x10 ⁴	36	4.7 x10 ²
12	1.7 x10 ⁵	37	1.5 x10 ³
13	1.0 x10 ³	38	1.1 x10 ³
14	1.0 x10 ³	39	1.1 x10 ³
15	2.8 x10 ⁶	40	1.2 x10 ³
16	2.1 x10 ⁶	41	<10
17	2.0 x10 ⁶	42	<10
18	1.6 x10 ⁶	43	<10
19	8.5 x10 ²	44	<10
20	8.0 x10 ²	45	<10
21	1.0 x10 ³	46	<10
22	9.0 x10 ²	47	<10
23	7.0 x10 ³	48	<10
24	1.0 x10 ⁴	49	<10
25	1.6 x10 ³	50	<10

Koliform Grubu Bakteri Sayısı

Dondurma örneklerinde belirlenen koliform grubu bakteri sayısı 1 gram dondurma numunesinde en çok 5.6 x10³ kob/g , en az <10 kob/g ve ortalama 2.5x 10⁵ kob/g olarak saptandı (p<0,05). Çizelge 3'de koliform grubu bakteri sayıları verildi.

Staphylococcus aureus Sayısı

Dondurma örneklerinde belirlenen *S.aureus* sayısı 1 gram dondurma numunesinde en çok 4.4 x10² kob/g, en az 0 kob/g ve ortalama 1.6 x10² kob/g olarak saptandı (p<0,05) ve Çizelge 4'de verildi.

Çizelge 3. Koliform grubu bakteri sayıları (kob/g)
Table 3. Number of group of coliform bacteria (cfu/g)

Numune No	Koliform Sayısı	Numune No	Koliform Sayısı
1	10	26	3.7 x10 ²
2	<10	27	<10
3	<10	28	<10
4	50	29	3.2 x10 ³
5	4.5 x10 ²	30	3.7 x10 ³
6	5.5 x10 ²	31	5.2 x10 ³
7	6.5 x10 ²	32	4.2 x10 ³
8	5.3 x10 ²	33	3.2 x10 ³
9	6.3 x10 ²	34	2.1 x10 ³
10	7.7 x10 ²	35	<10
11	1.1 x10 ⁴	36	<10
12	9.5 x10 ³	37	60
13	<10	38	3.7 x10 ²
14	<10	39	50
15	3.8 x10 ³	40	<10
16	5.6 x10 ³	41	<10
17	3.0 x10 ³	42	<10
18	4.7 x10 ³	43	<10
19	<10	44	<10
20	<10	45	<10
21	<10	46	<10
22	<10	47	<10
23	<10	48	<10
24	3.5 x10 ³	49	<10
25	1.3x10 ²	50	<10

Çizelge 4. *S. aureus* Sayısı (kob/g)
Table 4. Number of *S. aureus* (cfu/g)

Numune No	<i>S.aureus</i> Sayısı	Numune No	<i>S.aureus</i> Sayısı
1	30	26	8.5 x10
2	60	27	10
3	40	28	-
4	40	29	-
5	20	30	10
6	40	31	-
7	4.0 x10 ²	32	-
8	3.4 x10 ²	33	2.1 x10 ²
9	2.0 x10 ²	34	1.0 x10 ²
10	3.1 x10 ²	35	10
11	1.1 x10	36	20
12	1.6 x10	37	-
13	-	38	70
14	-	39	-
15	3.2 x10 ²	40	20
16	3.7 x10 ²	41	-
17	4.2 x10 ²	42	-
18	4.4 x10 ²	43	-
19	-	44	-
20	-	45	-
21	-	46	-
22	90	47	-
23	3.4 x10 ²	48	-
24	4.0 x10 ²	49	-
25	1.5 x10	50	-

TARTIŞMA

Değişik ülkelere ait dondurma standartlarında toplam aerobik mezofil bakteri sayısı ile ilgili sınırlamalar; İsviçre'de en çok 25.000 kob/ml, Avustralya, Finlandiya ve Japonya'da en çok 50.000 kob/g, Belçika, Kanada, Çekoslovakya, Danimarka, Hollanda ve İspanya gibi ülkelerde en çok 100.000 kob/ ml, Güney Afrika'da en çok 200.000 kob/ml , Fransa'da ise en çok 300.000 kob/ ml'dir.^{2,6,10} Uluslararası Sütçülük Federasyonuna göre ise bu oran, 10⁵ kob/ g olarak belirlenmiştir.^{1,16}

TSE 4265 Dondurma Standard'ında ve Türk Gıda Kodeksi, Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği Sade Dondurma tebliğinde toplam aerobik bakteri sayısı için verilen sınır değer en fazla 1x 10⁵ kob /ml seviyesindedir.¹⁸ Yapılan analizler sonucunda Afyonkarahisar ilinden toplanan numunelerin % 22'sinin toplam aerobik bakteri sayısı yönünden sınır değerini aştığı saptandı.

Boynukara ve Sağun,¹⁹ Van ilinde yaptıkları çalışmada, 3.0 x 10³-3.2 x 10⁵ adet/g, Çelik ve ark.²⁰ Elazığ piyasasında satılan dondurmelerde 2.2 x10³-2.2 x10⁷ adet/g (ortalama 1.0 x10⁷ adet/g), Sezgin ve ark.¹² ise Ankara da pastanelerde satılan dondurmelerde 2.0 x 10⁴-2.6 x 10⁶ adet/g olarak tespit etmişlerdir. Fidan ve Demirci,²¹ Çorlu piyasasında yaptıkları çalışmada, toplam aerobik bakteri sayısını ortalama 1.3x10⁵ adet/g olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, Mukan ve Evliya,²² Adana piyasasında satılan dondurmelerde, toplam aerobik bakteri sayısını ortalama 2.2 x10⁵ adet/gr olarak tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular bazı araştırmacıların^{19,21,22} bulguları ile benzer bulunurken Çelik ve ark.²⁰ ve Sezgin ve ark.⁸'nin sonuçlarından daha düşük bulunmuştur. Bu farklılığın dondurma numunelerin alındığı mevsimin değişikliği, yöresel koşullar ve uygulanan yapım tekniklerindeki farklılıktan kaynaklanabilir.

Toplam aerobik bakteri sayısının yüksek oluşunun insan sağlığı ve gıdaların bozulması açısından doğrudan bir ilişkisi bulunmamakla beraber sanitasyon koşullarının belirlenmesinde bir ölçü olarak kullanılabilir. Dondurmada bulunan bakterilerin üretim sırasında hammadde olarak kullanılan süttten ve ürüne katılan diğer katkı maddelerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle toplam aerobik bakteri sayısının örneklerin bir kısmında yüksek oluşu dondurmaların hijyenik olmayan ortamlarda, uygunsuz koşullarda işlem gördüğünü düşündürmektedir. Toplam aerobik bakteri sayısının yüksek olması, gıdanın yetersiz hijyen şartlarında hazırlanmış olabileceğini göstermektedir. Dondurmanın hijyenik kalitesi, yapımında kullanılan

ham maddenin kalitesiyle yakından ilgilidir. Ayrıca üretim sırasında kullanılan araç ve gereçlerin temizliği ile uygulanan teknolojik işlemlerde (karışımın etkin bir ısı işleme tabi tutulması ve 4° C'nin altında muhafaza edilmesi vb.) etkili olmaktadır.

Psikrofil bakterilerin (*Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes*) önemli biyolojik rolleri bulunmaktadır. Bunların sayıları süt ve süt ürünlerinde buzdolabı şartlarında depolama sırasında çok fazla artmakta ancak patojenik özellikleri bulunmamaktadır. Bu bakterilerin sayılarının süt ve süt ürünlerinde yüksek olması ürünlerin organoleptik özelliklerinin bozulmasına neden olmaktadır.^{9,10}

Dondurmalara uygulanan önemli hijyenik kontrollerden birisi de koliform grubu bakterilerin incelenmesidir. Koliform grubu bakterilere pek çok gıda hammaddesinde rastlanılmaktadır. Bunların başında; taze sebzeler, taze yumurta, çiğ süt, kanatlı etleri ve koliform bakımından sayıca zengin sulardan alınan kabuklu ve diğer su ürünleri gelmektedir. Koliformlar ve *Enterobacteriaceae* familyası üyeleri, gıdalarda enterik indikatör olarak aranır. Bu bakterilerin bulunması, gıda maddesinin yetersiz hijyen şartlarında üretildiği veya insan, toprak, su ve dışkı yoluyla kontamine olduğunu gösterir. Sanitasyon kuralları ve/veya pastörizasyon uygulamasının kötü ve yetersiz oluşunu veya pişirme ve pastörizasyon sonrası tekrar bir bulaşma olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Dondurmada koliform grubu bakterilerin bulunması durumu diğer patojen mikroorganizmaların da bulunma ihtimalini hayli artırmaktadır.^{3,4,9,10}

Çeşitli ülkelerin dondurma standartlarında koliform bakteri sayısı için genellikle en çok 1 kob/0,1 ml-150 kob/ml arasında olacak şekilde sıralama getirilmektedir. Belçika ve İsveç gibi ülkelerin standartlarında koliform bakteri sayısı için en çok 1 kob/0,1 ml şeklinde limit getirilmiştir. Diğer taraftan Hollanda, Yeni Zelanda ve İsviçre gibi ülkelerde 0,1 ml, Japonya'da ise 1 ml örnekte koliform bakteriye rastlanılmayacak şekilde standartlar bulunmaktadır. Buna karşın bu değerler; Finlandiya'da en çok 5 kob/g, Portekiz'de 10 kob/ml, İsrail'de 20 kob/ml, Çekoslovakya'da 100 kob/g, Danimarka'da 150 kob/ml olarak sınırlandırılmaktadır.⁸⁻¹⁰ Uluslararası Sütçülük Federasyonu dondurmalar için koliform grubu bakteri sayısını 100 kob/g olarak belirlemiştir.⁴

TSE 4265 dondurma standardında ise koliform grubu bakteri için verilen sınır değer en fazla 100 kob/g olarak, Türk Gıda Kodeksi, Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği Sade Dondurma Tebliğinde ise en çok 95 kob/ml olarak belirlenmiştir. Dondurmanın mikrobiyolojik yönünden kalitesini tespit etmek amacıyla ülkemizde yapılan çalışmalarda genellikle TSE'nin ve Türk Gıda Kodeksinde belirtilen normlardan daha yüksek sayılarda sonuçlar elde

edilmiştir. Dondurmanın mikrobiyolojik kalitesinin kontrolünde; önce gösterge mikroorganizmaların varlığı araştırılır. Ayrıca bu bakterilerin yüksek sayılarda görülmesi ortamda patojen mikroorganizmaların bulunabileceğinin de göstergesidir. Fekal koliform bakteriler doğal insan ve sıcakkanlı hayvanların bağırsak florasında bulunan bir bakteri grubudur. Bu nedenle de koliform bakteriler fekal kontaminasyonun göstergesi olarak önemli bir grup oluşturmaktadırlar.^{4,18}

Boynukara ve Sağun¹⁹ Van ilinde satılan dondurmaların gramında 154-43.000 adet koliform bakteri varlığını saptadıklarını bildirmişler. Çelik ve ark.²⁰ Elazığ'da tüketime sunulan dondurmalar da ise ortalama 4.3×10^4 adet/g koliform bakterisi tespit etmişlerdir. Ergün ve ark.²³ İstanbul'da tüketime sunulan dondurmaların %92'sinde koliform bakterileri kaynaklı kontaminasyon saptamışlardır. Sezgin ve ark.¹² Ankara ilindeki pastanelerde satılan dondurmalarda yaptıkları çalışmada bu sayının 15-2.400 adet/g olduğunu bildirirken, Fidan ve Demirci²¹ de aynı sayıyı, Çorlu piyasasında satılan dondurmalarda ortalama 1025 adet/g olarak tesbit etmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda; Mukan ve Evliya²² Adana piyasasında satılan dondurmalarda $8-3 \times 10^4$ adet/g (ortalama 1.8×10^4 adet/g) ve Kırdar²⁴ Burdur ilinde satılan dondurmalarda 4-2400 adet/g koliform grubu bakteri sayısı saptamışlardır.

Afyonkarahisar ilinde yapılan bu çalışmada, örneklerin %44'ünün koliform bakteri sayısı yönünden standartlara uygun olmadığı saptandı. Çalışmada elde edilen bulgular bazı araştırmacıların^{19,24} bulguları ile benzer bulunurken, bazı araştırmacıların^{12,20,21} bulgularından farklı oranlarda bulunmuştur. Bu farklılığın, dondurma üretiminde çalışan personelin hijyenik şartlarının yetersiz olması, serviste kullanılan alet ve ekipmanların hijyenik olmaması ve ayrıca numunelerin alındığı mevsimsel satış koşullarının farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

S. aureus süt ineklerinde, koyun ve keçilerde genellikle kronik nadiren akut seyirli mastitise neden olan bir bakteridir. Memelerin gangrenleşmesine ve kör olmasına, bazen de toksemiden ölümlere neden olabilmektedir. *S. aureus* enfekte olmuş hayvanların sütleriyle ve sağım sırasında süte bulaşabilmekte, ancak pastörizasyon işlemi ile inaktive olmaktadır. *S. aureus* ile kontaminasyon, dondurmanın uygun olmayan sıcaklıkta bekletilmesi veya üretimde stafilocok toksini içeren peynir altı suyu kullanılması sonucunda olmaktadır.^{1,15,20}

Stafilocoklar gıda ile ilgili işlerde çalışan taşıyıcı konumundaki insanlar tarafından gıda maddelerine kolaylıkla bulaştırılabilmektedirler. Gıdalarda Stafilocok cinsi bakterilere rastlanması ısıtma işleminin yeterli derecede uygulanmadığını veya

sonraki aşamalarda oluşan kontaminasyonu göstermektedir^{3,5,9} TSE 4265 Dondurma Standardında, dondurmalarda *S. aureus* bulunmasına izin verilmemektedir. Türk Gıda Kodeksi, Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği Sade Dondurma tebliğinde ise bu sayı en fazla 1×10^2 kob/ml olarak belirlenmiştir.¹⁸ Afyonkarahisar ilinde yapılan bu çalışmada örneklerin %22'sinin *S.aureus* sayısı yönünden standarda uygun olmadığı belirlenmiştir.

Boynukara ve Sağun,¹⁹ Van'da satılan dondurmalarda, 0-3500 adet/g, Çelik ve ark²⁰ ise Elazığ'da satılan dondurmalarda, $0-4.0 \times 10^6$ adet/g *S.aureus* tespit etmişlerdir. Fidan ve Demirci,²¹ Çorlu piyasasında yaptıkları araştırmada örneklerdeki *S.aureus* sayısını ortalama 489 adet/g, olarak saptamış, buna karşın Mukan ve Evliya²² Adana piyasasında satılan dondurmalarından aldıkları numunelerin hiç birinde *S. aureus* izole edemediklerini belirtmişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular, Fidan ve Demirci²¹'nin bulguları ile benzer bulunmuştur.

Dondurmaların hijyenik kalitesi, üretimde kullanılan ham maddenin kalitesiyle yakından ilgilidir. Ayrıca üretim sırasındaki araç ve gereçlerin temizliği ile uygulanan teknolojik işlemler de (pastörizasyon ve 4°C'nin altında depolama gibi) etkili olmaktadır.^{1,3,4,10}

Hijyen ile ilgili en önemli hususlardan birisi karışımın dondurulmadan önce 72 °C 'da 10 dakika veya 80-85 °C'da 20-30 saniye süre ile pastörize edilmesi ve bunu takiben en geç 90 dakika içerisinde 8 °C'ın altına kadar soğutulması ve dondurucuya konulana kadar bu ısı derecesinin korunmasıdır.³ Dondurmada bakteriyolojik kaliteyi etkileyen faktörler; pastörize edilmemiş süt, çok yavaş soğutma, pastörizasyon sonrası kontaminasyon, dondurma kitesinin dondurma işlemi öncesi yetersiz soğutulması ve temiz olmayan personel gösterilmektedir.^{4,10} Sonuç olarak, Afyonkarahisar ilinin farklı bölgelerinde satışa sunulan 50 adet dondurma örneğinin mikrobiyolojik kaliteleri incelendi ve numunelerin 23 adedinin (% 46) TS 4265 Dondurma Standardında ve Türk Gıda Maddeleri Tüzüğü Sade Dondurma Tebliğinde belirtilen sınır değerlerine uygun olmadığı saptandı. Pastane, büfe, kafeterya vb. yerlerde açık olarak satılan dondurmaların büyük çoğunluğunun halk sağlığı açısından risk teşkil ettiği, endüstriyel olarak üretilen ve uygun koşullarda özel ambalajlarında satılan dondurmaların ise herhangi bir risk teşkil etmediği kanısına varıldı ■

KAYNAKLAR

1. **Teğinşen OC** (2000) *Süt Ürünleri Teknolojisi*. 3. Baskı. Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya, Turkey.
2. **Tunail N, Köşker Ö** (1989) *Süt Mikrobiyolojisi*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1116, Ankara, Turkey.
3. **Nickerson JT, Sinskey AJ** (1974) *Microbiology of Food and Food Processing*, American Elsevier Publishing Company, New York, USA.
4. **Anonim** (1989) 30°C'de Koloni Sayım Tekniği. In: *TS 6930 Süt ve Mamulleri ve Koliiformların Sayımı*, TS Genel Müd, Ankara, Turkey.
5. **Maifreni MF, Civilini M, Manzano M, Di Prima R, Comi,G.** (1993) Microbiological quality of artisanal ice cream. *Zentralbl Hyg Umweltmed*, 194(5-6): 553-570.
6. **Tunail N** (2000) Mikrobiyal Enfeksiyonlar ve İntoksikasyonlar. In: *Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları*. Sim Matbaacılık, Ankara.
7. **Çon AH, Kanbakan U, Ayar A** (2004) Determination of microbiological contamination sources during ice cream production in Denizli, Turkey. *Food Control*, 15: 463-470.
8. **Warke R, Kamat A, Kamat M, Thomas P** (2000) Indidence of pathogenic psychrotrophs in ice cream sold in some retail outlets in Mumbai. *Food Control*, 11(2): 77-83.
9. **Rodriguez-Alvarez C, Hardisson A, Alvarez R ve Arias A, Sierra A.** (1995) Hygienic-sanitary indicators for ice cream sold at the retail sale. *Acta Alimentaria*, 24(1): 69-80.
10. **Gilliant SE** (1976) Psychrothic Microorganisms. In: *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Food*. American Public Health Association, Washington DC.
11. **Kıvanç M, Yamaç M, Kunduhoğlu B** (1994) Eskişehir'de halkın tüketimine sunulan dondurmaların mikrobiyolojik analizi. *Gıda*, 19(5): 317-322.
12. **Sezgin E, Atamer M, Yamaner N, Odabaşı S, Bozkurt Ş.** (1997) Ankara'da satılan pastane dondurmalarının bazı nitelikleri üzerine araştırmalar. *Gıda Sanayi*, 52: 40-44.
13. **Leloğlu N, Kaya O, Arkan S** (1998) Aydın'da üretilen dondurmaların hijyenik kalitesinin incelenmesi. *Bornova Vet Kontr ve Araş Ens. Md Derg*, 23(37): 121-128.
14. **Uraz G, Beytaş FB, Danacıoğlu, N** (2001) Ankara'nın farklı semtlerindeki pastanelerde satışa sunulan dondurmaların hijyenik kalitesi. *Harran Üni Ziraat Fak Derg*, 5(1-2): 71-77.
15. **Sağdıç O, Tülüoğlu DD, Özçelik S, Şimşek B** (2002) Isparta piyasasında tüketime sunulan dondurmaların kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi. *Atatürk Üni Ziraat Fak Derg*, 33(4): 441-446.
16. **Anonim** (2002) *Merk Gıda Mikrobiyolojisi Kataloğu*
17. **Dokuzlu C** (2004) *Gıda Analizleri*, 2. Baskı. Marmara Kitapevi, Bursa, Turkey.
18. **Anonim** (1992) TS 4265 Dondurma-süt esaslı. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, Turkey.
19. **Boynukara B, Sağun S** (1990) Van ilinde satılan dondurmaların hijyenik kaliteleri üzerine bir araştırma. *YYÜ Vet Fak Derg*, 1: 72-75.
20. **Çelik C, Patır B, Saltan S, Güven A** (1995) Elazığ'da tüketime sunulan dondurmaların hijyenik kalitesi ve genel koloni sayısı ile metilen mavisi indirgeme süresi arasındaki korelasyon üzerine araştırmalar. *Vet Bil Derg*, 11(1): 67-72.
21. **Fidan O, Demirci M** (1997) Çorlu piyasasında satılan süt esaslı dondurmaların duyuusal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ, Turkey.
22. **Mukan M, Evliya B** (2002) Adana piyasasında tüketime sunulan sade – kaymaklı dondurmaların mikrobiyolojik kalitelerinin tüketici sağlığı açısından değerlendirilmesi. *Gıda*, 27(6): 489-496.
23. **Ergün Ö, Civan E** (1992) İstanbul'da tüketime sunulan ambalajlı, ambalajsız yerli ve ithal dondurmaların genel mikrobiyolojik kaliteleri. *Veterinarium*, 3(1): 29-31.
24. **Kırdar S** (2003) Burdur ilinde satılan dondurmaların bazı nitelikleri üzerine araştırmalar. *Gıda*, 28(2): 175-181.
25. **Aslantaş Ö** (2001) Kars ilinde tüketime sunulan dondurmaların bakteriyolojik kalitesi. *Kafkas Üni Vet.Fak Derg*, 7(2): 143-147.

