

Yoğurt Üretiminde Kontaminasyon Kaynaklarının Belirlenmesi

Aylin KASIMOĞLU

Kırıkkale Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Kırıkkale - TÜRKİYE

U. Tansel ŞİRELİ, Sadi AKGÜN

Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 31.10.2001

Özet: Bu çalışmada, koliform bakteri ve *Escherichia coli* sorunu olan bir fabrikadaki kontaminasyon nedeni olan kritik kontrol noktalarının belirlenmesi, hijyen kurallarına uygun üretim yapılmasının sağlanması, ekonomik kayıpların önlenmesi ve halk sağlığının korunması amaçlanmıştır.

Çalışmada üretimin başından sonuna kadar her aşamada süt işletmesinde kullanılan aletler, malzemeler, temasta bulunan yüzeyler, hava, personel elleri ve su örnekleri olmak üzere toplam 20 kontrol noktasından ve kontrollerin yapıldığı günlerde üretilen yoğurtlardan örnekler alınmıştır. Her bir örneğin, aerob mezofil genel canlı, enterobakteriler, koliform bakteriler, *E. coli*, stafilokok-mikrokok, koagulaz pozitif stafilokok, enterokok, maya ve küf yönünden mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır.

Bu çalışmada, enterobakteriler ve koliform bakterilerin özellikle *E. coli* ile kontaminasyona neden olan kritik kontrol noktalarının; vakum cihazı, süt pompası ve personel elleri olduğu belirlenmiş, ancak ekipman temizliğinin öğretilmesi, hijyenik önlem amacıyla gerçekleştirilen personel eğitimi ve el dezenfektanı kullanımını veya kullanılmasından sonrasında yapılan kontrollerde risk bulunmamıştır. Türkiye'deki süt fabrikalarında dizaynın standart olmaması nedeniyle kontaminasyon kaynaklarının farklı olması kaçınılmazdır. Bu kapsamda, risklerin en aza indirilmesi veya ortadan kaldırılması için süt işletmelerinde kendine özgü kritik kontrol noktalarının belirlenmesi gerekmektedir.

Anahtar Sözcükler: Yoğurt üretimi, kontaminasyon kaynağı, HACCP, *E. coli*

Determination of Contamination Sources during the Manufacturing of Yoghurt

Abstract: This study aimed to investigate the critical control points for the contamination in a factory experiencing a problem with coliform bacteria and *Escherichia coli*, and to prevent economic losses and also to protect public health by facilitating production under hygienic conditions.

Samples were taken from a total of 20 control points, which involved every stage of production from the beginning to the end, including milk, all equipment, surfaces, air, hands of staff and water; yoghurt samples were taken on the same day. Microbiological analysis of all samples was performed to determine total mesophilic viable count, micrococci-staphylococci, coagulase positive staphylococci, enterobacter, coliform bacteria, *E. coli*, enterococci, yeast and moulds.

The evaporators, milk pump, and hands of staff were determined to be critical control points for enterobacter and coliform bacteria, particularly *E. coli*, in the factory, but there was no risk after the training and checking of the personnel for hygiene. It was shown that factories having various contamination sources were inevitable because of the unstandardized design of milk factories in Turkey. It is necessary to determine critical control points in all factories and organized auto-control systems in order to eliminate or at least minimize the risks.

Key Words: Yoghurt manufacturing, contamination source, HACCP, *E. coli*

Giriş

Gıdaların üretimden tüketime kadar geçen tüm aşamalarında bozulması ve patojen mikroorganizmalarla kontaminasyonu, büyük ekonomik kayıplara neden olabileceği gibi tüketici sağlığı için risk de

oluşturabilecektir. Bu nedenle işletmelerde kontaminasyonu ve sağlık riskini en aza indirmek, hatta tamamen ortadan kaldırmak, ürünün kalitesini arttırmak ve ekonomik kayıpları en aza indirmek için işletme hijyenine gereken önem verilmelidir (1,2).

Patojen mikroorganizmalarla veya bunların toksinleriyle kontamine süt ve süt ürünlerinin tüketimine bağlı olarak meydana gelen enfeksiyon ve intoksikasyonlar, süt endüstrisinde mikrobiyolojik kontrollerin önemini ortaya koymaktadır. Bu çerçevede, diğer gıda endüstrisi alanlarında olduğu gibi süt endüstrisinde de ürün kalitesinin artırılması için işletme kalite yönetimi, işleme ve gıdaların mikrobiyolojik denetiminin önemine bağlı olarak HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) ve/veya RACCP (Risk Analysis Critical Control Point) programları uygulanmaktadır (3,4). Avrupa Birliği ülkelerinde uygulanması zorunlu olan, Süt ve Süt Ürünlerinde Avrupa Birliği Talimatı (No: 92/46)'nda süt işletmelerinde mikrobiyel kontaminasyon kaynakları; "dış (hammadde ve katkı maddeleri, su, ambalaj, yeni aletler ve küçük zararlılar) ve iç kaynaklar (ıslak zemin, alet ve ekipman, bina, taşıtlar), ile insan ve hava" olarak belirtilmiştir (5). Türkiye'de yapılan araştırmaların yoğurtların kimyasal ve mikrobiyolojik kalitelerinin belirlenmesine yönelik piyasa taraması niteliğinde olduğu (6-14), yoğurt üretiminde kontaminasyon kaynaklarının belirlenmesi ve bu kaynaklardaki bulaşma düzeylerinin saptanmasına yönelik, işletme düzeyinde yapılan az sayıda çalışma olduğu gözlemlenmiştir (15,16).

Bu çalışma, bir toplu tüketim merkezi tarafından satın alınan ve koliform grubu bakteriler ile *E. coli* içeren konserve yoğurtların üretildiği fabrikada kontaminasyon kaynaklarını belirlemek ve işletmede hijyen kurallarına uygun üretim yapılmasını sağlamak amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada materyal olarak bir toplu tüketim merkezinde tüketilen ve koliform grubu bakteri ile *E. coli* içeren konserve yoğurtların (9 kg'lık konserve kutu içerisinde tüketime sunulan yoğurt) üretildiği fabrika uygulama alanı olarak seçildi.

Fabrikaya gidilerek kontaminasyon kaynaklarını belirlemek amacıyla yoğurt üretim aşamalarının tümü incelendi. Bu kapsamda, pastörizatör çıkışı süt, stok tankı sütü, vakum cihazlarının (2 adet) çıkış sütü, mayalama öncesi ve sonrası sütü, süt hattı, kullanım suyu, starter kültür, konserve yoğurt kapları, termometre kabı, üç adet inkübasyon odasının havası, duvar ve zeminleri, her inkübasyon odasındaki birer yoğurt arabası, personelin

elleri ve aynı gün üretilen yoğurtlardan aseptik şartlarda, dört ayrı üretim gününde örnekler alındı. İşletmenin laboratuvarında örneklerin % 0,1'lik steril peptonlu su ile 10^{-8} 'e kadar desimal dilüsyonları hazırlanarak Tablo 1'de yer alan mikroorganizma grupları yönünden, yine aynı tabloda verilen besiyeri ve inkübasyon koşullarında standart yöntemler kullanılarak, paralel ekimleri yapıldı (17). Violet Red Bile Lactose agarda kırmızı presipitasyon oluşturan kolonilerden 5 adedi, Eosin Methylene Blue Agar (OXOID CM69)'a geçildi ve 37 °C'de 24 saatlik inkübasyon sonunda metalik parlaklık veren koloniler *E. coli* şüpheli koloniler olarak belirlendi. Bu şüpheli kolonilerden indol, metil red, voges proskauer ve citrate testleri yapılarak *E. coli* pozitif örnekler belirlendi (17). Baird Parker agarda üreme saptanan plaklardan toplam mikrokok ve stafilokok sayıları belirlendikten sonra, her örneğe ait tipik ve/veya atipik 5 stafilokok kolonisinden tüpte koagülaz test yapılarak koagülaz (+) stafilokoklar saptandı (17,18). Süt, yoğurt ve sudan, steril kaplara en az 200 ml örnek alındı. Personelin ellerinden örnek almak için, ellerine içerisine 20 ml steril % 0,1'lik peptonlu su ilave edilen steril eldivenler giydirildi. Ovularak yıkandıktan sonra eldivenler dikkatlice çıkarılıp, her iki eldiven içerisindeki yıkama sıvıları bir eldivende toplanarak mikrobiyolojik analizleri yapıldı (19). Havadan, agar plaklarının belirli bir süre (30 dk) hava ile temasta bırakılması (settle plate) metoduna göre örnek alındı. Yüzeylerden, duvar ve zeminlerden swab metodu ile örnek alındı (20-22).

Bulgular

Toplu tüketim merkezinden alınan, koliform grubu bakteri sayısı ve *E. coli* yönünden Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen mikrobiyolojik kriterlere uygun olmadığı belirlenen yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Kontaminasyon düzeyinin yüksek olduğu belirlenen bu yoğurt örneklerini üreten firma yetkilileriyle görüşülüp, üretim aşamalarının her birinden ayrı ayrı örnekler alınarak fabrikada mikroorganizma yükleri incelenmiştir. İşletmeden alınan örneklerdeki mikroorganizma sayıları Tablo 3'de gösterilmiştir. İlk üretimdeki yoğurt örneği ile önlem alınmasından sonra üretilen yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları yine Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 1. Mikrobiyolojik analizlerde kullanılan besiyerleri ve inkübasyon koşulları.

Aranan Mikroorganizma	Besiyeri Adı	İnkübasyon		
		Sıcaklığı	Süresi	Koşulları
Aerob mezofil genel canlı	Plate Count Agar (DIFCO 0479-17-3)	30 °C	48 saat	Aerob
Enterobakteriler	Violet Red Bile Glucose Agar (OXOID CM485)	37 °C	24 saat	Anaerob
Koliform grubu bakteriler	Violet Red Bile Lactose Agar (OXOID CM107)	37 °C	24 saat	Anaerob
Mikrokok ve Stafilokok	Baird-Parker Agar (OXOID CM275)	37 °C	24 saat	Aerob
Enterokok	Slanetz-Bartley Medium (OXOID CM377)	37 °C	24-48 saat	Aerob
Maya ve küf	Rose Bengal Chloramphenicol Agar (OXOID CM549) Chloramphenicol selective supplement	25 °C	4-5 gün	Aerob

Tablo 2. Analize alınan yoğurt örneklerinin ortalama mikroorganizma sayıları (kob/ml) (23).

Örneklerin kaynağı	Aerob mezofil genel canlı	Entoro-bakteriler	Koliform grubu bakteriler	Stafilokok mikrokok	Enterokok	Maya ve küf	<i>E. coli</i>
Toplu tüketim merkezindeki konserve yoğurtlar	8,6 x 10 ⁸	1,8 x 10 ⁵	2,4 x 10 ⁴	7,1 x 10 ²	3,3 x 10 ⁴	6,3 x 10 ⁴	(+)
Fabrikadaki örnekler:							
1. Üretim: Kase yoğurt	4,0 x 10 ⁸	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	3,1 x 10 ¹	(-)
Konserve yoğurt	6,6 x 10 ⁷	4,0 x 10 ⁵	2,3 x 10 ⁴	<1,0 x 10 ¹	2,0 x 10 ⁸	1,6 x 10 ³	(+)
2. Üretim: Kase yoğurt	2,0 x 10 ⁸	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	2,0 x 10 ¹	(-)
Konserve yoğurt	1,7 x 10 ⁸	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	2,0 x 10 ²	(-)
3. Üretim: Kase yoğurt	4,6 x 10 ⁸	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	(-)
Konserve yoğurt	9,1 x 10 ⁷	6,6 x 10 ⁴	2,0 x 10 ³	<1,0 x 10 ¹	2,0 x 10 ²	2,0 x 10 ¹	(+)
4. Üretim: Kase yoğurt	2,3 x 10 ⁸	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	2,6 x 10 ¹	(-)
Konserve yoğurt	5,8 x 10 ⁷	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	(-)

Tablo 3. Yoğurt üretim aşamasında alınan örneklerin ortalama mikroorganizma sayıları.

Örnek alınan noktalar	Aerob mezofil genel canlı	Entoro-bakteriler	Koliform bakteriler	Stafilokok mikrokok	Enterokok	Maya ve küf	<i>E. coli</i>	koagu laz (+) stafilokok
Pastörizatör çıkışı süt ¹	1,8 x 10 ³	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	1,0 x 10 ³	8,0 x 10 ²	3,0 x 10 ¹	(-)	(-)
Stok tankı sütü ¹	5,2 x 10 ³	4,6 x 10 ³	2,6 x 10 ³	2,0 x 10 ³	6,0 x 10 ¹	2,0 x 10 ³	(-)	(-)
Vakum çıkış-1 sütü ¹	1,8 x 10 ⁴	2,0 x 10 ³	1,8 x 10 ³	2,0 x 10 ³	4,6 x 10 ²	6,0 x 10 ³	(+)	(-)
Vakum çıkış-2 sütü ¹	1,8 x 10 ⁷	2,0 x 10 ⁵	1,4 x 10 ⁵	1,0 x 10 ⁵	3,0 x 10 ²	2,0 x 10 ³	(+)	(-)
Mayalanacak süt: ¹								
Kaymaklı yoğurt sütü 85 °C	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	(-)	(-)
Kaymaksız yoğurt sütü 45 °C	2,8 x 10 ⁴	3,0 x 10 ³	1,6 x 10 ³	2,0 x 10 ³	1,2 x 10 ³	1,3 x 10 ²	(+)	(+)
Hattaki su (konserve yoğurt) ¹	3,2 x 10 ⁵	2,0 x 10 ⁵	8,0 x 10 ⁴	2,0 x 10 ³	2,0 x 10 ³	2,0 x 10 ³	(-)	(-)
Hattaki su (kase yoğurt) ¹	3,2 x 10 ³	<2,0 x 10 ¹	<2,0 x 10 ¹	<2,0 x 10 ¹	<2,0 x 10 ¹	4,0 x 10 ¹	(-)	(-)
Kase sütü ¹	3,6 x 10 ²	<2,0 x 10 ¹	<2,0 x 10 ¹	<2,0 x 10 ¹	<2,0 x 10 ¹	2,0 x 10 ¹	(-)	(-)
Tenekede mayalı süt ¹	1,6 x 10 ⁶	6,0 x 10 ³	9,0 x 10 ²	3,2 x 10 ²	<2,0 x 10 ¹	3,4 x 10 ²	(+)	(-)
Yoğurt kültürü ¹	1,8 x 10 ⁸	<2,0 x 10 ²	<2,0 x 10 ²	<2,0 x 10 ²	<2,0 x 10 ²	1,0 x 10 ³	(-)	(-)
Mayalama tüpü ¹	1,2 x 10 ⁵	8,0 x 10 ³	3,0 x 10 ³	3,2 x 10 ⁴	3,8 x 10 ⁴	1,0 x 10 ⁴	(-)	(-)
Teneke kutu ¹	1,0 x 10 ⁴	1,0 x 10 ³	1,2 x 10 ³	1,0 x 10 ²	<2,0 x 10 ¹	1,6 x 10 ³	(-)	(-)
Termometre kabı ¹	3,6 x 10 ⁴	3,1 x 10 ³	2,8 x 10 ³	6,0 x 10 ¹	1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	(+)	(-)
Yoğurt arabaları ²	1,2 x 10 ⁵	1,0 x 10 ⁴	7,8 x 10 ³	1,2 x 10 ³	5,8 x 10 ²	4,8 x 10 ³	(+)	(+)
İnkübasyon odalarının havası ³	5,2 x 10 ¹	(-)	(-)	(-)	(-)	5,6 x 10 ³	(-)	(-)
İnkübasyon odalarının duvarı ²	5,0 x 10 ⁴	3,5 x 10 ³	3,0 x 10 ¹	6,4 x 10 ²	1,0 x 10 ²	5,9 x 10 ²	(-)	(-)
İnkübasyon odalarının zemini ²	7,5 x 10 ⁵	9,7 x 10 ⁴	4,9 x 10 ⁴	4,0 x 10 ⁴	3,0 x 10 ⁴	8,6 x 10 ³	(+)	(-)
Personelin elleri ¹ :								
İşçi 1	3,2 x 10 ⁵	9,0 x 10 ⁴	6,0 x 10 ⁴	1,8 x 10 ⁴	<2,0 x 10 ¹	6,0 x 10 ²	(+)	(+)
İşçi 2	1,6 x 10 ⁵	<2,0 x 10 ¹	<2,0 x 10 ¹	1,4 x 10 ³	<2,0 x 10 ¹	4,6 x 10 ²	(-)	(-)
İşçi 3	3,0 x 10 ⁵	2,2 x 10 ³	5,2 x 10 ²	4,0 x 10 ³	8,0 x 10 ²	4,0 x 10 ²	(+)	(+)
Su ¹	3,0 x 10 ¹	<2,0 x 10 ¹	<2,0 x 10 ¹	<2,0 x 10 ¹	<2,0 x 10 ¹	<2,0 x 10 ¹	(-)	(-)

Üst simgeler 1: kob/ml, 2: kob/900 cm², 3: kob/plak.

Tartışma

Süt işletmelerinde alınan hijyen önlemleri ekonomik yönden faydalı olmaktadır. Ancak, bu fayda işletme sahibinin kasanına kazanç olarak girmemesi nedeniyle fark edilmemekte, bu nedenle de çoğunlukla benimsenmemekte veya konuya yeterli önem verilmemektedir. Bu araştırmada toplu tüketim merkezinden alınan konserve yoğurt örneklerinde ortalama 10^4 kob/ml düzeyinde koliform bakteri, maya ve küf bulunması, aynı örneklerde *E. coli* saptanması (Tablo 2) mevcut duruma örnek oluşturmaktadır. Türkiye'deki çalışmalar kapsamında, toplu tüketim merkezlerinden alınan yoğurt örneklerinin (24) % 33,3'ünde koliform bakteri, % 6,6'sında *E. coli* bulunması çalışma bulgularını doğrulamaktadır. Türkiye'de piyasada satılan kase yoğurtlar üzerine yapılan araştırmalarda, Kaptan ve Gürsel (8) 50 yoğurt örneğinin 2'sinde, Koçhisarlı ve Ergül (10) 120 örneğin 16'sında, Metin (11)'in 96 örneğin 3'ünde, Ergün ve ark. (6) 50 örneğin 1'inde, Öz (12) 50 örneğin 3'ünde koliform grubu bakteri saptamışlardır. Yurt dışı araştırmalarda, Tamime ve ark. (25) 10 yoğurt örneğinde 10×10^1 kob/g düzeyinde, Green ve Ibe (26) 30 örneğin 3'ünde, Aboul-Khier ve ark. (27) 21 örneğin % 38,84'ünde koliform bakteri belirlemişlerdir. Nitekim Nogueira ve ark. (28) Portekiz'de 6 firmanın sade ve meyveli yoğurtlarında, Ercolini ve ark. (29) İtalya'da süpermarketlerden aldıkları 50 örnekte koliform grubu bakteri saptamadıklarını bildirmişlerdir. Sonuçlar arasındaki farklılığın, Türkiye'deki kase yoğurtların kaymaklı olması dolayısıyla teknolojisinin farklılığından ve/veya yoğurt örneklerinin üretildiği işletmelerdeki hijyenik koşulların farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Tablo 3'de görüldüğü gibi yoğurt arabalarında enterobakteriler, koliform grubu bakteri, *E. coli*, koagulaz pozitif stafilokok, maya ve küf saptanması; alet, süt ve personel elleriyle direkt ve/veya çapraz kontaminasyona bağlanabilir. Kaymaklı yoğurt üretimi sırasında, sütün kaselere doldurulurken taşıyıcı yoğurt arabalarına döküldüğü, dökülen sütün alttaki kaselere damladığı gözlemlenmesine karşın, kase yoğurtlarda enterobakteriler, koliform grubu bakteriler, *E. coli*, stafilokok-mikrokok, koagulaz pozitif stafilokok ve enterokok bulunmamıştır. İşletmede üretilen, kaymaklı kase yoğurt üretim aşamaları incelendiğinde, kaymaklı yoğurt yapılacak sütte ve kaymaklı kase yoğurt örneklerinde stafilokok-mikrokok, enterobakteriler, koliform bakteri, *E. coli* ve enterokok saptanamamıştır.

Anar (15)'in, yoğurt üretiminde kritik kontrol noktalarının belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada, satışa hazır kaymaklı kase yoğurtlarda enterobakteriler, koliform grubu bakteriler, enterokok saptanamaması ve kaymaklı yoğurt yapım aşamalarının kritik kontrol noktası olmadığını bildirmesi araştırma bulgularını desteklemektedir. Türkiye'ye özgü kaymaklı yoğurt (kase yoğurt) üretiminde, standardize edilen süt, kaselere $85 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de doldurulup kaymak tutması için inkübasyon odasında $70\text{--}75 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de 1-2 saat bekletilmektedir (7). Patojen mikroorganizmaların tamamı ve saprofit mikroorganizmaların % 95'inin $72 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de 20 saniyelik pastörizasyon işlemi ile canlılığını kaybettiği bilinmektedir (30). Kaymaklı kase yoğurt üretimi esnasında uygulanan sıcaklık zaman parametreleri, sütte bulunabilecek ve/veya kontamine olan mikroorganizmaların sıcaklığın etkisiyle yok olmasına, dolayısıyla kaymaklı yoğurtta bulunmamasına neden olmaktadır.

Yoğurt üretiminde sütün kuru maddesini arttırma aşamasında, pastörize sütün suyunun uçurulduğu vakum cihazlarının çıkışından alınan süt örneklerinde $10^3\text{--}10^5$ kob/ml düzeyinde koliform grubu bakteri belirlenmiş ve *E. coli* saptanmıştır (Tablo 3). Özalp (31)'in, pastörizasyon çıkışındaki süt örneğinde bulamamasına rağmen, içme sütünden aldığı örneklerde koliform grubu bakteri bulması bulgularımızla uyum sağlamaktadır. Sonuçlardaki bu benzerlik, sütün pastörizasyon sonrası kontaminasyonunu vurgulamakta, bu aşamada süt hattı ve kullanılan mayalama tüpü, teneke kutu gibi materyaller önem kazanmaktadır. Standart bir üretimde vakum cihazlarında, hava basıncı 760 mm civa basıncından 550 mm civa basıncına düşürülür ve bu basınçta $55 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıkta sütün kaynaması, böylece kurumadde miktarının standardizasyonu sağlanır (30). Bu $55 \text{ }^\circ\text{C}$ 'lik sıcaklık, vakum cihazlarındaki mikroorganizmaların inhibisyonu için yeterli olmadığından (30), kontaminasyon kaynağı oluşturabilmesi mümkündür. Nitekim çalışmada, pastörize sütte bulunmadığı halde vakum cihazı çıkışındaki süt örneğinde koliform grubu bakteri ve *E. coli* bulunması, vakum cihazlarının kritik kontrol noktası olduğunu göstermektedir. Önlem olarak, temizlik aşamasında, vakum cihazlarına 500 mm civa basıncı yerine 700 mm civa basıncı uygulanmış ve deterjanlı su (pH 14), nitrik asitli su (% 0,5'lik) ve durulama suyu sıcaklığının $72\text{--}74 \text{ }^\circ\text{C}$ olması sağlanmıştır. Bunun sonucunda, 2., 3. ve 4. üretimlerde vakum cihazları çıkışından alınan örneklerde koliform bakteri ve *E. coli* saptanamaması bu aşamadaki sorunun çözümlendiğini göstermektedir.

Tablo 3'de görüldüğü gibi, konserve yoğurda ait süt hattında, sütte ve dolum anındaki mayalı sütte koliform bakteri ve *E. coli* saptanmıştır. Doğal olarak bu sütün sıcaklığını ölçen termometrelerin konulduğu kaptaki koliform bakteri, *E. coli*, maya ve küf saptanmıştır. İşletmede konserve yoğurt üretimi için, vakum cihazından 55 °C'de çıkan sütün 2 tonluk kazanlarda toplanarak 45 °C'ye kadar soğutulup, kazanda starter kültür ilave edildikten sonra, pompa ile ara balans tankına gönderilerek, inkübasyon odasında sıralanan 9 kg'lık teneke kutulara, personel tarafından doldurulmasıyla, vakum cihazlarında başlayan ve üretim boyunca devam eden kontaminasyon, üretilen konserve yoğurtta da belirlenmiştir (Tablo 2, 1. üretim). Bu bulgular pastörizasyon sonrası kontaminasyonu açıkça ortaya koymuştur. Önlem olarak kapalı yıkama sistemi (CIP: Cleaning in Place) ile sırayla, 72 °C'de 30'ar dakika süre ile alkali solüsyon ile yıkama, durulamayı takiben asitli (% 0,5 nitrik asit) solüsyon ile yıkama ve durulama işlemleriyle süt hatlarının temizlik ve dezenfeksiyonu sağlanmıştır. Bu temizlik işlemlerinin öğretilmesinin yanı sıra personelin hijyen kuralları konusunda (tuvalet temizliği, el dezenfeksiyonu, bone ve maske kullanılması, mikroorganizma, vb) eğitiminden sonra üretilen konserve yoğurtlarda maya ve küf bulursa da, koliform bakteri ve *E. coli* saptanamamıştır (Tablo 2, 2. üretim). Her kullanımdan önce ve sonra kaynar sudan geçirilen termometreler ile konuldukları kaplarda da 2., 3. ve 4. üretimlerde yapılan kontrollerde koliform bakteri saptanamamıştır.

Üçüncü üretim sonunda, üretim aşamalarının hiç birinde hijyen indeksi bakteriler saptanamamasına karşın, üretilen konserve yoğurtta enterobakteriler, koliform grubu bakteriler ve enterokok belirlenmiştir. Personelden elde edilen bilgilere göre, çiğ süt alımında kullanılan seyyar süt pompasının üretim hattına dahil edildiği saptanmış, sorunun pompa ve transfer hortumunun içerisinde kalan çiğ süttten kaynaklanabileceği sonucuna varılmıştır. Önlem olarak seyyar pompa kullanımı kaldırılmış, pastörize süt hattına dahil edilen yeni sabit bir pompa kullanılmaya başlanmış, olabilecek bir kontaminasyonu engellemek amacıyla da üretime başlanmadan önce süt hattına 80 °C sıcaklıkta su verilerek, hattın ve pompadan kaynaklanabilecek kontaminasyon riski önlenmiştir.

Ellerin, personelin temizlik alışkanlıklarına bağlı olarak direkt ve/veya iyi temizlenmemiş yüzey, alet ve ekipman ile temas sonucunda indirekt kontaminasyonunun

şekillendiği ve üretilen gıda ile temas sonucunda bulaştırılabildiği bildirilmiştir (32). Yoğurt üretiminde kase dizme, kaselere ve/veya konserve yoğurt tenekelerine süt doldurma ve mayalama aşamalarında çalışan personelin ellerinden alınan örneklerdeki mikroorganizma yükünün farklılığı (Tablo 3), yine enterobakteriler ve koliform grubu bakteri sayısı yönünden bulgularımızın Anar (15)'in, Civan (16)'in, De Wit ve Kampelmacher (32)'in, Kalkan (33)'in ve Taşkanal (34)'in elde ettiği bulgular ile farklılık göstermesi, personelin bireysel temizlik alışkanlıkları, görev dağılımlarının farklı olması nedeniyle temasta buldukları materyal ve yüzeylerin farklı olması ile açıklanabilir.

Yoğurt üretiminde kullanılan kaselerin ve kutuların, fabrikaya poşetler içerisinde orijinal ambalajıyla getirildiği gözlenmiştir. Araştırmada, kullanılmamış kaselerde stafilocok-mikrokok, maya, küf ve diğer mikroorganizmalar saptanamamasına karşın, doldurulmak üzere inkübasyon odasına dizilmiş teneke kutularda stafilocok-mikrokok saptanması, kontaminasyonun personelin ellerinden kaynaklandığını düşündürmektedir.

İşletme hijyenini sağlayabilmek için, işletmenin giriş ve çıkışlarına dezenfektan (sodyum hipoklorit) içeren havuzlar konulmuştur. Alınan önlemlere karşın yoğurtlarda 10^1 ile 10^3 kob/ml arasında değişen düzeylerde ve buna paralel olarak havada 10^3 kob/plak düzeyinde maya ve küf bulunması kontaminasyonun havadan kaynaklandığına işaret etmiştir. İşletmelere pozitif hava sirkülasyon sisteminin kurulması, kaymak tutma ve soğuk hava deposunda soğutulma esnasında, kapaksız olarak bekletilen yoğurtların maya ve küf ile kontaminasyonunu engelleyecektir.

Elde edilen bulgular ışığında, araştırmanın yapıldığı işletmede yoğurt üretiminde vakum cihazlarının ve personel ellerinin kritik kontrol noktası olduğu, fakat vakum cihazının temizlik ve dezenfeksiyonunun sağlanması, personelin eğitilmesi, hijyen kurallarının öğretilmesi, eldiven, bone, maske, temiz giysi, el dezenfektanı kullanımının sağlanması ve denetimi ile risk olmaktan çıktığı saptanmıştır. Türkiye'deki süt işletmelerinin dizaynlarının standart olmaması göz önünde bulundurulduğunda, kontaminasyon kaynaklarının farklılık göstermesi kaçınılmazdır. Kritik kontrol noktalarının her işletme bünyesinde belirlenmesi, risklerin en aza indirilmesi ve/veya ortadan kaldırılması için otokontrol sisteminin kurulması gerekmektedir.

Kaynaklar

1. Robert, D.: Sources of infection: food. Lancet 1990; 336: 859-861.
2. Thorpe, R.H.: Hygiene requirements in the food processing industry. Bursa II. Uluslararası Gıda Sempozyumu 1-3 Ekim 1991: 151-158.
3. Vasavada, P.C.: Rapid methods and automation in dairy microbiology. J. Dairy Sci. 1993; 76: 3101-3113.
4. Serra, J.A., Domenech, E., Escrich, I., Martorell, S.: Risk assessment and critical control point from the production perspective. Int. J. Food Microbiol. 1999; 46: 9-26.
5. Terplan, G.: Çeviri: Ergün, Ö. Süt endüstrisi işletmelerinde ve mandralarda işletme hijyeni. Türk-Alman Günleri. Tebliğ. İstanbul Üniv. Vet. Fak. 1993; s.: 112-119.
6. Ergün, Ö., Bayraktar, N., Bostan, K.: Piyasa yoğurtlarının kimyasal ve mikrobiyolojik karakterleri üzerine araştırmalar. Türk Mikrobiyol. Cem. Derg. 1990; 20: 160-165.
7. Göncü, S. Yoğurt teknolojisi ve kalite kontrolü. Süt ve Süt ürünleri Sempozyumu. Ankara, 1989.
8. Kaptan, N., Gürsel, A.: Ankara'da tüketime sunulan yoğurtların kalitesi. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yıl., 1984; 33: 9-20.
9. Koçak, C.: Fermente süt ürünlerinde kalite kontrol. Yoğurt. 3. Milli Süt ve Süt ürünleri Sempozyumu, Haziran İstanbul, Mert Matbaası, Ankara. 1994: 137-144.
10. Koçhisarlı, İ., Ergül, E.: Ankara piyasasında satılan yoğurt örneklerinin bazı kalite özellikleri. Gıda Derg., 1987; 12: 175-177.
11. Metin, F.: Ankara'da imal edilen yoğurtların kalite sorunları üzerinde araştırma. Ankara Gıda Kontrol, Eğitim ve Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Özel No: 54: 1-37, 1979.
12. Öz, K.: Konya'da tüketime sunulan yoğurtların kalitesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniv. Sağ. Bil. Ens., Ankara. 1990.
13. Tayar, M., Anar, Ş., Şen, C.: Bursa'da tüketilen yoğurtların kalitesi. Gıda 1993; 18: 203-205.
14. Topal, Ş.: Yoğurdun mikrobiyolojik kontrollerinde karşılaşılan yanlışlar ve sorunlar. Yoğurt, III. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, 2-3 Haziran, İstanbul. Milli Produktivite Merkezi Yayınları. 1994; 548: 294-303.
15. Anar, Ş.: Yoğurt üretiminde kritik kontrol noktalarının belirlenmesi. Gıda, 2000; 1: 36-39.
16. Civan, E.: İstanbul bölgesi hayvansal gıda işletmelerinde personel çevre ve üretim hijyeni. Doktora tezi, İstanbul Üniv. Sağ. Bil. Ens., İstanbul, 1993.
17. Vanderzant, C., Splittstoesser, D.F.: Compendium of Methods for The Microbiological Examination of Foods. American Public Health Association. Washington, D.C., 1992.
18. Bergdoll, M.S.: Staphylococcus aureus. In: M.P. Doyle (ed) Foodborne bacterial pathogens. Marcel Dekker Inc. NY. 1989; 463-523.
19. De Wit, J.C., Kampelmacher, E.H.: Some aspects of bacterial contamination of hands of workers in food service establishments. Zbl. Bakt. Hyg. B, 1988; 186: 45-54.
20. Denyer, S.P., Baird, R.M.: Guide to microbiological control in pharmaceuticals. Ellis Horwood, London, 1990; 140-143.
21. ISO-International Standard Organisation: Dairy plant-hygiene condition-general guidance on inspection and sampling procedures. No: 8086 ISO 56.CH-1211 Geneve 20, Switzerland, 1986.
22. British Standard: Microbiological examination for dairy purposes. BS 4285 Part 4. Methods for assessment of hygienic conditions, 1991.
23. Türk Gıda Kodeksi: Fermente Sütler Tebliği. Tebliğ No: 2001/21. Resmi Gazete. Sayı: 24512.
24. Çakıroğlu, S.: Ankara Garnizonundaki Askeri birliklerde tüketilen yoğurtların kimyasal ve mikrobiyolojik kalitelerinin saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniv. Sağ. Bil. Ens., Ankara, 1997.
25. Tamime, A.Y., Davies, G., Hamilton, M.P.: The quality of yoghurt on retail sale in Ayrshire. I. Chemical and microbiological evaluation. Dairy Indust. Inter. 1987; 52: 19-21.
26. Green, D.M., Ibe, S.N.: Yeast as primary contaminants in yogurts produced commercially in Lagos, Nigeria. J. Food Protec. 1987; 50: 193-198.
27. Aboul-Khier, F.A., El-Bassiony, T., El-Rab, G.H.: Enterobacteriaceae in some milk products in Sohag City. Assiut. Vet. Med. J. 1985; 28: 79-83.
28. Nogueira, C., Albano, H., Gibbs, P., Teixeira, P.: Microbiological quality of Portuguese yogurts. J. Indust. Microbiol. Biotechnol. 1998; 21: 19-21.
29. Ercolini, C., Serracca, L., Terarolli, A., Teneggi, E.: Microbiological quality and content of specific microflora in yoghurt samples taken from market. Indust. Alimentari. 1996; 35: 797-800.
30. Veisseyre, R.: Technologie du Lait. Constitution, Récolte, Traitement et Transformation du Lait. La Maison Rustique, Paris, 1975.
31. Özalp, E.: Ankara süt fabrikalarında pastörizasyonda sağlanan mikrop redüksiyonu ve pastörizasyondan sonraki kademelerde bulaşma durumu üzerine araştırmalar. Doçentlik Tezi. Ankara Üniv. Vet. Fak. Ankara, 1973.
32. De Wit, J.C., Kampelmacher, E.H.: Some aspects of bacterial contamination of hand of workers in food industries. Zbl. Bakt. Hyg. B, 1981; 172: 390-400.
33. Kalkan, A.: Et satış yerlerinin ve personelin hijyenik kontrolü üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniv. Sağ. Bil. Ens., Ankara, 1993.
34. Taşkanal, N.: Ankara'daki askeri mutfakların ve mutfak personelinin hijyenik kontrolü üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniv. Sağ. Bil. Ens., Ankara, 1993.