



İstanbul İlindeki Pazar ve Marketlerde Açıkta Satılan Çiğ Süt ve Süt Ürünlerine Koliform ve Toplam Mezofilik Aerobik Bakterilerin Varlığının Araştırılması

Investigation of the Presence of Coliform and Total Mesophilic Aerobic Bacteria in Raw Milk and Dairy Products Sold Openly in Markets and Supermarkets in Istanbul Province

Ayşe GÜNEŞ BAYIR^{1*}, Aleyna ÇALIKOĞLU², Elifnur BİLGİN³
¹KÜ Veteriner Fakültesi Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Kastamonu

¹ORCID: 0000-0002-9993-7850  ²ORCID: 0009-0006-6069-2178 

³ORCID: 0009-0002-2408-7326 

*Sorumlu Yazar: agunesbayir@kastamonu.edu.tr

Geliş Tarihi: 20.01.2025

Kabul Tarihi: 14.03.2025

ÖZET

Süt ve süt ürünleri üretim-tüketim zincirinde, kimyasal, biyolojik ve fiziksel bulaşma riskleri sebebiyle çeşitli sağlık tehlikelerini beraberinde getirebilir. Çiğ süt ve süt ürünlerinin uygun hijyen koşullarında saklanması, bozulmayı önlemek ve gıda kaynaklı patojenlerin çoğalmasını engellemek için şarttır. Su ve gıdalarda koliform bakterilerin varlığı, fekal kontaminasyonun yanı sıra çevresel kirleticilerin varlığını da gösterir. Bu çalışmada, İstanbul ilindeki pazar ve marketlerde açıkta satılan çiğ süt ve süt ürünlerinde toplam mezofilik aerobik ve koliform bakterilerin varlığı araştırıldı. Bu amaçla, pazarlarda ve marketlerde açıkta satışa sunulan çiğ süt, beyaz peynir, tel peyniri, tereyağı ve sütlü dondurma 12'şer adet olmak üzere toplamda 60 örnek temin edildi. Örneklerin mikrobiyolojik analizleri kapsamında Skim Milk Plate Count Agar (Skim Milk PCA) ile toplam mezofil aerobik bakteri (TMAB) ve Violet Red Bile (VRB) besiyeri kullanılarak da koliform/laktoz pozitif kolonilerin tespiti ve sayımı gerçekleştirildi. Doğrulama için Gram boyama yapıldı. Çalışmada en yüksek TMAB ve koliform bakterileri koloni sayısı çiğ süt örneklerinde sırasıyla $7,50 \pm 2,05 \log_{10}$ kob/mL ve $6,51 \pm 1,45 \log_{10}$ kob/mL bulundu. Analiz edilen çiğ süt, beyaz peynir, tel peynir, tereyağı ve sütlü dondurmalarda sırasıyla %75, %66,6, %50, %25 ve %66,6'sında koliform bakteriler tespit edildi. Araştırma sonucunda, çalışmada yer alan örneklerden özellikle çiğ sütlerin mikrobiyolojik kalitesinin kodeks kriterlerine uygun olmadığı görüldü. Genel olarak, birinci basamak üretim işletmelerinde hijyen ve sanitasyon kurallarının yetersizliği, bu sonucun arkasındaki temel neden olarak görülmektedir. Ayrıca, çiğ süt dâhil süt ürünlerinin taşındığı ve satışa sunulduğu noktalarda soğuk zincirin sürdürülmesi, ısıl işlemin doğru ve yeterli yapılması, ısıl işlem uygulanan ürüne yeniden bulaşın önlenmesi gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Çiğ süt, Süt ürünleri, Koliform bakteriler, Toplam mezofilik aerobik bakteriler, Gıda hijyeni

ABSTRACT

There are risks of chemical, biological and physical contamination throughout the milk and dairy products production-consumption chain, and this may bring various health hazards. Storing raw milk and dairy products under appropriate hygienic conditions is essential to prevent spoilage and the proliferation of foodborne pathogens. The presence of coliform bacteria in water and food indicates that the majority of them are environmental pollutants, not just fecal contamination. In this study, the presence of total mesophilic aerobic and coliform bacteria in raw milk and dairy products sold openly in markets and supermarkets in Istanbul was investigated. For this purpose, a total of 60 samples were taken, 12 each from raw milk, white cheese, string

cheese, butter and milk ice cream sold openly in markets and supermarkets. Within the scope of microbiological analyses of samples, detection and counting of coliform/lactose positive colonies were also performed using Skim Milk Plate Count Agar (Skim Milk PCA) and total mesophilic aerobic bacteria (TMAB) and Violet Red Bile (VRB) agar. Gram staining was performed for verification. In the study, the highest TMAB and Coliform bacteria colony counts were found in raw milk samples as $7.50 \pm 2.05 \log_{10}$ cfu/mL and $6.51 \pm 1.45 \log_{10}$ cfu/mL, respectively. Coliform bacteria were detected in 75%, 66.6%, 50%, 25% and 66.6% of the analyzed raw milk, white cheese, string cheese, butter and milk ice cream, respectively. As a result of the research, it was observed that the microbiological quality of the samples presented in the study, especially the raw milk, was not appropriate to codex criteria. In general, the inadequacy of hygiene and sanitation rules in first-stage production enterprises is seen as the main reason behind this result. In addition, at the points where dairy products, including raw milk, are transported and offered for sale, the cold chain must be maintained, heat treatment must be carried out correctly and adequately, and re-contamination of the heat-treated product must be prevented.

Keywords: Raw milk, Milk products, Coliform bacteria, Total mesophilic aerobic bacteria, Food hygiene

GİRİŞ

Optimal beslenme, sağlıklı beslenme alışkanlıklarının temelinde yer alan ve bireyin günlük enerji ihtiyacını karşılayacak, esansiyel amino asitleri, proteinleri, esansiyel yağ asitlerini, karbonhidratları, vitaminleri, mineralleri ve eser elementleri içeren dengeli bir diyet olarak tanımlanabilir (Veljkovic vd., 2017). Dengeli bir beslenmenin sağlanması, kepekli tahıllar, meyve ve sebzeler, et ve et ürünleri, süt ve süt ürünleri, çeşitli protein kaynakları ve esansiyel yağ asitleri gibi farklı besin gruplarından gıdaların uygun miktarlarda tüketilmesini gerektirir (San-Cristobal vd., 2020). Süt ve süt ürünleri, birçok makro ve mikro besin unsurlarını içerdiğinden bireylerin hem fiziksel hem de zihinsel olarak

performansını arttırabilmesinden dolayı halk sağlığı açısından da önemli gıdalardandır (Verruck vd., 2019).

Süt ve süt ürünlerinin hem bebekler hem de yetişkinler için besleyici bir gıda olması olması, bu ürünlere olan global talebin artmasına neden olmuştur (Górska-Warsewicz vd., 2019). Bu artışın bir sonucu olarak, süt ve türevlerinin güvenilirliği ve saflığı, giderek daha fazla dikkat çeken bir konu haline gelmiştir. Biyolojik, kimyasal veya fiziksel kaynaklı herhangi bir kontaminasyon, tüketiciler için sağlık riskleri oluşturularak süt ürünlerinin güvenliğini tehlikeye sokabilir (Montgomery vd., 2020). Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği'nde (Yönetmelik 2023) "bulaşan", gıdaya bilinçli olarak eklenmeyen; ancak gıdanın ilk üretim aşamasından itibaren, üretim, işleme, hazırlama, işleme, ambalajlama, paketleme, taşıma veya saklama süreçleri sırasında veya çevresel faktörlerden kaynaklanan kontaminasyon sonucunda gıda içinde bulunabilen, hayvan tüyü ve böcek parçası gibi yabancı maddeler dışındaki her türlü maddeyi ifade eder şeklinde tanımlanmaktadır. Süt ürünleri zincirinin her aşamasında potansiyel bulaşma noktalarını saptamak için derinlemesine bir inceleme yapılması, bu alandaki güvenlik protokollerinin temelini oluşturmaktadır (Sohail vd., 2023). Süt ve süt ürünlerinin hijyenik kalitesini belirlemede TMAB varlığı ve sayısı kullanılır. Sütün ortalama %87,5 su içermesi ve zengin besin değerine sahip olması, saprofit ve patojen bakteriler için uygun bir gelişim ortamı sağlar. Bu sebeple çiğ sütün mikrobiyal yükünü ve mikrobiyal kalitesini belirlemede TMAB sayısı önemlidir (Üzüm, 2006).

Süt ve süt ürünlerinin mikrobiyolojik analiz çalışmalarında hijyenik bir gösterge olarak kabul edilen *Enterobacteriaceae*'nin bazı üyeleri, gıda kaynaklı hastalıkların oluşumunda rol oynayan patojenlerdir (Mladenovic vd., 2021). Toksin üreten *Salmonella spp.* veya *Shigella spp.* gibi birkaç önemli gıda kaynaklı patojen bu familyaya aittir. Ayrıca, *Escherichia coli* (E. coli) bakterisinin çoğu suşu zararsız komensal olmasına rağmen, birkaç serotipi toksin üretir ve patojen kabul edilir. Bunların içinde en önemli gıda kaynaklı patojen, E.

coli O157:H7'dir. *Enterobacteriaceae*'nin çeşitli antibiyotiklere direnci günümüzde önemli tıbbi bir sorundur (Breijyeh vd., 2020).

Özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde süt endüstrisinde, sağlıklı koşulların ve işlem sonrası kontaminasyonun göstergesi olarak koliform testlerinin kullanımı yaygındır (Martin vd., 2021). Türkiye'de süt ve süt ürünlerinin üretim ve tüketim miktarı bakımından sırasıyla çiğ süt, beyaz peynir, tel peyniri, tereyağı ve dondurma yer almaktadır ve bunların satışı çeşitli şartlarda gerçekleştirilmektedir. Fekal kontaminasyonun varlığı, ürüne doğrudan sadece dışkının bulaşmış olabileceği anlamına gelmez; dış ortamdan, topraktan, sulardan, işletmedeki alet ve ekipmanlardan da bulaşın olabileceğini gösterir. Ancak *E. coli*, koliform bakterilerden daha kuvvetli bir fekal bulaşma indikatörüdür (Çetin, 2011). Koliform bakteriler, 32–35 °C'de 48 saat içinde gaz ve asit üretmek için laktozu fermente edebilen aerobik veya fakültatif anaerobik, gram negatif, spor oluşturmeyen basil şeklinde bakterilerdir (Martin vd., 2021). Koliform bakteriler (Örn; *Escherichia*, *Klebsiella*) *Enterobacteriaceae* familyasındadır; bu sebeple, bu mikroorganizmaların varlığı ve miktarı, gıda güvenliği mevzuatında belirlenen mikrobiyolojik standartlar çerçevesinde düzenlenmiştir. Bu bağlamda, çiğ sütte tespit edilen koliform bakteriler süütün sağım, taşıma, depolama ve işleme sürecinde yetersiz hijyenik koşulları ifade eder. Genel olarak gıdaya doğrudan veya dolaylı bir yolla dışkı bulaşmasının işaretidir (Çiftçi ve Öncül, 2021). Süt ve süt ürünlerinde koliform bakterilerin varlığı çiğ sütlerin sağım ve depolama koşullarındaki aksaklıklardan kaynaklanan fekal bulaşmayı, enterik patojenlerin varlığını ve sanitasyon problemlerini gösterir.

Tüm bu sebeplerden dolayı bu çalışmada İstanbul ilindeki pazar ve marketlerde açıkta satılan çiğ süt, beyaz peynir, tel peynir, tereyağı ve sütlü dondurma örneklerinde Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğ (2017) ve Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği (2018) temel alınarak, örneklerin mikrobiyal kalitesi ve gıda güvenliği açısından TMAB ve koliform

bakterilerin varlığının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

MATERYAL

Çalışmada, İstanbul piyasasında açıkta satılan ambalajsız çiğ süt, yoğurt, beyaz peynir, tel peynir, tereyağı ve sütlü dondurma örnekleri kullanılmıştır. Bu amaçla; 2023 yılı Kasım-Aralık aylarında toplam 60 adet örnek aseptik şartlarda toplanmış ve soğutucu kutularda Bezmiâlem Vakıf Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü Besin Mikrobiyolojisi laboratuvarına getirilmiştir.

Örneklerin Mikrobiyolojik Analizler İçin Hazırlanması

Toplanan çiğ süt örneklerinden 25 mL ve gıda örneklerinden (beyaz peynir, tel peynir, tereyağı ve dondurma) 25 g alınarak üzerine 225 mL (%0,1) steril pepton çözeltisi (Conda, İspanya) eklenip, steril stomacher poşetinde mikrobiyolojik analiz için hazırlanan örnek Stomacher'da (VWR, İtalya) homojen hale getirilmiştir. Hazırlanan homojenizattan %0,1'lik pepton çözeltisi kullanılarak desimal dilüsyonlar hazırlanmıştır (ISO 6887-1, 2017).

Çiğ Süt ve Süt Ürünleri Örneklerinde TMAB Varlığı ve Sayısının Belirlenmesi

TMAB varlığı ve sayımı için çiğ süt örnekleri dökme plak yöntemi ile gıda örnekleri de yayma plak yöntemi ile 2'şer paralelli bir şekilde ekildi. Çiğ süt örneklerinden hazırlanan dilüsyonlardan steril petri kaplarına 1 mL örnek ve 15-20 mL arasında Skim Milk Plate Count Agar (Skim Milk PCA) (Diatek, Türkiye) pipetlendi. Çiğ süt dışındaki örneklerden hazırlanan dilüsyonlardan 0,1 mL örnek Skim Milk PCA'ya ekilmiştir. Tüm örneklerin ekimi sonrası sonra petriler ters çevrilerek 37°C'de 48 saat boyunca inkübe edilmiştir (Nüve, Almanya). İnkübasyon sonunda 25-250 arasında koloni içeren petriler değerlendirmeye alınmış (FDA BAM, 2001) ve sonuçlar log₁₀ kob/mL veya log₁₀ kob/g olarak verilmiştir (Güneş Bayır ve Bilgin, 2019).

Çiğ Süt ve Süt Ürünleri Örneklerinde Koliform Bakterilerin Varlığı ve Sayısının Belirlenmesi

Koliform varlığı ve sayımı için çiğ süt örnekleri dökme plak yöntemi ile diğer örnekler yayma yöntemi ile ekim ile VRB (Oxoid) besiyeri kullanılarak ve 2'şer paralelli bir şekilde ekimler gerçekleştirilmiştir. Ekimi yapılan petripler 37 °C sıcaklıktaki inkübatörde (Nüve, Almanya) 48 saat boyunca inkübe edilmiştir. Besiyerinin üretici firmasının direktifleri doğrultusunda, 1-2 mm çapında kırmızımsı bir presipitat zonu ile çevrili kırmızı koloniler, *Enterobacteriaceae* familyasının laktoz pozitif üyeleri olan koliform bakteriler olarak sayılır; laktoz negatif üyeleri ise renksiz koloniler meydana getirirler. İnkübasyon süresinin sonunda, petri plaklarının makroskopik incelemesi yapıp petriplerdeki 1-2 mm çapındaki kırmızımsı bir presipitat zonu ile çevrili kırmızı koloniler sayılmıştır. Sonrasında bu koloniler Gram boyama (GBL, Türkiye) ile boyanıp mikroskop altında incelenmiştir. Gram boyama sonucunda gram negatif boyanan koloniler identifiye edilmiş, koliform bakteriler olarak değerlendirilmiştir (FDA BAM, 2020). İnkübasyon sonunda 25-250 arasında koloni içeren petripler değerlendirmeye alınmış (FDA BAM, 2001) ve sonuçlar log₁₀ kob/mL veya log₁₀ kob/g olarak verilmiştir (Güneş Bayır ve Bilgin, 2019).

BULGULAR

Çalışma sonucunda, çiğ sütlerde ve dört farklı süt ürünü çeşitlerinde tespit edilen TMAB ve koliform bakteri sayısı Tablo 1'de sunulmuştur. Örneklerin besiyerlerine ekimleri ikişerli paralelli gerçekleştirildiğinden sunulan değerler minimum ve maksimum değerlerin ortalaması olarak hesaplanmıştır.

Tablo 1. Çiğ süt ve süt ürünleri örneklerinde tespit edilen TMAB ve koliform bakterilerin minimum ve maksimum ortalama değerleri. kob: koloni oluşturan birim

Örnek (Örnek sayısı)	TMAB (kob g veya mL)		Koliform bakteriler (kob g veya mL)	
	Minimum Ort.	Maks. Ort.	Minimum Ort.	Maks. Ort.
Çiğ süt (n = 12)	2,0 × 10 ⁴	3,2 × 10 ⁷	0,0	3,2 × 10 ⁴
Beyaz peynir (n = 12)	0,0	2,9 × 10 ⁶	0,0	2,4 × 10 ⁵
Tel peynir (n = 12)	0,0	5,1 × 10 ⁶	0,0	0,3 × 10 ⁵
Tereyağı (n = 12)	0,0	4,8 × 10 ⁶	0,0	1,1 × 10 ⁵
Sütlü dondurma (n = 12)	5,5 × 10 ³	2,7 × 10 ⁵	0,0	0,5 × 10 ⁵

Örnek (Örnek sayısı)	Minimum Ort.	Maks. Ort.	Minimum Ort.	Maks. Ort.
Çiğ süt (n = 12)	2,0 × 10 ⁴	3,2 × 10 ⁷	0,0	3,2 × 10 ⁴
Beyaz peynir (n = 12)	0,0	2,9 × 10 ⁶	0,0	2,4 × 10 ⁵
Tel peynir (n = 12)	0,0	5,1 × 10 ⁶	0,0	0,3 × 10 ⁵
Tereyağı (n = 12)	0,0	4,8 × 10 ⁶	0,0	1,1 × 10 ⁵
Sütlü dondurma (n = 12)	5,5 × 10 ³	2,7 × 10 ⁵	0,0	0,5 × 10 ⁵

Çiğ Süt ve Süt Ürünlerinde TMAB Varlığı ve Sayısı

Çalışmada yer alan altmış adet örneğin %93'ünde (n = 56) TMAB tespit edilmiştir. En fazla TMAB sayısı çiğ sütte, en az sütlü dondurma örneklerinde bulunmuştur (Tablo 1). Çiğ süt örneklerinde TMAB sayısı ortanca değeri 7,14 log₁₀ kob/mL'dir. On iki adet beyaz peynir, tel peynir ve tereyağı örneklerinden sadece birer tanesinde TMAB bulunmadı. Çalışmada en yüksek TMAB koloni sayısı çiğ süt örneklerinde 7,50 ± 2,05 log₁₀ kob/mL bulundu. Diğer örneklerde en yüksek TMAB koloni sayıları sırasıyla log₁₀ kob/g cinsinden beyaz peynir (6,09 ± 1,46), tereyağı (5,88 ± 1,02), dondurma (5,18 ± 1,65) ve tel peynirinde (4,51 ± 0,99)'dir.

Çiğ Süt ve Süt Ürünlerinde Koliform Bakterilerin Varlığı ve Sayısı

Çalışmada incelenen altmış adet örneğin %56,7'sinde (n = 34) koliform bakteriler tespit edilmiştir (Tablo 2). Örneklerin besiyerlerine ekimleri ikişerli paralelli gerçekleştirildiğinden tespit edilen bakteri sayılarının ortalaması ve standard sapması hesaplanmıştır. Koliform bakteriler sırasıyla en fazla oranda çiğ süt (%75, n = 9), beyaz peynir ve sütlü dondurma (%66,6, n = 8), tel peynir (%50, n = 6) ve tereyağı örneklerinde (%25, n = 3) bulunmuştur.

Çiğ süt örneklerinde koliform bakterilerin sayısı ortanca değeri 5,92 log₁₀ kob/mL, ortalama değer 5,96 log₁₀ kob/mL'dir. Çalışmada en yüksek koliform bakterileri koloni sayısı çiğ süt örneklerinde 6,51 ± 1,45 log₁₀ kob/mL'dir. Süt ürünlerinde sırasıyla log₁₀ kob/g cinsinden tel peynirinde (6,23 ± 1,88), tereyağı (5,06 ± 0,33), beyaz peynir (4,90 ± 1,45) ve sütlü dondurma (4,75 ± 0,69) örneklerinde en yüksek koliform bakteri koloni sayıları bulundu.

Tablo 2. Çiğ süt ve süt ürünleri örneklerinde tespit edilen koliform bakterilerin sayılarının ortalaması \log_{10} kob per gram veya mL olarak hesaplanmıştır. Sonuçlar ortalama \pm standard sapma şeklinde verilmiştir.

Örnek numarası	Çiğ süt (\log_{10} kob/mL)	Beyaz peynir (\log_{10} kob/mL)	Tel peynir (\log_{10} kob/mL)	Tereyağ (\log_{10} kob/mL)	Sütlü dondurma (\log_{10} kob/mL)
1	0,00	4,30 \pm 0,85	0,00	3,48 \pm 0,15	
2	5,70 \pm 1,45	4,90 \pm 1,45	0,00	0,00	
3	0,00	3,88 \pm 0,55	0,00	0,00	
4	6,51 \pm 1,45	0,00	0,00	0,00	
5	0,00	0,00	4,35 \pm 0,54	0,00	0,00
6	5,83 \pm 1,40	4,60 \pm 0,00	4,40 \pm 1,17	0,00	
7	5,57 \pm 1,25	2,39 \pm 1,02	4,48 \pm 1,15	0,00	3,48 \pm 2,82
8	6,15 \pm 1,77	0,00	4,00 \pm 0,00	5,06 \pm 0,33	0,00
9	5,92 \pm 1,25	4,30 \pm 0,85	4,51 \pm 0,99	4,66 \pm 0,90	0,00
10	5,92 \pm 1,32	3,17 \pm 0,00	3,70 \pm 0,63	0,00	0,00
11	5,90 \pm 1,45	0,00	0,00	0,00	3,18 \pm 0,70
12	6,15 \pm 1,15	4,53 \pm 1,30	0,00	0,00	2,70 \pm 0,00

TARTIŞMA

Süt ve süt ürünleri, yaşamın tüm evrelerinde önemli olan bir dizi gıda bileşenlerinin önemli tedarikçileridir (Givens, 2020). Artık süt proteininin, küçük çocuklarda uzunlamasına kemik büyümesi ve kemik kütlesi edinimi için gerekli olan insülin benzeri büyüme faktörü-1'i (IGF-1) uyurabileceği ve böylece bodurluk riskini azaltabileceği kabul edilmektedir. Özellikle inek sütü, protein kalitesinin belirlenmesinde kritik öneme sahip olan dallı zincirli amino asitlerden lösin, izölösün ve valin bakımından zengindir. Yaşamın çeşitli dönemlerinde yüksek miktarda süt tüketiminin arkasındaki temel motivasyonlardan biri, kemik sağlığının korunması ve güçlendirilmesi için gerekli olan kalsiyumun sağlanmasıdır (Sohail vd., 2023).

Aerobik mezofilik koşullarda üreyen mikroorganizmalar, süt ve süt

ürünleri dâhil olmak üzere birçok gıdanın bozulmasında kritik bir rol oynar. Süt ve süt ürünlerindeki TMAB sayısı, gıdalarda patojen mikroorganizmaların varlığını göstermese de, gıda güvenliği ile dolaylı olarak ilişkilidir. Bu sayı, birçok gıdanın mikrobiyolojik kalitesini belirlemede kullanılan bir kriter olup gıdaların tazeliği ve raf ömrünü belirlemek için de önemlidir. Yüksek TMAB sayısı, süt ve süt ürünlerinin kalite sorunlarının bir göstergesi olarak kabul edilir (Dinçer, 2020). Türkiye'de Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği'ne göre süt ürünlerinin çoğu için TMAB ve koliform/laktoz pozitif bakteri limitleri belirtilmemiştir.

Çiğ sütte TMAB, koliform bakteri mikroorganizmalar, enterokoklar ve maya/küf sayıları gibi indikatör mikroorganizmaların belirlenmesi, hijyen, sanitasyon, kalite ve depolama koşullarını değerlendirmek için yaygın olarak kullanılır. Bu mikroorganizmalar, gıda endüstrisinde ürün kalitesini sağlamak ve gıda güvenliğini korumak için hayati öneme sahiptir. Bu çalışmada yapılan mikrobiyolojik analizlerle, TMAB ve *Enterobacteriaceae* familyasında yer alan koliform bakterilerin varlığı araştırılmıştır. Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğ'de (2017) çiğ inek sütlerinde toplam canlı bakteri sayısının en fazla (30 °C'de) ≤ 100.000 kob/mL olması gerektiği bildirilmiştir. Çalışma sonucunda, tespit edilen TMAB sayısının minimum $2,0 \times 10^4$ ($4,30 \pm 0,00 \log_{10}$ kob/mL) ve maksimum $3,2 \times 10^7$ ($7,5 \pm 2,05 \log_{10}$ kob/mL) olduğu tespit edildi. Bu değerler, $5 \log_{10}$ kob/mL'den oldukça yüksektir. Toplam 12 çiğ süt örneğinin sadece 2'si Tebliğ'e (2017) uygundu. Diler ve Baran'ın (2014) Erzurum ilinin Hınıs ilçesindeki küçük ölçekli aile tipi işletmelerin tank sütlerinin toplam bakteri içeriğini araştırdığı çalışmada, TMAB ortalama değeri $5,43 \log_{10}$ kob/mL şeklinde bulunmuştur. Fethiye'de toplanan 60 adet çiğ süt örneğinde ise $<1,00 (\pm 0,00)$ - $9,62 (\pm 0,04) \log_{10}$ kob/mL (Çiftçi ve Öncül, 2021); Dinçer'in (2020) çalışmasında ise bu değer $6,74 \log_{10}$ kob/mL olarak rapor edilmiştir. Karaca ve Çetin'in (2022) çalışmasına göre, TMAB sayısı ortalama $7,34 \log_{10}$ kob/mL olarak Tebliğ'e (2017) göre yüksek oranda bulunmuştur.

Enterobacteriaceae familyası, gram negatif, fakültatif anaerobik, spor oluşturmeyen ve çubuk şeklindeki bakterilerin oluşturduğu çeşitlilik gösteren bir gruptur (Janda ve Abbott, 2021). Bu familyanın üyeleri arasında, laktozu fermente ederek asit ve gaz oluşturabilen türler bulunmaktadır. *Enterobacteriaceae*'nin yaygın olarak bulunduğu yerler arasında hayvanların gastrointestinal sistemleri yer alır, bu da onların önemini artırmaktadır (Boor vd., 2017). Gıda endüstrisinde, bu bakteri ailesi, uzun zamandır hijyen ve üretim süreçlerinin kalitesini gösteren indikatör mikroorganizmalar olarak kullanılmaktadır. Her ne kadar, Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir araştırmada koliform sayımlarının *Bacillus cereus*, *E. coli O157:H7*, *L. monocytogenes* ve *Salmonella spp.* varlığının bir göstergesi olmadığı bildirilmiş (Jackson vd., 2012) olsa da mikrobiyolojik kalite değerlendirmelerinde, *Enterobacteriaceae*'nin sayımı ve koliform/*E. coli*'nin varlığı, hijyenik olmayan koşulları ve üretim sürecindeki olası aksaklıkları belirlemek için kullanılan önemli ölçütlerdendir (Mladenovic vd., 2021). Çalışmadaki çiğ süt örneklerinden %25'inde (n = 3) koliform bakteriler tespit edilmedi. Ancak, çalışmadaki tüm örnek çeşitleri gözetildiğinde koliform bakteriler en yüksek oranda çiğ sütlerde (%75, n = 9) bulundu. Çiğ süt örneklerinde koliform bakterilerin ortanca değeri $5,92 \log_{10}$ kob/mL, ortalama sayısı ise $5,96 \log_{10}$ kob/mL'dir. ABD'de süt çiftliklerinden alınan süt örneklerinde <1 ila 9.600 kob/mL arasında değişen ve ortalama 263 kob/mL koliform bakteri sayıları bildirmiştir (D'Amico vd., 2008). Diğer bir ABD'de yapılan çalışmada 214 çiğ süt örneğinin 213'ünde koliform bakteriler bulunmuş ve ortalama ile ortanca değerleri sırasıyla $1,7 \times 10^3$ kob/g ve $2,6 \times 10^2$ kob/g olarak rapor edilmiştir (Jackson vd., 2012). Etiyopya'da 210 çiğ süt örneğinde koliform, salmonella ve şigella bakterileri araştırılmış ve çiğ sütlerde yüksek oranda (%20.5, n = 43) koliform bakterilerin bulunduğu tespit edilmiş (Tusa vd., 2024), fakat ortalama ve ortanca değerleri bildirilmemiştir.

Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği'ne (2018) göre peynir (eritme peynir hariç diğer tüm

peynirler) koagulaz pozitif stafilkoklar için 10^2 - 10^3 kob/g-mL limiti, Salmonella ve *L. monocytogenes* bakterilerinin de gıda örneğinin 25 gramında hiç bulunmaması şartı verilmiştir. Beyaz peynir ve tel peynir örneklerinde sırasıyla $2,9 \times 10^6$ ve $5,1 \times 10^6$ kob/g TMAB bulundu. Çalışmada, beyaz peynir örneklerinin altısında (%50) koliform bakteri tespit edilmemiştir. Geriye kalan 6 örnekte (%50) ise maksimum koliform bakteri bir beyaz peynir örneğinde $3,60 \pm 0,00$ ile $4,90 \pm 1,45 \log_{10}$ kob/g; tel peynirde ise $3,70 \pm 0,62$ ile $4,51 \pm 0,99 \log_{10}$ kob/g bulundu. Sakarya ilindeki halk pazarlarında açıkta satılan 43 adet beyaz peynir örneğinin 32'sinde (%74) koliform sayısı 0,30 ile 5,23 \log_{10} kob/g arasında tespit edilmiştir (Gödek vd., 2021). Çalışmamızda ise, analiz edilen peynirlerin (n = 24) 14'ünde (%58,33) koliform bakteriler tespit edilmiştir.

Çalışmada mikrobiyolojik analizler sonucunda, 1 tereyağı örneğinde TMAB hiç bulunmamış, analiz edilen diğer 11 adet tereyağı örneklerinde ise en düşük $5,0 \times 10^3$ kob/g ($3,70 \log_{10}$ kob/g) ve en yüksek TMAB sayısı $4,8 \times 10^6$ kob/g ($6,68 \log_{10}$ kob/g) bulundu. Benzer şekilde Trabzon tereyağlarının bazı kalite parametrelerinin incelendiği bir çalışmada TMAB sayıları ortalama $6,33 \log_{10}$ kob/g saptanmıştır (Akgül, 2015). Ayrıca, Kastamonu ilinin merkez köylerinde üretilen 13 adet tereyağının TMAB sayıları da $5,34$ ila $7,07 \log_{10}$ kob/g arasında tespit edilmiştir (Kahyaoglu ve Musaoğlu, 2022). Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği'ne (2018) göre tereyağı için koagulaz pozitif stafilkoklar için 10^2 - 10^3 kob/mL limiti ve salmonella bakterisinin de gıda örneğinin 25 gramında hiç bulunmaması şartı verilmiştir. Tereyağı, sürülebilir süt ürünleri ve sadeyağ için koliform bakteriler için belirli bir limit belirtilmemiştir. Bu çalışmada 9 örnekte (%75) ise koliform bakteriye rastlanmamıştır. Geriye kalan numunelerde ise sırasıyla koliform bakteriler $3,48 \pm 0,15$, $5,06 \pm 0,33$ ve $4,66 \pm 0,90 \log_{10}$ kob/mL olarak bulunmuştur. Kastamonu ilinin merkez köylerinde üretilen 13 adet tereyağı örneklerinde koliform grubu bakteri sayısı 11'inde (%84,6) en düşük <2, iki adet örnekte (%15,4) ise en yüksek $3.88 \log_{10}$ kob/g olarak tespit edilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği'nde (2018) dondurma ürünleri için *Enterobacteriaceae* 10^1 - 10^2 kob/g limiti, *Salmonella* ve *L. monocytogenes* bakterilerinin de gıda örneğinin 25 gramında hiç bulunmaması şartı yer almaktadır. Çalışmada analiz edilen sütlü dondurma örneklerin TMAB sayısı $5,5 \times 10^3$ ile $2,74 \times 10^5$ kob/g (3,74 ile 5,43 \log_{10} kob/g) arasında saptanmıştır. Örneklerin 4'ünde (%33,3) koliform bakterilere rastlanmamışken, geriye kalan örneklerde ise $5 \times 10^2 \pm 0,71$ ila $5,65 \times 10^4 \pm 4,95$ kob/g arasında değişen değerlerde ($2,70 \pm 0,00$ ve $4,75 \pm 0,69$ \log_{10} kob/g) bulunmuştur. Bu durumda 8 (%66,6) sütlü dondurma örneği yukarıda adı geçen tebliğe (2018) göre tüketime uygun bulunmadı. Afyonkarahisar'da yapılan çalışmada, TMAB sayısı ambalajsız dondurmalarda 3,20-5,96 \log_{10} kob/g arasında saptanarak (Acaröz vd., 2023) bu çalışma ile benzer sonuç elde edilmiştir. Aynı çalışmada koliform bakteriler 40 dondurma örneğinin %27,5'inde yukarıda adı geçen tebliğde (2018) belirtilen limite uygun iken çalışmamızda ise bu oran %33,3'tür.

SONUÇ

Çiğ süt örneklerinin mikrobiyolojik kalitesi incelendiğinde, düşük seviyede olduğu görülmüştür. Genel olarak, birincil üretim işletmelerinde hijyen ve sanitasyon kurallarının yetersizliği, bu sonucun arkasındaki temel neden olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, çiğ sütün taşındığı ve satışa sunulduğu noktalarda soğuk zincirin sürdürülmesi ve hijyenik koşulların sağlanması konusunda eksiklikler gözlemlenmiştir. Bu bağlamda, gıda güvenliği ve kalite standartlarının daha sıkı bir şekilde uygulanması gerekmektedir.

Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği'nde (2018) süt ürünlerinde *Enterobacteriaceae* ve/veya *E. coli* veya *Salmonella* bakterileri gıda güvenliği kriterleri olarak verilmiştir, ancak bu araştırmada koliform bakterileri sayısına bakılmıştır. *Enterobacteriaceae* familyası koliform bakteriler, çevremizde her yerde bulunur ve bu nedenle günlük yaşamımızda gıda maddelerinin kontaminasyonunu önlemek için bir dizi yöntem vardır: Gıdaların doğrudan veya dolaylı yollarla

kontaminasyondan korunması, kişisel hijyen uygulamalarının hayata geçirilmesi, gıda maddelerinin uygun yerlerde ve sıcaklıklarda muhafaza edilmesi ve gıda maddelerinin uygun bir şekilde depolanması örnekler arasındadır. Ancak koliform bakteriler, taze ve pastörize edilmemiş süten yapılan süt ürünlerinde sıklıkla tespit edilen mikrobiyal yükün önemli bir bölümünü oluşturabilmektedir. Çiğ sütler, işletmeler tarafından toplandığında veya doğrudan satışa sunulduğunda, elde edildikleri çiftliklerde sağım koşullarının iyileştirilmesi gerekmektedir. Çiftliklerde sağım yapan personel ve sütün dağıtımı sırasında kullanılan kapların temizlik ve dezenfeksiyon işlemlerine özen gösterilmelidir. Ayrıca, çiğ süt ve süt ürünleri satış noktalarının daha sık denetlenmesi ve satışlarına uygun olmayan yerlerin çiğ süt ve süt ürünleri satmalarının önlenmesi önemlidir. Özellikle çiğ süt satışı yapan kişilerin eğitilmesi ve sağlıksız koşullarda satılan sütlerin halk sağlığı üzerindeki riskleri vurgulanmalıdır. Resmi denetimlerin üretimden tüketime kadar her düzeyde gerçekleştirilmesinin halk sağlığı açısından faydalı olacağı kanısına varılmıştır.

AÇIKLAMALAR

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemiştir.

KAYNAKLAR

- Acaröz, U., Kara, R., Gürler, Z., Soylu, A. ve Küçükbüğrü, N. (2023). Afyonkarahisar'da Tüketime Sunulan Ambalajlı ve Ambalajsız Dondurma Örneklerinin Mikrobiyolojik Kalite Parametrelerinin Araştırılması. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 16(1), 70-76.
- Akgül, H. İ. (2015). Trabzon tereyağlarının bazı kalite parametrelerinin belirlenmesi (Yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği AD, 95 s.
- Brejyeh, Z., Jubeh, B. ve Karaman, R. (2020). Resistance of Gram-Negative Bacteria to Current Antibacterial Agents and Approaches to Resolve

- It. *Molecules*, 25(6),1340. <https://doi.org/10.3390/molecules25061340>
- Boor, K. J., Wiedmann, M., Murphy, S. ve Alcaine, S. (2017). A 100-year review: Microbiology and safety of milk handling. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 9933-9951. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12969>
- Çetin, M. Ş. (2011). Gıda Mikrobiyolojisi. İçinde Gıdalarda Patojen İndikatörleri. Ankara: Efil Yayınevi.
- Çiftçi, M. ve Öncül, N. (2021). The Detection and Enumeration of Coliform Bacteria in Some Ready-to-Eat Unpackaged Food in Fethiye Region. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(sp), 2552-2559. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v9isp.2552-2559.4928>
- D'Amico, D. J., Groves, E. ve Donnelly, C.W. (2008). Low incidence of foodborne pathogens of concern in raw milk utilized for farmstead cheese production. *Journal of Food Protection*, 71(8), 1580-1589. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-71.8.1580>
- Dinçer, E. (2020). Sivas İlinde Üretilen Peskütan Yoğurdunun Mikrobiyolojik Kalitesinin Değerlendirilmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(4), 2626-2638. <https://doi.org/10.21597/jist.696325>
- Diler, A. ve Baran, A. (2014). Erzurum'un Hınıs İlçesi Çevresindeki Küçük Ölçekli İşletme Tank Sütlerinden Alınan Çiğ Süt Örneklerinin Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Alinteri Dergisi*, 26(B), 18-24. Erişim (01.04.2019) adresi: <https://dergipark.org.tr/download/article-file/26321>
- FDA BAM. (2001). Food and Drug Administration Bacteriological Analytical Manual. FDA BAM. Aerobic Plate Count. In FDA's Bacteriological Analytical Manual, Edition 2001, (January 2001 Edition), Chapter 3. Erişim (18.02.2025) adresi: <https://www.fda.gov/media/178943/download?attachment>
- FDA BAM. (2020). Food and Drug Administration Bacteriological Analytical Manual. FDA BAM. Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. In FDA's Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, Chapter 4. Erişim (17.01.2025) adresi: <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm064948.htm>
- Givens, D. (2020). Milk Symposium review: The importance of milk and dairy foods in the diets of infants, adolescents, pregnant women, adults, and the elderly. *Journal of Dairy Science*, 103(11), 9681-9699. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18296>
- Górska-Warsewicz, H., Rejman, K., Laskowski, W. ve Czczotko, M. (2019). Milk and Dairy Products and Their Nutritional Contribution to the Average Polish Diet. *Nutrients*, 11(8), 1771. <https://doi.org/10.3390/nu11081771>
- Gödek, Z., Mustafa, N., Semerci, A. B. ve Tunç, K. (2021). Sakarya ilindeki halk pazarlarında açıkta satılan beyaz peynirlerin mikrobiyal kalitelerinin belirlenmesi. *ALKÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 3(1), 44-49. <https://doi.org/10.46740/alku.822781>
- Güneş Bayır, A. ve Bilgin, M. G. (2019). The Effect of Cinnamon on Microbiological, Chemical and Sensory Analyses of Probiotic Yogurt. *Bezmialem Science*, 7(4), 311-316. <https://doi:10.14235/bas.galenos.2018.2628>
- Jackson, E. E., Erten, E. S., Maddi, N., Graham, T. E., Larkin, J. W., Blodgett, R. J., Schlessner, J. E. ve Reddy, R. M. (2012). Detection and enumeration of four foodborne pathogens in raw commingled silo milk in the United States. *Journal of Food Protection*, 75(8), 1382-1393. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-11-548>
- Janda, J. M. ve Abbott, S. L. (2021). The Changing Face of the Family *Enterobacteriaceae* (Order: "Enterobacterales"): New Members, Taxonomic Issues, Geographic Expansion, and New Diseases and Disease Syndromes. *Clinical Microbiology Reviews*, 34(2). <https://doi.org/10.1128/cmr.00174-20>

- Kahyaoğlu, D. T. ve Musaoğlu, G. (2022). Kastamonu ilinin merkez köylerinde üretilen tereyağlarının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2), 224-233. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1036674>
- Karaca, N. ve Çetin, Ö. (2022). Piyasada Satışa Sunulan Çiğ Sütlerin Bazı Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Parametreler Açısından İncelenmesi. *İstanbul Rumeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(1), 78-92.
- Martin, N. H., Torres-Frenzel, P. ve Wiedmann, M. (2021). Invited review: Controlling dairy product spoilage to reduce food loss and waste. *Journal of Dairy Science*, 104(2), 1251-1261. <https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.2020-19130>
- Mladenovic, K. G., Grujovic, M. Z., Kis, M., Furmeg, S., Tkalec, V. J., Stefanovic, O. D. ve Kocic-Tanackov, S. D. (2021). Enterobacteriaceae in food safety with an emphasis on raw milk and meat. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 105(23), 8615-8627. <https://doi.org/10.1007/s00253-021-11655-7>
- Montgomery, H., Haughey, S. A. ve Elliott, C. T. (2020). Recent food safety and fraud issues within the dairy supply chain (2015-2019). *Global Food Security*, 26, 100447. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100447>
- San-Cristobal, R., Navas-Carretero, S., Martínez-González, M. Á., Ordovas, J. M. ve Martínez, J. A. (2020). Contribution of macronutrients to obesity: implications for precision nutrition. *Nature Reviews Endocrinology*, 16(6), 305-320.
- Sohail, Z., Khan, N., Moazzam, M., Mujahid, S., Sindhu, A. T., Khan, H., Sohail, N., Afzal, M., Zaheer, A. ve Ishaq, I. (2023). Perspective Chapter: Beyond Delicious–The Hidden Functional Benefits of Cheese. <https://doi.org/10.5772/intechopen.113047>
- Tebliğ. (2017, 27 Nisan). Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğ (Tebliğ no: 2017/20). Resmî Gazete (Sayı: 30050). Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/04/20170427-2.htm>
- Yönetmelik. (2018, 9 Ekim). Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği. Resmî Gazete (Sayı: 30560). Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/10/20181009-2.htm>
- Yönetmelik. (2023, 5 Kasım). Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği. Resmî Gazete (Sayı: 32360). Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2023/11/20231105-1.htm>
- Tusa, H., Alemayehu, T., Subussa, B. W., Ayalew, H. ve Ali, M. M. (2024). Hygienic Practices of Vendors and Their Contribution to Coliform, Salmonella, and Shigella Bacteria of Raw Milk at Asella Town, Oromia, Ethiopia. *International Journal of Food Science*, 2024(1), 8869022. <https://doi.org/10.1155/2024/8869022>
- Üzüm, M. (2006). Ankara Yöresinde Tüketime Sunulan Çiğ Sütlerde *Salmonella*, *Shigella* ve Bazı Patojenlerin İzolasyonu (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Veljkovic, V., Perovic, V., Anderluh, M., Paessler, S., Veljkovic, M., Glisic, S. ve Nicolson, G. (2017). A simple method for calculation of basic molecular properties of nutrients and their use as a criterion for a healthy diet. *F1000Research*, 6, 13. <https://doi.org/10.12688/f1000research.10537.1>
- Verruck, S., Balthazar, C. F., Rocha, R. S., Silva, R., Esmerino, E. A., Pimentel, T. C., Freitas, M. Q., Silva, M. C., da Cruz, A. G. ve Prudencio, E. S. (2019). Dairy foods and positive impact on the consumer's health. *Advances in Food and Nutrition Research*, 89, 95-164. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2019.03.002>