



Diyarbakır Bölgesinde Üretilen Anadolu Manda Sütlerinde Somatik Hücre Sayısının ve Mikrobiyolojik Kalitenin Araştırılması

Berna DUMAN AYDIN^{1,a}, Ahmet ÇELİK^{2,b}, Uğur UÇAR^{1,c}, Hüsnü Şahan GÜRAN^{1,d,✉}

¹Dicle Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Diyarbakır/TÜRKİYE

²Dicle Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Diyarbakır/TÜRKİYE

^aORCID: 0000-0001-6116-3274; ^bORCID: 0000-0001-5934-7170; ^cORCID: 0000-0002-7394-3355; ^dORCID: 0000-0002-6674-5510

Geliş Tarihi/Received
13.10.2022

Kabul Tarihi/Accepted
12.12.2022

Yayın Tarihi/Published
31.12.2022

Öz

Bu çalışmada Diyarbakır bölgesinde üretilen Anadolu manda sütlerinin somatik hücre sayısı ve mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi amaçlandı. Üretici düzeyinde toplanan 65 adet manda sütü somatik hücre sayısı (SHS), toplam canlı sayısı (TVC), koliform bakteriler, *E. coli*, maya ve küf sayısı ile *E. coli* O157 varlığı yönünden incelendi. Ayrıca sütlerde pH analizi gerçekleştirildi. Süt örneklerinin tamamında ortalama 158.740 hücre/mL SHS ve $6.58 \pm 0.17 \log_{10}$ kob/mL ile TVC tespit edildi. Örneklerin sırasıyla koliform, *E. coli*, maya ve küf ile ortalama 4.26 ± 0.20 , 2.19 ± 0.13 , 2.69 ± 0.20 , $2.08 \pm 0.27 \log_{10}$ kob/mL düzeyinde kontamine olduğu belirlendi. Ancak örneklerin hiçbirinde *E. coli* O157 saptanmadı. Süt örneklerindeki pH değerlerinin ise 5.83 ile 6.99 arasında değiştiği ve ortalama 6.51 ± 0.20 olduğu belirlendi. Bu çalışmada incelenen örneklerin çiğ süt için belirlenen uluslararası hijyen standartlarına göre SHS (n:4, %6.1) ve TVC (n:34, %52.3) yönünden limitleri aştığı saptandı. *E. coli* O157 patojeninin tespit edilmemiş olması tüketici güvenliği açısından olumludur. Ancak, bazı indikatör mikroorganizmaların yüksek sayılarda belirlenmiş olması manda sütü üretiminde hijyen ve sanitasyon uygulamalarının yetersiz olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Anadolu mandası, mikrobiyolojik kalite, somatik hücre sayısı, süt, toplam canlı sayısı

Investigation of Somatic Cell Count and Microbiological Quality in Anatolian Buffalo Milk Produced in Diyarbakır Province

Abstract

In this study it was aimed to determine the somatic cell count and microbiological quality of Anatolian buffalo milk produced in Diyarbakır province. Sixty five of buffalo milk collected at the producer level was examined for the presence of somatic cell counts (SHS), total viable counts (TVC), counts of coliform bacteria, *E. coli*, yeast and mold, and presence of *E. coli* O157. In addition, pH analysis was carried out in all milk samples. All of the samples contained SHS and TVC, respectively, with a mean count of 158.740 cells/mL and $6.58 \pm 0.17 \log_{10}$ cfu/mL. The mean coliform, *E. coli*, yeast and mold counts (\log_{10} cfu/mL) of the milk samples, which were 4.26 ± 0.20 , 2.19 ± 0.13 , 2.69 ± 0.20 , and 2.08 ± 0.27 , respectively. None of the samples were contaminated with *E. coli* O157. It was determined that the pH values in the milk samples ranged between 5.83 and 6.99, with an average of 6.51 ± 0.20 . In the analyzed milk samples in this study, international hygiene standards for raw milk were exceeded for TVC (n=34, 52.3%) as well as for SCC (n=4, 6.1%). The fact that the *E. coli* O157 pathogen has not been detected is good for consumer safety. However, the mean counts of some indicator microorganisms determined at high level shows that hygiene and sanitation practices are insufficient in buffalo milk production.

Key Words: Anatolian buffalo, microbiological quality, milk, somatic cell count, total viable count

GİRİŞ

Manda sütü besin içeriği nedeniyle dikkat çeken önemli hayvansal orijinli gıdalar arasında yer alır. Manda sütünün peynir, tereyağı, kaymak, dondurma ve yoğurt gibi farklı süt ürünlerinin üretiminde kullanılmasını yaygınlaştıran faktörlerden biri de inek sütü ile karşılaştırıldığında manda sütünün yağ, ham protein, laktoz, kuru madde, vitamin ve mineral açısından daha yüksek bir içeriğe sahip olmasıdır (1, 2). Manda sütünün yoğun bir aromaya sahip olması içme sütü olarak tüketilmesini sınırlamaktadır. Bundan dolayı manda sütü çoğunlukla peynir, yoğurt veya kaymak gibi süt ürünlerinin üretiminde kullanılır (2, 3). Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture

Administration-FAO) verilerine göre 2020 yılında dünyada toplam 203.532.944 baş manda bulunmaktadır. Türkiye dünya manda varlığı sıralamasında 19. sırada, Avrupa ülkeleri arasında ise İtalya'dan sonra 2. sırada ve dünya manda sütü üretiminde ise 11. sırada yer almaktadır (4). Türkiye'deki yerli manda ırkı Anadolu mandası olarak bilinmektedir. 2004 yılında ırk tescili yapılmış olan Anadolu mandası, Akdeniz mandalarından nehir alt grubunda yer alır (5). Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) 2021 verileri Türkiye'de 185.574 baş manda bulunduğunu ve 15.914 baş manda sayısı ile Diyarbakır'ın ikinci sırada yer aldığını göstermektedir (6). 2021 yılında Türkiye'de

manda sütü üretimi 72.585 bin ton olarak bildirilmiştir (7). Ancak manda yetiştiriciliği birçok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de çoğunlukla küçük ölçekli aile tipi işletmelerde gerçekleştirilen bir hayvancılık faaliyeti olarak görülmektedir (8). Bu da mandaların düzenli ve organize bir şekilde meme sağlığı ve süt kalitesi yönünden değerlendirilmesini sınırlayan nedenler arasındadır. Somatik hücre sayısı ve mikrobiyolojik analizler süt kalitesinin belirlenmesinde kullanılan ana indikatör parametrelerdendir. Süt kalitesi ile somatik hücre sayısı (SHS) arasında doğrudan bir ilişkinin olması somatik hücre sayısının hem sütün kalitesinin hem de meme içi sağlık durumunun değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılır (9, 10). Manda sütlerinde SHS limitleri Türkiye dahil çoğu ülkede özel olarak belirlenmemiş olup sığır sütündeki SHS limitlerine göre değerlendirmeler yapılmaktadır. İnek sütlerinde SHS üst sınır Avrupa Birliği (AB) direktiflerinde 400.000 hücre/mL (11), Amerika Birleşik Devletleri’nde (ABD) 750.000 hücre/mL (12) ve Türkiye’de 400.000 hücre/mL olarak belirlenmiştir (13). Türkiye’de manda sütlerinde yapılan araştırmalar SHS’nin 5000-4.285.000 hücre/mL arasında değiştiğini göstermektedir (9, 14, 15). Süt kalitesinin belirlenmesinde başta toplam canlı sayısı olmak üzere koliform, *E. coli*, küf ve maya sayıları kalite parametresi olarak kullanılabilir (16, 17). Avrupa Birliği ve Türkiye’de inek sütü dışındaki diğer türlerden elde edilen çiğ süt için canlı mikroorganizma sayısı 1 mL çiğ sütte maksimum $<1.5 \times 10^6$ kob olarak belirlenmiştir. Manda sütünün mikrobiyolojik kalitesi ile ilgili yapılan çalışmalar bu sütlerde koliform bakterileri, *Escherichia coli* (*E. coli*), laktik asit bakterileri, *Listeria monocytogenes*, maya ve küf, *Staphylococcus* spp., *Clostridium* spp. ve *E. coli* O157 gibi mikroorganizmaların bulunabileceğini göstermektedir (17, 18). Özellikle yüksek düzeyde bozulma yapıcı mikroorganizmalar ile kontaminasyonlar manda sütünün hem hızlı bozulmasına hem de böyle sütlerin yoğurt, peynir gibi ürünlere işlenememesine veya işlenmesi durumunda üründe kalite problemlerine neden olabilmektedir (19). Manda sütünün mikrobiyolojik kalitesi ile ilgili yapılan bir araştırmada 120 adet manda sütünde toplam bakteri sayısı, koliform, *E. coli* ve küf-maya sayılarının sırasıyla 6.36, 2.95, 1.10 ve 2.63 \log_{10} kob/mL düzeyinde olduğu bildirilmiştir (20). Bilimsel literatüre bakıldığında Türkiye’de manda sütlerinin mikrobiyolojik kalitesi ile ilgili yapılmış araştırmaların sınırlı sayıda olduğu dikkatleri çekmektedir.

Bu araştırmada çiğ sütlerde kalite göstergesi olarak kullanılan somatik hücre sayısı ve toplam canlı sayısının manda sütlerinde tespit edilmesi ve koliform, *E. coli*, maya, küf sayısı ile pH değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca süt örnekleri *E. coli* O157 patojen varlığı yönünden analiz edilerek halk sağlığı açısından riskli olup olmadığının belirlenmesi bu araştırmanın bir diğer amacını oluşturmuştur.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, 65 adet manda sütü materyal olarak kullanıldı. Örnekler manda sütü üretiminin yoğun olarak yapıldığı Diyarbakır iline bağlı 5 farklı ilçede (Silvan, Sur, Bağlar, Yenişehir, Eğil) bulunan küçük ölçekli aile işletmelerinden (≤ 10 manda) üretici seviyesinde seçildi. 250 mL’lik steril numune alma kaplarında toplanan örnekler aynı gün soğuk zincir altında (4 °C) Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Tekno-

lojisi Laboratuvarlarına getirilerek somatik hücre sayısı, toplam canlı sayısı (TVC), koliform, *E. coli*, küf, maya, *E. coli* O157 ve pH yönünden analiz edildi.

Mikrobiyolojik Analiz

Manda sütü örneklerinin her birinden aseptik koşullarda 1 mL alınarak içerisinde 9 mL %0.1’lik peptonlu su (PW, LABM, UK) bulunan steril tüplere eklendi ve 1/10’luk düzende 10^7 ’ye kadar desimal dilüsyonları yapıldı. Toplam canlı sayısı (TVC) Plate Count agar (PCA, LABM, UK) (21), koliform sayısı Violet Red Bile Lactose agar (VRB) (22) ve *E. coli* sayısı Tryptone Bile X-Glucuronide agar (TBX, LABM, UK) (23) besiyerleri kullanılarak belirlendi. ISO tarafından önerildiği şekilde TVB için 30 °C’de 72 saat, koliform bakteriler için 37 °C’de 24 saat, *E. coli* için 44 °C’de 20-24 saatlik inkübasyon sıcaklıkları ve süreleri kullanıldı. Maya ve küf sayımı, %10 tartarik asit ilave edilen Potato Dextrose agar (PDA, LABM, UK) kullanılarak 25 °C’de 5 gün inkübasyon işlemi uygulandıktan sonra üreme gösteren maya ve küfler sayılarak gerçekleştirildi (24).

E. coli O157 tespiti için FDA/BAM-AOAC tarafından önerilen yöntem kullanıldı (25). Kısaca her bir süt örneğinden 25 mL alındı ve üzerine Modified Tryptone-Soy broth (mTSB with Novobiocin) (LABM, UK)’tan 225 mL ilave edildi. 37 °C’de 16-24 saat zenginleştirme işlemi sonrası bir öze dolusu alınarak sefiksimsiz tellürit içeren Sorbitol MacConkey (CT-SMAC, LABM, UK) agara çizildi ve 37 °C’de 16-24 saat inkübe edildi. CT-SMAC agarda üreyen sorbitol fermentasyonu ve β -glukuronidaz negatif renksiz koloniler şüpheli olarak değerlendirildi. *E. coli* O157 şüpheli koloniler tryptone soya agarda (TSA, LABM, UK) pasajlandıktan sonra biyokimyasal testler ve ticari bir firmaya ait *E. coli* O157 latex aglutinasyon (Microgen, UK) test kiti ile doğrulandı.

Somatik Hücre Sayımı

Süt örneklerinde somatik hücre sayısı ticari bir firmaya ait somatik hücre sayım cihazında (Milkana Somatic Scan, Türkiye) belirlendi.

pH Analizi

Tüm örneklerde pH analizi laboratuvar tipi pH metre (Inolab, Germany) kullanılarak yapıldı.

Veri Analiz

TVC, koliform, *E. coli*, maya ve küf sayıları (kob/mL) logaritmayla çevrildikten (\log_{10} kob/mL) sonra SPSS 24 (IBM SPSS, IBM Corporation, USA) paket programı kullanılarak tanımlayıcı (descriptive) analizler (standart hata, minimum-maksimum, ortalamalar ve medyan) gerçekleştirildi. Örneklerde tespit edilen somatik hücre sayısı ve toplam canlı sayısı dağılımlarına göre kategorik sınıflandırma yapıldı. Bu amaçla; somatik hücre sayısı: düşük (<100.000 hücre/mL), orta ($100.000-400.000$ hücre/mL) ve yüksek (>400.000 hücre/mL); toplam canlı sayısı: düşük ($<1 \times 10^5$ kob/mL), orta ($1 \times 10^5-1.5 \times 10^6$ kob/mL) ve yüksek ($>1.5 \times 10^6$ kob/mL) olmak üzere üç farklı kategoride sınıflandırıldı.

BULGULAR

Bu araştırmada incelenen 65 adet çiğ manda sütü örneğinin tamamında (%100) TVC, 57 (%87.7)'sinde koliform, 30 (%46.1)'unda *E. coli*, 40 (%61.5)'inde maya ve 20 (%30.7)'sinden küf tespit edildi (Tablo 1). Ancak örneklerin hiçbirinden *E. coli* O157 patojeni saptanmadı. Araştırmada, analiz edilen 65 manda süt örneğindeki mikroorganizmalara ait en az, en çok ve ortalama logaritmik sayısal değerler Tablo 1'de gösterilmiştir. Buna göre örneklerde ortalama TVC, koliform, *E. coli*, maya ve küf sayılarının sırasıyla; 6.58 ± 0.17 , 4.26 ± 0.20 , 2.19 ± 0.13 , 2.69 ± 0.20 ve 2.08 ± 0.27 \log_{10} kob/mL olduğu belirlendi. Sütlerdeki somatik hücre sayısının 90.000 ile 1.300.000

Tablo 1. Analiz edilen parametreler yönünden manda sütlerinden elde edilen sonuçlar

Parametre	Örnek sayısı	Pozitif örnek sayısı (%)	En az	En çok	Ortalama \pm SH	Medyan
TVC (\log_{10} kob/mL)	65	65 (100)	4.85	8.92	6.58 ± 0.17	6.68
Koliform (\log_{10} kob/mL)	65	57 (87.7)	1.30	6.78	4.26 ± 0.20	4.20
<i>E. coli</i> (\log_{10} kob/mL)	65	30 (46.1)	1.20	3.60	2.19 ± 0.13	2.04
Maya (\log_{10} kob/mL)	65	40 (61.5)	1.30	6.26	2.69 ± 0.20	2.41
Küf (\log_{10} kob/mL)	65	20 (30.7)	1.20	4.85	2.08 ± 0.27	1.40
<i>E. coli</i> O157	65	TE				
SHS (hücre/mL)	65	65 (100)	9×10^4	13×10^5	1.58×10^5	9×10^4
pH	65		5.83	6.99	6.51 ± 0.20	6.53

SH: Standart hata

TE: Tespit edilmedi

Tablo 2. Manda sütlerinde toplam canlı sayısı ile somatik hücre sayılarının kategorik değerlendirilmesi

Parametre	Örnek sayısı	Düşük (%)*	Orta (%)†	Yüksek (%)‡
TVC (kob/mL)	65	11 (16.9)	20 (30.7)	34 (52.3)
SHS (hücre/mL)	65	52 (80)	9 (13.8)	4 (6.1)

TVC: * $< 1 \times 10^5$ kob/mL, † $1 \times 10^5 - 1.5 \times 10^6$ kob/mL, ‡ $> 1.5 \times 10^6$ kob/mLSHS: * $< 100 \times 10^3$ hücre/mL, † $100-400 \times 10^3$ hücre/mL, ‡ $> 400 \times 10^3$ hücre/mL**TARTIŞMA VE SONUÇ**

Çiğ sütün mikrobiyal kalitesinin ve meme sağlığının izlenmesinde somatik hücre sayısı kritik bir öneme sahiptir (14). Ayrıca somatik hücre sayısı ile peynir sertliği, peynir randımanı ve aroması arasında direkt bir ilişkinin olması, manda sütünün peynir üretimine uygunluğunun belirlenmesinde SHS'nin bir kalite göstergesi olarak da kullanılabilme imkânını vermektedir (26). Türkiye'de manda sütünde SHS için özel bir sınır limit bulunmamakla beraber çoğu ülkede olduğu gibi sıklıkla inek sütü için belirlenen limitler (400.000 hücre/mL) kullanılmaktadır. Bu çalışmada analiz edilen manda sütlerinin %93.8'inin bu limitin altında ve ortalama 158.740 hücre/mL düzeyinde olduğu belirlendi. Ortalama SHS değerleri bakımından çalışma bulgularımıza benzer şekilde Tripaldi ve ark. (27) manda sütlerinde SHS'yi ortalama 221.000 hücre/mL ve Sharif ve ark. (28) ise 206.000 hücre/mL düzeyinde bildirmiştir. Pasquini ve ark. (26) ortalama 175.500 hücre/mL ile manda sütlerinde SHS'yi çalışma bulgularımıza yakın sayıda bildirmiştir. SHS'nin 200.000 hücre/mL'den yüksek olduğu durumlarda böyle sütlerin anormal sütler olduğu ve subklinik mastitisin de bir belirtisi olabileceği ifade edilmektedir (27, 29, 30). Anadolu mandalarında subklinik mastitis prevalansının %4.6 ile %20.8 arasında değişkenlik gösterdiği belirtilmektedir (31, 32). Bu kapsamda çalışmamızda analiz edilen manda

hücre/mL arasında değiştiği ve ortalama 158.740 hücre/mL düzeyinde olduğu bulundu. Analiz edilen örneklerin 34 (%52.3)'ünde toplam canlı sayısının ve 4 (%6.1)'ünde somatik hücre sayısının kategorik olarak yüksek sayılarda olduğu saptandı (Tablo 2). Somatik hücre sayısının kategorik olarak yüksek belirlendiği dört sütte bu sayılar çoktan aza doğru sırasıyla $1.300.000$, $1.179.000$, 822.000 ve 666.000 hücre/mL olarak tespit edildi. İncelenen örneklerin pH'sının 5.83 ile 6.99 arasında değiştiği ve ortalama 6.51 ± 0.20 düzeyinde olduğu tespit edildi (Tablo 1).

sütlerinin %87.6'sında SHS'nin 200.000 hücre/mL'nin altında belirlenmiş olması anormal veya subklinik mastitisli sütler kategorisinde yer almadığının bir göstergesi olarak düşünülebilir. Ancak çiğ sütlerde SHS enfeksiyöz veya enfeksiyöz olmayan nedenlere bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir.

Gıda maddelerinin üretim sürecinin hijyenik değerlendirilmesinde kullanılan yaygın göstergelerden biri olan toplam canlı sayısı (TVC) için sınır değer inek sütü dışındaki diğer türlerden elde edilen çiğ sütler için 1.5×10^6 kob/mL (yaklaşık $6.1 \log_{10}$ kob/mL) olarak belirlenmiştir (11, 13). Bu çalışmada toplam canlı sayısı ortalama $6.58 \pm 0.17 \log_{10}$ kob/mL olarak belirlendi. Ancak süt örneklerinin %47.6 (31 adet)'sının Avrupa Birliği ve Türkiye'deki mevzuat çerçevesinde çiğ inek sütü için bildirilen üst sınır değer ($6.1 \log_{10}$ kob/mL) altında olduğu tespit edildi (11, 13). Literatürde ortalama TVC değerleri bakımından çalışma bulgularımıza yakın (20, 33, 34) veya daha düşük ($2 \log_{10}$ kob/mL) bildiren araştırmalar mevcuttur (26). Alet ve ekipman hijyeni ile personel hijyeni, mevsim, sağım tekniği gibi birçok durum sütlerde toplam canlı sayısını etkileyebilmektedir (35, 36).

Sütlerde koliform bakterilerinin varlığı direkt dışkı kontaminasyonu ile ilişkili olmamakla beraber çoğunlukla yeterli sanitasyon uygulamalarının göstergesi olarak kabul edilir. Üstelik yüksek sayıda koliform sayısı sütün hem raf ömrü

üzerine hem de böyle sütlerden üretilen yoğurt ve peynir gibi ürünlerin kalitesini olumsuz yönde etkiler (37). Çiğ manda sütlerinde koliform bakteri sayısının incelendiği sınırlı sayıdaki araştırmada bu bakterilerin 2.42 log₁₀ kob/mL'den 4.96 log₁₀ kob/mL'a kadar değişen sayıda geniş bir aralıkta bulunabileceğini göstermektedir (16, 17, 38). Bu çalışmada manda sütlerinin %87.7 (57 adet)'sinin koliform bakterilerini içerdiği ve ortalama 4.26±0.20 log₁₀ kob/mL düzeyinde olduğu saptandı. Farklı araştırmacılar tarafından çalışma bulgularımıza benzer koliform sayıları bildirilmiştir (38, 39). Ancak Türkiye'de 120 Anadolu manda sütünün incelendiği bir araştırmada koliform sayısı 2.95±0.21 log₁₀ kob/mL ile çalışma bulgularımızdan daha düşük tespit edilmiştir (20). Manda sütlerinde koliform bakterilerin yüksek olması hijyen ve sanitasyon kurallarına istenilen düzeyde uyulmadığının bir sonucu olarak düşünülmektedir (37). Süt gibi gıda maddelerinin dışkı ile kontaminasyonu sonucu insanlarda enterik kökenli patojen kaynaklı gıda zehirlenmeleriyle sonuçlanabilmesi halk sağlığı ve gıda güvenliği açısından bir fekal koliform olan *E. coli* bakterisinin indikatör olarak kullanılmasını önemli hale getirir. Önceki çalışmalarda çiğ manda sütlerinde *E. coli* sayısının en düşük 1.10 log₁₀ kob/mL ve en yüksek 3.27 log₁₀ kob/mL arasında değiştiği bildirilmiştir (16, 20, 38). Bu çalışmada manda sütlerinde *E. coli* sayısının ortalama 2.19±0.13 log₁₀ kob/mL olarak görece yüksek sayıda tespit edilmiş olması yetersiz hijyen uygulamalarına bağlı oluşan doğrudan veya dolaylı dışkı kontaminasyonu ile ilişkilendirilebilir (37).

Sütlerde maya ve küfler en yaygın kontaminantlar arasında yer alır. Her ne kadar maya kontaminasyonu gıda kaynaklı zehirlenmeler ile sonuçlanmasa da özellikle gıdaların raf ömrünü kısaltarak bozulmalara neden olur (40). Ubiquiter özellikte olan maya ve küfler başta topraktan olmak üzere havadan, alet-ekipmandan ve yemlerden süte bulaşır. Bu çalışmada maya ve küf sayısı sırasıyla 2.69±0.20 ve 2.08±0.27 log₁₀ kob/mL olarak tespit edildi. Oransal olarak manda sütlerinin %61.5'inde maya tespit edilirken küf ise %30.7'sinde belirlenmiştir. Bu da manda sütlerinin mayalar ile daha yüksek sayılarda ve oranlarda kontamine olabileceğini göstermektedir. Maya-küf yönünden manda sütlerinin incelendiği araştırmalarda bu mikroorganizmaların sayıları 1.33 ile 2.63 log₁₀ kob/mL arasında bildirilmiştir (16, 20, 38).

E. coli O157'nin ana doğal rezervuarları ruminantlar olarak kabul edilir. *E. coli* O157'nin neden olduğu sporadik vakalar ve/veya salgınların önemli bir kısmı başta süt gibi hayvansal gıdalar olmak üzere diğer gıdalardan kaynaklanabilmektedir. Sağlıklı mandalar, sığırlarda olduğu gibi dışkıları aracılığıyla *E. coli* O157:H7 ile çevreyi kontamine edebilmektedirler (41, 42). İnek, koyun, keçi, deve ve manda sütlerinde *E. coli* O157:H7 varlığının araştırıldığı bir çalışmada (43), en yüksek *E. coli* O157 prevalansı %5.5 ile manda sütlerinde ve bunu takiben %3.7 inek sütlerinde bildirilmiştir. Başka bir araştırmada analiz edilen manda sütlerinin %1.7'sinin *E. coli* O157 ile kontamine olduğu bildirilmiştir (44). Bu araştırmaların aksine çalışmamızda manda sütlerinin hiçbirinden *E. coli* O157 tespit edilmemiştir.

Sütün bir özelliği olarak kabul edilen pH, süt ve süt ürünlerinde hem bir kalite kriteri hem de üretimde yönlendirici faktör olarak kullanılır. Manda sütünün yüksek oranda

protein, yağ, kül ve laktoz içermesi ve özellikle de kazein miktarının yüksekliği, pH'sının inek sütüne göre daha yüksek olmasında etkili olduğu düşünülmektedir (45). Bu çalışmada manda sütlerinin ortalama pH'sı 6.51±0.20 olarak saptandı. Çalışma bulgularımıza benzer şekilde manda sütlerinde pH değerleri 6.37 ile 7.00 arasında değişiklik gösteren araştırmalar bildirilmiştir (20, 46, 47). Sütün pH'sı laktasyon, beslenme, mevsim, mastitis gibi birçok faktöre bağlı etkilenebilmektedir.

Sonuç olarak bu çalışmada, somatik hücre sayısı ve toplam canlı sayısı bakımından manda sütlerinin önemli bir kısmının inek sütleri için belirlenen limitlere göre maksimum limitleri aşmadığı belirlendi. Her ne kadar manda sütlerinin hiçbirinden *E. coli* O157 patojeni tespit edilmemiş olsa da değişen oranlarda ve kısmen yüksek sayılarda koliform, *E. coli*, küf ve maya gibi sütün raf ömrü ve kalite nitelikleri üzerine olumsuz etkileri olan mikroorganizmalar ile kontamine olduğunun belirlenmesi manda sütü üretiminde hijyen ve sanitasyon uygulamalarının yetersiz olduğunu göstermektedir.

Manda sütü üretiminde çiftlikten sofraya gıda güvenliği konsepti kapsamında koruma, kontrol ve izleme programlarının sıkı bir şekilde uygulanması mikrobiyal kontaminasyonların azaltılmasında önemli olacaktır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemektedir.

KAYNAKLAR

1. Guo M, Hendricks G. (2010). Improving Buffalo Milk. Improving the Safety and Quality of Milk. Griffiths MW, editor. Woodhead Publishing, pp. 402-416.
2. Sinamo KN, Hasan F, Hasanah U. (2019). Physico-Chemical and Microbial Properties of Buffalo Milk Yoghurt Drink. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 454: 1-7.
3. Aydın B, Güneşer O. (2021). Manda Sütünden Üretilen Bazı Ürünlerin Duyusal Özellikleri. Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi. 1: 110-123.
4. Food and Agricultural Organization of the United Nations. (2020). FAOSTAT. FAO Statistics Division. Available online: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Erişim tarihi:12.10.2022.
5. Anonim. (2004). Yerli Hayvan İrk ve Hatlarının Tescili Hakkında Tebliğ, Tebliğ no: 2004/39
6. Türkiye İstatistik Kurumu. (2021). https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/TARYAT/Belgeler/il_yatirim_rehberleri/diyarbakir.pdf. Erişim tarihi:12.10.2022.
7. Aydoğdu MH, Şahin Z. (2022). Türkiye'deki Manda Varlığı ile Süt Üretim Miktarlarındaki Değişimlerin Son Dönemlerinin Analizi. Journal of Social, Humanities and Administrative Sciences. 8(51): 612-616.
8. Borghese A, Mazzi M. (2005). Buffalo Population and Strategies in the World. In, Borghese A (Ed): Buffalo Production and Research. 1st. ed. Italy, 1-39, <http://www.fao.org/docrep/010/ah847e/ah847e00.htm>. Erişim tarihi: 12.10.2022
9. Gürler Z, Karadaş E, Kozan E, Çelik H A, Birdane F M, Kara R, Acaröz U. (2021). Investigation of Effect of Somatic Cell Count and Seasons on Buffalo Milk Quality. Kocatepe Vet J. 14(2): 268-273.

10. Costa A, Neglia G, Campanile G, De Marchi M. (2020). Milk Somatic Cell Count and its Relationship with Milk Yield and Quality Traits in Italian Water Buffaloes. *J Dairy Sci.* 103: 5485-5494.
11. EU Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 Laying Down Specific Hygiene Rules for Food of Animal Origin.
12. United States Department of Agriculture (USDA). (2019). Determining U.S. Milk Quality Using Bulk-tank Somatic Cell Counts. Veterinary Services. Animal and Plant Health Inspection Services. https://www.aphis.usda.gov/animal_health/nahms/dairy/downloads/dairy_monitoring/btsc_2019infosheet.pdf. Erişim Tarihi: 12.10.2022
13. Anonim. (2017). Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğ Tebliğ No: 2017/20.
14. Şahin A, Yıldırım A, Ulutaş Z. (2012). Tokat İli Halk Elinde Yetiştirilen Mandaların Çiğ Süt Kompozisyonu ve Somatik Hücre Sayısı. *Gaziosmanpaşa Üniv. Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Sonuç Raporu, Proje No:2011/13.*
15. Sel V, Yılmaz I, Yanar M. (2020). Some Factors Affecting the Somatic Cell Count in the Milk of Anatolian Water Buffaloes (*Bubalus bubalis*) raised in Iğdir Province. *Pak J Zool.* 52(4): 1225-1230.
16. Han BZ, Meng Y, Li M, et al. (2007). A Survey on the Microbiological and Chemical Composition of Buffalo Milk In China. *Food Control.* 18: 742-746.
17. Soomro AH, Raunaq S, Sheikh SA, Khaskheli M, Talpur A. (2016). Assessment of Microbial Quality of Farm Buffalo Milk. *Pakistan Journal of Agriculture, Agricultural Engineering and Veterinary Sciences.* 32(2): 268-276.
18. Dhote LD, Bidgar GJ, Pansare NR, et al. (2019). Assessment of Physicochemical and Microbiological Quality of Nagpuri Buffalo Raw Milk Collected at Different Areas in Nagpur City. *Int J Curr Microbiol App Sci.* 8(2): 2744-2749.
19. Aytakin İ, Boztepe S. (2014). Süt Sığırlarında Somatik Hücre Sayısı, Önemi ve Etki Eden Faktörler. *Turkish JAF Sci Tech.* 2(3): 112-121.
20. Gürler Z, Kuyucuoğlu Y, Pamuk Ş. (2013). Chemical and Microbiological Quality of Anatolian Buffalo Milk. *Afr J Microbiol Res.* 7(16): 1512-1517.
21. International Organization for Standardization (ISO). (2006). *Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs— Horizontal Method for the Enumeration of Coliforms-Colony-Count Technique.* 4832.
22. International Organization for Standardization (ISO). (2003). *Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs-Horizontal Method for the Enumeration of Microorganisms-Colony-Count Technique at 30 °C.* 4833.
23. International Organization for Standardization (ISO). (2001). *Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs-Horizontal Method for the Enumeration of β -glucuronidase-positive Escherichia coli. Part 2,* 16649-2.
24. Koberger JA, Marth EH. (1984). Yeast and Moulds. In: Speck ML (ed) *Compendium of methods for the examination of foods,* 2nd edn. American Public Health Association, Washington, pp 197-201.
25. Hitchins AD, Feng P, Watkins WD, Rippey SR, Chandler LA. (2000). *Escherichia coli* and The Coliform Bacteria. Food and drug administration (8th ed.), AOAC International, Washington, DC p. 4.01-4.29
26. Pasquini M, Osimani A, Tavoletti S, Moreno I, Clementi F, Trombetta MF. (2018). Trends in the Quality and Hygiene Parameters of Bulk Italian Mediterranean Buffalo (*Bubalus bubalis*) Milk: A three year study. *Animal Science Journal.* 89: 176-85.
27. Tripaldi C, Terramocchia S, Bartocci S, Angelucci M, Danese V. (2003). The Effects of the Somatic Cell Count on Yield, Composition and Coagulating Properties of Mediterranean Buffalo Milk. *Asian-Australas J Anim Sci.* 16(5): 738-742.
28. Sharif A, Ahmad T, Bilal MQ, Yousaf A, Muhammad G. (2007). Effect of Severity of Subclinical Mastitis on Somatic Cell Count and Lactose Contents of Buffalo Milk. *Pakistan Veterinary Journal.* 27(3): 142-144.
29. Harmon RJ. (2001). Somatic Cell Counts: A Primer. National Mastitis Council Annual Meeting Proceedings. 3-9.
30. Gürler H, Çiftçi G, Salar S, Baştan A. (2018). Subklinik Mastitis'in Anadolu Mandalarının Süt Kompozisyonundaki Bazı Biyokimyasal Parametrelere Etkisi. *Etlik Vet Mikrobiyol Derg.* 29 (2): 151-156.
31. Alacam E, Tekeli T, Erganiş O, İzgi AN. (1989). The Diagnosis, Isolation of Etiological Agents and Antibiotic Susceptibility Test Results in Cows and Buffaloes Suffering From Subclinical Mastitis. *Selcuk Univ Vet Fak Derg.* 5: 91-101.
32. Sariözkan S, Yakan A, Özkan H, ve ark. (2021). Anadolu Mandalarında Subklinik Mastitis Prevalansı ve Hastalığın Etkileri. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg.* 18(3): 166-172.
33. Tripaldi C, Palocci G, Miarelli M, et al. (2010). Effects of Mastitis on Buffalo Milk Quality. *Asian-Australas J Anim Sci.* 23(10): 1319-1324.
34. Simoes MG, Portal RE, Rabelo JG, Ferreira CLLF. (2014). Seasonal Variations Affect the Physicochemical Composition of Buffalo Milk and Artisanal Cheeses Produced in Marajó Island (Pa, Brazil). *Adv J Food Sci Technol.* 6(1): 81-91.
35. Murphy SC, Boor KJ. (2000). Trouble-shooting Sources and Causes of High Bacteria Counts in Raw Milk. *Dairy, Food and Environmental Sanitation,* 20(8): 606-611.
36. Böhnlein C, Fiedler G, Loop J, Franz CM, Kabisch J. (2021). Microbiological Quality and Safety of Raw Milk From Direct Sale in Northern Germany. *Int Dairy J.* 114: 1-7.
37. Metz M, Sheehan J, Feng PC. (2020). Use of Indicator Bacteria For Monitoring Sanitary Quality of Raw Milk Cheeses—A Literature Review. *Food Microbiol.* 85: 1-11.
38. Coroian A, Coroian CO, Vodnar DC, Trif M. (2010). Study of the Main Microbiological Traits in Romanian Buffalo Milk. *HVM Bi-Oflox,* 2(2): 92-98.
39. Ali AA, Irshad N, Razaz SA, Manahil AA. (2010). Microbiological Safety of Raw Milk in Khartoum State, Sudan: Khartoum and Omdurman Cities. *Pak J Nutri.* 9(5): 426-429.
40. Snyder AB, Worobo RW. (2018). Fungal Spoilage in Food Processing. *J Food Prot.* 81(6): 1035-1040.
41. Vu-Khac H, Cornick NA. (2008). Prevalence and Genetic Profiles of Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* Strains Isolated from Buffaloes, Cattle, and Goats in Central Vietnam. *Vet Microbiol.* 126(4): 356-363.
42. Şeker E, Kuyucuoğlu Y, Sareyyüpoğlu B, Yardımcı H. (2010). PCR Detection of Shiga Toxins, Enterohaemolysin and Intimin Virulence Genes of *Escherichia coli* O157 Strains Isolated from Faeces of Anatolian Water Buffaloes in Turkey. *Zoonoses Public Health.* 57(7-8): 33-37.
43. Rahimi E, Khamesipour F, Yazdi F, Momtaz H. (2012). Isolation and Characterization of Enterohaemorrhagic *Escherichia coli* O157: H7 and EHEC O157: NM from Raw Bovine, Camel, Water buffalo, Caprine and Ovine milk in Iran. *Kafkas Univ Vet Fak Derg.* 18(4): 559-564.

44. Lye Y L, Afsah-Hejri L, Chang WS, et al. (2013). Risk of Escherichia coli O157: H7 Transmission Linked to the Consumption of Raw Milk. *Int Food Res.* 20(2): 1001-1005.
45. Ahmad S, Gaucher I, Rousseau F, et al. (2008). Effects of Acidification on Physico-chemical Characteristics of Buffalo Milk: A Comparison with Cow's Milk. *Food Chemistry.* 106(1): 11-17.
46. Khan MAS, Islam MN, Siddiki MSR. (2007). Physical and Chemical Composition of Swamp and Water Buffalo Milk: A Comparative Study. *Ital J Anim Sci.* 6(2): 1067-1070.
47. Mahmood A, Usman S. (2010). A Comparative Study on the Physicochemical Parameters of Milk Samples Collected from Buffalo, Cow, Goat and Sheep of Gujrat, Pakistan. *Pakistan Journal of Nutrition,* 9(12): 1192-1197.

✉ **Sorumlu Yazar:**

H. Şahan GÜRAN
Dicle Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Diyarbakır, TÜRKİYE
E-posta: sahanguran@yahoo.com