

**T.C.  
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**NEVŞEHİR İLİNDE SÜT TOPLAMA  
MERKEZLERİNDEKİ ÇİĞ SÜTÜN MİKROBİYAL  
KALİTE VE BULAŞAN YÖNÜNDEN İNCELENMESİ**

**Tezi Hazırlayan  
Serkan TEKİN**

**Tez Danışmanı  
Prof. Dr. Zeliha LEBLEBİCİ**

**Biyoloji Anabilim Dalı  
Doktora Tezi**

**AĞUSTOS 2022  
NEVŞEHİR**



**T.C.  
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**NEVŞEHİR İLİNDE SÜT TOPLAMA  
MERKEZLERİNDEKİ ÇİĞ SÜTÜN MİKROBİYAL  
KALİTE VE BULAŞAN YÖNÜNDEN İNCELENMESİ**

**Tezi Hazırlayan  
Serkan TEKİN**

**Tez Danışmanı  
Prof. Dr. Zeliha LEBLEBİCİ**

**Biyoloji Anabilim Dalı  
Doktora Tezi**

**Bu çalışma Nevşehir Hacıbektaş Veli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri  
Koordinasyon Birimince desteklenmiştir.  
Proje No: ABAP20F42**

**Ağustos 2022  
NEVŞEHİR**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Prof. Dr. Zeliha LEBLEBİCİ danışmanlığında Serkan TEKİN tarafından hazırlanan “Nevşehir İlinde Süt Toplama Merkezlerindeki Çiğ Sütün Mikrobiyal Kalite ve Bulaşan Yönünden İncelenmesi” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

..../.../20..

### JÜRİ

Başkan : Doç. Dr. Fatma ÖZTÜRK KÜP

Üye : Prof. Dr. Zeliha LEBLEBİCİ

Üye : Doç. Dr. Özlem FINDIK

Üye : Doç. Dr. Etem OSMA

Üye : Doç. Dr. Musa KAR

### ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun.....tarih ve..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

.../.../20..

Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK  
Enstitü Müdürü

## TEZ BİLDİRİM SAYFASI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada yer alan bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu ve bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Serkan TEKİN

## TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimim ve tez çalışmam süresince tüm bilgilerini benimle paylaşmaktan kaçınmayan, her türlü konuda desteğini benden esirgemeyen ve tezimde büyük emeği olan Sayın Hocam Prof. Dr. Zeliha LEBLEBİCİ'ye,

Çalışmalarım süresince ve hayatım boyunca birçok fedakarlıklar göstererek beni destekleyen aileme, her konuda desteğini yanımda hissettiğim ve çalışmam süresince zamanlarından çaldığım biricik eşime, oğlum Osman Çağan'a ve ailemize yeni katılan kızım Doğa'ya,

Yüksek öğrenimim boyunca desteğini benden esirgemeyen değerli Hocam Sayın Prof. Dr. Filiz ÖZÇELİK'e,

Desteklerinden dolayı Doç. Dr. Özlem FINDIK ve Doç. Dr. Musa KAR'a,

Teknik ve idari yardımlarından dolayı Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Rektörlüğü'ne, Fen-Edebiyat Fakültesi Dekanlığı'na, Biyoloji ve Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölüm Başkanlıkları'na ve Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi BAP Birimi'ne ABAP20F42 ve GAP20F1 nolu projeler ile desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

# NEVŞEHİR İLİNDE SÜT TOPLAMA MERKEZLERİNDEKİ ÇİĞ SÜTÜN MİKROBİYAL KALİTE VE BULAŞAN YÖNÜNDEN İNCELENMESİ

(Doktora Tezi)

Serkan TEKİN

NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ağustos 2022

## ÖZET

Bu çalışmada, Nevşehir ilinde faaliyet gösteren süt toplama merkezlerinden alınan çiğ süt örneklerinde temel mikrobiyolojik kriterlerin (aerobik koloni sayımı, somatik hücre sayımı), Aflatoksin M<sub>1</sub> ve ağır metal kirliliğinin araştırılması ve süt toplama merkezlerindeki çiğ sütün mikrobiyal kalite ve bulaşan yönünden değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda; Nevşehir'in her bir ilçesinde faaliyet gösteren toplamda 7 adet onaylı süt toplama merkezinden somatik hücre sayımı analizleri için 12 ay boyunca ayda en az 1 kez olmak üzere toplamda 84 adet çiğ süt örneği alınmıştır. Aerobik koloni sayımı analizleri için 12 ay boyunca ayda en az 2 kez olmak üzere toplamda 168 adet çiğ süt örneği; Aflatoksin M<sub>1</sub> analizleri için 28 adet çiğ süt örneği; ağır metal ve mineral madde analizleri için 28 adet çiğ süt örneği alınmış ve analizleri gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirdiğimiz somatik hücre sayımı analizleri neticesinde; alınan numunelerin sadece %21'inin Türk Gıda Kodeksi'ne uygun olduğu görülmüştür. Gerçekleştirilen aerobik koloni sayımı analizleri neticesinde alınan 168 adet çiğ süt örneğinin tamamının Türk Gıda Kodeksi'ne uygun olmadığı belirlenmiştir. Aflatoksin M<sub>1</sub> için Ocak-Aralık 2021 döneminde alınan 28 adet çiğ süt örneğinde 0,013-0150 ppb aralığında Aflatoksin M<sub>1</sub> tespit edilmiş olup, 7 adet çiğ süt örneğinde Aflatoksin M<sub>1</sub> düzeyi ölçüm limitinin altında kalmıştır. Türk Gıda Kodeksi'nde Aflatoksin M<sub>1</sub> için 0,05 ppb limit belirlenmiş olup; 4 adet çiğ süt örneğinde Aflatoksin M<sub>1</sub> miktarı yasal sınırın üzerinde tespit edilmiştir. Ocak-Aralık 2021 döneminde alınan 28 adet çiğ süt örneğinde ICP-MS ile yapılan mineral madde ve ağır metal analizleri neticesinde çiğ süt örneklerinde Mg ortalama 41,96 ± 1,88 ppm; Ca ortalama 79,83 ± 4,30 ppm; Mn ortalama 0,0115 ± 0,007 ppm; Fe ortalama 0,176 ± 0,003 ppm; Ni ortalama 0,0283 ± 0,002 ppm; Cu ortalama

0,0181 ± 0,003 ppm; Zn ortalama 1,56 ± 0,005 ppm; As ortalama 0,0046 ± 0,000 ppm; Cd ortalama 0,001549±0,000 ppm ve Pb ortalama 0,00048±0,000 ppm olarak bulunmuştur. Çalışmada elde edilen ağır metal bulguları incelendiğinde insan sağlığı için risk oluşturacak düzeyde olmadığı görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** *Çiğ Süt, Mikrobiyal Kalite, Bulaşan, Ağır Metal, Aflatoksin M<sub>1</sub>*  
**Tez Danışman:** Prof. Dr. Zeliha LEBLEBİCİ  
**Sayfa Adedi:** 95



**INVESTIGATION OF RAW MILK IN TERMS OF MICROBIAL QUALITY  
AND CONTAMINATION AT MILK COLLECTION UNITS IN NEVSEHIR  
PROVINCE  
(PhD. Thesis)**

**SERKAN TEKİN**

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ UNIVERSITY  
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

**August 2022**

**ABSTRACT**

In this study, it is aimed to investigate the basic microbial criteria (aerobic colony count, somatic cell count), Aflatoxin M<sub>1</sub> and heavy metal pollution in raw milk samples taken from milk collection units in Nevsehir Province and to evaluate the raw milk in term of microbial quality and contaminants. For this purpose, 84 samples of raw milk for Somatic Cell Count analyzes (at least one time per month for 12 months), 168 samples of raw milk for Aerobic Colony Count analyzes (at least two times per month for 12 months), 28 samples of raw milk for Aflatoxin M<sub>1</sub> analyzes and 28 samples of raw milk for heavy metal analyzes were obtained from a total of seven milk collection units and analyzed. As a result of somatic cell count analyzes; only 21% of the samples did not exceed the limits of Turkish Food Codex. And as a result of aerobic colony count analyzes; all of the samples exceeded the limits of Turkish Food Codex. Aflatoxin M<sub>1</sub> was detected in the range 0,013-0150 ppb. Four raw milk samples (14%) were above the maximum tolerable limit of Turkish Food Codex. Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry was used for the determination of the elements. Mean values of Mg, Ca, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Cd and Pb of milk samples were found  $41,96 \pm 1,88$  ppm;  $79,83 \pm 4,30$  ppm;  $0,0115 \pm 0,007$  ppm;  $0,176 \pm 0,003$  ppm;  $0,0283 \pm 0,002$  ppm;  $0,0181 \pm 0,003$  ppm;  $1,56 \pm 0,005$  ppm;  $0,0046 \pm 0,000$  ppm;  $0,001549 \pm 0,000$  ppm and  $0,000488 \pm 0,000$  ppm, respectively. According to these results, it was seen that there was no risk human health risk in terms of heavy metal.

***Keywords: Raw milk, Microbial quality, Contaminant, Heavy metal, Aflatoxin M<sub>1</sub>.***

**Thesis Supervisor: Prof. Dr. Zeliha LEBLEBİCİ**

**Page Number: 95**

## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI .....	i
TEZ BİLDİRİM SAYFASI .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
TABLOLAR LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xi
RESİMLER LİSTESİ .....	xiii
SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiv
1. BÖLÜM	
GİRİŞ .....	1
2. BÖLÜM	
GENEL BİLGİLER .....	4
2.1. Sütün Tanımı.....	4
2.2. Sütün Oluşumu.....	4
2.2.1. Sığır meme bezinin genel yapısı .....	4
2.2.2. Sütün sentezi .....	6
2.2.3. Sütün bileşimi.....	8
2.3. Sütün Sağımı, Soğutulması, Toplanması ve Süt İşletmesine Nakli .....	10
2.3.1. Sağım şekilleri.....	10
2.3.2. Çiğ sütün soğutulması .....	11
2.3.3. Çiğ sütün toplanması, depolanması ve süt işletmelerine nakli.....	14
2.3.3.1. Süt toplama merkezleri.....	17

2.4.	Ülkemizde Süt Sektörü İstatistikleri .....	18	
2.4.1.	Nevşehir ilinde süt sektörü istatistikleri .....	19	
2.5.	Çiğ Sütün Mikrobiyal Kalitesi .....	20	
2.6.	Çiğ Sütte Bulaşanlar .....	23	
2.6.1.	Aflatoksin M <sub>1</sub> .....	24	
2.6.2.	Ağır metaller .....	26	
2.7.	Literatür Özetleri .....	27	
<b>3. BÖLÜM</b>			
<b>MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>			<b>31</b>
3.1.	Materyal .....	31	
3.2.	Yöntem .....	32	
3.2.1.	Çiğ sütte somatik hücre sayımı .....	32	
3.2.1.1.	Kullanılan alet ve ekipmanlar .....	32	
3.2.1.2.	Kullanılan çözeltiler, kimyasal ve standart maddeler .....	32	
3.2.1.2.1.	Modifiye Newman-Lampert boya çözeltisinin hazırlanması .....	33	
3.2.1.3.	İşlem .....	33	
3.2.2.	Aerobik koloni sayımı .....	34	
3.2.2.1.	Kullanılan alet ve ekipmanlar .....	35	
3.2.2.2.	Kullanılan besiyeri ve çözeltiler .....	35	
3.2.2.3.	İşlem .....	36	
3.2.3.	Aflatoksin M <sub>1</sub> analizi .....	37	
3.2.3.1.	Kullanılan alet ve ekipmanlar .....	38	
3.2.3.2.	Kullanılan çözeltiler, kimyasal ve standart maddeler .....	38	
3.2.3.3.	İşlem .....	39	
3.2.4.	Ağır metal ve içeriklerinin belirlenmesi.....	40	

3.2.4.1	Kullanılan cihaz ve ekipmanlar.....	40
3.2.4.2.	Kullanılan çözeltiler, kimyasal ve standart maddeler .....	42
3.2.4.3.	Mikrodalga kapalı sistem yaş yakma yapılarak örneklerin hazırlanması ...	43
3.2.4.4.	Hesaplama ve sonuç .....	43
3.2.5.	İstatistiksel analizler .....	44

#### 4. BÖLÜM

##### BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1.	Somatik Hücre Sayım Sonuçları .....	45
4.2.	Aerobik Koloni Sayım Sonuçları .....	53
4.3.	Aflatoksin M <sub>1</sub> Analiz Sonuçları. ....	63
4.4.	Ağır Metal ve Mineral Madde Analiz Sonuçları.....	66
4.4.1.	Çiğ süt örneklerinin magnezyum (Mg) bulguları.....	68
4.4.2.	Çiğ süt örneklerinin kalsiyum (Ca) bulguları.....	69
4.4.3.	Çiğ süt örneklerinin mangan (Mn) bulguları.....	70
4.4.4.	Çiğ süt örneklerinin demir (Fe) bulguları .....	71
4.4.5.	Çiğ süt örneklerinin nikel (Ni) bulguları.....	72
4.4.6.	Çiğ süt örneklerinin bakır (Cu) bulguları .....	73
4.4.7.	Çiğ süt örneklerinin çinko (Zn) bulguları .....	74
4.4.8.	Çiğ süt örneklerinin arsenik (As) bulguları.....	75
4.4.9.	Çiğ süt örneklerinin kadmiyum (Cd) bulguları.....	77
4.4.10.	Çiğ süt örneklerinin kurşun (Pb) bulguları.....	78

#### 5. BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER .....	80
KAYNAKLAR .....	86
ÖZGEÇMİŞ .....	95

## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1.	İnek sütünün bileşimi.....	9
Tablo 2.2.	Yıllara göre sağılan inek sayısı, süt verimi ve sağılan hayvan başına ortalama süt verimi.....	18
Tablo 2.3.	2020 Yılı ülkemizde ölçeklerine göre süt sığırcılığı işletme sayıları.....	19
Tablo 2.4.	Sütteki bakteri sayısı artışı üzerine sağım koşullarının ve buna bağlı olarak sürenin etkisi.....	21
Tablo 2.5.	Çiğ sütte bulunabilecek bazı patojen mikroorganizma türleri.....	22
Tablo 3.1.	Standart çalışma çözeltileri.....	39
Tablo 3.2.	Kullanılan cihaz, ekipman ve aksesuarları.....	41
Tablo 3.3.	Kullanılan kimyasal maddeler.....	42
Tablo 3.4.	Kullanılan standart maddeler.....	42
Tablo 3.5.	Mikrodalga yakma programları.....	43
Tablo 4.1.	Aflatoksin M <sub>1</sub> düzeyleri.....	64
Tablo 4.2.	Çiğ süt örneklerinde mineral madde ve ağır metal düzeyleri (ppm) (Mg, Ca, Mn, Fe, Ni) .....	67
Tablo 4.3.	Çiğ süt örneklerinde mineral madde ve ağır metal düzeyleri (ppm)(Cu, Zn, As, Cd, Pb).....	67

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1.	Acıgöl ilçesine ait süt örneklerinin somatik hücre sayım sonuçları.....	46
Şekil 4.2.	Avanos ilçesine ait süt örneklerinin somatik hücre sayım sonuçları.....	47
Şekil 4.3.	Gülşehir ilçesine ait süt örneklerinin somatik hücre sayım sonuçları.....	48
Şekil 4.4.	Derinkuyu ilçesine ait süt örneklerinin somatik hücre sayım sonuçları...	49
Şekil 4.5.	Hacıbektaş ilçesine ait süt örneklerinin somatik hücre sayım sonuçları...	50
Şekil 4.6.	Kozaklı ilçesine ait süt örneklerinin somatik hücre sayım sonuçları.....	51
Şekil 4.7.	Ürgüp ilçesine ait süt örneklerinin somatik hücre sayım sonuçları.....	52
Şekil 4.8.	Acıgöl ilçesinden alınan çiğ süt örneklerine ait 30°C’de aerobik koloni sayısı (log kob/ml).....	55
Şekil 4.9.	Avanos ilçesinden alınan çiğ süt örneklerine ait 30°C’de aerobik koloni sayısı (log kob/ml).....	56
Şekil 4.10.	Gülşehir ilçesinden alınan çiğ süt örneklerine ait 30°C’de aerobik koloni sayısı (log kob/ml).....	57
Şekil 4.11.	Derinkuyu ilçesinden alınan çiğ süt örneklerine ait 30°C’de aerobik koloni sayısı (log kob/ml).....	58
Şekil 4.12.	Hacıbektaş ilçesinden alınan çiğ süt örneklerine ait 30°C’de aerobik koloni sayısı(log kob/ml).....	59
Şekil 4.13.	Kozaklı ilçesinden alınan çiğ süt örneklerine ait 30°C’de aerobik koloni sayısı (log kob/ml).....	60
Şekil 4.14.	Ürgüp ilçesinden alınan çiğ süt örneklerine ait 30°C’de aerobik koloni sayısı (log kob/ml).....	61
Şekil 4.15.	Analizi gerçekleştirilen çiğ süt örneklerinin aflatoksin M <sub>1</sub> konsantrasyon yüzdeleri.....	65
Şekil 4.16.	İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Mg düzeylerinin değişimi.....	68

Şekil 4.17.	İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Ca düzeylerinin değişimi.....	69
Şekil 4.18.	İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Mn düzeylerinin değişimi.....	70
Şekil 4.19.	İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Fe düzeylerinin değişimi.....	71
Şekil 4.20.	İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Ni düzeylerinin değişimi.....	73
Şekil 4.21.	İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Cu düzeylerinin değişimi.....	74
Şekil 4.22.	İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Zn düzeylerinin değişimi.....	75
Şekil 4.23.	İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama As düzeylerinin değişimi.....	76
Şekil 4.24.	İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Cd düzeylerinin değişimi.....	77
Şekil 4.25.	İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Pb düzeylerinin değişimi.....	78
Şekil 5.1.	Nevşehir il genelinde süt örneklerinin somatik hücre sayım sonuçları.....	81
Şekil 5.2.	Nevşehir il genelinde 30°C’de aerobik koloni sayısı (log kob/ml).....	82
Şekil 5.3.	Çalışmada ICP-MS ile elde edilen ağır metal ve mineral madde düzeylerinin literatür verileri ile karşılaştırılması.....	84

## RESİMLER LİSTESİ

Resim 2.1. Sığır meme bezinin genel dokusal görünümü.....	5
Resim 2.2. Süt salgılama sisteminde alveol ve kanal yapıları .....	6
Resim 2.3. Alveollerden sütün çıkışı .....	8
Resim 2.4. Makine ile sağım .....	10
Resim 2.5. Sağım makinası şeması .....	11
Resim 2.6. Plakalı süt soğutucusu .....	13
Resim 2.7. Çift cidarlı yatay silindirik soğutma tankı .....	14
Resim 2.8. Süt işletmelerinde kullanılan 50 lt.'lik paslanmaz çelik güğüm .....	15
Resim 2.9. Süt toplama aracı .....	16
Resim 2.10. Süt taşıma tankeri .....	16
Resim 2.11. Nevşehir'de faaliyet gösteren bir süt toplama merkezi .....	17
Resim 2.12. Aflatoksin M <sub>1</sub> 'in kimyasal formülü .....	25
Resim 3.1. Örneklerinin alındığı süt toplama merkezlerinin haritadaki konumu.....	31
Resim 3.2. Çalışmada kullanılan mikrodalga fırın .....	40
Resim 3.3. Süt örneklerinin ağır metal tayininde kullanılan ICP-MS .....	41
Resim 4.1. Aerobik koloni sayımına ait petri görüntüleri .....	54



## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

<b>ppb</b>	Milyarda bir (parts per billion)
<b>ppm</b>	Milyonda bir (parts per million)
<b>ICP – MS</b>	İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometresi
<b>Mg</b>	Magnezyum
<b>Ca</b>	Kalsiyum
<b>Mn</b>	Mangan
<b>Fe</b>	Demir
<b>Ni</b>	Nikel
<b>Cu</b>	Bakır
<b>Zn</b>	Çinko
<b>As</b>	Arsenik
<b>Cd</b>	Kadmiyum
<b>Pb</b>	Kurşun
<b>β</b>	Beta
<b>°C</b>	Derece santigrat
<b>ml</b>	mililitre
<b>TÜİK</b>	Türkiye İstatistik Kurumu
<b>log kob/ml</b>	Koloni oluşturan birim/mililitre'nin logaritması
<b>μL</b>	Mikrolitre
<b>atm</b>	Atmosfer
<b>nm</b>	Nanometre
<b>HPLC</b>	Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi
<b>ICP-OES</b>	İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi

## BÖLÜM 1

### GİRİŞ

Süt, içerdiği çok çeşitli besin maddelerinden dolayı tüm memeli canlılarda organizmanın gereksinimlerini karşılayabilen temel bir gıdadır [1].

İnsan beslenmesinde çok önemli bir yere sahip olan süt, asgari teknik ve hijyenik şartlarda üretilmediği, depolanmadığı, işlenmediği, gerekli kontrollerin yapılmadığı durumlarda insan sağlığını tehdit edebilmektedir. Çiğ süt az sayıda bakteri içerse bile sağımdan sonra çevreden çeşitli yollarla bulaşan mikroorganizmaların etkisiyle oldukça kısa sürede bozulur ve insanlarda hastalıklara yol açan birçok patojen mikroorganizmanın potansiyel kaynağını oluşturmaktadır.

Kompleks biyokimyasal yapısı ve yüksek su kapasitesi nedeniyle süt, mikroorganizmalar için mükemmel bir besin ortamı oluşturmaktadır [2]. Sütün gerek içme sütü gerekse mamule işlenmesinde birincil belirleyici unsur mikrobiyolojik yapısı ve somatik hücre sayısı bakımından içeriğidir. Sütün mikroorganizma yükü hem süt kalitesinin belirlenmesinde hem de çiğ süt üretiminden tüketimine kadar geçen süreçte sütün hijyenik özelliklerinin belirlenmesinde en önemli indikatörlerdendir [3-4]. Çiğ sütlere uygun olmayan sağım koşullarında ve depolama sırasında bulaşan mikroorganizmaların hızlı bir şekilde çoğalması sonucu, asitlik gelişmekte ve sütte önemli derecede kalite kaybı ortaya çıkmaktadır. Somatik hücre sayısı sütün kalitesini belirlemede önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Çiğ süt içeriğinde saptanan somatik hücre sayısı hayvanın meme sağlığının göstergesi olması özelliği ile yetiştiricinin, kaliteyi arttırmak açısından güvenilir bir kriter olma özelliği nedeniyle de sanayicinin dostu konumundadır [5-6]. Sütte mikroorganizma yükü ve somatik hücre sayısının normal sınırların üzerinde olmasının insan sağlığını tehdit edeceği, süt ürünlerinin işlenmesinde kaliteye yönelik sorunlar oluşturacağı ve ayrıca süt üretim kayıplarına neden olacağı ifade edilmektedir [2].

Halk sağlığı açısından önemli bir tehdit oluşturan bir diğer kriter; çiğ sütte bulunan Aflatoksin M<sub>1</sub> varlığıdır. Süt ve süt ürünlerine aflatoksin bulaşmasının iki temel nedeni vardır. Birincisi süt veren hayvanların küflerle kontamine yemleri tüketmeleri sonucunda

aldıkları Aflatoksin B<sub>1</sub> ve Aflatoksin B<sub>2</sub>'nin hayvan vücudunda metabolize edilerek süte Aflatoksin M<sub>1</sub> ve Aflatoksin M<sub>2</sub> şeklinde geçmesi ile olmaktadır. İkincisi ise sütün sağımından sonraki taşıma, işleme ve depolama işlemleri esnasında süte aflatoksin sentezleyen küflerin bulaşmaları ve aflatoksin üretmeleri ile olmaktadır [7].

Sütün pastörize edilmesi veya diğer süt ürünlerine işlenmesi esnasında Aflatoksin M<sub>1</sub> 'in miktarında önemli bir değişme olmamaktadır ve çeşitli oranlarda Aflatoksin M<sub>1</sub> süt ürünlerine geçmektedir [8]. Belirtilen nedenden dolayı hemen her yaş grubu özellikle de çocuklar tarafından sıklıkla tüketilen süt ve süt ürünlerinde bulunabilecek Aflatoksin M<sub>1</sub> limitleri ile ülkeler tarafından yasal düzenlemeler yapılmıştır.

Endüstri ve teknoloji alanında meydana gelen hızlı gelişmeler, bir yandan insanların hayatını kolaylaştırırken öte yandan üretim ve tüketimin artmasına, doğal dengelerin bozulmasına, kaynakların yok edilmesine, hava, su ve toprağın kirlenmesine neden olmaktadır. Çevresel kirlenmeye bağlı olarak tüm canlılar olumsuz etkilenmekte, bitki ve hayvanların çeşitli yollarla toksik kirleticilere maruz kalmasıyla da dolaylı olarak insan sağlığını tehdit etmektedir. Çevresel kirlenmeyle birlikte besin zincirine bulaşan bu toksik kirleticilere ağır metaller, pestisitler örnek olarak verilebilir. Mineral madde bakımından süt önemli bir Ca ve P kaynağı olmakla birlikte; çiğ süte hayvanın beslendiği meralardan ve yemden, içtiği sudan, sütün muhafaza edilmesinde kullanılan kaplardan ağır metal kontaminasyonu olabilmektedir [9-11].

Teknolojik işlemler sırasında veya süt ve ürünlerinin muhafaza edilmesinde kullanılan metal kaplardan ve işletme suyundan kaynaklanan metalik kontaminasyondaki başlıca elementler; bakır, çinko, demir, kalay, kurşun, arsenik, kadmiyum gibi metallerdir [12].

Ülkemizde süt işleme tesisleri işlenecek çiğ sütü ağırlıklı olarak toplama merkezlerinden tedarik etmektedir. Halihazırda ülkemizde çiftliklerde üretilen çiğ süt hakkında bilimsel araştırmalar bulunmakla birlikte yeterli düzeyde değildir ve süt toplama merkezleri tarafından toplanan çiğ sütün mikrobiyal kalite ve bulaşan yönünden incelendiği mevcut herhangi bir bilimsel veri bulunmamaktadır ve bu doğrultuda alınması gereken önlemler etkin bir şekilde alınamamaktadır.

Bu alışma ile Nevşehir ilinde faaliyet gösteren Tarım ve Orman Bakanlığı'ndan onaylı süt toplama merkezlerinden alınan çiğ süt örneklerinde temel mikrobiyolojik kriterler (aerobik koloni sayısı, somatik hücre sayısı), Aflatoksin M<sub>1</sub> ve ağır metal kirliliği araştırılarak, çiğ sütün mikrobiyal kalite ve bulaşan yönünden değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu alışma; Nevşehir ilinde toplanan çiğ sütün mikrobiyal kalite ve bulaşan yönünden incelenmesi konusunda mevcut bilimsel verilerin bulunmaması açısından zgn bir değere sahip olacaktır.



## BÖLÜM 2

### GENEL BİLGİLER

#### 2.1 Sütün Tanımı

Süt, dişi memeli hayvanların yeni doğurdukları yavrularını besleyebilmek üzere, süt bezlerinde farklı sürelerde salgılanan, içinde yavrunun kendisini besleyecek duruma gelinceye kadar almak zorunda olduğu bütün besin maddelerini yeterli miktarda bulunduran bir sıvıdır [1].

#### 2.2 Sütün Oluşumu

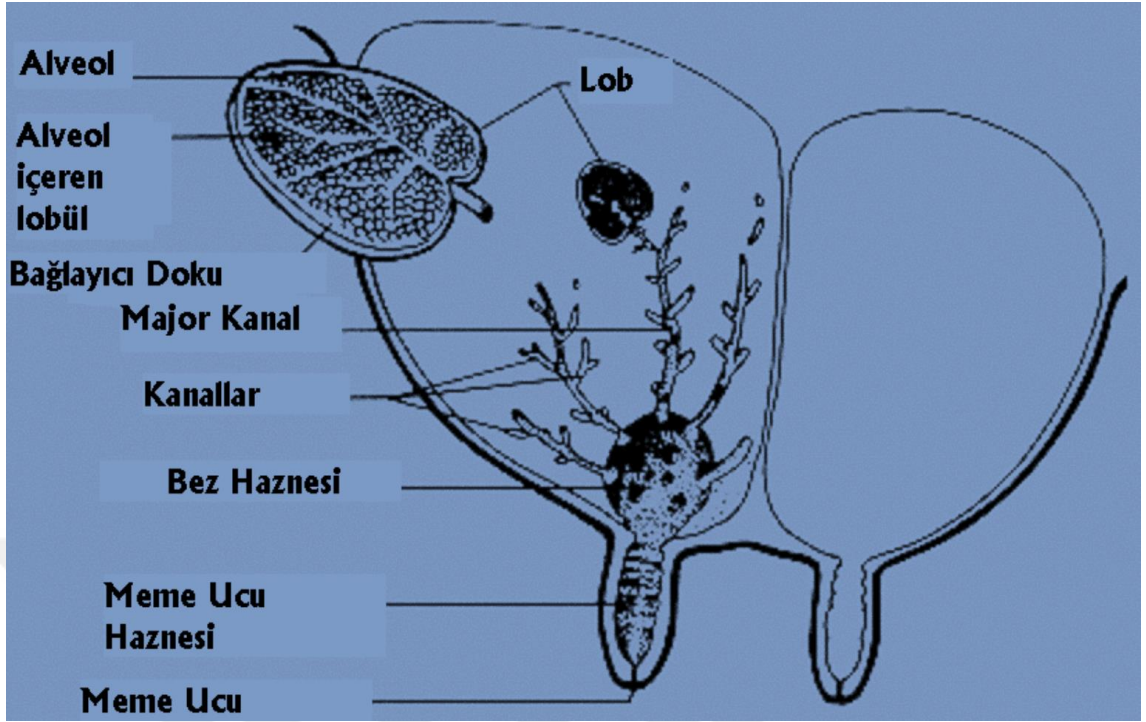
İnek sütü sentezi ve salgılanması arasındaki ilişkinin anlaşılması için meme bezlerinin anatomisi ve fizyolojisinin bilinmesi gerekmektedir.

Meme bezi esas olarak; yavrunun beslenmesini sağlamak ve pasif bağışıklık sisteminin kaynağını oluşturmak üzere iki önemli fonksiyonu gerçekleştirmektedir [14].

##### 2.2.1 Sığır meme bezinin genel yapısı

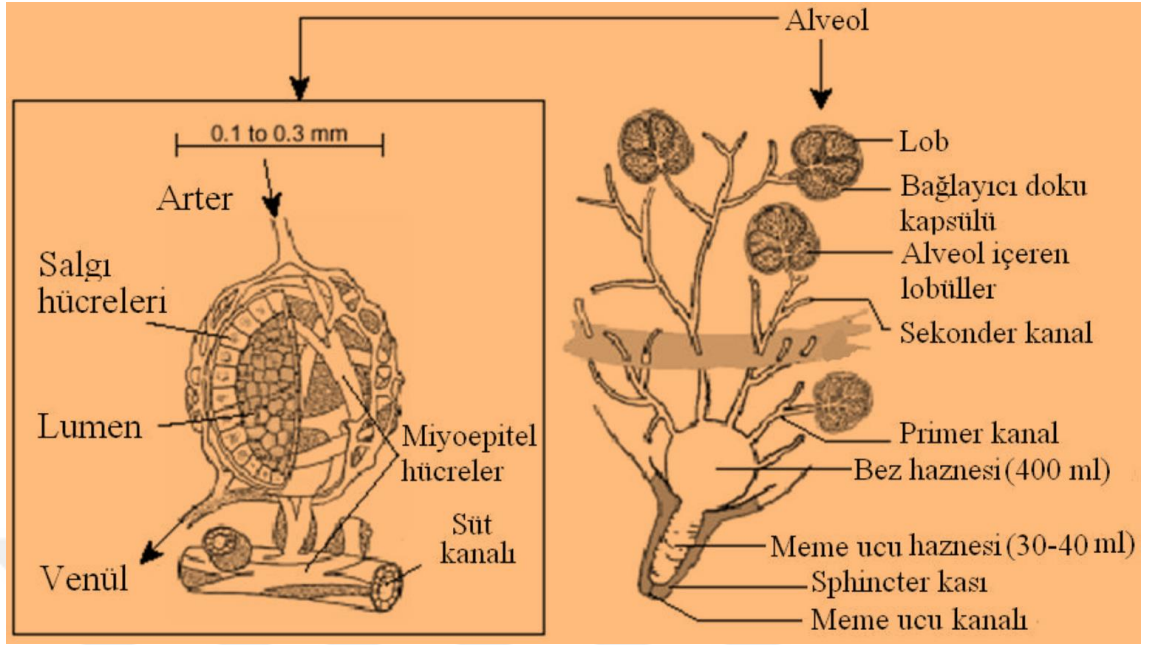
İnek memesi yarım hücre formunda karın ve göğüs bölgesinde orta hattın iki yanına yerleşmiş ve bir çizgiyle iki yarım parçaya, bu parçalar da gözle görülemeyecek şekilde bir membranla ikiye ayrılmıştır [1].

Sığırlarda meme bezi dört büyük ana lobtan oluşmaktadır. Her bir lop 6-10 cm uzunluğunda tek bir meme başı içermektedir. Meme salgı dokusu loblar halinde organize olmuştur. Her ana lopta çok sayıda alt loplar bulunmakta ve bu loplar da çok sayıda lopçuktan oluşmaktadır. Loblarda bulunan her bir lopçukta ise mikroskobik düzeydeki yaklaşık 150-220 adet alveol keseler bulunmakta ve süt sentezi esas olarak bu birimlerdeki salgı hücreleri tarafından gerçekleştirilmektedir. Her bir ana lopta genellikle 15-20 adet ana kanal bulunmakta. Bu kanallar, loblar ve dolayısıyla da lobcuklarda bulunan terminal kanalcıklarla, terminal kanalcıkların her biri de alveol keselerle bağlantı halindedir. Ana kanallar ise, bez haznesinde birleşmektedirler. Bez haznesi de meme ucunda yer alan meme ucu haznesine açılmaktadır [15]. Sığır meme bezinin genel dokusal görünümü Resim 3.1'de gösterilmektedir.



Resim 2.1 Sığır meme bezinin genel dokusal görünümü

Süt salgılama hücreleri olan alveoller süt oluşturan dokuların yapı elemanlarıdır. Alveollerin bulunduğu kısma lumen de denilir. Lumen bölümü sağımdan sonra daralabilir ve süt oluştuğunda genişler. Süt oluşturan dokuların yapı elemanları olan alveoller hemen hemen küresel formda ve bir temel (esas) formda toplanmışlardır. Alveollerin çapları 100-300 mikrometredir ve içine sütün boşaldığı ve içine geçtiği bir odayı çevrelemişlerdir [1]. Süt salgılama sisteminde alveol ve kanal yapıları Resim 3.2’de gösterilmektedir.



Resim 2.2 Süt salgılama sisteminde alveol ve kanal yapıları

### 2.2.2. Sütün sentezi

Süt üretimi; **“mamogenesis, laktogenesis, galaktopoesiz ve sütün indirilmesi”** olarak isimlendirilen ve genetik ve hormonal olarak kontrol edilen dört önemli biyolojik sürecin fonksiyonu sonucunda gerçekleşmektedir. Mamogenesis; meme bezinin büyümesi ve gelişmesi sürecidir. Laktogenesis; memenin farklılaşma sürecidir. Galaktopoesiz; sütün memede sentezlendiği dönem olup, bu dönemde süt, meme bezinde süt salgı hücrelerinde (alveol epitel hücreleri=AEC=meme bezi epitel hücreleri=MEC) süt besin maddesi bileşenlerinin biyosentezi yoluyla oluşmakta ve buradan alveol lümenine taşınmaktadır. Sütün indirilme sürecinde; emme ve sağım yoluyla memedeki süt serbest bırakılarak, meme dışına alınmaktadır. Endüstriyel süt üretiminde çok sık kullanılan laktasyon terimi ise; esas olarak galaktopoesiz ve sütün indirilme süreçlerini içermektedir [15].

Süt alveol hücrelerinde sentezlenir. Sütün bazı unsurları direkt olarak kandan geçerken; büyük kısmı da kandaki temel yapı taşlarıyla yeniden sentezlenmektedir [1]. Alveollerdeki sütün sentezlenmesi, gerekli besin maddelerinin salgı hücrelerine taşınmasına bağlıdır. Bu durum ise açık olarak memeye olan kan akışı ve kandaki besin maddelerinin konsantrasyonu ile ilişkilidir. Memeye olan kan akışı birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir [16-17].

Kan yoluyla alveoller içindeki salgı hücrelerine ulaşan besin substratları, bu hücrelerin içine kılcal damarların iç zarı (endotelyum) ve salgı hücrelerinin basolateral zarlarını geçerek girmektedirler. Daha sonraları besin maddeleri daha fazla hareket ederek hücre içindeki esas yararlanılma bölgeleri olan organellerin zarlarına (bu zarlar hücre içi zarlar olarak da bilinir) taşınmaktadırlar [16].

Alveollerdeki salgı hücreleri içinde süt proteinleri, laktoz ve süt yağının sentezi farklı süreçlerde gerçekleşmektedir [15].

Süt proteinlerinden serum albumini ve kan plazma kökenli immünoglobulinler alveol içerisinde sentezlenmemekte ve kan plazmasından doğrudan alınmaktadırlar. Süt proteinlerinin büyük çoğunluğunu oluşturan kazeinler ve whey proteinleri ise alveol içinde sentezlenmektedirler [15-16].

Alveol salgı hücresi içerisinde protein sentez yeri endoplazmik redikulum (ER)'dur. Protein sentezi için gerekli olan aminoasitler esas olarak serbest kan plazma havuzundan sağlanırken, düşük miktarlarda da (fakat önemli) eritrositler, kan plazma peptitleri ve alveol içindeki yapısal proteinlerin yıkımından sağlanmaktadır [15].

Laktoz yalnızca meme bezinde sentezlenmektedir ve sentez yeri alveol salgı hücrelerindeki golgi aygıtıdır. Laktoz golgi aygıtı içerisinde glikoz alt birimleri ile galaktoz alt birimlerinin  $\beta$ -glikozidik bağ yoluyla birleşmeleri (bir molekül galaktoz ve bir molekül glikoz) sonucunda sentezlenmektedir [18].

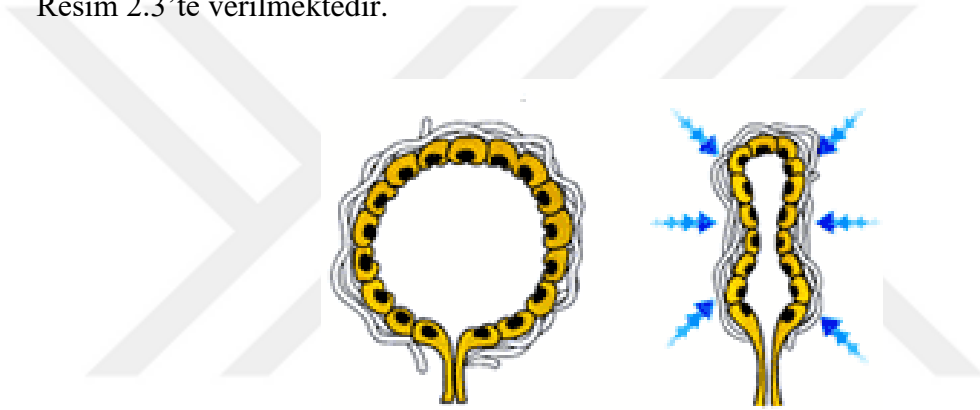
Süt yağı, alveol salgı hücresinin sitoplazmasında sentezlenmektedir. İlk aşamada kısa zincirli yağ asitleri (asetik asit, formik asit, propiyonik asit, bütirik asit) ve karbonhidratlar meydana gelmekte, daha sonra ise orta ve uzun zincirli yağ asitlerinin önemli bir bölümü oluşmaktadır. Böylece "karbon (C)" atomu sayısı tam olan yağ asitlerinin büyük bir bölümü meydana gelmektedir. Karbon sayısı tam olmayan yağ asitlerine ise propiyonik asit veya formik asit katılmaktadır. 16 karbonludan fazlasına sahip daha yüksek değerli yağ asitleri ise doğrudan kandan alınmaktadırlar. Süt yağının sentezinde gerçekte asetik asit temel yapı taşı olarak görev yapmaktadır. Sentez yoluyla önce üç yağ asiti bir gliserin molekülü ile birleşerek gliserit molekülünü, üç gliserit molekülü de bir araya gelerek trigliseritleri, yani süt yağının asıl bileşenini



oluşturmaktadır. Sentezlenen süt yağı, daha sonra alveol salgı hücresinin apikal bölgesinden lipid damlaları şeklinde alveol lümeninin içine salgılanmaktadır [19].

Sentezlenen süt alveol lümenine (boşluğuna) verilmekte ve ilk olarak burada depolanmaktadır. Sağım ve emme esnasında alveollerin etrafında bulunan miyoepitel hücrelerin kasılması ile süt primer kanala girerek, sekonder süt kanalları aracılığı ile alveolden meme bezi haznesine aktarılmaktadır [15].

Sütün meme bezi haznesinden indirilmesi için gerekli olan nörohumoral refleks ise; esas olarak oksitosin hormonu tarafından yaratılmaktadır [15]. Alveollerden sütün çıkışı Resim 2.3'te verilmektedir.



Resim 2.3 Alveollerden sütün çıkışı

Sağım, süt veren bir hayvanın memelerindeki sütün belirli aralıklarla alınması için uygulanan bir dizi işlem olarak tanımlanabilir [20]. Sağımın işlevi, sütü meme başı kanallarından boşaltmaktır. Memeden sütün alım metotları (örn., emme, elle veya makine ile sağım) aynı ilkeye dayanır. Şöyle ki; sütün çıkarılması için yapılan işlemlerle, memedeki sütün basıncı ile dışarıdaki hava basıncı arasında bir fark oluşturularak yeterince açılan meme başı kanalından sütün memeden akışı sağlanır [21].

### 2.2.3.Sütün bileşimi

Süt polidispers bir gıdadır. Bileşimindeki maddelerin fiziko-kimyasal özellikleri nedeniyle, diğer gıda maddelerinin üretiminde ve bazı sanayi dallarında süt ayrıca öneme sahiptir. Bileşiminde yer alan süt yağı emülsiyon halinde, protein kolloidal dispersiyon halinde, laktoz ve mineral maddeleri ise gerçek çözelti halinde bulunur, yani süt

polidispers bir karşım halinde bulunmaktadır [22]. Süt bileşiminin yaklaşık %88'i sudur. İnek sütünün ortalama bileşimi Tablo 2.1'de gösterilmektedir [1].

Tablo 2.1 İnek sütünün bileşimi (g/100 g süt)

<b>Bileşenler</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Değişim Sınırları</b>
Özgöl ağırlık (g/cm <sup>3</sup> )	1,031	1,08-1,033
Kuru madde	12,4	11,9-14,2
Yağ	3,8	3,4-6,1
Protein	3,3	2,8-3,7
Kazein	2,5	2,2-2,8
Albumin	0,23	0,14-0,33
Laktoz	4,7	4,5-5,0
Mineral maddeler	0,70	0,68-0,77

Sütün miktar ve bileşimini etkileyen çeşitli etmenler vardır. Bunların başlıcaları;

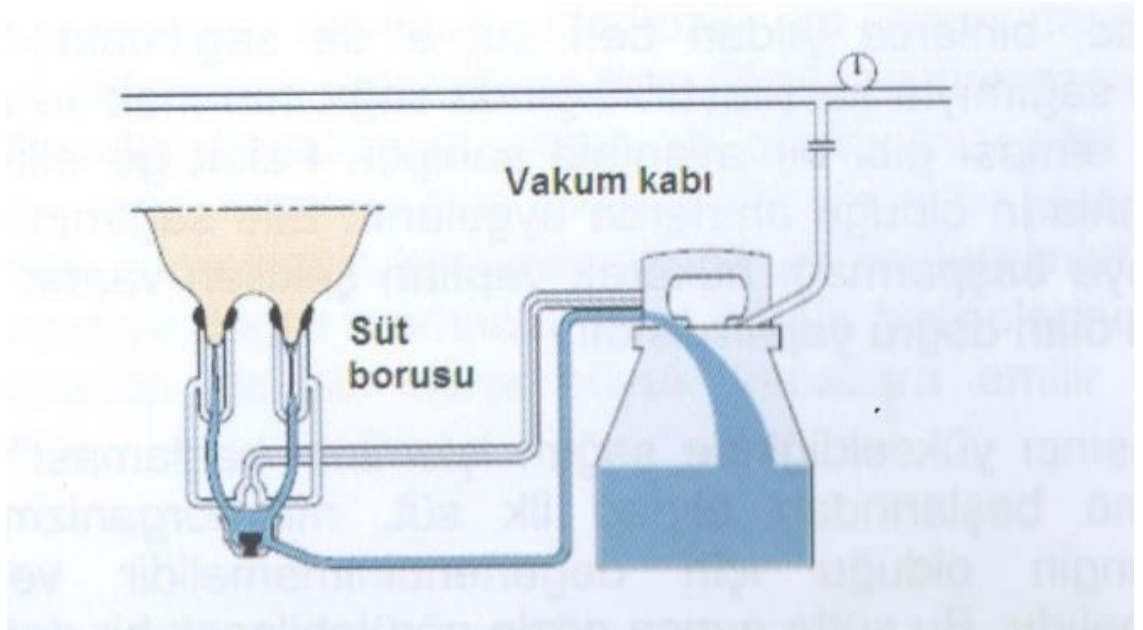
- Hayvanın ırkı
- Yaşı
- Kalıtım ve yetiştirme
- Mevsimler
- Sıcaklık, hava nemi ve ışık
- Laktasyon
- Meme dilimleri
- Hareket
- Sağım süresi ve sayısı
- Yem
- Mastitis hastalığıdır [23].

## 2.3. Sütün Sağımı, Soğutulması, Toplanması ve Süt İşletmesine Nakli

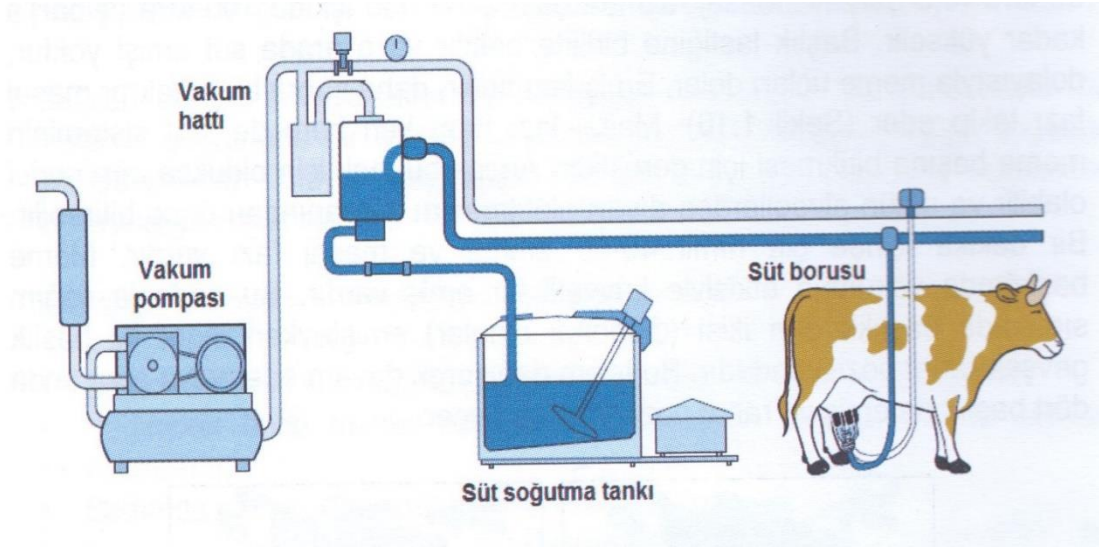
### 2.3.1 Sağım şekilleri

Bilindiği gibi iki türlü sağım şekli vardır. Bunlardan ilki elle sağım, diğeri de makinayla sağımdır. Küçük, bir başka ifade ile az sayıda ineğe sahip işletmelerde *elle sağım* uygulanır. Ayrıca, sağımın makine ile yapıldığı işletmelerde de mastitis kontrol ile ilk ve son sütün alınması içinde elle sağım yapılır. Bunlara ek olarak meme problemi olan inekler de elle sağılır [24].

İnek sayısı fazla, örneğin 10 ve daha çok olan işletmelerde makine ile sağım hemen hemen bir zorunluluktur. Çünkü sağım makinası daha kaliteli süt elde edilmesine, işgücünün daha ekonomik kullanılmasına, otomasyona ve birim zamanda daha fazla inek sağmaya imkan verir. Bunların yanında süt üretiminin artmasına katkıda bulunur. Sağım makinalarında temel prensip buzağının emme hareketini taklit etmektir. Bu durum, kabaca, meme başına vakum uygulanarak sütün alınması, memenin dinlenmesi için de vakumun kesilmesiyle sağlanmıştır. Hangi tipte olursa olsun bütün sağım makinalarının temel çalışma prensibi benzerdir [24]. Resim 2.4'te makina ile sağım, Resim 2.5'te sağım makinası şeması verilmektedir.



Resim 2.4 Makina ile sağım



Resim 2.5 Sağım makinası şeması

### 2.3.2 Çiğ sütün soğutulması

Üretim birimlerinde belirli bir miktar sütün biriktirilebilmesi ve aynı zamanda ürün kalitesinin korunabilmesi için süt üreticilerinin yapmak zorunda oldukları bazı işlemler vardır. Bunlar; soğutma ve soğuk koşullarda depolama işlemidir [23].

Sütün soğutulmasının nedeni, üretim sırasında bulaşan mikroorganizmaların gelişme ve etkinliklerini önlemektir. Sütün bozulmasında rolü olan etkenlerin en önemlisi hiç kuşkusuz mikroorganizmalardır. Sağlıklı bir hayvanın memesinde sentezlenen süt, aslında mikroorganizma içermez. Ancak, sağım işlemi tekniğine uygun bir biçimde ve hijyenik koşullarda yapılsa bile, değişik kaynaklardan mikroorganizmalar süte bulaşır. Nitekim, hayvanın memesi üzerinde bulunan bakteriler, süt kanalları aracılığıyla meme bezlerine girerek süte geçerler. Ayrıca, hayvan vücudunda herhangi bir yara varsa veya hayvan hasta ise kan ve lenf yoluyla sütün kontaminasyonu söz konusudur. Bunun yanı sıra, sağım sırasında ve sonrasında; sağım kaplarından, sağıcıdan, hayvandan dökülen kırıntılardan, sağım yeri havasından, su, gübre ve toprak parçalarından birçok mikroorganizma süte bulaşabilir. Değişik kaynaklardan süte geçen mikroorganizmalar, gerekli önlemler alınmadığında süratle gelişip çoğalarak, kısa bir süre içinde sayıca çok yüksek düzeylere ulaşırlar [23].

Süt sağıldığı anda vücut sıcaklığında olduğu için bakterilerin çoğalmasına çok uygun bir durumdadır. Bu nedenle sağımdan sonra sütün en kısa sürede mikroorganizma üremesinin en az olduğu sıcaklığa soğutulması gerekir. Süt sağıldığktan sonra 2 saat içerisinde 8°C veya altına, en iyisi 4°C'ye soğutulduğu taktirde, sütteki mikroorganizma sayısı belirli bir süre kontrol altında tutulabilir. Örneğin; ilk bulaşmadan dolayı yeni sağılan bir sütün mL'si içerisinde toplam bakteri sayısının 25 000 olduğu kabul edilirse ve bu süt örneği 1 gün süreyle değişik sıcaklık derecelerinde muhafaza edilirse bakteri sayısında artışlar aşağıdaki gibi olur:

4°C'de muhafaza edilen örnek	25 000 adet/mL
10°C'de muhafaza edilen örnek	75 000 adet/mL
14°C'de muhafaza edilen örnek	500 000 adet/mL
18°C'de muhafaza edilen örnek	3 000 000 adet/mL
22°C'de muhafaza edilen örnek	30 000 000 adet/mL

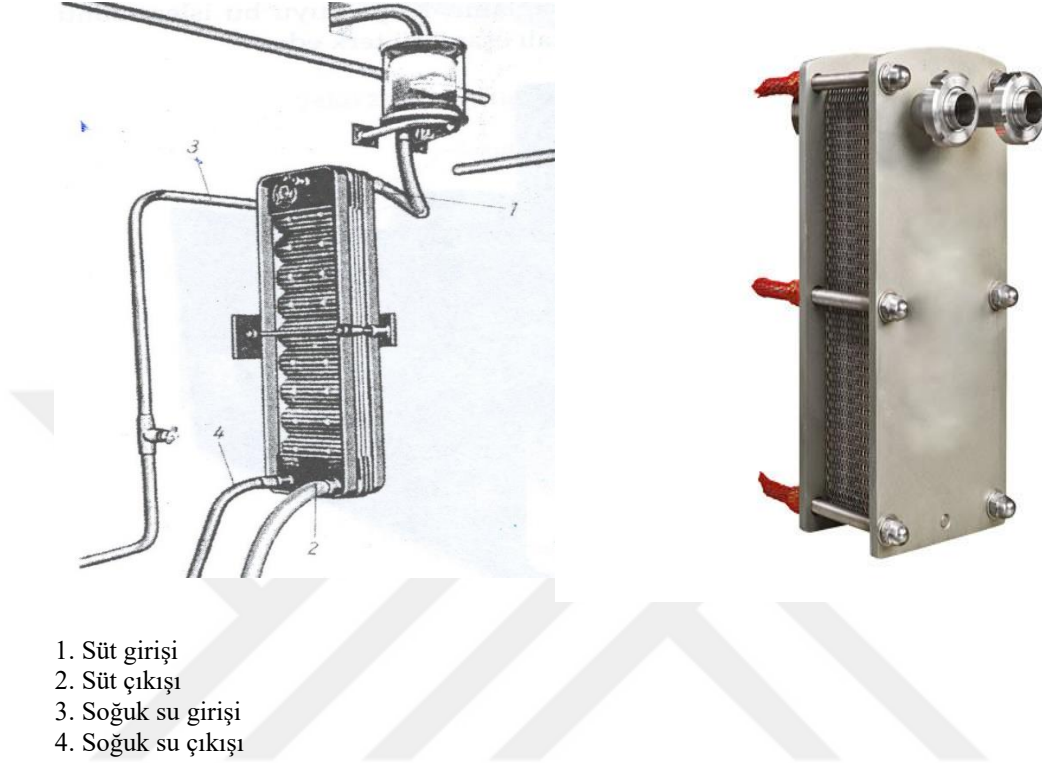
Bu değerler sabit olmayıp, sütün bünyesinde bulunan mikroorganizmaların cinsine göre ve başlangıç mikroorganizma yüküne göre farklı olabilir. Başlangıçtaki bulaşama yükü fazla olduğunda, muhafaza sırasındaki artış oranı da daha yüksek olur. Ancak bu örnek, muhafaza sıcaklığının mikroorganizmaların çoğalması üzerinde ne kadar etkili olduğunu göstermektedir. Bu sonuca sütün sağılması açısından bakıldığında, yeni sağılan bir sütün soğutulularak muhafaza edilmesinin mikrobiyolojik kalite üzerindeki etkisi ve önemi ağıkça görölmektedir [22].

Hayvansal Gıdalar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliğine göre; sağımdan sonra süt hemen soğutmaya alınır, günlük toplanacaksa 8°C' den fazla olmayan sıcaklıklara, günlük toplanmayacaksa 6°C'den fazla olmayan sıcaklıklara hemen soğutulur [13].

Günümüzde sütün soğutulmasında; plakalı ısı değiştirici-soğutucular ve çift cidarlı-izolasyonlu soğutucu tanklar yaygın olarak kullanılmaktadır.

Plakalı soğutucularda sütün kapasitesine bağlı olarak yan yana dizilmiş belirli sayıdaki plakaların bir yüzünden soğuk-buzlu su, diğer yüzünden soğutulacak süt geğer. Bu yöntemle çok kısa zamanda ve daha fazla miktarda sütü soğutmak mümkündür. Ayrıca

kapalı sistem olduğundan kontaminasyon söz konusu değildir [1]. Resim 2.6'da plakalı soğutucu gösterilmektedir.



Resim 2.6 Plakalı süt soğutucusu

Sütün soğutulmasında kullanılan çift cidarlı-izolasyonlu soğutucu tanklar değişen kapasitelerde yatay veya dikey silindirik tipte bulunmaktadır. Tankların soğutulmasında çeşitli soğutucu akışkanlardan yararlanılmaktadır. Bu şekilde soğutmanın temel prensibi; kapalı devre içerisinde dolaştırılan soğutucu akışkanın fiziksel durumunun (sıvı ve gaz hali arasındaki değişim) değiştirilmesi ile elde edilen soğutma esasına dayanmaktadır.

Sistemde yer alan kompresörde sıkıştırılan yüksek basınçtaki soğutucu akışkan, kompresörden kızgın buhar halinde çıkarak kondensere (yoğuşturucuya) girer. Soğutucu akışkan kondenserde çevre ortama ısınıyı bırakarak yoğuşur ve daha sonra genleşme valfinden belirli bir basınca kadar sıkıştırılarak ıslak buhar halinde evaporatöre (buharlaştırıcıya) girer. Soğutucu akışkan evaporatörde çevre ortam sıcaklığının altında bir sıcaklıkta olduğundan, bulunduğu ortam ısınıyı çekerek ortamı soğutur ve kendisi de evaporatörden doymuş buhar halinde çıkar. Sonrasında soğutucu akışkan kompresör

tarafından emilmesiyle çevrim tamamlanmış olur [25]. Resim 2.7’de çift cidarlı yatay silindirik bir soğutma tankı gösterilmektedir.



Resim 2.7 Çift cidarlı yatay silindirik soğutma tankı

Soğutmada beklenen sonuca ulaşılabilmesi için düşük sıcaklığın yanı sıra, o sıcaklığa ulaşmak için gereken sürenin de önemi vardır. Sütte bakteri etkinliği arttıktan sonra veya bakteri gelişimini önleyemeyecek şekilde yavaş yapılan soğutmadan yarar sağlanamaz. Bu nedenle sağımdan sonra, süzülen sütün hemen soğutulması ve bu işi süratle yapacak ve arzulanan dereceye soğutacak araçların kullanılması gereklidir [23].

### 2.3.3 Çiğ sütün toplanması, depolanması ve süt işletmelerine nakli

Üretilen çiğ süt işlenmek üzere süt işletmelerine ulaştırılmak zorundadır. Bu amaçla güğüm, süt toplama aracı ve süt toplama tankeri gibi çeşitli nakil vasıtaları kullanılmaktadır.

Küçük ölçekli yerel işletmeler işlenecek olan çiğ sütü yakın çevresinden temin etmektedirler. Bu tür işletmelere çiğ süt sağımdan sonra güğümler vasıtasıyla ulaştırılabildiği gibi süt işletmesine ait süt toplama araçlarıyla da toplanabilmektedir. Resim 2.8’de süt işletmelerinde kullanılan güğümlere ait görsele yer verilmektedir.



Resim 2.8 Süt işletmelerinde kullanılan 50 lt.lik paslanmaz çelik güğüm

Büyük kapasiteli süt işletmeleri ise ihtiyacı olan çiğ sütü büyük ölçekli süt çiftliklerinden temin edebildiği gibi ağırlıklı olarak araştırma konumuzda da yer aldığı gibi süt toplama merkezlerinden tedarik etmektedirler. Bu tür süt işletmeleri ihtiyacı olan çiğ sütü büyük ölçekli süt üretme çiftliklerinden ve süt toplama merkezlerinden süt taşıma tankerleri vasıtasıyla işletmelerine naklini gerçekleştirirler. Resim 2.9’da süt toplama aracı ve Resim 2.10’da süt taşıma tankesine ait görseller yer almaktadır.





Resim 2.9 Süt toplama aracı



Resim 2.10 Süt taşıma tankeri

### 2.3.3.1. Süt toplama merkezleri

Büyük kapasiteli işletmeler sütü uzak mesafelerden ve dağınık üreticilerden sağlıyorsa, süt temini büyük sorun yaratabilir. Böyle durumlarda ve özellikle fazla sayıda küçük üreticilerin bulunduğu bölgelerde, sütlerin öncelikle belirli bir noktada toplanması ve bu merkezde belirli işlemlerin yapılması ve sonra bu sütün topluca işletmeye nakledilmesi tercih edilir. Böylece, süt fabrikasına gün boyunca azar azar ve sürekli süt gelmesi önlenmiş olduğu gibi, üretici ile işletme arasındaki sorunların büyük bir bölümü de toplama merkezlerinde çözülür. Bu gibi sütün toplandığı noktalara **“süt toplama merkezleri”** denir [22]. Resim 2.11’de Nevşehir’de faaliyet gösteren süt toplama merkezine ait görsele yer verilmektedir.



Resim 2.11 Nevşehir’de faaliyet gösteren bir süt toplama merkezi

## 2.4 Ülkemizde Süt Sektörü İstatistikleri

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2020 yılı ırklara göre sığır sayısı verileri incelendiğinde; *Kültür Irkı* 8.838.492 baş (Pay %49,2), *Melez Irkı* 7.594.127 baş (Pay %42,3), *Yerli Irk* 1.532.857 baş (%8,5) olmak üzere toplamda 18.157.971 baş olarak rapor edilmiştir [26]. Yıllara göre büyükbaş hayvan sayısı 2000 yılından 2018 yılına kadar %57,7; 2018 yılından 2020 yılına kadar %5,2 artış göstermiştir.

Ülkemizde sağılan inek sayısına ilişkin en güncel veri TÜİK tarafından 2019 yılında rapor edilmiş olup; 6.580.753 baş olarak ifade edilmiştir. Ülkemizde yıllara göre sağılan inek sayısı, süt üretimi ve sağılan hayvan başına ortalama süt verimi Tablo 2.2’de gösterilmektedir [26].

Tablo 2.2 Yıllara göre sağılan inek sayısı, süt üretimi ve sağılan hayvan başına ortalama süt verimi

YIL	İNEK		
	Sağılan Hayvan (Baş)	Süt Üretimi (Bin Ton)	Süt Verimi (kg/baş/yıl)
2000	5.279.569	8.732	1.654
2010	4.384.130	12.418	2.847
2011	4.761.142	13.802	2.899
2012	5.431.400	15.977	2.942
2013	5.607.272	16.655	2.970
2014	5.609.240	16.998	3.030
2015	5.535.773	16.933	3.059
2016	5.431.714	16.786	3.090
2017	5.969.046	18.762	3.143
2018	6.337.907	20.036	3.161
2019	6.580.753	20.782	3.158

Tarım ve Orman Bakanlığı’nın 2020 yılı Ölçeklerine Göre Süt Sığırcılığı İşletme Sayıları Tablo 2.3 gösterilmiştir [15]. Tablo 2.3’e göre bir değerlendirme yapıldığında; ülkemizde genel olarak küçük ölçekli aile işletmelerinin hakim olduğu görülmektedir.

Tablo 2.3 2020 Yılı ülkemizde ölçeklerine göre süt sığırcılığı işletme sayıları

<b>Kapasite Aralığı (Baş)</b>	<b>İşletme Sayısı (Adet)</b>	<b>Toplam İşletme Sayısı İçindeki Payı (%)</b>	<b>Hayvan Sayısı (Baş)</b>	<b>Toplam Hayvan Sayısı İçindeki Payı (%)</b>
1-5	519.321	46,23	1.439.499	01.51
6-9	22.823	20,19	1.663.319	12.14
10-19	200.529	17,85	2.724.121	19.88
20-49	134.655	11,99	3.870.259	28.25
50-99	32.472	2,89	2.105.009	15.36
100-199	7.440	0,66	971.804	7,09
200-499	1.765	0,16	494.541	3,61
500+	369	0,03	433.387	3,16
<b>Toplam</b>	<b>1.123.374</b>	<b>100,00</b>	<b>13.701.939</b>	<b>100,00</b>

#### 2.4.1 Nevşehir ilinde süt sektörü istatistikleri

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2019 yılı verilerine göre; Nevşehir il genelinde 122.556 ton süt üretimi gerçekleştirilmiştir. Sağılan inek varlığı 39.155 baş olup; süt verimi 3.130 kg/yıl/baş olarak gerçekleşmiştir [26].

Nevşehir il genelinde Tarım ve Orman Bakanlığında onay belgesi olarak faaliyet gösteren 53 adet süt toplama merkezi bulunmaktadır. Onay belgesi alan bu süt toplama merkezleri tarafından toplanan süt çoğunlukla üretici birlikleri ve kooperatifler vasıtasıyla pazarlanırken, kalan kısmı ise gerçek veya tüzel kişiler tarafından pazarlanmaktadır.

## 2.5 Çiğ Sütün Mikrobiyal Kalitesi

Çiğ süt kalitesini etkileyen en önemli etken sütün mikroorganizma içeriğidir. Çiğ sütün mikrobiyolojik kalitesi, onun sadece işlendiği ürünün kalitesiyle ilgili değil, aynı zamanda sağlıklı ve güvenilir gıda tüketimiyle de yakından ilgilidir. Uygun olmayan koşullarda elde edilen sütlerin mikroorganizma sayısının artması sonucu, asitlik gelişmekte ve önemli derecede kalite kaybı ortaya çıkmaktadır [27-28].

Sağlıklı bir hayvanın memesinde sentezlenen süt, hiçbir mikroorganizma içermez. Ancak, hayvan memesinden sağım işlemi aseptik koşullarda yapılsa bile değişik kaynaklardan süte mikroorganizma bulaşır. Süt daha meme içinde iken hayvanın memesi üzerinde bulunan bakteriler, süt kanalları vasıtasıyla meme bezlerine girerek süte geçerler. Ayrıca hayvan vücudunda herhangi bir yara varsa veya hayvan hasta ise kan ve lenf yoluyla sütün kontaminasyonu söz konusudur. Bu bakterilerin çoğunluğu da patojen bakterileridir. Bunun dışında sağım sırasında, sağımdan sonra, taşınırken, işletmede çeşitli ürünlere işlenirken ve nihayet dağıtım sırasında da mikroorganizmaların süt ve mamullerine bulaşma olasılığı mevcuttur. Sağım kaplarından, taşıma ekipmanlarından, ahır havasından, sudan, yemden ve çevreden birçok mikroorganizma süte bulaşabilir [22].

Süt hayvanının sağlığı, sağım koşulları, hayvanın ve ahırın temizliği, çiğ sütün soğutulması ve süt kaplarının temizliği gibi birçok faktörlere bağlı olarak çiğ sütteki mikroorganizma sayısı geniş bir sınır içinde değişiklik gösterir. Tablo 2.4'te değişik koşullarda elde edilen sütteki bakteri sayısının artışı üzerinde bekletilme süresinin etkisi görülmektedir [22].

Tablo 2.4 Sütteki bakteri sayısı artışı üzerine sağım koşullarının ve buna bağlı olarak sürenin etkisi

Sağım Koşulları	Taze	10°C'de Sütteki Bakteri Sayısı/mL	
		24 Saat Sonra	48 Saat Sonra
Temiz Hayvan Temiz Ahır Temiz Ekipman	4 500	13 000	130 000
Temiz Hayvan Kirli Ahır Kirli Ekipman	40 000	180 000	850 000
Kirli Hayvan Kirli Ahır Kirli Ekipman	50 000	1 250 000	14 000 000

Çoğu defa uluslararası ticarete dahi “toplam bakteri” ya da “toplam canlı bakteri sayısı” olarak tanımlanan aslında toplam aerobik mezofilik bakteri sayısıdır. Bakterilerin gelişme isteklerine göre farklı sıcaklık, oksidasyon/redüksiyon potansiyeli, asitlik, su aktivitesi, gelişme için özel besin maddelerine gereksinimleri vb. gibi faktörler dikkate alındığında gıda, klinik, çevresel vb. bir örnekte gerçekte ne kadar toplam canlı bakteri olduğunu saptamanın uygulamada bir önemi yoktur. Gıdaların mikrobiyolojik analizinde ise en önemli olan mezofil ve aerob sınırlarda gelişen bakterilerdir. Bunun nedeni gıdalarda bulunabilen bakterilerin büyük bir çoğunluğunun aerobik-mezofilik olarak tanımlanan sınırlar içinde gelişebilmesi, özel besin maddelerine gereksinim göstermemesi, gıdaların büyük bir çoğunluğunda olduğu gibi nötr-hafif asit ortamlarda gelişebilmesidir. Bu çerçevede nötr pH’lı ve çoğu bakterilerin gelişebileceği düzeyde yeterli besin maddesi içeren ancak, hiçbir inhibitör içermeyen bir genel besiyerinde mezofil ve aerob inkübasyon koşullarında gelişebilen bakteriler gıdalarda en çok rastlanan saprofit ve patojen bakterilerdir. Bu aşamada tartışılması gereken husus bunların cins ve türleri değil, bunların toplam sayısıdır. Bununla birlikte toplam aerobik mezofilik bakteri olarak değerlendirilen sayının içinde patojenlerin de bulunabileceği unutulmamalı ve patojen

bakterilerin aranması ve/veya sayılması ayrıca yapılmalıdır [29]. Tablo 2.5’te çiğ sütte bulunabilecek bazı patojen mikroorganizmalar gösterilmiştir [30].

Tablo 2.5 Çiğ sütte bulunabilecek bazı patojen mikroorganizma türleri

<b>PATOJEN MİKROORGANİZMALAR</b>
<i>Mycobacterium tuberculosis</i> ( <i>M. bovis</i> , <i>M. avium</i> , <i>M. fortuitum</i> )
<i>Shigella paradysenteriae</i>
<i>Escherichia coli</i> (patojenik suşları)
<i>Streptococcus pyogenes</i>
<i>Salmonella typhi</i> ve diğer <i>Salmonella</i> türleri
<i>Corynebacterium diphtheria</i>
<i>Brucella</i> ( <i>B. abortus</i> , <i>B. suis</i> , <i>B. melitensis</i> )
<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>Coxiella burnetti</i>

Toplam bakteri sayısı yüksek olan sütlerin hijyenik koşullar altında sağılmadığı kabul edilmektedir. Hayvansal Gıdalar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği uyarınca; 30 °C’de aerobik koloni sayısı (her mililitrede), ayda en az 2 numune ile 2 aylık bir periyodun yuvarlanmış geometrik ortalaması  $\leq 100.000$  (5 log kob/mL) olmalıdır [13].

Çiğ sütte bir diğer önemli mikrobiyal kalite unsuru somatik hücre sayısıdır. Memenin salgı dokusundan süte geçen epitel hücreler ile meme dokusundaki enfeksiyona karşı kandan süte geçen akyuvarlar, somatik hücre olarak isimlendirilir. Somatik hücrelerin büyük bir kısmı makrofaj, nötrofil ve lökositlerden oluşmaktadır [31]. Somatik hücreler doğal savunma mekanizmasının bir parçasıdır. Bu yüzden somatik hücreler bir meme içi enfeksiyon veya bağışıklık sistemini tetikleyen yangısal bir tepkinin göstergesidir [32].

Günümüzde somatik hücre sayısı (SHS), çiğ süt kalitesinin ve meme sağlığının belirlenmesinde önemli bir kriter olarak kullanılmaktadır [33-36].

Tek bir meme lobundan, bir inekten veya tank sütünden alınan sütteki somatik hücre sayısını etkileyen ana faktör, meme içi enfeksiyon yani *mastitistir* [37]. Yunanca meme anlamına gelen “Mastos” ve yangı anlamına gelen “İtis” sözcüklerinin birleşmesinden meydana gelen “Mastitis” hastalığının ortaya çıkış tarihi tam olarak bilinmemekle

birlikte, insanoğlunun ineği evcilleştirdiği tarih olarak bilinen M.Ö. 9000 yılından başlayıp günümüze kadar ulaşan ve süt ineği yetiştiriciliğinde önemli kayıplara yol açan bir hastalık olduğunu söylemek mümkündür [38].

İneklerde meme sağlığı ile somatik hücre sayısı arasında bir korelasyon vardır. Mastitisin bir formu olan subklinik mastitisin oluşumundan önce sütteki somatik hücre sayısı artmaktadır. Somatik hücre sayısının normal sınırlardan daha yüksek düzeyde olması, meme bezlerinde oluşan enfeksiyonun özellikle subklinik mastitisin bir göstergesidir. İneklerde subklinik mastitis, görsel olarak direk teşhis edilemez. Subklinik mastitisli meme, tamamen sağlıklı görünmesine rağmen beklenen süt miktarının azalması ve somatik hücre sayısındaki artış ile kendini belli eder. Sağlıklı ve kaliteli bir sütte somatik hücre sayısı  $200 \times 10^3$  hücre/ml'nin altında olması gerekir. Somatik hücre sayısının  $200 \times 10^3$  hücre/ml'nin üzerinde olması anormal olarak kabul edilir ve subklinik mastitisin bir göstergesi olarak değerlendirilir [31,39].

Yüksek somatik hücre sayısının en büyük nedeni olan mastitis süütün bileşimini oluşturan protein, yağ, laktoz, mineral maddeler üzerinde önemli değişikliklere neden olur. Bunun ana nedeninin hastalık sebebi ile memedeki epitel hücrelerin aktivitesinin etkilenmesi olduğu bildirilmiştir [40].

Ülkemizde Hayvansal Gıdalar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği uyarınca; somatik hücre sayısı (her mililitrede), ayda en az 1 numune ile 3 aylık bir periyodun yuvarlanmış geometrik ortalaması  $\leq 400.000$  olmalıdır [13].

## **2.6 Çiğ Sütte Bulaşanlar**

Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliğine göre bulaşan; “gıdaya kasten ilave edilmeyen ancak gıdanın birincil üretim aşaması dahil üretimi, imalatı, işlenmesi, hazırlanması, işleme tabi tutulması, ambalajlanması, paketlenmesi, nakliyesi veya muhafazası ya da çevresel bulaşma sonucu gıdada bulunan hayvan tüyü, böcek parçası gibi yabancı maddeler dahil olmak üzere her tür madde” olarak tanımlanmaktadır [41].

Çiğ süt açısından bir değerlendirme yapılacak olursa; süütün bileşiminde bulunmayan, süütün işlenmesi sırasında ilave edilmeyen fakat çeşitli kaynaklardan süte bulaşanlar olarak hayvan hastalıklarında tedavi amacıyla kullanılan veteriner ilaç kalıntıları, mikotoksinler,



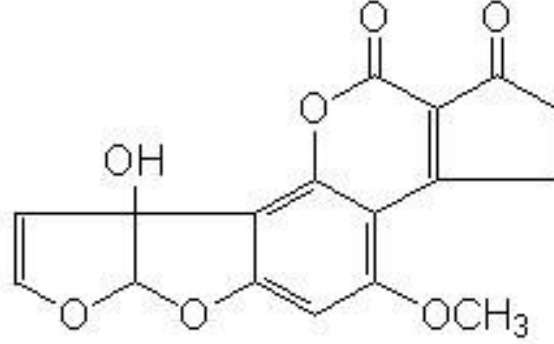
zirai mücadelede kullanılan pestisitler, temizlik ve dezenfeksiyonda kullanılan deterjan kalıntıları ve ağır metaller örnek olarak verilebilir.

### 2.6.1 Aflatoksin M<sub>1</sub>

Mikotoksinler çeşitli küf türleri tarafından sentezlenen, vücuda alındıkları zaman insan ve hayvanlarda zehirlenmelere ve ölümlere neden olan metabolitler olarak tanımlanmaktadır. Mikotoksinli yemlerin tüketilmesi sonucu hayvanlarda akut ve kronik zehirlenme, verim kaybı ve ağırlık artışında azalmalar görülür. Ayrıca mikotoksinler genotoksik etkilerinin yanısıra aflatoksin, okratoksin ve fumonisin gibi mikotoksinlerin çeşitli kanser tiplerinin oluşumunda rol oynaması ve bu hayvanlardan elde edilen gıdalar yolu ile insanlarda meydana getirecekleri sorunların önemi nedeniyle halk sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Her ürünün yapısına, bileşimine, içerdiği nem oranına, bulunduğu ortam koşullarına göre üzerinde gelişen küf cinsleri, türleri, oranları, oluşturdukları mikotoksin çeşitleri ve miktarları değişmektedir. Küf sporları bitki, gıda ve yemlerin yanı sıra hava, su, toprak gibi yollarla da bulaşabilmekte, buralarda sporları üreyip gelişebilmekte ve gelişme fazının sonunda miselleri içinde mikotoksin sentezlemektedirler. Mikotoksinli yemleri yiyen hayvanların et, süt, yumurta gibi ürünlerinin veya doğrudan mikotoksinli bitkinin insanlar tarafından tüketilmesi ile de insanlara mikotoksin bulaşması meydana gelmektedir [42].

Aflatoksin filamentli funguslardan *Aspergillus* cinsine ait üç tür ve iki alt tür tarafından oluşturulur. Bunlar; *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus nominus* türleri ve *Aspergillus flavus* var. *columnaris*, *Aspergillus parasiticus* var. *globosus* alt türleridir [43]. Aflatoksinlerin Aflatoksin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> ve G<sub>2</sub> olmak üzere dört ana fraksiyonu bulunmaktadır. Bu isimlendirme ince tabaka kromatografisinde, uzun dalga boyu UV ışığı altında Aflatoksin B<sub>1</sub> ve B<sub>2</sub>'nin mavi, Aflatoksin G<sub>1</sub> ve G<sub>2</sub>'nin ise yeşil floresan vermesiyle ilişkilidir [44]. *Aspergillus flavus* yalnızca Aflatoksin B<sub>1</sub> ve B<sub>2</sub> sentezlerken, *Aspergillus parasiticus* ve *Aspergillus nominus* ise hem Aflatoksin B<sub>1</sub> ve B<sub>2</sub> hem de Aflatoksin G<sub>1</sub> ve G<sub>2</sub> üretebilmektedir. Bunların içinde en toksik olanı Aflatoksin B<sub>1</sub>'dir. [45].

Aflatoksin M<sub>1</sub> “milk toxin” yani süt toksininin kısaltılmış şekli olup; çiftlik hayvanları tarafından Aflatoksin B<sub>1</sub> ve Aflatoksin B<sub>2</sub> ile kontamine olan yemlerin tüketilmesi sonucu süt ile dışarı atılan Aflatoksin B<sub>1</sub> ve Aflatoksin B<sub>2</sub>’nin hidroksillenmiş metabolitleridir [7]. Resim 2.12’de Aflatoksin M<sub>1</sub>’in kimyasal formülü gösterilmektedir [44].



Resim 2.12 Aflatoksin M<sub>1</sub>’in kimyasal formülü

1993 yılında Uluslararası Kanser Araştırma Örgütü (IARC) tarafından yapılan sınıflamada Aflatoksin M<sub>1</sub> “muhtemel insan karsinojenleri (1A)” sınıfında yer almıştır. Süt ve süt ürünlerinde Aflatoksin M<sub>1</sub> bulunması, bu ürünleri daha çok tüketen bebek ve çocuklar açısından oldukça önemlidir. Çünkü bebek ve çocuklar, mikotoksinlerin olumsuz etkilerine karşı oldukça hassastır [8].

Süt ve süt ürünlerindeki Aflatoksin miktarlarının coğrafi bölgelere, ülkelere ve mevsimlere göre farklılıklar gösterdiği, bahar ve yaz mevsiminde kış mevsimine oranla sütlerde daha az miktarlarda Aflatoksin M<sub>1</sub> bulunduğu dolayısıyla bu mevsimlerde yapılan süt ürünlerinde de Aflatoksin M<sub>1</sub> miktarının önemsenmeyecek düzeylerde görülebileceği bildirilmektedir. Aflatoksin M<sub>1</sub> sütün işlenmesi sırasında stabil olmakta, yoğurt, peynir gibi ürünlerin üretimi sırasında azalmamaktadır. Yapılan araştırmalara göre Aflatoksin M<sub>1</sub> miktarının peynirlerde daha yüksek, krema ve tereyağında ise suda çözünürlüğünden dolayı daha düşük düzeylerde olduğu tespit edilmiştir [9].

## 2.6.2 Ağır metaller

Yaygın kabul gören şekliyle ağır metal tanımı; yoğunluğu 5 g/cm<sup>3</sup>'ten daha yüksek olan metaller için kullanılmaktadır. Kurşun, civa, kadmiyum, demir, bakır, antimon, selenyum, baryum ve benzeri pek çok element bu grubun üyesidir [46].

Çeşitli gıdalarla vücudumuza aldığımız mineraller, yaşamsal öneme sahip gıda bileşenleridir. Gıdalarla alınan ve esansiyel olarak nitelenen bazı mineraller, kemik ve dişlerin oluşumu ve korunmasındaki rolleri (Ca, P), oksijenin vücutta taşınması ve kan proteini hemoglobinin yapısında bulunması (Fe) ve vücudumuzda oluşan oksidan bileşikleri detoksifiye eden antioksidanların yapısında bulunmaları (Se) gibi nedenlerle büyük önem arz etmektedir. Bazı ağır metaller ise eksoz gazının neden olduğu çevre kirlenmesi (Pb), tarımsal ilaç kalıntıları (As) ve sanayide kullanılan katalizörlerin (Hg) gıda ile teması neticesinde vücudumuza alınmaktadır. Örneğin Pb, Hg, Ni, Cd ve As gibi ağır metallerin müsaade edilen maksimum alım limitlerinin üstünde alınmaması gerekmektedir [47].

Ağır metallerin tamamının, insan sağlığı için zararlı olduğunu söylemek mümkün değildir. Bazı ağır metaller yaşamın sürdürülebilmesi için vazgeçilmez denecek kadar insan vücudunun normal işleyişi için gereklidir. Bu ağır metallere; demir, bakır ve çinko örnek olarak verilebilir. Sayılan bu elementlerin fazlalığı vücutta çeşitli bozukluklara yol açabilmekle birlikte; demir eksikliği anemi, bakır eksikliği anemi ve dermatit, çinko eksikliği saç dökülmesi gibi birçok hastalığın sebebi olabilmektedir [48].

Besin ve içeceklerde bulunan metallerin konsantrasyonu, hem toksisite hem de besinlerin stabilitesi yönünden büyük önem taşımaktadır. İçecek ve gıdalarda belirli sınırlar içerisinde bulunmasına izin verilen metaller hem gıda ve içecekler yoluyla insanlara geçerek zararlı etkilere neden olmakta hem de buldukları yerin yapısını bozarak kalite ve dayanım sürelerinin azalmasına neden olmaktadır [49].

Üretim, imalat ve depolama sırasında süt ve mamulleri ile temas eden makina ve ekipmanlardan, çeşitli nedenlere bağlı olarak metal iyonları bulaşabilir. Metal iyonları, çoğu zaman süt ve mamullerinin kalitesini bozan kimyasal tepkimelerde katalitik rol oynarlar. Metal kalıntıları, teknolojik işlemler sırasında metalden yapılmış makine ve

ekipmandan, süt ve ürünlerinin konulduğu metal kaplardan veya kullanma suyundan veya yemle bulaşan bakır, çinko, demir, kalay, kurşun, arsenik, civa, kadmiyum ve benzeri metal iyonlarıdır [22].

## 2.7 Literatür zetleri

nal ve öder; Edirne, Tekirdağ ve Kırklareli illerinden alınan süt örnekleri ile yaptıkları çalışmada; ortalama Toplam Bakteri Sayısını 385.000 adet/mL olarak bulmuş ve bu değerin Türk Gıda Kodeksinde belirtilen değerlerin üzerinde olduğunu ifade etmişlerdir [50].

Taşcı, Burdur ilinde tüketilen çiğ süt örneklerinde yaptığı çalışmada; Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayısının ortalama  $3,95 \times 10^6$  kob/mL olduğunu belirlemiştir [51].

Hazer, Denizli ve Aydın illerinden elde edilen çiğ süt örneklerinde Toplam Canlı Bakteri Sayısını  $6,65 \pm 6,40$  log kob/mL olarak bulmuştur [52].

rkek, konvansiyonel ve organik olarak üretilen süt örneklerini incelediği bir çalışmada; konvansiyonel sütlerin Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri sayılarının  $6,31-7,98$  log kob/mL arasında, organik sütlerde ise  $5,57-6,83$  log kob/mL arasında değiştiğini ifade etmiştir [53].

Dan ve çalışma arkadaşları; Romanya’da 2007 Aralık-2008 Mayıs periyodunda farklı çiğ süt toplama merkezlerinden alınan 24 çiğ süt örneğinde aerobik mezofilik mikroorganizma yükünün  $4,24-7,39$  log ufc/mL olduğunu, örneklerin % 38,75’inin ulusal limit olan  $10^6$  ufc/mL’den yüksek olduğunu ifade etmişlerdir [54].

Parkash ve çalışma arkadaşları; 2003 yılı boyunca Hindistan’da bölgesel süt toplama merkezlerinden aldıkları 75 adet çiğ süt örneğinde toplam bakteri sayısının  $6.0 \times 10^3-1,59 \times 10^5$  aralığında değiştiğini ve örneklerin % 26,7’sinin hijyen limitini aştığını belirtmişlerdir [55].

Patır ve çalışma arkadaşları, Erzurum ilinde üretilen çiğ sütlerden alınan 40 örneğin tamamında Somatik Hücre Sayısının 1.000.000 hücre/mL’den fazla olduğunu ve bu

sütlerin tamamının Türk Gıda Kodeksinde önerilen değere (en fazla 500.000 hücre/mL) uygunluk göstermediğini belirtmişlerdir [56].

Çoban ve çalışma arkadaşları, Atatürk Üniversitesinde yaptıkları çalışmada, ortalama Somatik Hücre Sayısını 5.73 log/mL olarak belirleyerek ve bu değerin Türk Gıda Kodeksine uygun olmadığını belirtmişlerdir [57].

Temelli ve Şerbetcioğlu, bir süt işletmesinde işlenen inek sütlerinin Somatik Hücre Sayısının dört yıllık periyottaki değişimini incelediği bir çalışmada; ortalama Somatik Hücre Sayısını 2005 yılında 96.130 adet/mL, 2006 yılında 99.650 adet/mL, 2007 yılında 104.490 adet/mL ve 2008 yılında 104.190 adet/mL olarak belirlemişlerdir [58].

Kaygısız ve Karnak, Kahramanmaraş ili süt sığırı işletmelerinden toplanan çiğ süt örneklerinde, Somatik Hücre Sayısının aritmetik ortalamasını  $506,9 \times 10^3$  olarak belirlemiş ve toplanan örneklerin %35'inin Türk Gıda Kodeksine uygun olmadığını ifade etmişlerdir [59].

Green ve çalışma arkadaşları; İngiltere ve Galler'de bulunan 33 sürüden elde edilen dökme sütte somatik hücre sayısının mevsimsel değişimini inceledikleri çalışmalarında 3 aylık geometrik ortalamalarının her mililitresinde 65000-489000 aralığında değiştiğini bildirmişlerdir [60].

Hagnestam-Nielsen ve çalışma arkadaşları; 1989-2004 yılları arasında yaptıkları çalışmada klinik mastitis olmayan ineklerden elde edilen çiğ süttün somatik hücre sayısının mililitrede geometrik ortalamasının 55000-95000 aralığında olduğunu ifade etmişlerdir [61].

Olde-Riekerink ve çalışma arkadaşları; Kanada'da 1992-1995 yılları arasında Kanada'da 300 çiftlikten elde edilen dökme sütte yürüttükleri çalışmada, somatik hücre sayısının 28000-740000 hücre/mL aralığında olduğunu, geometrik ortalamasının ise 187000 hücre/mL olduğunu ifade etmişlerdir [62].

Ülkemizde 40 adet uzun ömürlü süt örneğinde yapılan bir çalışmada; ortalama Aflatoksin M<sub>1</sub> miktarı  $0,0029 \pm 0,02$  µg/L olarak bildirilmiştir [63].

Temamoğulları ve Kanıcı; Şanlıurfa’da satışı sunulan 38 adet çiğ süt örneği ve 12 adet UHT süt örneğinde ELISA ile yapmış oldukları çalışmada ortalama Aflatoksin M<sub>1</sub> miktarını sırasıyla 56,74±40,32 ng/kg ve 43,1±23,19 ng/kg olarak tespit etmişlerdir [64].

Hussain ve Anwar, 2008 yılında 168 çiğ süt örneğinin % 99,4’ünde Aflatoksin M<sub>1</sub> miktarının AB limitlerini aştığını bildirmişlerdir [65].

Li ve çalışma arkadaşları; Çin’de ana süt üreticilerinden 2016 yılı boyunca toplanan 5650 çiğ süt örneğinin 267 tanesinde Aflatoksin M<sub>1</sub> tespit edildiğini; sadece %1,1’nin Avrupa Birliği yasal limiti olan 50 ng/L’yi aştığını ifade etmişlerdir. Çin ve ABD’de Aflatoksin M<sub>1</sub> için yasal limit 500 ng/L olup; örneklerin tamamının uygun olduğunu bildirmişlerdir [66].

Dimitrieska-Stojkovic ve çalışma arkadaşları; Şubat 2013-Ocak 2014 yılları arasında Makedonya’da toplanan 3635 çiğ süt örneğinin % 2.9’unun yasal sınırı aştığını ifade etmişlerdir. Çiğ süt örneklerinde Aflatoksin M<sub>1</sub> oranı en yüksek 408.1 ng/kg olarak bulunmuştur [67].

Gültekin, Bursa ili ve çevresinde 3 farklı bölgede (trafik yoğunluklu bölge, sanayi bölgesi ve kırsal alan) çiğ süt örneklerinde mineral maddeler üzerine yaptığı bir çalışmada; Ca ve Mg düzeylerini trafik yoğunluklu bölge, sanayi bölgesi ve kırsal kesime ait sütlerde ortalama değerleri sırasıyla Ca: 1180, 1256, 1223; Mg: 98.8, 97.2, 102.8 mg/kg olarak bildirmiştir [68].

Şimşek ve çalışma arkadaşları, Bursa’da endüstrinin yoğun olduğu, trafik yoğunluğunun fazla olduğu ve kırsal olan farklı 3 bölgeden 75 adet çiğ inek süt örneği toplayarak Pb, As, Cu, Zn ve Fe yönünden ağır metal düzeylerini incelemişlerdir. Sırasıyla Pb için; 0.032, 0.049, 0.018 mg/kg, As için; 0.050, 0.009, 0.002 mg/kg, Zn için; 4.49, 5.01, 3.77 mg/kg, Cu için; 0.58, 0.96, 0.39 mg/kg ve Fe için; 1.78, 4.27 ve 1.01 mg/kg sonuçlarını tespit etmişlerdir [69].

Özrenk, Atomik absorpsiyon spektroskopisi ile inek sütlerini incelediği çalışmasında; Mg miktarını 45,601 ppm; Ca miktarını 568,104 ppm; Mn miktarını 0,066 ppm; Fe miktarını 0,309 ppm; Ni miktarını 0,189 ppm; Cu miktarını 0,182 ppm; Zn miktarını 3,003 ppm ve Pb miktarını 0,002 ppm olarak bildirmiştir [70].

Licata ve çalışma arkadaşları, İtalya'nın Calabria kentinde farklı çiftliklerden topladıkları 40 farklı süt örneğinde; grafit fırınlı atomik absorpsiyon spektroskopisi ile yaptıkları çalışmada; As miktarını ortalama 37,90 µg/kg, Cd miktarını ortalama 0,02 µg/kg, Pb miktarını 1,32 µg/kg, Cr miktarını 2,03 µg/kg, Cu miktarını 1,98 µg/kg, Se miktarını ortalama 13,24 ve Zn miktarını ortalama 2016 µg/kg olarak belirlemişlerdir [71].

Birghila ve çalışma arkadaşları tarafından Romanya'da İndüktif Eşleşmiş Plazma-Atomik Emisyon Spektroskopisi ile yapılan bir çalışmada, taze inek sütünde Cd 0,004 ppb; Pb 0,12 ppb; Cr 0,04 ppm; Cu 0,17 ppm; Fe 0,72 ppm; Zn 0,98 ppm; Al 1,18 ppm; Ni 0,04 ppm; Mn 0,08 ppm ve Mg 214 ppm olarak tespit etmişlerdir [72].

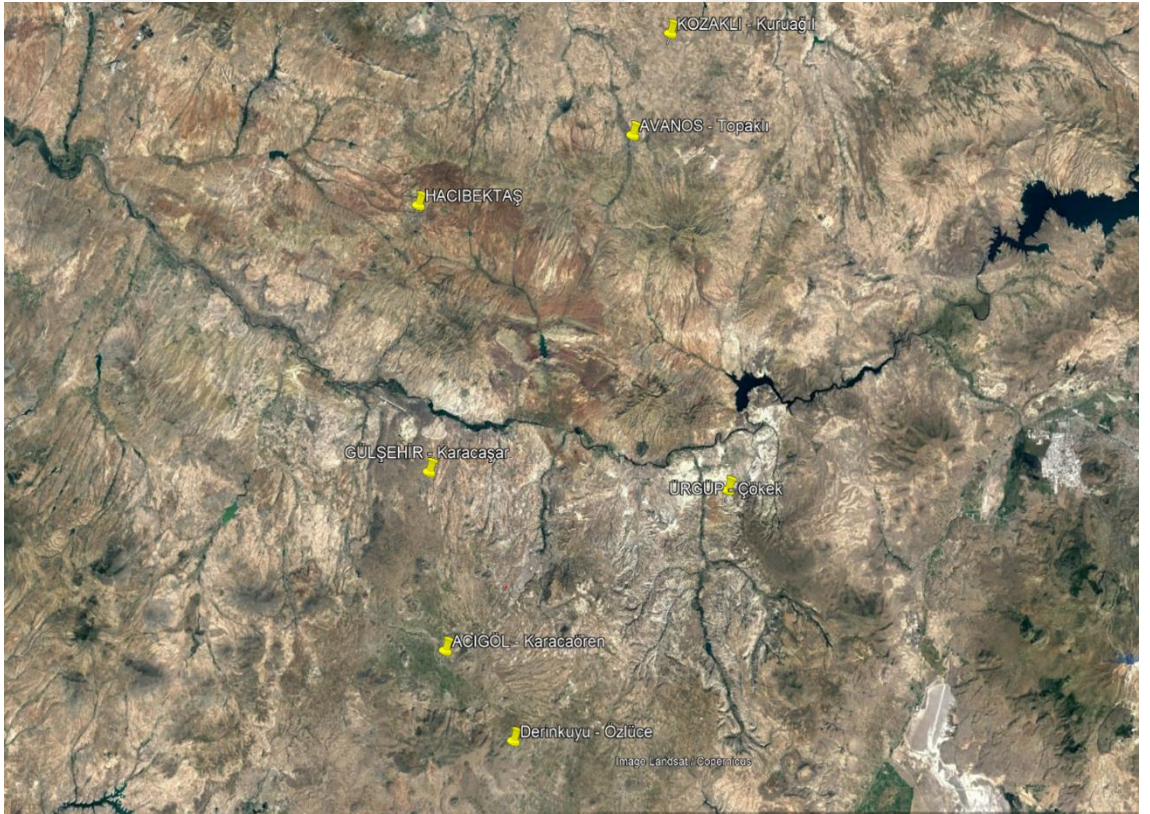
## BÖLÜM 3

### MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Bu çalışmada Nevşehir'in her bir ilçesinde faaliyet gösteren bir adet onaylı süt toplama merkezi belirlenmiştir. Toplamda 7 adet süt toplama merkezinden toplanan çiğ süt örnekleri materyal olarak kullanılmıştır.

Çiğ süt örneklerinin alındığı süt toplama merkezlerinin haritadaki konumu Resim 3.1'de gösterilmektedir.



Resim 3.1. Örneklerinin alındığı süt toplama merkezlerinin haritadaki konumu



## **3.2. Yöntem**

### **3.2.1. Çiğ sütte somatik hücre sayımı**

Çalışma kapsamında Nevşehir'in her bir ilçesinde belirlenen 7 adet onaylı süt toplama merkezinden somatik hücre sayımı analizleri için Ocak-Aralık 2021 ayları arasında ayda 1 kez olmak üzere toplam 84 adet çiğ süt örneği alınarak analizleri gerçekleştirilmiştir.

Çiğ sütte somatik hücre sayımı analizleri için 0,01 mL çiğ süt örneğindeki somatik hücreler boyanmış ve boyama sırasında mikroskopik sayım yapılmıştır. Buradan elde edilen sayım sonucundan formül yardımı ile 1 mL çiğ sütteki somatik hücre sayısı hesaplanmıştır [73].

#### **3.2.1.1 Kullanılan alet ve ekipmanlar**

- Su Banyosu ( $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $50\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $65\pm 2^{\circ}\text{C}$  ayarlanabilir)
- Filtre (10  $\mu\text{m}$  ve 12  $\mu\text{m}$  gözenekli ve kullanılan çözücülere dayanıklı)
- Mikroskop
- Mikropipet (0,01 ml(10 $\mu\text{l}$ ) ayarlı)
- Thoma lamı
- Lam (1  $\text{cm}^2$ 'lik alanı belirlenmiş 5x20 mm)
- Boyama düzeneği

#### **3.2.1.2 Kullanılan çözeltiler, kimyasal ve standart maddeler**

- Metilen mavisi
- Xylene (ya da Tetrachloroethane)
- %95'lik etil alkol
- Glasiyel asetik asit
- Fosfat Tampon Çözeltisi (PBS-pH  $7.2\pm 0,1$ 'e ayarlı)

### 3.2.1.2.1 Modifiye Newman-Lampert boya çözeltisinin hazırlanması

Etil Alkol (%95)	54 ml
Xylene	40 ml
Metilen mavisi	0,6 g
Glasiyel asetik asit	6 ml

Etil alkol ile xylene, ağzı kapaklı şişe içerisinde karıştırılmıştır. 65°C'ye ayarlı su banyosunda ısıtılmıştır. Çeker ocak altında metilen mavisi eklenmiş ve dikkatli bir şekilde karıştırılmıştır. Karışım buzdolabı sıcaklığına (+4°C) soğutulmuştur. Daha sonra glasiyel asetik asit eklenmiş ve tekrar dikkatli bir şekilde karıştırılmıştır. Hazırlanan boya karışımı filtre kağıdından süzölmüş ve ağzı kapaklı şişede saklanmıştır.

### 3.2.1.3. İşlem

- Lamlar, %95'lik etil alkole daldırılıp alevde yakıldıktan sonra soğutulmuştur.
- Milimetrik kağıt yardımıyla 5x20 mm olacak şekilde şeritler çizilerek şablon oluşturulmuştur.
- Şablon lama alttan yapıştırılmıştır.
- Süt numunesinden mikropipet yardımıyla 0.01 mL alınmıştır. Pipet ucunun dışında kalan numune, dikkatli bir şekilde ve hafifçe steril pamukla temizlenmiştir.
- Süt numunesi, şablonda belirlenmiş 5x20 mm'lik alan içine gelecek şekilde lam üzerine damlatılmış ve dikkatli bir şekilde alana yayılmıştır.
- Lam, oda sıcaklığında kendi haline kurumaya bırakılmıştır.
- Kuruyan lam, modifiye Newman-Lampert boya çözeltisine 15 dakika süreyle daldırılmıştır.
- Lam, tekrar oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır.
- Tüm boya fazlası lamdan uzaklaşana kadar çeşme suyuna daldırılmış ve daha sonra tekrar kurutulmuştur. Sayıma kadar tozsuz bir ortamda muhafaza edilmiştir.
- Somatik hücre sayımında, her numune için en az 2 şerit boyanması esastır.
- Somatik hücre sayımı yapılırken her bir alanda maksimum 20 hücre olacak şekilde mikroskop büyütmesi seçilmiştir.

- Mikroskop görüş alanındaki boya almış tüm çekirdekler (genellikle 8 µm ve 8 µm'den büyük) uygun objektif yardımıyla sayılmıştır. 4 µm'den küçük olan hücreler sayılmaz. Çekirdek materyalinin %50'den daha büyük bir kısmı görünür durumdaysa sayılır. Ayrıca hücre birimleri net bir şekilde değilse, hücre kümeleri “bir” olarak sayılır.
- Sayım yaparken, lam üzerinde boyanmış dikdörtgen bölge düşey konumda tutularak düzenli aralıklı dikey bantlarda ardışık sahalarda sayım yapmaya dikkat edilmiştir.
- Lam mikroskop tablasına yerleştirildikten sonra; objektif, yerleştirilen köşeye zıt yöne doğru (en üstten alta doğru ya da en alttan üste doğru) hareket ettirilir ve tüm boyanmış bölgede sonuna kadar bu işlem tekrarlanarak bir bant sayılmış olur. Daha sonra objektif, yaklaşık 3-4 mm sağa hareket ettirilerek boyanmış bölge üzerinde yeni bir sayım bandına ulaşılmış ve bu bant üzerinde de aynı şekilde görüş sahaları elde edilerek sayımlar gerçekleştirilmiştir. Sayım yapılan bant sayısının, süt numunesinin yayıldığı tüm alanı temsil edecek şekilde olması gerekmektedir.
- Sayım yapılacak alanın rastgele seçilmesi ve en az 20 saha sayımı yapılması önemlidir.
- Çiğ süt numunesinin 1 mL'sindeki somatik hücre sayısı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır:

$$C=f_w \times [N_t/N_f \times 1/d]$$

- $f_w$  : Mikroskop çalışma faktörü
- $N_t$  : Toplam sayılan hücre sayısı
- $N_f$  : Toplam sayılan alan sayısı
- $d$  : Dilüsyon faktörü (Dilüsyon yapılmadığında d=1)

### 3.2.2. Aerobik koloni sayımı

Çalışma kapsamında belirlenen 7 adet onaylı süt toplama merkezinden aerobik koloni sayımı analizleri için Ocak-Aralık 2021 ayları arasında ayda 2 kez olmak üzere toplam 168 adet çiğ süt örneği alınarak analizleri gerçekleştirilmiştir.

Aerobik koloni sayımı; spesifik bir kültür ortamı ve analiz numunesinin spesifik miktarının karıştırılması ile hazırlanan petri plaklarının 30°C’de 72 saat aerobik olarak inkübe edilmesi ve inkübasyon sonunda sayım için dikkate alınan petrilere numunenin mililitresinde ya da gramındaki mikroorganizma sayısının hesaplanması aşamalarından oluşmaktadır [74-75].

### 3.2.2.1 Kullanılan alet ve ekipmanlar

- Otoklav (121±1°C, 1 atm)
- Sterilizatör (160±5°C)
- İnkübatör (30±1°C)
- Analitik terazi (0,01 g hassasiyette)
- Su banyosu (44-47°C arasında ayarlanabilen)
- Stomacher/Torba karıştırıcı
- pH metre
- Bunzen beki
- Steril petri kutusu (90 mm veya 100 mm çapında)
- Steril otomatik pipet ve pipet uçları
- Tüp karıştırıcı
- Cam tüpler, tüp sporu
- Steril standart laboratuvar malzemeleri

### 3.2.2.2 Kullanılan besiyeri ve çözeltiler

#### ➤ **Plate Count Agar (PCA)**

Dehidre besiyeri, üretici talimatına göre hazırlanmıştır. 1 l kültür ortamı için aşağıdaki bileşime inhibitör madde içermeyen 1 g yağsız süttezu eklenmiştir. Sterilizasyon sonrası pH 25°C’de 7,0±0,2 olacak şekilde ayarlanmıştır. 500 ml’den fazla olmayacak şekilde şişelere dağıtılmıştır. Otoklavda 121±1°C’de 15 dk. sterilize edilmiştir. Kullanmadan hemen önce bir su banyosunda 44-47°C’ye soğutulmuştur.

### **Bileşimi**

Enzymatic digest of casein	5,0 g
Yeast extract	2,5 g
Glucose, anhydrous	1,0 g
Agar	9,0-18,0 g*
Su	1000 ml

\*Agarın jel kuvvetine bağlı olarak değişir.

### **Üst Kaplama Ortamı**

Agar suya eklenmiş ve tamamen çözününceye kadar sık sık karıştırmak suretiyle kaynaması sağlanmıştır. Gerekirse otoklav sonrası pH 25°C’de  $7,0\pm 0,2$  olacak şekilde ayarlanır. Tüplere 4 ml ya da şişelere uygun kapasitede dağıtılmıştır. Otoklavda  $121\pm 1^\circ\text{C}$ ’de 15 dk. sterilize edilmiştir. Kullanmadan hemen önce bir su banyosunda  $44-47^\circ\text{C}$ ’ye soğutulmuştur.

### **Bileşimi**

Agar	9,0-18,0 g*
Su	1000 ml

\*Agarın jel kuvvetine bağlı olarak değişir.

### ➤ **Dilüsyon Sıvısı**

#### **3.2.2.3. İşlem**

- 25 g(ml) numune 225 ml dilüsyon sıvısı ile gıda mikrobiyolojisi laboratuvar kurallarına uygun olarak stomacher/torba karıştırıcı kullanılarak homojenize edilmiştir. Böylece  $10^{-1}$ ’lik dilüsyon hazırlanmış olur.
- İki steril petri kutusu alınmış ve ilk  $10^{-1}$ ’lik dilüsyondan 1’er ml her bir petri kutusuna aktarılmıştır.  $10^{-2}$  ve gerekirse diğer dilüsyonlar için de aynı işlemler tekrarlanır.
- Petrilere 15-300 koloni arası sayım yapılabilecek iki ardışık dilüsyonun ekime alınması gerekmektedir.
- Eritilip  $44-47^\circ\text{C}$ ’ye soğutulan 12-15 ml Plate Count Agar (PCA) besiyeri petrilere dökülmüş ve inoküle edilen dilüsyonla iyice karışması sağlanmıştır.

- İlk dilüsyonun hazırlanmasından besiyerinin petriye dökülmesine kadar geçen süre, 45 dakikadan fazla olmamalıdır.
- Soğuk, düz ve yatay bir zeminde besiyerinin katılaşması beklenmiştir.
- Üründe, besiyeri yüzeyinde birbirini örtecek şekilde büyük üreyecek mikroorganizmaların gelişmesinden şüphelenilen durumda, katılaştıran besiyeri üzerine eritilip 44-47°C'ye getirilen yaklaşık 4 ml üst kaplama ortamı dökülür. Aynı şekilde ağarın katılaşması için beklenir.
- Petri kutuları kapakları alta gelecek şekilde ters çevrilip 30±1°C'ye ayarlı inkübatörde 72±3 saat inkübasyona bırakılmıştır.
- Petri kutuları inkübatöre yerleştirilirken, 6 petri kutusundan daha fazla üst üste olmamasına dikkat edilmelidir.
- İnkübasyon periyodu sonunda, petriyerdeki koloniler sayılmıştır.
- 15'ten fazla 300'den az koloni içeren petriyer sayıma alınmıştır.
- Analiz numunesinde mevcut mikroorganizmaların sayısı (N), ardışık 2 seyrelti ile aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır:

$$N = \sum C / [V \times 1.1 \times d]$$

N : g veya mL'de koloni oluşturan birim

$\sum C$  : Ardışık 2 seyreltiden sayılan tüm plaklardaki kolonilerin toplamı

V : Her petriye bırakılan inokulum hacmi, ml

d : Sayım yapılan petriyerin ilkinin dilüsyon katsayısı

### 3.2.3 Aflatoksin M<sub>1</sub> analizi

Ocak-Aralık 2021 ayları arasında üçer aylık dönemler halinde yine aynı süt toplama merkezlerinden numune alma kurallarına uygun olarak steril numune kaplarına Aflatoksin M<sub>1</sub> analizi için toplam 28 adet çiğ süt örneği alınarak analizleri gerçekleştirilmiştir.

Aflatoksin M<sub>1</sub> analizlerinde; süt numunesi doğrudan, Aflatoksin M<sub>1</sub> spesifik monoklonal antikorlar içeren immuno-affinite kolondan geçirildikten sonra, Aflatoksin M<sub>1</sub> asetonitril ve metanolle elüe edilmiş ve ters faz likit kromatografi (RP-HPLC) ile belli dalga boylarında (365-435 nm) floresan dedektör (FLD) ile tayin edilmiştir [76].

### 3.2.3.1 Kullanılan alet ve ekipmanlar

- Genel laboratuvar alet ve malzemeleri
- Santrifüj: 100 ml hacimde tüplerde santrifüj yapabilen ve 4500 rpm devire ulaşabilen
- Tüp karıştırıcı
- Analitik terazi
- Otomatik pipet
- Vakum pompası ve manifold
- Oto örnekleyici, Agilent 1200
- Bilgisayar ve yazılım (Chemstation)
- Plastik (disposable) şırınga: 10 ve 50 mL hacimde

### 3.2.3.2 Kullanılan çözeltiler, kimyasal ve standart maddeler

- Çözücüler: Asetonitril ve metanol; HPLC saflıkta
- Immuno-affinite kolon: Aflatoksin M<sub>1</sub>'e karşı spesifik antikorlar içermektedir.
- Mobil faz: Ultra saf su (680 ml)+Asetonitril (240 ml)+Metanol (80 ml) karıştırılır
- Standart Aflatoksin M<sub>1</sub> çözeltileri
- Stok standart çözeltisi: 1000 µg/l'lik sıvı aflatoksin M<sub>1</sub> çözeltisi kullanılır.
- Standart Çalışma Çözeltisi: Ana stok çözeltiden 1 ml alınarak 100 ml balon jodede mobil faz çözeltisi ile tamamlanır. 10 µg/l'lik standart çözelti elde edilmiş olur. Bu çözeltiden standart çözeltileri mobil faz ile hazırlanır.
- Standart çalışma çözeltileri ( 0,125 µg/l-0,25 µg/l-0,50 µg/l-1,0 µg/l-1,25 µg/l): 10 µg/l'lik standart çözeltiden aşağıdaki tabloda belirtilen hacimlerde alınarak 10 ml balon jodede mobil faz ile tamamlanarak hazırlanır.

Tablo 3.1 Standart çalışma çözeltileri

	Alınan Hacim (ml)	Toplam Hacim (ml)	M <sub>1</sub> (µg/l)
Std-1	0,125	10	0,125
Std-2	0,25	10	0,25
Std-3	0,50	10	0,50
Std-4	1	10	1
Std-5	1,25	10	1,25

### 3.2.3.3. İşlem

- Süt numunesi 35-37°C'ye ısıtılmıştır.
- Numune 4000 rpm'de 15 dk. santrifüj edilmiş ve en az 50 ml. süt toplanması sağlanmıştır.
- Elde edilen 50 ml süt şırınga haznesine alınmıştır. Şırınga ve konektör yardımı ile numune kolondan yavaşça geçirilmiştir (yaklaşık 2-3 ml/dk.). Toksinin antikor tarafından tutulması için yavaş ve sabit bir basıncın sağlanması gereklidir.
- Şırıngaya 10 ml PBS eklenip yaklaşık 5 mL/dk. hızla kolondan geçirilmiştir. Yıkama işlemi kolonda kalan tüm PBS çözeltisi uzaklaştırılana kadar sürdürülmüştür.
- Şırıngaya 1.25 ml Metanol:Asetonitril (20:30 v/v) ilave edilerek saniyede 2-3 damla olacak şekilde yavaşça kolondan geçirilmiş ve vialde toplanmıştır. Kolondaki toksinin tamamen elüe edilebilmesi için Metanol:Asetonitril çözeltisinin kolonla 30 sn. süresince temas etmesi gerekmektedir. Daha sonra kolondan 1.25 ml saf su geçirilmiş ve toplamda 2.5 ml eluat toplanmıştır. Kontrol standardı ile kalibrasyonun doğruluğu kontrol edildikten sonra toplanan eluatın 100 µl'si Aflatoksin M<sub>1</sub>'in kantitatif analizi için HPLC kolonuna enjekte edilmiş ve okuma yapılmıştır.



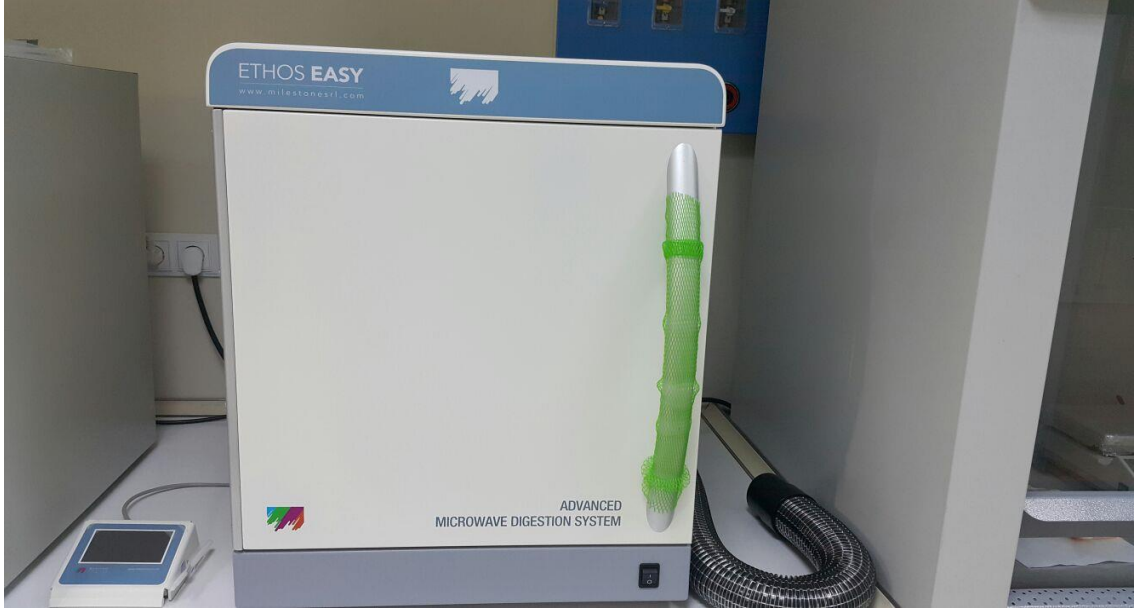
### 3.2.4. Ağır metal ve mineral içeriklerinin belirlenmesi

Ocak-Aralık 2021 ayları arasında üçer aylık dönemler halinde yine aynı süt toplama merkezlerinden toplam 28 adet çiğ süt örneği alınarak İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometresinde (ICP-MS) ağır metal ve mineral madde analizleri gerçekleştirilmiştir.

Kapalı sistem yaş yakma (mikrodalga fırın) yöntemi ile yakılarak çözelti haline getirilen çiğ süt örneklerinin, metal içeriklerinin konsantrasyonu belli standartlara karşı ICP-MS yöntemi ile ölçülerek Mg, Ca, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Cd ve Pb miktarları belirlenmiştir [77].

#### 3.2.4.1. Kullanılan cihaz ve ekipmanlar

Çiğ süt örneklerinin ağır metal tayininde kullanılan mikrodalga fırın ve indüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometresine ait görseller Resim 3.1 ve Resim 3.2 'de verilmiştir.



Resim 3.2 Çalışmada kullanılan mikrodalga fırın



Resim 3.3 Süt örneklerinin ağır metal tayininde kullanılan ICP-MS

Çiğ süt örneklerinde indüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometresi ile ağır metal tayininde kullanılan cihaz, ekipman ve aksesuarlar Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2 Kullanılan cihaz, ekipman ve aksesuarları

ICP-MS	Agilent 7500 cx
Mikrodalga Fırın	ETHOS EASY
Oto Örnekleyici	Agilent Technologies ASX -500 Series
Soğutucu (Chiller)	Teknosem
Vakum Pompası	Edwards
Su Arıtma Sistemi	Ön yumuşatma sistemi Ultra saf su cihazı: Human Power I <sup>+</sup> Scholar
Diğer	Çeker ocak, Muhtelif laboratuvar malzemeleri, Argon ve Helyum Tüpü

### 3.2.4.2. Kullanılan çözeltiler, kimyasal ve standart maddeler

Çiğ süt örneklerinde indüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometresi ile ağır metal tayininde kullanılan kimyasal maddeler Tablo 3.3'te, standart maddeler ise Tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.3 Kullanılan kimyasal maddeler

Kimyasal adı	Özellikleri
Nitrik asit	% 65, Suprapure
Internal Standard Mix	% 5 (w/v) HNO <sub>3</sub>
Tune Çözeltisi	% 2 (w/v) HNO <sub>3</sub>
Hidroklorik asit	% 30, ultrapure
Hidrojen peroksit	% 31, ultrapure

Tablo 3.4 Kullanılan standart maddeler

Kimyasal adı	Katalog No	Özellikleri
Arsenik Standart Çözeltisi	High-purity Standards	%2'lik HNO <sub>3</sub> içerisinde
Bakır Standart Çözeltisi	High-purity Standards	%2'lik HNO <sub>3</sub> içerisinde
Çinko Standart Çözeltisi	High-purity Standards	%2'lik HNO <sub>3</sub> içerisinde
Demir Standart Çözeltisi	High-purity Standards	%2'lik HNO <sub>3</sub> içerisinde
Kadmiyum Standart Çözeltisi	High-purity Standards	%2'lik HNO <sub>3</sub> içerisinde
Kurşun Standart Çözeltisi	High-purity Standards	%2'lik HNO <sub>3</sub> içerisinde
Magnezyum Standart Çözeltisi	High-purity Standards	%2'lik HNO <sub>3</sub> içerisinde
Kalsiyum Standart Çözeltisi	High-purity Standards	%2'lik HNO <sub>3</sub> içerisinde
Mangan Standart Çözeltisi	High-purity Standards	%2'lik HNO <sub>3</sub> içerisinde
Nikel Standart Çözeltisi	High-purity Standards	%2'lik HNO <sub>3</sub> içerisinde

### 3.2.4.3. Mikrodalga kapalı sistem yaş yakma yapılarak örneklerin hazırlanması

Çiğ süt örneklerinden mikrodalga teflon tüplerine 0,8 g civarında tartılmış, üzerine 4 ml HNO<sub>3</sub> (% 65'lik) ve 1 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (% 31'lik) ilave edildikten sonra karıştırılmış ve 15-20 dk. bekleme bırakılmıştır. Daha sonra teflon tüpleri kapatılarak Tablo 3.5'te belirtilen mikrodalga koşullarında yakma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3.5 Mikrodalga yakma programları

Program	1				
	1	2	3	4	5
Yakma Basamakları					
Basınç (bar)	30	30	30	30	30
Sıcaklık (°C)	150	180	200	100	100
Çıkış süresi (dak.)	5	5	5	1	1
Bekleme süresi (dak.)	5	15	15	1	1
Güç (%)	60	75	80	10	10

Yakma işlemi sonunda, teflon tüpleri soğuduktan sonra kapakları dikkatlice açılmış, içerik 50 mL'lik balon jöjeye süzölmüştür.

### 3.2.4.4. Hesaplama ve sonuç

Tayin edilmek istenen her bir element için çalışma standart çözeltileri hazırlanmış ve hazırlanan çalışma standart çözeltileri artan konsantrasyonlarda cihaza okutulularak elde edilen değere göre çizilen kalibrasyon eğrisinden örnekteki kalıntı miktarı hesaplanmıştır. Sonuç hesaplanırken cihazda numune için okunan konsantrasyon değerinden kör numunenin konsantrasyonu çıkarılıp seyreltme faktörü ile çarpılması sonucu numunedeki elemente ait miktar hesaplanmıştır.

### 3.2.5. İstatistiksel analizler

Çalışmada elde edilen analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirmesi SPSS 15.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır.

Somatik hücre ve aerobik koloni sayımında elde edilen bulguların normal dağılıma sahip olup olmadığının tespiti için Shapiro-Wilk testi uygulanmış, daha sonra dönemler arasındaki farkın anlamlı olup olmadığının incelenmesi için bulgular ANOVA ve çoklu karşılaştırma testlerine tabi tutularak değerlendirilmiştir.

Aflatoksin M<sub>1</sub> analiz sonuçlarında elde edilen bulguların normal dağılıma sahip olup olmadığının tespiti için Shapiro-Wilk testi uygulanmıştır. Daha sonra ilçeler arasındaki farkın anlamlı olup olmadığının incelenmesi için Kruskal Wallis Htestine tabi tutularak değerlendirilmiştir.

Ağır metal ve mineral madde analizlerinde elde edilen ortalamaların istatistiksel olarak değerlendirilmesinde ANOVA testi kullanılmıştır.

## BÖLÜM 4

### BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 4.1 Somatik Hücre Sayım Sonuçları

Çalışma kapsamında Nevşehir'in her bir ilçesinde belirlenen 7 adet onaylı süt toplama merkezinden somatik hücre sayımı analizleri için Ocak-Aralık 2021 ayları arasında ayda 1 kez olmak üzere toplam 84 adet çiğ süt örneği alınarak somatik hücre sayımı analizleri gerçekleştirilmiş ve 3 aylık bir periyodun yuvarlanmış geometrik ortalaması alınmıştır.

Ülkemizde Hayvansal Gıdalar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği uyarınca; somatik hücre sayısı (her mililitrede), ayda en az 1 numune ile 3 aylık bir periyodun yuvarlanmış geometrik ortalaması  $\leq 400.000$  olmalıdır [13]. Avrupa Birliği, Yeni Zelanda, Avustralya ve Kanada'da somatik hücre sayısı için yasal limit 400.000 hücre/ml iken, ABD'de 750.000 hücre/ml ve Brezilya'da 1.000.000 hücre/ml'dir [78].

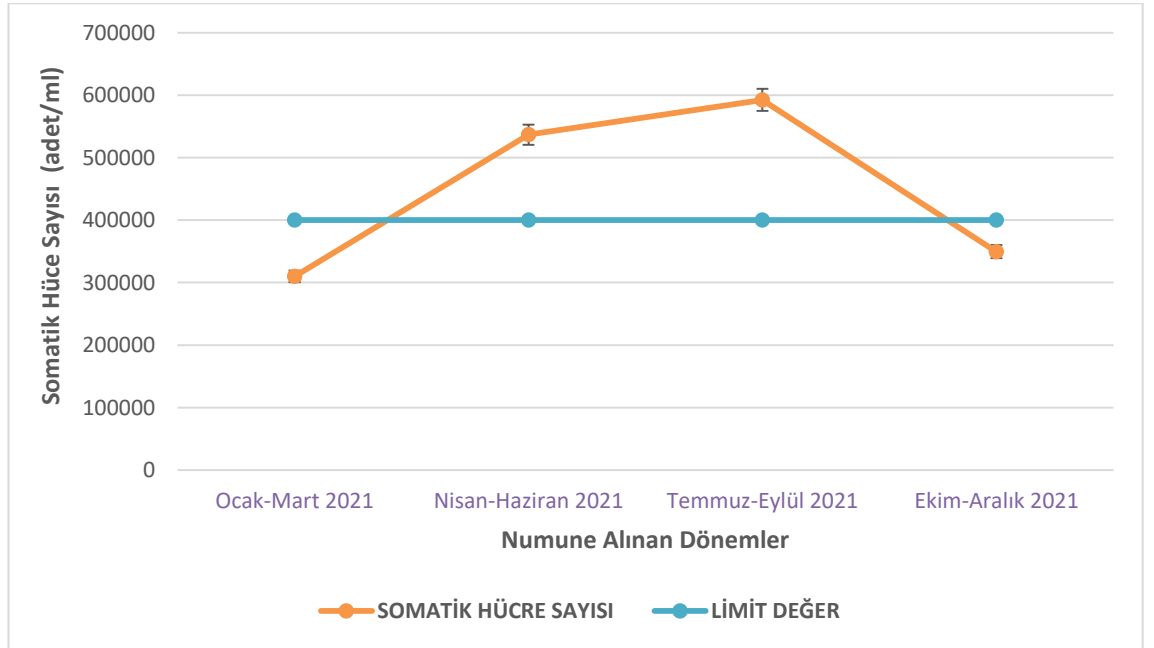
Çalışmanın yapıldığı Ocak-Aralık 2021 ayları arasında somatik hücre sayısı ortalama  $451.974 \pm 80,2$  hücre/ml bulunmuştur. Ocak-Mart 2021 döneminde bu değer ortalama  $393.204 \pm 78,4$ ; Nisan-Haziran 2021 döneminde  $475.395 \pm 49,1$ ; Temmuz-Eylül 2021 döneminde  $542.654 \pm 33,5$  ve Ekim-Aralık 2021 döneminde ise  $396.641 \pm 38,0$  hücre/ml olarak belirlenmiştir. Ortalama somatik hücre sayısı en düşük Ocak-Mart 2021 döneminde; en yüksek ise Temmuz-Eylül 2021 döneminde tespit edilmiştir.

Somatik hücre analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirmesi SPSS 15.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen bulguların öncelikle normal dağılıma sahip olup olmadığının tespiti için Shapiro-Wilk testi uygulanmış ve verilerin normal dağılıma sahip olduğu belirlenmiştir. Daha sonra dönemler arasındaki farkın anlamlı olup olmadığının incelenmesi için bulgular ANOVA ve çoklu karşılaştırma testlerine tabi tutularak değerlendirilmiştir. Yapılan ANOVA analizine göre test edilen dönemler arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Gruplar arasındaki farklılığı tespit etmek için post-hoc testi olarak Tamhane testi kullanılmıştır. Somatik hücre sayım sonuçları değerlendirildiğinde Ocak-Mart 2021 dönemi ile Temmuz-Eylül 2021 dönemi arasında; Nisan-Haziran 2021 dönemi ile Ekim-Aralık 2021 dönemi arasındaki fark Anova ve

çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

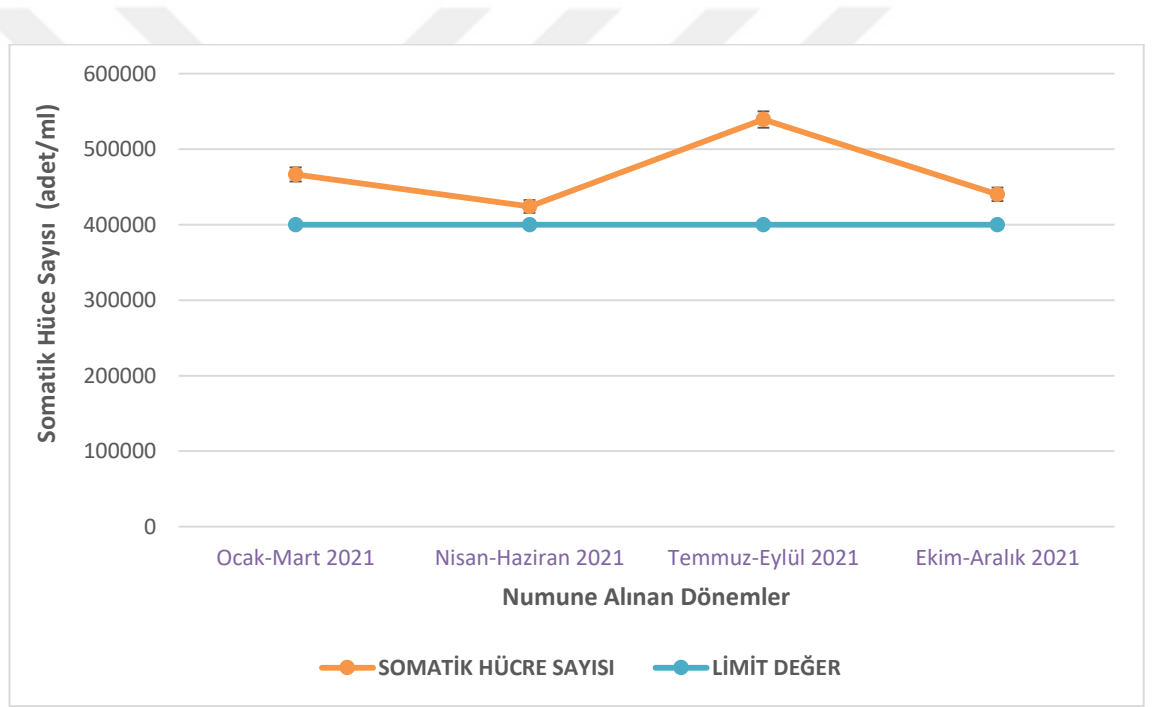
Temmuz-Eylül 2021 dönemi ile Ocak-Mart 2021 ve Ekim-Aralık 2021 dönemleri arasında; Ekim-Aralık 2021 dönemi ile Nisan-Haziran 2021 ve Temmuz-Eylül 2021 dönemleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Acıgöl ilçesine ait süt toplama merkezinden alınan süt örneklerinin somatik hücre sayım sonuçları Şekil 4.1’de verilmiştir. Acıgöl ilçesinde belirlenen süt toplama merkezinden alınan çiğ süt örneklerinde gerçekleştirilen somatik hücre sayımı analizleri neticesinde en düşük değer  $309.821 \pm 138,4$  hücre/ml ile Ocak-Mart 2021 döneminde; en yüksek değer ise  $592.400 \pm 138,4$  hücre/ml ile Temmuz-Eylül 2021 döneminde tespit edilmiştir. Şekil 4.1 incelendiğinde Acıgöl ilçesinde Ocak-Mart 2021 ve Ekim-Aralık 2021 dönemlerinde alınan çiğ süt örneklerinin analiz sonuçlarının Hayvansal Gıdalar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği’nde belirlenen 400.000 limitinden düşük olduğu görülmektedir. Diğer dönemlerde alınan çiğ süt örneklerinin tamamının 400.000 limitinden yüksek olduğu tespit edilmiş olup; söz konusu yönetmeliğe uygun olmadığı görülmüştür [13].



Şekil 4.1. Acıgöl ilçesine ait toplanan süt örneklerinin somatik hücre sayım sonuçları (ayda en az 1 numune ile 3 aylık bir periyodun yuvarlanmış geometrik ortalaması)

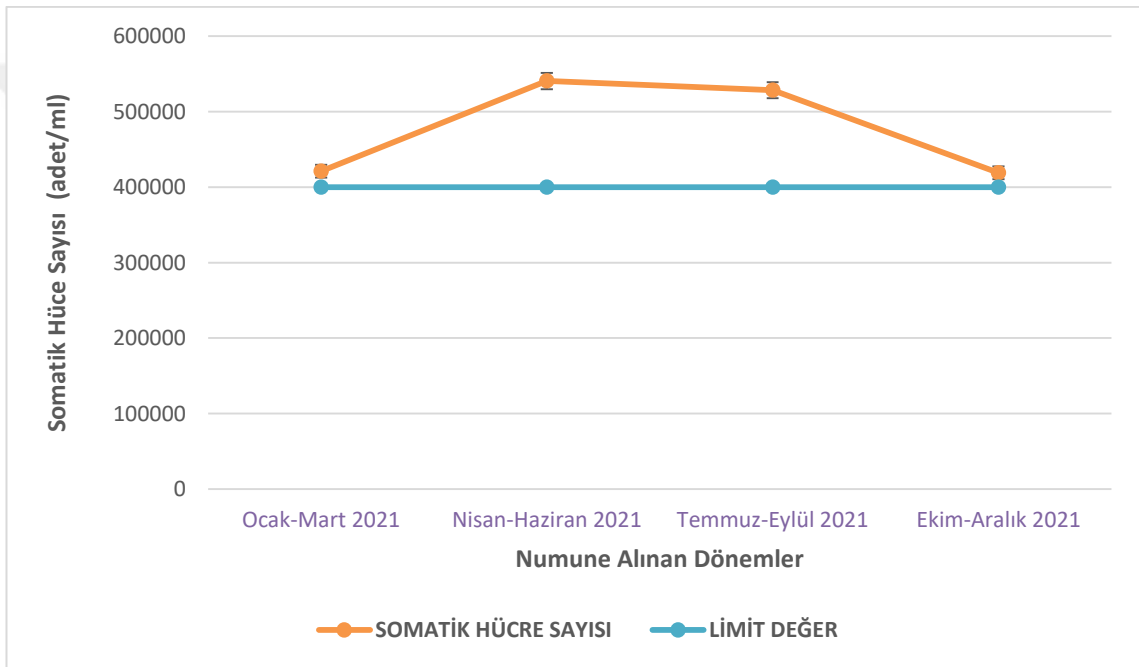
Avanos ilçesinde belirlenen süt toplama merkezinden alınan çiğ süt örneklerinde gerçekleştirilen somatik hücre sayımı analizleri neticesinde en düşük değer  $424.207 \pm 50,9$  hücre/ml ile Nisan-Haziran 2021 döneminde; en yüksek değer ise  $539.434 \pm 50,9$  hücre/ml ile Temmuz-Eylül 2021 döneminde tespit edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde Avanos ilçesinde tüm dönemlerde alınan çiğ süt örneklerinin tamamının limit değerinin üzerinde olduğu görülmüştür [13]. Avanos ilçesine ait süt toplama merkezinden alınan süt örneklerinin somatik hücre sayım sonuçları Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2. Avanos ilçesine ait toplanan süt örneklerinin somatik hücre sayım sonuçları (ayda en az 1 numune ile 3 aylık bir periyodun yuvarlanmış geometrik ortalaması)

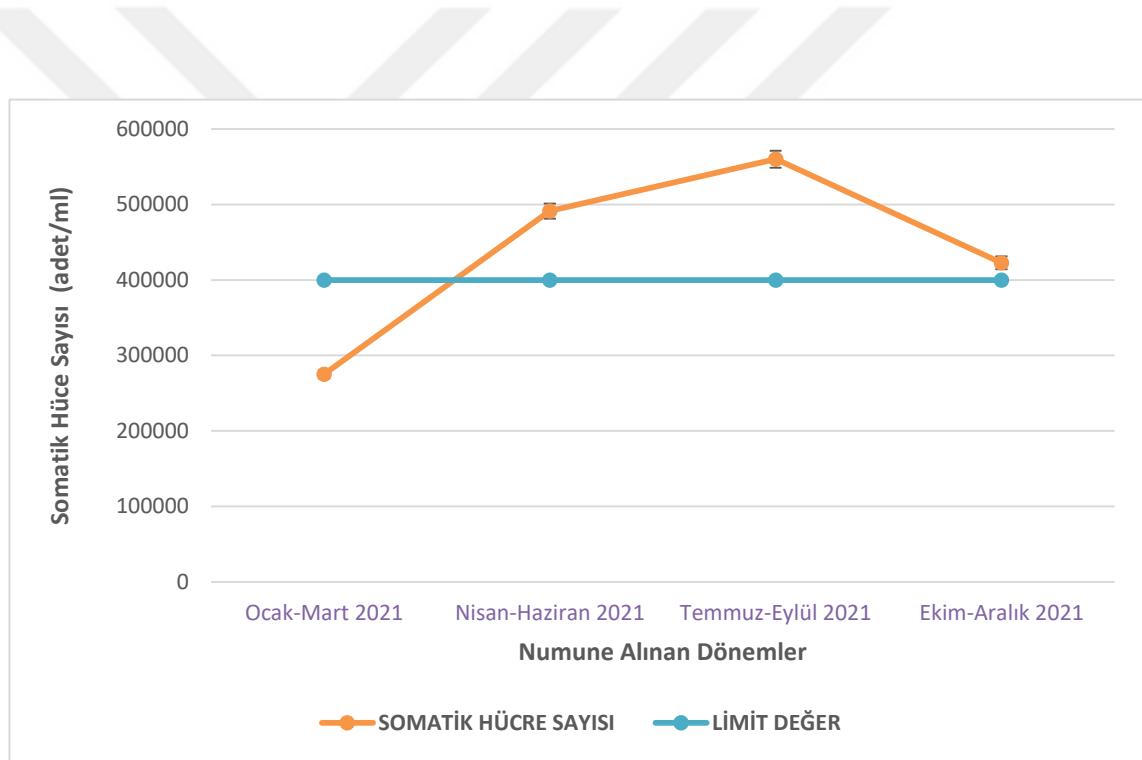


Gülşehir ilçesinde belirlenen süt toplama merkezinden alınan çiğ süt örneklerinde gerçekleştirilen somatik hücre sayımı analizleri neticesinde en düşük değer  $419.045 \pm 66,2$  hücre/ml ile Ekim-Aralık 2021 döneminde; en yüksek değer ise  $540.583 \pm 66,2$  hücre/ml ile Nisan-Haziran 2021 döneminde tespit edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde Gülşehir ilçesinden tüm dönemlerde alınan çiğ süt örneklerinin tamamının limit değerinin üzerinde olduğu görülmüştür [13]. Gülşehir ilçesine ait süt toplama merkezinden alınan süt örneklerinin somatik hücre sayım sonuçları Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3. Gülşehir ilçesine ait toplanan süt örneklerinin somatik hücre sayım sonuçları (ayda en az 1 numune ile 3 aylık bir periyodun yuvarlanmış geometrik ortalaması)

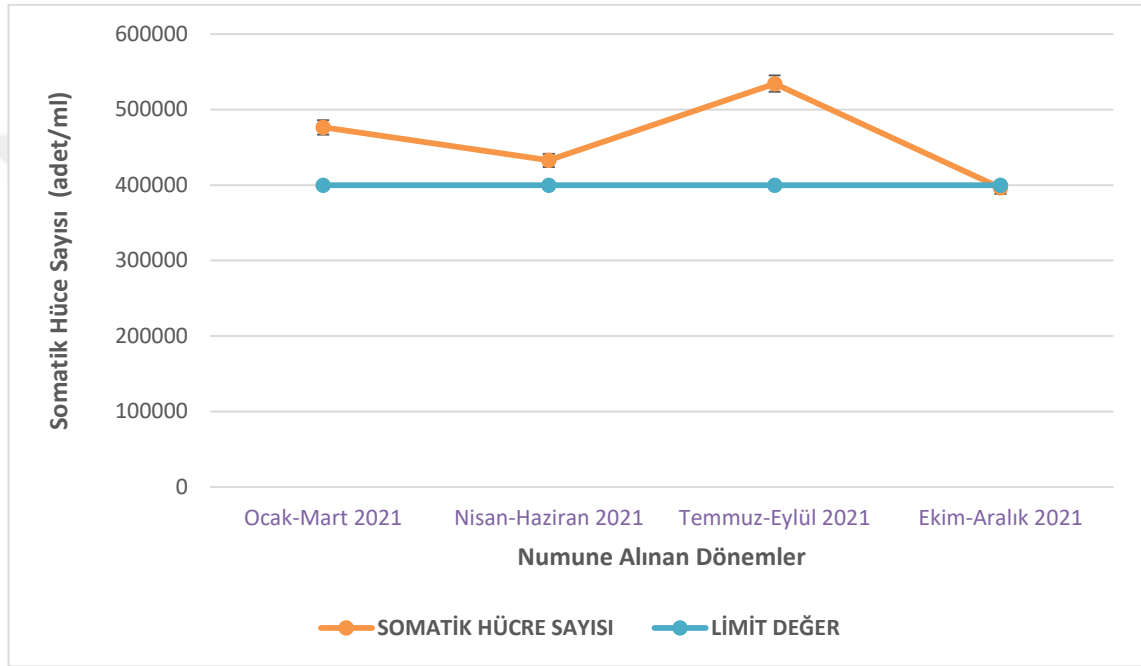
Derinkuyu ilçesine ait süt toplama merkezinden alınan süt örneklerinin somatik hücre sayım sonuçları Şekil 4.4'te verilmiştir. Derinkuyu ilçesinde belirlenen süt toplama merkezinden alınan çiğ süt örneklerinde gerçekleştirilen somatik hücre sayımı analizleri neticesinde en düşük değer  $275.201 \pm 121,6$  hücre/ml ile Ocak-Mart 2021 döneminde; en yüksek değer ise  $559.940 \pm 121,6$  hücre/ml ile Temmuz-Eylül 2021 döneminde tespit edilmiştir. Şekil 4.4 incelendiğinde Derinkuyu ilçesinde Ocak-Mart 2021 döneminde alınan çiğ süt örneklerinin analiz sonuçlarının Hayvansal Gıdalar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği'ne uygun olduğu görülmektedir. Diğer dönemlerde alınan çiğ süt örneklerinin tamamının 400.000 limitinden yüksek olduğu tespit edilmiştir [13].



Şekil 4.4. Derinkuyu ilçesine ait toplanan süt örneklerinin somatik hücre sayım sonuçları (ayda en az 1 numune ile 3 aylık bir periyodun yuvarlanmış geometrik ortalaması)

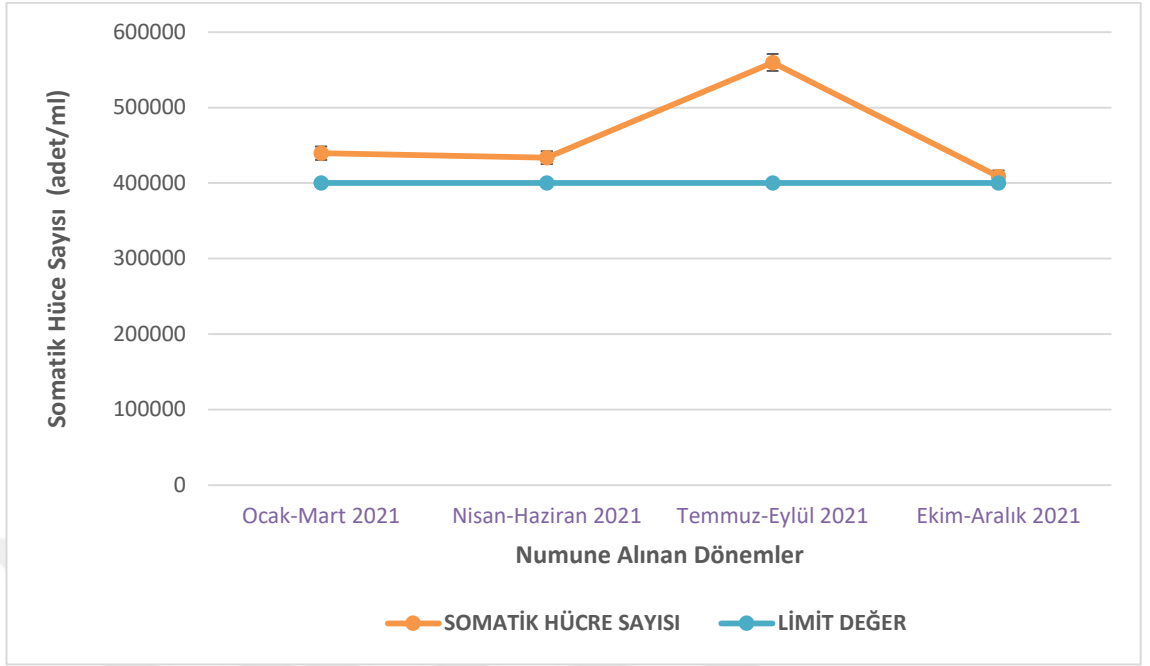
Hacıbektaş ilçesine ait süt toplama merkezinden alınan süt örneklerinin somatik hücre sayım sonuçları Şekil 4.5'te verilmiştir. Hacıbektaş ilçesinde belirlenen süt toplama merkezinden alınan çiğ süt örneklerinde gerçekleştirilen somatik hücre sayımı analizleri neticesinde en düşük değer  $396.384 \pm 59,4$  hücre/ml ile Ekim-Aralık 2021 döneminde;

en yüksek değer ise  $534.454 \pm 59,4$  hücre/ml ile Temmuz-Eylül 2021 döneminde tespit edilmiştir. Şekil 4.5 incelendiğinde Hacıbehtaş ilçesinde Ekim-Aralık 2021 döneminde alınan çiğ süt örneklerinin analiz sonuçlarının Hayvansal Gıdalar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği'ne uygun olduğu görülmektedir. Diğer dönemlerde alınan çiğ süt örneklerinin tamamı limit değerin üzerinde olduğu görülmektedir [13].



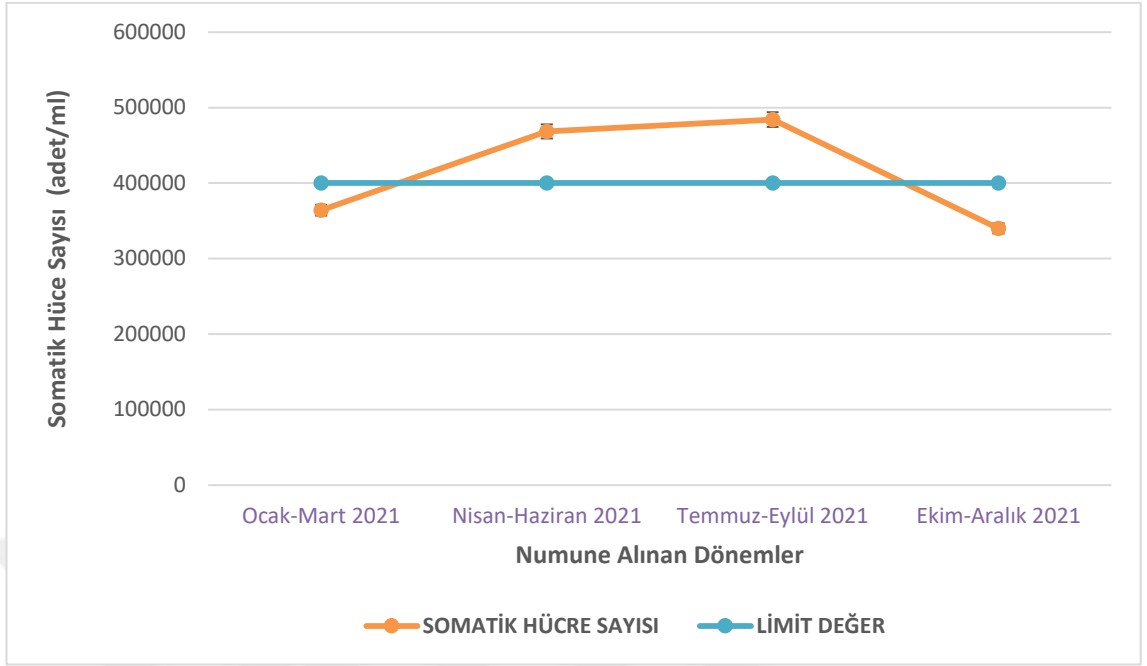
Şekil 4.5. Hacıbehtaş ilçesine ait toplanan süt örneklerinin somatik hücre sayım sonuçları (ayda en az 1 numune ile 3 aylık bir periyodun yuvarlanmış geometrik ortalaması)

Kozaklı ilçesinde belirlenen süt toplama merkezinden alınan çiğ süt örneklerinde gerçekleştirilen somatik hücre sayımı analizleri incelendiğinde; en düşük değer  $408.533 \pm 67,5$  hücre/ml ile Ekim-Aralık 2021 döneminde; en yüksek değer ise  $559.715 \pm 67,5$  hücre/ml ile Temmuz-Eylül 2021 döneminde tespit edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde Kozaklı ilçesinden tüm dönemlerde alınan çiğ süt örneklerinin tamamının limit değerin üzerinde olduğu görülmüştür [13]. Kozaklı ilçesine ait süt toplama merkezinden alınan süt örneklerinin somatik hücre sayım sonuçları Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6. Kozaklı ilçesine ait toplanan süt örneklerinin somatik hücre sayım sonuçları (ayda en az 1 numune ile 3 aylık bir periyodun yuvarlanmış geometrik ortalaması)

Ürgüp ilçesine ait süt toplama merkezinden alınan süt örneklerinin somatik hücre sayım sonuçları Şekil 4.7’de verilmiştir. Ürgüp ilçesinde belirlenen süt toplama merkezinden alınan çiğ süt örneklerinde gerçekleştirilen somatik hücre sayımı analizleri neticesinde en düşük değer  $339.913 \pm 72,7$  hücre/ml ile Ekim-Aralık 2021 döneminde; en yüksek değer ise  $484.207 \pm 72,7$  hücre/ml ile Temmuz-Eylül 2021 döneminde tespit edilmiştir. Şekil 4.7 incelendiğinde Ürgüp ilçesinde Ocak-Mart 2021 ve Ekim-Aralık 2021 dönemlerinde alınan çiğ süt örneklerinin analiz sonuçlarının limit değerinin altında olduğu; diğer dönemlerde alınan çiğ süt örneklerinin ise limit değerinin üzerinde olduğu görülmüştür [13].



Şekil 4.7. Ürgüp ilçesine ait toplanan süt örneklerinin somatik hücre sayım sonuçları (ayda en az 1 numune ile 3 aylık bir periyodun yuvarlanmış geometrik ortalaması)

Temelli ve Şerbetcioğlu, bir süt işletmesinde işlenen inek sütlerinin Somatik Hücre Sayısının dört yıllık periyot boyunca belirlenen ortalama somatik hücre sayılarının aylara göre dağılımının incelenmesinde, 60.000 adet/ml ile 2005 yılının Mart ayında en düşük değerde, 122.210 adet/ml ile 2008 yılının Eylül ayında ise en yüksek değerde olduğu bildirmişlerdir [58]. Dohoo ve çalışma arkadaşları yaptıkları çalışmada somatik hücre sayısının en düşük Şubat ayında, en yüksek Eylül ayında bulunduğunu rapor etmişlerdir [79]. Olde-Riekerink ve çalışma arkadaşları ise Kanada’da yapılan çalışmada somatik hücre sayısını en yüksek Eylül ayında, en düşük Mart ayında bulunduğunu bildirmişlerdir [62]. Çalışmamızda ortalama somatik hücre sayısı en düşük Ocak-Mart 2021 döneminde; en yüksek ise Temmuz-Eylül 2021 döneminde bulunması yönünden Temelli ve Şerbetcioğlu, Dohoo ve çalışma arkadaşları, Olde-Riekerink ve çalışma arkadaşları tarafından yapılan çalışmalara benzerlik göstermektedir [58, 62, 79]. Patır ve çalışma arkadaşları, Çoban ve çalışma arkadaşları, Kaygısız ve Karnak tarafından bildirilen bulgulardan ise düşük bulunmuştur [56-57, 59].

## 4.2 Aerobik Koloni Sayım Sonuçları

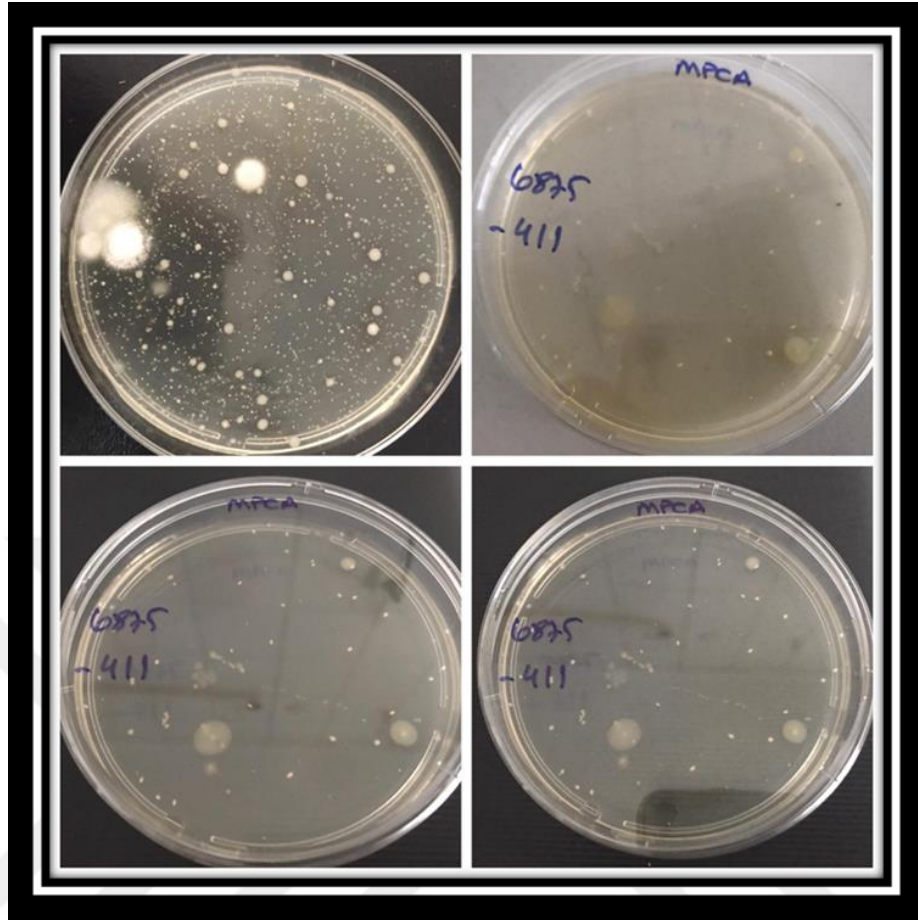
Çalışma kapsamında Nevşehir'in her bir ilçesinde belirlenen 7 adet onaylı süt toplama merkezinden aerobik koloni sayımı analizleri için Ocak-Aralık 2021 ayları arasında ayda 2 kez olmak üzere toplam 168 adet çiğ süt örneği alınarak aerobik koloni sayımı analizleri gerçekleştirilmiş ve 2 aylık bir periyodun yuvarlanmış geometrik ortalaması alınmıştır.

Hayvansal Gıdalar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği uyarınca; 30 °C 'de aerobik koloni sayısı (her mililitrede), ayda en az 2 numune ile 2 aylık bir periyodun yuvarlanmış geometrik ortalaması  $\leq 100.000$  (5 log kob/mL) olmalıdır [13].

Çalışmanın yapıldığı Ocak-Aralık 2021 ayları arasında aerobik koloni sayısı ortalama  $8 \pm 0,17$  log kob/ml bulunmuştur. Ocak-Şubat 2021 döneminde bu değer ortalama  $7,8 \pm 0,06$ ; Mart-Nisan 2021 döneminde  $8,01 \pm 0,05$ ; Mayıs-Haziran 2021 döneminde  $8,15 \pm 0,09$ ; Temmuz-Ağustos 2021 döneminde  $8,15 \pm 0,08$ ; Eylül-Ekim 2021 döneminde  $8,14 \pm 0,09$  ve Kasım-Aralık 2021 döneminde ise  $7,77 \pm 0,06$  log kob/ml olarak belirlenmiştir. Ortalama aerobik koloni sayısı en düşük Kasım-Aralık 2021 döneminde; en yüksek ise Temmuz-Ağustos 2021 döneminde tespit edilmiştir.

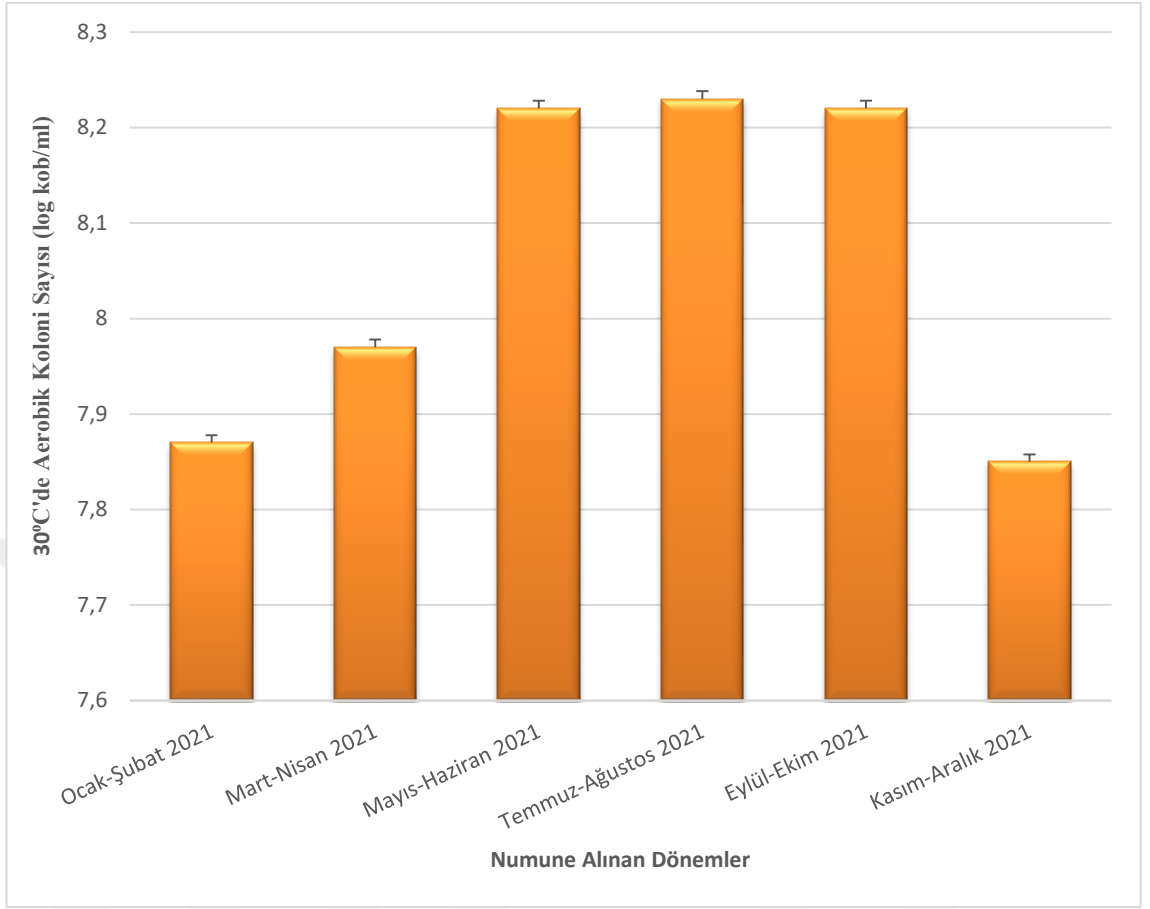
Aerobik koloni sayımı analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirmesi SPSS 15.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen bulguların öncelikle normal dağılıma sahip olup olmadığının tespiti için Shapiro-Wilk testi uygulanmış ve verilerin normal dağılıma sahip olduğu belirlenmiştir. Daha sonra dönemler arasındaki farkın anlamlı olup olmadığının incelenmesi için bulgular ANOVA ve çoklu karşılaştırma testlerine tabi tutularak değerlendirilmiştir. Aerobik koloni sayımı analiz sonuçları değerlendirildiğinde; Ocak-Şubat 2021 dönemi ile Kasım-Aralık 2021 dönemi arasında; Eylül-Ekim 2021 dönemi ile Mart-Nisan 2021, Mayıs-Haziran 2021, Temmuz-Ağustos 2021 dönemleri arasında fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ).

Aerobik koloni sayımına ilişkin yapılan çalışmalara ait petri görselleri Resim 4.1'de verilmiştir.



Resim 4.1. Aerobik koloni sayımına ait petri görselleri

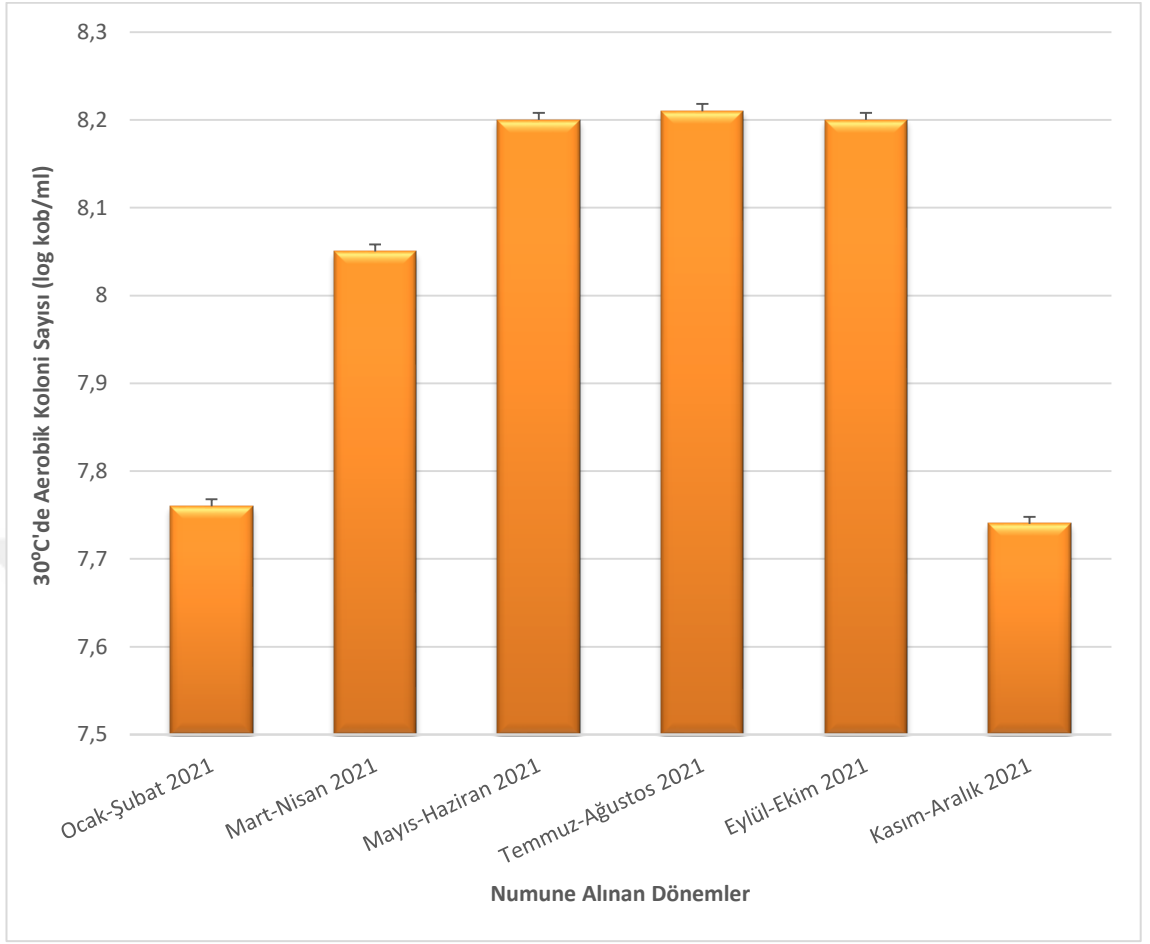
Acıgöl ilçesine ait süt toplama merkezinden alınan süt örneklerinin aerobik koloni sayım sonuçları Şekil 4.8’de verilmiştir. Acıgöl ilçesinde belirlenen süt toplama merkezinden alınan çiğ süt örneklerinde gerçekleştirilen aerobik koloni sayım analizleri neticesinde en düşük değer  $7,85 \pm 0,18$  log kob/ml ile Kasım-Aralık 2021 döneminde; en yüksek değer ise  $8,23 \pm 0,18$  log kob/ml ile Temmuz-Ağustos 2021 döneminde tespit edilmiştir. Şekil 4.8 incelendiğinde Acıgöl ilçesinden alınan çiğ süt örneklerinin analiz sonuçlarının tamamının ülkemizin limit değerinin üzerinde olduğu görülmüştür [13].



Şekil 4.8. Acıgöl ilçesinden alınan çiğ süt örneklerine ait 30 °C'de aerobik koloni sayısı (log kob/ml) (ayda en az 2 numune ile 2 aylık bir periyodun yuvarlanmış geometrik ortalaması)

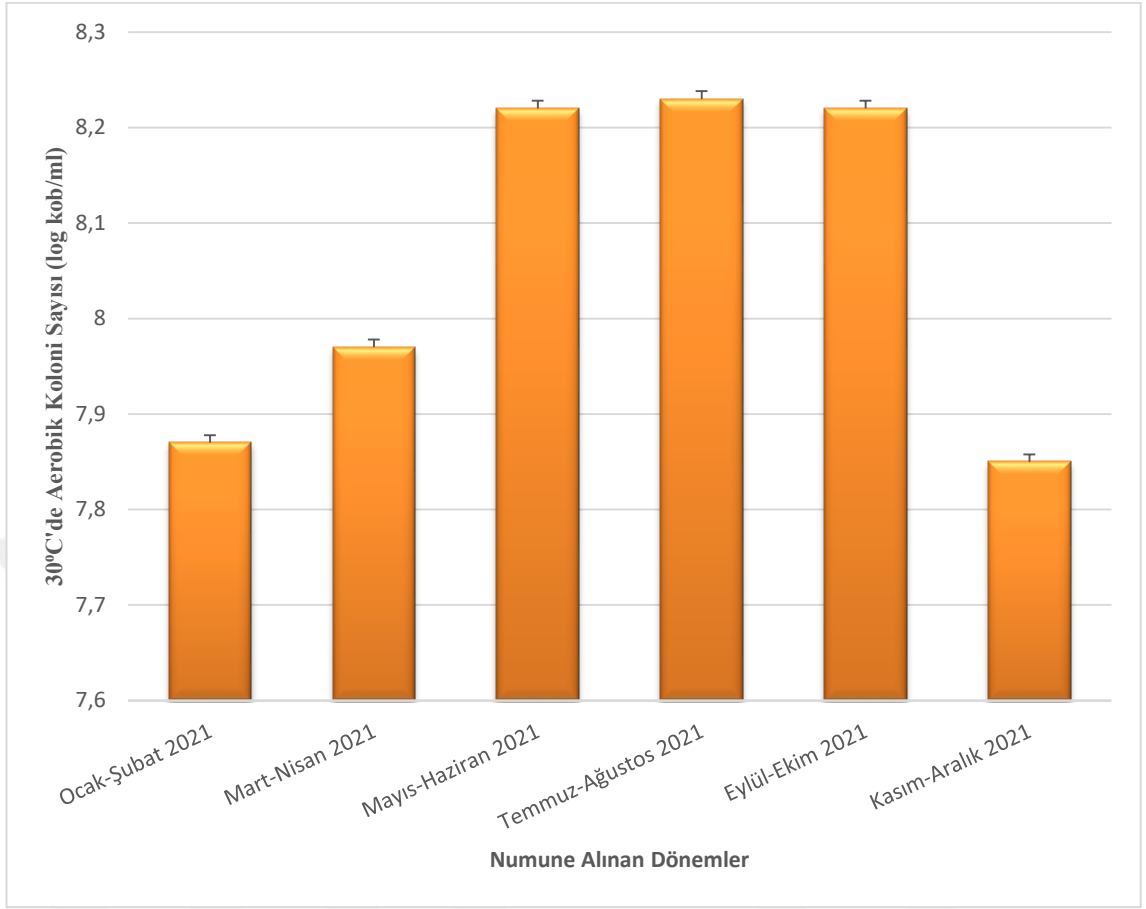
Avanos ilçesine ait süt toplama merkezinden alınan süt örneklerinin aerobik koloni sayım sonuçları Şekil 4.9'da verilmiştir. Avanos ilçesinde belirlenen süt toplama merkezinden alınan çiğ süt örneklerinde gerçekleştirilen aerobik koloni sayım analizleri neticesinde en düşük değer  $7,74 \pm 0,22$  log kob/ml ile Kasım-Aralık 2021 döneminde; en yüksek değer ise  $8,21 \pm 0,22$  log kob/ml ile Temmuz-Ağustos 2021 döneminde tespit edilmiştir. Şekil 4.9 incelendiğinde Avanos ilçesinden alınan çiğ süt örneklerinin analiz sonuçlarının tamamının limit değerinin üzerinde olduğu görülmüştür.





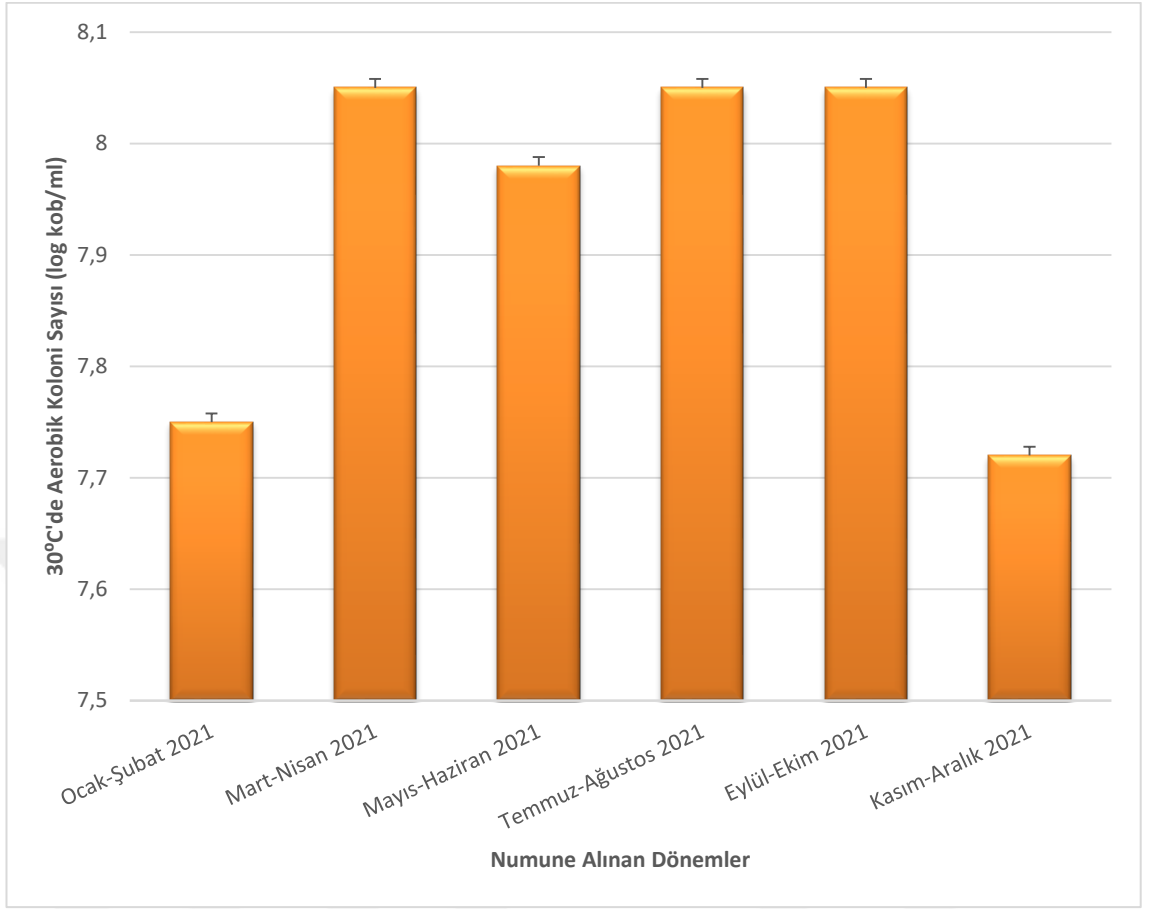
Şekil 4.9. Avanos ilçesinden alınan çiğ süt örneklerine ait 30 °C’de aerobik koloni sayısı (log kob/ml) (ayda en az 2 numune ile 2 aylık bir periyodun yuvarlanmış geometrik ortalaması)

Gülşehir ilçesine ait süt toplama merkezinden alınan süt örneklerinin aerobik koloni sayım sonuçları Şekil 4.10’da verilmiştir. Gülşehir ilçesinde belirlenen süt toplama merkezinden alınan çiğ süt örneklerinde gerçekleştirilen aerobik koloni sayım analizleri neticesinde en düşük değer  $7,75 \pm 0,18$  log kob/ml ile Kasım-Aralık 2021 döneminde; en yüksek değer ise  $8,25 \pm 0,18$  log kob/ml ile Temmuz-Ağustos 2021 döneminde tespit edilmiştir. Şekil 4.10 incelendiğinde Gülşehir ilçesinden alınan çiğ süt örneklerinin analiz sonuçlarının tamamının limit değerinin üzerinde olduğu görülmüştür [13].



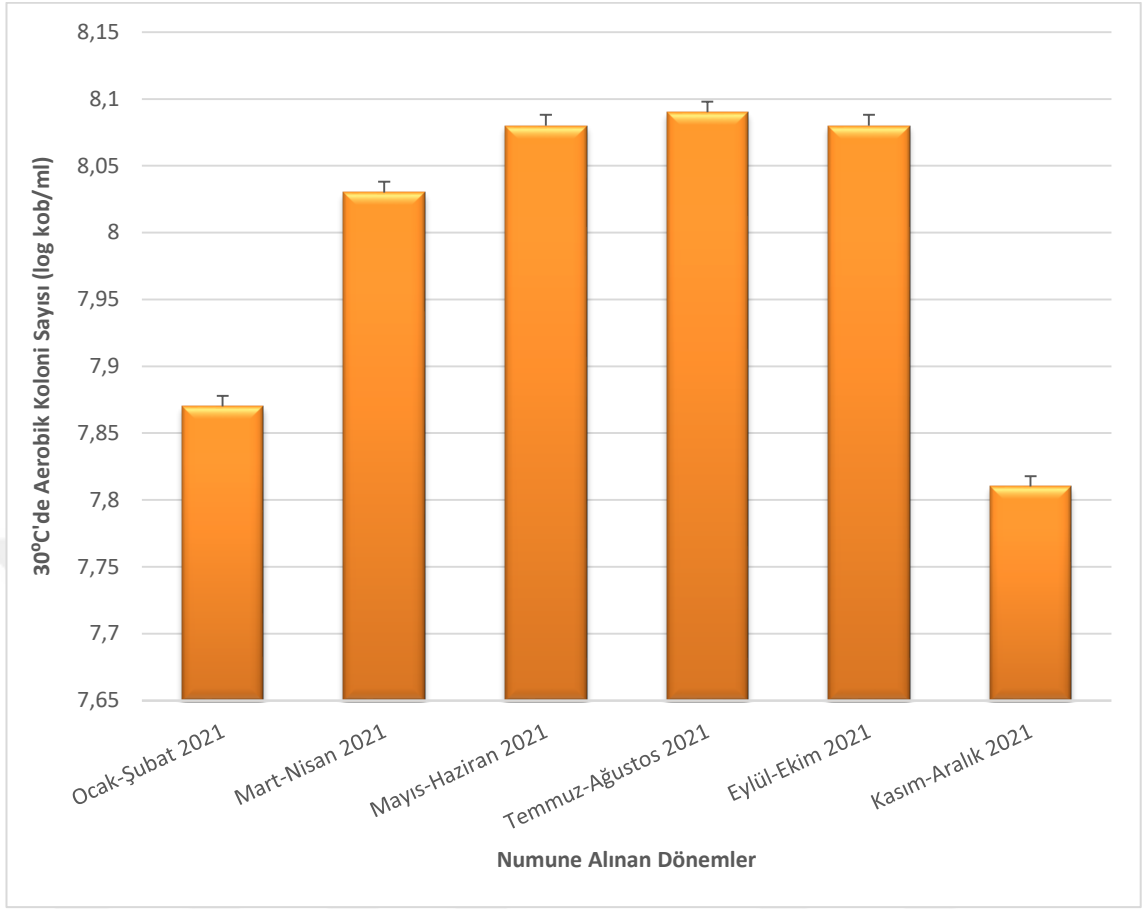
Şekil 4.10. Gülşehir ilçesinden alınan çiğ süt örneklerine ait 30 °C’de aerobik koloni sayısı (log kob/ml) (ayda en az 2 numune ile 2 aylık bir periyodun yuvarlanmış geometrik ortalaması)

Derinkuyu ilçesine ait süt toplama merkezinden alınan süt örneklerinin aerobik koloni sayım sonuçları Şekil 4.11’de verilmiştir. Derinkuyu ilçesinde belirlenen süt toplama merkezinden alınan çiğ süt örneklerinde gerçekleştirilen aerobik koloni sayım analizleri neticesinde en düşük değer  $7,72 \pm 0,15$  log kob/ml ile Kasım-Aralık 2021 döneminde; en yüksek değer ise  $8,05 \pm 0,15$  log kob/ml ile Temmuz-Ağustos 2021 döneminde tespit edilmiştir. Şekil 4.11 incelendiğinde Derinkuyu ilçesinden alınan çiğ süt örneklerinin analiz sonuçlarının tamamının limit değerinin üzerinde olduğu görülmüştür [13].



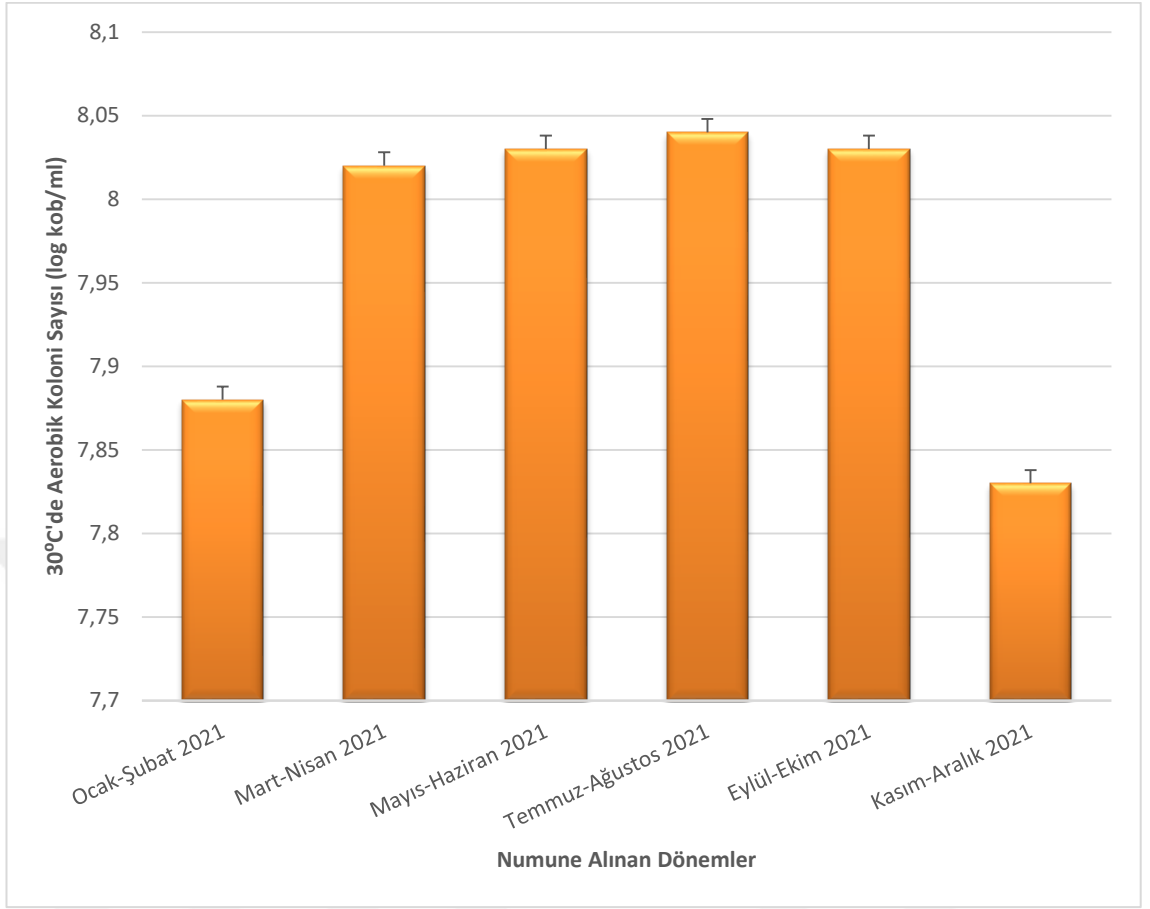
Şekil 4.11. Derinkuyu ilçesinden alınan çiğ süt örneklerine ait 30 °C'de aerobik koloni sayısı (log kob/ml) (ayda en az 2 numune ile 2 aylık bir periyodun yuvarlanmış geometrik ortalaması)

Hacıbektaş ilçesine ait süt toplama merkezinden alınan süt örneklerinin aerobik koloni sayım sonuçları Şekil 4.12'da verilmiştir. Hacıbektaş ilçesinde belirlenen süt toplama merkezinden alınan çiğ süt örneklerinde gerçekleştirilen aerobik koloni sayım analizleri neticesinde en düşük değer  $7,81 \pm 0,12$  log kob/ml ile Kasım-Aralık 2021 döneminde; en yüksek değer ise  $8,09 \pm 0,12$  log kob/ml ile Temmuz-Ağustos 2021 döneminde tespit edilmiştir. Şekil 4.12 incelendiğinde Hacıbektaş ilçesinden alınan çiğ süt örneklerinin analiz sonuçlarının tamamının limit değerini üzerinde olduğu görülmüştür [13].



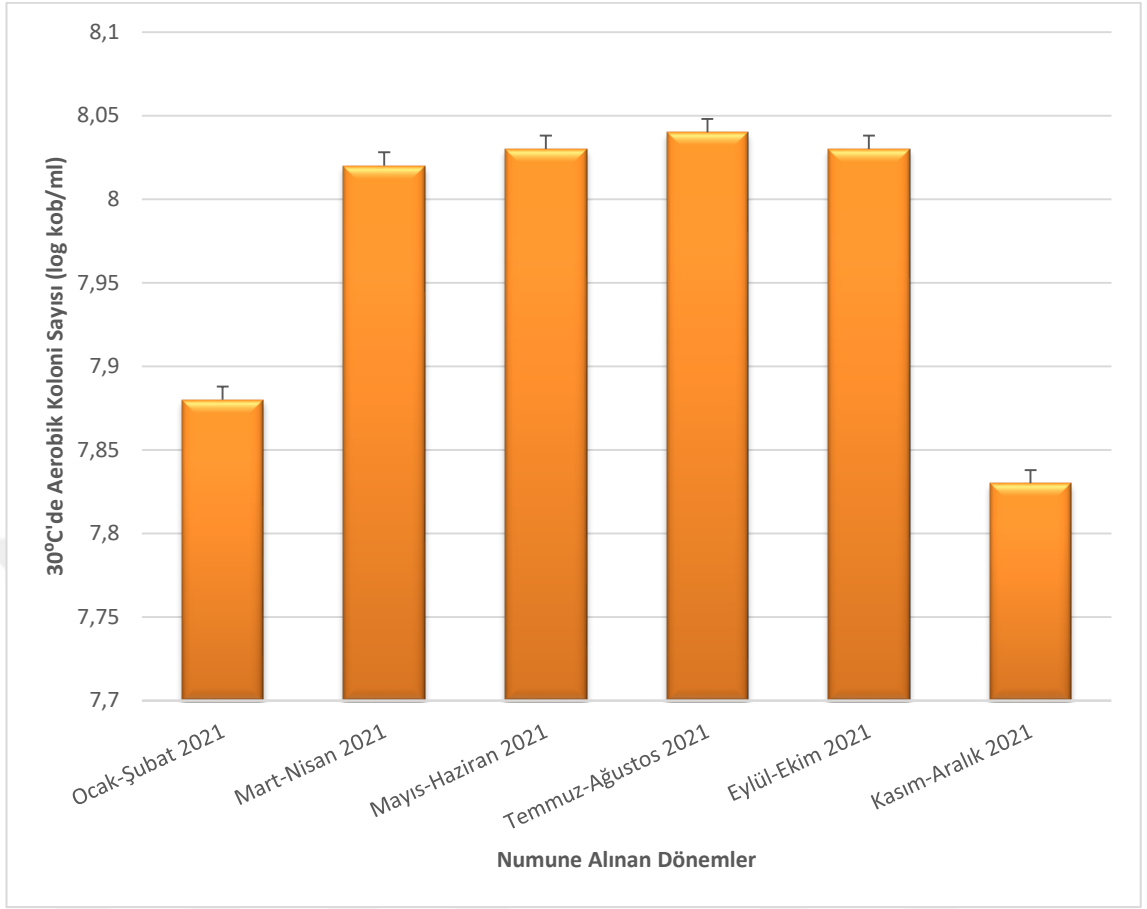
Şekil 4.12. Hacibektaş ilçesinden alınan çiğ süt örneklerine ait 30 °C'de aerobik koloni sayısı (log kob/ml) (ayda en az 2 numune ile 2 aylık bir periyodun yuvarlanmış geometrik ortalaması)

Kozaklı ilçesine ait süt toplama merkezinden alınan süt örneklerinin aerobik koloni sayım sonuçları Şekil 4.13'te verilmiştir. Kozaklı ilçesinde belirlenen süt toplama merkezinden alınan çiğ süt örneklerinde gerçekleştirilen aerobik koloni sayım analizleri neticesinde en düşük değer  $7,83 \pm 0,09$  log kob/ml ile Kasım-Aralık 2021 döneminde; en yüksek değer ise  $8,04 \pm 0,09$  log kob/ml ile Temmuz-Ağustos 2021 döneminde tespit edilmiştir. Şekil 4.13 incelendiğinde Kozaklı ilçesinden alınan çiğ süt örneklerinin analiz sonuçlarının limit değerinin üzerinde olduğu görülmüştür.



Şekil 4.13. Kozaklı ilçesinden alınan çiğ süt örneklerine ait 30 °C’de aerobik koloni sayısı (log kob/ml) (ayda en az 2 numune ile 2 aylık bir periyodun yuvarlanmış geometrik ortalaması)

Ürgüp ilçesine ait süt toplama merkezinden alınan süt örneklerinin aerobik koloni sayım sonuçları Şekil 4.14’te verilmiştir. Ürgüp ilçesinde belirlenen süt toplama merkezinden alınan çiğ süt örneklerinde gerçekleştirilen aerobik koloni sayım analizleri neticesinde en düşük değer  $7,66 \pm 0,09$  log kob/ml ile Kasım-Aralık 2021 döneminde; en yüksek değer ise  $8,20 \pm 0,09$  log kob/ml ile Temmuz-Ağustos 2021 döneminde tespit edilmiştir. Şekil 4.14 incelendiğinde Ürgüp ilçesinden alınan çiğ süt örneklerinin analiz sonuçlarının limit değerinin üzerinde olduğu görülmüştür.



Şekil 4.14. Ürgüp ilçesinden alınan çiğ süt örneklerine ait 30 °C’de aerobik koloni sayısı (log kob/ml) (ayda en az 2 numune ile 2 aylık bir periyodun yuvarlanmış geometrik ortalaması)

Önal ve Öder; yaptıkları çalışmada; ortalama Toplam Bakteri Sayısını 385.000 adet/mL olarak birdirmişlerdir [50].

Taşçı, yaptığı çalışmada; Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayısının ortalama  $3,95 \times 10^6$  kob/mL olduğunu belirlemiştir [51].

Hazer, çiğ süt örneklerinde Toplam Canlı Bakteri Sayısını  $6,65 \pm 6,40$  log kob/mL olarak bulmuştur [52].

Ürkek, konvansiyonel ve organik olarak üretilen süt örneklerini incelediği bir çalışmada; konvansiyonel sütlerin Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri sayılarının 6,31-7,98 log kob/mL arasında, organik sütlerde ise 5,57-6,83 log kob/mL arasında değiştiğini ifade etmiştir [53].

Dan ve çalışma arkadaşları; Romanya’da 2007 Aralık-2008 Mayıs periyodunda farklı çiğ süt toplama merkezlerinden alınan 24 çiğ süt örneğinde aerobik mezofilik mikroorganizma yükünün 4,24-7,39 log ufc/mL olduğunu ifade etmişlerdir [54].

Parkash ve çalışma arkadaşları; 2003 yılı boyunca Hindistan’da bölgesel süt toplama merkezlerinden aldıkları 75 adet çiğ süt örneğinde toplam bakteri sayısının  $6.0 \times 10^3$ - $1,59 \times 10^5$  aralığında değiştiğini belirtmişlerdir [55].

Veličkowska ve çalışma arkadaşları; Kuzey Makedonya’da Ocak-Haziran 2018 döneminde çiğ sütte yaptıkları çalışmada; toplam bakteri sayısını ortalama en düşük Ocak ayında 326,069,44 kob/ml, en yüksek Mayıs ayında 623.395,6 kob/ml olarak rapor etmişler ve örneklerin %89,55’inin Avrupa Birliği standartlarını karşılamadığını ifade etmişlerdir [80].

Ergüllü; İzmir civarında 3 farklı mandıradan temin edilen 21 adet çiğ süt örneğinde toplam mikroorganizma sayısını en az  $33.000 \times 10^3$  kob/ml, en fazla  $820.000 \times 10^3$  kob/ml arasında değiştiğini bildirmiştir. Tüm örneklerin ortalamasını ise  $298.604 \times 10^3$  kob/ml olarak belirtmiştir [81].

Uraz ve Yücel çeşitli yörelerden sağlanan 211 çiğ süt örneğinde toplam koliform bakteri ortalamasını  $3,2 \times 10^8$  adet/ml olarak bulmuşlardır. Araştırmacılar izole edilen koliform grubu mikroorganizmaların mevsimlere ve örnek sayısına göre dağılımlarını incelediğinde en düşük değer kış mevsiminde ( $2,3 \times 10^8$ ), en yüksek değer ise yaz mevsiminde ( $3,9 \times 10^8$ ) bulunduğunu ifade etmişlerdir [82].

Pyz-Łukasik ve çalışma arkadaşları tarafından rastgele seçilen çiğ inek sütü satışı yapılan noktalardan alınan örneklerde yapılan bir çalışmada; toplam bakteri sayısını 4,96-7,56 log cfu/ml olarak bulmuşlar ve örneklerin %98’inin maksimum kabul edilebilir sınırı aştığını ifade etmişlerdir [83].

Bu çalışmada toplam aerobik koloni sayımı analizleri neticesinde elde edilen bulgular; Önal ve Öder, Taşcı, Hazer, Ürkek, Dan ve çalışma arkadaşları, Parkash ve çalışma arkadaşları, Veličkowska ve çalışma arkadaşları, Pyz-Łukasik ve çalışma arkadaşları tarafından bildirilen bulgulardan yüksek bulunmuştur [50-55, 80, 83]. Diğer taraftan

Ergüllü, Uraz ve Yücel tarafından rapor edilen bulgulardan ise düşük bulunmuştur [81-82].

Akın ve çalışma arkadaşları tarafından Adıyaman ilinde çiğ süt toplayıcılarından sağlanan sütlerde mevsimsel ortalamalar olarak toplam bakteri sayısı; en düşük kış mevsiminde 6,45 log kob/ml, en yüksek 7,01 log kob/ml yaz mevsiminde belirlenmiştir [84].

Bu çalışmada, ortalama aerobik koloni sayısı en düşük Kasım-Aralık 2021 döneminde; en yüksek ise Temmuz-Ağustos 2021 döneminde tespit edilmiş olması; mevsimsel yönden Uraz ve Yücel, Akın ve çalışma arkadaşlarının bulgularıyla benzerlik göstermektedir [82, 84].

### **4.3 Aflatoksin M<sub>1</sub> Analiz Sonuçları**

Çalışma kapsamında Nevşehir'in her bir ilçesinde belirlenen 7 adet onaylı süt toplama merkezinden Aflatoksin M<sub>1</sub> analizleri için Ocak-Aralık 2021 ayları arasında üçer aylık dönemler halinde toplam 28 adet çiğ süt örneği alınarak analizleri gerçekleştirilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliğinde çiğ sütte Aflatoksin M<sub>1</sub> için bulunabilecek maksimum değer 0,05 ppb olarak belirtilmiştir [41]. Çin ve ABD'de Aflatoksin M<sub>1</sub> için yasal limit 500 ng/l'dir [66].

Analizi gerçekleştirilen çiğ süt örneklerinde Aflatoksin M<sub>1</sub> miktarı ortalama  $0,033 \pm 0,036$  ppb olarak belirlenmiştir. Aflatoksin M<sub>1</sub> için en düşük değer  $0,013 \pm 0,036$  ppb olarak Temmuz-Eylül 2021 döneminde Ürgüp ilçesinde; en yüksek değer ise  $0,150 \pm 0,036$  ppb olarak Ekim-Aralık döneminde Gülşehir ilçesinde tespit edilmiştir. Alınan çiğ süt örneklerinin %25'inde Aflatoksin M<sub>1</sub> düzeyi ölçüm limiti olan 0,0088 ppb'nin altında kalmıştır.

Alınan çiğ süt örneklerinin % 15'i ise Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliğinde ve AB 1881/2006 numaralı komisyon düzenlemesinde bildirilen çiğ sütte Aflatoksin M<sub>1</sub> için bulunabilecek maksimum değer 0,05 ppb'nin üzerinde bulunmuştur [41, 85].



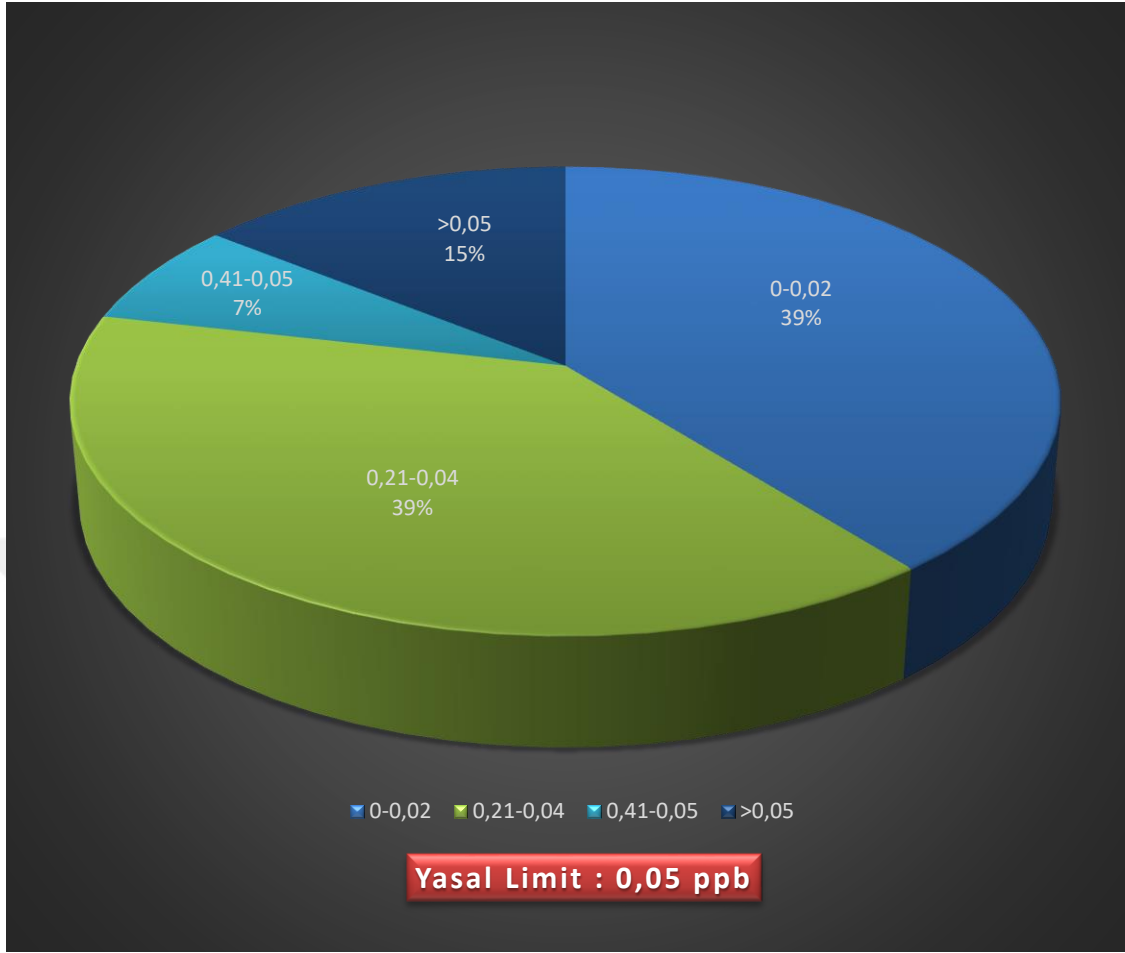
Analizi gerçekleştirilen çiğ süt örneklerinin Aflatoksin M<sub>1</sub> düzeyleri Tablo 4.1’de verilmektedir.

Tablo 4.1 Aflatoksin M<sub>1</sub> düzeyleri (ppb)

<b>Numune Alınan Dönemler</b>				
<b>Numune Alınan İlçeler</b>	Ocak-Mart 2021	Nisan-Haziran 2021	Temmuz-Eylül 2021	Ekim-Aralık 2021
<b>Acıgöl</b>	TEDB	0,016 ± 0,03	TEDB+ 0,03	0,030 ± 0,04
<b>Avanos</b>	0,026 ± 0,03	0,037 ± 0, 03	0,020 ± 0,03	0,016 ± 0,04
<b>Gülşehir</b>	0,078 ± 0,03	0,120 ± 0, 03	0,093 ± 0,03	0,150 ± 0,04
<b>Derinkuyu</b>	TEDB	0,029 ± 0,03	0,036 ± 0, 03	0,041 ± 0,04
<b>Hacıbektaş</b>	TEDB	0,030 ± 0,03	0,027 ± 0,03	0,027 ± 0,04
<b>Kozaklı</b>	TEDB	0,036 ± 0, 03	0,043 ±0,03	0,025 ± 0,04
<b>Ürgüp</b>	TEDB	TEDB	0,013 ± 0,03	0,034 ± 0,04
<b>NOT: TEDB (Tespit Edilebilir Düzeyde Bulunamadı-Ölçüm Limiti 0,0088 ppb’nin altındadır.)</b>				

Aflatoksin M<sub>1</sub> analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirmesi SPSS 15.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen bulguların öncelikle normal dağılıma sahip olup olmadığını tespiti için Shapiro-Wilk testi uygulanmış ve verilerin normal dağılıma sahip olmadığı belirlenmiştir. Elde edilen bulgular numune alınan ilçeler arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını incelemek için Kruskal Wallis H testine tabi tutularak değerlendirilmiştir. Aflatoksin M<sub>1</sub> analiz sonuçları değerlendirildiğinde istatistiksel açıdan dönemler arasında %5 önem seviyesine göre anlamlı bir fark bulunmaktadır (p<0,05).

Analizi gerçekleştirilen çiğ süt örneklerinin Aflatoksin M<sub>1</sub> konsantrasyon yüzdeleri ise Şekil 4.15’te verilmektedir.



Şekil 4.15 Analizi gerçekleştirilen çiğ süt örneklerinin Aflatoksin M<sub>1</sub> konsantrasyon yüzdeleri

Almeida Picinin ve çalışma arkadaşlarının Brezilya’da üç farklı iklim koşulunda ELISA yöntemi ile 129 çiğ süt örneğinde yapmış oldukları çalışmada; Aflatoksin M<sub>1</sub> miktarını ortalama  $0,0195 \pm 0,0021 \mu\text{g/l}$  olarak bulmuşlardır. Örneklerin tamamının Brezilya’nın yasal limitine ( $0,5 \mu\text{g/l}$ ) uygun bulunduğunu, 18 örneğin (%13,95) Kodeks Alimentarius ve AB limitlerini ( $0,05 \mu\text{g/l}$ ) aştığını ifade etmişlerdir [86].

Fallah ve çalışma arkadaşlarının İran’da 88 çiğ süt örneğini TLC ile inceledikleri çalışmada; Aflatoksin M<sub>1</sub> miktarını  $0,013-0,394 \mu\text{g/l}$  aralığında ve ortalama  $0,052 \pm 0,006 \mu\text{g/L}$  olarak bulmuşlardır [87].

Li ve çalışma arkadaşları; Çin’de ana süt üreticilerinden 2016 yılı boyunca toplanan 5650 çiğ süt örneğinin Aflatoksin M<sub>1</sub> miktarını ortalama olarak  $36,8 \pm 43,6 \text{ ng/l}$  olarak bulmuşlardır. Örneklerin sadece 63 tanesinin AB limitlerini aştığını ifade etmişlerdir [66].

Duarte ve çalışma arkadaşlarının pastörize ve UHT sütlerde yapmış oldukları bir çalışmada; Aflatoksin M<sub>1</sub> miktarını ortalama  $23,4 \pm 24,0$  ng/l olarak bildirmişlerdir [88].

Çalışmamızda Aflatoksin M<sub>1</sub> analizleri sonucu elde edilen bulgular; Almeida Picinin ve çalışma arkadaşlarının, Duarte ve çalışma arkadaşlarının bulgularından yüksek bulunmuş olup; Kabak ve Özbey'in çalışmasıyla benzerlik göstermektedir [63, 86, 88].

Diğer taraftan Fallah ve çalışma arkadaşlarının, Temamoğulları ve Kanıcı'nın, Li ve çalışma arkadaşlarının, Hussain ve Anwar'ın bildirdikleri bulgulardan ise ortalama Aflatoksin M<sub>1</sub> miktarı düşük bulunmuştur [64-66, 87].

#### **4.4. Ağır Metal ve Mineral Madde Analiz Sonuçları**

Çalışma kapsamında Nevşehir'in her bir ilçesinde belirlenen 7 adet onaylı süt toplama merkezinden ağır metal ve mineral madde analizleri için Ocak-Aralık 2021 ayları arasında üçer aylık dönemler halinde toplam 28 adet çiğ süt örneği alınarak Mg, Ca, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Cd ve Pb analizleri gerçekleştirilmiştir.

ICP-MS ile yapılan mineral madde ve ağır metal analizleri neticesinde çiğ süt örneklerinde Mg ortalama  $41,96 \pm 1,88$  ppm; Ca ortalama  $79,83 \pm 4,30$  ppm; Mn ortalama  $0,0115 \pm 0,007$  ppm; Fe ortalama  $0,176 \pm 0,003$  ppm; Ni ortalama  $0,0283 \pm 0,002$  ppm; Cu ortalama  $0,0181 \pm 0,003$  ppm; Zn ortalama  $1,56 \pm 0,005$  ppm; As ortalama  $0,0046 \pm 0,000$  ppm; Cd ortalama  $0,001549 \pm 0,000$  ppm ve Pb ortalama  $0,000488 \pm 0,000$  ppm olarak bulunmuştur.

Çiğ süt örneklerinde gerçekleştirilen mineral madde ve ağır metal bulguları Tablo 4.2 ve Tablo 4.3'te verilmektedir.

Tablo 4.2. Çiğ süt örneklerinde mineral madde ve ağır metal düzeyleri (ppm) (Mg, Ca, Mn, Fe, Ni)

	Mg	Ca	Mn	Fe	Ni
<b>Acıgöl</b>	39,63±3,00 <sup>b</sup>	76,28±3,70 <sup>b</sup>	0,01245±0,009 <sup>b</sup>	0,146±0,002 <sup>b</sup>	0,040±0,004 <sup>d</sup>
<b>Avanos</b>	43,21±3,27 <sup>b</sup>	83,79±5,50 <sup>bc</sup>	0,011375±0,009 <sup>b</sup>	0,202±0,009 <sup>c</sup>	0,031±0,005 <sup>bc</sup>
<b>Gülşehir</b>	42,46±5,67 <sup>b</sup>	81,70±3,46 <sup>bc</sup>	0,010875±0,007 <sup>b</sup>	0,163±0,009 <sup>b</sup>	0,024±0,009 <sup>b</sup>
<b>Derinkuyu</b>	31,48±1,13 <sup>a</sup>	60,37±2,73 <sup>a</sup>	0,008375±0,005 <sup>a</sup>	0,130±0,009 <sup>a</sup>	0,021±0,007 <sup>a</sup>
<b>Hacıbekaş</b>	43,79±2,19 <sup>b</sup>	187,20±7,5 <sup>d</sup>	0,0112±0,008 <sup>b</sup>	0,218±0,006 <sup>d</sup>	0,027±0,003 <sup>b</sup>
<b>Kozaklı</b>	42,48±2,02 <sup>b</sup>	79,49±4,57 <sup>b</sup>	0,0114±0,009 <sup>b</sup>	0,178±0,003 <sup>b</sup>	0,034±0,002 <sup>c</sup>
<b>Ürgüp</b>	50,66±2,51 <sup>c</sup>	96,01±4,08 <sup>c</sup>	0,0152±0,010 <sup>c</sup>	0,193±0,000 <sup>c</sup>	0,023±0,005 <sup>b</sup>

Aynı sütunda gösterilen farklı harfler p<0,05 varyans analizi (ANOVA) düzeyinde ağır metallerle göre ilçeler arasında önemli farklılığın olduğunu belirtmektedir.

Tablo 4.3. Çiğ süt örneklerinde mineral madde ve ağır metal düzeyleri (ppm)(Cu, Zn, As, Cd, Pb)

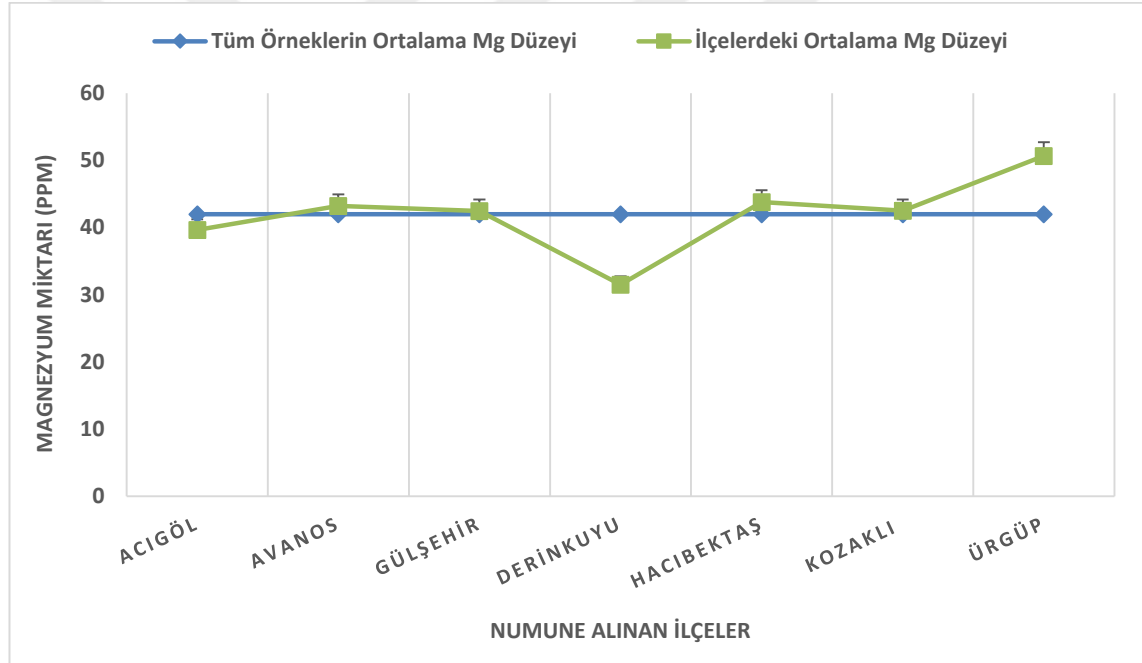
	Cu	Zn	As	Cd	Pb
<b>Acıgöl</b>	0,0199±0,009 <sup>c</sup>	1,52±0,421 <sup>b</sup>	0,0116±0,011 <sup>d</sup>	0,004465±0,007 <sup>c</sup>	0,0006±0,000 <sup>d</sup>
<b>Avanos</b>	0,0187±0,004 <sup>b</sup>	1,66±0,892 <sup>bc</sup>	0,0057±0,004 <sup>c</sup>	0,001525±0,001 <sup>bc</sup>	0,0005±0,000 <sup>c</sup>
<b>Gülşehir</b>	0,0180±0,003 <sup>b</sup>	1,65±0,714 <sup>bc</sup>	0,0038±0,003 <sup>b</sup>	0,001075±0,001 <sup>b</sup>	0,0003±0,000 <sup>b</sup>
<b>Derinkuyu</b>	0,0134±0,009 <sup>a</sup>	0,95±0,183 <sup>a</sup>	0,0036±0,001 <sup>b</sup>	0,0007±0,000 <sup>a</sup>	0,0003±0,000 <sup>b</sup>
<b>Hacıbekaş</b>	0,0186±0,002 <sup>b</sup>	1,88±1,621 <sup>c</sup>	0,0024±0,001 <sup>b</sup>	0,00135±0,001 <sup>bc</sup>	0,0007±0,000 <sup>d</sup>
<b>Kozaklı</b>	0,0182±0,006 <sup>b</sup>	1,43±0,744 <sup>b</sup>	0,0018±0,001 <sup>a</sup>	0,00095±0,000 <sup>b</sup>	0,0004±0,000 <sup>c</sup>
<b>Ürgüp</b>	0,0199±0,006 <sup>c</sup>	1,80±1,051 <sup>c</sup>	0,0031±0,003 <sup>b</sup>	0,000775±0,000 <sup>ab</sup>	0,0002±0,000 <sup>a</sup>

Aynı sütunda gösterilen farklı harfler p<0,05 varyans analizi (ANOVA) düzeyinde ağır metallerle göre ilçeler arasında önemli farklılığın olduğunu belirtmektedir.

Ağır metal ve mineral madde analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi SPSS 15.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Ortalamaların istatistiksel olarak karşılaştırılmasında ANOVA testi kullanılmıştır. Tablo 4.2 ve 4.3'te istatistiksel farklılık farklı harflerle ifade edilmiştir ( $p < 0,05$ ).

#### 4.4.1. Çiğ süt örneklerinin magnezyum (Mg) bulguları

İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Mg düzeylerinin değişimi Şekil 4.16'da verilmektedir. Alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Mg miktarı  $41,96 \pm 1,88$  ppm olarak belirlenmiştir. En yüksek ortalama Mg miktarı Ürgüp'te  $50,66 \pm 2,51$  ppm; en düşük ortalama Mg miktarı Derinkuyu'da  $31,48 \pm 1,13$  ppm olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.16 İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Mg düzeylerinin değişimi

Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanında (TÜRKOMP) inek sütünde ortalama Mg düzeyi 90 ppm olarak bildirilmiştir [89]. Çalışmada elde edilen ortalama Mg miktarı Ulusal Gıda Kompozisyon veri tabanında bildirilen değerden oldukça düşük bulunmuştur.

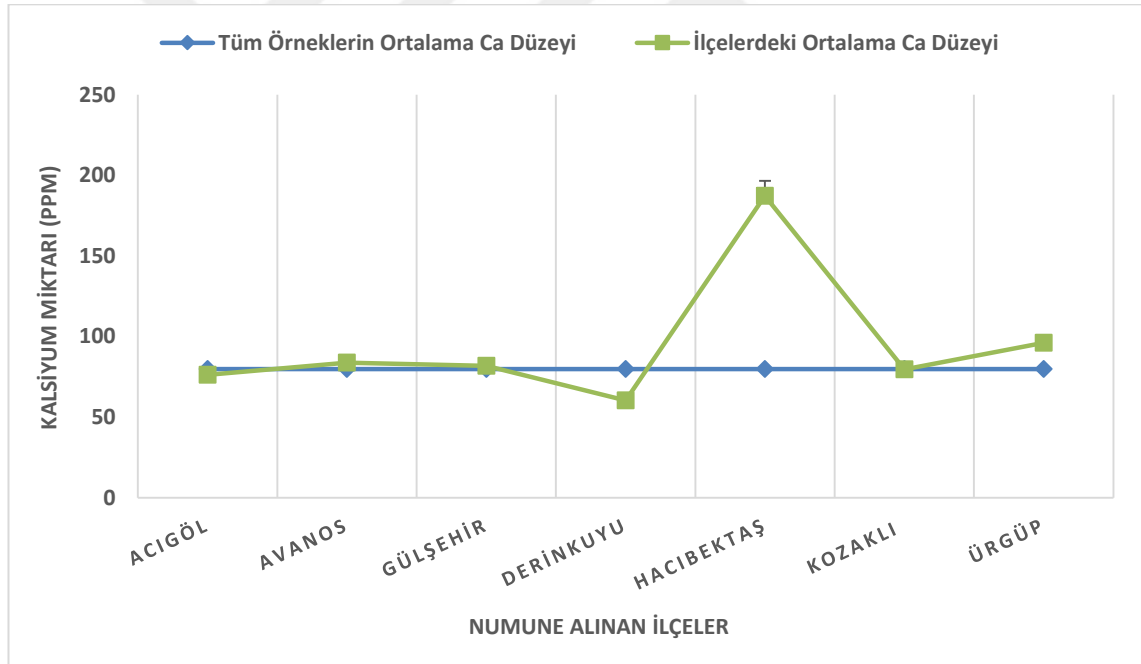
Özturan, ICP-OES yöntemi ile incelediği inek sütü örneklerinde Mg miktarını 107,33 mg/kg olarak belirlemiştir [90].

Özrenk, Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi ile inek sütlerini incelediği çalışmasında Mg miktarını 45,601 ppm düzeyinde tespit etmiştir [70].

Literatür verileri incelendiğinde; çalışmada elde edilen ortalama Mg miktarı, Özrenk tarafından bildirilen miktar ile benzerlik gösterirken; Gültekin, Özturan, Birghila ve çalışma arkadaşlarının bulgularından düşük bulunmuştur [68, 70, 72, 90].

#### 4.4.2. Çiğ süt örneklerinin kalsiyum (Ca) bulguları

İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Ca düzeylerinin değişimi Şekil 4.17’de verilmektedir. Alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Ca miktarı  $79,83 \pm 4,30$  ppm olarak belirlenmiştir. En yüksek ortalama Ca miktarı Hacibektaş’ta  $187,20 \pm 7,5$  ppm; en düşük ortalama Ca miktarı Derinkuyu’da  $60,37 \pm 2,73$  ppm olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.17 İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Ca düzeylerinin değişimi

Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanında (TÜRKOMP) inek sütünde ortalama Ca düzeyi 980 ppm olarak bildirilmiştir [89]. Çalışmada elde edilen ortalama Ca miktarı Ulusal Gıda Kompozisyon veri tabanında bildirilen değerden oldukça düşük bulunmuştur.

Özturan ICP-OES yöntemi ile incelediği inek sütü örneklerinde Ca miktarını 1258,48 mg/kg olarak belirlemiştir [90].

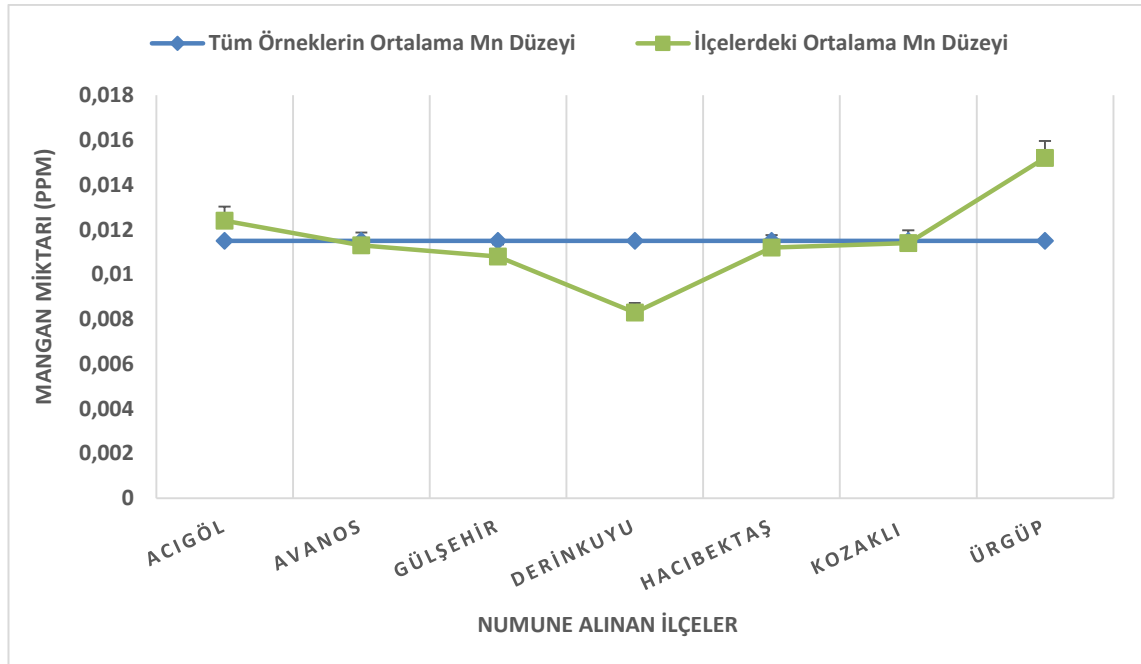
Özrenk Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi ile inek sütlerini incelediği çalışmasında Ca miktarını 568,104 ppm düzeyinde tespit etmiştir [70].

Lindmark-Mansson ve çalışma arkadaşlarının İsveç'te 63 adet inek sütü örneğinde yaptıkları bir çalışmada; Ca miktarını 1140 ppm düzeyinde bildirmişlerdir [91].

Literatür verileri incelendiğinde; çalışmada elde edilen ortalama Ca miktarı Gültekin, Özturan, Özrenk, Lindmark-Mansson ve çalışma arkadaşlarının bulgularından düşük bulunmuştur [68, 70, 90-91].

#### 4.4.3. Çiğ süt örneklerinin Mangan (Mn) bulguları

İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Mn düzeylerinin değişimi Şekil 4.18'de verilmektedir. Alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Mn miktarı  $0,0115 \pm 0,007$  ppm olarak belirlenmiştir. En yüksek ortalama Mn miktarı Ürgüp'te  $0,0152 \pm 0,010$  ppm; en düşük ortalama Mn miktarı Derinkuyu'da  $0,0083 \pm 0,005$  ppm olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.18 İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Mn düzeylerinin değişimi

Özturan ICP-OES yöntemi ile incelediği inek sütü örneklerinde Mn miktarını 0,022 mg/kg olarak belirlemiştir [91].

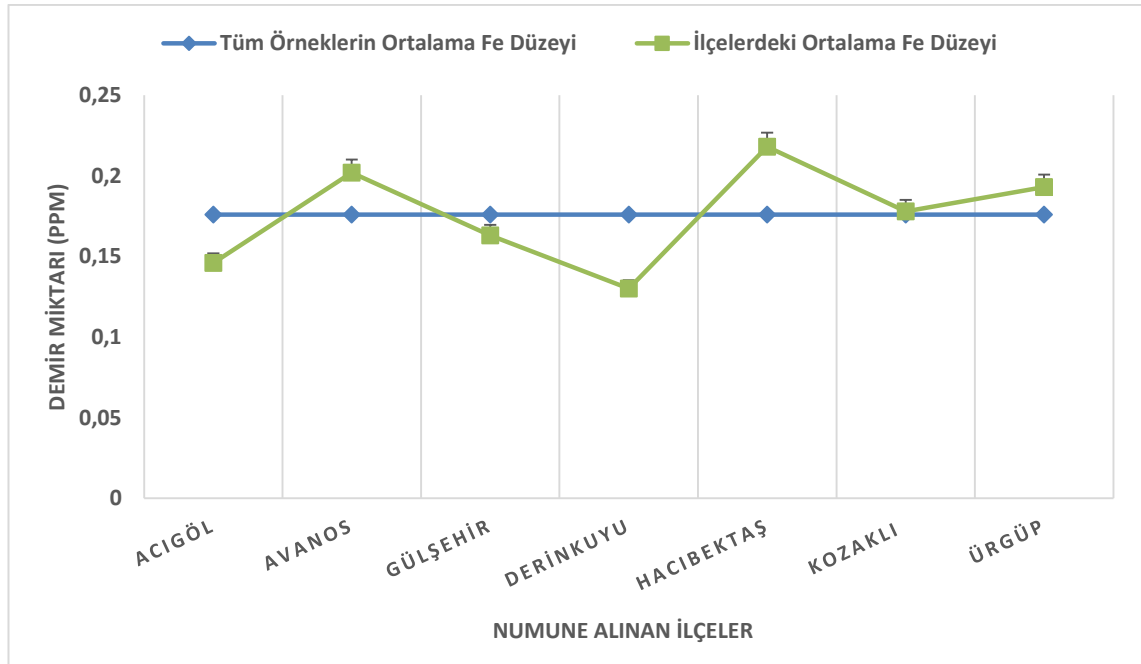
Özrenk Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi ile inek sütlerini incelediği çalışmasında Mn miktarını 0,066 ppm düzeyinde tespit etmiştir [70].

Lindmark-Mansson ve çalışma arkadaşlarının İsveç'te 63 adet inek sütü örneğinde yaptıkları bir çalışmada; Mn miktarı tespit düzeyinin altında bildirilmiştir [92].

Literatür verileri incelendiğinde; çalışmada elde edilen ortalama Mn miktarı Özturan, Özrenk, Birghila ve çalışma arkadaşlarının bulgularından düşük; Lindmark-Mansson ve çalışma arkadaşlarının bulgusundan ise yüksek bulunmuştur [70, 72, 91-92].

#### 4.4.4. Çiğ süt örneklerinin demir (Fe) bulguları

İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Fe düzeylerinin değişimi Şekil 4.19'da verilmektedir. Alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Fe miktarı  $0,176 \pm 0,003$  ppm olarak belirlenmiştir. En yüksek ortalama Fe miktarı Hacıbektaş'ta  $0,218 \pm 0,006$  ppm; en düşük ortalama Fe miktarı Derinkuyu'da  $0,130 \pm 0,009$  ppm olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.19 İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Fe düzeylerinin değişimi



Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanında (TÜRKOMP) inek sütünde ortalama Fe düzeyi 0,2 ppm olarak bildirilmiştir [89]. Çalışmada elde edilen ortalama Fe miktarı Ulusal Gıda Kompozisyon veri tabanında bildirilen değerle benzerlik göstermektedir.

Özturan, ICP-OES yöntemi ile incelediği inek sütü örneklerinde Fe miktarını 0,640 mg/kg olarak belirlemiştir [90].

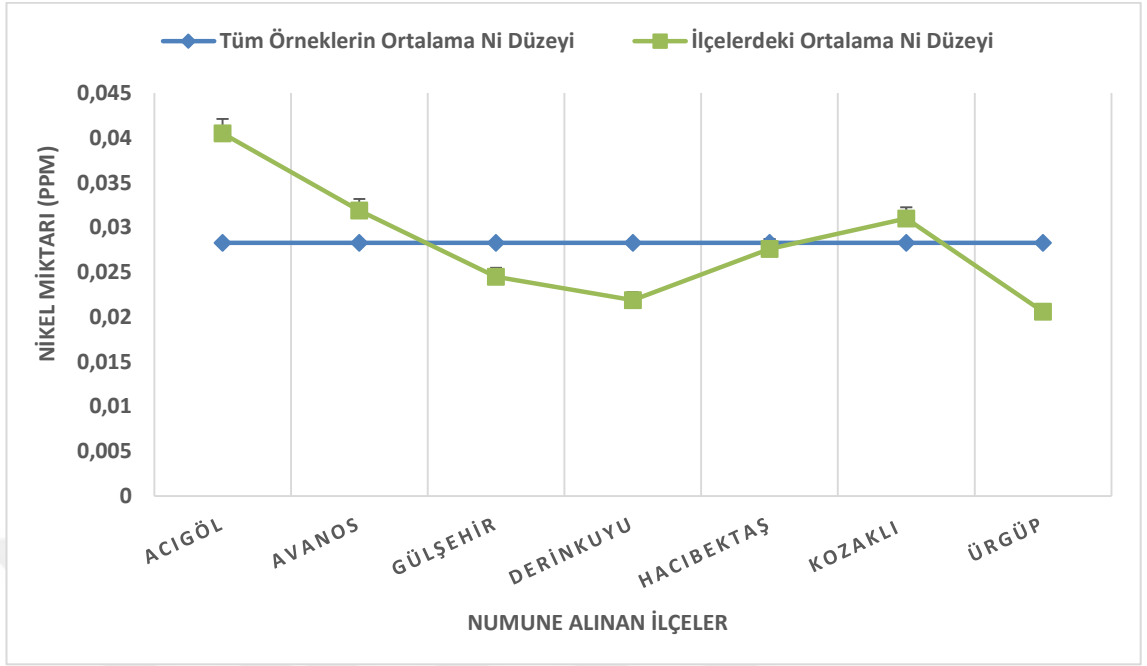
Özrenk, Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi ile inek sütlerini incelediği çalışmasında Fe miktarını 0,309 ppm düzeyinde tespit etmiştir [70].

Lindmark-Mansson ve çalışma arkadaşları, İsveç'te 63 adet inek sütü örneğinde yaptıkları bir çalışmada; Fe miktarını 0,4 ppm düzeyinde bildirmişlerdir [91].

Literatür verileri incelendiğinde; çalışmada elde edilen ortalama Fe miktarı Özturan, Özrenk, Birghila ve çalışma arkadaşlarının, Lindmark-Mansson ve çalışma arkadaşlarının bulgularından düşük bulunmuştur [70, 72, 90-91].

#### **4.4.5. Çiğ süt örneklerinin nikel (Ni) bulguları**

İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Ni düzeylerinin değişimi Şekil 4.20'de verilmektedir. Alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Ni miktarı  $0,0283 \pm 0,002$  ppm olarak belirlenmiştir. En yüksek ortalama Ni miktarı Acıgöl'de  $0,040 \pm 0,004$  ppm; en düşük ortalama Ni miktarı Ürgüp'te  $0,023 \pm 0,005$  ppm olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.20 İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Ni düzeylerinin değişimi

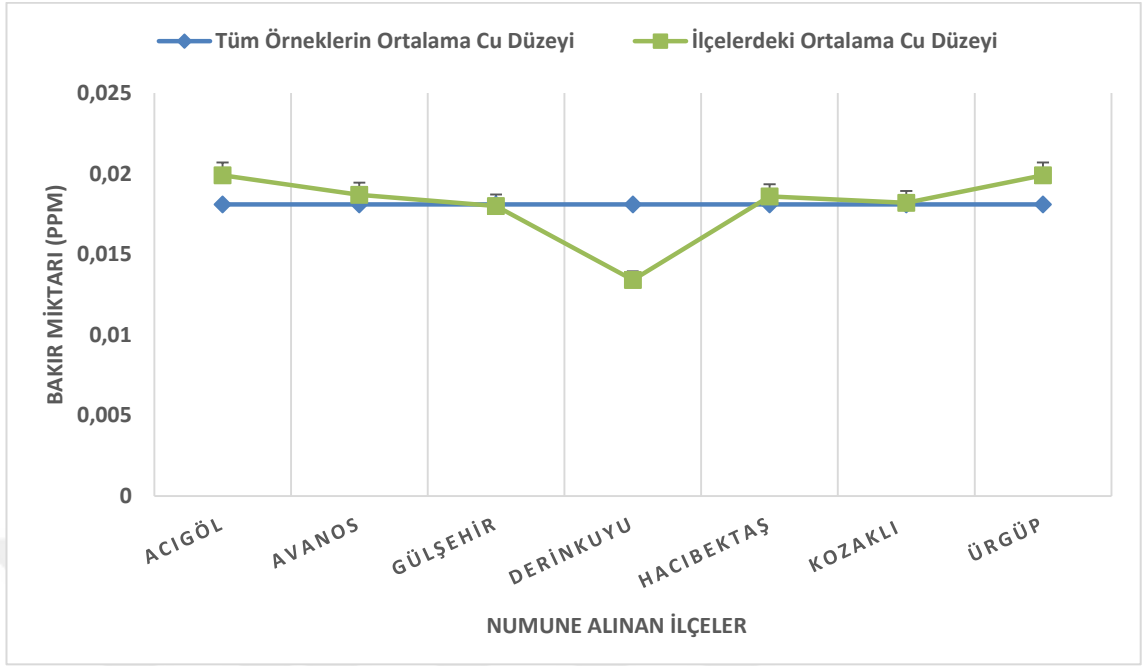
Özturan, ICP-OES yöntemi ile incelediği inek sütü örneklerinde Ni miktarını 0,034 mg/kg olarak belirlemiştir [90].

Özrenk, Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi ile inek sütlerini incelediği çalışmasında Ni miktarını 0,189 ppm düzeyinde tespit etmiştir [70].

Literatür verileri incelendiğinde; çalışmada elde edilen ortalama Ni miktarı Özturan, Özrenk, Birghila ve çalışma arkadaşlarının bulgularından düşük bulunmuştur [70, 72, 90].

#### 4.4.6. Çiğ süt örneklerinin bakır (Cu) bulguları

İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Cu düzeylerinin değişimi Şekil 4.21’de verilmektedir. Alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Cu miktarı  $0,0181 \pm 0,003$  ppm olarak belirlenmiştir. En düşük ortalama Cu miktarı Derinkuyu’da  $0,0134 \pm 0,009$  ppm olarak tespit edilmiştir. Diğer ilçelerdeki Cu düzeyleri ortalamaya yakın gözlenmiştir.



Şekil 4.21 İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Cu düzeylerinin değişimi

Özturan, ICP-OES yöntemi ile incelediği inek sütü örneklerinde Cu miktarını 0,079 mg/kg olarak belirlemiştir [90].

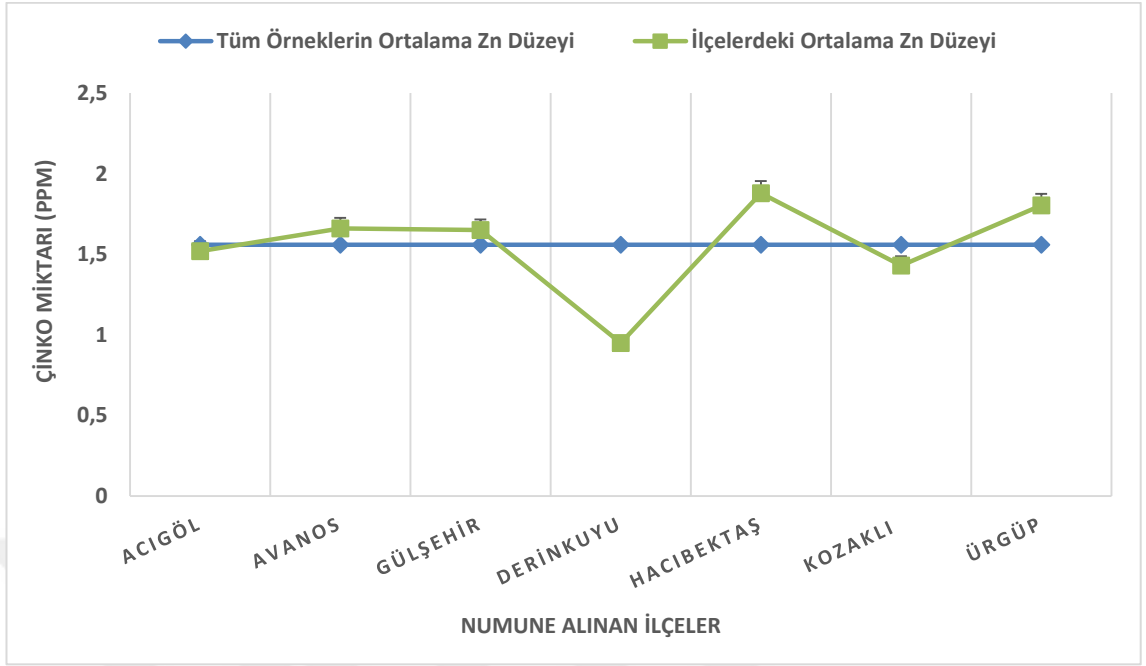
Özrenk, Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi ile inek sütlerini incelediği çalışmasında Cu miktarını 0,182 ppm düzeyinde tespit etmiştir [70].

Lindmark-Mansson ve çalışma arkadaşlarının İsveç'te 63 adet inek sütü örneğinde yaptıkları bir çalışmada; Cu miktarını 0,1 ppm düzeyinde bildirmişlerdir [91].

Çalışmada elde edilen ortalama Cu miktarı, Licata ve çalışma arkadaşlarının bulgularından yüksek bulunmuştur [71]. Özturan, Özrenk Birghila ve çalışma arkadaşlarının, Lindmark-Mansson ve çalışma arkadaşlarının bulgularından düşük bulunmuştur [70,72, 90-91].

#### 4.4.7. Çiğ süt örneklerinin çinko (Zn) bulguları

İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Zn düzeylerinin değişimi Şekil 4.22'de verilmektedir. Alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Zn miktarı  $1,56 \pm 0,005$  ppm olarak belirlenmiştir. En yüksek ortalama Zn miktarı Hacıbektaş'ta  $1,88 \pm 1,62$  ppm; en düşük ortalama Zn miktarı Derinkuyu'da  $0,95 \pm 0,18$  ppm olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.22 İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Zn düzeylerinin değişimi

Özturan, ICP-OES yöntemi ile incelediği inek sütü örneklerinde Zn miktarını 1,406 mg/kg olarak belirlemiştir [90].

Özrenk, Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi ile inek sütlerini incelediği çalışmasında Zn miktarını 3,003 ppm düzeyinde tespit etmiştir [70].

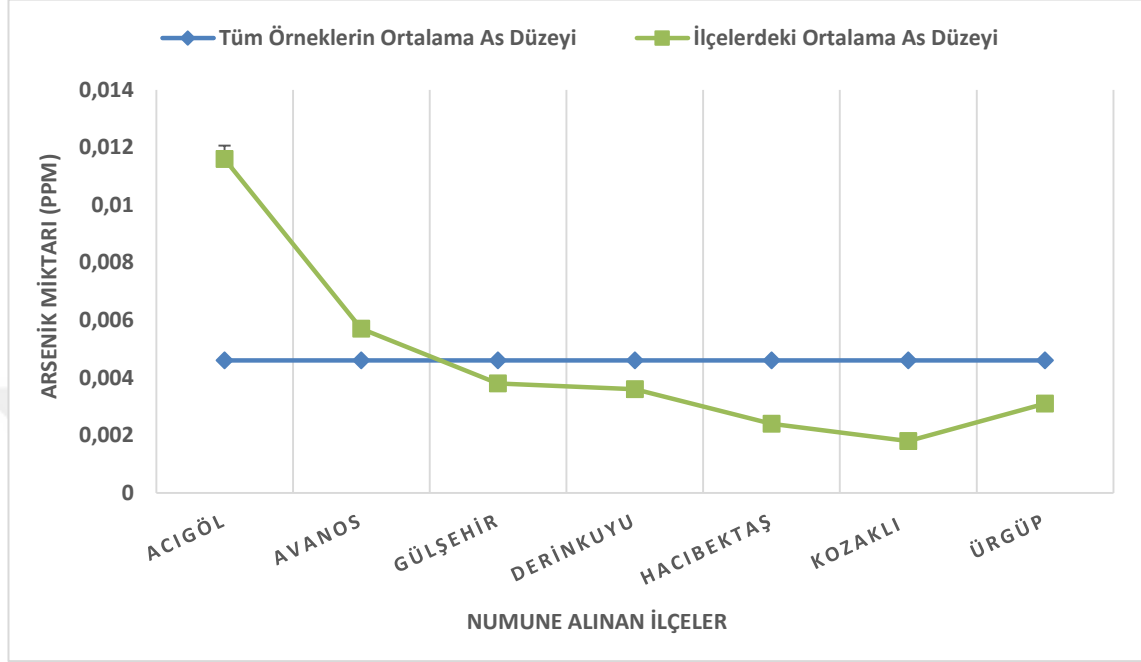
Lindmark-Mansson ve çalışma arkadaşlarının İsveç'te 63 adet inek sütü örneğinde yaptıkları bir çalışmada; Zn miktarını 4,4 ppm düzeyinde bildirmişlerdir [91].

Çalışmada elde edilen ortalama Zn miktarı; Şimşek ve çalışma arkadaşlarının, Özrenk'in, Licata ve çalışma arkadaşlarının, Lindmark-Mansson ve çalışma arkadaşlarının bulgularından düşük bulunmuştur [69-71,91]. Diğer taraftan Özturan'ın, Birghila ve çalışma arkadaşlarının bulgularından yüksek bulunmuştur [72,90].

#### 4.4.8. Çiğ süt örneklerinin arsenik (As) bulguları

İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama As düzeylerinin değişimi Şekil 4.23'te verilmektedir. Alınan çiğ süt örneklerinin ortalama As miktarı  $0,0046 \pm 0,000$  ppm olarak belirlenmiştir. En yüksek ortalama As miktarı Acıgöl'de  $0,0116 \pm 0,011$  ppm; en düşük ortalama As düzeyi Kozaklı'da  $0,0018 \pm 0,001$  ppm olarak tespit edilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliğinde As için herhangi bir limit bildirilmediğinden değerlendirme yapılamamıştır [41].



Şekil 4.23 İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama As düzeylerinin değişimi

Gövercin, İzmir ilinde sütlerde bazı ağır metal düzeylerini belirlediği çalışmasında; As miktarını  $<0,003$  mg/kg olarak bildirmiştir [92].

İstanbulluoğlu, piyasada satılan sütlerde ağır metal kirliliğini incelediği çalışmasında As miktarını en yüksek  $0,00068$  ppm olarak bildirmiştir [93].

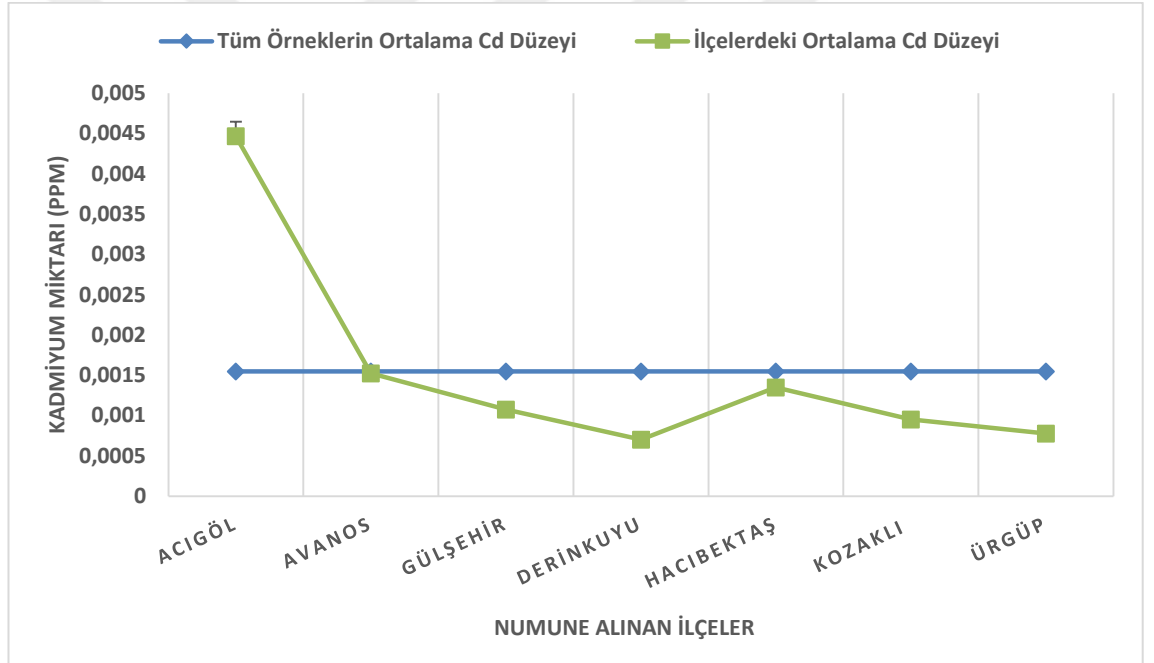
Rana ve çalışma arkadaşları; Hindistan Batı Bengal'de yüksek arsenik eğilimli Nadia Bölgesi'nde inek sütlerinde ortalama arsenik miktarını  $0,156 \pm 0,009$  ppm olarak bildirmişlerdir [94].

Şimşek ve çalışma arkadaşları, Bursa'da endüstrinin yoğun olduğu, trafik yoğunluğunun fazla olduğu ve kırsal olan farklı 3 bölgeden 75 adet çiğ inek sütü örneğinde sırasıyla As miktarını;  $0,050$ ,  $0,009$ ,  $0,002$  mg/kg olarak bildirmişlerdir. Çalışmada elde edilen ortalama As miktarı; Şimşek ve çalışma arkadaşlarının kırsal bölgede elde ettiği bulgudan yüksek bulunurken, diğer bölgelerden elde ettiği bulgulardan düşük düzeyde bulunmuştur [69].

Gövercin ve İstanbulluoğlu'nun As bulguları ile kıyaslandığında, çalışmada elde edilen ortalama As bulguları yüksek bulunmuş; ancak Licata ve çalışma arkadaşlarının, Rana ve çalışma arkadaşlarının bulgularından ise oldukça düşük düzeyde tespit edilmiştir [71, 92-94].

#### 4.4.9. Çiğ süt örneklerinin kadmiyum (Cd) bulguları

İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Cd düzeylerinin değişimi Şekil 4.24'te verilmektedir. Alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Cd miktarı  $0,001549 \pm 0,002$  ppm olarak belirlenmiştir. En yüksek ortalama Cd miktarı Acıgöl'de  $0,004465 \pm 0,007$  ppm; en düşük ortalama Cd miktarı Derinkuyu'da  $0,0007 \pm 0,000$  ppm olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.24 İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Cd düzeylerinin değişimi

Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliğinde çiğ sütte bulunabilecek Cd için herhangi bir limit bildirilmediğinden değerlendirme yapılamamıştır [41].

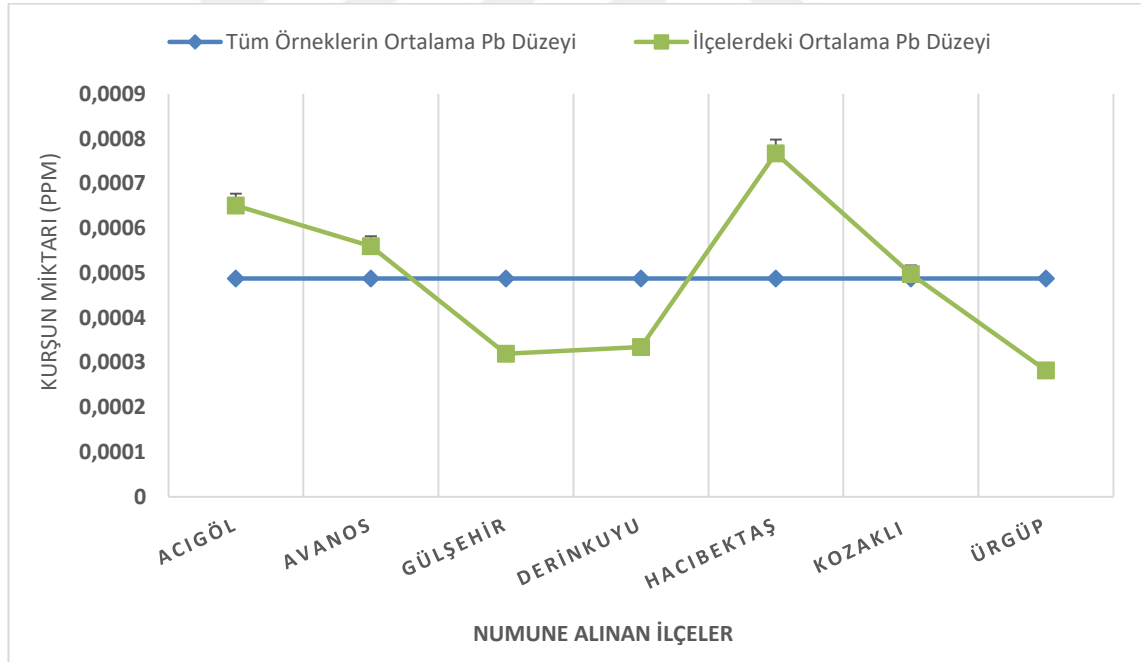
İstanbulluoğlu, piyasada satılan sütlerde ağır metal kirliliğini incelediği çalışmasında Cd miktarını en yüksek  $0,00016$  ppm olarak bildirmiştir [93].

Çakır, Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan süt örneklerinde bazı metal düzeylerini incelediği çalışmasında ortalama Cd miktarını  $0,00009 \pm 0,00009$  ppm olarak bildirmiştir [95].

Çalışmada elde edilen ortalama Cd bulguları Licata ve çalışma arkadaşlarının, Birghila ve çalışma arkadaşlarının, İstanbulluoğlu ve Çakır'ın bulgularından yüksek bulunmuştur [71-72, 93, 95].

#### 4.4.10. Çiğ süt örneklerinin kurşun (Pb) bulguları

İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Pb düzeylerinin değişimi Şekil 4.25'te verilmektedir. Alınan çiğ süt örneklerinin ortalama miktarı  $0,000488 \pm 0,000$  ppm olarak belirlenmiştir. En yüksek ortalama Pb miktarı Hacıbektaş'ta  $0,0007 \pm 0,0000$  ppm; en düşük ortalama Pb miktarı Ürgüp'te  $0,0002 \pm 0,0000$  ppm olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.25 İlçelerden alınan çiğ süt örneklerinin ortalama Pb düzeylerinin değişimi

Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliğinde ve AB 1881/2006 numaralı komisyon düzenlemesinde çiğ sütte bulunabilecek Pb miktarı 0,02 ppm olarak bildirilmiştir [41,85]. Çalışmada elde edilen Pb bulguları Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği ve AB 1881/2006 numaralı komisyon düzenlemesine uygun bulunmuştur.

Gövercin, İzmir ilinde sütlerde bazı ağır metal düzeylerini belirlediği çalışmasında; Pb miktarını  $<0,01$  mg/kg olarak bildirmiştir [92].

Çakır, Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan süt örneklerinde bazı metal düzeylerini incelediği çalışmasında ortalama Pb miktarını  $0,008\pm0,001$  ppm olarak bildirmiştir [95].

Çalışmada elde edilen ortalama Pb miktarı Çakır'ın, Licata ve çalışma arkadaşlarının, bulgularından düşük; Birghila ve çalışma arkadaşlarının bulgusundan yüksek bulunmuştur [71-72, 97].





## BÖLÜM 5

### SONUÇ VE ÖNERİLER

İnsan beslenmesinde vazgeçilmez bir öneme sahip olan sütün, çiftlikten son tüketiciye ulaşına kadar her aşamada kontrolünün sağlanması önem arz etmektedir.

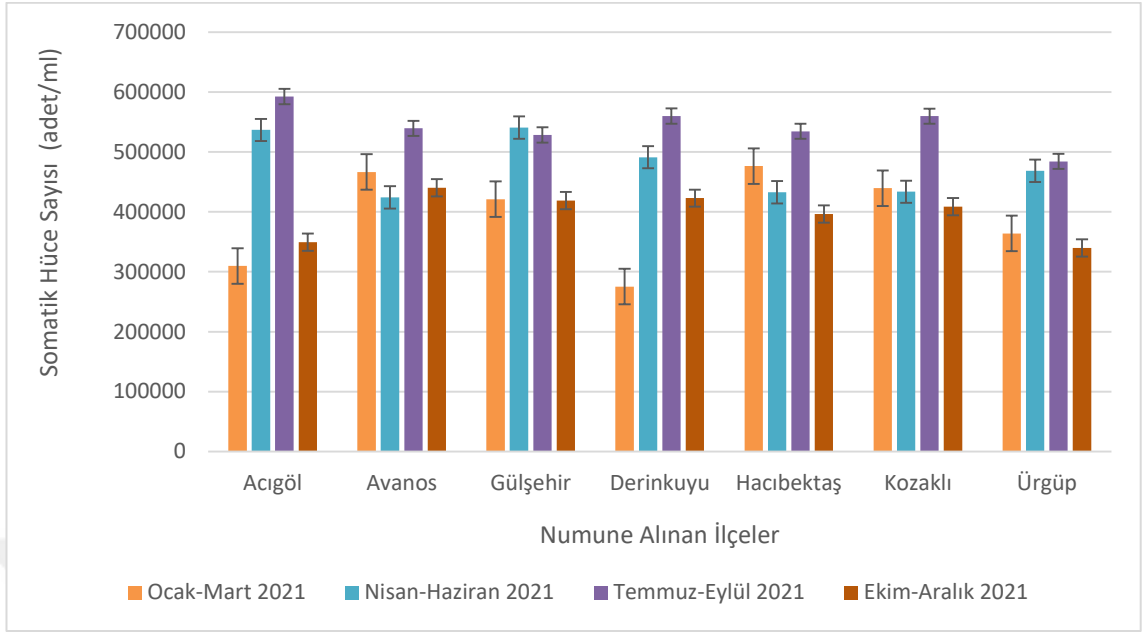
Ülkemizde; Avrupa Birliği'nin gıda güvenliği politikası “*tarladan sofraya/çiftlikten çatala*” ilkesi benimsenmiş ve bu kapsamda gerekli adımlar atılmış ve atılmaya devam etmektedir.

“Tarladan sofraya/çiftlikten çatala” politika ilkesi; bütüncül bir yaklaşımla üretim zincirinin her aşamasının denetlenmesini, birincil üretimden tüketiciye ulaşan son ürüne kadarki süreçte, hayvan ve bitki sağlığından yem güvenliğine, gıda katkı maddelerinden etiketlemeye, hijyen kriterlerinden muhafaza koşullarına kadar birçok alanı kapsamaktadır. Ülkemizde 5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu, “*tarladan sofraya/çiftlikten çatala*” politika ilkesinin bir nevi anayasası olarak yürürlüğe girmiştir [98].

Sözkonusu kanunda; insan sağlığı için tehlike oluşturan ve tüketime uygun olmayan gıda güvenilir olmayan gıda olarak kabul edilmiştir. Gıdanın insan sağlığına zararlı olup olmadığının belirlenmesinde; tüketenin sağlığı üzerinde ani, kısa veya uzun vadede oluşturabileceği muhtemel etkileri yanında, gelecek nesiller üzerindeki etkileri, birikerek artan muhtemel toksik etkileri ve belirli tüketici gruplarının özel sağlık hassasiyetleri de dikkate alınması gerektiği ifade edilmektedir [98].

Belirtilen hususlar; çiğ süt üreten çiftliklerde üretilen çiğ sütün toplandığı süt toplama merkezlerinde bu çalışmanın yapılmasına dayanak teşkil etmiştir.

Bu çalışmada somatik hücre sayısı analizleri sonucunda; Nevşehir il genelinde elde edilen bulgular Şekil 5.1’de verilmektedir.



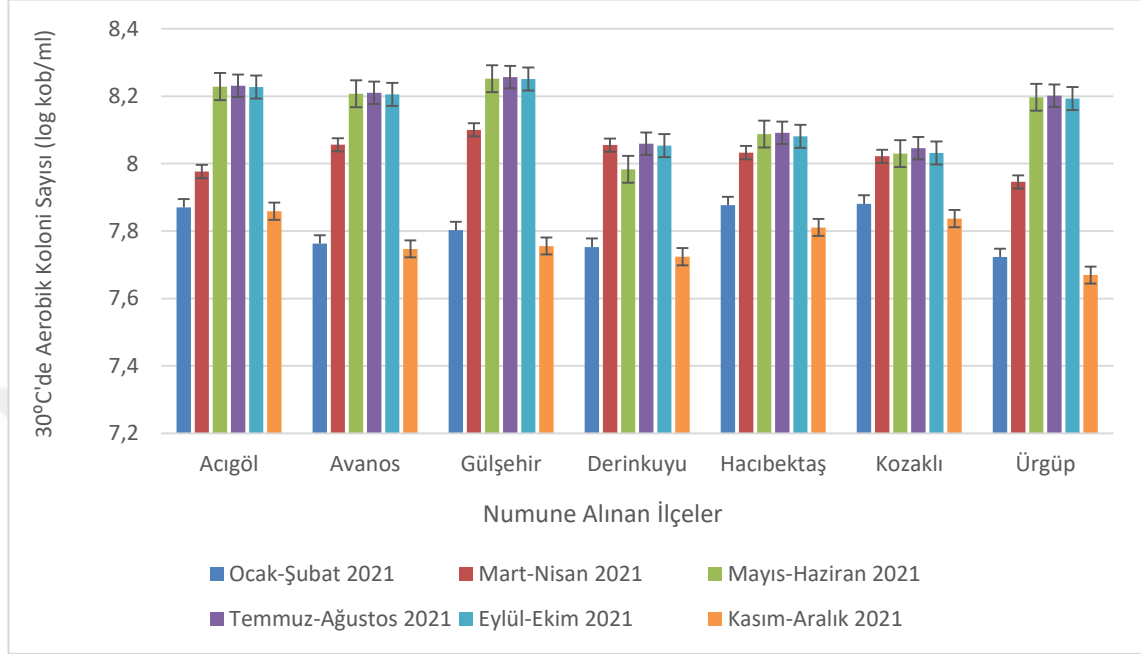
Şekil 5.1. Nevşehir il genelinde süt örneklerinin somatik hücre sayım sonuçları (ayda en az 1 numune ile 3 aylık bir periyodun yuvarlanmış geometrik ortalaması)

Şekil 5.1 incelendiğinde alınan numunelerin sadece %21'inin Hayvansal Gıdalar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği'ne uygun olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda çiğ süt üreten hayvancılık işletmelerinin meme sağlığı ve mastitis hakkında yeterli düzeyde bilgi sahibi olmadıkları, yeterli bilgi düzeyi olanların ise gerekli dikkat ve özeni göstermediği kanaatine ulaşılmıştır.

Bu kapsamda yetiştiricilere meme sağlığı, mastitis ve kaliteli süt üretimi hakkında gerekli eğitim çalışmalarının sağlanması gerekmektedir. Ayrıca sürüdeki ineklerin mastitis yönünden kontrol programı oluşturularak belirli aralıklarla test edilmesi, enfekte olan ineklerin sürüden uzaklaştırılması sağlanmalıdır. Ayrıca enfekte ineklerin tedavisinde kullanılan veteriner ilaçlarının sütte kalıntı bırakabileceği, insan sağlığını olumsuz yönde etkileyebileceği asla unutulmamalıdır.

Bu çalışmada aerobik analizler sonucunda; Nevşehir il genelinde elde edilen bulgular Şekil 5.2'de verilmektedir. Şekil 5.2 incelendiğinde çiğ süt örneklerinin tamamının Hayvansal Gıdalar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği'ne uygun olmadığı gözlenmektedir. Elde edilen bulgular çiğ süt üreten hayvancılık işletmelerinde, hayvan

sağlığı ve bakımı, ahırların yetersiz hijyen koşulları, sağım hijyeni konusunda yetersizliklere işaret etmektedir.



Şekil 5.2 Nevşehir il genelinde 30 °C’de aerobik koloni sayısı (log kob/ml) (ayda en az 2 numune ile 2 aylık bir periyodun yuvarlanmış geometrik ortalaması)

Süt toplama merkezleri tarafından sütün toplanmasında yaşanan zorluklar, birçok küçük ölçekli süt çiftliğinin dağınık coğrafi dağılımı, yüksek ulaşım bedelleri, uzak mesafelere yapılan ulaşım süreleri, kimi bölgelerde elverişsiz yol koşulları ve iklim durumu, süt taşıma araçlarının soğutma yetersizlikleri gibi etkenler çiğ sütün mikrobiyal kalitesini etkilemektedir. Bu süt toplama merkezleri uygun soğutma tanklarına sahip olsa bile kapasitelerinin ve hijyen düzeylerinin artırılmasına ve laboratuvarlara ihtiyaçları bulunmaktadır. Ayrıca çiğ süt üreten hayvancılık işletmelerinde ineklerin bakım ve beslemelerine özen gösterilmesi gerekmektedir. İşletmelerin çevre temizliğine önem verilmeli; ineklerin yaşam alanlarının temiz ve kuru kalması sağlanarak gerekli hijyen önlemleri alınmalıdır.

Elde edilen bulgular ışığında en önemlisi husus; çiğ süt üreten hayvancılık işletmelerinde ve süt toplama merkezlerindeki kişilerin eğitim seviyelerinin artırılması; üretilen çiğ sütün mikrobiyal kalite yönünden teşvik edilmesi, hem eğitim hem de sağlıklı süt üretimi konusunda ciddi teşviklerin sağlanmasıdır.

Çalışmada çiğ süt örneklerinin %75'inde Aflatoksin M<sub>1</sub> tespit edilmesi ve % 14'ünün Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliğine uygun olmaması; hayvanların tükettiği yemlerin uygun koşullarda üretilmesi, taşınması ve depolanmasının, üretici ve tüketicinin bu konularda bilinçlendirilmesinin önemine işaret etmektedir.



Ağır Metal ve Mineral Madde Bulguları	Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı [89]	Özturan [90]	Özrenk [70]	Birghila ve çalışma ark. [72]	Lindmark-Mansson ve çalışma ark. [91]	Licata ve çalışma ark. [71]	Gövercin [92]	İstanbulluoğlu [93]	Rana ve çalışma ark. [94]	Çakır [95]
<b>Mg</b>	41,96±1,88	90	107,33	45,601	214					
<b>Ca</b>	79,83±4,30	980	1258,48	568,104		1140				
<b>Mn</b>	0,0115±0,007		0,022	0,066	0,08	LOD				
<b>Fe</b>	0,176±0,003	0,2	0,640	0,309	0,72	0,4				
<b>Ni</b>	0,0283±0,002		0,034	0,189	0,04					
<b>Cu</b>	0,0181±0,003		0,079	0,182	0,17	0,1	0,00198			
<b>Zn</b>	1,56±0,005		1,406	3,003	0,98	4,4	2,016			
<b>As</b>	0,0046±0,000						0,0379	<0,003	0,00068	0,156±0,009
<b>Cd</b>	0,001549±0,000				0,000004		0,00002		≤0,00016	0,00009±0,00009
<b>Pb</b>	0,000488±0,000				0,00012		0,00132	<0,01		0,008±0,009

Şekil 5.3 Çalışmada ICP-MS ile elde edilen ağır metal ve mineral madde düzeylerinin literatür verileri ile karşılaştırılması

Bu çalışmada ICP-MS ile elde edilen mineral madde ve ağır metal düzeyleri ve literatür verileri Şekil 5.3'te gösterilmektedir. Literatür verileri ile kıyaslandığında bu çalışmada elde edilen mineral maddelerin düşük olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada elde edilen ağır metal bulgularının insan sağlığı için risk oluşturacak düzeyde olmadığı görülmüştür.

Hayvanın ırkı, türü, laktasyon durumu, mevsim koşulları, kötü ve yetersiz beslenme gibi nedenlerin sütte mineral madde değişikliklerine neden olduğu bilinmektedir.

Sütün duyarlı bir ürün olması sebebiyle; hayvanların beslendiği meraların, hayvanların tükettiği suyun, çeşitli çevresel ve endüstriyel bulaşanların, pestisitlerin, hayvan tedavisinde kullanılan veteriner ilaçlarının, temizlik ve dezenfeksiyonda kullanılan deterjanların sütü kontamine edebileceği unutulmamalıdır.

Belirtilen nedenlerle sütte bulaşan kontrolü; hem insan ve toplum sağlığı hem de süt teknolojisi açısından önem arz etmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Yetişemiyen, A., 2013. “Süt Üretimi, Süt Hayvancılığı, Sütün Oluşumu ve Sağımı. Süt Teknolojisi”, Editör/ *Yetişemiyen, A.*, Ankara, 2013.
2. Yalçın, H., Özdemir, S., Gököl, H.Y., Kurt, A., “Ziraat Fakóltesi Süt Fabrikasına Farklı Kaynaklardan Gelen İnek Sütlerinde Total, Psikrofilik, Laktik Asit, Koliform Grubu ve *S. aureus* Bakteri Sayılarının Belirlenmesi”, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Dergisi*, 22(1), 38-45, 1991.
3. Demirci, M., “Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri”, Tekirdağ, 2000.
4. Kesenkaş, H., Akbulut, N., “İzmir İlinde Satılan Sokak Sütleri ile Orta ve Büyük Ölçekli Çiftliklerde Üretilen Sütlerin Özelliklerinin Belirlenmesi”, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Dergisi*, 47(2), 161-169, 2010.
5. Shashani, E., “Guidelines for Production of High Quality Milk”, Ministry of Agriculture and Rural Development Extension Service Mechanization and Technology Department, Israel, 1999.
6. Ligda, Ch. A., Mavrogenis, A., Georgoudis, A., “Estimates of Genetic Parameters for Test Day Somatic Cell Counts in Chios Dairy Sheep”, *7th World Congress on Genetic Applied to Livestock Production*, August 19-23, Montpellier, France, 2002.
7. Blanco, J.L., Carrioon, B.A., Liria, N., Diaz, S., Garcia, M.E., Dominguez, L., Suarez, G., “Behavior of Aflatoxins During Manufacture and Storage of Yoghurt”, *Milchwiss*, 48(7), 385-387, 1993.
8. Badea, M., Micheli, L., Messia, M.C., Candigliota, T., Marcani, E., Mottram, T., Velasco-Garcia, M., Moscone, D., Palleschi, G., “Aflatoxin M<sub>1</sub> Determination in Raw Milk Using a Flow –Injection Immunoassay System”, *Anal. Chim. Acta*, 520, 141-148, 2004.
9. Vural, H., “Ağır Metal İyonlarının Gıdalarda Oluşturduğu Kirlilikler”, *Çevre Dergisi*, 8, 3-8, 1993.
10. Saęlam, N., Cihangir, N., “Ağır Metallerin Biyolojik Süreçlerle Biyosorbsiyonu Çalışmaları”, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakóltesi Dergisi*, 11, 157-161, 1995.
11. Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., “Metallerin Çevresel Etkileri-I”, *Metallurji Dergisi*, 136, 47-53, 2004.

12. Metin, M., “Süt Teknolojisi. Sütün Bileşimi ve İşlenmesi”, *Ege Üniversitesi Basımevi:Yayın No:33*, İzmir, 2001.
13. İnternet: T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi “Hayvansal Gıdalar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği”  
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=15664&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>
14. Lawrence,, T.L.J., Fowler, W.R. “Growth of Farm Animals”, *Chp. 5. CABI (2'nd edition)*, 103-118, USA, 2002.
15. Mert, İ., Artık, N., Dellal, G., Şireli, U.T., “ Süt Kalitesi ve Süt-Sağlık İlişkisi”, *Ulusal Süt Konseyi*, Ankara, 2020.
16. Knight, C.H., France, J., Beever, D.E., “Nutrient Metabolism and Utilization in the Mammary Gland”, *Livestock Production Science*, 39, 129-137.
17. Thompson, G.E., Faulkner, A., Peaker, M., “Mammary Gland Blood Flow and Plasma Concentrations of 6-Keto-Prostaglaandin F<sub>1</sub>α in the Goat”, *Comp. Biochem. Physiol.*, Vol. 98A, No.2 211-212.
18. Knight, C.H., Wilde, C.J., “Mammary Cell Changes During Pregnancy and Lactation”, *Livestock Production Science*, 35, 3-19, 1993.
19. Clegg, R.A., Barber, M.C., Pooley, L., Ernens, I., Larondelle, Y., Travers, M.T., “Milk Fat Synthesis and Secretion: Molecular and Cellular Aspects”, *Livestock Production Science*, 70, 3-14, 2001.
20. Alaçam, E., “Süt İneklerinde Sağım ve Meme Bakımı”, *Selçuk üniversitesi Vet. Fak. Dergisi*, 91-105,1984.
21. Tekinşen, C., “ Süt Ürünleri Teknolojisi”, *Selçuk Üniversitesi Basımevi*, Konya, 2000.
22. Metin, M., “Süt Teknolojisi. Sütün Bileşimi ve İşlenmesi”, *Ege Üniversitesi Basımevi:Yayın*, İzmir, 2017.
23. Üçüncü, M., “Süt ve Mamulleri Teknolojisi”, *Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri*, İzmir, 2005.
24. Akman, N., “Pratik Sığır Yetiştiriciliği”, *Türk Ziraat Mühendisleri Birliği Vakfı Yayını*, Ankara, 1998.



25. Akdoğan, A. “Bir Soğutma Sistemindeki Kondenser Kapasitesinin Değiştirilmesinin Enerji ve Ekserji Analizleri ile İncelenmesi”, *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Zonguldak, 2007.
26. İnternet: Türkiye İstatistik Kurumu “İstatistik Veri Portalı”  
<https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>
27. Siegaard, J., “Milk as a Source Nutrition, Evaluated from a Quality Point of View”, *Scandinavian Dairy Information*, 4(2):51-53, 1990.
28. Komorowski, E.S., Early, R., “Liquid Milk and Cream. The Technology of Dairy Products”, *VCH Publishers, Inc.*, New York, 1992.
29. Doğan, H.B., Tükel, Ç., “Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları”, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayını, Sim Matbaası*, Ankara, 2000.
30. Ünlütürk, A., “Gıda Mikrobiyolojisi Bölüm:4 Süt ve Süt Ürünlerinde Mikrobiyolojik Bozulmalar, Patojen Mikroorganizmalar ve Muhafaza Yöntemleri”, Editörler: Ünlütürk, A., Turantaş, F., *Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri*, İzmir, 2003.
31. Harmon, R.J., “Physiology of Mastitis and Factors Affecting Somatic Cell Counts”, *Journal of Dairy Science*, 77, 2103-2112, 1994.
32. Schukken, Y.H., Wilson, D.J., Welcome, F., Garrison-Tikofsky, L., Gonzalez, R.N., “Monitoring Udder Health and Milk Quality Using Somatic Cell Counts”, *Vet. Res.*, 34: 579-596, 2003.
33. Raubertas, R., Shook, G.E., “Relationship Between Lactation Measures of Somatic Cell Concentration and Milk Yield”, *J. Dairy Sci.*, 65:419-425, 1982.
34. Jones, G.M., Pearson, R.E., Clabaugh, G.A., Heald, C.M., “Relationship Between Somatic Cell Counts and Milk Production”, *J. Dairy Sci.*, 67:1823-1831, 1984.
35. Cedden, F., Kor, A., Keskin, S., “Laktasyonun Geç Döneminde Keçi Sütünde Somatik Hücre Sayımı; Yaş, Süt Verimi ve Bazı Meme Özellikleri ile Olan İlişkileri”, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 12(2):63-67, 2002.
36. Eydurhan, E., Özdemir, T., Yazgan, K., Keskin, S., “Siyah Alaca İnek Sütündeki Somatik Hücre Sayısına Laktasyon Sırası ve Dönemin Etkisi”, *YYÜ Vet. Fak. Dergisi*, 16(1):61-65, 2005.

37. Philpot, W.N., Nickerson, S.C., “Winning the Fight Against Mastitis”, *Westfalia Surge*, 2000.
38. Kesenkaş, H., “İzmir İli ve Çevresinde Seçilen Pilot İşletmelerde Mastitisin Belirlenmesi ve Süt Kalitesine Etkisi Üzerine Bir Araştırma”, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, İzmir, 1999.
39. Mundan, D., Meral, B.A., Demir, A., Doğaner, M., “Süt Sığırısı İşletmelerinde Sütteki Toplam Bakteri ve Somatik Hücre Sayısının Ekonomik Açından Değerlendirilmesi”, *Harran Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 4(2), 84-89, 2015.
40. Schultz, L.H., Hansen, L.B., Steuernagel, G.R., Kuck, A.L., “Variation of Milk, Fat, Protein and Somatic Cells for Dairy Cattle”, *J. Dairy Sci.*, 73, 484-493, 1990.
41. İnternet: T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi “Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği”, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=15692&MevzuatTuru=7&MevzuatTertip=5>
42. Ayyıldız, T., “Organik Süt ve Süt Ürünlerinde Aflatoksin M<sub>1</sub> Varlığının Araştırılması”, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Manisa, 2012.
43. Halkman, K., “Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları”, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayını, Sim Matbaası*, Ankara, 2000.
44. Özkaya, Ş., Temiz, A., “Aflatoksinler: Kimyasal Yapıları, Toksikite ve Detoksifikasyonları”, *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 01(01):1-21, 2003.
45. Stubblefield, R.D., Shannon, G.M., “Aflatoxin M<sub>1</sub> Analysis in Dairy Products and Distribution in Dairy Foods Made From Artificially Contaminated Milk”, *Journal of Association of Official Analytical Chemists*, 57(4): 847-851, 1974.
46. Sarkar, B. “Heavy Metals in the Environment”, Marcel Dekker, Inc., 599 p., New York, 2002.
47. Yetim, H., Çam, M., “Enstrümental Gıda Analizleri”, *Erciyes Üniversitesi Yayınları No:175*, 279 s., Kayseri, 2009.
48. Sienko, M.J. “Chemistry: Principles and Properties”, *Mc Graw Hill*, 690 p., New York, 1979.

49. Sanchez-Pineda, M.T., Martin-Lopez, E., “Heavy Metals in Wines. Alternatives to Treatment with Potassium Ferricyanide (blue finig)”, *I. Alimentacion Equipos y Tecnologia*, 16(2), 43-47, 1997.
50. Önal, A.R., Öder, M., “Trakya’da Özel Bir Süt İşleme Tesisi Tarafından Değerlendirilen Çiğ Sütlerin Somatik Hücre Sayısı ve Bazı Bileşenlerinin Tespiti”, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(2),195-199, 2007.
51. Taşçı, F., “Microbiological and Chmchemical Properties of Raw Milk Consumed in Burdur”, *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(5), 635-641, 2011.
52. Hazer, A., “Denizli ve Aydın İllerinden Elde Edilen Çiğ Sütlerde Aflatoksin Mı Prevalansı ve Miktarının Aranması”, *Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 2011.
53. Ürkek, B., “Konvansiyonel ve Organik Olarak Üretilen Sütlerin Çeşitli Kalite Parametreleri Açısından İncelenmesi”, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Entitüsü*, Doktora Tezi, Erzurum, 2015.
54. Dan, S.D., Mihaiu, M., Rotaru, O., Dalea, I., “Evaluation of Microbiological Load and Configuration of Raw Milk from Collecting Center in Cluj County”, *Buletin USAMV Veterinary Medicine*, 65(2), 2008.
55. Parkash, M., Rajasekar, K., Karmegam, N., “Bacterial Population of Raw Milk and Their Proteolytic and Lipolytic Activities”, *Research Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(6), 848-851, 2007.
56. Patır, B., Can. O.P., Gürses, M., “Farklı İllerden Toplanan Çiğ İnek Sütlerinde Somatik Hücre Sayıları”, *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 24(2), 87-91, 2010.
57. Çoban, O., Sabuncuoğlu, N., Tüzemen, N., “Siyah Alaca ve Esmer İneklerde Somatik Hücre Sayısına Çeşitli Faktörlerin Etkisi”, *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 47(1), 15-20, 2007.
58. Temelli, S., Şerbetcioğlu, T., “Bir Süt İşletmesinde İşlenen İnek Sütlerinde Somatik Hücre Sayısının Dört Yıllık Periyottaki Değişiminin İncelenmesi”, *Uludağ Univ. J. Fac. Vet. Med.*, 30(1), 1-7, 2011.
59. Kaygısız, A. Karnak, İ., “Kahramanmaraş İli Süt Sığırı İşletmelerinden Toplanan Çiğ Süt Örneklerinde Somatik Hücre Sayısının AB Normları ve Subklinik Mastitis Bakımından Değerlendirilmesi”, *KSÜ Doğa Bil. Dergisi*, 15(3), 2012.

60. Green, M.J., Bradley, A.J., Newton, H., Browne, W.J., “Seasonal Variation of Bulk Milk Somatic Cell Counts in Uk Dairy Herds: Investigations of the Summer Rise”, *Preventive Veterinary Medicine*, 73, 293-308, 2006.
61. Hagnestam-Nielsen, C., Emanuelson, U., Berglund, B., Strandberg, E., “Relationship Between Somatic Cell Count and Milk Yield in Different Stages of Lactation”, *Journal of Dairy Science*, 92, 3124-3133, 2009.
62. Olde Riekerink, R. G. M., Barkema, H.W., Stryhn, H., “The Effect of Season on Somatic Cell Count and the Incidence of Clinical Mastitis”, *Journal of Dairy Science*, 90, 1704-1715, 2007.
63. Kabak, B., Özbey, F., “Aflatoxin M<sub>1</sub> in UHT Milk in Consumed in Turkey and First Assessment of its Bioaccessibility Using an in Vitro Gestion Model”, *Food Control*, 28, 338-344, 2012.
64. Temamoğulları, F., Kanıcı, A., “Short Communication: Aflatoxin M<sub>1</sub> in Dairy Products Sold in Şanlıurfa, Turkey”, *J. Dairy Sci.*, 97, 162-165, 2014.
65. Hussain, I., Anwar, J., “A Study on Contamination of Aflatoxin M<sub>1</sub> in Raw Milk in the Punjab Province of Pakistan”, *Food Control*, 19, 393-395, 2008.
66. Li, S., Min, L., Wang, P., Zhang, Y., Zheng, N., “Aflatoksin M<sub>1</sub> Contamination in Raw Milk from Major Milk-Producing Areas of China during Four Seasons of 2016”, *Food Control*, 82, 121-125, 2017.
67. Dimitrieska-Stojkovic, E., Stojanovska-Dimzoska, B., Ilievska, G., Uzunov, R., Stojkovic, G., Hajrulai-Musliu, Z., Jankuloski, D., “Assessment of Aflotoxin Contamination in Raw Milk and Feed in Macedonia during 2013”, *Food Control*, 59, 201-206, 2018.
68. Gültekin, R., “Bursa İli Çevresinde Alınan Çiğ Süt Örneklerinde Bazı Mineral Madde Ağır Metallerin Tespiti Üzerine Bir Araştırma”, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Tekirdağ, 1998.
69. Şimşek, O., Gültekin, R., Öksüz, O., “The Effect of Environmental Pollution on the Heavy Metal Content of Raw Milk”, *Nahrung*, 44, 360-363, 2000.
70. Özrenk, Ö., “Van İli ve İlçelerinde Üretilen İnek Sütlerinin Ağır Metal Kirlilik Düzeyi ve Bazı Mineral Madde İçerikleri”, *Yüüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Van, 2002.

71. Licata, P., Trombetta, D., Cristani, M., Giofre, F., Martino, D., Calo, M., Naccari, F., “Levels of Toxic and Essential Metals in Samples of Bovine Milk From Various Dairy Farms in Calabria, Italy”, *Environment International*, 30, 1-6, 2004.
72. Birghila, S., Dobrinias, S., Stanciu, G., Soceanu, A., “Determinatipon of Major and Minor Elements in Milk Through ICP-AES”, *Environmental Enginnering and Management Journal*, 7(6), 805-808, 2008.
73. TS EN ISO 13366-1, “Süt-Somatik Hücrelerin Sayılması-Bölüm 1:Mikroskopik Yöntem (Referans Yöntem)”, 2009.
74. ISO 7218, “Microbiology of Food and Animals Feeding Stuffs-General Requirements and Guidance for Microbiological Examinations”, 2007.
75. ISO 4833-1, “Microbiology of the Food Chain-Horizontal Method for the Enumeration of Microorganisms-Part 1:Colony-Count at 30°C by the Pour Plate Technique”, 2013.
76. TS EN ISO 14501, “Süt ve Süt Tozu-Aflatoksin M1 Muhtevası Tayini-İmmunoaffiniti Kromatografi ile Temizleme ve Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi ile Tayini”, 2008.
77. Nordic Committee on Food Analysis, “Trace elements-As, Cd, Hg, Pb and other elements. Determination by ICP-MS after pressure digestion”, No:186, 14, 2007.
78. İnternet: U.S. Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service  
[https://www.aphis.usda.gov/animal\\_health/nahms/dairy/downloads/dairy\\_monitoring/btsc\\_2019infosheet.pdf](https://www.aphis.usda.gov/animal_health/nahms/dairy/downloads/dairy_monitoring/btsc_2019infosheet.pdf)
79. Dohoo, I.R., Meek, A.H., Martin, S.W., “Somatic Cell Counts in Bovine Milk: Relationships to Production and Clinical Episodes of Mastitis”, *Canadian Journal of Comparative Medicine*, 48(2), 130-135, 1984.
80. Veličkovska, S.K., Arsevski, Z., Dimovska, D., Ilieva, F., Kuzelov, A., “Total Bacterial Count, Somatic Cell Count and Presence of Aflatoxin M<sub>1</sub> in Raw Milk from The “Ovče Pole” Region, Republic of North Macedonia”, *Journal of Agriculture and Plant Sciences*, 19(2), 19-25, 2021.
81. Ergüllü, E., “ Çiğ Sütte Koliform Grubu Bakteri Florası Üzerinde Araştırmalar”, *Gıda Dergisi*, 7(6), 263-266, 1982.

82. Uraz, G., Yücel, N., “ Çiğ Sütlerde Koliform Grubu Mikroorganizmaların Dağılımı Üzerine Bir Araştırma”, *Gıda Dergisi*, 23(4), 241-245, 1998.
83. Pyz-Łukasik, R., Paszkiewicz, W., Tatar, M.R., Brodzki, P., Bełkot, Z., “Microbiological Quality of Milk Sold Directly from Producers to Consumers”, *Journal of Dairy Science*, 98(7), 4294-4301, 2015.
84. Akın, M.S., Yapık, Ö., Akın, M.B., “ Adıyaman İlinde Süt Üretim Çiftliklerinden ve Toplayıcılardan Sağlanan Sütlerin Bazı Özellikleri”, *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20(4), 253-265, 2016.
85. İnternet: An Official Website of the European Union, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex%3A32006R1881>
86. Almeida Picinin, L.C., Oliveira Pinho Cerqueira, M.M., Vargas, E.A., Quintão Lana, A.M., Maia Toaldo, I., Bordignon-Luiz, M.T., “Influence of Climate Conditions on Aflatoxin M<sub>1</sub> Contamination in Raw Milk From Minas Gerais State, Brazil”, *Food Control*, 31, 419-424, 2013.
87. Fallah, A.A., Rahnama, M., Jafari, T., Siavash Saei-Dehkordi, S., “Seasonal Variation of Aflatoxin M<sub>1</sub> Contamination in Industrial and Traditional Iranian Dairy Products”, *Food Control*, 22, 1653-1656, 2011.
88. Duarte, S.C., Almeida, A.M., Teixeira, A.S., Pereira, A.L., Falcão, A.C., Pena, A., Lino, C.M., “Aflatoxin M<sub>1</sub> in Marketed Milk in Portugal: Assessment of Human and Animal Exposure”, *Food Control*, 30, 411-417, 2013.
89. İnternet: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, “Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı” <http://www.turkomp.gov.tr/food-17>
90. Özturan, K., “ Erzurum ve Çevresinde Üretilen Süt ve Süt Ürünlerinin Mevsimlere Göre Mineral Madde ve Ağır Metal İçeriği”, *Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Erzurum, 2010.
91. Lindmark-Mansson, H., Fonden, R., Pettersson, H.E., “ Composition of Swedish Dairy Milk”, *International Dairy Journal*, 13, 409-425, 2003.
92. Gövercin, İ., “İzmir İlinde Sütlerde Bazı Ağır Metal (Kurşun, Kadmiyum, Arsenik, Civa, Bakır, Çinko) Düzeylerinin Belirlenmesi”, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, İzmir, 2010.
93. İstanbulluoğlu, H., “ Piyasada Satılan Süt ve Süt Ürünlerinde Ağır Metal Kirliliği”, *GATA Halk Sağlığı Anabilim Dalı Başkanlığı, Tıpta Uzmanlık Tezi*, Ankara, 2011.

94. Rana, T., Sarkar, S., Mandal, T., Bhattacharyya, K., Roy, A., Kol, L., “Contribution of Arsenic from Agricultural Food Chain to Cow Milk in Highly Arsenic Prone Zone in Nadia District of West Bengal in India”, *The Internet Journal of Veterinary Medicine*, 4(2), 2007.
95. Çakır, E.O., “Türkiye’nin Farklı Bölgelerinden Toplanan Süt Örneklerinde Bazı Metal Düzeyleri”, *Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi*, Ankara, 2009.
96. İnternet: Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi “Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu”, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=5996&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5>