



Gümüşhane İlinde Üretilen İnek Sütlerinin Bazı Besin Maddesi, Mineral Element ve Ağır Metal Düzeylerinin Belirlenmesi*

Merve OKUR^{1a}, Bahri BAYRAM^{2b}✉

1. Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane, TÜRKİYE.
 2. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Erzurum, TÜRKİYE.
- ORCID: 0000-0002-1996-0197^a, 0000-0002-4742-6768^b

| Geliş Tarihi/Received | Kabul Tarihi/Accepted | Yayın Tarihi/Published |
|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| 24.09.2021 | 13.12.2021 | 30.12.2021 |

Bu makaleye atıfta bulunmak için/To cite this article:
Okur M, Bayram B: Gümüşhane İlinde Üretilen İnek Sütlerinin Bazı Besin Maddesi, Mineral Element ve Ağır Metal Düzeylerinin Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg., 16(3): 283-290, 2021. DOI: 10.17094/ataunivbd.1000473

Öz: Bu çalışmada, Gümüşhane ilinde faaliyet gösteren maden işletmelerinin, ilde üretilen inek sütlerinin bazı besin bileşenleri, mineral element ve ağır metal düzeylerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, 2021 yılı Haziran ayı içerisinde il merkezinde faaliyet gösteren maden işletmelerine en yakın süt sığırcılık işletmeleri ile maden işletmesi bulunmayan Köse, Kelkit ve Şiran ilçelerindeki sığırcılık işletmelerinden ikişer kez süt örnekleri alınmıştır. Yapılan analizlerden elde edilen sonuçlara göre kuru madde, yağsız kuru madde, yağ, protein ve laktoz içerikleri Gümüşhane merkezden alınan süt örneklerinde sırasıyla; %12.83, %9.28, %3.59, %3.12 ve %4.43 olduğu tespit edilmiştir. Aynı değerlerin ilçelerden alınan örneklerde ise bu bileşenler sırasıyla; %12.81, %9.38, %3.43, %3.6 ve %4.49 değerlerinde olduğu belirlenmiştir. Gümüşhane il merkezine ait süt örneklerinde Na, Mg, K, Ca ve Fe seviyeleri sırasıyla; 370.9 mg/L, 107.6 mg/L, 1552.0 mg/L, 321.0 mg/L ve 1.81 mg/L, aynı parametrelerin ilçelerden alınan örneklerde sırasıyla; 411.6 mg/L, 106.2 mg/L, 1555.5 mg/L, 323.4 mg/L ve 1.01 mg/L olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, maden işletmelerinin ilde üretilen sütlerin besin maddesi içeriğine kayda değer bir etkisi olmamıştır. İl merkezinden alınan süt örneklerinde Na ve K seviyelerinin ilçelerden alınan örneklerle göre daha düşük, Fe seviyesi ise daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışmada, Gümüşhane ilinde mevcut bazı maden işletmelerinin üretilen inek sütlerinde bazı besin maddesi, mineral element ve ağır metal düzeylerine etkileri ile ilgili kısmi veriler elde edilmiş olup kesin yargılara ulaşabilmek için, örneklerin alındığı bölgenin toprak ve bitki örtüsünün de mineral element ve ağır metal içerikleri kapsamlı olarak analiz edilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal, Besin maddesi, Gümüşhane, Maden işletmeleri, Süt.

Determination of Some Nutrient, Mineral Element and Heavy Metal Levels of Cow Milk Produced in Gümüşhane

Abstract: In this study, the effects of mining enterprises operating in Gümüşhane on the nutrient and mineral content as well as heavy metal levels of the cow milk produced in the province were investigated. Milk samples were taken twice in June 2021 from dairy cattle farms located in the closest distance to the mining enterprises operating in the city center and from dairy cattle enterprises located in Köse, Kelkit, and Şiran counties, which do not have a mining enterprise. Dry matter, non-fat dry matter, fat, protein, and lactose contents of the samples taken from Gümüşhane city center were determined as 12.83%, 9.28%, 3.59%, 3.12%, and 4.43% respectively. In addition, the same values were 12.81%, 9.38%, 3.43%, 3.6%, and 4.49% for the samples taken from the counties, respectively. Furthermore, Na, Mg, K, Ca, and Fe concentrations of milk samples from the Gümüşhane city center were 370.9 mg/L, 107.6 mg/L, 1552.0 mg/L, 321.0 mg/L, and 1806.0 µg/L, respectively. The same parameters obtained from the milk samples of the counties were 411.6 mg/L, 106.2 mg/L, 1555.5 mg/L, 323.4 mg/L and 1006.6 µg/L, respectively. From the results obtained, it was concluded that mining enterprises had no effect on the nutrient content of milk produced in the province. While the Na and K levels of the cow milk taken from the city center were lower than the milk from the counties, the Fe content was higher. In order to reach a definite conclusion about the effects of mining enterprises on the nutrient content and heavy metal levels of the milk produced in Gümüşhane province, also, mineral and heavy metal levels of the region's soil and plant cover should be examined regularly.

Keywords: Heavy metal, Nutrients, Gümüşhane, Mining, Milk.

✉ Bahri Bayram
Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Erzurum, TÜRKİYE.
e-posta: bbayram@atauni.edu.tr
*Bu makale Merve OKUR'un yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

GİRİŞ

Süt ve süt ürünleri, büyüme, kemik gelişimi ve bağışıklık sistemi için gerekli olan nutrasötik etkiye sahip gıdaları yeterli oranda ihtiva ettiği için çocuklar başta olmak üzere, insan beslenmesinde çok önemli yere sahiptir (1-2). Dengeli beslenmede, bir bireyin günde 1 L süt içmesi önerilmektedir. Bu miktar, toplam protein ihtiyacının 6 yaşına kadar olan çocuklarda %100'ünü, 14 yaşına kadar olan çocuklarda %60'dan fazlasını ve 14-20 yaş arasında olanların %50'sini karşılamaktadır (3). Bununla birlikte, teknolojik ilerlemeler, çeşitli endüstriyel faaliyetler ve artan karayolu trafiği çevresel kirlenmede önemli bir artışa neden olmuş, süt gibi değerli besin maddesi de bundan etkilenmiştir. Bazı metal kirleticilerin, özellikle kadmiyum ve kurşunun neredeyse her yerde bulunması, onların gıda zincirine girişlerini kolaylaştırmakta, böylece insanlar ve hayvanlar üzerinde toksik etkilere sahip olma olasılığını artırmaktadır. Bununla birlikte tarımsal faaliyetler, madenler ve zirai gübreler, çevrenin, besin zincirinin ve nihayetinde insanlar tarafından tüketilen gıda ürünlerinin kirlenmesine neden olabilmektedir (4).

Literatürde bildirilen bir çalışmada, endüstriyel üretimin yapıldığı çevrede yetiştirilen ineklerin sütlerinde daha yüksek kurşun ve kadmiyum konsantrasyonlarının tespit edildiği bildirilmiştir. Ayrıca bu çalışmada, kurşun ve kadmiyumun sütün iz mineral profilini bozarak besin özelliklerini olumsuz etkilediği bildirilmiştir (5). 20. yüzyılın başından bu yana sanayileşme, kentleşme ve tarımsal mekanizasyon ağır metallerde artışa neden olarak hayvancılık sistemlerini ve süt kalitesini olumsuz yönde etkilemiştir (5). Artan şehirleşme ve sanayileşme, dünya çapında büyük miktarlarda toksik etkilere neden olan maddelerin çevreye salınmasına neden olmuştur. Bu kirleticilerden bazıları doğal olarak ortaya çıkmakta, ancak antropojenik kaynakların yanı sıra, özellikle madencilik faaliyetleri, bu kirleticilerin artışlarına neden olmuştur. Madencilik, uluslara çok fazla sosyal ve ekonomik

faydalar sağlasa da çevre ve halk sağlığı üzerindeki uzun vadeli olumsuz etkileri göz ardı edilemez (6). Ağır metaller süte esas olarak büyükbaş hayvan yemi, içme suyu, toprak, organik gübre olarak kullanılan kanalizasyon çamurları, suni gübre, fungusit ajanlarda kullanılan metaller, tarımsal kimyasallar ve atık sular yoluyla bulaşabilmektedir. Toksik metallerin gıdalara bulaşması; madencilik alanları, tarım arazileri, endüstriyel, evsel veya diğer atıklarla kirlenmiş atık su drenaj kanalları ile sulanan topraklarda yetişen otlaklar aracılığıyla gerçekleşir (7-8).

Bu çalışmada, Gümüşhane ilinde faaliyet gösteren maden işletmelerinin çevresinde konumlanmış süt sığırı işletmelerinde elde edilen inek sütünün besin maddesi içeriğine, mineral element ve ağır metal düzeylerine etkisinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Süt Numunelerin Toplanması

Süt örnekleri 2021 yılı Haziran ayı içerisinde Gümüşhane'de maden ocaklarının yoğun olduğu bölgelerden 6 adet ve maden bölgesine uzak olan bölgelerden de 6 adet olmak üzere toplam 12 adet süt örneği toplanmıştır. Süt örnekleri, süt tankından alınmıştır. Belirlenen bölgelerden numuneler homojen bir şekilde 100 mL hacimli PTFE (Politetrafloroetilen, Teflon) şişelerle alınmıştır. Analizlerden önce süt örnekleri, -20 °C'de derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

Süt Numunelerinin Analize Hazırlanması

Derin dondurucudan çıkartılan süt numuneleri oda sıcaklığında belirli bir süre bekletilerek çözünmeleri sağlanmıştır. Numuneler ICP-MS'de mineral madde ve ağır metal analizleri öncesi kapalı ortamda yüksek basınçlı bir mikrodalga fırında (Milestone marka Ethos EZ model) parçalanarak berrak çözeltileri elde edilmiştir. Bunun için önce her bir örnekten 2 mL alınıp mikrodalga fırının teflon

beherlerine aktarılmıştır. Üzerlerine 4.00 mL %65'lik HNO₃ ve 2.00 mL %30'luk hidrojen peroksit (H₂O₂) eklenip ve cihaz 180°C'lik sıcaklık ve 270 bar basınca ayarlanarak numuneler yaklaşık 20 dakika çözünürleştirme işlemine tabi tutulmuştur. İşlem sonunda numune içerikli teflon beherler 5–10 dakika kadar fırında bekletilip, daha sonra çeker ocak altında 15 ila 20 dakika kadar soğumaya bırakılmıştır. Soğuması tamamlanan kaplar dikkatli bir şekilde açılmış ve numuneler; kapak ve teflon kap iç duvarı deiyonize su ile yıkandıktan sonra tek tek 25.00 mL'lik balon jöjelere aktarılmış ve son olarak hacimleri 25 mL'ye kantitatif tamamlanmıştır. Bu yöntemle numunelerin berraklaşması sağlanmış olup mineral element ve ağır metal analizleri için uygun hale getirilmiştir. Ayrıca teflon beherlerin birine sadece nitrik asit ve hidrojen peroksit ilave edilerek mikrodalga fırında çözünürleştirme işlemi tekrar edilmiş ve böylece numune körü de hazırlanmıştır. Daha sonra kör çözelti dahil tüm numuneler analizin yapılacağı zamana kadar buzdolabında +4 °C'de muhafaza edilmiştir. Bu işlemlerin tamamı Gümüşhane Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

Gümüşhane merkez ve ilçelerden alınan toplamda 12 adet süt numunesinin kuru madde, yağsız kuru madde, yağ, protein ve laktoz içerikleri de analiz edilmiştir. Analizler Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Süt Analiz Laboratuvarında, Laktoscan MMC'de yapılmıştır. Analiz yapılırken, cihazın paket içerisinden çıkan numune kabına süt örneği doldurulup, ardından cihazın numuneyi çektiği hazneye kabı yerleştirip işlem yapılmıştır. 60 saniyenin ardından cihazın dijital ekranında sonuçlar okunmuştur.

İstatistiksel Analiz

Gümüşhane merkez ve diğer ilçelerden alınan süt örnekleri arasında, besin maddesi, mineral

Tablo 2. Farklı bölgelerden alınan sütlerin bazı besin maddesi içerikleri bakımından karşılaştırılması (%).

Table 2. Comparison of milk taken from different regions in terms of some nutrient contents (%).

| Bölge | Kuru Madde | Yağsız Kuru Madde | Yağ | Protein | Laktoz |
|------------------|------------|-------------------|-----------|------------|-----------|
| Merkez | 12.83±0.09 | 9.28±0.04 | 3.59±0.06 | 3.12±0.01 | 4.43±0.02 |
| İlçeler | 12.81±0.06 | 9.38±0.06 | 3.43±0.07 | 3.16±0.02 | 4.49±0.03 |
| Önemlilik durumu | t=1.68 Ös | t=0.542Ös | t=0.79 Ös | t=0.37 Ös | t=0.41 Ös |
| Ortalama | 12.84±0.05 | 9.33±0.04 | 3.51±0.05 | 3.14±0.014 | 4.56±0.02 |

Ös: Önemsiz

element ve ağır metal düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığının belirlenmesi için verilere t testi uygulanmıştır (9). Bu amaçla, merkez ve ilçelerden toplanan verilerin (12 veri) ortalaması alınarak (6 ortalama) istatistiksel analizler SPSS paket programında yürütülmüştür.

BULGULAR

Süt Örneklerinin Besin Madde İçerikleri Bakımından İncelenmesi

Çalışmada, maden işletmelerinin bulunduğu Gümüşhane merkez ile maden işletmelerin bulunmadığı Kelkit, Köse ve Şiran'dan alınan sütlerin besin madde içerikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Farklı bölgelerden alınan sütlerin bazı besin maddesi içerikleri (%).

Table 1. Some nutrient content of milk taken from different regions (%).

| Bölge | Kuru Madde | Yağsız Kuru Madde | Yağ | Protein | Laktoz |
|----------|------------|-------------------|------|---------|--------|
| Merkez 1 | 12.89 | 9.24 | 3.66 | 3.11 | 4.41 |
| Merkez 2 | 12.79 | 9.31 | 3.49 | 3.13 | 4.45 |
| Merkez 3 | 12.97 | 9.32 | 3.65 | 3.14 | 4.46 |
| Kelkit | 12.81 | 9.51 | 3.30 | 3.21 | 4.56 |
| Köse | 12.87 | 9.42 | 3.46 | 3.18 | 4.51 |
| Şiran | 12.76 | 9.23 | 3.54 | 3.11 | 4.41 |
| Ortalama | 12.84 | 9.33 | 3.51 | 3.14 | 4.56 |

Süt örneklerinin kuru madde, yağsız kuru madde, yağ, protein ve laktoz ortalamaları sırasıyla; %12.84, %9.33, %3.51, %3.14 ve %4.56 olmuştur. Kelkit ilçesinden alınan sütler yağsız kuru madde, protein ve laktoz bakımından yüksek içeriğe sahip olmuştur. Kuru madde bazında Gümüşhane Merkez-3 ve yağ bakımından Şiran yüksek ortalamaya sahiptir. Maden işletmelerinin sütün besin madde içeriğine etkisinin test edilmesi amacıyla t testi yapılmış olup elde edilen sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

Maden işletmeciliğinin yapıldığı Gümüşhane il merkezinden temin edilen sütlerin kuru madde, yağsız kuru madde, protein ve laktoz değerleri sırasıyla; %12.83, %9.28, %3.59, %3.12 ve %4.43 olarak tespit edilmiştir. Maden işletmeciliğinin yapılmadığı ilçelerden temin edilen sütlerin söz konusu değerleri sırasıyla; %12.81, %9.38, %3.43, %3.16 ve %4.49 olmuştur. Merkezden alınan süt örnekleri ile ilçelerden alınana süt örnekleri arasında incelenen parametreler açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Maden işletmelerine yakın süt sığırları işletmelerinden temin edilen sütler kuru madde, yağ ve yağsız kuru madde bakımından daha yüksek ortalamaya sahip olmasına rağmen, gözlenen farklılık istatistiksel olarak önemsizdir. Maden işletmeciliğinin yapılmadığı ilçelerden alınan süt örnekleri yağsız kuru madde, protein ve laktoz bakımından daha yüksek ortalamaya sahip olmasına

rağmen, gözlenen farklılık istatistiksel olarak önemsizdir.

Süt Örneklerinin Mineral Element ve Ağır Metal İçerik Bakımından Karşılaştırılması

Gümüşhane merkez ve ilçelerde alınan süt örneklerinde bazı mineral madde ve ağır metal düzeyleri Tablo 3 ve Tablo 4'te verilmiştir. Maden işletmeciliğinin yapıldığı Gümüşhane merkez ile faaliyetlerin mevcut olmadığı ilçelerde Na, Mg, K, Ca ve Fe ortalaması sırasıyla; 391.3, 106.4, 1553.7, 322.2 ve 1.35 mg/L olmuştur. Kelkit ilçesinden alınan süt örneğinde Na ve Mg miktarları ortalamanın üzerinde olmuştur. Şiran ilçesinde elde edilen sütün Ca seviyesi ortalamanın üzerinde olmuştur. Merkez 3'ten alınan sütün ise K düzeyi ortalamanın üstünde yer almıştır.

Tablo 3. Farklı bölgelerden alınan süt örneklerinde bazı mineral element düzeyleri (mg/L).

Table 3. Levels of some mineral element levels in milk samples taken from different regions (mg/L).

| Bölge | Na | Mg | K | Cu | Fe |
|----------|-------|-------|--------|-------|------|
| Merkez 1 | 341.3 | 100.5 | 1511.6 | 314.9 | 0.97 |
| Merkez 2 | 388.3 | 116.3 | 1348.9 | 364.1 | 2.23 |
| Merkez 3 | 383.3 | 105.9 | 1795.3 | 283.9 | <TSA |
| Kelkit | 535.3 | 116.1 | 1540.2 | 304.5 | 0.56 |
| Köse | 372.9 | 92.8 | 1523.6 | 305.8 | 2.05 |
| Şiran | 326.7 | 110.3 | 1602.9 | 360.1 | 0.86 |
| Ortalama | 391.3 | 106.4 | 1553.7 | 322.2 | 1.35 |

TSA: Tayin sınırının altında

Tablo 4. Farklı bölgelerden alınan süt örneklerinde bazı ağır metal düzeyleri ($\mu\text{g/L}$).

Table 4. Levels of some heavy metals in milk samples taken from different regions ($\mu\text{g/L}$).

| Bölge | As | Cd | Pb | Cr | Hg |
|----------|------|------|------|------|------|
| Merkez 1 | <TSA | <TSA | <TSA | 17.1 | <TSA |
| Merkez 2 | <TSA | 5.0 | <TSA | <TSA | <TSA |
| Merkez 3 | <TSA | <TSA | <TSA | <TSA | <TSA |
| Kelkit | <TSA | <TSA | <TSA | <TSA | <TSA |
| Köse | <TSA | <TSA | <TSA | <TSA | <TSA |
| Şiran | <TSA | <TSA | <TSA | <TSA | <TSA |

TSA: Tayin sınırının altında

Gerek il merkezinden ve gerekse ilçelerden alınan süt örneklerinde As, Pb ve Hg düzeyleri cihaz tayin sınırlarının altında (TSA) olduğu için, ölçüm yapılamamıştır.

Gümüşhane merkez ve ilçelerinde alınan süt örneklerinin bazı ağır metaller bakımından karşılaştırılmasına ait istatistiksel sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Farklı bölgelerde elde edilen sütlerin bazı mineral madde bakımından karşılaştırılması (mg/L).**Table 5.** Comparison of milk obtained in different regions in terms of some mineral substances (mg/L).

| Bölge | Na | Mg | K | Ca | Fe |
|------------------|-----------------------------|---------------|-----------------|----------------|---------------|
| Merkez | 370.9± 9.6 ^b | 107.6± 3.3 | 1552.0 ±83.0 | 321.0± 15.2 | 1.81± 0.04 |
| İlçeler | 411.6± 40.1 ^a | 106.2± 4.8 | 1555.5 ±21.0 | 323.4± 13.2 | 1.01± 0.04 |
| Önemlilik durumu | t=14.9 ** | t=1.30 Ös | t=8.39 * | t=0.45 Ös | t=14.0 * |

Ös: Önemsiz, *: (P<0.05), **: (P<0.01)

Maden işletmeciliğinin yapıldığı Gümüşhane merkezden alınan süt örneklerinde Na, Mg, K, Ca ve Fe değerleri sırasıyla 370.9, 107.6, 1552.0, 32.0 ve 1.81 mg/L olmuştur. Maden işletmeciliğinin yapılmadığı ilçelerde ilgili değerlere sırasıyla; 411.6, 106.2, 1555.5, 323.4 ve 1.01 mg/L olmuştur. İlçelerden alınan süt örneklerinde Na ve K mineral element değerleri merkezden önemli derece yüksek bulunmuştur (P<0.01, P<0.05). Merkezden alınan süt örneklerinin Fe içeriği, ilçeden alınan örneklerden önemli oranda daha yüksektir (P<0.05). Süt örnekleri arasında, Mg ve Ca bakımından istatistiksel olarak farklılık gözlenmemiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, Gümüşhane ilinde mevcut bazı maden işletmeciliği faaliyetlerinin inek sütlerinin besin madde içeriklerine ve ağır metal düzeylerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Gümüşhane merkezde faaliyet gösteren maden işletmelerine en yakın mesafede faaliyet gösteren üç adet süt sığırları işletmesinden ikişer adet olmak üzere toplam 6, maden işletmelerine yönelik herhangi bir faaliyetin yürütülmediği üç ilçede (Köse, Kelkit ve Şiran) yine ikişer adet olmak üzere toplam 6 adet süt örneği alınmıştır. Genel toplamda 12 adet süt örneği rasgele bir şekilde 2021 yılı Haziran ayı içerisinde süt tankından alınmıştır. Alınan süt örneklerinde bazı besin maddesi, mineral element ve ağır metal içerikleri analiz edilmiştir.

İncelenen süt örneklerinde, kuru madde bakımından merkezden ve ilçelerden alınan örnekler

arasında herhangi bir farklılık bulunmamıştır. Bu sonuç, sığır sütleri için bildirilen ortalama kuru maddeye (%12.90) oldukça yakındır (10).

İlçelerden alınan örneklerin yağsız kuru madde oranı, merkez sütlerden daha yüksek olmakla birlikte, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur. Yağsız kuru madde ortalaması (%9.33±0.04), Türk Gıda Kodeksi İçme Sütleri Tebliği'nde (Tebliğ No: 2019/12) inek sütleri için bildirilen (en az %8) değerden düşük değildir (11).

Sütteki temel besin maddeleri içerisinde en fazla değişkenliğe sahip olan süt yağı, günlük alınan besin maddelerinin çeşit ve miktarına göre farklılık göstermektedir. Merkezden alınan süt örneklerinin yağ içeriği ortalaması, ilçelere göre daha yüksek olmakla birlikte, gözlenen farklılık istatistiksel olarak önemsizdir. Bu çalışmada elde edilen yağ ortalaması (%3.51±0.05), inek sütleri için bildirilen (10) değerden (%3.8) daha düşüktür.

Merkez ve ilçelerden alınan süt örneklerinde protein oranı bakımından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Süt proteinlerinin ortalaması %3.14±0.014 olup, bu değer sığır sütleri için bildirilen değerden (%3.4) düşüktür (10). Süt besin maddeleri içerisinde yağ ve protein günlük alınan besin maddelerinin miktarı ve kalitesi tarafından etkilendiğinden, bu çalışmada elde edilen hem yağ hem de protein içeriğinin inek sütü için bildirilen değerlerden düşük olması, süt örneklerinin alındığı işletmelerde sığırların yetersiz beslendiği şeklinde yorumlanabilir.

Süt örneklerinin laktoz değeri oldukça yakın olmuştur. Elde edilen ortalama laktoz değeri, sığır sütleri için bildirilen değerden (10) (%4.8) düşüktür.

Maden işletmelerinin sütün besin maddelerine etkisinin incelendiği çalışmada, merkez ve ilçelerden alınan süt örneklerinin kuru madde, yağsız kuru madde, yağ, protein ve laktoz içerikleri birbirine yakın çıkmıştır. Diğer bir ifade ile, maden işletmelerinin inek sütü besin madde içeriklerine herhangi bir etkisinin olmadığı söylenebilir. Fakat alınan süt örneklerinin yağ, protein ve laktoz içerikleri, inek sütleri için bildirilen değerlerden daha düşüktür. Bu

sonuç, süt örneklerinin alındığı işletmelerde sığırların yetersiz beslendiği şeklinde yorumlanabilir. Bu sonucun netleşmesi için ilave çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Süt ve ürünlerdeki ağır metal kirliliği, sağılan hayvanların maruz kaldığı bulaşmaya bağlı olarak hammaddeden veya üretim ve depolanma sırasında çeşitli bulaşmalardan ortaya çıkmaktadır (12). Ağır metaller hava, su ve yoğun olarak da beslenme yolu ile vücuda girer. Bu metallerin vücutta oluşturacakları zararlı etkiler ve düzensizlikler, alınan metalin derişimine bağlı olarak farklılık gösterir. Metallerin vücutta oluşturduğu başlıca etkiler; hafıza zayıflığı, nefes almada zorluk, iştahsızlık, baş dönmesi, düzensiz uyku durumları ve sinir sisteminde rahatsızlıklar gibi etkilerdir (13).

Maden işletmeciliğinin yapıldığı Gümüşhane merkezden alınan süt örneklerinde Na miktarı, ilçelerde elde edilen sütlerden düşüktür. Genel ortalama ise, 391.3 ± 20.5 mg/L'dir. Erdiç (14), sütteki Na miktarının 500 mg/L, Özturan ve Atasever (15) sütte ortalama Na miktarının 380-450 mg/L arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu çalışmada elde edilen ortalama değer, literatürde bildirilen sınırlar içerisinde yer almaktadır.

Bu çalışmada, merkez ve ilçelerden alınan süt örneklerinin ortalama Mg değerleri arasında farklılık olmamıştır. Genel ortalama ise, 106.9 ± 2.8 mg/L'dir. İnek sütü ile ilgili yapılmış olan çalışmalarda, 1 L sütte bulunması gereken Mg miktarının 100–150 mg/L arasında olması gerektiği bildirilmiştir (16). Özturan ve Atasever (15) ise yapmış oldukları derleme çalışmasında sütte 100–110 mg/L Mg olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen ortalama değer, literatürde bildirilen sınırlar içerisinde yer aldığı söylenebilir.

Gümüşhane merkezde üretim yapan süt sığırlı işletmelerinden temin edilen sütlerde K değeri ilçelerden tedarik edilen sütlerden önemli oranda daha düşüktür. Merada otlayan veya fazla miktarda taze yeşil yem tüketen ineklerden elde edilen sütlerin potasyum miktarının daha fazla olduğu literatürde bildirilmiştir (17,18). İlgili çalışmaların bir kısmında

süt örnekleri mera döneminde bir kısmında ise sığırların ahırda olduğu kış döneminde alındığı için, bildirilen K değerleri arasında farklılık gözlenmiştir. Trabzon ilinde yürütülen bir çalışmada ineklerin ahırda ve merada beslendiği döneme ait süt potasyum ortalama değerleri sırasıyla; 1123 ve 1152 mg/L olmuştur (12). Özturan ve Atasever ise (15), 1 L inek sütünde ortalama 1320–1550 mg/L arasında potasyum olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada, süt örnekleri merada otlayan ineklerden elde edildiği için, K değerinin çok yüksek çıktığı söylenebilir.

Gümüşhane merkezden alınan süt örneklerinin Fe miktarı ilçelerden yüksektir. Merkez 3 olarak kodlanan işletmeden elde edilen sütlerde Fe miktarı, cihaz tayin limitinin (LOQ) altında kaldığı için okunamamıştır. Bazı çalışmalarda, 1 L sütte 1400 µg/L Fe bulunduğu bildirilmiştir (13–18) .

Yoğun endüstrileşmenin bir sonucu olarak toprak, su ve havada artan ağır metal ve metalik bileşik seviyeleri, besin zinciri yoluyla insan ve hayvanlara geçmekte ve sağlık üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır (19). Ağır metaller canlı organizmalarda ağız, solunum ve deri yoluyla alınmakta ve çoğu özel destek almadan vücudun normal boşaltım yolları olan böbrek, karaciğer, bağırsak, akciğer ve deri yolu ile dışarı atılmamaktadırlar (20). İz miktarları ile mineral element sınıfında olan Fe, Cu, Zn, Ni ve Se gibi metaller belirli bir derişimden (1–10 ppm: milyonda bir) sonra toksik etki gösterebilirken Cr, As, Cd, Pb ve Hg gibi metaller ise başlangıç derişiminden itibaren ağır metal olarak tanımlanırlar ve vücutta yüksek toksisite gösterebilirler. Hatta bu metaller çok düşük derişimlerde bile (0.001–0.1 ppm) psikolojik yapıyı etkileyerek önemli sağlık problemlerine neden olabilirler (21).

Arsenik, canlılarda ciddi etkilere sahip olup, sıklıkla zehirlenmelere ve ölümlere neden olabilmektedir (12). İnek sütünde arsenik miktarının ortalama 45 µg/L olduğu bildirilmiştir (22). Bu çalışmada ise, gerek Gümüşhane merkezdeki üç farklı noktadan alınan süt örneklerinde, gerekse ilçelerden alınan örneklerin hiçbirinde As'ye rastlanmamıştır.

Daha doğru bir ifade ile seviyeler cihaz tayin limitinin altında kalmıştır.

Gıda maddelerindeki krom (Cr) miktarı, gıdaların yetiştiği toprağın mineral madde içeriğine ve ürünün işlendiği ortama göre farklılık göstermektedir (23). İnek sütünde ortalama krom miktarı 5–82 µg/L olarak bildirilmiştir (24). Bu çalışmada sadece Gümüşhane merkez 2’de yer alan işletmeden alınan süt örneğinde bir miktar Cr tespit edilmiş, diğer örneklerin hiçbirinde tespit edilememiştir. Elde edilen değer, Yazıcı (12)’nin merada otlayan inekler için bildirmiş olduğu değerden (1.29 µg/L) yüksektir.

Kadmiyumun (Cd) süte bulaşması, ineklerin kadmiyum içeren yemlerle ve içilen sularla beslenmesi yoluyla olabilmektedir. Yeme kadmiyum bulaşması ise, lağım pislikleri, çamur ve kadmiyumca zengin fosfatlardan olabilmektedir (25). Kadmiyum farklı etkilere yol açan toksitesinden dolayı bazı ülkelerde sınırlama getirilen ağır bir metaldir. Avustralya, Danimarka, Hollanda ve Almanya gibi ülkelerde sırasıyla; 0.05, 0.01, 0.05 ve 0.05 µg/L değerlerde sınırlandırılmıştır (26). Bu çalışmada sadece Gümüşhane merkez 1’den alınan her iki süt örneğinde kadmiyum saptanmış, diğer yerlerde alınan sütlerde okuma yapılamamıştır. Merkez 1’de tespit edilen Cd seviyesi (17.1 µg/L), inek sütü için verilen referans değerinden ve Yazıcı (12) tarafından bildirilen değerden (1.58 µg/L) oldukça yüksektir. Bu yüksekliğin nedeninin ortaya çıkarılması için ilave çalışmalara ve çok daha fazla örnekleme ihtiyacı bulunmaktadır. Örnek alınan diğer alanlardaki sütlerde Cd’nin tespit edilemeyişi, ilgili alanlarda söz konusu metalin olmayışı anlamına gelmemekle beraber mevcut değerlerin kullanılan ICP-MS cihazının tayin limitinin altında kalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Başka bir ağır metal olan kurşun ve onun çeşitli bileşikleri, gıda maddelerine daha çok kirlenmiş hava, su ve topraktan bulaşmaktadır. Bu şekilde kirlenmelere sanayi bölgelerinde ve trafığa yakın alanlarda rastlanmaktadır. Türk Gıda Kodeksi’nde sütte kurşun miktarı için 0.02 mg/kg düzeyinde bir

sınırlama getirilmiştir. Metin (18), sütteki kurşun miktarını 40 µg/L olarak bildirmiştir. Bu çalışmada gerek merkezden ve gerekse de ilçelerden alınan süt örneklerinde kurşun değerleri ICP-MS cihazının tayin limiti altında kalmıştır.

Süt ve süt ürünlerinde cıva (Hg) riski yok denecek kadar az olmakla birlikte, endüstriyel atık sularında, termik santral çalışanlarında ve etrafında yaşayan canlılarda riskin ortaya çıkma olasılığı oldukça yüksektir (27). Bu çalışmada gerek Gümüşhane merkezden ve gerekse de ilçelerden alınan tüm örneklerde (12 örnek) cıva tespit edilememiştir.

Sonuç olarak; maden işletmelerinin sütün besin madde içeriğine herhangi bir etkisi olmamıştır. İl merkezinde alınan süt örneklerinde Na ve K değerleri daha düşük, Fe değeri ise daha yüksektir. Gümüşhane ilinde faaliyet gösteren maden işletmelerinin sütün besin maddesi içeriğine toksik düzeyde etkisinin daha kesin olarak ortaya çıkarılması için, süt örneklerinin alındığı bölgelerin toprak ve bitki örtüsüne ait analiz değerleri de dikkate alınmalıdır. Zira, bu çalışmadan elde edilen veriler kısmi veriler olup, bu sonuçlar ışığında ilave yeni çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR

1. Muehlhoff E., Bennett A., Mc Mahon D., 2013. Milk and Dairy Products in Human Nutrition, Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO), Rome, 376p.
2. Leksir C., Boudalia S., Moujahed N., Chemmam M., 2019. Traditional Dairy Products in Algeria: Case of Klila Cheese. J Ethnic Foods, 6, 1-14.
3. Emsen H., 2012. Hayvan Yetiştirme İlkeleri. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 720.
4. Licata P., Trombetta D., Cristani M., Giofre F., Martino D., Calo M., Naccari F., 2004. Levels of Toxic and Essential Metals in Samples of Bovine Milk From Various Dairy Farms in Calabria, Environment International, 30, Italy, 1-6.

5. Boudebbouz A., Boudalia S., Bousbia A., Habila S., Boussadia M., Gueroui Y., 2021. Heavy metals levels in raw cow milk and health risk assessment across the globe: A systematic review. *Sci. the total Envir.*, 751 (141830).
6. Akabza TM., 2000. Boom and dislocation: A study of the social and environmental impacts of mining in the wassa west district of ghana, third world network, Africa Secretariat: Accra, Ghana. Third World Network Africa, 2000.
7. Cai Q., Long ML., Zhu M., Zhou QZ., Zhang L., Liu J., 2009. Food chain transfer of cadmium and lead to cattle in a lead-zinc smelter in guizhou, China. *Envir. Poll.*, 157, 3078-3082.
8. Psenkova M., Toman R., Tancin V., 2020. Concentrations of toxic metals and essential elements in raw cow milk from areas with potentially undisturbed and highly disturbed environment in Slovakia. *Envir.Sci. & Poll. ReseA.*, 26763-26772.
9. Güriş S., Astar M., 2014. Bilimsel Araştırmalarda İstatistiksel Analiz, DER Yayınları Ankara, 427.
10. Özhan M., Tüzemen N., Yanar M., 2016. Büyükbaş hayvan yetiştirme, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No: 134.
11. Anonim, 2019. Türk gıda kodeksi içme sütleri tebliği, 27 Şubat 2019, Tebliğ No: 2019/12, Ankara.
12. Yazıcı E., 2018. Trabzon ili Akçaabat ilçesindeki inek sütlerindeki metal ve mineral madde içeriklerinin icp-ms yöntemiyle belirlenmesi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, 88s.
13. Yetişmeyen A., 2000. Süt teknolojisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1511, Ders Kitabı, 464, 229s.
14. Erdinç BD., 1998. Bazı gıdalarımızda metalik kontaminant düzeylerinin belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 96s.
15. Özturan K., Atasever M., 2018. Süt ve ürünlerinde mineral maddeler ve ağır metaller. *Atatürk Üni. Vet. Bil. Derg.*, 13, 229-241.
16. Tekinşen OC., 2000. Süt Ürünleri Teknolojisi, Selçuk Üniversitesi Basım Evi, Konya.
17. Alaçam E., Şahal M., 1997. Sığır Hastalıkları, Medisan Yayın Serisi, No: 31, 1. Baskı, Ankara.
18. Metin M., 2001. Süt Teknolojisi, Sütün Bileşimi ve İşlenmesi, 4. Baskı, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, 33, 801-806s.
19. Kılıç M., Bozkaya O., 2017. Çiğ süt örneklerinde ağır metal ve metal kontaminasyonlarının belirlenmesi ve sağlık üzerine etkisi. *Ankara Sağ. Hizm. Derg.*, 16, 1-10.
20. Özbolat G., Abdullah T., 2016. Ağır metal toksisitesinin insan sağlığına etkileri. *Arşiv Kaynak Tarama Derg.*, (25), 502-521.
21. Jarup L., 2003. Hazards of heavy metal contamination. *British Med. Bull.* 68, 167- 182.
22. Demirci M., 2010. Sütün mineral maddeleri ve insan beslenmesindeki önemi. *Atatürk Üni. Zir. Fak. Derg.*, 195-207.
23. Anderson RA., Bryden NA., Polansky MM., 1992. Dietary chromium intake. *Biological Trace Element Research*, 32, 117-121.
24. Aysal H., 2013. Bitlis yöresindeki anne sütü ve inek sütünde ağır metal (as, cd, pb, zn) iyonlarının tayini, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 56s.
25. Merian E., 1984. *Metalle in Der Umwelt*, Verlag Chemie, Weinheim S, 493-459.
26. Efe A., 2008. Diyarbakır il ve ilçelerinden temin edilen sütlerde ağır metal ve mineral madde içeriklerinin belirlenmesi. *Fen Bilimleri Enstitüsü Dicle Üniversitesi, Diyarbakır*, 73s.
27. Kınık Ö., Uysal H., Akbulut N., 2001. Süt ve süt ürünlerinde iz elementler. *Uluslararası Sütçülük Federasyonu (IDF) Yayını*, 278s.