



**T.C.  
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



**GÜMÜŞHANE İLİNDE ÜRETİLEN İNEK SÜTLERİNDE BAZI TOKSİK MADDE  
DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Merve OKUR**

**EYLÜL 2021  
GÜMÜŞHANE**



**T.C.**  
**GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GÜMÜŞHANE İLİNDE ÜRETİLEN İNEK SÜTLERİNDE BAZI TOKSİK MADDE**  
**DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Merve OKUR**

**Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü**  
**"Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı"**  
**Yüksek Lisans Programında Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih :17.07.2021**  
**Tezin Sözlü Savunma Tarihi :07.09.2021**

**EYLÜL 2021**



## TEZ BEYANNAMESİ

Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlamış olduğum “Gümüşhane İlinde Üretilen inek Sütlerinde Bazı Toksik Madde Düzeylerinin Belirlenmesi” isimli tez çalışmasında; bütün bilgi ve belgeleri genel akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak hazırlayıp sunduğumu, başka kaynaklardan yararlandığım bilgileri metin ve kaynaklarda eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma süresince bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksi durumda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 08/09/2021.

**Merve OKUR**

**ÖZET**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**GÜMÜŞHANE İLİNDE ÜRETİLEN İNEK SÜTLERİNDE BAZI TOKSİK MADDE  
DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

Merve OKUR

Gümüşhane Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Bahri BAYRAM

2021, 30 sayfa

Bu tez çalışmasında, Gümüşhane ilinde faaliyet gösteren maden işletmelerinin, ilde üretilen inek sütlerinin besin ve mineral madde içeriği ile ağır metal düzeylerine etkisi araştırılmıştır.

Süt örnekleri, 2021 yılı haziran ayında ikişer kez ilde faaliyet gösteren maden işletmelerine en yakın süt sığırı işletmelerinden ve maden işletmesi bulunmayan Köse, Kelkit ve Şiran ilçelerindeki sığırcılık işletmelerinden alınmıştır. Alınan örneklerin besin madde içerikleri Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Süt Analiz Laboratuvarında Laktoscan süt analiz cihazı ile mineral ve ağır metal düzeyleri ise, Gümüşhane Üniversitesi Merkezi Araştırma ve Uygulama Laboratuvarında bulunan ICP-MS cihazı ile belirlenmiştir.

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 olarak belirlenmiştir. Aynı değerlerin ilçelerden alınan örneklerde sırasıyla; %12.81, %9.38, %3.43, %3.6 ve % 4.49 tespit edilmiştir. Ayrıca Gümüşhane il merkezinde alınan 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 1806.0 µg/L olduğu, aynı parametrelerin ilçelerden alınan örneklerde sırasıyla; 411.6 mg/L, 106.2 mg/L, 1555.5 mg/L, 323.4 mg/L ve 1006.6 µg/L olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlarda, maden işletmelerinin ilde üretilen sütlerin besin madde içeriğine etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır. Şehir merkezinden alınan süt örneklerinde, Na ve K seviyelerinin ilçelerden alınan örneklere göre daha düşük, Fe seviyesi ise daha yüksek belirlenmiştir. Gümüşhane ilinde üretilen sütlerin besin madde içerikleri, mineral ve ağır metal düzeylerine etkileri ile ilgili kesin bir sonuca ulaşmak için süt örneklerinin yıl boyunca aylık olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca bölgenin toprak ve bitki örtüsünün mineral ve ağır metal içerikleri düzenli aralıklarla değerlendirilmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Ağır metal, Besin maddeleri, Gümüşhane, Maden işletmeleri, Süt

## **ABSTRACT**

## **MY THESIS**

# **DETERMINATION OF SOME TOXIC SUBSTANCE LEVELS IN COW MILK PRODUCED IN GÜMÜŞHANE**

Merve OKUR

Gümüşhane University  
Graduate Education Institute  
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Bahri BAYRAM  
2021, 30 Pages

In this thesis, 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. Nutrient contents of the milk samples were determined in Atatürk University Faculty of Agriculture Milk Analysis laboratory by Lactoscan milk analyzer, mineral and heavy metal levels of the samples were determined by ICP-MS device in Gümüşhane University Central Research and Application Laboratory.



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 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, milk samples should be examined monthly, throughout the year. Also, mineral and heavy metal levels of the region's soil and plant cover should be examined regularly.

**Keywords:** Heavy metal, Nutrients, Gümüşhane, Mining enterprises, Milk

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı değerli bilgi ve katkıları ile yöneten, tezimin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Bahri BAYRAM'a en derin saygı ve şükranlarımı sunarım. Değerli katkılarından dolayı Gümüşhane merkez, Kelkit, Köse ve Şiran ilçelerinde süt örneklerinin alındığı işletme sahiplerine teşekkür ederim. Her zaman destekleri ile yanımda olan aileme ve nişanlım Arş. Gör. Samet TEKİN'e teşekkür ederim.

Merve OKUR  
Gümüşhane, 2021

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa No

|                                                                                    |      |
|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ÖZET .....                                                                         | IV   |
| ABSTRACT .....                                                                     | VI   |
| TEŞEKKÜR .....                                                                     | VIII |
| İÇİNDEKİLER.....                                                                   | IX   |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                                                              | XI   |
| TABLolar DİZİNİ.....                                                               | XII  |
| SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....                                              | XIII |
| 1. GENEL BİLGİLER .....                                                            | 1    |
| 1.1. Sütün Önemi .....                                                             | 2    |
| 1.2. Hayvanlardan Elde Edilen Sütün Oranları .....                                 | 2    |
| 1.3. Sütün Bileşimi .....                                                          | 3    |
| 1.4. Süt ve Ağır Metaller .....                                                    | 4    |
| 1.4.1. Kurşun (Pb).....                                                            | 5    |
| 1.4.2. Kadmiyum (Cd).....                                                          | 5    |
| 1.4.3. Arsenik (As).....                                                           | 6    |
| 1.4.4. Civa (Hg) .....                                                             | 7    |
| 1.4.5. Kalsiyum (Ca).....                                                          | 7    |
| 1.4.6. Demir (Fe) .....                                                            | 8    |
| 1.4.7. Krom (Cr) .....                                                             | 8    |
| 1.4.8. Sodyum (Na).....                                                            | 9    |
| 1.4.9. Potasyum (K) .....                                                          | 9    |
| 1.4.10. Magnezyum (Mg) .....                                                       | 9    |
| 1.5. Sütte Ağır Metallerin Kontrolü.....                                           | 9    |
| 1.6. Yerli ve Yabancı Süt Örneklerinin Ağır Metal ve Mineral Madde İçerikleri..... | 10   |
| 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....                                                         | 11   |
| 2.1. Süt Numunelerinin Toplanması.....                                             | 11   |
| 2.2. Süt Numunelerinin Analize Hazırlanması .....                                  | 11   |
| 2.3. ICP-MS ve Uygulamaları .....                                                  | 12   |
| 2.4. İstatistiksel Analiz .....                                                    | 13   |

|      |                                                                                      |    |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.   | BULGULAR.....                                                                        | 14 |
| 3.1. | Süt Örneklerinin İçerik Bakımından İncelenmesi .....                                 | 14 |
| 3.2. | Süt Örneklerinin Metal ve Ağır Metal İçerikleri Bakımından<br>Karşılaştırılması..... | 15 |
| 4.   | TARTIŞMA.....                                                                        | 18 |
| 5.   | SONUÇ VE ÖNERİLER.....                                                               | 23 |
| 6.   | KAYNAKLAR .....                                                                      | 25 |
|      | ÖZGEÇMİŞ                                                                             |    |



## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1. Sütlerin besin madde analizi..... | 13 |
|----------------------------------------------|----|



## TABLÖLAR DİZİNİ

### Sayfa No

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 3.1. Farklı bölgelerden alınan sütlerin bazı besin maddesi içerikleri açısından özellikleri.....       | 14 |
| Tablo 3.2. Farklı bölgelerden alınan sütlerin bazı besin maddesi içerikleri açısından karşılaştırılması..... | 15 |
| Tablo 3.3. Farklı bölgelerde alınan süt örneklerinde bazı toksik maddelerinin düzeyi.....                    | 16 |
| Tablo 3.4. Farklı bölgelerden alınan süt örneklerinde bazı ağır maddelerin düzeyleri ....                    | 17 |
| Tablo 3.5. Farklı bölgelerde elde edilen sütlerin bazı mineral elementler bakımından karşılaştırılması.....  | 17 |

## SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Cd : Kadmiyum

Pb : Kurşun

As : Arsenik

Ca : Kalsiyum

Fe : Demir

Cr : Krom

Na : Sodyum

K : Potasyum

Mg : Magnezyum

Hg : Civa

## 1. GENEL BİLGİLER

Süt ve süt ürünleri; büyüme, kemik gelişimi ve bağışıklık sistemi için gerekli olan nutrasötik etkiye sahip konjuge linoleik asit gibi özel yağ asitleri ve vitaminler ile makro ve mikro besinler içerdiğinden, yüzyıllar boyunca özellikle çocuklar için besleyici gıdaların başlıca kaynakları olarak kabul edilmiştir (Leksir vd., 2019). Süt, hayvanların türüne bağlı olarak su, yağ, laktoz, peynir altı suyu proteinleri ve minerallerden oluşmaktadır. Süt bileşimi oldukça değişkendir ve laktasyonun ilerleyen dönemlerinde bile farklılık gösterebilir. Üstelik genetik, fizyolojik ve beslenme faktörleri ile çevresel koşullar bu farklılıkların oluşmasında rol oynamaktadır (Pietrzak-Fiećko ve Kamelska-Sadowska, 2020).

Teknolojik ilerlemeler, çeşitli endüstriyel faaliyetler ve artan karayolu trafiği çevresel kirlenmede önemli bir artışa neden olmuştur. Bazı metal kirleticilerin, özellikle kadmiyum ve kurşunun neredeyse her yerde bulunması, gıda zincirine girişlerini kolaylaştırmakta ve böylece insanlar ve hayvanlar üzerinde toksik etkilere sahip olma olasılığını artırmaktadır. Bununla birlikte tarımsal faaliyetler, madenler, gübre kullanımı; çevrenin, besin zincirinin ve nihayetinde insanlar tarafından tüketilen gıda ürünlerinin de önemli kirlenme kaynakları olabilmektedir (Licata vd., 2004).

Demir (Fe) ve çinko (Zn) gibi çeşitli elementler insan vücudu için gerekli olup, metabolizma için oldukça önemli rolleri bulunmaktadır. Bu elementler canlı organizmada çeşitli biyokimyasal işlevlere sahip olan birçok enzim için kofaktör olarak görev yapabilirler. Bununla birlikte, insan ve hayvan vücudunda fazla miktarda bulunması halinde toksik etkilere neden olabilirler (Licata vd., 2012; Gall vd., 2015; Varol ve Sünbül, 2020). Kadmiyum (Cd), kurşun (Pb) ve cıva (Hg) gibi diğer ağır metaller vücut için gerekli olmayan elementlerdir ve biyolojik rolleri de yoktur. Çok düşük konsantrasyonlarda bile toksik etkilere neden olabilirler. Bu nedenle, gıdalarda bulunan ağır metallere maruz kalma, insan sağlığı üzerine tehdit oluşturmaktadır. Besin zinciri boyunca ağır metaller diğer kirletici türlerinden farklı olarak daha uzun süre maruziyete neden olmaları, bozulmamaları, parçalanmamaları ve ayrıca yüksek birikim seviyeleri ile farklılık göstermektedir. Literatürde yapılan bazı çalışmalardan elde edilen veriler, farklı bölgelerden toplanan inek sütündeki ağır metallerin varlığını göstermektedir (Licata vd., 2004; Qin vd., 2009; Malhat vd., 2012; Najarneshad ve Akbarabadi, 2013; Elsaïm ve Ali, 2018). Bununla birlikte, ağır metal kontaminasyon derecesi sabit değildir ve maruziyet yollarına, çevresel koşullara, hayvanın beslenmesine, laktasyon devresine ve hayvan ırkına bağlı olarak farklılık



göstermektedir (Pilarczyk vd., 2013; Mekuyie, 2014; Bousbia vd., 2019; Safaei vd., 2020). Endüstriyel birimlerin çevresinde yetiştirilen ineklerin sütlerinde daha yüksek kurşun ve kadmiyum konsantrasyonları bulunmuştur. Ayrıca kurşun ve kadmiyum sütün iz mineral profilini bozarak besin özelliklerini olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Boudebbouz vd., 2021). 20. yüzyılın başından bu yana sanayileşme, kentleşme ve tarımsal mekanizasyon ağır metallerde artışa neden olarak hayvancılık sistemlerini ve süt kalitesini olumsuz yönde etkilemiştir (Boudebbouz vd., 2021).

### **1.1. Sütün Önemi**

Süt ve süt ürünleri, benzersiz enerji kaynakları, besinler, kalsiyum, proteinler ve vitaminler olarak insan beslenmesi ve gelişimi için temel yiyecekleri temsil eder. İnek sütü formülasyonu, genellikle emzirmenin mümkün olmadığı veya beslenme ihtiyaçlarını karşılamada yetersiz kaldığı durumlarda yeni doğan çocukların diyetine giren ilk besindir. İnek sütü ve süt ürünleri insan yaşamı boyunca beslenmenin önemli bir parçası olmaya devam etmekte, günlük tüketim için temel bir gıda grubu olarak önerilmektedir. Ortalama inek sütünün bileşimi %3.5 protein (%80 kazein, %20 serum proteinleri), %3–4 lipid (trigliserit), %4.6 karbonhidrat (laktöz), %1 mineral tuzları (kalsiyum, fosfor, potasyum, magnezyum, sodyum), vitaminler (özellikle B1, B2, B6, retinol, karotenler, tokoferol) ve %88 su içerir (Muehlhoff vd., 2013).

### **1.2. Hayvanlardan Elde Edilen Sütün Oranları**

İnek sütü, dünya üretiminin %83'ünü oluşturan en yaygın süt türü olmasına rağmen, son yıllarda diğer hayvan türlerinden elde edilen süt kullanımı da artmıştır. Manda sütü, küresel süt ve süt ürünleri üretiminin %13'ünü oluştururken, keçi (%2.3), koyun (%1.4) ve deve (%0.3) sütünün katkısı sınırlıdır. Ren geyiği, yak, geyik, misk öküzü, lama ve alpaka gibi diğer türler dünya süt pazarının %0.2'sini oluşturmaktadır (Munblit vd., 2017).

### 1.3. Sütün Bileşimi

Tüm canlılar için su, en yüksek miktarda ihtiyaç duyulan besin maddesidir ve süt bol miktarda su içerir (%88.6). Bu su miktarı, meme bezinin salgı hücreleri tarafından sentezlenen laktoz miktarı ile kontrol edilir (Guétouache vd., 2014). Laktoz, sütün ana karbonhidratıdır ve bir molekül D-galaktoz (yarı asetil işlevi ile birleşir) ve bir D-glikoz molekülünün (hidroksil 4 pozisyonu ile işlenir) birleşmesiyle oluşur (Filion, 2006). Sütteki proteinler çok kaliteli, yani vücudumuzun üretemediği tüm temel amino asitleri ve elementleri içermektedir. Proteinler tüm canlı dokuların yapı taşlarıdır. Süt proteinleri, metiyonin ve sistin miktarları dışında, yumurta proteini ile ortalama aynı bileşime sahiptir (Konte, 1999). Sütte doğal olarak bulunan dört ana kazein,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ , B ve  $\kappa$  kazeinlerdir. pH 4.6'da düşük çözünürlükleri ile ayırt edilirler (Eck ve Gillis, 1997).

Sütte yağ, ana enerji kaynağıdır (Grandpierre vd., 1988). Sütte yağ, yağ hücrelerinin emülsiyonu şeklinde bulunur. Sütün yağ içeriğinin konsantrasyonu, su içinde süspanse edilmiş küçük hücrelerde bulunabilmektedir ki bu, tür ve yem bileşimine göre önemli ölçüde değişiklik göstermektedir. Doymamış yağ asitleri, en az bir çift bağ içeren lipid molekülleridir. Cis yağ asitleri ile trans yağ asitlerini ayırt etmek mümkündür. Diyetimizdeki doymamış yağların çoğu cis formdayken, düşük bir kısmı trans formdadır (Stender ve Dyerberg, 2004).

Artan şehirleşme ve sanayileşme, dünya çapında büyük miktarlarda toksik kirletici maddelerin çevreye salınmasına neden olmuştur. Bu kirleticilerden bazıları doğal olarak ortaya çıkar, ancak antropojenik kaynaklar, 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 (Akabzaa, 2000). Zenginleştirme olarak da bilinen maden işleme, cevher minerallerini fiziksel, kimyasal ve bazen mikrobiyolojik teknikler kullanarak fiziksel olarak ayırmayı ve konsantre etmeyi amaçlar (Lottermoser ve Bernd, 2010). Metalurjik ekstraksiyon, istenen elementi veya bileşiği geri kazanmak için cevher mineralindeki kristalografik bağları koparır. Bu faaliyet sırasında, özellikle çıkarılan cevherin %99'undan fazlasını atık olarak çevreye bırakan madenlerde büyük miktarlarda atık üretilmesine neden olmaktadır (Adler ve Rascher, 2007).

Maden atık malzemelerinin topraklara, gıda mahsullerine ve dere çöktillerine bulaşması sonucunda aktif madenler ve çevresinde, yüksek konsantrasyonlarda ağır metaller birikebilir (Witte vd., 2004). Bu ağır metal birikimi eninde sonunda biyolojik çeşitliliğin ve

ekonomik refahın kaybına yol açacak ve ayrıca madencilik alanı çevresinde yaşayan canlılar için potansiyel bir sağlık riski oluşturmaktadır (Galán vd., 2003).

#### **1.4. Süt ve Ağır Metaller**

Süt ve süt ürünleri, özellikle protein ve mineral madde bileşimleri açısından insan beslenmesinde ihtiyaç duyulan en temel bileşenlerden biridir. Süt, çoğunlukla bebekler ve çocuklar tarafından tüketildiği için sütte bulunabilecek toksik maddeler endişe uyandırmakta ve bu nedenle, çevresel kirlenmenin bir sonucu olarak süte bulaşabilecek toksik maddelerin ve metallerin izlenmesi gerekmektedir (Pšenková vd., 2020).

Sütte metal kalıntıların birikmesi, sütün hijyen kalitesinin düşmesinin doğrudan göstergesi ve sütün üretildiği ortamdaki kirliliğinin dolaylı bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Licata vd., 2004; González-Montaña vd., 2012). Toksik metallerin temel sorunu birikme yetenekleridir; bu nedenle tüketilen gıdalardaki konsantrasyonlarını kontrol etmek gerekir. Sütün kalitesini değerlendirirken, süttten yapılan ürünlerin besin değerini kontrol etmek için sütteki iz element konsantrasyonlarının izlenmesi oldukça önemlidir. Çünkü bu elementler, toksik etkiye sahip diğer elementlerin oluşturduğu etkiyi oluşturabilmektedirler (Khan vd., 2014).

Son yıllarda bazı ağır metallerin toksik etkileri düşünüldüğünde sütün kirlenmesi başlıca tehlikelerden biri olarak kabul edilmektedir. Ağır metal, atomik yoğunluğu 6 g/cm'den büyük olan metal ve metaloidler grubuna verilen genel bir toplu terimdir. Bu terim yaygın olarak kabul görmekte ve genellikle kirlilik ve toksisite problemleriyle yaygın olarak ilişkilendirilen kadmiyum, arsenik (As), kurşun gibi elementleri kapsamaktadır (Toman vd., 2011; Malhat vd., 2012). Metallerle ilgili temel sorunlardan biri, biyolojik olarak birikme yetenekleridir. Kurşun ve kadmiyum, çevredeki en yaygın iki ağır metaldir, genellikle kirliliğin ortamlarda bulunur (Toman vd., 2011) ve çoğunlukla insan ve hayvan zehirlenmesine neden olur (Massanyi vd., 2004; Toman vd., 2011). Pb zehirlenmesi, insan sağlığı ve çiftlik hayvanları üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir (Iftikhar vd., 2014).

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 (Cai vd., 2009, Pšenková vd., 2020).

#### **1.4.1. Kurşun (Pb)**

Kurşun doğada bol miktarda olan toksik özelliklere sahip birçok alanda kullanımı bulunan bir ağır metaldir. Kurşun doğaya zarar verme potansiyeline sahip ve tespit edilen ilk metal olmasından dolayı büyük öneme sahiptir. Kurşun bileşiklerinin petrole ilave edilmesiyle birlikte kullanımı oldukça genişlemiştir. Ancak son zamanlarda kurşun içermeyen benzinler satışa sunulsa da bu yol ile yayılımı halen devam etmektedir. Endüstriyel atıklar yoluyla da kurşunun çevreye olan dağılımı devam etmekte ve bundan dolayı sanayileşme ve araçlar çevrenin kurşun ile temasının artırmaktadır (Baş ve Demet, 1992). Kurşun hava, su, toprak ve besin zincirini kirletebilen en yaygın endüstriyel metaldir (Raikwar vd., 2008). Çevrede kurşunun yaygın bir şekilde ortaya çıkması, madencilik, eritme ve rafine etme gibi antropojenik faaliyetlerin sonucudur. Çevrede bulunan diğer Pb kaynakları arasında volkanik aktivite ve jeokimyasal ayrışma gibi doğal aktiviteler sayılabilmektedir.

Kurşun sütte normalde çok düşük düzeylerde (0,001-0,005 mg/kg) bulunmaktadır. Süt yoluyla insanlara olan bulaşma oldukça önemli bir role sahiptir (Kınık vd., 2001). Küçük kurşun parçacıkları solunum yoluyla emilebilirken, daha büyük parçacıklar mukosiliyer hücreler tarafından uzaklaştırılır ve orofarinkse taşınır ve ardından yutulur. Gastrointestinal sistem tarafından alınan kurşun, yutulan ortamda metalin fizyolojik özellikleri de dahil olmak üzere kişinin yaşı, beslenmesi ve diyeti gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Gastrointestinal sistem yoluyla absorpsiyon çoğunlukla duodenumda gerçekleşir. İdrar ve dışkı yolu, kurşunun birincil atılım yollarıdır. Diğer yollar ter, saç, tırnak, tükürük, sıvı ve anne sütü olabilmektedir (Abadin vd., 2019).

#### **1.4.2. Kadmiyum (Cd)**

Kadmiyum 1817 yılında keşfedilen ve tabiatda saf olarak bulunmayan bir metaldir. Kadmiyum plastik, boya ve pil gibi birçok alanda kullanılan ve çevreye bulaşabilen toksik ajandır. Birçok metalin çıkarıldığı maden sahalarında bu metale rastlanılmış olup, bulaşma genelde atık sularla olmaktadır (Baş ve Demet, 1992). Kadmiyum ağır metaller içinde suda çözünürlüğü en yüksek metal olduğundan bulaşı da o kadar hızlı olmaktadır. Kadmiyum ile kirlenen su ve toprak canlılar tarafından tüketildiği zaman insan ve hayvanlar için tehlikeli olabilmektedir (Güven vd., 2004). Normal şartlar altında süt ile kadmiyumun birbirleri ile teması oldukça düşük ihtimaldir. Ancak, hayvanların yem ve sularına bulaşmış olan

kadmiyum süte de geçebilmektedir ve bu da insan sağlığı açısından oldukça tehlikeli durumlara yol açabilmektedir (Merian, 1984).

Kadmiyum, uzun yarı ömrü (15-30 yıl) ve insan sağlığı üzerinde teratojenik, kanserojenik, hepatotoksik ve nefrotoksik gibi çok yönlü zararlı etkileri nedeniyle en toksik endüstriyel ve çevresel ağır metallerden biridir (Domingo, 1994; Flora ve Agrawal 2017; Zhong vd., 2018). Cd'ye maruz kalma genellikle madencilik ve eritme işlemleri gibi endüstriyel emisyon kaynaklarında oluşmaktadır (Flora ve Agrawal, 2017).

Kadmiyumun vücuda bulaşı şekillendiği zaman çoğunlukla inhalasyon yoluyla emilir. Bağırsak emilim mekanizmasının taşıyıcı proteinler aracılığıyla gerçekleştiğine dair kanıtlar bulunmakta, yapılan bir çalışmada, iki değerlikli metal taşıyıcının mide-bağırsak sistemi yoluyla kadmiyum emiliminde yer alan proteinlerden biri olduğunu göstermiştir. Karaciğer ve böbrekler, emildikten sonra mevcut en yüksek kadmiyum konsantrasyonuna sahip organlardır. Kadmiyumun gastrointestinal sistem tarafından absorpsiyonu, metalin dışkı yoluyla atılmasına da neden olmaktadır. Akciğerlerden emilen kadmiyum, dışkı ve idrar yoluyla atılır (Ashizawa vd., 2012). Bazı Avrupa ülkelerinde süt için kabul edilebilir kadmiyum değeri 0.005-0.01mg/kg arasında değişen oranlarda kabul edilmektedir (Yüzbaşı ve Sezgin, 2002).

#### **1.4.3. Arsenik (As)**

Arsenik, ametal olarak sınıflandırılan volkanik ve jeotermal alanlarda bulunan ve yer kabuğunun doğal olarak oluşumuna katılan bir yarı-metaldir. Birçok madencilik ve metal sanayinin yoğun olarak yapıldığı bölgelerde arsenik; hava, su ve toprakta kirliliğe yol açmaktadır. Arsenik bu yollarla canlılara da geçmektedir (Baş ve Demet, 1992). Arseniğin süte de geçebileceğini gösteren bilimsel çalışmalar mevcuttur (Licata vd., 2004; Ayar vd., 2007). Arsenik 50 mg'dan daha yüksek bir dozda vücuda alındığı zaman akut toksikasyonlara neden olmaktadır. Bulaşma şekillenen kişilerde bulantı, kusma ve ishal gibi semptomlara neden olmaktadır. Aynı zamanda bulaş şekillenen kişilerde uzun dönemde böbrek ve karaciğer hasarı, deri pigmentlerinde artma, görme bozukluğu ve kas felçleri de meydana gelebilmektedir (Güven vd., 2004). Arsenik için birçok limit belirlense de bunun için kesin bir veri bulunmamaktadır (Zeynep, 2019).

#### 1.4.4. Civa (Hg)

Civa çok eski zamanlardan beri bilinen, oda sıcaklığında sıvı halde bulunan elementtir. Hızlı bir şekilde buharlaşabildiği için buharı da kendisi gibi toksiktir. Civa birçok sanayide kullanılmakta ve diğer ağır metaller gibi çevreyi kirletebilmektedir. Bundan dolayı bu bölgelerden beslenen hayvanlara ve insanlara bulaşma şekillenebilmektedir (Güven vd., 2004). Süt ve süt ürünlerindeki civa riski yok denecek kadar azdır. Ancak; endüstriyel atık sahalarında, termik santrallerde çalışanlarda ve etrafında yaşayan canlılarda olası ciddi sonuçlara yol açabilmektedir (Kınık vd., 2001). Hg, gıda maddelerinde bulunabilen, doğal olarak oluşan bir kimyasal elementtir. Çevrede Hg kirliliğinin en önemli antropojenik nedenleri madencilik, tarım, endüstriyel ve kentsel akıntılardır (Zhang ve Wong, 2007; Bilandžić vd., 2011; Bernhoft, 2012).

Metalik cıva, çoğunlukla soluma ve yutma yoluyla vücuda girer. Cıva, vücutta bulunan sülfür içeren amino asitlere bağlanır ve sülfidril grubuna karşı büyük bir afiniteye sahiptir. Metalik cıva, kırmızı kan hücrelerine yapışarak kan-beyin bariyerini ve plasentayı hızlıca geçer. Metalik cıva, tiroid, miyokard, meme, kaslar, karaciğer, adrenaller, böbrekler, deri, pankreas, ter bezleri, tükürük bezleri, akciğerler, enterositler, prostat, testisler ve anne sütü dahil olmak üzere vücuttaki birçok dokuda birikir. Cıva ayrıca T hücresi yüzeylerine ve T hücresi işlevini etkileyen sülfidril gruplarına yüksek bir afinite ile bağlanır. Metalik cıva, çoğunlukla cıva olarak atılır (Bernhoft, 2012).

Sütlerde kabul edilebilir cıva miktarı ile ilgili limit olmamakla birlikte limit konulan gıdalar; balıklar ve kabuklu deniz ürünleri bulunmaktadır. Bu gıdaların limit değerleri de 0.10–1mg/kg aralığında değişim göstermektedir (Anonim, 2008).

#### 1.4.5. Kalsiyum (Ca)

Kalsiyum, insan sağlığında birçok fonksiyon için gerekli olan temel bir besindir. Kalsiyum vücutta küçük miktarlarda kullanılır. Araştırmalar, kalsiyumun vasküler kasılma, vazodilatasyon, kas fonksiyonları, sinir iletimi, hücre içi sinyalleşme ve hormonal sekresyon ile ilgili olduğunu doğrulamıştır. Kalsiyum insan vücudunda bol depolanan besindir. Ca'nın %99'dan fazlası (1.2-1.4 kg) kemiklerde ve dişlerde depolanır. Hücre dışı kalsiyum, %1'den daha az bulunur. Yetişkinler kalsiyumu gıda veya takviye olarak tükettiğinde ortalama emilim oranı yaklaşık %30'dur. Oran, birçok faktöre bağlı olarak büyük ölçüde değişebilir. Örneğin, hamilelikte büyüyen fetus için daha fazla kalsiyum gerektiğinde kalsiyum emilim hızı artar. Kalsiyum emilimi gastrointestinal sistem boyunca gerçekleşir. Diyetle alınan

kalsiyumun ana kaynaklarını, süt ürünleri (süt, yoğurt, peynir) ve ticari olarak zenginleştirilmiş gıdalar (portakal suyu, tahıllar, ekmekler) oluşturmaktadır. İnek sütü %0.126 Ca içerir (Pravina vd., 2013; Beto, 2015).

#### **1.4.6. Demir (Fe)**

Element halindeki demire meteorlarda rastlanılabilirken, bileşik halindeki demire doğada yaygın olarak rastlanabilmektedir (Tuncay, 2007). Demir aynı zamanda vücutta birçok işlevi yerine getirdiğinden dolayı oldukça önemlidir. Demir ile ilgili olarak farklı bölgelerde süt numuneleri üzerinde çalışmalar mevcuttur. Bu numunelerde ölçülen yüksek miktarlar üzerine dikkat çekilmektedir (El-Bassiony vd., 2016).

Demirin vücutta emilimi mideden başlamakta ve ince bağırsaklar boyunca devam etmektedir. Emilen demir, transferrin şeklinde dolaşıma katılarak vücutta birçok biyolojik olayda işleve karışır (Sevgican, 1977). Süt ve süt ürünleri demir yönünden oldukça fakirdirler. 1 litre sütteki demir miktarı 1400 µg kadardır (Efe, 2008).

#### **1.4.7. Krom (Cr)**

Krom metabolizmada ciddi fizyolojik görevleri olan ve çevrede bol miktarda bulunabilen bir metaldir. Metal alaşımlarda, çimento ve kâğıt sanayide kullanılan ve çevreye karşı oldukça zararlı olabilen toksik ajandır (Barceloux ve Barceloux, 1999). Krom birçok çalışmada süt ve ürünlerinde konsantrasyonlarının belirlenmesi amaçlı olarak spektrofotometrik yöntem yardımıyla tespit edilmiştir (Kılıç ve Bozkaya, 2017).

Krom birçok yoldan insanlara bulaşabilmektedir. Krom partikül özellikleri, solunan kromun emilimini etkiler. Kromun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yanı sıra alveollerdeki makrofajların aktivitesi de metalin emilimini etkiler.  $Cr^{6+}$ , kan dolaşımında  $Cr^{3+}$  'ten daha hızlı emilir. Akciğerler tarafından absorbe edilmeyen krom, mukosiliyer klirens ile temizlendiği için gastrointestinal sisteme girebilir. Öncelikle jejunumda emilir. Metalin oksidasyon durumu ve formülasyonu, absorpsiyonun kapsamını etkileyen faktörlerdir (Briffa vd., 2020). Metal, çoğunlukla idrar yoluyla atılır, ancak aynı zamanda safra atılımı ve daha küçük miktarlarda sütle ve terle de atılır (Valko vd., 2005). Süt numunelerindeki ortalama krom değeri 1.01 mg/l'dir (Temurci ve Güner, 2006).

#### **1.4.8. Sodyum (Na)**

Sodyum; potasyum ve klor ile birlikte vücuttaki sıvıların osmotik basınçlarının ayarlanmasında ve pH dengesinin sağlanmasında görevli olan önemli tampon elementlerdendir. Süt içerisinde de sodyum belirli oranlarda bulunmaktadır ve bu oranlar laktasyonun başlangıcı ile sonrası arasında değişmektedir (Renner ve Renz-Schauen, 1992). Sodyumun emilimi bağırsaklar yoluyla olurken atılımı ise idrar, dışkı ve ter yoluyla olmaktadır (Barceloux ve Barceloux, 1999). Sütteki sodyum miktarı 0.5 g/L'dir (Efe, 2008).

#### **1.4.9. Potasyum (K)**

İnorganik bir element olan potasyum hücrelerin gelişmesinde ve enzim aktivitelerinde rol oynamaktadır. Potasyum vücutta birçok dokuda bulunmaktadır. Bağırsaklarla emilen Potasyumun %90'ı idrarla kalan kısmı ise dışkı ve ter yoluyla vücudu terk etmektedir. Birçok farklı etken sütteki potasyum konsantrasyonunu etkilemektedir (Barceloux ve Barceloux, 1999). Sütte potasyum serbest iyonlar halinde, 1-2 g/L arasında bulunmaktadır (Efe, 2008).

#### **1.4.10. Magnezyum (Mg)**

Çevremizde en büyük tuz kaynaklarından birisi olan magnezyum insan vücudunda belirli oranda bulunmakta olup hayvansal ve bitkisel kökenli bir katyondur. Birçok enzim için kofaktör olarak görev yapan Mg aynı zamanda sinir telleri ve kasların arasındaki iletişimde, proteinlerin ve nükleik asitlerin metabolizmasında önemli role sahiptir. Mg genel olarak ince bağırsaklardan emilmekle birlikte idrar yolu ile atılımı 12 mg kadardır. Sütte bulunan Mg oranı 11/100 gr olarak belirlenmiştir. Kalsiyumun 10'da 1'i olarak kabul edilmektedir (Efe, 2008).

### **1.5. Sütte Ağır Metallerin Kontrolü**

Ağır metaller, kontamine alanların doğrudan deşarjı ve akışı yoluyla çevrede endüstriyel noktalardan kanallara ve nehirlerle taşınabilir. Şehir içi yollardan gelen yağmur suyu akışı da önemli miktarda ağır metal içerebilir. Bu ağır metaller sonunda hayvan yeminin yetiştirildiği tarım alanlarına ulaşır (Sansalone ve Buchberger, 1997). Nihayetinde bu metaller, süt hayvanları tarafından tüketilen yem veya suyu kontamine edebilir veya sütün taşınmasında ve işlenmesinde kullanılan kaplar yoluyla süt tedariğine girebilir.



Sütte ağır metal kontaminasyonundaki azalmalar, süt üretim sürecindeki değişikliklerle de gerçekleştirilebilir. Hayvanın içtiği su ve süt sağılan hayvanın yemi, ağır metal seviyesinin değerlendirilmesi için düzenli olarak izlenmelidir. Süt ve süt ürünlerinin taşınması, işlenmesi ve depolanması sırasında metal kontaminasyonunu önlemek için tedbirler alınmalı ve bu adımlar sırasında yalnızca gıda sınıfı malzemeler kullanılmalıdır. Hayvan sürüleri ve hayvan yemi yetiştiriciliği için kullanılan arazi, metal kirliliği olasılığını önlemek için endüstriyel ve yoğun trafik alanlarından uzakta seçilmelidir. Sütten ağır metallerin çıkarılması için sınırlı seçenekler mevcuttur; ancak Porova vd. (2014), sütte düşük frekanslı ultrason dalgalarını başarılı bir şekilde kullanmışlar (Porova vd., 2014). Sütteki ağır metallerin dekontaminasyonu için ekonomik olarak uygun ve kolayca uygulanabilir bir yöntem bulmak için daha fazla çaba gösterilmelidir.

#### **1.6. Süt Örneklerinin Ağır Metal ve Mineral Madde İçerikleri**

Türkiye’de elde edilen sütlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri bölgesel koşullara göre değişebilir. Bu süt numunelerinin kaliteleri ve mineral madde düzeyleri de farklılık göstermektedir. Sütteki iz elementlerin miktarı, süt hayvanlarının, topraklar üzerindeki bitkileri yemesi sonucu farklılık göstermektedir. Hayvanlar yemlerle beraber toprak kaynaklı toksik metalleri de vücuduna almaktadır. Her ne kadar sütte bulunan iz elementlerin ilk kaynağı yiyecekler ise sudan, insektisitlerden ve ilaç artıklarından, mandıralardaki ekipmanlardan ve metal kaplardan kontaminasyona uğradığı kantitatif olarak tayin edilebilmiştir (Mata vd., 1995).

Metallerin yukarıda özetlenen bulaşma yolları ve yöntemleri esas alınarak, bu çalışmada Gümüşhane ilinde faaliyet gösteren maden işletmelerinin çevresinde konumlanmış süt sığırları işletmelerinde elde edilen inek sütlerinin besin madde içeriğine ve ağır metal düzeyine etkisinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

## **2. YAPILAN ÇALIŞMALAR**

### **2.1. Süt Numunelerinin Toplanması**

Bu tez çalışmasında materyal olarak inek sütü kullanılmıştır. Süt örnekleri 2021 yılı haziran ayı içerisinde Gümüşhane’de maden ocaklarının yoğun olduğu bölgelerden 6 (her bölgeden 3 adet paralelleriyle beraber toplam 6 adet) adet ve maden bölgesine uzak olan bölgelerden de 6 (her bölgeden 3 adet paralelleriyle beraber toplam 6 adet) adet olmak üzere toplam 12 adet süt örneği toplanmıştır. Belirlenen bölgelerden numuneler homojen bir şekilde 100 mL hacimli PTFE (PoliTri Flora Etilen) şişelerle alınmıştır. Analizlerden önce süt örnekleri, -20°C’lik derin dondurucularda muhafaza edilmiştir.

### **2.2. 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 aktarıldı. Üzerlerine 4,00 mL %65’lik HNO<sub>3</sub> ve 2,00 mL %30’luk hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) eklendi ve cihaz 180°C’lik sıcaklık ve 270 bar basınca ayarlanarak numuneler yaklaşık 20 dakika çözünürleştirme işlemine tabi tutuldu. Parçalama işlemi sonunda numune içerikli teflon beherler 5–10 dakika kadar fırında bekletildi ve daha sonra çeker ocak altında 15-20 dakika kadar soğumaya bırakıldı. Soğuması tamamlanan kaplar dikkatli bir şekilde açıldı ve numuneler; kapak ve teflon kap iç duvarı deiyonize su ile yıkandıktan sonra tek tek 25,00 mL’lik balon jojelere aktarıldı ve son olarak hacimleri 25 mL’ye kantitatif tamamlandı. Bu yöntemle numunelerin berraklaşması sağlanmış olup ağır metal analizi için uygun hale getirilmiş oldu. Ayrıca teflon beherlerin birine sadece nitrik asit ve hidrojen peroksit ilave edilerek mikrodalga fırında yakıldı ve böylece numune körü de hazırlandı. Daha sonra kör çözelti dahil tüm numuneler analizin yapılacağı zamana kadar buzdolabında +4°C’de muhafaza edildi. Bu işlemlerin tamamı Gümüşhane Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı’nda yapılmıştır.

### 2.3. ICP-MS ve Uygulamaları

ICP-MS numunelerde bir ya da daha fazla elementin (özellikle metaller) kalitatif, yarı-kantitatif ve kantitatif tayinlerinde kullanılır. ICP-MS çoklu element analizlerine basitçe uygulanabildiği için farklı tipte, doğal ya da sentetik karmaşık malzemelerin yarı-kantitatif analizinde de kullanılmaktadır. Genellikle atomik kütle spektrumları, optik emisyon spektrumlarından daha basittir ve değerlendirilmesi daha kolaydır. Bu özellik, nadir toprak elementleri ve demir gibi karmaşık emisyon spektrumu veren ağır elementler için önemlidir (Douglas vd., 1997; Cindric vd., 2007).

ICP-MS'in en önemli özelliklerinde biri, kütle spektrometrik belirlemenin optik belirlemeye göre daha düşük gözlenebilme sınırları sağlamasıdır. Bu sınırlar, bazı durumlarda elektrotermal atomik absorpsiyonla aynı, bazen de daha düşüktür. ICP-MS işlemi kuşkusuz çoklu element analizlerinin aynı anda hızlıca tayinini sağlar (Douglas vd., 1997). ICP-MS'de en sık kullanılan kantitatif yöntem, kalibrasyon grafiği hazırlamak üzere bir dizi kalibrasyon standardı kullanılmaktadır. Şayet analiz edilecek numunede toplam çözünmüş katı derişimi 2000 µg/mL'nin altında, yani numune yeterince seyreltik ise sıvı olan standartlar çoğunlukla uygun olabilir. Numunede mevcut yüksek derişimlerdeki matriks elementlerinin kalibrasyon standartlarında da yer almasına dikkat edilir. Cihazdan gelen kararsızlıkları ve matriks etkisini karşılamak üzere standartlara ve numunelere bir iç standart eklenir. İç standart numunede bulunmayan ve analize yakın bir atomik kütle ve iyonlaşma potansiyeline sahip bir elementtir. Genellikle kullanılan iki iç standart, indiyum ve rodyumdur. Her ikisi de elementlerin kütle aralığının ortalarında yer alır ve doğal numunelerde hiç bulunmaz veya çok az bulunurlar.

Yukarıda anlatıldığı gibi, süt ve benzeri organik sıvıların özellikle mineral element ve ağır metal analizleri için ICP-MS yöntemi yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yöntemden yararlanarak sütte; kadmiyum, kurşun, civa, demir, kalsiyum, arsenik, sodyum, potasyum, çinko ve krom gibi ağır metal analizleri bu tez kapsamındaki çalışmalarla yapılmıştır. Aynı zamanda 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 dolduruldu, ardından cihazın numuneyi çektiği hazneye kabı yerleştirip start tuşuna basıldı. 60 saniyenin ardından cihazın dijital ekranında sonuçlar okundu (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1. Sütlerin besin madde analizi

#### 2.4. İstatistiksel Analiz

Gümüşhane merkez ve diğer üç ilçeden alınan süt örnekleri arasında, besin ve ağır metal düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık olup-olmadığının test edilmesi için t testi yapılmıştır (Güriş ve Astar, 2014). Bu amaçla, merkez ve ilçelerden toplanan verilerin (12 veri) ortalaması alınmak kaydıyla (ortalama 6) karşılaştırma yapılmıştır.

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Süt Örneklerinin İçerik Bakımından İncelenmesi

Çalışmada, maden işletmelerinin bulunduğu Gümüşhane merkez ile maden işletmelerin bulunmadığı Kelkit, Köse ve Şiran'dan alınan sütlerin besin madde içerikleri Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Farklı bölgelerden alınan sütlerin bazı besin maddesi içerikleri açısından özellikleri (%)

| 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        |
| <b>Ortalama</b> | <b>12.84</b> | <b>9.33</b>       | <b>3.51</b> | <b>3.14</b> | <b>4.56</b> |

Deneme için toplanan sütlerin kuru madde, yağsız kuru madde, yağ, protein ve laktoz ortalamaları sırasıyla; %12.84, %9.33, %3.51, %3.14 ve %4.56 olarak bulunmuştur (Tablo 3.1.). Kelkit ilçesinden alınan sütler yağsız kuru madde, protein ve laktoz bakımından en yüksek içeriğe sahip numunelerdir. Kuru madde bazında Gümüşhane Merkez-3 ve yağ bakımından Şiran en yüksek ortalamaya sahiptir. Maden işletmelerinin sütün besin madde içeriğine etkisinin test edilmesi amacıyla t testi yapılmış olup elde edilen sonuçlar Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.2. Farklı bölgelerden alınan sütlerin bazı besin maddesi içerikleri açısından karşılaştırılması (%)

| 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        |
| Önem            | F=1.68 ÖS         | F=0.542 ÖS        | F=0.79 ÖS        | F=0.37 ÖS         | F=0.41 ÖS        |
| <b>Ortalama</b> | <b>12.84±0.05</b> | <b>9.33±0.04</b>  | <b>3.51±0.05</b> | <b>3.14±0.014</b> | <b>4.56±0.02</b> |

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 bulunmuştur. Maden işletmeciliğinin yapılmadığı ilçelerden temin edilen sütlerin söz konusu değerleri sırasıyla; %12.81, %9.38, %3.43, %3.16 ve %4.49 olmuştur (Tablo 3.2.). Merkezden alınan süt örnekleri ile ilçelerden alınan süt örnekleri arasında incelenen özellikler bakımından istatistiksel olarak herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir ( $P>0.05$ ). Maden işletmeciliğine yakın işletmelerden temin edilen sütlerin kuru madde, yağ ve yağsız kuru madde bakımından daha yüksek ortalamaya sahip olmasına rağmen, gözlenen farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $P>0.05$ ). Aynı şekilde, maden işletmeciliğinin yapılmadığı ilçelerden alınan süt örnekleri yağsız kuru madde, protein ve laktoz bakımından daha yüksek ortalamaya sahip olmasına rağmen, gözlenen farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $P>0.05$ ).

### 3.2. Süt Örneklerinin Metal ve Ağır Metal İçerikleri Bakımından Karşılaştırılması

Gümüşhane merkez ve ilçelerden alınan süt örneklerinde bazı mineral ve ağır metal düzeyleri Tablo 3.3’de 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 mg/L ve 1349 µg/L olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.3.). Kelkit ilçesinden alınan süt örneğinde Na ve Mg miktarları ortalamanın çok üzerinde yer almıştır. Şiran ilçesinden elde edilen sütün Ca seviyesi ortalamanın çok üzerinde olmuştur. Merkez 3’ten alınan sütün ise K düzeyi ortalamanın oldukça üstünde yer almıştır.

Tablo 3.3. Farklı bölgelerde alınan süt örneklerinde bazı toksik maddelerinin düzeyi

| Bölge           | Na           | Mg           | K             | Ca           | Fe          |
|-----------------|--------------|--------------|---------------|--------------|-------------|
| Merkez 1        | 341.3        | 100.5        | 1511.6        | 314.9        | 968.9       |
| Merkez 2        | 388.3        | 116.3        | 1348.9        | 364.1        | 2225.5      |
| Merkez 3        | 383.3        | 105.9        | 1795.3        | 283.9        | <TSA        |
| Kelkit          | 535.3        | 116.1        | 1540.2        | 304.5        | 556.2       |
| Köse            | 372.9        | 92.8         | 1523.6        | 305.8        | 2052.8      |
| Şiran           | 326.7        | 110.3        | 1602.9        | 360.1        | 861.37      |
| <b>Ortalama</b> | <b>391.3</b> | <b>106.4</b> | <b>1553.7</b> | <b>322.2</b> | <b>1349</b> |

TSA: Tayin sınırının altında

Tablo 3.4. Farklı bölgelerden alınan süt örneklerinde bazı ağır maddelerin düzeyleri

| 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 Gümüşhane merkez ve gerekse ilçelerden alınan süt örneklerinde As, Pb ve Hg düzeyleri tayin sınırlarının çok altında olduğu için ölçüm yapılamamıştır. Gümüşhane merkez ve ilçelerinde alınan süt örneklerinin bazı toksik madde bakımından karşılaştırılmasına ait istatistiksel sonuçlar Tablo 3.4.'te verilmiştir.

Tablo 3.5. Farklı bölgelerde elde edilen sütlerin bazı mineral elementler bakımından karşılaştırılması

| Bölge            | Na                      | Mg         | K           | Ca         | Fe           |
|------------------|-------------------------|------------|-------------|------------|--------------|
| Merkez           | 370.9±9.63 <sup>b</sup> | 107.6±3.30 | 1552.0±83.0 | 321.0±15.2 | 1806±41.9    |
| İlçeler          | 411.6±40,1 <sup>a</sup> | 106.2±4.79 | 1555.5±21.0 | 323.4±13.2 | 1006.6±38.3  |
| Önemlilik durumu | F= 14.9**               | F=1.30 ÖS  | F= 8.39 *   | F=0.45 ÖS  | F=14.0 0.03* |

\*, (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, 321.0 mg/L ve 1806.0 µg/L olmuştur. Maden işletmeciliğinin yapılmadığı ilçelerde ilgili değerlere sırasıyla; 411.6, 106.2, 1555.5, 323.4 mg/L ve 1006.6 µg/L olmuştur (Tablo 3.5.). 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, ilçelerden alınan örneklerden önemli oranda daha yüksektir (P<0.05). Süt örnekleri arasında, Mg ve Ca bakımından istatistiksel olarak herhangi bir farklılık gözlenmemiştir.



#### 4. TARTIŞMA

Bu yüksek lisans tez çalışmasında, Gümüşhane ilinde mevcut bazı maden ocakları faaliyetlerinin inek sütlerinin 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 altı adet, maden işletmelerine yönelik herhangi bir faaliyetin yürütülmediği üç ilçede (Köse, Kelkit ve Şiran) yine ikişer adet olmak üzere toplam altı adet süt örneği alınmıştır. Toplamda 12 adet süt örneği şansa bağlı olarak 2021 yılı haziran ayı içerisinde toplanmıştır. Alınan süt örneklerinde besin madde ve ağır metal içerikleri analiz edilmiştir.

İncelenen süt örneklerinin kuru madde oranları merkeze ait örnekler için  $12.83 \pm 0.094$ , ilçeler için  $12.81 \pm 0.056$  ve genel ortalama ise  $12.84 \pm 0.05$  olup, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $P > 0.05$ ). Bu sonuç, sığır sütleri için bildirilen ortalama kuru maddeye ( $12.9$ ) oldukça yakındır (Özhan vd., 2016).

İlçelerden alınan örneklerin yağsız kuru madde oranı ( $9.38 \pm 0.06$ ), merkezden alınan sütlerden daha yüksek olmakla birlikte ( $9.28 \pm 0.04$ ), gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmamıştır. Yağsız kuru madde ortalaması  $9.33 \pm 0.04$  olup, bu oran Türk Gıda Kodeksi İçme Sütleri Tebliği'nde (Tebliğ No: 2019/12) inek sütleri için bildirilen (en az  $8$ ) değerden düşük değildir (Anonim, 2019).

Sütün temel besin maddeleri içerisinde en fazla değişken olan, süt yağı olup, günlük alınan besin maddelerinin çeşit ve miktarına göre farklılık gösterir. Merkezden alınan süt örneklerinin yağ ortalaması ( $3.59 \pm 0.063$ ), ilçelere göre ( $3.43 \pm 0.071$ ) daha yüksek olmakla birlikte, gözlenen farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu çalışmada elde edilen yağ ortalaması ( $3.51 \pm 0.05$ ), inek sütleri için bildirilen (Özhan vd., 2016) değerden ( $3.8$ ) daha düşük bulunmuştur.

Merkez ve ilçelerden alınan süt örneklerinde protein oranı sırasıyla  $3.12 \pm 0.01$  ve  $3.16 \pm 0.023$  olup, iki grup arasında anlamlı bir farklılık söz konusu değildir. Süt proteinlerinin ortalaması  $3.14 \pm 0.014$  olup, bu değer sığır sütler için bildirilen (Özhan vd., 2016) değerden ( $3.4$ ) oldukça düşük bulunmuştur. Süt besin maddeleri içerisinde yağ ve protein günlük alınan besin maddelerinin miktarı ve kalitesi tarafından etkilendiğinden, bu çalışmada hem yağ hem de protein içeriğinin inek sütü için bildirilen değerlerden düşük

olması, süt örneklerinin alındığı işletmelerde sığırların yetersiz beslendiği şeklinde yorumlanabilir.

Bu çalışmada, sütlerin ortalama laktoz değeri  $4.56 \pm 0.02$  olup, merkez ( $4.43 \pm 0.02$ ) ve ilçelerden ( $4.49 \pm 0.03$ ) alınan süt örneklerinin laktoz değerleri birbirine çok yakın bulunmuştur. Elde edilen ortalama laktoz değeri, sığır sütleri için bildirilen (Özhan vd., 2016) değerden ( $4.8$ ) düşüktür.

Maden işletmelerinin süt besin maddelerine etkisinin incelendiği çalışmada, merkez ve ilçelerden alınan süt örneklerinin kuru madde, yağsız kuru madde, yağ, protein ve laktoz içerikleri birbirine benzer çıkmıştır. Diğer bir ifade ile maden işletmelerinin inek sütü besin madde içeriklerine herhangi bir etkisi olmamıştır. Fakat alınan süt örneklerinin yağ, protein ve laktoz içerikleri, inek sütleri için bildirilen değerlerin altında olmuştur. Bu sonuç, süt örneklerinin alındığı işletmelerde sığırların yetersiz beslendiği şeklinde yorumlanabilir. Bu sonucun netleşmesi için ilave çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Süt ve süt ürünlerdeki ağır metal kirliliği, sağılan hayvanların maruz kaldığı bulaşmaya bağlı olarak hammaddeden veya üretim ve depolanma sırasında çeşitli bulaşmalardan ortaya çıkmaktadır (Yazıcı, 2018). 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 etkilere (Yetişmeyen, 2000).

Maden işletmeciliğinin yapıldığı Gümüşhane merkezden alınan süt örneklerinde Na miktarı ( $370.9 \pm 9.63$  mg/L), ilçelerde elde edilen sütlerden ( $411.6 \pm 40.1$  mg/L) önemli oranda düşük bulunmuştur ( $P < 0.01$ ). Genel ortalama ise,  $391.3 \pm 20.5$  mg/L'dir. Erdinç (1998), sütteki Na miktarının 500 mg/L, Özturan ve Atasever (2018) sütte ortalama Na miktarının 380-450 mg/L arasında değiştiğini bildirmiştir (Erdinç, 1998; Özturan ve Atasever, 2018). Dolayısıyla bu çalışmada elde edilen ortalama değer, literatürde bildirilen sınırlar içerisinde yer almaktadır.

Bu çalışmada, merkez ve ilçelerden alınan süt örneklerinin ortalama Mg değerleri sırasıyla  $107.6 \pm 3.30$  mg/L ve  $106.2 \pm 4.79$  mg/L olup, gruplar arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ( $P > 0.05$ ). Genel ortalama ise,  $106.9 \pm 2.78$  mg/L'dir. İnek sütü ile ilgili yapılmış olan çalışmalarda, 1 litre sütte bulunması gereken Mg miktarının 100-150 mg/L arasında olması gerektiğini bildirilmiştir (Tekinşen, 2000). Özturan ve Atasever (2018) ise yapmış oldukları derleme çalışmasında sütte 100-110 mg/L

Mg olduğunu bildirmişlerdir (Özturan ve Atasever, 2018). Bu çalışmada elde edilen ortalama değer, literatürde bildirilen sınırlar içerisinde yer almıştır.

Gümüşhane merkezde üretim yapan süt sığırtı işletmelerinden temin edilen sütlerde K değeri  $1552.0 \pm 83.0$  mg/L çıkarken, ilçelerden tedarik edilen sütlerde ise K değeri  $1555.5 \pm 21.0$  mg/L olarak bulunmuş olup, ortaya çıkan bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ( $P < 0.05$ ). K minareline ait ortalama değer ise  $1553.7 \pm 44.8$  mg/L'dir. Merada otlayan veya fazla miktarda taze yeşil yem tüketen ineklerden elde edilen sütlerin potasyum miktarının daha fazla olduğu bildirilmiştir (Alaçam ve Şahal, 1997; Yetişmeyen, 2000). Çalışmaların bir kısmında süt örnekleri mera döneminde bir kısmında ise sığırtıların ahırda olduğu kış döneminde alındığı için, bildirilen K değeri arasında farklılık bulunmaktadır. Trabzon ilinde yürütülen bir çalışmada ineklerin ahırda ve merada beslendiği döneme ait süt K değerleri sırasıyla; 1123 ve 1152 mg/L bulunmuştur (Yazıcı, 2018). Özturan ve Atasever (2018), 1 litre inek sütünde ortalama 1320-1550 mg/L arasında potasyum olduğunu bildirmiştir (Özturan ve Atasever, 2018). Bu çalışmada, süt örnekleri merada otlayan ineklerden elde edildiği için, K içeriği oldukça yüksek bulunmuştur.

Gümüşhane merkezde incelenen sütlerin Fe miktarı ( $1806 \pm 41.9$  µg/L), ilçelerde incelenen sütlerden ( $1006 \pm 38.3$  µg/L) önemli oranda yüksek bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Merkez 3 olarak kodlanan işletmeden elde edilen sütlerde Fe miktarı, cihaz tayin limitinin altında kaldığı için okunamamıştır. Bir başka çalışmada da 1 litre sütte 1.400 mg Fe bulunduğu bildirilmiştir (Yetişmeyen, 2000; Metin, 2001).

Toprak, su ve havada endüstrileşmenin bir sonucu olarak artan ağır metaller ve metalik bileşikler, besin zinciri yoluyla insan ve hayvanlara geçmekte ve sağlık üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır (Kılıç ve Bozkaya, 2017). Ağır metaller canlı organizmalarda ağız, solunum ve deri yoluyla alınır ve çoğu özel destek almadan vücudun normal boşaltım yolları olan böbrek, karaciğer, bağırsak, akciğer ve deri yolu ile dışarı atılamazlar (Özbolat ve Abdullah, 2016). Fe, Zn, Ni ve Se gibi ağır metaller belirli bir derişimden (1–10 ppm: milyonda bir) sonra toksik etki gösterirken Cr, As, Cd, Pb ve Hg gibi elementler başlangıç derişiminden itibaren toksik etki göstermekte ve çok düşük derişimlerde bile (0.001–0.1 ppm) sağlık problemlerine neden olabilmektedir (Järup, 2003). Bu çalışmada, As, Cr, Cd, Pb ve Hg gibi ağır metaller ile ilgili yapılmış çalışmalar aşağıda özetlenmiştir:

Arsenik hayvan ve insan gibi canlı organizmalarda ciddi etkilere sahip olup, sıklıkla zehirlenmelere ve ölüme neden olabilmektedir (Yazıcı, 2018). İnek sütünde arsenik miktarının ortalama 45 µg/L olduğu bildirilmiştir (Demirci, 2010). Bu çalışmada ise, gerek

Gümüşhane merkezdeki üç farklı noktadan alınan süt örneklerinde, gerekse Gümüşhane'nin üç farklı ilçesinden alınan örneklerin hiçbirinde As'ye rastlanmamıştır. Daha doğru bir ifade ile cihaz tayin limitinin altında kalmıştır.

Gıda maddelerindeki krom (Cr) miktarı, gıdaların yetiştiği toprağın mineral madde içeriğine ve ürünün işlendiği ortama göre farklılık göstermektedir (Anderson vd., 1992). İnek sütünde ortalama krom miktarı 5–82 µg/L olarak bildirilmiştir (Aysal, 2013). Bu çalışmada sadece Gümüşhane merkez 2'de yer alan işletmede Cr tespit edilmiş, diğer örneklerin hiçbirinde tespit edilememiştir. Elde edilen değer, Yazıcı (2018)'nin merada otlayan ineklerden elde edilen sütler için bildirmiş olduğu değerden (1.29 µg/L) yüksektir (Yazıcı, 2018).

Cd'nin süte bulaşması, ineklerin kadmiyum içeren yemlerle ve içilen sularla beslenmesi yoluyla olmaktadır. Yeme kadmiyum bulaşması ise, lağım pislikleri, çamur ve kadmiyumca zengin fosfatlardan olabilmektedir (Merian, 1984). Kadmiyum çeşitli toksik etkisinden dolayı bazı ülkelerde sınırlama getirilmiştir. Avusturalya, Danimarka, Hollanda ve Almanya gibi ülkelerde sırasıyla; 0.05, 0.01, 0.05 ve 0.05 µg/L değerlerde sınırlandırılmıştır (Efe, 2008). Bu çalışmada sadece Gümüşhane merkez 1'de 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 refans değerinden ve Yazıcı (2018) tarafından bildirilen değerden (1.58 µg/L) oldukça yüksek çıkmıştır (Yazıcı, 2018). Bu yüksekliğin nedeninin ortaya çıkarılması için ilave çalışmalara ve çok daha fazla örneklemeye ihtiyaç bulunmaktadır. Örnek alınan diğer alanlardaki sütlerde Cd'nin tespit edilmeyişi, ilgili alanlarda söz konusu metalin olmayışı anlamına gelmemekte olup mevcut değerlerin kullanılan ICP-MS cihazının tayin limitinin altında kalmasından kaynaklanmaktadır. Ancak bu tez kapsamında analizi yapılan süt numuneleri sınırlı sayıda olduğundan sütlerin Cd içeriklerinin sağlıklı olarak değerlendirilebilmesi için daha fazla numuneye ihtiyaç olacağı muhakkaktır.

Kurşun gibi ağır metaller, gıda maddelerinde daha çok kirlenmiş hava, su ve topraktan bulaşmaktadır. Bu şekilde, kirlenmelere sanayi bölgelerinde ve trafiğe yakın bölgelerde rastlanmaktadır (Ayar vd., 2007). Türk Gıda Kodeksi'nde sütte kurşun miktarı için 0.02 mg/kg düzeyinde bir sınırlama getirilmiştir. Metin (2001), sütteki kurşun miktarını 40 µg/L olarak bildirmiştir (Metin, 2001). Bu çalışmada gerek merkezden ve gerekse de ilçelerden alınan süt örneklerinde kurşun değerleri ICP-MS cihazının tayin limiti altında kalmıştır.

Süt ve süt ürünlerinde civa, riski yok denecek kadar az olmakla birlikte, endüstriyel atık sularında, termik santral çalışanlarında ve etrafında yaşayan canlılarda riskin ortaya çıkma olasılığı oldukça yüksektir (Kınık vd., 2001). Bu çalışmada gerek Gümüşhane merkezden ve gerekse de ilçelerden alınan tüm örneklerde (12 örnek) civa tespiti yapılamamıştır.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, Gümüşhane ilinde üretilen inek sütlerinde bazı besin öğeleri ve mineral element içerikleri yanı sıra özellikle bazı toksik metal düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Gümüşhane merkez ve üç ilçesinde (Köse, Kelkit ve Şiran) mera döneminde (Mayıs-Temmuz) ve ahır döneminde (Eylül-Kasım) önceden belirlenen süt sığırları işletmelerinde sağılan ineklerde periyodik aralıklarla ikişer kez çiğ süt örneklerinin alınıp, ICP-MS’de mineral element ve ağır metal düzeylerinin tespiti amaçlanmıştır. Süt numunelerinin alınacağı işletmeler belirlenirken, maden arama işletmelerinin bulunduğu alana en yakın süt sığırları işletmeleri ile maden arama ve/veya herhangi bir sanayi tesisinin bulunmadığı alanlardaki işletmeler tercih edilmiştir. Bu şekilde, maden arama işletmelerinde kullanılan çeşitli kimyasal maddelerin direk ya da endirekt olarak sığır sütlerinin temel besin maddesi, mineral element ve ağır metal (veya toksik metal) içeriklerine etkisinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. 22.12.2019 tarihinde Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’ne teslim edilen tez öneri formunda, söz konusu iş ve işlemlerin 2020 yılı içerisinde yapılması öngörülmüştü.

Fakat gerek Türkiye’de ve gerekse dünyada ortaya çıkan Covid-19 pandemisi 2020 yılı içerisinde etkisi artarak bulaşıcılığı devam etmiştir. Bu süreçte gerek sosyal mesafenin korunması ve gerekse dönemsel olarak ortaya çıkan sokağa çıkma yasağı gibi tedbirlerin alınmasından ve işletme sahiplerinin olumsuz taleplerinden dolayı, çiğ süt örnekleri alınamamıştır. Dolayısıyla 2020 yılı içerisinde tez öneri formunda belirtilen hiçbir işlem yapılamamış, 10 Haziran 2020 tarihinde yayınlanan 31151 sayılı Resmî Gazete’de yer alan “Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik” kapsamında bir dönem (6 ay) ek süre alınmıştır. Ek süre ile birlikte tezin son teslim tarihi olarak 31.07.2021 belirlenmiştir. Bu süre kısıtlamasından dolayı Gümüşhane merkezde belirlenen 3 işletmede ve 3 ilçede (Köse, Kelkit, Şiran) haziran ayı içerisinde ikişer örnekleme yapılarak tez çalışması tamamlanmıştır.

Gümüşhane merkezden alınan süt örneklerinde kuru madde, yağsız kuru madde, yağ, protein ve laktoz içeriği sırasıyla %12.83, %9.28, %3.59, %3.12 ve %4.43 olarak tespit edilmiştir. İlçelerde aynı sıra ile %12.81, %9.38, %3.43, %3.16 ve %4.49 olarak saptanmıştır, ortaya çıkan farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı değildir. İnek sütü için elde edilen kuru madde, yağsız kuru madde, yağ, protein ve laktoz içeriği literatürde

bildirilen değerlere yakın bulunmuştur.

Merkezden alınan süt örneklerinde Na, Mg, K, Ca ve Fe miktarları sırasıyla 370.9, 107.6, 1552.0, 321 mg/L ve 1806 µg/L olarak ölçülmüştür. Aynı değerler ilçeler için sırasıyla 411.6, 106.2, 1555.5, 323 mg/L ve 1006 µ/L olarak ölçülmüştür. İlçelerde elde edilen sütlerin Na ve K içerikleri, merkezden elde edilen sütlerin içeriklerinden önemli derecede daha yüksek bulunmuştur ( $P<0.01$ ;  $P<0.05$ ).

As, Pb ve Hg gibi insanlarda ve diğer canlılarda daha yüksek düzeyde toksik etkiye sahip olan ağır metaller ICP-MS cihazının tayin limitleri altında kaldığından tayin edilememiştir. Cd ve Cr gibi ağır metaller ise sadece bazı örneklerde tespit edildiğı için karşılaştırma yapılamamıştır.

Sonuç olarak, Gümüşhane ilinde maden işletmelerinin sığır sütlerinin temel besin maddeleri, metal ve toksik metal düzeyine etkisinin daha detaylı ortaya çıkarılması için, süt numuneleri yıl boyunca aylık aralıklarla alınmalıdır. Aynı zamanda ortaya çıkabilecek farklılıkların kaynağının ortaya çıkarılması için süt örneklerinin alındığı bölgedeki toprak ve bitki deseninden de örnek alınmalıdır. Ancak sonuç olarak bu tez çalışması sonucunda her ne kadar kısmi sonuçlara ulaşılsa da Gümüşhane ilinde üretilen sütlerde ağır metal toksisitesi ile ilgili bulgulara rastlanmamıştır.

## 6. KAYNAKLAR

- Abadin, H., Taylor, J., Buser, M. C., Scinicariello, F., Przybyla, J., Klotzbach, J. M. ve McIlroy, L. A., 2019. Toxicological Profile For Lead: Draft For Public Comment, U.S Department of Health and Human Services, US.
- Adler, R. ve Rascher, J., 2007. A Strategy For The Management of Acid Mine Drainage From Gold Mines in Gauteng, Contract Report for Thutuka (Pty) Ltd, Submitted by the Water Resource Governance Systems Research Group, CSIR, Pretoria.
- Ayar, A., Sert, D. ve Akın, N., 2007. Konya’da Tüketime Sunulan Süt ve Ürünlerinin Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi, Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 21, 58-64p.
- Akabza, T., M., 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.
- Alaçam, E. ve Şahal, M., 1997. Sığır Hastalıkları, Medisan Yayın Serisi, No: 31, 1. Baskı, Ankara.
- Anderson, R. A., Bryden, N. A. ve Polansky, M. M., 1992. Dietary Chromium Intake, Biological Trace Element Research, 32, 117-121p.
- Ashizawa, A., Faroon, O., Ingerman, L., Jenkins, K., Tucker, P. ve Wright, S., 2012. Toxicological Profile For Cadmium, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) toxicological Profiles, US.
- Aysal, H., 2013. Bitlis Yöresindeki Anne Sütü ve İnek Sütünde Ağır Metal (As, Cd, Pb, Zn) İyonlarının Tayini, Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 56s.
- Anonim, 2019. Türk Gıda Kodeksi İçme Sütleri Tebliği, 27 Şubat 2019, Tebliğ No: 2019/12, Ankara.
- Anonim, 2008. Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ, 17 Mayıs 2008, Tebliğ No: 2008/26, Ankara.
- Barceloux, D. G. ve Barceloux, D., 1999. Cobalt, Journal of Toxicology: Clinical Toxicology, 37, 201-216p.
- Baş, A. L. ve Demet, Ö., 1992. Çevresel toksikoloji Yönünden Bazı Ağır Metaller, Ekoloji, 2, 42-46s.
- Bernhoft, R. A., 2012. Mercury Toxicity and Treatment: A Review of The Literature, Journal of Environmental and Public Health.
- Beto, J. A., 2015. The Role of Calcium in Human Aging, Clinical Nutrition Research, 4, 1-8p.
- Bilandžić, N., Đokić, M., Sedak, M., Solomun, B., Varenina, I., Knežević, Z. ve Benić, M., 2011. Trace Element Levels in Raw Milk From Northern and Southern Regions of Croatia, Food Chemistry, 127, 63-66p.



- Boudebbouz, A., Boudalia, S., Bousbia, A., Habila, S., Boussadia, M. I. ve Gueroui, Y., 2021. Heavy Metals Levels in Raw Cow Milk and Health Risk Assessment Across The Globe: A Systematic Review, Science of the total Environment, 751p.
- Bousbia, A., Boudalia, S., Gueroui, Y., Ghebache, R., Amrouchi, M., Belase, B. ve Chelaghmia, M. L., 2019. Heavy Metals Concentrations in Raw Cow Milk Produced in The Different Livestock Farming Types in Guelma Province (Algeria): Contamination and Risk Assessment of Consumption, Journal of Animal & Plant Sciences, 386-395p.
- Briffa, J., Sinagra, E. ve Blundell, R., 2020. Heavy Metal Pollution in The Environment and Heir Toxicological Effects on Humans, Heliyon, e04691.
- Cai, Q., Long, M. L., Zhu, M., Zhou, Q. Z., Zhang, L. ve Liu, J., 2009. Food Chain Transfer of Cadmium and Lead to Cattle in A Lead-Zinc Smelter in Guizhou, China, Environmental Pollution, 157, 3078-3082p.
- Cindric, I. J., Zeiner, M. ve Steffan, I., 2007. Trace Elemental Characterization of Edible Oils by ICP-AES and GFAAS, Microchemical Journal, 85, 136-139p.
- Demirci, M., 2010. Sütün Mineral Maddeleri ve İnsan Beslenmesindeki Önemi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 195-207.
- Domingo, J., 1994. Metal-induced Developmental Toxicity in Mammals: A Review. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A Current Issues, 42, 123-141p.
- Douglas, A. S., Holler, F. J. ve Nieman, T. A., 1997. Principles of Instrumental Analysis, Fifth Edition, Saunders College Publishing, 849p.
- Eck, A. ve Gillis, J. C., 1997. Le Fromage De La Science À L'assurance-Qualité.
- Efe, A., 2008. Diyarbakır İl ve İlçelerinden Temin Edilen Sütlerde Ağır Metal ve Mineral Madde İçeriklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dicle Üniversitesi, Diyarbakır, 73s.
- El-Bassiony, T. A., Amin, W. F. ve Ahmed, E. O., 2016. Impact of Heavy Metal Contamination on Milk and Underground Water of The New Valley, Egypt, J Environ Sci Toxicol Food Technol, 10, 23-9p.
- Elsaim, M. H. ve Y, Ali., 2018. Evaluation of Some Heavy Metals in Fresh Cow's Milk From Different Regions of Sudan, American Journal of Applied and Industrial Chemistry 2, 8-14p.
- Erdinç, B. D., 1998. Bazı Gıdalarımızda Metalik Kontaminant Düzeylerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 96s.
- Filion, M. M., 2006. Amélioration De La Stabilité Thermique Du Lait Par Modulation Du Potentiel D'oxydoréductionp.
- Flora, S. J. ve Agrawal, S., 2017. Arsenic, Cadmium and Lead, Reproductive and Developmental Toxicology, Elsevier, 537-566p.

- Galán, E., Gómez-Ariza, J. L., González, I., Fernández-Caliani, J. C., Morales, E. ve Giráldez, I., 2003. Heavy Metal Partitioning in River Sediments Severely Polluted By Acid Mine Drainage in The Iberian Pyrite Belt, Applied Geochemistry, 18, 409-421p.
- Gall, J. E., Boyd, R. S. ve Rajakaruna, N., 2015. Transfer of Heavy Metals Through Terrestrial Food Webs: A Review, Environmental Monitoring and Assessment, 187, 1-21p.
- González-Montaña, J. R., Senís, E., Gutiérrez, A. ve Prieto, F., 2012. Cadmium and Lead in Bovine Milk in The Mining Area of The Caudal River (Spain), Environmental Monitoring and Assessment, 184, 4029-4034.
- Grandpierre, C., Ghisolfi, J. ve Thouvenot, J. P., 1988. Etude Biochimique Du Lait De Chèvre, Cahiers de Nutrition et de Diététique, 23, 367-374p.
- Guetouache, M., Guessas, B. ve Medjekal, S., 2014. Composition and Nutritional Value of Raw Milk, J Issues Biol Sci Pharm Res, 2350, 1588p.
- Güriş, S., Astar, M. 2014. Bilimsel Araştırmalarda İstatistiksel Analiz, DER Yayınları Ankara, 427.
- Güven, A., Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G. ve Timur, S., 2004. Metallerin Çevresel Etkileri-III, Metalurji Dergisi, 138, 64-71s.
- Iftikhar, B., Arif, S., Siddiqui, S. ve Khattak, R., 2014. Assessment of Toxic Metals in Dairy Milk and Animal Feed in Peshawar, Biotechnology Journal International, Pakistan, 883-893p.
- Järup, L., 2003. Hazards of Heavy Metal Contamination, British Medical Bulletin 68, 167-182p.
- Khan, N., Jeong, I. S., Hwang, I. M., Kim, J. S., Choi, S. H., Nho, E. Y. ve Kim, K. S., 2014. Analysis of Minor and Trace Elements in Milk and Yogurts By inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS), Food Chemistry, 147, 220-224p.
- Kılıç, M. ve Bozkaya O., 2017. Çiğ Süt Örneklerinde Ağır Metal ve Metal Kontaminasyonlarının Belirlenmesi ve Sağlık Üzerine Etkisi, Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi, 16, 1-10s.
- Kınık, Ö., Uysal, H. ve Akbulut, N., 2001. Süt ve Süt Ürünlerinde İz Elementler, Uluslararası Sütçülük Federasyonu (IDF) Yayını, 278s.
- Konte, M., 1999. Le Lait Et Les Produits Laitiers, Développement De Systèmes De Production intensive En Afrique De L'ouest, Institut Sénégalais de Recherche Agricole, Sénégal, 2-25p.
- Leksir, C., Boudalia, S., Moujahed, N. ve Chemmam, M., 2019. Traditional Dairy Products in Algeria: Case of Klila Cheese, Journal of Ethnic Foods, 6, 1-14p.
- Licata, P., Di Bella, G., Potortì, A. G., Lo Turco, V., Salvo, A. ve Dugo, G. M., 2012. Determination of Trace Elements in Goat and Ovine Milk From Calabria (Italy) by ICP-AES, Food Additives and Contaminants: Part B, 5, Italy, 268-271p.

- Licata, P., Trombetta, D., Cristani, M., Giofre, F., Martino, D., Calo, M. ve Naccari, F., 2004. Levels of “Toxic” and “Essential” Metals in Samples of Bovine Milk From Various Dairy Farms in Calabria, Environment International, 30, Italy, 1-6p.
- Lottermoser, Bernd G., 2010. Sulfidic Mine Wastes, MINE Wastes, Springer, Berlin, 43-117p.
- Malhat, F., Hagag, M. ve Saber, A., 2012. Contamination of Cows Milk By Heavy Metal in Egypt, Bulletin of Environmental Contamination and toxicology, 88, 611-613p.
- Massanyi, P., Trandzik, J., Nad, P., Korenekova, B., Skalicka, M., toman, R. ve Strapak, P. 2004. Concentration of Copper, Iron, Zinc, Cadmium, Lead, and Nickel in Bull and Ram Semen and Relation to The Occurrence of Pathological Spermatozoa, Journal of Environmental Science and Health, Part A, 39, 3005-3014p.
- Mata, L., Perez, M. D., Puyol, P. ve Calvo, M., 1995. Distribution of Added Lead and Cadmium in Human and Bovine Milk, Journal of Food protection, 58, 305-309p.
- Mekuyie, M., 2014. Heavy Metals Concentration In Effluents of Textile Industry, Tikur Wuha River and Milk of Cows Watering on This Water Source, Hawassa, Southern Ethiopia, Journal of Natural Sciences Research, 4, 47-56p.
- Merian, E., 1984. Metalle in Der Umwelt, Verlag Chemie, Weinheim S, 493-459p.
- Metin, M., 2001. Süt Teknolojisi, Sütün Bileşimi ve İşlenmesi, 4. Baskı, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, 33, 801-806s.
- Muehlhoff, E., Bennett, A. ve McMahon, D., 2013. Milk and Dairy Products in Human Nutrition, Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO), Rome, 376p.
- Munblit, D., Peroni, D. G., Boix-Amorós, A., Hsu, P. S., Land, B. V. T., Gay, M. C. ve Warner, J. O., 2017. Human Milk and Allergic Diseases: An Unsolved Puzzle, Nutrients, 9, 894p.
- Najarnezhad, V. ve Akbarabadi M., 2013. Heavy Metals in Raw Cow and Ewe Milk From North-East Iran, Food Additives & Contaminants: Part B, 6, 158-162p.
- Özbolat, G. ve Abdullah, T., 2016. Ağır Metal Toksisitesinin İnsan Sağlığına Etkileri, Arşiv Kaynak Tarama Dergisi, 25, 502-521s.
- Özhan, M., Tüzemen, N., Yanar, M., 2016. Büyükbaş Hayvan Yetiştirme, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları, 604.
- Özturan, K. ve Atasever M., 2018. Süt ve Ürünlerinde Mineral Maddeler ve Ağır Metaller, Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 13, 229-241s.
- Pravina, P. P., Sayaji, D. ve Avinash, M., 2013. Calcium and Its Role In Human Body, International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences, 4, 659-668p.
- Pietrzak-Fiećko, R. ve Kamelska-Sadowska, A. M., 2020. The Comparison of Nutritional Value of Human Milk with Other Mammals’ Milk, Nutrients, 12, 1404p.

- Pilarczyk, R., Wójcik, J., Czerniak, P., Sablik, P., Pilarczyk, B. ve tomza-Marciniak, A., 2013. Concentrations of Toxic Heavy Metals and Trace Elements in Raw Milk of Simmental and Holstein-Friesian Cows From Organic Farm, Environmental Monitoring and Assessment, 185, 8383-8392p.
- Porova, N., Botvinnikova, V., Krasulya, O., Cherepanov, P. ve Potoroko, I., 2014. Effect of Ultrasonic Treatment on Heavy Metal Decontamination in Milk, Ultrasonics Sonochemistry, 21, 2107-2111p.
- Pšenková, M., Toman, R. ve Tančin, V., 2020. Concentrations of Toxic Metals and Essential Elements in Raw Cow Milk From Areas With Potentially Undisturbed and Highly Disturbed Environment in Slovakia, Environmental Science & Pollution Research, 26763-26772p.
- Qin, L. Q., Wang, X. P., Li, W., Tong, X. ve Tong, W. J., 2009. The Minerals and Heavy Metals in Cow's Milk From China and Japan, Journal of Health Science, 55, 300-305p.
- Raikwar, M. K., Kumar, P., Singh, M. ve Singh, A., 2008. Toxic Effect of Heavy Metals in Livestock Health, Veterinary World, 1, 28p.
- Renner, E. ve Renz-Schauen, A., 1992. Nutrition Composition Tables of Milk and Dairy Products, Verlag B. Renner.
- Sansalone, J. J. ve Buchberger, S. G., 1997. Partitioning and First Flush of Metals In Urban Roadway Storm Water, Journal of Environmental Engineering, 123, 134-143p.
- Safaei, P., Seilani, F., Eslami, F., Sajedi, S. R. ve Mohajer, A., 2020. Determination of Essential Nutrients and Heavy Metal Content of Raw Cow's Milk From East Azerbaijan Province, International Journal of Environmental Analytical Chemistry, Iran, 1-11p.
- Sevgican, F., 1977. İnorganik Elementler ve Metabolizması, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 127s.
- Stender, S. ve Dyerberg J., 2004. Influence of Trans Fatty Acids on Health, Annals of Nutrition and Metabolism, 48, 61-66p.
- Tekinşen, O. C., 2000. Süt Ürünleri Teknolojisi, Selçuk Üniversitesi Basım Evi, Konya.
- Temurci, H. ve Güner A., 2006. Ankara'da Tüketime Sunulan Süt ve Beyaz Peynirlerde Ağır Metal Kontaminasyonu, Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, Erzurum, 1, 20-28s.
- Toman, R., Adamkovičová, M., Hluchý, S., Cabaj, M. ve Golian, J., 2011. Quantitative Analysis of The Rat Testes After An Acute Cadmium and Diazinon Administration, Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies, 44, 188-191.
- Tuncay, Y., 2007. Kovada Gölü'nde Yaşayan İstakozlarda (Astacus Leptodactylus Eschscholtz, 1823) Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 41.

- Valko, M. M. H. C. M., Morris, H. ve Cronin, M. T. D., 2005. Metals, Toxicity and Oxidative Stress, Current Medicinal Chemistry, 12, 1161-1208p.
- Varol, M. ve Sünbül, M. R., 2020. Macroelements and Toxic Trace Elements In Muscle and Liver of Fish Species From The Largest Three Reservoirs in Turkey and Human Risk Assessment Based on The Worst-Case Scenarios, Environmental Research, 109298-109306p.
- Witte, K. M., Wanty, R. B. ve Ridley, W. I., 2004. Engelmann Spruce (*Picea engelmannii*) As A Biological Monitor of Changes in Soil Metal Loading Related to Past Mining Activity, Applied Geochemistry, 19, 1367-1376p.
- Yazıcı, E., 2018. Trabzon İli Akçaabat İlçesindeki İnek Sütlerindeki Metal ve Mineral Madde İçeriklerinin ICP-MS Yöntemiyle Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, 88s.
- Yetişmeyen, A., 2000. Süt Teknolojisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1511, Ders Kitabı, 464, 229s.
- Yüzbaşı, N. ve Sezgin E., 2002. Süt ve Ürünlerindeki Bazı Metalik Kontaminantların Toksikolojik Etkileri, Gıda, 27s.
- Zeynep, A. C., 2019. Piyasada Satışa Sunulan Isıl İşlem Görmüş İçme Sütlerinde Ağır Metal Kalıntılarının Varlığı Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 55s.
- Zhang, L. ve Wong M. H., 2007. Environmental Mercury Contamination in China: Sources and Impacts, Environment International, 33, 108-121p.
- Zhong, W., Zhang, Y., Wu, Z., Yang, R., Chen, X., Yang, J. ve Zhu, L., 2018. Health Risk Assessment of Heavy Metals in Freshwater Fish in The Central and Eastern North China, Ecotoxicology and Environmental Safety, 157, 343-349p.

## ÖZGEÇMİŞ

İlkokulu, Ortaokulu ve Liseyi Gümüşhanede okumuştur. Lise öğrenim sonrasında eğitime Gümüşhane Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümü ile devam etmiştir. 2017 yılında mezun olduktan sonra 2018 yılında Yüksek Lisans eğitimime başlamıştır.

