

SAMSUN’ DA SANAYİ EMİSYONLARININ
YÖRE SIĞIR SÜTLERİNİN AĞIR METAL
İÇERİĞİNE ETKİSİ
ARZU SOYLU
YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

Bu Yüksek Lisans Tez Çalışması Ondokuz Mayıs Üniversitesi PYO.MÜH.1904.09.007’
nolu Proje ile desteklenmiştir.

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SAMSUN’ DA SANAYİ EMİSYONLARININ YÖRE SIĞIR
SÜTLERİNİN AĞIR METAL İÇERİĞİNE ETKİSİ

ARZU SOYLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

AKADEMİK DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Hasan TEMİZ

SAMSUN – 2011

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma jürimiz tarafından 20 / 01 / 2011 tarihinde yapılan sınav ile Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. A. Kadir HURŞİT

Üye: Doç. Dr. Bahtiyar ÖZTÜRK

Üye: Yrd. Doç. Dr. Hasan TEMİZ

ONAY:

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

....../....../2011

Prof. Dr. Hasan GÜMÜŞ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZ

Bu araştırma, Samsun ili Tekkeköy ilçesinden temin edilen sütlerde bakır, mangan, demir, çinko, kurşun, kadmiyum, nikel, arsenik ve krom düzeylerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırma materyali olarak çiğ süt kullanılmıştır. Araştırma iki dönem halinde yürütülmüştür. 1. dönem; hayvanların çayır-meraya çıktığı ve taze yemlerle beslendiği yaz dönemi; 2. dönem ise hayvanların kuru yemle beslendiği, ahırda tutulduğu kış dönemidir. Bu şekilde sütün metal konsantrasyonu üzerine mevsimlere bağlı beslemenin etkisi incelenmiştir. Araştırmada 162 adet örnek analiz edilmiş ve metal düzeyleri ICP–MS cihazı ile belirlenmiştir.

Analizler sonucunda ağır metallerin ortalama değerleri; krom 0.029 ± 0.0005 mg/kg, mangan 0.048 ± 0.0006 mg/kg, demir 0.392 ± 0.0084 mg/kg, nikel 0.491 ± 0.0075 mg/kg, bakır 1.084 ± 0.0097 mg/kg, çinko 13.333 ± 0.0403 mg/kg, arsenik 0.003 ± 0.0000 mg/kg, kadmiyum 0.007 ± 0.0000 mg/kg, kurşun 0.043 ± 0.0004 mg/kg olarak bulunmuştur. Bu değerler literatürdeki değerlerle ve standart limitlerle karşılaştırıldığında, araştırma bölgesini oluşturan alanın kurşun, bakır, çinko ve nikel açısından limitlerin üzerinde olduğu saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Ağır Metal, ICP-MS, çiğ süt, Tekkeköy

ABSTRACT

In this study, we decided to determinate the levels of copper, manganese, iron, zinc, lead, cadmium, nickel, arsenic and chrome in milk provided from Tekkekoy region of Samsun. Raw milk samples were used for analyses. The study was carried out over two seasons. The first season was summer season; when the animals are taken to meadows and pasture lands and fed with fresh feed and the second season was winter season when the animals are kept in stables and fed with dry feed. By this way, the effect of seasonal feeding on metal concentration of milk was investigated. In total 162 samples were analyzed. The metal levels were measured by ICP – MS (inductively coupled plasma – mass spectrometry).

As a result of the analysis the average values of heavy metals found as, chromium 0.029 ± 0.0005 mg/kg, manganese 0.048 ± 0.0006 mg/kg, iron, 0.392 ± 0.0084 mg/kg, nickel 0.491 ± 0.0075 mg/kg, copper, 1.084 ± 0.0097 mg/kg, zinc, 13.333 ± 0.0403 mg/kg, arsenic, 0.003 ± 0.0000 mg/kg, cadmium, 0.007 ± 0.0000 mg/kg and lead 0.043 ± 0.0004 mg/kg. While these values are compared with literature values and the standard limits, the lead, copper, zinc and nickel levels of the research zone were found to be above the limits in terms of.

Key Words: Heavy Metal, ICP-MS, Raw Milk, Tekkekoy

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim döneminde tez konusu seçiminde, gerekli literatürlerin temininde ve sonuçların değerlendirilmesinde desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Hasan TEMİZ' e teşekkürlerimi saygılarımla sunarım.

Laboratuar çalışmalarım sırasında bilgi ve desteklerini esirgemeyen Arş. Gör. Umut AYKUT' a, Mersin Üniversitesi öğretim elemanlarından Prof. Dr. Musa ALPARSLAN' a ve tezimin her aşamasında desteklerini esirgemeyen yöre halkına ve aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışmayı PYO.MÜH.1904.09.007 nolu proje adı altında destekleyen Ondokuz Mayıs Üniversitesi' ne teşekkürlerimi arz ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Literatür Özetleri	3
2.2. İnek Sütünün Bileşimi	8
2.3. Ağır Metallerin Doğadaki Döngüsü	9
2.4. Bazı Ağır Metaller Ve Özellikleri	11
2.4.1.Çinko (Zn)	11
2.4.1.1. Çinkonun Toksisitesi	11
2.4.2. Kurşun (Pb)	12
2.4.2.1. Kurşunun Toksik Etkileri	12
2.4.3. Nikel	13
2.4.4. Mangan	13
2.4.5. Kadmiyum.....	14

2.4.6. Demir	14
2.4.7. Arsenik	15
2.4.8. Bakır	16
2.4.9. Krom	17
2.5. Tekkeköy İlçesi Genel Özellikleri	17
2.5.1. Coğrafi Konumu ve Coğrafi Yapısı.....	17
2.5.2.Ekonomik Yapı	18
2.5.3. İlçe Yerleşim Alanları	18
2.5.4. Samsun İli Rüzgar Durumu	19
3. MATERYAL VE YÖNTEM	22
3.1.Materyal	22
3.2.Yöntem	25
3.2.1. Örneklerin Hazırlanması	25
3.2.2 Ağır Metal Analizleri	25
3.4.İstatistiksel Değerlendirmeler.....	26
4. BULGULAR	27
4.1. Krom	27
4.2. Mangan	27
4.3. Demir	30
4.4. Nikel	30
4.5. Bakır	31

4.6. Çinko	31
4.7. Arsenik	31
4.8. Kadmiyum	34
4.9. Kurşun	34
5. TARTIŞMA	37
5.1. Krom	37
5.2. Mangan	37
5.3. Demir	38
5.4. Nikel	39
5.5. Bakır	40
5.6. Çinko	41
5.7. Arsenik	41
5.8. Kadmiyum	42
5.9. Kurşun	43
6. SONUÇ VE ÖERİLER	45
7. KAYNAKLAR	48

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Tekkeköy ilçesi siyasi haritası	19
Şekil 3.1. Analiz örneklerinin toplandığı bölgelere ait uydu görünümü.....	23

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 2.1. Sütün kimyasal özellikleri	9
Çizelge 2.2. Sütte bulunan iz element miktarları	9
Çizelge 2.3. Samsun ili Tekkeköy ilçesine ait sanayi kollarının ağır metal emisyonları	11
Çizelge 2.4. Tekkeköy ilçesi yerleşim alanlarının bazı özellikleri	20
Çizelge 2.5. Samsun ili 2006 yılına ait rüzgar durumu.....	21
Çizelge 3.1. Süt örneklerinin toplandığı köyler ve alınan örnekleme sayıları	24
Çizelge 4.1. Krom, Mangan ve Demir değerlerine ait sonuçlar	28
Çizelge 4.2. İstatistiksel analizler sonucu elde edilen önemlilik seviyeleri (p)	30
Çizelge 4.3. Nikel, Bakır ve Çinko değerlerine ait sonuçlar	32
Çizelge 4.4. Arsenik, Kadmiyum ve Kurşun değerlerine ait sonuçlar	35

1.GİRİŞ

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde insan sağlığını yakından ilgilendiren sorunlardan birisi hiç kuşkusuz çevre kirliliğidir. Sanayileşme ve kentleşme ile birlikte havanın, suyun ve toprağın kirlenmesi, insanların sağlığını direkt olarak tehdit ettiği gibi besin kaynaklarının da kirlenmesine neden olmaktadır.

Kirlenmenin en önemli göstergelerinden biri gittikçe artmakta olan ağır metal kirliliğidir. Ağır metallerin doğadaki dolaşımlarında döngüsel bir yolun olması, hem çevreye hem de insan sağlığına daha fazla etki etmesine neden olmaktadır. Toksik etkileri, uzun yıllarca yok olmamaları, doğada ve biyosferde birikmeleri nedeniyle ağır metaller kirleticiler arasında önemli bir yere sahiptirler (Vidovic ve ark., 2005).

Toksik etki ağır metallerden birinin veya birkaçının aşırı seviyelere ulaşmasından kaynaklanmaktadır; Cr, Cd, Pb, Hg en çok bilinen toksik elementlerdir (Anastasio ve ark., 2006).

Toprak, atmosfer ve su çeşitli nedenlerden dolayı Fe, Al, Mg, Zn, As, Cd, Pb, Hg ve Ni gibi metal kirleticiler ile yüksek oranda kontamine olmaktadır. Bu kontaminasyon artışının nedenlerinden biri çevrenin endüstriyel olarak kirlenmesinden kaynaklanmaktadır (Rubio ve ark., 1998).

Tarımsal bölge atmosferine ağır metal salıverilmesi bu bölgedeki toprağın metal yüklenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Topraktaki ağır metal içeriğinin artışı bitki dokularındaki ağır metal birikimini artırmaktadır. Bu durum bitkilerin fizyolojik fonksiyonlarını inhibe veya bloke etmektedir, ya da bitkileri beslenme için kullanılamaz hale getirmektedir. Ağır metaller bitkiler vasıtasıyla gıda zincirine girmekte ve bu şekilde insan ve hayvan organizması içine taşınmaktadır. Yemler vasıtasıyla hayvan organizmasına taşınan ağır metaller sütün sekrasyonu sırasında meme bezlerine geçmekte ve bu yolla süt ve süt ürünlerine bulaşmaktadır (Vidovic ve ark., 2005).

Süt, bileşiminde bulunan çeşitli besin maddelerinden dolayı, insan ve hayvanlar için temel gıda maddelerinin başında gelmektedir. Süt insanoğlu için, hayatın ilk yıllarından bu zaman kadar, bünyesindeki protein, yağ, laktoz, mineral madde, vitamin ve iz elementler

gibi bileşenleriyle yaşam için mutlak surette gerekli ve şayet çevre şartlarından etkilenmemişse tamamen zararsız bir gıda maddesidir (Demirci, 1992).

Süt beslenmede önemli olan mineral maddeler açısından değerli bir kaynaktır. Vücuda dışarıdan alınması zorunlu olan sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, fosfor, klor ve benzeri mineraller sütte yeterli miktarda bulunmaktadır. Ayrıca süt lityum, sezyum, kadmiyum, alüminyum, civa ve kurşun gibi alınması zorunlu olmayan mineral maddeleri de içermektedir. İnsanlar için zorunlu olmayan bu elementlerin pek çoğunun toksik etkiye neden olduğu bilinmekle beraber, sütteki konsantrasyonları toksik seviyenin çok altındadır (Metin, 1996).

Mineral maddelerin toksik dozun üzerine çıkması çevre kirliliğinin bir sonucu olabilir. Çevre kirliliği, insanların her türlü aktiviteleri sonucu havada, suda ve toprakta oluşan olumsuz gelişmeleriyle ekolojik dengenin bozulmasına neden olan ve aynı aktiviteler sonucu ortaya çıkan koku, gürültü ve atıkların çevrede oluşturduğu, arzu edilmeyen sonuçları şeklinde tanımlanmaktadır. Tanımından da anlaşılacağı gibi çevre kirliliği çok yönlü bir olaydır. Bu kirliliğe neden olan etmenler şu şekilde sıralanabilmektedir; kentleşme, endüstrileşme, organik maddeler, taşıtlar, mikroorganizmalar, deterjanlar, pestisitler ve herbisitler, yağlar ve petrol türevleri, tarımsal ilaçlar, hatalı gübreleme, termal sular, radyoaktivite ve ağır metallerdir (Kocataş, 1999).

Projenin yürütüldüğü alan Samsun Organize Sanayi bölgesini de içine alan Tekkeköy ilçesine ait 27 farklı yerleşim alanını kapsamaktadır. Sanayi bölgesinde azot, bakır, demir – çelik ve termik santraller gibi ağır sanayi kolları faaliyet göstermekte ve ayrıca bu bölge araç trafiğinin de etkisi altında bulunmaktadır. Bu çalışmamızda bölge sütlerinde Cr, Mn, Cu, Fe, Pb, Zn, As, Cd ve Ni elementlerinin seviyelerinin tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Bu seviyelerin insan sağlığını olumsuz etkileyecek düzeylere ulaşmış olup olmadığı belirlenecektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Literatür Özetleri

Günümüzde süt ve süt ürünleri oldukça yaygın kullanılmakta; bu nedenle süt ile ilgili çalışmalar uluslararası gıda çalışmalarının önemli bir kısmını oluşturmaktadır. İnsan sağlığı üzerindeki biyolojik etkileri olduğu belirlenmiş olan iz elementlerin, sütteki miktarlarının belirlenmesi önem taşımaktadır. Bu konuyla ilgili yapılan başlıca çalışmalar aşağıda verilmiştir:

Ayar ve ark. (2009) süt ve süt ürünlerinde Al, Cd, Pb Se ve As elementlerinin kalıntılarını araştırmışlardır. Elementlerin analizinde ICP- AES (inductively coupled plasma atomic emission spectrometry) cihazı kullanılmıştır. Araştırmada süt örneklerinde kadmiyum oranı ortalama 0.017 mg/kg olarak bulunmuştur. Örneklerde arsenik miktarına rastlanmadığını ve kurşun seviyesinin de Türk Gıda Kodeksi' nin 0.02 mg/kg üst sınırından yüksek (ortalama 0.103 mg/kg) olduğunu tespit etmişlerdir.

Tajkarimi ve ark. (2008) İran' ın değişik bölgelerindeki çiğ sütlerde kurşun kalıntısı seviyelerini araştırmışlardır. İran' ın 15 farklı bölgesinde yürütülen çalışmada 3 bölgedeki sütlerde bulunan kurşun kalıntısı seviyesinin yüksek oranda olduğu belirtilmiştir. Örneklerin % 90' ında kurşun seviyesi yeni yayınlanan Kodex standardından (0.020 mg/L) daha düşük bulunmuştur. Yapılan çalışmada Tahran ve İsfahan gibi sanayi bölgelerinde daha fazla kirlenme olduğu belirlenmiştir. Kurşun seviyeleri 0.001 ile 0.046 mg/L ve ortalama 0.0079 mg/L olarak belirlenmiştir.

Zheng ve ark. (2007) Çin' in Hulodao şehrinin endüstriyel alanında ağır metallerin diyetle alınmasından kaynaklanan sağlık riskini araştırmışlardır. Araştırmada birçok gıda maddesi kullanılmıştır. Sütte yapılan araştırmada ağır metal konsantrasyonlarını sırasıyla Pb 0.011 mg/kg, Cd 0.001 mg/kg, Zn 0.280 mg/kg ve Cu 0.003 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Anastasia ve ark. (2006) İtalya' nın güneyindeki iki bölgeden topladıkları koyun sütlerinde ve bu süttten üretilen rikotta ve kakiotta peynirlerindeki Cr, Cd, Pb ve Hg metallerinin seviyelerini ölçmüşlerdir. Sütlerde ki elementlerin ortalama değerleri; Cr 0.140 mg/kg, Cd 0.070 mg/kg, Pb 0.180 mg/kg ve Hg ise 0.002 mg/kg olarak bulunmuştur.

Çubukçu ve Tüysüz (2005) KBİ (Karadeniz Bakır İşletmeleri) İzabe, Tügsaş ve Organize Sanayi Bölge Tesislerinin (Samsun, Tekkeköy) Çevresel Etkileri üzerine bir araştırma yapmışlardır. 1999 – 2001 yılları arasında bölgeden toplanan toprak, bitki ve su örneklerinde Cu, Pb, Zn, Fe, Mn ve Cd metallerinin analizleri yapılmıştır. Çalışma sahasındaki topraklarda Cu, Pb, Zn, Fe ve Mn kirliliği belirlenmiş olup, bu kirliliğin kaynağı olarak yöredeki mevcut tesisler gösterilmiştir. Cu kirliliğinin muhtemelen KBİ, Tügsaş ve OSB tesislerinden, Zn ve Pb kirliliğinin Tügsaş ve OSB ve Fe ve Mn kirliliğinin kaynağı ise KBİ tesislerinden kaynaklanmış olabileceğini belirtmişlerdir. Çalışma sahasındaki bitkilerde, Cu, Pb, Zn ve Fe kirliliğinin KBİ ve Tügsaş tesislerden, Cu ve Pb kirliliğinin ise OSB tesislerinden kaynaklandığı belirtilmiştir. Cu, Pb, Zn, Fe ve S elementlerinin, tütün (*Nicotiana tabacum*) bitkisi üzerinde; Cu, Zn ve Fe elementlerinin, mısır (*Zea mays*) bitkisi üzerinde; Cu, Pb, Fe ve S elementlerinin, lahana (*Brassica oleracea*) bitkisi üzerinde kirlilik oluşturduğu görülmüştür. İnceleme sahasındaki sularda, KBİ tesisinin Pb kirliliği ve düşük düzeyde Cu ve Fe kirliliği oluşturduğu; Tügsaş tesisinin düşük düzeyde Cu, Fe ve Mn kirliliği meydana getirdiği; OSB tesislerinin ise Pb kirliliği ile düşük düzeyde, Fe ve Mn kirliliği oluşturduğu bildirilmiştir.

Vidovic ve ark. (2005) toprak, sığır, yem ve sütteki Cd ve Zn ağır metal kalıntılarının atmosferik ortamdan etkilenme durumlarını belirlemek için 3 yıl boyunca çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda atmosferik birikimde % 93' lük bir Cd konsantrasyonundaki azalmanın, bölge sütlerindeki Cd konsantrasyonunun % 13 azalmasına ayrıca atmosferik birikimdeki % 58 Zn konsantrasyonundaki azalmanın ise sütlerde Zn konsantrasyonunun % 17 azalmasına neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Caggiana ve ark. (2005) İtalya' nın güneyinde yaptıkları çalışmada otlarda, sütlerde, süt ürünlerinde ve hayvan dokularındaki Cr, Cd, Hg, Mn ve Pb seviyelerini araştırmışlardır. Çalışmada süt ürünlerindeki ağır metal konsantrasyonlarını; Cd 0.06 mg/kg, Cr 0.20 mg/kg, Pb 0.20 mg/kg ve Mn 0.13 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Licata ve ark. (2004) İtalya' nın Calabria bölgesindeki bazı süt çiftliklerinden alınan sütlerdeki Cd, Cr, Cu, Pb, Se, As ve Zn metal seviyelerini belirleme çalışması yapmışlardır. Çalışma sonucunda sütlerdeki As ve Pb seviyelerini sırasıyla 0.056 mg/kg ve 0.0013 mg/kg olarak belirlenmiştir. Örneklerin % 85' inde Cd seviyesi belirlenememiştir. Yapılan

çalışmada Cr miktarı 0.0015 mg/kg, Cu 0.00014 mg/kg ve Zn miktarı ise 2.016 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Özrenk (2002) Van il merkezi ve ilçelerinde üretilen inek sütlerinde Atomik Absorpsiyon Spektrometresi (AAS) ile bazı ağır metallerin ve mineral maddelerin seviyelerini belirleme çalışması yapmıştır. Araştırma sonucunda; kurşun 0.002 mg/kg, alüminyum 0.660 mg/kg, demir 0.309 mg/kg, bakır 0.182 mg/kg, çinko 3.003 mg/kg, nikel 0.189 mg/kg, mangan 0.066 mg/kg, magnezyum 45.601 mg/kg, kalsiyum 568.104 mg/kg, sodyum 201.810 mg/kg ve potasyum 1174.100 mg/kg seviyelerinde bulunmuştur.

Şimşek ve ark. (2000) Bursa' da 3 farklı çevreden (endüstriyel bölge, kırsal bölge ve trafik yoğunluğunun olduğu bölge) topladıkları 75 süt örneğinde Pb, As, Cu, Zn, Hg ve Fe metalleri seviyelerini belirleme çalışması yapmışlardır. Metal analizleri için AAS cihazı kullanılmıştır. Yapılan analizler neticesinde, arsenik dışındaki, ağır metal seviyeleri endüstriyel bölgede en yüksek bulunmuştur. Arsenik değeri ise trafik yoğunluğunun fazla olduğu bölgede en yüksek düzeyde tespit edilmiştir. Trafiğin yoğun olduğu bölgede ortalama kurşun miktarı 0.032 mg/kg, arsenik 0.050mg/kg, çinko 4.490 mg/kg, bakır 0.580 mg/kg ve demir 1.780 mg/kg, endüstriyel bölgede kurşun 0.049 mg/kg, arsenik 0.009 mg/kg, çinko 5.010 mg/kg, bakır 0.96 mg/kg ve demir 4.27 mg/kg, kırsal bölgede kurşun 0.018 mg/kg, arsenik 0.0002 mg/kg, çinko 3.77 mg/kg, bakır 0.39 mg/kg ve demir 1.01 mg/kg bulunmuş civa iyonu ise hiçbir bölgede bulunmamıştır.

Demirözü ve Saldamlı. (2000) Türkiye'de çiğ süt, kesilmiş süt, beyaz taze peynir ve salamura peynir üzerinde araştırma yapmışlardır. Sütte, kurşun 0.012 ± 0.06 , kadmiyum 0.0018 ± 0.01 ve arsenik 0.0006 ± 0.03 mg/kg olarak bulunmuştur. Örneklerin hiçbirinde cıvaya rastlanılmamıştır.

Tripathi ve ark. (1999) çeşitli tiplerdeki sütlerde kurşun, kadmiyum, çinko ve bakır iyonlarını incelemişler ve yüksek yağ içeriğine sahip örneklerde bu iyonların da yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ortalama kurşun, kadmiyum, çinko ve bakır düzeyleri sırasıyla; 0.0017-0.0033 mg/kg, 0.00007-0.00010 mg/kg, 0.043-0.195 mg/kg ve 1.772-4.230 mg/kg arasında belirlenmiştir.

Imparato ve ark. (1999) Avellina (İtalya) da farklı çiftliklerde toplam 234 süt örneğinde kadmiyum ve kurşun düzeylerini araştırmışlardır. Ortalama kurşun miktarı 0.0463 mg/kg ve kadmiyum miktarını 0.003 mg/kg olarak belirlenmiştir. Kurşun ihtiva

eden örneklerin %66' sında değerler 0.050 mg/kg' ın altında bulunmuştur ve 8 numunede kurşun miktarı 0.100 mg/kg' ı aşmıştır. Kadmiyum içereneden örneklerin %72' si 0.004 mg/kg seviyesinin altındadır ve sadece bir örnekte 0.004 mg/kg' ın üstünde kadmiyum miktarına rastlanmıştır.

El-Prince ve Sharkawy (1999) Mısır'da yaptıkları bir çalışmada, inek sütlerindeki kurşun, kadmiyum, demir, bakır ve çinko değerlerini araştırmışlar ve sırasıyla 0.240, 0.017, 0.428, 0.592 ve 2.060 mg/kg seviyelerini tespit etmişlerdir.

Ake ve arkadaşları (1999) süt ve farklı gıdaların demir içeriklerini araştırmışlar ve sütlerdeki ortalama demir miktarını 2.9 mg/kg olarak saptamışlardır.

Rubio ve ark. (1998) Arjantin'in Santa Fe şehrinin bir sütçülük bölgesindeki inek sütlerinde Cd ve Pb seviyelerini belirlemek için bir çalışma yürütmüşlerdir. Yapılan analizler sonucunda Cd oranı ortalama 0.001 mg/kg, Pb seviyesi ise 0.024 mg/kg seviyesinde bulunmuştur. Bulunan değerlerin ülkenin kabul edilebilir değerlerinin altında olduğu belirlenmiştir. Arjantin kodeksine göre kurşunun maksimum kalıntı seviyesi sıvı gıdalarda 2 mg/kg, katı gıdalarda 20 mg/kg; kadmiyum ise sütlerde 50 mg/kg olarak kabul edilmektedir. Uluslararası Atomik Enerji Kuruluşuna göre süt tozunda kalıntı seviyeleri Cd için 0.0017 mg/kg ve Pb için 0.054 mg/kg düzeyindedir.

Dwivedi ve ark. (1995) Hindistan'ın üç endüstri şehri olan Ahmedabad, Calcutta ve Delhi'den kan, süt ve yem örnekleri toplayarak kurşun düzeyini belirlemişlerdir. Sonuçta; sütteki kurşun konsantrasyonunun Ahmedabad ve Calcutta' da 0.28 mg/kg ve Delhi'de de 0.27 mg/kg olarak tespit etmişlerdir.

Wenk ve ark. (1995) İsviçre'de çiftliklerden aldıkları 18 süt numunesi için kurşun, kadmiyum, bakır ve çinko üzerinde çalışma yapmışlar ve ortalama kurşun miktarı <0.01 mg/kg, kadmiyum miktarı <0.001 mg/kg, bakır miktarı 0.04 mg/kg ve çinko miktarı 3.6 mg/kg bulunmuştur.

Coni ve ark. (1995) hayvan beslemede kullanılan yemin, çevre koşullarının ve mevsim değişikliklerinin sütün ağır metal içeriğine etkisini inceledikleri çalışmada; mevsim değişimlerinde kullanılan yem türünün sütteki ağır metal içeriğine önemli, düzeyde etki ettiği belirlenmiştir. Kışlık yemlerde kurşun, demir, bakır ve çinko düzeyinin daha yüksek olduğu ve bunun sütlere yansıdığı saptanmıştır. Ayrıca kış döneminde kurşun ve kadmiyum içeriklerinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Madeha ve ark. (1994) rastgele biçimde topladıkları pastörize, sterilize, fermente, kondanse süt ve süt tozu örneklerinde yaptıkları analizlerde kurşun miktarını ortalama olarak sırasıyla 1.501, 1.987, 4.694, 11.071 ve 8.113 mg/kg olarak belirlemişler ve pastörize, sterilize ve süt tozundaki civa miktarını sırasıyla 0.086, 0.091 ve 0.556 mg/kg olarak bulmuşlardır, fermente ve kondanse sütlerde ise civa bulamamışlardır. Bu sonuçlara dayanarak süt ürünlerinin de çiğ sütteki gibi aynı atık düzeylerine sahip olma eğilimi gösterdiğini belirtmişlerdir.

Jeng ve ark. (1994) Tayvan'da 107 çiftlikten topladıkları çiğ süt örneklerinde kurşun ve kadmiyum iyonları ile ilgili inceleme yapmışlardır. Çalışma sonucunda, sütlerdeki kurşun düzeyini 0.002 mg/kg ve kadmiyum düzeyini de 0.00004 mg/kg olarak belirlemişlerdir.

Larsen ve Rasmussen (1991) yaptıkları çalışmada çeşitli ülkelere ait sütlerde kurşun ve kadmiyum değerlerini belirlemişlerdir. Bu çalışmaya göre kurşun ve kadmiyum miktarları sırasıyla İsveç'teki sütlerde 0.0010 mg/kg, 0.00001 mg/kg, Almanya'daki sütlerde 0.0009 mg/kg, 0.00002 mg/kg, Kanada'daki sütlerde 0.00001 mg/kg, 0.000005 mg/kg ve Danimarka'daki sütlerde 0.0007 mg/kg 0.00003 mg/kg olarak rapor etmişlerdir.

Larsen ve Werner (1985) Danimarka'da üretilen sütlerde civa, kurşun, kadmiyum, demir, bakır ve çinko incelemesi yapmışlardır. Örneklerin hiçbirinde atomik absorpsiyon yöntemiyle belirlenebilecek düzeyde civa, kurşun ve kadmiyum elementi tespit edilememiştir. Fakat demir, bakır ve çinko oranlarını sırasıyla 0.13-0.30 mg/kg, 0.017-0.101 mg/kg ve 4.3 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Bu iyonların yaz ve kış dönemleri arasında önemli varyasyon gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, yaz döneminde demirin en yüksek, bakırın ise en düşük seviyelerde olduğunu ve benzer varyasyonun çinko için de tespit edildiğini vurgulamışlardır.

Galeno (1985) ticari süt örneklerinde (şişe ve karton içinde pastörize ve UHT ile muamele edilmiş tam, yarım yağlı ve yağsız süt) ve çiğ sütte atomik absorpsiyon spektrometresi ile çinko, kurşun, bakır, civa ve demir konsantrasyonlarını belirlemiş ve sonuç olarak da ,toksik element olan civa ve kurşun içeriğinin 0.005 mg/kg dan daha az olduğunu ve ticari sütlerle çiğ sütteki miktarlarının birbirine yakın değerler gösterdiğini belirtmiştir.

Bulinski ve ark. (1978) Polonya’da süt toplama yerlerinden aldıkları çiğ süt ve süt fabrikalarından aldıkları kurutulmuş süt örneklerinde ağır metal tespiti yapmışlardır ve çiğ sütte ortalama olarak civa; 0.00081mg/kg, kurşun; 0.0137 mg/kg, çinko; 4.43 mg/kg, bakır; 0.211 mg/kg, kurutulmuş sütte, civa; 0.008 mg/kg, kurşun; 0.064 mg/kg, çinko; 25.43 mg/kg ve bakır; 2.82 mg/kg olarak belirlemişlerdir.

Schueller ve Leinert (1973) Avusturya’ nın 46 bölgesinden çiğ ve market sütlerinde demir, bakır, çinko analizi yapmışlar ve bölgeler arasında belirgin farklılıklar tespit etmişlerdir. Bölgelere göre değer aralıkları: bakır; 0.060-0.180 mg/kg, demir; 0.500-1.000 mg/kg, çinko; 2-3.5 mg/kg’dır ve yapılan işlemlerin süttün metal içeriği üzerinde çok az yada hiç etkisinin olmadığını, süttün metal içeriğine esas etkinin bölgelerin teknolojik ve jeolojik özelliklerinin farklılığından kaynaklandığı belirtilmiştir.

2.2. İnek Süttünün Bileşimi

TS 1018 (Anonymous, 2002) standardına göre çiğ inek sütü; ineekten sağılarak elde edilen, 40 C°’ nin üzerinde ısıtılmamış veya eşdeğer etkiye sahip herhangi bir işlem görmemiş veya ön ısıtma işlemine tabi tutulmamış ve ağız sütü dışındaki meme bezi salgısıdır. İnek süttünün kimyasal özellikleri Çizelge 2.1.’ de verilmiştir.

Süt bileşim açısından değerlendirildiğinde, öncelik sırasına göre süt proteinleri, süt yağı, süt şekeri, vitaminler ve mineral maddeler şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Süt kalsiyum ve fosfor gibi mineral maddeler açısından çok zengin, demir açısından fakir bir gıda maddesidir (Laçın, 2005; Baysal (1998)’ dan).

Sütteki mineral maddelerden bazıları önem sırasına göre Ca, P, Na, Mg, Cl, Fe, Cu, Zn, Se, Flor ve İyot şeklindedir (Laçın, 2005; Flynn, (1992)’ den). Metin (1996) sütte bulunan eser element miktarlarını bildirmiştir ve bu değerler Çizelge 2.2.’ de verilmiştir

Çizelge 2.1. İnek sütünün kimyasal özellikleri

Özellikler	
Protein, (% m/v), en az	2.8
Asitlik (% süt asidi) (m/v), en az	0.135
En çok	0.200
Yağ, (% m/v), en az	3.5
Yağsız kuru madde, (% m/v), en az	8.5
İnhibitör madde	Bulunmamalı
Karbonat ve formaldehit	Bulunmamalı
Okside edici maddeler	Bulunmamalı

Kaynak: Anonymous, 2002

Çizelge 2.2. İnek sütünde bulunana iz element miktarları

Element	Miktar (mg/kg)	Element	Miktar (mg/kg)
Ni	0.025	Cr	0.015
As	0.030	Co	0.00072
Cu	0.260	Mo	0.018-0.047
Fe	1.400	Se	0.003-3.000
Zn	3.500	Si	3.900
Cd	0.002	Be	0.060-0.200
Pb	0.040	Al	0.500
Mn	0.005-0.087	F	0.200

Kaynak: Metin, 1996

2.3. Ağır Metallerin Doğadaki Döngüsü

Ağır metaller, su kaynaklarına, endüstriyel atıklar veya asit yağmurlarının toprakta bulunan ağır metalleri çözmesi ve çözünen ağır metallerin ırmak, göl ve yeraltı sularına ulaşmasıyla geçmektedir. Sulara taşınan ağır metaller aşırı derecede seyrelmekte ve kısmen karbonat, sülfat ve sülfür olarak katı bileşik oluşturarak su tabanına çökmektedir ve bu bölgede zenginleşmektedir. Sediment tabakasının adsorpsiyon kapasitesi sınırlı olduğundan dolayı da suların ağır metal konsantrasyonu sürekli olarak yükselmektedir. Ülkemizde de

başta tuz ihtiyacımızı karşıladığımız tuz gölü olmak üzere kapalı göllerimizde yeterli çevresel önlem alınmadığından ve su havzalarında kontrolsüz sanayileşmeye izin verildiğinden dolayı ağır metal konsantrasyonu sürekli olarak yükselmektedir (Kahvecioğlu, http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf, 03.05.2009).

Ağır metallerin ekolojik sistemde yayılımları doğal döngüden daha çok insan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan etkilerden kaynaklanmaktadır. Sürekli ve kullanıma bağlı kirlenmenin yanı sıra 1979’ da Lengrich’te meydana gelen çimento tesisinde talyum kaçağı olayında olduğu gibi kazalar sonucunda da ağır metallerin çevreye yayılımı önemli miktarlara ulaşmaktadır. Yıllık olarak doğal çevrimler sonucu 7600 ton Cd, 18800 ton arsenik, 3600 ton cıva ve 332000 ton kurşun atmosfere atılmakta iken, insan faaliyetleri sonucu deşarj edilen miktarlar dikkate alındığında ise selenyum 19 kat, kadmiyum 8 kat, cıva, kurşun, kalay 6 kat, arsenik, nikel ve krom 3 kat daha fazla olduğu bildirilmiştir (Kahvecioğlu, http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf, 03.05.2009).

Kahvecioğlu ağır metallerin çevreye yayılımında etken olan en önemli endüstriyel faaliyetleri; çimento üretimi, demir çelik sanayi, termik santraller, cam üretimi, çöp ve atık çamur yakma tesisleri olarak belirtmiştir (Kahveci, 2009). Bu literatürden yararlanılarak Samsun ili OSB’ nde faaliyet gösteren sanayi kollarının ağır metal salınımları Çizelge 2.3’ de sunulmuştur.

Havaya atılan ağır metallerin, sonuçta karaya ve buradan bitkiler ve besin zinciri yoluyla da hayvanlara ve insanlara ulaştığını ve aynı zamanda hayvan ve insanlar tarafından havadan aerosol olarak veya toz halinde bulunduğunu vurgulamıştır. Ağır metallerin, endüstriyel atık suların içme sularına karışması yoluyla veya ağır metallerle kirlenmiş partiküllerin tozlaşması yoluyla da hayvan ve insanlar üzerinde etkin olduğunu bildirilmiştir (Kahvecioğlu, 2009).

Çizelge 2.3. Samsun ili Tekkeköy ilçesine ait sanayi kollarının ağır metal emisyonları

Endüstri	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Sn	Zn
Petrokimya	+	+	-	+	+	-	+	+
Klor-alkali Üretimi	+	+	-	+	+	-	+	+
Gübre Sanayi	+	+	+	+	+	+	-	+
Demir-Çelik San	+	+	+	+	+	+	+	+
Enerji Üretimi (Termik)	+	+	+	+	+	+	+	+

Kaynak: Kahvecioğlu, 2009

2.4. Bazı Ağır Metaller ve Özellikleri

2.4.1. Çinko (Zn)

Çinko beslenme açısından esansiyel bir metaldir. Yetersizliği neticesinde önemli sağlık problemleri oluşur. Çinko, pek çok besin maddesinde, suda, havada ve kısacası çevrede hemen her yerde bulunan bir metaldir. Galvanize bakır boru veya plastik boru ile temas sonucu sudaki çinko içeriği artmaktadır. Deniz ürünleri, et, tahıl, kanatlılardan elde edilen ürünler ve kabuklu yemişler yüksek oranda çinko içerirler. Sebzelerdeki miktarı ise düşüktür. Çinkonun atmosferdeki düzeyleri ise endüstriyel alanlarda daha fazladır. Gıdalarla alınan çinkonun yaklaşık % 20-30' u gastrointestinal sistemden absorbe edilmektedir. Bir insanda böbrekler yoluyla günde 300-600 µg çinko atılmaktadır. Çinkonun dokulardaki konsantrasyonu genellikle değişiktir. Vücutta alınan çinkonun yaklaşık % 40' ı karaciğerde bulunur. Bunun % 25' i beş gün içerisinde karaciğerden uzaklaştırılır (Baş ve Demet, 1992).

2.4.1.2. Çinkonun Toksisitesi

Baş ve Demet (1992)' in belirttiğine göre Saltes ve Bayley (1984) aşırı çinko alımına bağlı zehirlenmelerin yaygın olmadığını ancak galvanize kaplarda uzun süre saklanan yiyecekler ve içeceklerin tüketimine bağlı olarak artan çinko seviyesinin gastrointestinal sistem bozukluklarına ve diare oluşumuna sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Bununla birlikte elementel çinkonun 12 gr' ının iki günlük periyotta tüketimi sonucu hematolojik, hepatit ve renal bozuklukların gözlemlendiğini belirtmişlerdir.

Baş ve Demet (1992) endüstriyel alanlarda çinko dumanının inhalasyonu sonucu kişilerde önemli bozukluklar oluştuğunu, bu durumun özellikle çinko oksit dumanı için söz konusu olduğunu bildirmişlerdir. Bunun yanında diğer metal dumanlarının inhalasyonu neticesinde de benzer bozuklukların görüldüğünü vurgulamışlardır. Söz konusu bozuklukların genellikle 4-8 saat sonra ortaya çıktığını ve kişide ateşlenme, terleme ve üşümeye sebep olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca deney hayvanlarında ve tavuklarda direk testiküler enjeksiyon sonucu testiküler tümör oluşumu gözlemlendiğini ancak çinko tuzlarının hayvanlara değişik yollarla uygulanması sonucu karsinogenik etkiye sebep olmadığı görülmüştür.

2.4.2. Kurşun (Pb)

Kurşun kullanımının tarihçesi eski Romalılara kadar uzanmaktadır. Günümüzde boya, pil, seramik, porselen, kauçuk sanayi, benzin katkı maddesi, oyuncak yapımında ve matbaacılıkta kullanılmaktadır (Baş ve Demet, 1992; Aberhart ve ark. (1984)'den).

Baş ve Demet (1992)' in bildirdiğine göre kurşun vücuda başlıca sindirim ve solunum yolu ile girmektedir. Kurşun, atmosferde katı ve gaz (egsoz gazlarından çıkar) halde bulunmaktadır. Atmosferdeki kurşunun % 90' ı akciğerler tarafından emilmektedir. Emilen bu kurşunun % 90' ından fazlası kırmızı kan hücrelerinde toplanmaktadır. Genellikle havadaki kurşun konsantrasyonu $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ düzeyinde olduğunda kandaki kurşun oranı $1 \mu\text{g}/\text{dl}$ ' ye yükselmektedir. Vücuttaki kurşun başlıca iskelet sisteminde birirmektedir. Burada kurşunun yarı ömrü 20 yıldan fazladır. Kurşunun yoğun olarak bulunduğu diğer birikim yeri ise yumuşak dokudur.

2.4.2.1. Kurşunun Toksik Etkileri

En belirgin toksik etkiler çocuklarda ve fetüste izlenmiştir. Erişkinlerde genellikle mesleki maruziyet durumlarında periferik nöropati ve/veya kronik nöropati şeklinde ortaya çıktığı görülmüştür. Ayrıca hemoglobin metabolizmasında aksamalar ve anemi belirlenen diğer önemli bozukluklardır. Bunlardan başka etkilenen diğer sistemler arasında

gastrointestinal sistem (kusma, kolik, abdominal ağrı, ishal) ve reproduktif sistemdir (gebelerde ölü doğumlar) (Erkan, 1984).

Yüksek düzeyde kurşun içeren gıdalarla beslenen deney hayvanlarının böbreklerinde kanser olduğu gözlenmiştir. Kurşunun karsinogenik etkisinin genellikle solunum ve sindirim sisteminde tümör ve böbreklerde adenokarsinom oluşumlarına sebep olduğu bildirilmiştir (Baş ve Demet, 1992).

2.4.3. Nikel

Maden filizleri, tasfiye fırınları ve rafineri artıkları nikel kontaminasyonunun en önemli etkenleridir. Nikel elektronik, çelik, pil ve gıda endüstrisinde kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışma, bir saatlik pişirme sonrası çelikten gıda maddesine 0.13-0.22 ppb düzeyinde nikel geçtiğini göstermiştir. Alet ve ekipmanla beraber gıda maddelerine uygulanan bazı işlemler de nikel kontaminasyonu düzeyini etkilemektedir, örneğin, hububatın öğütülmesi veya tahılın parçalanması bu ürünlerin nikel içeriğini azaltırken, pişirme işlemi bu düzeyi artırmaktadır. Bitkisel yağların hidrojenizasyonunda katalist olarak kullanılan nikel, en önemli kontaminasyon kaynaklarından biridir (Vural, 1993).

Vural (1993)' ın bildirdiğine göre ağız yoluyla alınan nikelin büyük kısmı vücut tarafından absorplanmadan dışkı ile dışarı atılmakta, bir kısmı ise akciğer, bağırsak ve deri gibi dokularda birikebilmektedir. Rusya' da nikel rafinasyon işçileri üzerinde yapılan bir çalışmada, mide ve akciğer kanserine yakalanma oranının yüksekliği dikkat çekici bulunmuştur. Aynı sonuçlar İngiltere ve Japonya' daki rafinasyon işçileri üzerinde de saptanmıştır. Gıdalarda saptanan nikel miktarları Çizelge 2.4.' de verilmiştir.

2.4.4. Mangan

Mangan veya diğer adıyla manganез, fosforilasyon, kolesterol ve yağ asitleri sentezi gibi birçok enzimatik reaksiyonda kofaktör olarak görev alan esansiyel bir elementtir. Mangan da demir ve çinkoda olduğu gibi insan metabolizmasında düşük oranda absorbe edilmektedir. Absorbsiyonu da daha çok inhalasyon yoluylaadır. Pankreas, karaciğer, böbrekler ve bağırsaklar gibi mitokondri açısından zengin organlarda akümüle olabilmektedir. Vücuttan atılımı da çoğunlukla dışkı vasıtasıyla gerçekleşmektedir. 70 kg' lık bir kişinin vücudunda yaklaşık 10-20 mg kadar mangan bulunabildiği belirtilmiştir. Süt mangan yönünden yetersiz bir kaynaktır. İnek sütünde yaklaşık 0.005-0.087 mg/L

seviyesinde mangan bulunduğu ve bunun vücuda alınması gereken manganın yalnızca %2-3'ünü karşıladığı bildirilmiştir (Efe, 2008).

2.4.5.Kadmiyum

Kadmiyum ve bileşikleri; boya (boyar madde ve mürekkep üretimi), cam, tekstil, elektrik, pil, fungusit, insektisit ve metal alaşımlar ile sentetik polimerlerin üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar; kadmiyumun birçok sanayi dalında kullanılmasının, bu toksik metalin toprak, hava ve su yoluyla gıda maddelerine bulaşma riskini artırdığını ve bazı gıdalarda yüksek düzeyde kontaminasyona sebep olduğunu göstermektedir. Yapılan çalışmalar hububat, patates, yapraklı ve köklü sebzeler, meyveler, sıvı-katı yağlar, et ve süt ürünlerinin kadmiyumla kontamine olabildiğini göstermektedir. Kadmiyumun çinko ile birlikte galvanize çinko kaplı ambalajlarda kullanılması, bu tür ambalaj materyallerinin asitliği yüksek gıdalarda zehirlenme olayları oluşturduğu saptanmıştır. Gıdalarda bulunan organik asitlerin ambalaj duvarının yapısında bulunan kadmiyumun çözünürlüğünü artırdığı düşünülmektedir (Vural,1993).

Gıda maddelerinde kadmiyum inorganik tuzlar şeklinde bulunabilmektedir. Kadmiyumun en önemli etkisi hipertansiyona neden olmasıdır. Ağız yoluyla 15 mg kadmiyumun alınması insanlarda derhal mide bulantısı ve kusmaya neden olduğu bildirilmiştir. Kadmiyumun en önemli kronik zehirlenmesi Japonya' da görülmüştür. İtai-İtai olarak adlandırılan bu vaka, maden atıkları ile kontamine olmuş nehir sularıya sulanan kadmiyum içeriği yüksek pirinçle beslenen insanlarda görülmüştür. 35 yıl içinde yaklaşık 100 kişinin bu nedenle öldüğü belirtilmiştir. Bu hastalığın belirtileri bel ve kas ağrıları şeklinde başlamakta, hastalığın ileri aşamalarında kemik yumuşaması ve deformasyonu, vücut ağırlığının sürekli azalması, kemik kırılmaları, görme bozuklukları görülmektedir. Kadmiyumun hayvanlarda kanserojenik etki gösterdiği saptanmasına karşın, insanlarda bugüne kadar bu tür bir etkisi belirlenmemiştir (Vural, 1993).

2.4.6.Demir

Efe (2008)' in bildirdiğine göre demir; hemoglobin, sitokrom, oksidaz, katalaz, peroksidaz ve diğer proteinli maddelerin yapılarında bulunmaktadır ve kandaki oksijenin hemoglobin vasıtasıyla taşınması için gereklidir ayrıca vücutta elektron taşınması ve depolanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Demir safra asidi ve steroid hormonu üretiminde ve karaciğerdeki yabancı maddelerin detoksifikasyonunda da etkilidir. Bu

gerekliliğe karşılık, eksiklik durumunda anemi, beyin fonksiyonlarının ve savunma sistemlerinin olumsuz etkilenmesi önemli sağlık sorunları olarak bilinmektedir.

Demir absorpsiyonunu midede başladığı ve ince bağırsakta devam ettiği, demirin absorbe edildikten sonra da vücutta kapalı bir sistem gibi davrandığı bilinmektedir. Yaş, cins ve gebelik durumlarına göre vücuttan atılımı çok az olduğu saptanmıştır. İdrar ile dışarı atılan demirin miktarı 0.1-0.3 mg kadar olduğu ve ayrıca absorbe edilen demirin bir kısmının da bağırsak ve deri yoluyla dışarı atıldığı bildirilmiştir (Efe, 2008).

Genellikle bitkisel kaynaklı yiyeceklerden baklagiller (mercimek, fasulye, soya fasulyesi), hayvansal kaynaklı gıdalardan da karaciğer, böbrek, kalp gibi sakatatlar ve yumurta sarısı demir yönünden zengindir. Ispanak gibi bazı yeşil sebzelerin demir miktarı yüksek olmasına karşın, biyolojik değerleri çok düşüktür. Bunun da nedeni ıspanaktaki demirin % 80'inin absorbe edilmemesidir (Efe (2008); Sevgican (1977)' den).

Süt ve süt ürünleri demir yönünden oldukça fakirdirler. 1 Litre sütteki demir miktarı 1.4 mg kadardır. Bu nedenle süt ve ürünleri yetişkin bir insanın demir ihtiyacının yalnız % 3' ünü karşılayabilmektedir. İnek sütündeki demirin yaklaşık yarısı (%40-50) süt yağını oluşturan yağ globüllerinin zarlarına bağlanmıştır. % 24 ise α -kazeinin fosfat gruplarına bağlı halde bulunmaktadır. Kazein, demiri bağlayan en önemli proteindir. Sütün demir içeriği metal kaplarla teması sonucu artmaktadır. Demirin sütte fazla miktarda bulunması sütün dayanma özelliğini olumsuz yönde etkilemektedir (Metin, 1996).

2.4.7. Arsenik

Yağmur ve Hancı (2002)' nin bildirdiğine göre arsenik azot ailesinden metalloid özellik gösteren bir elementtir. Arseniğin akut toksisitesi kimyasal formuna bağlıdır. Elemental, gaz (arsin), organik ve inorganik formlarda bulunabilmektedir. Gaz formu en toksik formudur. İnsanlar günlük 0.300 mg arsenik alabilirler. Arsenik ppm' den ppd' ye değişen konsantrasyonlarda toprakta, suda ve canlı organizmalarda bulunmaktadır.

İnsektisitler ve endüstriyel bulaşmalar arsenik bulaşmalarına yol açmaktadır. Büyük kazalar sonucu oluşan endüstriyel bulaşmalar arsenik zehirlenmelerine neden olmaktadır (Çağlarırnak, 2007).

Yüzey ve içme sularında yüksek düzeyde arsenik bulunmasının deri ve guatr kanserine neden olduğu ve içme sularında 0.5-1.0 mg/L arsenik bulunmasının insanlarda zehirlenmeye neden olduğu bildirilmiştir. Tarımda kullanılan insektisit, herbisit ve

pestisitlerin gıda maddelerine arsenik bulaşmasında önemli etkenler olduğu belirtilmiştir (Vural, 1993).

Vural (1993) arsenik ile kontamine süten zehirlenen bebeklerde, karaciğer büyümesi ve kansızlık belirtileri, bazılarında deride kahve renkli pigmentler, tırnaklarda çizgiler ve anormal elektro kardiyogramlar saptandığını bildirmiştir. Sudan zehirlenen yetişkinlerde deri dökülmesi, deride nasır şeklinde kalınlaşma, idrarda protein ve reflekslerde yavaşlama görülmüştür. Bira zehirlenmelerinde, acı veren sinirsel krizler, kas zayıflığı, kol ve bacaklarda uyuşma, iştah kaybı, karaciğer rahatsızlığı, deride kahve renkli pigmentler ve deri altında aşırı derecede sıvı toplanması gözlenmiştir. Kemik ve solunum sistemi kanseri de görülebilmektedir.

2.4.8. Bakır

Bakır doğada pek çok sebze ve meyvede bulunmaktadır. Örneğin elmada ortalama 0.1 – 2.3 mg/kg bakır mevcutken, kuru erikte bu değer 3.7 – 5.0 mg/kg' a çıkmaktadır, ay çekirdeğinde ise 14.3 – 19 mg/kg bakır bulunmaktadır. Anne sütü ortalama 0.200-0.400 mg/L bakır içermekte ve bebek ağırlığı başına 0.050 mg bakır almaktadır. Bakır eksikliğine bağlı olarak hayvanlarda ve insanlarda büyümede gecikme, solunum sisteminde enfeksiyonlar, kemik erimesi, anemi, saç ve deride renk kaybı gibi rahatsızlıklar kendini gösterirken, bakır bilezikler eklemlerin kireçlenmesine ve romatizmaya karşı kullanılmaktadır (Kartal ve ark 2009).

Bakır vücut fonksiyonları açısından önemli olmakla beraber özellikle saç, deri esnek kısımları, kemik ve bazı iç organların temel bileşenidir. Erişkin insanlarda ortama 50 – 120 mg bulunan bakır, amino asitler, yağ asitleri ve vitaminlerin normal koşullarda metabolizmadaki reaksiyonlarının vazgeçilmez ögesidir. Birçok enzim ve proteinin yapısında bulunan bakır, demirin fonksiyonlarını yerine getirmesinde aktivatör görevi üstlenmektedir. Bakır eksikliğinde hayvanlarda anormallikler, kansızlık, kemik hataları ve sinir sisteminde bozukluklar tespit edilmiştir (Kartal ve ark. 2009).

Akut bakır zehirlenmesi seyrek olarak gözlenmektedir. Genelde yiyecek ve içeceklerle kazayla bakır ihtiva eden maddelerin karışmasıyla veya kasten bakır tuzlarının yutulması sonucu zehirlenme gerçekleşmekte ve bu hastalık bakır çalığı olarak bilinmektedir. Ağız yoluyla alındığında akut zehirlenme insanlarda (LD_{50}) 100 mg/kg' dır, ancak 600 mg/kg' a kadar emilim olduğunda dahi tedavisi mümkündür. Akut bakır

zehirlenmesinde gözlenen belirtiler, tükürük salgılamının artması, mide ağrıları, bulantı, ishal gibi, sindirim sistemi mukozasının tahriş olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca alınan doza bağlı koma durumuna ve ölümlere sebebiyet verebilir. İçme sularında Dünya Sağlık Örgütü tarafından açıklanan sınır değeri 2 mg/L'dir. Gün içinde alınabilen maksimum bakır değeri kadınlarda 12 mg/gün, erkeklerde 10 mg/gün, 6-10 yaş grubu çocuklarda ise 3 mg/gündür (Kartal ve ark. 2009).

2.4.9. Krom

Krom yer kabuğunda çok yaygın, toprak ve kayalarda üç değerlikli olarak az miktarda bulunmaktadır.

Krom ve tuzları derinin tabaklanmasında, katalizör üretiminde, boya, fungusid, seramik ve cam endüstrisinde, fotoğrafçılıkta, korozyon kontrolünde ve krom kaplamada kullanılmaktadır. İçme suyunda üst sınır 50 µg/L seviyesinde olduğu bildirilmiştir. Yağmur suyunda, deniz suyunda ve yüzey sularında çok az bulunduğu saptanmıştır. İçme suyunda endüstriyel atıklara bağlı olarak miktarının arttığı belirlenmiştir. 1-5 g krom tuzu alınması sonucu Akut zehirlenmenin meydana geldiği bildirilmiştir. Zehirlenme sonuçları; gastrointestinal bulgular, kanama bozuklukları, nöbetler ve kalp damar sisteminde oluşan şoka bağlı ölümler şeklindedir (Tunçok, 2008).

2.4. Tekkeköy İlçesi Genel Özellikleri

2.4.1. Coğrafi Konumu ve Coğrafi Yapısı

Samsun – Trabzon karayolunun 13. km 'sinden güneye doğru 1 km içeride yer alan Tekkeköy, Samsun iline bağlı bir ilçedir. İlçe topraklarının üçte birini Çarşamba ovasının devamı oluşturmaktadır. İlçenin doğusunda ve güneyinde Çarşamba, batısında Samsun Merkez ilçe, Kuzeyinde Karadeniz, güney batısında Asarcık yer almaktadır (Şekil 2.1.) (<http://www.tekkekoy.gov.tr/GenelSayfaOku.asp?PageId=89>, 10.12.2010).

Tekkeköy ilçesi 37 ° doğu 35 ° batı boylamları ile 41 ° kuzey ve 40 ° güney enlemleri arasında yer almaktadır. Samsun merkezine 16 km uzaklıkta olup Yeşilırmak deltasının batısında verimli bir ovada bulunmaktadır. İlçede önemli bir dağ olmamasına rağmen orta Karadeniz Canik dağlarının eteklerinde Karadeniz'e kadar uzanan ve yaklaşık %15 meyile varan bir coğrafi yerleşime sahiptir. İlçede başlıca akarsu kaynakları Abdal deresi, Büyüklü deresi, Sarıyurt deresi, Kirazlık deresi ve Tekkeköy deresi yer almaktadır.

Rakım 4 metredir. Toplam ilçe alanı 362 km² dir (<http://www.tekkekoytarim.gov.tr/>, 10.12.2010).

2.4.2. Ekonomik Yapı

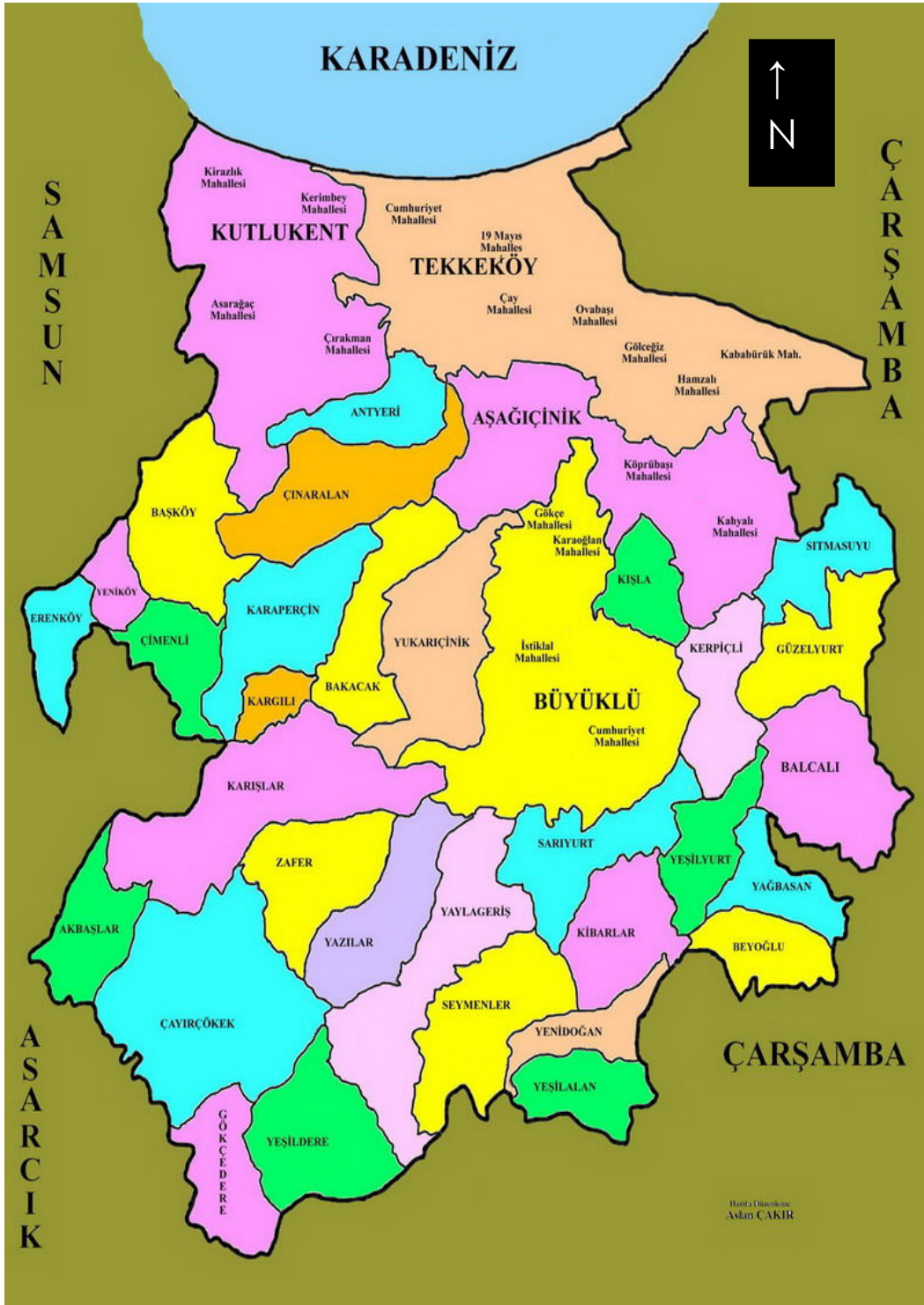
Önemli gelir kaynakları arasında tarım ve hayvancılık yer almaktadır. İlçe topraklarının üçte biri Yeşilirmak' ın biriktirdiği verimli delta ovasının devamı olup, sulu tarıma elverişlidir. Tütün en büyük gelir kaynağıdır. İlçede yetiştirilen, karalahana, marul ve diğer sebze türleri ilçe pazarlarının yanı sıra Samsun ve İstanbul' a da sevk edilerek satılmaktadır.

İlçede 1944 yılında kurulan Gelemen Devlet Üretim Çiftliği yer almaktadır. Bu çiftlik Karadeniz bölgesinin kaliteli tohumluk ve yem ihtiyacını karşılamak amacıyla 46 bin dönümlük bir araziye kurulmuştur. Ayrıca bölge teknik tarımı öğretmek, arıcılığı geliştirmek, kümes hayvancılığı alanında üretim yapmak, meyvecilik ve fidancılık gibi pek çok kapsamlı faaliyetlerin bulunduğu bir alandır.

İlçe sınırları içerisinde yer alan KBİ, Azot fabrikası, Kutlukent yöresindeki sanayi ve organize sanayi bölgeleri ilçeye ekonomik alanda hareketlilik getirmiştir (<http://www.tekkekoy.gov.tr/GenelSayfaOku.asp?PageId=94>, 10.12.2010).

2.4.3. İlçe Yerleşim Alanları

İlçe yerleşim alanları incelendiğinde: Tekkeköy Merkez, Selyeri, Sanayi Mah., Ovabaşı ve Costal yerleşkelerinin sanayi bölgesine oldukça yakın olduğu görülmektedir. Bu bölgelerdeki yükselti ise oldukça düşüktür. Yaylageriş, Büyüklü, Sarıyurt bölgeleri sanayi bölgesine en uzak noktalarıdır bu bölgeler ilçenin en yüksek bölgelerindendir. Bu bölgeler arasında kalan alanda Yukarıçinik ve Bakacak bölgeleri de bu bölgelere yakın bir yüksekliğe sahipken, çalışma alanını oluşturan diğer bölgeler ise 100 metrenin altında kalmaktadır (Çizelge 2.4).



Şekil 2.1. Tekkeköy ili siyasi haritası (Tekkeköy Tarım İlçe Müdürlüğü, 2010)

Çizelge 2.4. Tekkeköy ilçesi yerleşim alanlarının bazı özellikleri

Bölgeler	İlçeye Uzaklık (km)	Rakım (m)	Büyükbaş hayvan(adet)	Sağır İnek (adet)	Günlük süt üretimi (l)
Costal	1	1	135	54	546
Sanayi Mah.	1	1	267	123	1367
Aşağıçinik	3	88	875	350	4200
Bakacak	4	311	163	65	782
Köprübaşı	4	28	142	57	682
Selyeri	4	2	121	45	478
Barakalar	4	78	108	56	578
Gökçe	6	63	167	67	802
Kutlukent	7	10	987	395	4738
Yukarıçinik	8	392	235	94	1128
Merkez	11	9	895	358	4296
Ovabaşı	14	6	168	67	806
Gölceğiz	16	6	115	46	552
Sıtmasıyü	16	12	163	65	782
Karaoğlan	17	60	175	70	840
Hamzalı	18	6	437	175	2098
Kahyalı	18	53	408	163	1958
Kışla	19	66	232	93	1114
Büyüklü	20	193	973	389	4770
Sarıyurt	23	255	212	85	1018
Yaylageriş	25	441	525	210	2520
Toplam			7503	3027	36055

Kaynak: Tekkeköy Tarım İlçe Müdürlüğü, 2010

2.4.4. Samsun İli Rüzgar Durumu

Samsun Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğünün 2006 yılında yayınladığı rapora göre Samsun ilinin kuzey rüzgarlarına devamlı olarak açık olduğu belirtilmiştir. 2006 yılında en şiddetli esen rüzgarın yönü güney rüzgarları olarak tespit edilmiştir (http://www2.cedgm.gov.tr/icd_raporlari/samsunicd2006.pdf, 18.10.2010).

Raporda Samsun’ da 2006 yılı mevsimler itibariyle; sonbahar aylarında hakim rüzgar yönü güney, batı, batı-güneybatı, kışın hakim rüzgar yönü, batı-güneybatı, güney-güney doğu, İlkbaharda güney-güney doğu, kuzey-kuzeydoğu, kuzey, kuzey-batı, yazın ise kuzey-kuzeybatı, batı-kuzeybatı, kuzey-kuzeydoğu rüzgarları hakimdir. Raporda Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden alınan değerler Çizelge 2.4’ de verilmiştir.

Çizelge 2.4. Samsun ili 2006 yılına ait rüzgar durumu

Aylar	Ortalama rüzgar hızı (m/san)	Hakim rüzgar yönü	En kuvvetli rüzgar hızı (m/san)	En kuvvetli rüzgar yönü
Ocak	2.3	SSE	15.1	SSE
Şubat	2.2	SSE	16.5	S
Mart	2.1	SSE	19.7	S
Nisan	1.4	NNE	10.7	SW
Mayıs	1.2	NNW	8.5	WNW
Haziran	1.9	NNW	10.7	WNW
Temmuz	2.3	WNW	11.1	WNW
Ağustos	2.0	NNE	12.5	N
Eylül	1.8	SW	12.2	NW
Ekim	1.4	SW	15.6	NNW
Kasım	2.2	WSW	18.2	SSW
Aralık	2.0	WSW	14.7	SW
Yıllık	1.9	NNW	19.7	S

Kaynak: Samsun Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 2006.

N: kuzey, S: güney, SW: güneybatı, SSE: güney-güneydoğu, NNE: kuzey-kuzeydoğu, NNW: kuzey-kuzeybatı, WSW: batı-güneybatı, WNW: batı-kuzeybatı, NW: kuzeybatı, SSW: güney-güneybatı

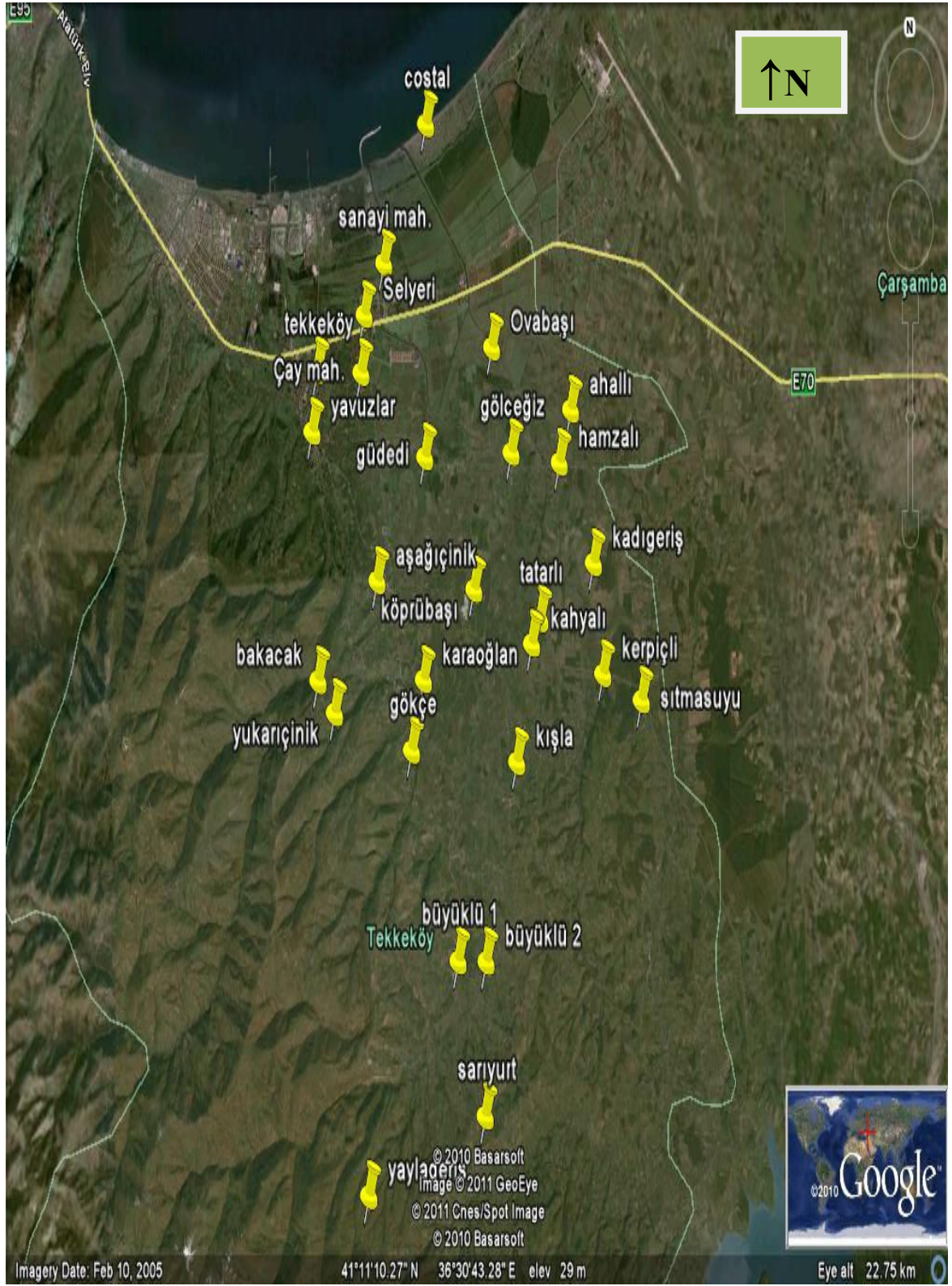
3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Ağır metal analizlerinde materyal olarak çiğ süt kullanılmıştır. Sütler Samsun ilinin Tekkeköy ilçesi ve köylerinden toplanmıştır. Bölge genelinde 27 noktadan süt örnekleri elde edilmiştir. Bu bölgeler; Sanayi Mahallesi, Costal, Selyeri, Ovabaşı, Tekkeköy merkez, Çay Mahallesi, Gölceğiz, Hamzalı, Yavuzlar Mahallesi, Ahallı, Güdedi, Köprübaşı, Tatarlı, Aşağıçinik, Kahyalı, Bakacak, Karaoğlan, Kışla, Yukarıçinik, Gökçe, Kadıgeriş, Kerpiçli, Sıtmasuyu, Büyüklü İstiklal Mahallesi, Büyüklü Cumhuriyet Mahallesi, Sarıyurt ve Yaylageriş şeklindedir. Bölgelerin uydu görünümü Şekil 1’de verilmiştir.

Örnekler, hayvanların beslenme durumları göz önünde bulundurularak iki ayrı dönemde toplanmıştır. Birinci dönem; hayvanların yeşil otla beslendiği, çayır ve meraya çıkarıldığı dönemdir. Bu dönemdeki süt toplama işlemi Mayıs – Temmuz - Eylül aylarını kapsamaktadır. İkinci dönem ise; hayvanların yemle beslendiği, ahırda tutulduğu kış dönemidir. Bu dönem de Kasım – Ocak – Mart aylarını içermektedir. Her dönem içinde 3 örnekleme yapılmıştır. Her bölgeden ortalama 10 inekten süt örneği alınmıştır bu örnekler birleştirilerek bölgeye ait örnek oluşturulmuştur. Böylece toplamda 162 süt örneğine ulaşılmıştır. Süt örneklerinin alındığı bölgeler çizelge 3.1.’de verilmiştir.

Belirtilen bölgelerden örnekler 06:00-09:00 saatleri arasında elle sağım yapılan hayvanlardan tam sağım yapıldıktan sonra homojen bir şekilde karıştırılarak kontaminasyonu önlemek için direkt olarak 500 ml’ lik pet şişelere alınmış ve analiz edilinceye kadar -18 °C’ lik dondurucuda muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1. Analiz örneklerinin toplandığı bölgelere ait uydu görünümü (Google Earth, 2010)

Çizelge 3.1. Süt örneklerinin toplandığı köyler ve yapılan örnekleme sayıları

Bölgeler	Yaz dönemi örnekleri (Mayıs – Temmuz – Eylül)	Kış dönemi örnekleri (Kasım – Ocak – Mart)
Sanayi Mah.	3	3
Costal	3	3
Selyeri	3	3
Ovabaşı	3	3
Tekkeköy	3	3
Çay Mah.	3	3
Gölceğiz	3	3
Hamzalı	3	3
Yavuzlar Mah.	3	3
Ahallı	3	3
Güdedi	3	3
Köprübaşı	3	3
Tatarlı	3	3
Aşağıçinik	3	3
Kahyalı	3	3
Bakacak	3	3
Karaoğlan	3	3
Kışla	3	3
Yukarıçinik	3	3
Gökçe	3	3
Kadıgeriş	3	3
Kerpiçli	3	3
Sıtmasuyu	3	3
Büyük İstiklal Mah.	3	3
Büyük Cumhuriyet Mah.	3	3
Sarıyurt	3	3
Yaylageriş	3	3
Toplam	81	81

3.2. Yöntem

3.2.1. Örneklerin hazırlanması

-18 °C’ de muhafaza edilen örnekler buzdolabı sıcaklığında çözündürülerek örnek hazırlama işlemine geçilmiştir.

Analiz yöntemi olarak literatürde belirtilen (Jorhem, 2000) kuru yakma metodu kullanılmıştır. Bunun için öncelikle 10 gr süt örneği porselen kroze içine tartılarak su banyosunda belirli bir konsantrasyona gelinceye kadar ön kurutma işlemi ve 105 °C’ deki etüvde tamamen katı kısım kalıncaya kadar asıl kurutma işlemi yapılmıştır. Kurutulmuş örneği içeren krozeler soğuk kül fırınına konulmuş ve saatte 50 °C’ lik artışlarla 450 °C’ ye kadar sıcaklık artırılarak yakma işlemine başlanmıştır. 450 °C’ de krozeler içerisinde siyah noktalar kalmayıncaya kadar yakma işlemine devam edilmiştir. 450 °C’ deki toplam yakma süresi yaklaşık 8 saat sürmüştür. Kül fırını sıcaklığı 105 °C’ ye düştüğünde krozeler desikatöre alınarak soğutulmuş ve daha sonra üzerine 5 ml 6M HCl eklenmiştir. Çözelti kuruyana kadar su banyosunda buharlaştırılmıştır. Kalan kısım bir miktar 0.1M HNO₃ ile çözündürülmüş ve kapalı bir kap içinde 2 saat bekletildikten sonra 50 ml’ lik balon jojelere 0.1M HNO₃ çözeltisi ile iyice yıkanarak aktarılmıştır. Balon joje 50 ml’ ye tamamlandıktan sonra örnekler renkli cam şişelere aktarılmış ve buzdolabına yerleştirilmiştir. Böylece örnekler ağır metal analizlerinde kullanım için hazırlanmıştır.

3.2.2. Ağır Metal Analizleri

Mineralizasyon işlemi tamamlanan örneklerin ağır metal oranları ICP – MS cihazı ile belirlenmiştir. ICP-MS analizleri Mersin Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Çevresel Jeokimya Laboratuvarında yapılmıştır. Ekstrakt çözeltideki 9 elementin konsantrasyonları (As, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn ve Fe) Octopole reaksiyon sistemi şeklinde reaksiyon hücresi ile donatılmış Agilent 7500ce ICP-MS (Tokyo, Japonya) cihazı ile üç tekerrürlü olarak tayin edilmiştir. Kullanılan argon gazı % 99.998 spektral saflıktadır. Tüm tespitlere dış standart kalibrasyon metodu uygulanmıştır, bu kalibrasyon için Li, Sc, Ge, Y, In, Tb ve Bi iç standart karışımlarından (%2 lik HNO₃ matriksi içinde) yararlanılmıştır. Beş noktalı kalibrasyon eğrileri oluşturmak için NIST (National Institute

of Standart Technology) tek eleman referans standartları kullanılmıştır. Analiz sırasında düzenli aralıklarla, kalibrasyon standartları cihazın eğilimini izlemek için numune olarak analiz edilmiştir. Ayrıca kalıntılar ve ultra saf su körleri bulaşmayı kontrol etmek için sıkça örneklerin yanında analiz edilmişlerdir. Körler örnekler olmadan tam analitik prosedürün tamamlanması ile hazırlanmıştır. Analitik doğruluk, birkaç örneğin analizini tekrarlayarak ve sertifikalı referans malzemelerini ölçerek kontrol edilmiştir. Bağlı hata incelenen tüm elementler için % 5' in altındadır (Güler, 2009).

3.2.3. İstatistiksel Değerlendirmeler

Verilerin değerlendirilmesinde varyans analiz tekniği kullanılmıştır. Söz konusu istatistik analizlerin yapılmasında SPSS (versiyon 16) paket programından yararlanılmıştır. Elde edilen değerlerin standart sapmaları $\pm$ şeklinde ve önemlilik seviyeleri ise Duncan Çoklu karşılaştırma testi kullanılarak $P < 0.05$ düzeyinde belirlenmiştir.

4. BULGULAR

Süt numunelerindeki Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Cd ve Pb elementlerine ait araştırma sonuçları aşağıda ayrı ayrı bölümler halinde tartışılmıştır.

4.1. Krom

Krom değerine ait araştırma sonuçları Çizelge 4.1' de sunulmuştur. Çizelgeden de görüldüğü gibi krom değerleri 0.001 mg/kg ile 0.328 mg/kg arasında değişiklik göstermiştir. İstatistiksel olarak yapılan değerlendirmede dönemler arasında fark bulunmazken ($P>0.05$) bölgeler ve dönem x bölge interaksyonları arasında önemli farklar ($P<0.05$) tespit edilmiştir. En yüksek krom miktarı kış dönemine ait Sarıyurt bölgesinden (0.328 mg/kg) alınan örneklerde tespit edilmişken, bu bölgeyi yaz dönemine ait Yaylageriş (0.217 mg/kg) ve Köprübaşından (0.099 mg/kg) alınan örnekler takip etmiştir. Dönemlere ait toplam veriler incelendiğinde krom miktarları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık belirlenmemiş ancak yaz dönemine ait sonuçların kış dönemine ait sonuçlardan biraz yüksek olduğu belirlenmiştir.

4.2. Mangan

Araştırmada elde edilen mangan değerine ait sonuçları Çizelge 4.1' de sunulmuştur. Mangan değerleri 0.005 mg/kg ile 0.224 mg/kg arasında değişiklik göstermiştir. İstatistiksel olarak yapılan değerlendirmede dönemler arasında fark bulunmazken ($P>0.05$) bölgeler ve dönem x bölge interaksyonları arasında önemli farklar ($P<0.05$) tespit edilmiştir. En yüksek mangan miktarı kış dönemine ait Costal (0.224 mg/kg) ve yaz dönemine ait Sıtmasıyu (0.222 mg/kg) bölgelerinden alınan örneklerden elde edilirken en düşük değerler kış dönemine ait Aşağıçinik bölgesinden alınan örneklerde 0.003 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Dönemlere ait toplam veriler incelendiğinde krom miktarları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık belirlenmemiş ancak yaz dönemine ait değerler kış dönemine ait değerden biraz yüksek olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.1. Krom, Mangan ve Demir değerlerine ait sonuçlar

Dönem	Bölgeler	Krom	Mangan	Demir
Yaz	Sanayii mah.	0.010±0.000 ^{K-N}	0.021±0.000 ^{F-J}	0.001±0.000 ^H
	Çostal	0.001±0.000 ^N	0.024±0.000 ^{E-J}	0.001±0.000 ^H
	Selyeri	0.025±0.000 ^{G-N}	0.015±0.000 ^{HIJ}	0.001±0.000 ^H
	Ovabaşı	0.005±0.000 ^{MN}	0.038±0.000 ^{E-J}	0.001±0.000 ^H
	Tekkeköy	0.032±0.000 ^{F-L}	0.042±0.000 ^{E-I}	0.477±0.005 ^{GH}
	Çay mah.	0.039±0.000 ^{D-I}	0.183±0.000 ^B	0.228±0.002 ^{GH}
	Gölceyiz	0.017±0.000 ^{I-N}	0.061±0.000 ^{DE}	0.217±0.002 ^{GH}
	Hamzalı	0.055±0.000 ^{DEF}	0.170±0.000 ^B	2.620±0.002 ^B
	Yavuzlar Mah.	0.007±0.000 ^{LMN}	0.020±0.000 ^{G-J}	0.001±0.000 ^H
	Ahalı	0.041±0.000 ^{D-I}	0.037±0.000 ^{E-J}	0.484±0.002 ^{GH}
	Güdedi	0.021±0.000 ^{H-N}	0.131±0.000 ^C	0.001±0.000 ^H
	Köprübaşı	0.099±0.000 ^C	0.005±0.000 ^{IJ}	0.395±0.004 ^{GH}
	Tatarlı	0.057±0.000 ^{DE}	0.007±0.000 ^{HIJ}	0.001±0.000 ^H
	Aşağıçinik	0.044±0.000 ^{D-H}	0.079±0.000 ^D	0.464±0.005 ^{GH}
	Kahyalı	0.028±0.000 ^{G-K}	0.020±0.000 ^{G-J}	2.152±0.007 ^{BCD}
	Bakacak	0.005±0.000 ^{MN}	0.011±0.000 ^{HIJ}	0.001±0.000 ^H
	Karaoğlan	0.001±0.000 ^N	0.007±0.000 ^{HIJ}	0.001±0.000 ^H
	Kışla	0.001±0.000 ^N	0.058±0.000 ^{DEF}	1.219±0.001 ^{EF}
	Yukarıçinik	0.003±0.000 ^{MN}	0.024±0.000 ^{F-J}	0.002±0.000 ^H
	Gökçe	0.032±0.000 ^{F-K}	0.017±0.000 ^{G-J}	0.001±0.000 ^H
	Kadıgeriş	0.012±0.000 ^{K-M}	0.027±0.000 ^{E-J}	0.216±0.002 ^{GH}
	Kerpiçli	0.038±0.000 ^{D-J}	0.045±0.000 ^{E-H}	0.493±0.005 ^{GH}
	Sıtmasuyu	0.001±0.000 ^N	0.222±0.000 ^A	0.820±0.008 ^{FG}
	Büyükölü İstiklal mah	0.021±0.000 ^{H-N}	0.022±0.000 ^{F-J}	0.001±0.000 ^H
	Büyükölü Cumhuriyet mah.	0.001±0.000 ^N	0.034±0.000 ^{E-J}	0.001±0.000 ^H
	Sarıyurt	0.001±0.000 ^N	0.022±0.000 ^{F-J}	0.001±0.000 ^H
	Yaylageriş	0.217±0.000 ^B	0.007±0.000 ^{HIJ}	0.001±0.000 ^H

Çizelge 4.1. devamı

Dönem	Bölgeler	Krom	Mangan	Demir
Kış	Sanayii mah.	0.001±0.000 ^N	0.015±0.000 ^{HJ}	0.001±0.000 ^H
	Costal	0.005±0.000 ^{MN}	0.224±0.001 ^A	3.624±0.019 ^A
	Selyeri	0.020±0.000 ^{H-N}	0.024±0.000 ^{F-J}	0.001±0.000 ^H
	Ovabaşı	0.009±0.000 ^{K-N}	0.010±0.000 ^{HJ}	0.001±0.000 ^H
	Tekkeköy	0.024±0.000 ^{G-N}	0.010±0.000 ^{HJ}	0.001±0.000 ^H
	Çay mah.	0.020±0.000 ^{H-N}	0.041±0.000 ^{E-J}	0.001±0.000 ^H
	Gölceyiz	0.001±0.000 ^N	0.007±0.000 ^{HJ}	0.001±0.000 ^H
	Hamzalı	0.001±0.000 ^N	0.006±0.000 ^{IJ}	0.001±0.000 ^H
	Yavuzlar Mah.	0.014±0.000 ^{J-N}	0.053±0.000 ^{D-G}	0.001±0.000 ^H
	Ahalı	0.012±0.000 ^{K-N}	0.176±0.000 ^B	2.529±0.008 ^{BC}
	Güdedi	0.003±0.000 ^{MN}	0.044±0.000 ^{E-H}	0.102±0.001 ^{GH}
	Köprübaşı	0.039±0.000 ^{D-J}	0.032±0.000 ^{E-J}	0.001±0.000 ^H
	Tatarlı	0.042±0.000 ^{D-I}	0.014±0.000 ^{HJ}	0.001±0.000 ^H
	Aşağıçinik	0.008±0.000 ^{LMN}	0.003±0.000 ^J	0.556±0.006 ^{FGH}
	Kahyalı	0.001±0.000 ^N	0.007±0.000 ^{HJ}	0.001±0.000 ^H
	Bakacak	0.043±0.000 ^{D-H}	0.154±0.000 ^{BC}	1.903±0.006 ^{CD}
	Karaoğlan	0.003±0.000 ^{MN}	0.016±0.000 ^{G-J}	0.001±0.000 ^H
	Kışla	0.048±0.000 ^{D-G}	0.157±0.000 ^{BC}	0.776±0.006 ^{FGH}
	Yukarıçinik	0.001±0.000 ^N	0.024±0.000 ^{F-J}	0.001±0.000 ^H
	Gökçe	0.003±0.000 ^{MN}	0.039±0.000 ^{E-J}	0.001±0.000 ^H
	Kadıgeriş	0.060±0.000 ^D	0.022±0.000 ^{F-J}	0.001±0.000 ^H
	Kerpiçli	0.020±0.000 ^{H-N}	0.023±0.000 ^{F-J}	0.001±0.000 ^H
	Sıtmasuyu	0.009±0.000 ^{K-N}	0.021±0.000 ^{F-J}	0.301±0.003 ^{GH}
	Büyük İstiklal mah	0.004±0.000 ^{MN}	0.027±0.000 ^{E-J}	0.001±0.000 ^H
	Büyük Cumhuriyet mah.	0.002±0.000 ^N	0.061±0.000 ^{DE}	0.001±0.000 ^H
	Sarıyurt	0.328±0.000 ^A	0.013±0.000 ^{HJ}	0.001±0.000 ^H
	Yaylageriş	0.034±0.000 ^{E-K}	0.036±0.000 ^{E-J}	1.566±0.006 ^{ED}
Dönem	Yaz	0.030±0.000	0.050±0.000	0.363±0.007
Ortalamaları	Kış	0.028±0.000	0.047±0.000	0.421±0.010

A-N bölgeler arası p<0.05 düzeyinde farklılığı göstermektedir

Çizelge 4.2. İstatistiksel analizler sonucu elde edilen önemlilik seviyeleri (p)

	Dönem	Bölge	Dönem x Bölge
Krom	0.270	0.000	0.000
Mangan	0.260	0.000	0.000
Demir	0.330	0.000	0.000
Nikel	0.000	0.000	0.000
Bakır	0.000	0.000	0.000
Çinko	0.047	0.000	0.000
Arsenik	0.063	0.000	0.000
Kadmiyum	0.000	0.000	0.000
Kurşun	0.000	0.000	0.000

$p < 0.05$ = önemli, $p > 0.05$ = önemsiz

4.3. Demir

Demir değerleri 0.001 mg/kg ile 3.624 mg/kg arasında değişiklik göstermiş (Çizelge 4.1) ve istatistiksel olarak yapılan değerlendirmede dönemler arasında fark bulunmazken ($P > 0.05$) bölgeler ve dönem x bölge interaksiyonları arasında önemli farklar ($P < 0.05$) tespit edilmiştir. En yüksek demir miktarları kış dönemine ait Costal (3.624 mg/kg) ve yaz dönemine ait Hamzalı (2.620 mg/kg) bölgelerinden alınan örneklerden elde edilmiştir. Dönemlere ait toplam veriler incelendiğinde demir miktarının kış döneminde (0.421 mg/kg) yaz dönemine (0.363 mg/kg) göre biraz daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

4.4. Nikel

Nikel değerine ait araştırma sonuçları Çizelge 4.3' de sunulmuştur. Çizelgeden de görüldüğü gibi nikel değerleri 0.037 mg/kg ile 5.011 mg/kg arasında değişiklik göstermiştir. İstatistiksel olarak yapılan değerlendirmede dönemler, bölgeler ve dönem x bölge interaksiyonları arasında önemli farklar ($P < 0.05$) tespit edilmiştir. En yüksek nikel miktarları kış dönemine ait Aşağıçinik bölgesinde, en düşük nikel miktarı ise kış dönemine ait Kahyalı bölgesinden elde edilmiştir. Dönemlere ait toplam veriler incelendiğinde nikel

miktarının kış döneminde (0.658 mg/kg) yaz dönemine (0.324 mg/kg) göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

4.5. Bakır

Araştırma sonucunda elde edilen bakır değerleri Çizelge 4.3' de sunulmuştur. Çizelgeden de görüldüğü gibi bakır değerleri 0.045 mg/kg ile 3.490 mg/kg arasında değişiklik göstermiştir. İstatistiksel olarak yapılan değerlendirmede dönemler, bölgeler ve dönem x bölge interaksyonları arasında önemli farklar ($P<0.05$) tespit edilmiştir. En yüksek bakır miktarı yaz dönemine ait Hamzalı (3.490 mg/kg) ve Bakacak (3.124 mg/kg) bölgelerinden alınan örneklerden elde edilirken en düşük değerler kış dönemine ait Ovabaşı (0.045 mg/kg) bölgesinden alınan örneklerde tespit edilmiştir. Dönemlere ait toplam veriler incelendiğinde bakır miktarları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmuştur. Yaz dönemi ortalamasının (1.316 mg/kg) kış dönemi ortalamasından (0.853 mg/kg) daha yüksek olduğu saptanmıştır.

4.6. Çinko

Çinko değerine ait araştırma sonuçları Çizelge 4.3' de sunulmuştur. Çizelgeden de görüldüğü gibi çinko değerleri 1.436 mg/kg ile 24.112 mg/kg arasında değişiklik göstermiştir. İstatistiksel olarak yapılan değerlendirmede dönemler arasında az bir fark tespit edilirken, bölgeler ve dönem x bölge interaksyonları arasında önemli farklar ($P<0.05$) tespit edilmiştir. En yüksek çinko miktarı kış dönemine ait Yavuzlar Mah. (24.112 mg/kg) ve yaz dönemine ait Aşağıçinik (22.743 mg/kg) bölgelerinden alınan örneklerden elde edilirken en düşük değerler yaz dönemine ait Gölceğiz (1.436 mg/kg) bölgesinden alınan örneklerde tespit edilmiştir. Dönemlere ait toplam veriler incelendiğinde çinko miktarları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık belirlenmemiş ancak yaz dönemine ait değer kış dönemine ait değerden biraz yüksek olduğu belirlenmiştir.

4.7. Arsenik

Çizelge 4.4' de görüldüğü gibi arsenik değerleri 0.001 mg/kg ile 0.030 mg/kg arasında değişiklik göstermiştir. İstatistiksel olarak yapılan değerlendirmede dönemler arasında fark bulunmazken ($P>0.05$), bölgeler ve dönem x bölge interaksyonları arasında önemli farklar ($P<0.05$) tespit edilmiştir. En yüksek arsenik miktarı yaz dönemine ait Ovabaşı (0.030 mg/kg) bölgesinden alınan örneklerden elde edilirken, örneklerin % 70' inde 0.001 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Dönemlere ait toplam veriler incelendiğinde

arsenik miktarları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık belirlenmemiş ancak yaz dönemine ait değerin kış dönemine ait değerden biraz yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Nikel, Bakır ve Çinko değerlerine ait sonuçlar

Dönem	Bölgeler	Nikel	Bakır	Çinko
Yaz	Sanayii mah.	0.313±0,001 ^{E-J}	0.992±0.000 ^{H-K}	8.072±0.000 ^{XY}
	Çostal	0.168±0,000 ^{HIJ}	0.202±0.001 ^{M-Q}	12.503±0.004 ^{M-U}
	Selyeri	0.383±0,001 ^{E-J}	0.721±0.002 ^{J-N}	14.568±0.001 ^{G-Q}
	Ovabaşı	0.437±0,000 ^{EJ}	0.348±0.000 ^{L-P}	14.951±0.036 ^{G-N}
	Tekkeköy	0.376±0,000 ^{E-J}	2.494±0.003 ^{CD}	7.894±0.013 ^{XY}
	Çay mah.	0.342±0,001 ^{E-J}	0.568±0.002 ^{K-Q}	18.233±0.021 ^{DEF}
	Gölceyiz	0.071±0,001 ^{IJ}	0.120±0.000 ^{OPQ}	1.436±0.012 ^Z
	Hamzalı	0.410±0,001 ^{E-J}	3.490±0.003 ^A	18.602±0.003 ^{CDE}
	Yavuzlar Mah.	0.110±0,000 ^{IJ}	0.658±0.001 ^{J-P}	13.800±0.015 ^{I-S}
	Ahalı	0.694±0,001 ^{DE}	2.684±0.003 ^{BC}	11.683±0.008 ^{R-U}
	Güdedi	0.245±0,001 ^{F-J}	3.056±0.000 ^{AB}	14.527±0.001 ^{G-Q}
	Köprübaşı	0.464±0,000 ^{E-J}	1.922±0.009 ^{EF}	12.486±0.006 ^{L-U}
	Tatarlı	0.082±0,000 ^{IJ}	0.065±0.000 ^{PQ}	13.007±0.012 ^{J-T}
	Aşağıçinik	0.324±0,000 ^{E-J}	1.818±0.002 ^{EFG}	22.743±0.009 ^{AB}
	Kahyalı	0.609±0,000 ^{D-H}	0.304±0.003 ^{L-Q}	9.839±0.013 ^{U-X}
	Bakacak	0.243±0,000 ^{F-J}	3.124±0.001 ^{AB}	15.422±0.007 ^{G-K}
	Karaoğlan	0.178±0,000 ^{HIJ}	0.537±0.001 ^{K-Q}	17.087±0.020 ^{D-G}
	Kışla	0.134±0,000 ^{IJ}	2.520±0.002 ^{CD}	7.225±0.019 ^Y
	Yukarıçinik	0.226±0,000 ^{F-J}	0.484±0.001 ^{K-Q}	11.847±0.007 ^{Q-U}
	Gökçe	0.342±0,002 ^{E-J}	0.274±0.001 ^{M-Q}	13.795±0.015 ^{I-S}
	Kadıgeriş	0.427±0,001 ^{E-J}	0.347±0.002 ^{L-Q}	15.559±0.001 ^{G-J}
	Kerpiçli	0.216±0,000 ^{F-J}	1.296±0.001 ^{GHI}	12.226±0.001 ^{N-U}
	Sıtmasuyu	0.286±0,000 ^{E-J}	2.683±0.008 ^{BC}	12.365±0.006 ^{M-U}
	Büyükölü İstiklal mah	0.279±0,001 ^{E-J}	2.190±0.003 ^{CDE}	15.572±0.007 ^{G-J}
	Büyükölü Cumhuriyet mah.	0.650±0,001 ^{DEF}	1.802±0.000 ^{EFG}	16.765±0.018 ^{E-H}
	Sarıyurt	0.356±0,000 ^{E-J}	0.734±0.001 ^{K-N}	14.382±0.012 ^{I-R}
	Yaylageriş	0.393±0,001 ^{E-J}	0.085±0.001 ^{PQ}	19.341±0.008 ^{CD}

Çizelge 4.2. devamı

Dönem	Bölgeler	Nikel	Bakır	Çinko
Kış	Sanayi mah.	0.194±0,000 ^{G-J}	0.385±0.003 ^{L-Q}	12.200±0.011 ^{O-U}
	Costal	0.213±0,001 ^{F-J}	1.157±0.004 ^{HJ}	20.733±0.013 ^{BC}
	Selyeri	0.370±0,001 ^{E-J}	0.895±0.003 ^{I-L}	7.917±0.009 ^{XY}
	Ovabaşı	0.155±0,001 ^{IJ}	0.045±0.000 ^Q	9.098±0.008 ^{VY}
	Tekkeköy	0.225±0,000 ^{F-J}	0.524±0.000 ^{K-Q}	13.764±0.028 ^{I-S}
	Çay mah.	0.962±0,000 ^{CD}	0.707±0.002 ^{J-O}	12.488±0.036 ^{L-U}
	Gölceyiz	0.127±0,001 ^{IJ}	2.040±0.006 ^{DE}	14.665±0.027 ^{G-P}
	Hamzalı	0.103±0,000 ^{IJ}	0.290±0.002 ^{M-Q}	14.220±0.005 ^{I-S}
	Yavuzlar Mah.	1.894±0,005 ^B	0.331±0.000 ^{L-Q}	24.112±0.008 ^A
	Ahalı	1.309±0,001 ^C	1.853±0.003 ^{EF}	15.005±0.011 ^{G-M}
	Güdedi	0.524±0,004 ^{E-I}	1.472±0.002 ^{FGH}	12.469±0.002 ^{L-U}
	Köprübaşı	0.389±0,001 ^{E-J}	0.788±0.001 ^{I-M}	11.547±0.001 ^{S-V}
	Tatarlı	0.215±0,000 ^{F-J}	1.054±0.000 ^{H-K}	14.872±0.006 ^{G-O}
	Aşağıçinik	5.011±0,006 ^A	2.116±0.005 ^{DE}	12.143±0.016 ^{O-U}
	Kahyalı	0.037±0,000 ^J	0.092±0.001 ^{PQ}	10.730±0.001 ^{T-W}
	Bakacak	1.844±0,004 ^B	2.151±0.010 ^{CDE}	12.939±0.017 ^{J-T}
	Karaoğlan	0.261±0,000 ^{E-J}	0.220±0.001 ^{M-Q}	12.955±0.008 ^{J-T}
	Kışla	0.218±0,001 ^{F-J}	2.048±0.001 ^{DE}	13.474±0.024 ^{I-S}
	Yukarıçinik	0.135±0,001 ^{IJ}	0.328±0.000 ^{L-Q}	8.050±0.016 ^{XY}
	Gökçe	0.414±0,002 ^{E-J}	0.257±0.001 ^{M-Q}	12.232±0.005 ^{N-U}
	Kadıgeriş	0.277±0,001 ^{E-J}	0.185±0.000 ^{N-Q}	11.951±0.006 ^{P-U}
	Kerpiçli	0.275±0,001 ^{E-J}	0.541±0.004 ^{K-Q}	15.886±0.013 ^{F-I}
	Sıtmasuyu	1.279±0,011 ^C	1.765±0.003 ^{EFG}	9.097±0.018 ^{V-Y}
	Büyük İstiklal mah	0.198±0,001 ^{F-J}	0.570±0.002 ^{K-Q}	12.748±0.012 ^{K-T}
	Büyük Cumhuriyet mah.	0.248±0,000 ^{E-J}	0.475±0.003 ^{K-Q}	15.232±0.001 ^{G-K}
	Sarıyurt	0.253±0,000 ^{E-J}	0.107±0.001 ^{PQ}	8.633±0.006 ^{WXY}
	Yaylageriş	0.640±0,002 ^{D-G}	0.637±0.001 ^{J-Q}	15.162±0.003 ^{G-L}
Dönem	Yaz	0.324±0.002 ^b	1.316±0.011 ^a	13.555±0.043
Ortalamaları	Kış	0.658±0.010 ^a	0.853±0.007 ^b	13.123±0.036

A-Y, bölgeler arası p< 0.05 düzeyinde, a, b dönemler arası p<0.05 düzeyinde farklılığı göstermektedir.

4.8. Kadmiyum

Yapılan araştırmada kadmiyum değerleri 0.001 mg/kg ile 0.045 mg/kg arasında değişiklik göstermiş ve sonuçlar izelge 4.4' de sunulmuştur. İstatistiksel olarak yapılan değerlendirmede dönemler, bölgeler ve dönem x bölge interaksiyonları arasında önemli farklar ($P<0.05$) tespit edilmiştir. En yüksek kadmiyum miktarı kiş dönemine ait Gökçe bölgesinden alınan örneklerden (0.045 mg/kg) elde edilirken en düşük değerler kiş dönemine ait Gleğiz (0.001 mg/kg) bölgesinden alınan örneklerde tespit edilmiştir. Dönemlere ait toplam veriler incelendiğinde kadmiyum miktarları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık belirlenmiş ancak kiş dönemine ait değerin yaz dönemine ait değerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

4.9. Kurşun

Kurşun değerine ait araştırma sonuçları izelge 4.4' de sunulmuştur. Çizelgeden de görüldüğü gibi kurşun değerleri 0.001 mg/kg ile 0.215 mg/kg arasında değişiklik göstermiştir. İstatistiksel olarak yapılan değerlendirmede dönemler, bölgeler ve dönem x bölge interaksiyonları arasında önemli farklar ($P<0.05$) tespit edilmiştir. En yüksek kurşun miktarı kiş dönemine ait Kışla (0.215 mg/kg) ve yaz dönemine ait Köprübaşı (0.161 mg/kg) bölgelerinden alınan örneklerden elde edilirken en düşük değerler kiş dönemine ait Gleğiz (0.001 mg/kg), Kahyalı (0.001 mg/kg) ve Kerpiçli (0.001 mg/kg) bölgesinden alınan örneklerde tespit edilmiştir. Dönemlere ait toplam veriler incelendiğinde kurşun miktarları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık belirlenmiştir. Yaz dönemine ait değerin kiş dönemine ait değerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Arsenik, Kadmiyum ve Kurşun değerlerine ait sonuçlar

Dönemler	Bölgeler	Arsenik	Kadmiyum	Kurşun
Yaz	Sanayii mah.	0.001±0.000 ^C	0.012±0.000 ^{B-H}	0.056±0.000 ^{F-J}
	Costal	0.003±0.000 ^C	0.007±0.000 ^{D-I}	0.052±0.000 ^{G-K}
	Selyeri	0.005±0.000 ^C	0.009±0.000 ^{C-I}	0.042±0.000 ^{H-N}
	Ovabaşı	0.030±0.000 ^A	0.008±0.000 ^{C-I}	0.035±0.000 ^{H-O}
	Tekkeköy	0.003±0.000 ^C	0.013±0.000 ^{B-G}	0.044±0.000 ^{H-M}
	Çay mah.	0.001±0.000 ^C	0.008±0.000 ^{C-I}	0.043±0.000 ^{H-N}
	Gölceyiz	0.001±0.000 ^C	0.002±0.000 ^{GHI}	0.048±0.000 ^{H-K}
	Hamzalı	0.001±0.000 ^C	0.002±0.000 ^{GHI}	0.051±0.000 ^{H-K}
	Yavuzlar Mah.	0.001±0.000 ^C	0.001±0.000 ^I	0.001±0.000 ^P
	Ahallı	0.001±0.000 ^C	0.001±0.000 ^I	0.061±0.000 ^{F-I}
	Güdedi	0.001±0.000 ^C	0.002±0.000 ^{GHI}	0.065±0.000 ^{E-H}
	Köprübaşı	0.001±0.000 ^C	0.001±0.000 ^I	0.161±0.000 ^B
	Tatarlı	0.001±0.000 ^C	0.001±0.000 ^I	0.001±0.000 ^P
	Aşağıçinik	0.001±0.000 ^C	0.001±0.000 ^I	0.024±0.000 ^{K-P}
	Kahyalı	0.001±0.000 ^C	0.001±0.000 ^{HI}	0.095±0.000 ^{CD}
	Bakacak	0.001±0.000 ^C	0.001±0.000 ^I	0.080±0.000 ^{D-G}
	Karaoğlan	0.001±0.000 ^C	0.001±0.000 ^I	0.001±0.000 ^P
	Kışla	0.001±0.000 ^C	0.001±0.000 ^I	0.033±0.000 ^{L-P}
	Yukarıçinik	0.016±0.000 ^B	0.015±0.000 ^{B-F}	0.029±0.000 ^{J-P}
	Gökçe	0.001±0.000 ^C	0.001±0.000 ^I	0.153±0.000 ^B
	Kadıgeriş	0.020±0.000 ^B	0.017±0.000 ^{BCD}	0.036±0.000 ^{H-O}
	Kerpiçli	0.001±0.000 ^C	0.006±0.000 ^{E-I}	0.121±0.000 ^C
	Sıtmasuyu	0.001±0.000 ^C	0.001±0.000 ^I	0.022±0.000 ^{K-P}
	Büyük İstiklal mah	0.001±0.000 ^C	0.006±0.000 ^{E-I}	0.026±0.000 ^{J-P}
	Büyük Cumhuriyet mah.	0.001±0.000 ^C	0.005±0.000 ^{E-I}	0.014±0.000 ^{L-P}
	Sarıyurt	0.001±0.000 ^C	0.005±0.000 ^{F-I}	0.014±0.000 ^{L-P}
	Yaylageriş	0.001±0.000 ^C	0.005±0.000 ^{E-I}	0.001±0.000 ^P

Çizelge 4.4. devamı

Dönemler	Bölgeler	Arsenik	Kadmiyum	Kurşun
Kış	Sanayii mah.	0.001±0.000 ^C	0.003±0.000 ^{GHI}	0.011±0.000 ^{NOP}
	Costal	0.001±0.000 ^C	0.005±0.000 ^{E-I}	0.090±0.000 ^{DE}
	Selyeri	0.003±0.000 ^C	0.007±0.000 ^{D-I}	0.045±0.000 ^{H-L}
	Ovabaşı	0.001±0.000 ^C	0.005±0.000 ^{E-I}	0.025±0.000 ^{J-P}
	Tekkeköy	0.001±0.000 ^C	0.008±0.000 ^{C-I}	0.045±0.000 ^{H-L}
	Çay mah.	0.006±0.000 ^C	0.022±0.000 ^B	0.035±0.000 ^{H-O}
	Gölceyiz	0.001±0.000 ^C	0.001±0.000 ^I	0.001±0.000 ^P
	Hamzalı	0.001±0.000 ^C	0.006±0.000 ^{E-I}	0.020±0.000 ^{K-P}
	Yavuzlar Mah.	0.006±0.000 ^C	0.009±0.000 ^{C-I}	0.028±0.000 ^{J-P}
	Ahallı	0.002±0.000 ^C	0.006±0.000 ^{E-I}	0.013±0.000 ^{M-P}
	Güdedi	0.001±0.000 ^C	0.003±0.000 ^{GHI}	0.020±0.000 ^{K-P}
	Köprübaşı	0.001±0.000 ^C	0.007±0.000 ^{D-I}	0.108±0.000 ^{CD}
	Tatarlı	0.001±0.000 ^C	0.003±0.000 ^{GHI}	0.009±0.000 ^{OP}
	Aşağıçinik	0.001±0.000 ^C	0.001±0.000 ^I	0.003±0.000 ^P
	Kahyalı	0.001±0.000 ^C	0.005±0.000 ^{E-I}	0.001±0.000 ^P
	Bakacak	0.001±0.000 ^C	0.004±0.000 ^{GHI}	0.042±0.000 ^{H-N}
	Karaoğlan	0.001±0.000 ^C	0.008±0.000 ^{C-I}	0.030±0.000 ^{I-P}
	Kışla	0.006±0.000 ^C	0.016±0.000 ^{B-E}	0.215±0.000 ^A
	Yukarıçinik	0.017±0.000 ^B	0.008±0.000 ^{C-I}	0.023±0.000 ^{K-P}
	Gökçe	0.002±0.000 ^C	0.045±0.000 ^A	0.041±0.000 ^{H-O}
	Kadıgeriş	0.008±0.000 ^C	0.017±0.000 ^{BCD}	0.031±0.000 ^{I-P}
	Kerpiçli	0.001±0.000 ^C	0.001±0.000 ^I	0.001±0.000 ^P
	Sıtmasuyu	0.001±0.000 ^C	0.018±0.000 ^{BC}	0.084±0.000 ^{DEF}
	Büyük İstiklal mah	0.001±0.000 ^C	0.004±0.000 ^{GHI}	0.028±0.000 ^{J-P}
	Büyük Cumhuriyet mah.	0.001±0.000 ^C	0.003±0.000 ^{GHI}	0.028±0.000 ^{J-P}
	Sarıyurt	0.002±0.000 ^C	0.006±0.000 ^{E-I}	0.013±0.000 ^{L-P}
	Yaylageriş	0.001±0.000 ^C	0.008±0.000 ^{C-I}	0.035±0.000 ^{H-O}
Dönem	Yaz	0.004±0.000	0.005±0.000 ^b	0.048±0.000 ^a
Ortalamaları	Kış	0.003±0.000	0.008±0.000 ^a	0.038±0.000 ^b

A-P bölgeler arası $p < 0.05$ düzeyinde a, b dönemler arası $p < 0.05$ düzeyinde farklılığı göstermektedir

5. TARTIŞMA

5.1. Krom

Samsun, Tekkeköy ilçesi atmosferindeki muhtemel ağır metal kirliliğinin sütün ağır metal içeriğine etkisini konu alan araştırmamızda bölüm 4 ve  izelge 4.1' de görüldüğü gibi, bölge genelinde krom miktarı 0.029 mg/kg, yaz döneminde 0.030 mg/kg ve kış döneminde 0.028 mg/kg olarak bulunmuştur. Krom için bulunan en yüksek değerler Sarıyurt ve Yaylageriş bölgelerine aittir. Bu bölgelerde krom miktarının yüksek çıkmasının muhtemel nedenleri bölgenin rakım olarak en yüksekte ve en uzak noktada bulunması, kuzeyden esen rüzgarların bu bölgelerde daha yoğun bir birikime neden olmasıdır. Çizelge 2.4' den de görüldüğü gibi kış dönemlerine ait örnekleme zamanlarında rüzgarın kuzeyden estiği görülmektedir. Caggiano ve ark (2005) İtalya' da yaptıkları araştırmada krom miktarlarını yaz ayında 0.23 mg/kg, kış ayında ise 0.13 mg/kg olarak bulunmuştur. Yine İtalya da yapılan başka araştırmalarda (Tripathi, 2004) krom miktarları 0.14 mg/kg ve 2.03 mg/kg olarak bulunmuştur. Tarafımızdan tespit edilen değerler literatürdeki değerler ile karşılaştırıldığında düşük seviyede bulunmuştur. Bunun nedeni olarak tarafımızdan araştırılan bölgenin diğer araştırmacılar tarafından araştırılan bölgelerden daha düşük bir sanayi kirliliğine neden olması gösterilebilir.

Türk Gıda Kodeksinde süt ve süt ürünlerinde krom için belirtilen herhangi bir kalıntı seviyesi belirtilmemiştir. Ancak Gıda ve Beslenme Kurulu (2004) krom mineraline ait tavsiye edilen günlük alım miktarını (DRI-Dietary Reference Intake) 0.015-0.030 mg/gün olarak belirtilmiştir. Araştırmada elde ettiğimiz sonuçlar DRI değerlerine göre karşılaştırıldığında kabul edilebilir sınırlar içerinde olduğu görülmektedir.

5.2. Mangan

Araştırma bölgeleri mangan miktarı açısından değerlendirildiğinde 4 ve  izelge 4.1' de görüldüğü gibi, ortalama mangan miktarı 0.048 mg/kg iken yaz döneminde 0.050 mg/kg ve kış döneminde 0.047 mg/kg olarak bulunmuştur. Mangan için en yüksek değerler (0.224mg/kg) kış dönemine ait Costal bölgesinden elde edilmiştir. Kış aylarında güneybatı yönünden esen rüzgarların bu alanda mangan birikimine sebep olduğu düşünülmektedir

çünkü bu nokta sanayi bölgesinin doğusunda yer almaktadır. Yaz dönemindeki en yüksek mangan miktarı ise Sıtmasıyü bölgesinde tespit edilmiştir. Bu bölge araştırma sahasının güneydoğu bölgesinde yer almaktadır ve yaz aylarında kuzeyden esen rüzgarların bu sonuca etki ettiği düşünülmektedir. Literatür bilgileriyle karşılaştırıldığında yine Caggiono ve ark. (2005) İtalya' nın Campania ve Calabria bölgesinde yaptıkları araştırmadan ortalama mangan değerini 0.12 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Özrenk (2002) Van ilinde yaptığı çalışmada ise ortalama mangan miktarını 0.066 mg/kg seviyesinde bulmuştur. Tarafımızdan tespit edilen bulgular bu literatür bilgileri ile karşılaştırıldığında düşül olduğu görülmektedir. Ancak araştırma bölgeleri arasındaki farklılığın önemli düzeyde çıkması bölge sanayi emisyonlarının sütlerin mangan miktarında önemli bir artışa neden olduğu görülmektedir. Bu veriyi destekleyici bilgi olarak Çubukçu ve Tüysüz (2005)' ün Samsun sanayi bölgesinde yaptıkları çalışmada toprak, su ve bitkilerde mangan kirliliğine rastlamaları ve sebep olarak sanayi tesislerini göstermeleri verilebilir.

Türk Gıda Kodeksinde süt ve süt ürünlerinde mangan için belirtilen herhangi bir kalıntı seviyesi belirtilmemiştir. Ancak Gıda ve Beslenme Kurulu (2004) mangan mineraline ait tavsiye edilen günlük alım miktarını (DRI) 1.6-2.3 mg/gün olarak belirtmiştir. Araştırmada elde ettiğimiz sonuçlar DRI değerlerine göre karşılaştırıldığında kabul edilebilir sınırların oldukça altında olduğu görülmektedir.

5.3. Demir

Samsun, Tekkeköy ilçesindeki ağır metal kirliliğini konu alan araştırmamızda bölüm 4 ve çizelge 4.1' de görüldüğü gibi, ilçe genelindeki ortalama demir miktarı 0.392 mg/kg iken yaz döneminde 0.363 mg/kg ve kış döneminde 0.421 mg/kg olarak bulunmuştur. Demir için bulunan en yüksek değerler kış dönemine ait Costal bölgesinden elde edilmiştir (3.624) mg/kg. Ortalama değerler Özrenk (2002) in Van ilinde elde ettiği değerlerden daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Ancak Şimşek ve ark (2000) Bursa ilinde yapmış oldukları çalışmada elde ettikleri değerlerden daha düşüktür. Şimşek ve arkadaşları endüstri bölgesinden topladıkları örneklerde demir seviyesini 4.27 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Bu değer Costal bölgesinden elde edilen değere yakınlık göstermektedir çünkü bu bölge sanayi emisyonlarının etkisi altında bulunduğundan bu bölgede demir oranının

yüksek çıkması doğal bir sonuçtur. Yine El-Prince ve ark. (1999) Mısır’ da yapmış oldukları araştırmada demir seviyesini 0.428 mg/kg olarak bulmuşlardır. Bu değer araştırma bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Türk Gıda Kodeksi’ nde sütte bulunması gereken bulaşanların maksimum kalıntı limitleri ile ilgili bölümde demir miktarı için herhangi bir kısıtlama getirilmemiştir. FAO/WHO (1983)’ de demir minerali için Geçici Maksimum Tolere Edilebilir Günlük Doz (PMTDI- Provisional Maximum Tolerable Daily Intake) miktarı 0.8 mg/kg vücut ağırlığı olarak belirtilmiştir. Ancak Gıda ve Beslenme Kurulu (2004)’ de demir mineraline ait tavsiye edilen günlük alım miktarını (DRI) 8-18 mg/gün ve en yüksek alım miktarını (UL- Upper Intake Levels) 40-45 mg/gün olarak bildirmiştir. Araştırmada elde ettiğimiz sonuçlar DRI ve UL değerlerine göre karşılaştırıldığında kabul edilebilir sınırların oldukça altında olduğu görülmektedir.

5.4. Nikel

Araştırmada tespit edilen nikel miktarına ait değerler 4 ve çizelge 4.3’ de verilmiştir. Ortalama nikel miktarı 0.491 mg/kg iken yaz döneminde 0.324 mg/kg ve kış döneminde 0.658 mg/kg olarak bulunmuştur. Nikel için tespit edilen en yüksek değer kış dönemine ait Aşağıçinik bölgesinde tespit edilmiştir. Dönemler olarak kıyaslandığında nikel miktarının kış ayında 2 kat kadar arttığı görülmektedir. Literatür bilgileri ile karşılaştırıldığında nikel oranı Özrenk (2002) in Van ilinde yapmış olduğu çalışmadan daha yüksek olduğu görülmektedir (0,189 ppm). Nikel için Dahiya (2005) tarafından rapor edilen diyetle günlük alım miktarını 0.2-0.9 mg/gün olarak bildirmiştir. Bölgede tespit edilen yaz dönemine ait nikel miktarları bu değerler arasında bulunurken, kış dönemine ait bazı bölgelerden elde edilen sonuçlar günlük alım sınırlarının üzerinde olduğu görülmektedir. Ancak Gıda ve Beslenme Kurulu tarafından belirlenen (2004) nikel mineraline ait tavsiye edilen tolere edilebilir en yüksek alım miktarı (UL) 0.3-1.0 mg/gün arasında değişiklik göstermektedir. Temurci ve Güner (2006) tarafından Ankara’ da yapılan çalışmada sütlerin nikel içeriği 2.754 mg/kg olarak bulunmuştur. Son yayınlanan Gıda Kodeksinde nikel ile ilgili herhangi bir değer bulunmasa da 2002 yılında yayınlanan kodekste nikel miktarı 0.1-0.2 mg/kg olarak bildirilmiştir. Buna göre değerlendirildiğinde

araştırma bölgesinden elde edilen örneklerdeki nikel miktarı standartların üzerinde bulunmuştur.

5.5. Bakır

Araştırma bölgesinde tespit edilen bakır miktarı ortalama 1.084 mg/kg iken yaz dönemine ait sonuçların (1.316 mg/kg) kış dönemine ait sonuçlardan (0.853 mg/kg) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bölgeler açısından değerlendirildiğinde en yüksek bakır değeri yaz dönemine ait Hamzalı bölgesinde tespit edilmişken en düşük değer ise kış dönemine ait Ovabaşı bölgesinde tespit edilmiştir. Hamzalı bölgesi sanayi bölgesine yakınlığı ile göze çarpmaktadır. Yaz döneminde sanayi emisyonlarına ilaveten tarımsal alanlarda pestisit kullanımının da yaygın olduğu bilinmektedir. Bunun sonucu olarak yaz döneminde saptanan bakır miktarının yüksek çıkmasına neden olduğu söylenebilir. Licata ve ark. (2004) İtalya’ da yaptıkları çalışmada bakır oranı 0.00198 mg/kg seviyesinde bulunmuştur. Larsen ve Werner (1985) Danimarka’ da yaptıkları çalışmada bakır oranı 0.017-0.101 mg/kg seviyelerinde bulmuşlardır. Belirtilen literatürlerde verilen değerler bizim bulgularımızla karşılaştırıldığında daha düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Bunun sebebi olarak bölgede yıllardır faaliyet gösteren KBİ tesisinin olduğu düşünülmektedir. Şimşek ve ark. (2000) Bursa’ da yaptıkları çalışmada ise endüstri bölgesinde bakır oranını 0,96 mg/kg olarak bulmuşlardır. Şimşek ve arkadaşları tarafından saptanan değerler araştırma sonuçlarımızla uyum içindedir. Temurci ve Güner (2006) tarafından Ankara’ nın çeşitli ilçelerinden topladıkları 36 adet süt örneğinde ağır metal konsantrasyonlarını belirlemişler ve bakır miktarını 4.300 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar bölgeler arasındaki farklılığın sanayi ve otoyolun yoğun olmasına bağlamışlardır.

FAO/WHO (1982) bakır için tolere edilebilir günlük alım miktarını (PMTDI) 0.05-0.5 mg/kg vücut ağırlığı olarak bildirmiştir. Ancak Gıda ve Beslenme Kurulu (2004)’ de bakır mineraline ait tavsiye edilen günlük alım miktarını (DRI) 0.700-0.900 mg/gün ve en yüksek alım miktarını (UL) 3.00-10.00 mg/gün olarak bildirmiştir. Araştırmada elde ettiğimiz sonuçların DRI değerlerinden yüksek ve UL değerlerinden ise düşük olduğu görülmektedir. Bakır için Türk Gıda Kodeksi’ nde herhangi bir limit belirlenmemiştir.

Laçin (2005) sütte bulunan iz elementler için verdiği çizelgede, ortalama bakır miktarını 0.009 mg/kg olarak bildirmiştir. Araştırmada elde edilen süt materyalleri bakır açısından incelendiğinde doğal olarak sütte bulunması gereken değerden çok yüksek seviyelerde olduğu görülmektedir.

5.6. Çinko

Tekkeköy ilçesinden elde edilen süt örneklerinde ortalama çinko miktarı 13.333 mg/kg iken yaz döneminde 13.555 mg/kg ve kış döneminde 13.123 mg/kg olarak bulunmuştur. Şimşek ve ark.(2000) yaptıkları çalışmada çinko miktarını endüstriyel bölgede 5.01 mg/kg, kırsal alanda ise 3.77 mg/kg olarak bulmuşlardır. Özrenk (2002) Van ilinde yaptığı çalışmada çinko oranını 3.003 mg/kg olarak tespit etmiştir. Licata ve ark. (2004) İtalya’ da yapılan çalışmada çinko miktarını 2.016 mg/kg olarak tespit ederken, El-Prince ve ark (1999) Mısır’ da yaptıkları çalışmada 2.060 mg/kg seviyesinde bulmuşlardır. Bu durumda elde edilen çinko miktarları diğer yapılan çalışmalardan yüksek oranlarda bulunmuştur.

FAO/WHO (1982) günlük alınması gereken çinko miktarını 15-22 mg olarak bildirmiştir, ayrıca günlük alınabilecek maksimum çinko miktarını 1 mg/kg vücut ağırlığı olarak sınırlandırmıştır. Ancak Gıda ve Beslenme Kurulu tarafından (2004) çinko mineraline ait tavsiye edilen günlük alım miktarı (DRI) 8.00-11.00 mg/gün olarak bildirilmiştir. Araştırmada elde ettiğimiz sonuçların DRI değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir. Çinko için Türk Gıda Kodeksi’ nde herhangi bir limit belirlenmemiştir.

Bölge sütleri çinko minerali açısından değerlendirildiğinde elde edilen bulguların toksik etkide bulunabilecek düzeylerin üzerinde olduğu görülmektedir.

5.7. Arsenik

Araştırma bölgesi arsenik konsantrasyonları, bölüm 4 ve çizelge 4.4.’ de görüldüğü gibi, ortalama 0.003 mg/kg iken, yaz aylarında 0.004 mg/kg ve kış aylarında 0.003 mg/kg olarak bulunmuştur. En yüksek arsenik miktarı yaz dönemine ait Ovabaşı bölgesinden elde edilmiştir (0.030 mg/kg). Bu bölge sanayi bölgesine yakın ve düzlük bir arazi konumuna sahiptir. Samsun ili yaz ayında kuzey rüzgarları etkisi altındadır ve bu yönde esen

rüzgarlarla taşınan sanayi emisyonlarının Ovabaşı bölgesinde bir birikime neden olduğu düşünülmektedir. Licata ve ark. (2004) İtalya’ da yaptıkları çalışmada arsenik miktarını 0.037 mg/kg olarak bulmuşlardır. Şimşek ve ark. (2000) Bursa ilinde yaptıkları çalışmada arsenik miktarını trafiğin yoğun olduğu bölgede 0.050, endüstriyel bölgede 0.009 ve kırsal alanda ise 0.0002 mg/kg olarak bulmuşlardır. Erdinç ve Saldamlı (2000) 1997’ de peynir üretim hattından aldıkları süt örneklerinde ağır metal konsantrasyonlarını belirleme çalışmalarında sütlerdeki arsenik seviyesini 0.00064 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Bu sonuçlara bakıldığında arsenik düzeyinin literatür bilgileriyle benzerlik gösterdiği görülmektedir. Araştırma örneklerinin % 70’ inde arsenik seviyesi 0.001 mg/kg düzeyinde belirlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi’ nde arsenik ile ilgili kalıntı seviyesi için herhangi bir bulguya rastlanmamıştır.

FAO/WHO (1989) arsenik için tolere edilebilir haftalık alım miktarını (PTWI-Provisional Tolerable Weekly Intake) 0.015 mg/kg vücut ağırlığı olarak bildirmiştir. Vural (1993) arsenik miktarının sularda 0.5-1.0 mg/kg seviyesinde olmasının zehirlenmeye sebep olduğunu bildirmiştir.

Araştırma bölgesinden toplanan sütlerde arsenik miktarının sağlık açısından herhangi bir sorun oluşturabilecek bir düzeye ulaşmadığı belirlenmiştir.

5.8. Kadmiyum

Tekkeköy ilçesinden elde edilen sütlerdeki kadmiyum metali seviyeleri, bölüm 4 ve çizelge 4.4.’ de görüldüğü gibi, ortalama 0.007 mg/kg iken yaz döneminde 0.005 mg/kg ve kış döneminde 0.008 mg/kg olarak tespit edilmiştir. En yüksek kadmiyum miktarı kış dönemine ait Gökçe bölgesinde (0.045 mg/kg) tespit edilmiştir. Kış aylarında kadmiyum miktarının yüksek çıkmasında fosil yakıtlarının yoğun miktarda kullanılması ve batı-güneybatı yönünde esen rüzgarların etkili olduğu söylenebilir.

Ayar ve ark. (2009) Konya, Karaman, Aksaray ve Niğde’ de yaptıkları araştırmada sütlerde kadmiyum oranını 0.017 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Anastasia ve ark. (2006) İtalya’ da yaptıkları araştırmada süt örneklerinde kadmiyum seviyesini 0.07 mg/kg, Vidovic ve ark. (2005) Sırbistan-Karadağ’ ın Kikinda bölgesinden topladıkları sütlerde yaptıkları

çalışmada Cd oranı 0.0010×10^{-3} ile 0.0016×10^{-3} mg/kg, Saldamlı ve ark. (2000) sütlerde kadmiyum oranını 0.00182 mg/kg ve Rubio ve ark. (1998) Arjantin' in Santa-Fe bölgesinden elde ettikleri sütlerde yaptıkları çalışmada kadmiyum miktarını 0.00147 mg/kg olarak bulmuşlardır. Zheng (2007) Çin' in Huludao şehrinde endüstriyel bölgede ağır metallerin diyetle alımı üzerine yaptığı çalışmada, yetişkinler için Cd' un günlük alım miktarını 0.0419 mg olarak bulmuştur.

Kadmiyumun sütlerde bulunması gereken limitleri hakkında Türk Gıda Kodeksinde herhangi bir bilgi yoktur. Ancak diğer gıdalar için 0.05 ila 1.00 mg/kg değerleri arasında değişmektedir. Bulunan değerlerin hiçbiri 0.05 mg/kg seviyesinin üstünde değildir. Araştırma değerleri ulusal ve uluslararası limitlerin altında bulunmuştur.

FAO/WHO (2006) kadmiyum için tolere edilebilir haftalık alım miktarını (PTWI) 0.007 mg/kg vücut ağırlığı olarak bildirmiştir. Bu durumda 60 kg ağırlığındaki bir birey için kadmiyumun günlük alım miktarı 0.06 mg/kg olarak hesaplanmaktadır. Bu bilgiler ışığında araştırmamızda elde edilen kadmiyum konsantrasyonun toksik seviyede olmadığı görülmektedir.

5.9. Kurşun

Araştırma bölgesi sütlerinden elde edilen kurşun içerikleri bölüm 4 ve çizelge 4.4.' de verilmiştir. Sütlerde ortalama kurşun miktarı 0.043 mg/kg iken yaz döneminde 0.048 mg/kg ve kış döneminde 0.038mg/kg olarak bulunmuştur. En yüksek kurşun değeri Kışla köyüne ait kış dönemi örneğinde tespit edilmiştir (0.215 mg/kg). Diğer yüksek kurşun seviyeleri bu bölgenin yakınında bulunan Köprübaşı ve Gökçe mahallelerinde görülmüştür.

Ayar ve ark (2009) yaptıkları çalışmada sütlerde kurşun seviyesini 0.103 mg/kg, Anastosia ve ark. (2006) 0.180 mg/kg, Tajkarimi ve ark. (2008) İran' da yaptıkları çalışmada 0.0079 mg/kg, Özrenk (2002) yaptığı çalışmada sütlerde kurşun oranını 0.002 mg/kg, Şimşek ve ark. (2000) yaptıkları çalışmada sütlerde kurşun oranını; endüstri bölgesinde 0.049 mg/kg, trafik yoğunluğu olan bölgede 0.032 mg/kg ve kırsal alanda 0.018 mg/kg olarak tespit etmişlerdir.

Literatürlerden elde edilen sonuçlar, çalışmamız sonucu elde edilen bulgular ile benzerlik göstermektedir. Bulunan ortalama kurşun miktarı Türk Gıda Kodeksi değerinin (0.020 mg/kg) üstünde tespit edilmiştir. FAO/WHO (2000) kurşun için tolere edilebilir haftalık alım miktarını (PTWI) 0.025 mg/kg vücut ağırlığı olarak bildirmiştir. Yine JECFA (2000) 60 kg ağırlığındaki bir birey için haftalık alınması gereken kurşun miktarını 1.5 mg/kg olarak bildirmiştir. Araştırmada elde edilen en yüksek değere bakıldığında (0.215 mg/kg) bu seviyenin tek başına günlük kurşun alım miktarını karşıladığı görülmektedir. Günlük diyetle diğer gıdalardan da alınan kurşun seviyeleri düşünüldüğünde vücudumuza giren kurşun miktarının tolere edilebilir değerin üstüne çıktığı görülmektedir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Samsun ili Tekkeköy ilçesinde yürüttüğümüz bu çalışmada, bölgede kurulu sanayi tesislerinin bölgeye verdiği zararlar araştırılmıştır. Bu amaçla bölge sütlerindeki bakır, krom, demir, kurşun, kadmiyum, arsenik, nikel, mangan ve çinko elementlerinin seviyeleri belirlenmiştir.

Krom metali vücut için elzem bir mineraldir ve çalışmamızda elde edilen krom değerleri literatür bilgilerinden düşük bulunmuştur. Metin (1996) sütlerde bulunan krom miktarını 0.015 mg/kg olarak bildirmiştir, araştırmada elde edilen ortalama krom miktarı bu seviyenin üzerindedir. Tespit edilen yüksek krom değerlerinin özellikle hakim rüzgar yönünde olması, bu değerlerin sanayi emisyonlarından kaynaklanabileceği şeklinde yorumlanmaktadır.

Mangan değerleri incelendiğinde, mangan değerinin genel ortalamasının Türkiye’ de yapılan diğer araştırmalarla benzerlik gösterdiği ancak bölgeler tek tek incelendiğinde bazı noktalarda yüksek seviyelere rastland ı görülmüştür. Bu seviyelerin dönemsel olarak sanayi tesislerinin emisyonlarından kaynakland ı düşünülmektedir.

Demir miktarı incelendiğinde bulunan ortalama demir miktarının  izelge 2.2.’ de belirtilen 1.400 mg/kg seviyesinin altında olduğu görülmektedir. Bölgeler içinde bakıldığında ise örneklerin % 60’ ında demir oranının 0.010 mg/ kg seviyesinde olduğu görülmektedir. Demir miktarı sanayi bölgesine çok yakın olan yerlerde ve çok uzak olan yerlerde düşük miktarda bulunurken, bu iki bölgenin arasında bulunan yerlerde yüksek oranlar görülmüştür. Özellikle rüzgar yönüne göre bir birikme olduğu saptanmıştır.

Nikel için tespit edilen sonuçlar incelendiğinde elde edilen bulguların literatür de verilenlerden yüksek olduğu görülmüştür, yine 2002 yılında yayınlanan Türk Gıda Kodeksi değerlerine göre nikel oranları yüksek tespit edilmiştir. Metin (1996) tarafından sütte bulunan nikel miktarı 0.025 mg/kg olarak rapor edilmiştir. Tüm bu veriler analiz bulguları ile kar ıla tırıldı ında bölge sütlerinde nikel kirliliği olduğu söylenebilmektedir.

Sonuçlar incelendiğinde bölge sütlerinin özellikle bakır açısından çok yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. İz bir besin ögesi de olan bakırın sütte bulunan miktarı Çizelge 2.2.' de verilmiştir ve bu değer 0.260 mg/kg' dır. Araştırma sonucunda bulunan ortalama bakır miktarı ise 1.084 mg/kg seviyesindedir. Görüldüğü gibi bölge sütünün bakır içeriği olması gerekenden çok yüksektir, bu durumun bölgede faaliyet gösteren KBI tesisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çubukçu ve Tüysüz (2005)' ün bölgede yürüttükleri araştırma da bu sonucu destekler niteliktedir.

Çinko değerleri incelendiğinde; bulunan değerlerin daha önce yapılan çalışmalara göre yüksek olduğu saptanmıştır. Çizelge 2.2. incelendiğinde çinko için sütte bulunan miktar 3.500 mg/kg olarak belirtilmiştir. Bu durumda araştırma bölgesinde yüksek oranda çinko miktarına rastlandığı söylenebilmektedir.

Arsenik ve kadmiyum için bulunan değerler oldukça düşüktür. Kadmiyum ve arsenik açısından bölge genelinde herhangi bir kirliliğe rastlanmamıştır.

Bölgedeki kurşun oranı da Türk Gıda Kodeksi tarafından belirlenen kalıntı seviyelerinin üzerindedir. Ayrıca bulunan değerler Şimşek ve ark. (2000)' nın Bursa ili sanayi bölgesinde elde ettikleri değerlerle yakınlık göstermektedir. Çubukçu ve Tüysüz (2005)' ün bölgede yaptıkları araştırmada kurşun kirliliğinin sanayi tesislerinden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Sonuçlardan da anlaşıldığı gibi bölgede kurşun, bakır, nikel ve çinko oranları yüksek bulunmuştur; arsenik ve kadmiyum oranları kirlilik seviyesinde değildir. Demir oranı ise örneklerin % 60' ında yetersiz seviyede saptanmıştır, ancak bazı kesimlerde ise çok yüksek miktarlara ulaştığı görülmüştür. Mangane oranı ortalaması diğer araştırmalar ile benzerlik gösterirken bölgeler içinde yüksek seviyeler tespit edilmiştir. Bu değerlerin bölgede yüksek çıkmasının nedenlerinden biri bölgede kurulu sanayi tesislerinin yaratmış olduğu kirlilik olabileceği düşünülmektedir. Özellikle bölgede tespit edilen yüksek bakır seviyesinin bölgede yıllardır faaliyet gösteren KBI' nden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu tesislerin kurulu olduğu bölge Çarşamba ovasının batı uzantısı olan Tekkeköy ilçesinin verimli topraklarını, su kaynaklarını, hava kalitesini, burada yetiştirilen meyve ve

sebzeyi ve hayvancılığı olumsuz yönde etkilemektedir. Dolayısıyla bu kirlilik insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu tip sanayi tesislerinin yer seçiminde çok dikkatli olunması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Aksi takdirde Türkiye' nin en verimli ovalarından biri kullanılamaz hale gelebilecektir. Bu konuyla ilgili olarak daha detaylı araştırmaların yapılması, toprak, su ve bitkilerde ki kontaminasyon düzeylerinin belirlenmesi, bölge sütlerine sanayi emisyonlarının etkisinin ortaya konulması açısından önem taşımaktadır.

Sonuç olarak yetkili kurumların daha sıkı önlemler alması, bölgede tarımla uğraşan çiftçilerin bilinçlendirilmesi, halk sağlığının korunması açısından önem taşımaktadır.

7. KAYNAKLAR

- Ake, M., Atindehou, E., Malan, A.K., Mandrou, B., 1999. Determination of the Iron Content of Milk of Local Flours Consumed By Children in The Cote d' Ivoire. *Sciences des Aliments*, 19, 593-600.
- Anastasia, A., Caggiano, R., Macchiato, M., Paolo, C., Ragosta, M., Paino, S., Cortesi, M. L., 2006. Heavy Metal Concentrations in Dairy Products from Sheep Milk Collected in Two Regions of Southern Italy. *Acta vet. Scand.*, 47, 69 – 74.
- Anonymous, 2002. İnek Sütü-Çiğ. Türk Standartları Enstitüsü TS. 1018. Ankara. 14 s.
- Anthony, L., Collins, W.F., Williams, H.L., 1985. Essential Elements, Cadmium and Lead in Raw and Pasteurized Cow and Goat Milk. *Journal of Dairy Science*, 68(8), 1878 – 1886.
- Ayar, A., Sert, D., Akın, N., 2009. The trace metal levels in milk and dairy products consumed in middle Anatolia—Turkey. *Environ Monit Assess*, 152, 1 – 12.
- Baş, A.L., Demet, Ö., 1992. Çevresel Toksikoloji Yönünden Bazı Ağır Metaller. *Çevre Dergisi*, 5, 42-46
- Bulinski, R., Kot, A., Kotulas, K., Michniewski, J., Szydlowska, E., 1978. Contents of Mercury Cadmium, Lead ,Zinc and Copper in Delivery Milk in Lublin. Province and Dried Instytutu Przemysłu Mleczarskiego, 20(3), 71 – 77.
- Caggiano, R., Sabia, S., D'Emilio, M., Macchiato, M., Anastasio, A., Ragosta, M., Paino, S., 2005. Metal levels in fodder, milk, dairy products, and tissues sampled in ovine farms of Southern Italy. *Environmental Research*, 99, 48 – 57.
- Coni, E., Boca, A., Ianni, D., Caroli, S., 1995. Preliminary Evaluation of the Factors Influencing the Trace Elements Contents of Milk and Dairy Products. *Food Chemistry*, 52, 123-130.
- Çağlarırnak, N., 2007. Gıda Güvenliğinin Çevre Kirliliği Yönünden İrdelenmesi. 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, 24-27 Ekim 2007 – İzmir, 781-785.
- Çubukçu, A., Tüysüz, N., 2005. KBİ İzabe, Tügsaş ve Organize Sanayi Bölge Tesislerinin (Samsun, Tekkeköy) Çevresel Etkileri. *Jeoloji Mühendisleri Dergisi*, 29, 44 – 72.
- Demirci, M., 1992. Süt Teknolojisine Giriş. Tekirdağ Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No:105, Ders notu: 68

- Demirözü B., Saldamlı, I., 2000. Variation in Some Heavy Metals During The Production of White Cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 53(3), 96 – 99.
- Dwivedi, S.K., Dey, S., Swarup, D., 1995. Lead In blood and Milk from Urban Indian Cattle and Buffalo. *Veterinary Human Toxicology*, 37(5), 2-471.
- Efe, A., 2008. Diyarbakır İl ve İlçelerinden Temin Edilen Sütlerde Ağır Metal ve Mineral Madde İçeriklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, 83s
- El-Prince, E., Sharkawy, A.A., 1999. Estimation of Some Heavy Metals in Bovine Milk in Assiut Governorate. *Assiut Veterinary Medical Journal* 41(81), 153-169.
- Erkan, C., 1984. İş sağlığı ve meslek hastalıkları. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınları, 441.
- FAO/WHO, 1982. Evaluation of certain food additives and contaminants. WHO Technical Report Series 683, WHO, GENEVA, 1982.
- FAO/WHO, 1983. Evaluation of certain food additives and contaminants. WHO Technical Report Series 696, WHO, GENEVA, 1983.
- FAO/WHO, 1989. Evaluation of certain food additives and contaminants. WHO Technical Report Series 776, WHO, GENEVA, 1989.
- FAO/WHO, 2000. Evaluation of certain food additives and contaminants. WHO Technical Report Series 896, WHO, GENEVA, 2000.
- FAO/WHO, 2006. Evaluation of certain food additives and contaminants. WHO Technical Report Series 930, WHO, GENEVA, 2006.
- Galeno, N., 1985. Estimation of Some Trace Elements in Commercial Milk in Turin. *Atti della Società Italiana delle Scienze Veterinarie*, 39(1), 612-614.
- Gıda ve Beslenme Kurulu, 2004. Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Intakes for Individuals, Elements. <http://iom.edu/en/Global/News%20Announcements/~media/Files/Activity%20Files/Nutrition/DRIs/DRISummaryListing2.ashx>,
- Google Earth, 2010. <http://www.google.com/intl/tr/earth/index.html>.
- Güler, C., Alparslan, M., 2009. Mineral contents of 70 bottled water brands sold on the Turkish market: Assessment of their compliance with current regulations. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22, 728-737.

- Imparato, E., Esposito, M., Grado, D., Grasso, L., Oliviero, G., Maddaluno, F., 1999. Levels Of Lead And Cadmium, As Environmental Contamination Indicators, In Milk On Farms In The Irpina Region. *Latte*, 24, 106 – 109.
- Jeng, S.L., Lee, S.J., Lin, S.Y., 1994. Determination of Cadmium and Lead in Raw Milk by Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometer. *Journal of Dairy Science*, 77(4).
- Jorhem, L., 2000. Determination of Metals in Foods by Atomic Absorption Spectrometry after Dry Ashing: NMKL¹ Collaborative Study. *Journal of AOAC International*, 83(5), 1204 – 1211.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., *Metallerin Çevresel Etkileri –I.* http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf, 03.05.2009).
- Kartal, G., Güven, A., Kahvecioğlu, Ö., Timur, S., *Metallerin Çevresel Etkileri-II.* http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi137/d137_4651.pdf, 03.05.2009)
- Kocataş, A., 1999. *Ekoloji ve çevre biyolojisi*. Ege üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 51 Ders Kitabı Dizini No:20. Bornova, İzmir.564.
- Larsen, J., Werner, H., 1985. Heavy Metals in Market Milk Products. *Beretningfra-Statens- Mejeriforsog*, 262, 32.
- Larsen, E.H., Rasmussen, L., 1991. Chromium, Lead and Cadmium in Danish milk products and cheese determined by Zeeman graphite furnace atomic absorption spectrometry after direct injection or pressurized ashing. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 192(2), 136– 141.
- Laçın, A., 2005. Kahramanmaraş Bölgesindeki Keçi Sütünde Eser Element Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, 25 s.
- Licata, P., Trombetta, D., Cristani, M., Giofre, F., Martino, D., Calò, M., Naccari, F., 2004. Levels of toxic and essential metals in samples of bovine milk from various dairy farms in Calabria, Italy. *Environment International*, 30, 1 – 6.
- Madeha, A.A.A., ABD El-Kader, M.A., Tork, I.Y., 1994. Lead, Cadmium and Mercury in Milk Products. *Journal of Assiut Vet. Med.*, 30, 139 – 146.
- Metin, M., 1996. *Süt Teknolojisi*. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayınları, İzmir, 623.
- Özrenk, E., 2002. Van İli Ve İlçelerinde Üretilen İnek Sütlerinin Ağır Metal Kirliliği Düzeyi Ve Bazı Mineral Madde İçerikleri. Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 78 s.

- Rubio, M.R., Sigrist, M. E., Encinas, T., Baroni, E. E., Coronel, J. E., Boggio, J.C., Beldomenico, H. R., 1998. Cadmium and Lead Levels in Cow's Milk from a Milking Region in Santa Fe, Argentine. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 60, 164 – 167.
- Samsun Valiliği İl Çevre Ve Orman Müdürlüğü, Samsun İl Çevre Durum Raporu. (http://www2.cedgm.gov.tr/icd_raporlari/samsunlcd2006.pdf, 18.12.2010).
- Schueller, H., Leinert, E. 1973. Heavy Metals in Milk. *Milchwirtschaftliche Berichte aus den Bundesanstalten Wolfpassing und Rotholz*, 34, 31 – 36.
- Şimşek, O., Gültekin, R., Öksüz, O., Kurultay, S., 2000. The effect of environmental pollution on the heavy metal content of raw milk. *Nahrung* 44, 5, 360 – 363.
- Tajkarimi, M., Ahmadi Faghih, M., Poursoltani, H., Salah Nejad, A., Motallebi, A. A., Mahdavi, H., 2008. Lead residue levels in raw milk from different region of Iran. *Food Control*, 19, 495 – 498.
- Tekkeköy Kaymakamlığı, <http://www.tekkekoy.gov.tr/GenelSayfaOku.asp?PageId=89>, <http://www.tekkekoy.gov.tr/GenelSayfaOku.asp?PageId=94>, 10.12.2010.
- Tekkeköy Tarım İlçe Müdürlüğü, <http://www.tekkekoytarim.gov.tr/>, 10.12.2010.
- Tripathi, R. M., Raghunath, R., Sastry, V. N., Krisnamoorthy, T. M., 1999. Daily intake of heavy metals by infants through milk and milk products. *The Science of the Total Environment*, 227, 229 – 235.
- Tunçok, Y., 2008. İçme suyunda ağır metaller ve insan sağlığına etkileri. http://izmir.kalder.org/Yesim_Tuncok.pdf
- Vidovic, M., Sadibasic, A., Cubic, S., Lausevic, M., 2005. Cd and Zn in atmospheric deposit, soil, wheat and milk. *Environmental Research*, 97, 26 – 31.
- Vural, H., 1993. Ağır Metal İyonlarının Gıdalarda Oluşturduğu Kirlilikler. *Çevre dergisi*, 8, 3-8.
- Wenk, P., Andrey, D., Reugert, H., Guggisberg, H., Rieder, K., Schmid, R., 1995. Monitoring Programme Heavy Metals in Food VIII. Lead, Cadmium, Copper and Zinc in Milk. *Mitteilungen-aus-dem-Gebiete-der-Lebensmitteluntersuchung-und-Hygiene*, 86(5), 485-496.
- Yağmur, F., Hancı, İ.H., 2002. Arsenik. *Sted (Sürekli Tıp Eğitim Dergisi)*, 11(7), 250-251.

Zheng, N., Wang, Q., Zhang, X., Zheng, D., Zhang, Z., Zhang, S., 2007. Population health risk due to dietary intake of heavy metals in the industrial area of Huludao city, China. *Science of the Total Environment*, 387, 96 – 104.

ÖZGEÇMİŞ

Adı, Soyadı: Arzu Soylu
Doğum Yeri: Samsun, Tekkeköy
Doğum Tarihi: 25.11.1983
Medeni Hali: Bekar
Bildiği Yabancı Diller: İngilizce, Almanca

EĞİTİM DURUMU

Lise: Özel Darüşşafaka Eğitim Kurumları	1995-2003
Lisans: Akdeniz Üniversitesi	2003-2007
Yüksek Lisans: Ondokuz Mayıs Üniversitesi	2007-2011

ÇALIŞTIĞI KURUMLAR

Gifo Gıda	2008-2009
Cenikli Yemekçilik	2009
Camadan Şirketler Gurubu	2009-2010

İLETİŞİM BİLGİLERİ

ADRES: Köprübaşı Mah. 20.Sok No:6 Tekkeköy/ SAMSUN
TELEFON: 05377254226, 03622648343
E-MAIL: arzu_soylu712@hotmail.com