

**T.C.**  
**RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TRABZON İLİ AKÇAABAT İLÇESİNDEKİ İNEK SÜTLERİNDEKİ**  
**METAL VE MİNERAL MADDE İÇERİKLERİNİN**  
**ICP-MS YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ**

**ECE YAZICI**

**TEZ DANIŞMANI**

**PROF. DR. OKTAY TORUL**

**II. DANIŞMAN**

**PROF. DR. CELAL DURAN**

**TEZ JÜRİLERİ**

**PROF. DR. MİRAC OCAK**

**DOÇ. DR. FATİH İSLAMOĞLU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KİMYA ANABİLİM DALI**

**RİZE-2018**  
**Her Hakkı Saklıdır**

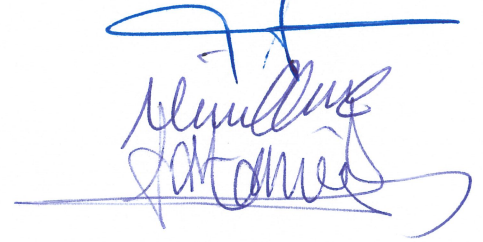
T.C.  
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TRABZON İLİ AKÇAABAT İLÇESİNDEKİ İNEK SÜTLERİNDEKİ METAL  
VE MİNERAL MADDE İÇERİKLERİNİN ICP-MS YÖNTEMİYLE  
BELİRLENMESİ**

Prof. Dr. Oktay TORUL danışmanlığında, Ece YAZICI tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 20/04/2018 tarihinde Kimya Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Unvanı Adı Soyadı
Başkan	: Prof. Dr. Oktay TORUL
Üye	: Prof. Dr. Miraç OCAK
Üye	: Doç. Dr. Fatih İSLAMOĞLU

**İmzası**



**Doç. Dr. Ferhat KALAYCI**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ**

## ÖNSÖZ

Bu çalışma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programında yapılmıştır.

Yüksek lisans öğrenimim esnasında tez konumun seçilmesinde, gerekli literatürlerin temininde ve sonuçların değerlendirilmesinde desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Oktay TORUL'a, Sayın Prof. Dr. Celal DURAN'a ve Sayın Doç. Dr. Fatih İSLAMOĞLU'na teşekkürlerimi saygılarımla sunarım.

Eğitim ve öğretimime bugüne kadar destek olan ve bugünlere gelmemde maddi ve manevi hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan canım annem Güzin BİRİNCİ'ye, canım babam Mustafa BİRİNCİ'ye ve abim Erhan BİRİNCİ'ye,

Çalışmalarım boyunca daha önceki tecrübelerinden yararlandığım, tez çalışmalarımın her aşamasında her zaman desteğini hissettiğim sevgili eşim Yüksek Kimyager Emre YAZICI'ya

Sonsuz teşekkür ederim.

**Ece YAZICI**

## TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “Trabzon İli Akçaabat İlçesindeki İnek Sütlerindeki Metal ve Mineral Madde İçeriklerinin ICP-MS Yöntemiyle Belirlenmesi” başlıklı bu tezin, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim. 20/04/2018



Ece YAZICI

***Uyarı:** Bu tezde kullanılan özgün ve / veya başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.*

## ÖZET

### TRABZON İLİ AKÇAABAT İLÇESİNDEKİ İNEK SÜTLERİNDEKİ METAL VE MİNERAL MADDE İÇERİKLERİNİN ICP-MS YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ

Ece YAZICI

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Kimya Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi  
Danışmanı: Prof. Dr. Oktay TORUL

Bu yüksek lisans tez çalışmamızda, Trabzon ilinin Akçaabat ilçesinde bulunan 16 farklı köyden (Aykut, Helvacı, Erikli, Düzköy, Akçakale, Demirkapı, Acısu, Yaylacık, Çiçeklidüz, Esentepe, Arpacılı, Işıklar, Adacık, Osmanbaba, Yeşiltepe, Mersin) temin edilen inek sütlerinde krom, kobalt, nikel, bakır, galyum, arsenik, stronsiyum, kadmiyum, baryum, kurşun, alüminyum, selenyum, gümüş, demir, çinko, rubidyum, sodyum, magnezyum, fosfor, kükürt, potasyum ve kalsiyum miktarlarının tayini yapılmıştır. Çalışma 2015 yılı içerisinde iki farklı dönemde yapılmıştır. 1. Dönem, hayvanların ahırda kuru yemle beslendiği kış dönemi (Kasım-Aralık-Ocak ayları); 2. dönem ise hayvanların çayır ve meralarda taze yemlerle beslendikleri yaz dönemi (Haziran-Temmuz-Ağustos ayları)'dir. Toplam 256 adet örnek analiz edilmiştir. Örneklerdeki element düzeyleri ICP-MS yöntemiyle belirlenmiştir.

Kış ve yaz dönemi sütlerindeki ortalama galyum, baryum, kurşun, rubidyum, sodyum, fosfor, kükürt, alüminyum, potasyum ve kalsiyum miktarları birbirine yakın, krom, kobalt, çinko, nikel, bakır, demir, magnezyum ve kadmiyum miktarları kış döneminde daha fazla, arsenik ve selenyum miktarları yaz döneminde daha fazla, stronsiyum kış döneminde yaz döneminin yaklaşık üç katı kadar bulunmuştur.

Tüm köylerdeki sütlerde nikel ve dört köydeki gümüş ve bir köydeki kurşun hariç analizi yapılan sütlerde bulunan ağır metal miktarları literatürde verilen değerler arasında ya da altında bulunmuştur.

Tüm köylerdeki sütlerde mineral madde miktarları literatürde verilen değerlerin altında bulunmuştur.

**2018, 75 sayfa**

**Anahtar Kelimeler :** Süt, ICP-MS, Ağır Metal, Mineral Madde

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF METAL AND MINERAL MATTER CONTENTS IN COW MILK IN AKÇAABAT PROVINCE OF THE CITY OF TRABZON WITH ICP-MS

Ece YAZICI

Recep Tayyip Erdoğan University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Chemistry  
Master Thesis  
Supervisor: Prof. Dr. Oktay TORUL

In this study of master's thesis, amounts of chrome, cobalt, nickel, copper, gallium, arsenic, strontium, cadmium, barium, lead, aluminium, selenium, argent, iron, zinc, rubidium, sodium, magnesium, phosphorus, sulfur, potassium, calcium are indicated in cow's milk provided from 16 different villages (Aykut, Helvacı, Erikli, Düzköy, Akçakale, Demirkapı, Acısu, Yaylacık, Çiçeklidüz, Esentepe, Arpacılı, Işıklar, Adacık, Osmanbaba, Yeşiltepe, Mersin) in Trabzon, Akçaabat. Study was done in two different terms of 2015. First term is winter season (November, December, January) during which animals are fed with dry fodder in the barn. Second term is summer season (June, July, August) during which animals are fed with fresh feed. A total of 256 examples are analyzed. Levels of elements in the examples are specified by with means of ICP-MS method.

It is found that the amounts of gallium, barium, lead, rubidium, sodium, phosphorus, sulfur, aluminium, potassium and calcium in milk of winter and summer season are close to each other while the amounts of chrome, cobalt, zinc, nickel, copper, iron, magnesium, cadmium are a bit more in winter season. Besides, the amounts of arsenic and selenium are a bit more in summer season and strontium are about 3 times of summer season in winter season.

The amounts of heavy metal in the analyzed milks are found between or under the specified rates given in literature except nickel in milk from all villages, argent in four villages, lead in one village.

The amounts of mineral matter in milk in all villages are found under the rates given in literature.

2018, 75 pages

**Key Words :** Milk, ICP-MS, Heavy Metal, Mineral Matter

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	II
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Analizi Yapılan Elementler.....	4
1.2.1. Krom.....	4
1.2.2. Kobalt.....	5
1.2.3. Nikel.....	5
1.2.4. Bakır.....	6
1.2.5. Galyum.....	6
1.2.6. Arsenik.....	6
1.2.7. Stronsiyum.....	7
1.2.8. Kadmiyum.....	8
1.2.9. Baryum.....	8
1.2.10. Kurşun.....	9
1.2.11. Alüminyum.....	9
1.2.12. Selenyum.....	10
1.2.13. Gümüş.....	10
1.2.14. Demir.....	11
1.2.15. Çinko.....	11
1.2.16. Rubidyum.....	12
1.2.17. Sodyum.....	12
1.2.18. Magnezyum.....	13
1.2.19. Fosfor.....	13
1.2.20. Kükürt.....	14

1.2.21.	Potasyum .....	15
1.2.22.	Kalsiyum .....	15
1.3.	İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometrisi (ICP-MS) .....	16
1.3.1.	ICP-MS Cihazı .....	16
1.3.2.	Girişimler .....	18
1.3.2.1.	Spektroskopik Girişimler .....	18
1.3.3.	ICP-MS'in Uygulamaları.....	19
1.3.3.1.	Kalitatif ve Yarı-Kantitatif Uygulamalar .....	20
1.3.3.2.	Gözlenebilme Sınırları .....	20
1.3.3.3.	Kantitatif Analizler .....	20
1.3.3.4.	İzotop Oran Ölçümleri .....	22
1.4.	Yerli ve Yabancı Süt Örneklerinin Ağır Metal ve Mineral Madde İçerikleri...22	
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	25
2.1.	Süt Numunelerinin Toplanması.....	25
2.2.	Yöntem (Süt Numunelerinin Analize Hazırlanması) .....	25
3.	BULGULAR .....	27
3.1.	Krom .....	27
3.2.	Kobalt.....	28
3.3.	Nikel.....	30
3.4.	Bakır.....	31
3.5.	Galyum.....	33
3.6.	Arsenik .....	34
3.7.	Stronsiyum .....	36
3.8.	Kadmiyum.....	37
3.9.	Baryum.....	39
3.10.	Kurşun.....	40
3.11.	Alüminyum .....	42
3.12.	Selenyum.....	43
3.13.	Gümüş .....	45
3.14.	Demir .....	46
3.15.	Çinko.....	48
3.16.	Rubidyum.....	49
3.17.	Sodyum .....	51



3.18.	Magnezyum.....	52
3.19.	Fosfor .....	54
3.20.	Kükürt .....	55
3.21.	Potasyum.....	57
3.22.	Kalsiyum.....	58
4.	TARTIŞMA ve SONUÇLAR.....	60
5.	ÖNERİLER.....	68
	KAYNAKLAR .....	69
	ÖZGEÇMİŞ .....	75



## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil 1.</b>	Bir ICP-MS sisteminin şematik gösterimi (Kesikli çizgiler gaz fazındaki numunelerin, kesiksiz çizgiler ise sıvı numunelerin sisteme girişini göstermektedir.) .....	17
<b>Şekil 2.</b>	Bir kaya numunesinin ICP-MS ile elde edilen kütle spektrumu. ....	18
<b>Şekil 3.</b>	Nadir toprak elementleri için ICP-MS spektrumu. ....	21
<b>Şekil 4.</b>	Krom miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği. ....	28
<b>Şekil 5.</b>	Kobalt miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği. ....	29
<b>Şekil 6.</b>	Nikel miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği. ....	31
<b>Şekil 7.</b>	Bakır miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği. ....	32
<b>Şekil 8.</b>	Galyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği. ....	34
<b>Şekil 9.</b>	Arsenik miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği. ....	35
<b>Şekil 10.</b>	Stronsiyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği. ....	37
<b>Şekil 11.</b>	Kadmiyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği. ....	38
<b>Şekil 12.</b>	Baryum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği. ....	40
<b>Şekil 13.</b>	Kurşun miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği. ....	41
<b>Şekil 14.</b>	Alüminyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği. ....	43
<b>Şekil 15.</b>	Selenyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği. ....	44
<b>Şekil 16.</b>	Gümüş miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği. ....	46
<b>Şekil 17.</b>	Demir miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği. ....	47
<b>Şekil 18.</b>	Çinko miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği. ....	49
<b>Şekil 19.</b>	Rubidyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği. ....	50

<b>Şekil 20.</b>	Sodyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği. ....	52
<b>Şekil 21.</b>	Magnezyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği. ....	53
<b>Şekil 22.</b>	Fosfor miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği. ....	55
<b>Şekil 23.</b>	Kükürt miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği. ....	56
<b>Şekil 24.</b>	Potasyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği. ....	58
<b>Şekil 25.</b>	Kalsiyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği. ....	59



## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo 1.</b>	Standart bir su numunesindeki eser elementlerin kantitatif tayin sonuçları. .21
<b>Tablo 2.</b>	Krom miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi .27
<b>Tablo 3.</b>	Kobalt miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi29
<b>Tablo 4.</b>	Nikel miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi..30
<b>Tablo 5.</b>	Bakır miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi..32
<b>Tablo 6.</b>	Galyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi .....33
<b>Tablo 7.</b>	Arsenik miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi .....35
<b>Tablo 8.</b>	Stronsiyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi .....36
<b>Tablo 9.</b>	Kadmiyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi .....38
<b>Tablo 10.</b>	Baryum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi..... 39
<b>Tablo 11.</b>	Kurşun miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi 41
<b>Tablo 12.</b>	Alüminyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi .....42
<b>Tablo 13.</b>	Selenyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi..... 44
<b>Tablo 14.</b>	Gümüş miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi..... 45
<b>Tablo 15.</b>	Demir miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi 47
<b>Tablo 16.</b>	Çinko miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi.48
<b>Tablo 17.</b>	Rubidyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi.....50
<b>Tablo 18.</b>	Sodyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi .....51
<b>Tablo 19.</b>	Magnezyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi .....53
<b>Tablo 20.</b>	Fosfor miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi 54
<b>Tablo 21.</b>	Kükürt miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi .....56
<b>Tablo 22.</b>	Potasyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi .....57
<b>Tablo 23.</b>	Kalsiyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi .....59

## SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

D	Dođu
ICP – MS	Endüktif Eşleşmiş Plazma - Kütle Spektrometresi (Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometer)
µg	Mikrogram
g	Gram
mg	Miligram
K	Kuzey
JECFA	Gıda Katkıları Ortak Uzmanlar Komitesi (Joint FAO/WHO Expert Comitee on Food Additives)
PTFE	Poli Tri Flora Etilen
Al	Alüminyum
Ag	Gümüş
As	Arsenik
Ba	Baryum
Ca	Kalsiyum
Cd	Kadmiyum
Co	Kobalt
Cr	Krom
Cu	Bakır
Ga	Galyum
Fe	Demir
K	Potasyum
Mg	Magnezyum
Na	Sodyum
Ni	Nikel
P	Fosfor
Pb	Kurşun
Rb	Rubidyum
S	Kükürt
Se	Selenyum
Sr	Stronsiyum
Zn	Çinko

# 1. GENEL BİLGİLER

## 1.1. Giriş

Yeterli ve dengeli beslenmek için bitkisel ve hayvansal kaynaklı birçok gıda maddesi tüketilmektedir. Bunlar içerisinde süt, doğumdan başlayarak insan yaşamının her safhasında vücudun gereksinimi olan protein, yağ, karbonhidrat, mineral maddeler ve vitaminleri dengeli bir şekilde ve yeterli miktarda içeren tek besindir (Özcan vd., 1998; Yetişmeyen, 2000).

Süt, yapısında mevcut olan birçok çeşitli besin değerlerinden dolayı insan ve hayvanlar için yaşama başladıkları ilk noktadan itibaren tek başına canlılığın temel gıdası olma gibi önemli bir özellik sahibidir. Özellikle çevre şartlarından dolayı herhangi bir şekilde dış etkiye maruz kalmamış ise tamamıyla zararsız bir gıda olma özelliğini muhafaza etmiştir (Demirci, 1992).

İnsan ve hayvanların beslenmesinde sütün çok değerli bir kaynak olmasının en önemli nedeni içermiş olduğu mineral madde yönünden zenginliğidir. Özellikle büyüme ve gelişmede önemli rol oynayan protein ve mineral maddeler gibi yapı taşlarını kantitatif olarak yeterli miktarlarda içermesi gerekmektedir. Canlılar için dışarıdan alınması gerekli mineraller olan klor, sodyum, fosfor, potasyum, magnezyum ve kalsiyum sütün içeriğinde istenilen düzeyde bulunmaktadır. Bunun yanında sütün yapısında dışarıdan alınması gerekli olmayan kurşun, lityum, cıva, sezyum, alüminyum ve kadmiyum gibi toksik etkiye sahip mineral maddeleri de içerdiği bilinmektedir. Sütün içerisinde bulunan istenmeyen bu minerallerin derişimleri çok düşük seviyede olmalıdır (Metin, 1996).

Sütün içerisinde doğal olarak bulunan ve dışarıdan istenmeyen bir şekilde süte karışan minerallerin seviyesinde sütün elde edildiği bölgelere göre farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıkların başlıca sebepleri olarak hayvanın beslenmesi, çevresel şartların, üretim sürecinin süt ve süt ürünleri üzerinde muhtemel bir değişim etkisinin olduğu analitik çalışmalarla ortaya konulmuştur (Lante vd., 2006).

Süt ve ürünlerindeki ağır metal kirliliği; sağım hayvanlarının maruz kaldığı bulaşmaya bağlı olarak hammaddeden veya üretim ve depolama sırasında süt mamulleri ile temas eden makine ve ekipmanlardan kaynaklanabilmektedir. Teknolojik işlemler sırasında sütün muhafaza edilmesinde kullanılan metal kaplardaki bulaşmalardan kaynaklanan metalik kirliliklerdeki başlıca elementler bakır, çinko, demir, kalay, kurşun, arsenik, kadmiyum gibi metallerdir (Metin, 2001).

Sütte bulunan mineral madde miktarı, hayvanların yetiştiği topraklar üzerindeki bitkileri yemesi sonucu bölgesel farklılık göstermektedir. Hayvanlar yemlerle birlikte toprak kaynaklı toksik metalleri de vücuduna almaktadır. Toprakta ağır metallerin toksik düzeylerde zenginleşmesi, bitki gelişimini ve kalitesini bozmakta, gıda zinciri yolu ile bitkilerle beslenen insan ve hayvanlara kadar ulaşmaktadır (Karataş, 2004). Özellikle kirliliği ile yapılan tarımsal sulamalar nedeniyle toprak verimliliği ve bitki kalitesi olumsuz yönde etkilenmektedir. Ayrıca toprak kirliliğinin gübrelemeden, sanayi atıklarından, foseptiklerin boşaltılmasından, ilaçlamadan, çevrenin volkanik yapısından kaynaklanabilmektedir (Yılmaz ve Yaman, 1998; Yağdı vd., 2000).

Ağır metal elementlerinin hava, su ve toprak gibi ortamlardaki konsantrasyonları birçok araştırmacı tarafından incelenerek bölgesel olarak farklı sonuçlar ortaya konulmuştur (Yıldız, 2001).

Yıldız, 2001; Yağdı vd., 2000 yaptıkları çalışmalarda toprakların ağır metaller için son depolanma yeri olabildiğini ve toprak çözeltisinde serbest halde bulunan ağır metallerin, toprak mikroorganizmaları ve bitki kökleri tarafından alınarak kullanıldığını veya yeraltı suyuna yıkanarak geçtiğini ve yeraltı su kalitesinin bozulmasına, besin zincirinin kirlenmesine etken olduğunu bildirmişlerdir.

Çevre kirliliği toksik etkiye sahip ağır metal derişimlerinin çok yüksek değerlere ulaşması sonucu giderek artmaktadır.

İnsanoğlunun yapmış olduğu birçok aktivite neticesinde toprakta, havada ve suda oluşan atıklar, gürültü ve ortaya çıkan kötü kokular çevre kirliliğini oluşturmaktadır.

Dolayısı ile çevre kirliliği birçok etkene bağlı olan bir oluşumdur. Çevre kirliliğine neden olan etkenleri şu şekilde sıralayabiliriz (Kocataş, 1999);

- a) Çevreye bırakılan ağır metaller
- b) Radyoaktif maddelerin bilinçsiz kullanımı
- c) Termal sular
- d) Tarım alanlarında uygun gübreleme yapılmaması
- e) Bilinçsiz bir şekilde tarım ilaçlarının kullanılması
- f) Petrol türevi ürünlerin çevreye salınımı
- g) Kullanılmış yağların atık şeklinde çevreye bırakılması
- h) Pestisit ve herbisitlerin yüksek dozda ve bilinçsizce kullanılması
- i) Deterjanların kullanımı sonucu oluşan kirlilikler
- j) Çeşitli mikroorganizmaların oluşturduğu kirlilikler
- k) Taşıtlardan çıkan egzoz gazları ve oluşturdukları gürültü
- l) Organik maddelerin bir çok sahada kontrolsüz kullanımı
- m) Endüstrileşmenin meydana getirdiği kirlilik
- n) Çarpık kentleşme

Çevre kirliliğine neden olan özellikle metal kirleticiler birçok farklı doğal olaylar (rüzgâr, yağmur, sel ve erozyon gibi) yardımı ile denizlere, göllere ve nehirlere varırlar. Özellikle toprak içerisinde bulunan kirleticiler su ile bitkiye geçmekte ve insanların veya hayvanların bu bitkiler ile beslenmesi sonucunda direkt veya hayvansal ürünler olarak insan vücuduna alınmasıyla son bulmaktadır (Özcan vd., 1998).

Gıda sanayisinde, üretilen veya işlenip paketlenen gıda ürünlerinin yapısında doğal bir şekilde bulunmayan metal kirlilikler bu gıda maddesinin üretimi, paketlenmesi ve depolanması aşamasında kullanılan cihazlardan bir şekilde gıda maddesine geçebilmektedir. Bunun yanında, bulunduğu çevre koşulları etkisi ile kirlenmiş olan gıda maddesi, üretim yapılan tesisindeki diğer gıda ürünlerinin de kirlenmesine sebep olabilmekte, bu da kirlilik derecesinin daha da fazla büyümesine neden olmaktadır.

Ağır metaller hava, su ve yoğun olarak da beslenme yolu ile vücuda giriş yaparlar. Hangi şekil ile olursa olsun bu ağır metallerin vücut içerisinde oluşturacakları zararlı etkiler ve düzensizlikler alınan metalin derişimine bağlı olarak değişim gösterir. Bu



etkiler içerisinde hafıza zayıflığı, nefes almada zorlanma, yemekten kesilme, baş dönmesi, düzensiz uyku halleri ve merkezi sinir sistemi rahatsızlıklarını sayabiliriz. Bunun yanında özellikle ağır metallerin erken ölüm ile sonuçlanma, zehirlenme, anemi rahatsızlığı, kanser, kalp ve damar hastalıkları, kan oluşum mekanizmalarında bozulma, vücut için gerekli enerji ihtiyacını sağlayan ATP reaksiyonunun etkilenmesi gibi olayların ortaya çıkmasına da sebep olmaktadır (Yetişmeyen, 2000).

Bu tez çalışmasında Trabzon ili Akçaabat ilçesinde bulunan 16 farklı köyden alınan yaz ve kış dönemlerine ait süt numunelerinde ICP-MS cihazı ile ağır metal ve mineral maddelerin kantitatif analizleri yapılmıştır. Bulduğumuz analiz sonuçları ile literatürde verilen değerler karşılaştırılmıştır.

## **1.2. Analizi Yapılan Elementler**

### **1.2.1. Krom**

Krom, metal ve çelik sanayisi için önemli bir metaldir. Çelik içerisindeki krom oranı yükseldikçe sağlamlık, dayanıklılık, paslanmazlık ve parlaklık özelliği ve diğer metallerin kalitesi de buna paralel olarak artmaktadır (Demiral, 2012).

Kromun beslenme açısından gerekli bir mineral olduğu bilinmesine rağmen kromun vücutta nasıl çalıştığı tam olarak bilinmemektedir. Kromun en çok bilinen iki formu +3 değerlikli ve +6 değerlikli formlarıdır. +3 değerlikli krom gıdalarda bulunan ve vücut tarafından en iyi kullanılabilen formudur. Biyolojik olarak aktif formunun yapısı tam olarak bilinmemektedir (URL-1).

Gıdalardaki krom miktarı gıdaların yetiştiği bölgelerdeki toprağın mineral içeriğine göre değişkenlik göstermektedir. Gıdaların krom içeriğiyle ilgili çok fazla bilgi bulunmamaktadır. İşlenmiş et, tahıl ürünleri, yenmeye hazır kepek, yeşil fasulye ve brokoli krom bakımından oldukça zengindirler (Anderson, 1992).

İnek sütündeki krom miktarı 5-82 µg/L arasında değişmektedir. Bu değer sütte ortalama 20 µg/L olarak belirtilmiştir (Aysal, 2013).

### 1.2.2. Kobalt

Yetişkin bir bireyin vücudunda 1-2 mg arasında kobalt minerali bulunmaktadır. Kobaltın vücut için önemi B12 vitamininin yapısında bulunuyor olmasıdır. B12 vitamini dışarıdan gıdalarla alınmadığı durumlarda vücut kendi B12 vitaminini üretebilir. Eğer vücutta yeteri kadar kobalt minerali yoksa vücut kendisi de B12 vitamini üretemeyeceğinden vücutta B12 vitamini eksikliği yaşanır. Bunun dışında kobalt farklı enzimlerin yapısında da yer alarak vücutta önemli görevlerde bulunur. Kobalt hemen hemen tüm gıdalarda az da olsa bulunmaktadır. Kobaltın faydalı olduğu miktar ile zararlı olduğu miktar arasında çok küçük bir fark bulunmaktadır. Bu sebeple gıdalar haricinde kobalt takviyesi almak doğru değildir. Kobalt bakımından zengin olan gıdalar hayvansal kaynaklı gıdalardır (URL-2).

İnek sütündeki kobalt miktarı 0-10 µg/L arasında değişmektedir. Bu değer sütte ortalama 0,8 µg/L olarak verilmiştir (Aysal, 2013; Demirci, 2010).

### 1.2.3. Nikel

Nikel, çevrede çok düşük seviyede bulunan bir elementtir. İnsanlık nikeli birçok farklı uygulamalar için kullanır. Nikelin en yaygın uygulaması paslanmaz çelik ve diğer metal malzemelerin içeriği olarak kullanılmasıdır. Nikel, mücevherat gibi metal ürünlerde genelde bulunur.

Gıda maddeleri, doğal olarak düşük miktarlarda nikel içerir. Çikolata ve katı yağların, yüksek oranda nikel içerdiği bilinir. Kirli topraklardan elde edilen sebzelerin yüksek miktarda tüketilmesiyle nikel alımı artar. Bitkilerin nikeli topladığı bilinir ve dolayısıyla sebzelerden nikel alımı yüksektir. İnsanlar nikel solunum yoluyla, içme suyuyla, gıdaların tüketimiyle veya sigara içilmesiyle maruz kalabilir. Nikelle kirlenen toprak veya su deriyle temas ettiğinde de nikel maruz kalınabilir (URL-3).

İnek sütündeki nikel oranı 0-36 µg/L arasında değişmektedir. Ağız sütündeki miktarı ise 100 µg/L olarak bu değer çok üstünde olduğu bildirilmiştir (Yetişmeyen, 2000; Tekinşen, 2000).

#### **1.2.4. Bakır**

Bakır, insan ve hayvan gelişiminde rol oynayan temel besin elementlerinden biridir. Çok az miktarda vücuda alınan bakır yaşam için gereklidir. Lakin fazla alınması, bitki ve hayvanlar için ölümcül olabilir. Bakır, bitkiler ve küçük yapıları organizmalar için de önemli bir elementtir (Zheng vd., 2008).

JECFA (Joint FAO/WHO Expert Comitee on Food Additives) bakır için maksimum günlük alınabilir dozu 0,5 mg/kg olarak belirlemiştir (Işık vd., 1996). Bakırın büyük kısmı bitkilerden sağlanır. Bunun yanı sıra karaciğer, et, kabuklu deniz ürünleri de bakır açısından zengindir (Ekin, 1996; Kılıç ve Kılıç, 1994).

Sütte bakır miktarı 50-300 µg/L arasında değişmektedir (Yetişmeyen, 2000; Tekinşen, 2000; Işık vd., 1996). Sütte bulunan bakır miktarı, laktasyon ilerledikçe azalmaktadır. Çünkü genellikle laktasyonun ilerlediği yaz aylarında mera bitkilerinde bakır düzeyi daha düşük orandadır (Alaçam, 1997; Günay, 1996). Sütün bakır içeriği, toprak asiditesine de bağlılık göstermektedir. Nitekim asidik topraklarda süt bakır içeriğinde önemli bir azalma meydana gelmektedir. Sütte bakır içeriğinin yükselmesi de; süt tadı ve dayanıklılığını ve içerdiği askorbik asidin kararlılığını olumsuz yönde etkilemektedir (Işık vd., 1996).

#### **1.2.5. Galyum**

Saf halde doğada bulunmayan fakat eldesi kolay olan Galyum bıçakla kesilebilecek kadar yumuşak bir elementtir. Gümüşe benzer beyaz renktedir ve oda sıcaklığının üstünde katı halde bulunur. Boksit ve çinkonun saflaştırılması reaksiyonunda alüminyum ile birlikte elde edilen bir yan ürün olup galyum arsenik ve galyum nitrit çok kullanılan bileşikleridir (Chitambar, 2010).

#### **1.2.6. Arsenik**

Arsenik hayvan ve insanlarda oldukça fazla oranda hayati öneme sahip zehirlenmelere ve hatta ölümlere neden olan bir elementtir. Bunun başlıca

nedenlerinden birisi bu elementin doğada yaygın olarak bulunması diğeri de endüstride, hekimlikte ve zirai mücadele alanlarında kullanılan ilaç ve benzeri preparatların yapımında etkin madde olarak geniş çapta kullanılmasıdır (Booth ve Donald, 1988; Clarke, 1981; Kaya, 1984; Kaya, 1990).

Arsenik yer kabuğunda daha çok diğeri metallerle birlikte bulunur. Doğal olarak toprak 1,0-70,0 mg/kg arasında arsenik içerir (Hapke, 1988). Fakat toprakta bulunan bu miktar koşullara bağlı olarak bazı yörelerde belirtilen miktarlardan çok daha fazla olabilir. Bu gibi bölgelerdeki yeraltı ve akarsular ve bu sularla yetiştirilen bitkilerde arsenik oranı normalden oldukça fazla olur. Bu şekilde arsenik ile kirli su ve bitkileri tüketen insan ve hayvanlarda öncelikle arsenik zehirlenmesi özellikle kronik düzeyde ve ayrıca kansere yakalanma riski oldukça fazladır (Kaya, 1990; Şanlı ve Kaya, 1992).

İnek sütündeki arsenik miktarı 30-100 µg/L arasında değişmektedir. Bu değer sütte ortalama 45 µg/L olarak belirtilmiştir (Demirci, 2010).

### **1.2.7. Stronsiyum**

Stronsiyum gümüş beyazı renkte olan bir toprak alkali metali elementidir. Dünyamızda selestit ( $SrSO_4$ ) ve stronsiyanit ( $SrCO_3$ ) formunda bulunur. Daha çok klorürünün elektroliziyle veya oksitinin alüminyum ile indirgenmesiyle elde edilir. Fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından aynı grupta yer alan kalsiyum elementine benzerlik gösterir. Nükleer enerji santrallerinde kullanılır. Şekerin rafine edilmesinde ve koyu kırmızı renk veren havai fişek üretiminde kullanılır. Bunun yanında demir esaslı mıknatısların yapımında, renkli televizyonlar için görüntü tüplerinin üretiminde, çinkonun saflaştırılmasında, fosforlu boyaların yapımında ve nükleer pillerde Stronsiyum elementinden faydalanılır. Elmaşta daha geniş bir optik dağılıma ve yüksek bir kırılma indisine sahip olması nedeni ile Stronsiyum titanat önemli bir optik maddedir (Hernandez vd., 1996).

İnek sütündeki stronsiyum miktarı 10-2000 µg/L arasında değişmektedir (Demirci, 2010).

### 1.2.8. Kadmiyum

Kadmiyumun insan vücudu için mutlak gerekli bir element olduğuna inanılmamaktadır. Kadmiyum vücutta biriken ve çoğalan bir zehirdir. Kadmiyumun kirlenmiş alanlarda bile gıdalarda, havada ve sularda bulunduğu için insanlarda birikimi kaçınılmazdır (Friberg vd., 1974; Anonim, 1972). Normal şartlar altındaki üretim ve imalat aşamalarında süt kadmiyum ile temas etmez. Süte bulaşması, süt ineklerinin kadmiyum içeren yemlerle beslenmesi ve sular yolu ile olmaktadır. Yemlerle bulaşma kaynakları ise lağım pislikleri, çamur ve kadmiyumca zengin fosfatlardan olabilmektedir (Merian, 1984; Heeschen ve Blüthgen, 1981).

Kadmiyumun süte yiyeceklerle bulaşması çok küçük bir olasılıktır. Özellikle de inekler çok etkili bir filtre sistemi gibi davranmaktadır (Heeschen ve Blüthgen, 1981).

Süt ve süt ürünleri için kadmiyum miktarına Avustralya'da 0,05 mg/kg, Danimarka'da 0,01 mg/kg düzeyinde bir sınırlama getirilmiştir. Hollanda'da ve Almanya'da süt ürünleri için kadmiyum miktarına 0,005 mg/kg düzeyinde bir sınırlama getirilmiştir (Efe, 2008).

### 1.2.9. Baryum

Doğada daha çok Barit ( $BaSO_4$ ) ve Witherit ( $BaCO_3$ ) adlı filizleri biçiminde bulunur. Elde edilmesi güçtür. Bileşikleri birçok sahada kullanılır. Petrol kuyularını açmakta kullanılan sıvıların içeriğinde ağırlık kazandırıcı unsur olarak ve kauçuk yapımında, maytap ve havaî fişek yapımında baryum nitrat  $Ba(NO_3)_2$ , kâğıt sanayiinde, laboratuvarlarda sülfat tayininde baryum klorür ( $BaCl_2$ ), boya endüstrisinde dayanıklılığı artırmak ve dolgu maddesi olarak, tıpta, cam yapımında, mide ve bağırsak röntgenlerinin çekiminde hastaya içirilerek kontrast maddesi beyaz renkli baryum sülfat ( $BaSO_4$ ), fare zehiri olarak baryum karbonat, piroteknide (fişekçilik) yeşil rengin eldesinde ise baryum nitrat ve klorat da kullanılır (Lee, 1994).

İnek sütündeki baryum miktarı ortalama 219  $\mu g/L$  olarak belirtilmiştir (Demirci, 2010).

### 1.2.10. Kurşun

Kurşun gibi ağır metaller gıda maddelerinde daha çok kirlenmiş hava, su ve topraktan bulaşmaktadır. Bu şekilde kirlenmelere sanayi bölgelerinde ve trafiğin yoğun olduğu bölgelerde rastlanmaktadır. Kurşunun kazein tarafından bağlanması nedeniyle kurşun miktarları peynirlerde daha yüksektir. Ayrıca üretimde ve ambalajlamada kullanılan malzemeler de kurşun miktarının artmasında etkili rol oynamaktadır (Ayar vd., 2007).

Kandaki kurşun seviyesinin 80 µg/100 mL'ye ulaşması ile zararlı tüm belirtileri ortaya çıkmaktadır. Bünyeye alınan kurşun, öncelikle hemoglobinin sentezini ALA-D (delta- aminolevülinik asit dehidraz) ve hem sentetaz enzimlerini inhibe edip iki aşamada bloke ederek anemiye sebep olur. Kurşun, doğrudan alyuvarlarda parçalanmaya yol açmakta ve MSS'nin etkilenmesi nedeniyle özellikle çocuklarda zihinsel hasarlar, öğrenme yeteneğinde azalma ve davranış bozuklukları görülmektedir (Cabrera vd., 1995; Yüzbaşı vd., 2003).

Türk Gıda Kodeksi'nde ise, sütte kurşun miktarı için 0,02 mg/kg düzeyinde bir sınırlama getirilmiştir. Kurşunun sütteki miktarı ise 40 µg/L olarak bildirilmiştir (Metin, 2001; Tekinşen, 2000).

### 1.2.11. Alüminyum

Gümüş beyazı renkte olan Alüminyum metali periyodik cetvelin IIIA grubunda bulunur. Yerkabuğunun %15'i Alüminyum elementinin değişik bileşiklerinden oluşur. Daha çok kaolen, feldispat ve mika şeklinde bulunur. Kriyolit ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) ve boksit doğal olarak bulunan önemli bileşiklerindedir. Isıyı ve elektriği iyi iletmesinin yanında hemen hemen demir metalinden üç kez daha hafiftir. Kaynar su ve hava, yüzeyinde ince bir oksit tabakası oluşturur. Çok yüksek sıcaklıkta büyük ölçüde dışarıya ısı vererek oksijenle göz kamaştırıcı bir alevle yanar. Aktif bir metal olup çok iyi indirgendir. Alüminyum oksit ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) en önemli oksit bileşiğidir. Kuvvetli bazlardan ve asitlerden çok kolay etkilenir (Hatch, 1984; Davis, 1993).

İnek sütündeki alüminyum miktarı 100-2100 µg/L arasında değişmektedir. Bu değer sütte ortalama 750 µg/L olarak belirtilmiştir (Aysal, 2013).

### **1.2.12. Selenyum**

Selenyum insan ve hayvan beslenmesinde rol oynayan temel bir elementtir. Birçok ülkede selenyumun sağlık üzerine etkisinin toprakta düşük seviyedeki selenyumun çimen ve tohumlar yolu ile hayvan yemine geçmesi ve böylece süt ve süt ürünlerine karışması ile ilgili olduğu ileri sürülmektedir (Viets ve Lindsay, 1973; Uğurluoğlu ve Kaçar, 1996).

Selenyumun değişik gıdalardaki oranı doğal olarak elde edilişlerine göre farklılık gösterir. Genellikle et, balık ve hububatlar (ülkeden ülkeye farklılaşabilir) insan beslenmesinde önemli selenyum kaynaklarıdır, ancak süt ve ürünleri de selenyum alınmasında önemli rol oynadığı belirtilmektedir (Reilly, 2002).

Birleşmiş milletler araştırma komitesi yetişkinler için günde 50-200 mg, bebek ve çocuklar için daha düşük oranda selenyumun alınması gerektiğini belirlemiştir. Sütteki selenyum miktarı ortalama 30 µg/L olarak belirtilmiştir (Demirci, 2010).

### **1.2.13. Gümüş**

Beyaz renkli, soy metal bir element olan Gümüş (Ag) periyodik cetvelin IB grubunda bulunur. Serbest hâlde çok az bulunur. Arjantit ( $Ag_2S$ ) en sık rastlanan filiz türüdür. Çinko, kurşun ve bakır üretiminde de gümüş yan ürün olarak elde edilir. Altından daha sert bir metal olan gümüş kolay işlenen, tel ve levha hâline getirilebilen bir metal olup daha çok alaşımları hâlinde kullanılır. Soy metaller içinde en aktif olan metaldir. Özellikle gümüş halojenürler ışığa karşı çok duyarlı oldukları için fotoğraf filmlerinde yaygın bir şekilde kullanılırlar. Gümüş, elektriği ve ısıyı çok iyi ileten bir metal olduğu için özel devrelerde kullanılır. Gümüş metalleri kaplamada yaygın olarak kullanılır. Sert olması için gümüş %10-12 bakır ile karıştırılır. Metalik gümüş, aynı zamanda diş dolgu malzemesi olarak, tıp ve laboratuvar aygıtlarında kullanılır (Hisar, 1964; Bekman, 1945).

İnek sütündeki gümüş miktarı ortalama 54 µg/L olarak belirtilmiştir (Demirci, 2010).

#### **1.2.14. Demir**

Demir yönünden kirletilmiş gıdaların tüketilmesi sonucu, vücuttaki demir oranı yükselmekte böylece biyolojik yararlılığın önüne geçilerek toksik etkiye neden olmaktadır. Özellikle günlük 40 mg demir alınması toksiteye yol açmaktadır. Gastrointestinal bölgede (sindirim sisteminde) absorbe edilen demir; karaciğer, dalak, kemik iliği ve diğer dokularda depolanmaktadır. Aşırı demir alımı vücut dokularının zarar görmesine özellikle karaciğerde yapısal bozukluklara sebep olmaktadır. Diğer yandan vücutta aşırı demir birikmesi siroz hastalığına ve pankreatik diyabete neden olmakta, kanser ve kalp hastalığı riskini artırmaktadır (Anonim, 1992).

JECFA tarafından diyetdeki demir alımının günlük olarak 10-20 mg/kg vücut ağırlığı arasında olması önerilmektedir. Ayrıca aynı kuruluş, geçici maksimum tolere edilebilir günlük alımını ise 0,8 mg/kg vücut ağırlığı olarak belirtmiştir (Işık vd., 1996).

Süt ve süt ürünleri demir yönünden oldukça fakirdirler. Bir litre sütteki demir miktarı 1400 µg kadardır. Bu nedenle süt ve süt ürünleri yetişkin bir insanın demir ihtiyacının yalnız %3'ünü karşılayabilmektedir. İnek sütündeki demirin yaklaşık yarısı (%40-50) süt yağını oluşturan yağ globüllerinin zarlarına ve laktoferrine bağlanmışlardır. %24'ü ise α-kazeinin fosfat gruplarına bağlı halde bulunur. Kazein, demiri bağlayan en önemli proteindir. Sütün demir içeriği metal kaplarla teması sonucu artmaktadır. Demirin sütte fazla miktarda bulunması onun dayanma vasfını azaltmaktadır (Yetişmeyen, 2000; Metin, 2001).

#### **1.2.15. Çinko**

Tüm canlılar için temel bir element olan çinkonun insan sağlığı için önemi ilk kez 1960'lı yıllarda belirlenmiştir. Vücuttaki çinko, en yüksek miktarlarda gözde retina tabakasında ve üreme organlarında bulunmaktadır. Karaciğerde depo görevi gören küçük bir miktarı ise acil ihtiyaçları karşılamaktadır. Saç ve deride çinko asla sistematik



metabolizmaya girmezken, çinko eksikliği oluşturan fizyolojik ve patolojik durumlarda kas ve kemikteki çinko kısmen kullanılabilir. En iyi çinko kaynakları et ve deniz ürünleridir, daha az olarak da bezelye ve fındıktır. Buğdayda, pirinçte ve tohumlu besinlerde yeteri kadar çinko olmasına rağmen çinkoyu bağlayan fosfat içerikleri çinko emilimini azaltır. Ağızdan alınan çinko bağırsakların ikinci kısmından emilerek kana karışmaktadır (Kayıran, 2012).

JECFA tarafından günlük çinko ihtiyacı 15-22 mg belirtilirken, maksimum tolere edilebilir günlük alımı ise vücut ağırlığına göre 1,0 mg/kg olarak belirlenmiştir (Işık vd., 1996). Süt, bileşimindeki diğer eser elementlerle kıyaslandığında oldukça fazla miktarda çinko içermektedir. İnek sütünde ortalama olarak çinko miktarı 3500 µg/L'dir (Metin, 2001).

#### **1.2.16. Rubidyum**

Rubidyum genellikle tabiatta fazla miktarda potasyum ve sezyum mineralleri içinde az miktarda görülür. Aktif ve yumuşak bir metaldir. Cam ve seramik yapımında, elektron tüplerinde özellikle tuzları kullanılır. Uzay araçlarında sezyum yerine çok kolay iyonlaşmasından ötürü "iyon motorlarında" kullanılmaktadır. Bunun yanında vakum tüplerinin ve fotosellerin yapısına katılan, kalp araştırmalarında ve özel camların yapımında kullanılan önemli bir metaldir (Wagner, 2011).

İnek sütündeki Rubidyum miktarı 100-3390 µg/L arasında değişmektedir (Demirci, 2010).

#### **1.2.17. Sodyum**

Sodyum, vücutta birçok fizyolojik görevler üstlenmiştir. Potasyum ve klor ile beraber vücut sıvılarının ozmotik basınçlarının ve asit-baz dengesinin korunmasında gerekli olan metallere dendir. Sodyum, hazım olaylarını gerçekleştirir. Vücuttaki su dağılımını dengeler. Hücre çekirdeğinde ve mitokondrilerde bulunarak enzim aktivitelerini uyarır. Kas konsantrasyonunu ve sinirsel iletimi sağlar (Sevgican, 1977; Kirchgessner, 1985; Kaya vd., 1998).

Vücuttaki tüm sodyum miktarı insan ve hayvanlarda gelişme ilerledikçe artar. Hayvanlarda mastitis (meme iltihabı) ile miktarda yükselme olur. Ayrıca hayvanın süt verimi düşük ise sodyum miktarı artar. Laktasyon ortasında ise azalma görülür. Sodyumun absorpsiyonu mide ve bağırsaktan olmaktadır. Vücuttan başta idrar olmak üzere, dışkı ve ter ile atılmaktadır (Sevgican, 1977; Deveciler, 2005).

Aktif ve yumuşak bir metaldir. Birçok önemli mineral ve doğal tuz içerisinde doğal olarak bulunan yaygın bir elementtir. Sütteki sodyum miktarı 0,5 g/L'dir (Erdoğan, 1998; Tekinşen, 2000).

### **1.2.18. Magnezyum**

Magnezyum birçok enzimin kofaktörüdür. Sinir telleri ve kaslar arasındaki iletişimde, protein ve nükleik asit metabolizmalarında önemli fonksiyonları vardır. Magnezyum, insan vücudunun yaklaşık %0,05'ini oluşturur ve birçok enzimin, ayrıca klorofilin de bileşiminde bulunduğundan yaşamsal faaliyetler için önemli bir elementtir (Zengin vd., 2008).

Kuruyemişler, baklagiller, tahıllar ve deniz ürünleri ile karaciğer önemli magnezyum kaynaklarıdır. Günlük gereksinim yetişkinlerde ortalama 300 mg'dır (Klaassen, 1996; Oğan, 1996).

Sütteki magnezyum oranı, 11 mg/100 g'dır. Sütte bulunan magnezyumun 2/3'ü çözülmüş halde, geriye kalan 1/3'ü ise kazein miselleri ile kolloidal halde bulunmaktadır (Metin, 2001; Klaassen, 1996; Erdoğan ve Saldamlı, 2000).

### **1.2.19. Fosfor**

Fosfor, vücuttaki her hücrenin fonksiyonları için alınması gerekli bir mineraldir. Fosfor vücutta temel olarak fosfat ( $PO_4$ )<sup>3-</sup> olarak bulunur. Vücutta bulunan fosforun yaklaşık %85'ine kemikler sahiptir.

Fosfor gıdaların çoğunda bulunur, çünkü her canlı organizmada bulunması zorunlu bir mineraldir. Günlük ürünler et ve balık fosfor bakımından zengin gıdalardır. Fosfor çoğu polifosfat katkı maddelerinin içeriğinde bulunur ve ayrıca içeceklerde fosforik asit olarak görülür. Fosfor tüm bitki tohumlarının hepsinde (fasulye, bezelye tahıllar ve fındık gibi) fitik asit ya da fitat olarak bilinen fosfat formunda depolanır. Fitattan gelen fosforun sadece %50'sini insanlar kullanabilir, çünkü insanda fosforu fitattan çıkaran Fitaz enzimi bulunmamaktadır. Mayalarda fitaz bulunur, bu yüzden ekşitilmiş (mayalanmış) ekmeklerdeki fosfor miktarı, kahvaltılık kullanılan dilimli ekmeklerden daha fazladır. Bitkilerdeki fosfor miktarı bir yerden diğerine farklılık gösterir çünkü arazinin mineral içeriği coğrafik olarak farklılık gösterir (URL-4).

Avrupa Birliği önerilen günlük alım miktarını 800 mg/gün olarak belirlemiştir. İnek sütündeki fosfor miktarı ortalama 95 mg/100mL olarak belirtilmiştir (Demirci, 2010).

### **1.2.20. Kükürt**

Periyodik cetvelin VIA grubunda yer alan kükürt, ametal bir elementtir. Yerkabuğunun %0,05 kadarlık bir kısmını oluşturur. Bu yüzdellik kısmın bir bölümü element, çoğu ise sülfür ve sülfat biçimindedir. Başlıca kükürt mineralleri kalkopirit, pirit, sfalerit (çinko blend, ZnS), sinabr (zencefre, HgS) galen, jips (alçıtaşı, CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O) ve barittir (BaSO<sub>4</sub>). Kükürdün sarı renkli rombik, renksiz monoklinik ve koyu renkli amorf kükürt şeklinde üç farklı allotropu vardır. Kükürt, aktif bir element olup birçok elementle bileşik oluşturur. Sülfürik asit üretiminde ve kâğıt endüstrisinde kükürt kullanılır. Lâstik sanayiinde, karbon sülfür ve kibrit üretiminde, böcek ve mantarları öldürücü etkisinden dolayı bağcılıkta kullanılır. Bunun yanında birçok proteinin bileşiminde bulunduğundan, kükürt, yaşamsal faaliyetler için de önemli bir elementtir (Ullman ve Forrst, 1995).

İnek sütündeki kükürt miktarı ortalama 0,33 g/L olarak belirtilmiştir (Demirci, 2010).

### **1.2.21. Potasyum**

Potasyum tüketmemiz gereken temel minerallerdendir. Çözeltide iyonlarına ayrılıp elektrik iletkenliği verdiği için elektrolit olarak da bilinir. Vücut fonksiyonlarımız, hücrelerin içindeki ve dışındaki potasyum derişimiyle çok sıkı ilişkilidir. Hayvanlarda ve insanlarda sinir sisteminin iletim işlemini yerine getirmede önemli bir rolü vardır (Kolsure vd., 2010).

Potasyum bakımından en zengin gıdalar sebze ve meyvelerdir. Potasyum tuzları bitkiler için önemli olduğu için özellikle gübre olarak kullanılır. Değişik toprakların mineral içeriklerindeki çeşitlilikten dolayı bitkiler de mineral içerikleri bakımından farklılıklar gösterebilir (Ursell, 2001).

Sütte potasyum serbest iyonlar halinde 1-2 g/L arasında bulunmaktadır. İnek sütünün potasyum içeriği kalsiyum içeriğinden daha yüksektir. Mera koşullarında ya da yaz dönemi elde edilen sütlerde potasyum miktarı biraz daha fazladır. Ancak ısı stresi terle potasyum atılımını artırdığından, çok sıcak zamanlardaki sütlerde potasyum miktarı biraz azalmaktadır (Yetişmeyen, 2000; Alaçam ve Şahal, 1997).

### **1.2.22. Kalsiyum**

Kalsiyum vücutta en çok bulunan mineraldir. Yetişkin bir insan vücudunda yaklaşık 1200-1300 g kalsiyum bulunur. Vücuttaki kalsiyumun, kalsiyum-fosfat halinde kemik ve dişlerin yapısında bulunan kısmı %99'dur. Geriye kalan %1'lik kısmı ise kanda, hücre dışı sıvılarda ve yumuşak dokularda bulunarak, birçok fonksiyonlarda görev üstlenir (Metin, 1996; Oğan, 1996). Kalsiyumun organizmadaki en önemli fonksiyonu, kalsiyum tuzları ile hücre arası fibroz organik maddelerin birleşmesi suretiyle kemikleşmenin sağlanmasıdır. Ayrıca, kanın pıhtılaşmasında, damar ve hücre duvarlarının geçirgenliğinde, kalp kasının düzenli çalışmasında, hormonların salgılanmasında, sinir uyarılarında ve enzim aktivasyonlarında önemli görevleri vardır (Metin, 1996; Sevgican, 1977; Oğan, 1996).

Süt ve süt ürünleri kalsiyum için zengin bir kaynak olmasının yanında emilebilen kalsiyum için de iyi bir kaynaktır. Bununla beraber bazı sebze ve tahıllar da kalsiyum içermektedir. Lahana familyasına ait kalsiyumca zengin bitkilerin (brokoli, lahana, hardal, şalgam) içerdiği kalsiyumun biyoyararlılığı sütteki kalsiyumun biyoyararlılığına yakın olmasına rağmen, bazı gıdaların yapısında kalsiyum emilimini azaltan bazı bileşenler bulunmaktadır.

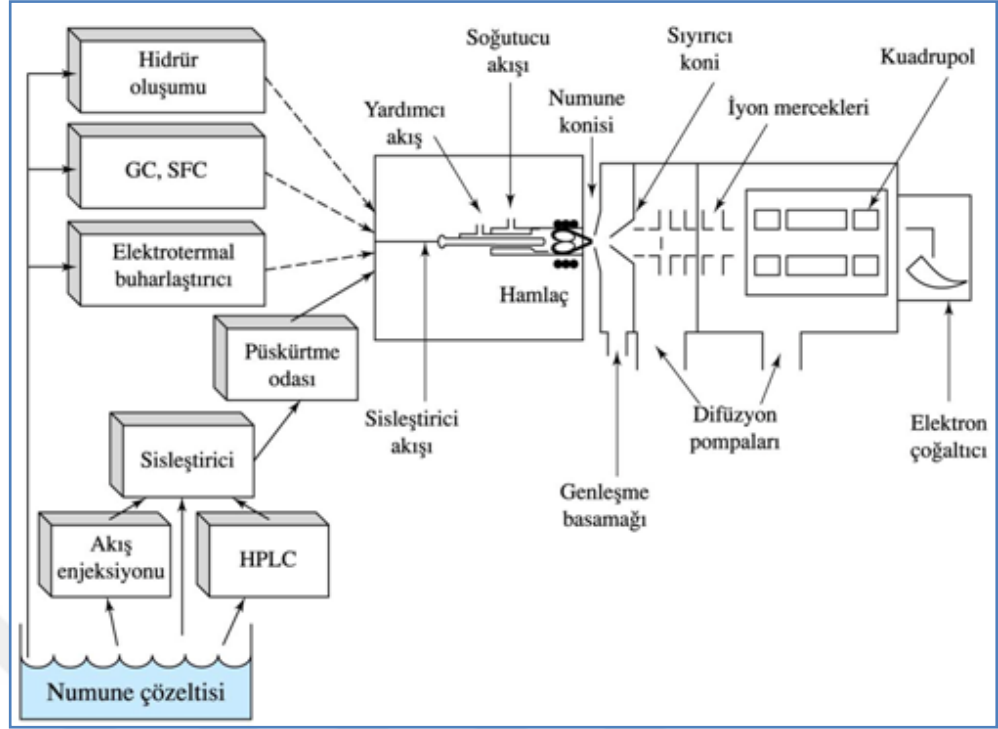
Sütün kalsiyum içeriği ortalama 115 mg/100 g civarındadır. Ancak mevsimlere bağlı sıcaklık değişimlerinde, sütün kalsiyum içeriğinde farklılıklar olmaktadır. Bu durumda sıcak yaz aylarındaki sütte kalsiyum miktarı azalmaktadır (Metin, 2001; Tekinşen, 2000).

### **1.3. İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometrisi (ICP-MS)**

İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometrisi (ICP-MS), birçok elementi düşük gözlenebilme sınırlarında, yüksek seçicilik, iyi doğruluk ve kesinlikte tayininin yapıldığı önemli bir tekniktir. Bu teknikte ICP hamlacı atomlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olarak görev yapar. Çözeltilerde numune klasik veya ultrasonik bir sisleştirici ile sisteme verilir. Sistemde, pozitif metal iyonları ICP hamlacında üretildikten sonra diferansiyel bir pompa yardımıyla bir kuadropol kütle spektrofotometresine iletilir. Bu yol ile elde edilen spektrumlar mevcut tüm elementler için bir dizi izotop pikinden oluşur. Bu spektrumlar numunede bulunan elementlerin nicel ve nitel tayinlerinde kullanılır. Nicel tayin, analit için iyon sayımının bir iç standart için iyon sayımına oranı ile derişim arasında çizilen bir kalibrasyon eğrisi aracılığı ile yapılır (Douglas vd., 1997).

#### **1.3.1. ICP-MS Cihazı**

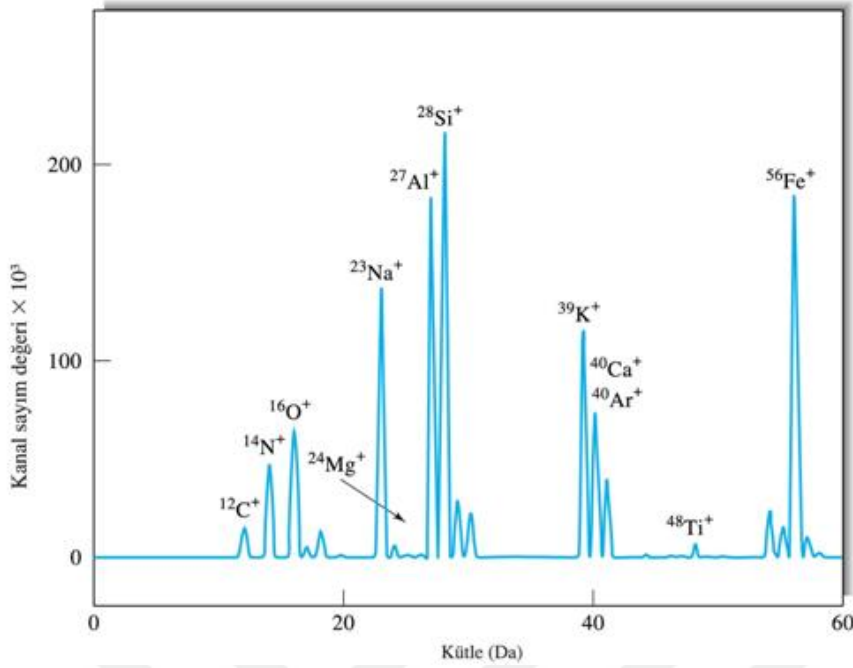
Örnek olarak bir ICP-MS cihazı, sistemi oluşturan bileşenler ile birlikte şematik olarak Şekil 1.'de verilmiştir. Cihazın en önemli parçası, ICP hamlacını cihaza bağlayan ara birimdir ve bu birim  $10^{-4}$  torr'dan daha düşük bir basınca ihtiyaç duyan kütle spektrometresi ile beraber atmosfer basıncında çalışır (Douglas vd., 1997; Cindric, 2007).



**Şekil 1.** Bir ICP-MS sisteminin şematik gösterimi (Kesikli çizgiler gaz fazındaki numunelerin, kesiksiz çizgiler ise sıvı numunelerin sisteme girişini göstermektedir.)

Bu bağlantı diferansiyel pompa yardımı ile vakuma alınan bir arayüzey bağlantı birimi ile sağlanır. Bu birim, ortasında 1 mm'den küçük bir deliği olan ve suyla soğutulan nikel bir numune verme konisinden oluşur. Sıcak plazma gazı, bu delikten basıncı bir mekanik pompa yardımıyla 1 torr civarında tutulan bir bölgeye geçer. Bu bölgede gaz hızla genişler ve soğur. Gazın bir kısmı küçük bir delikten sıyırıcı denem ikinci bir koniye ve buradan da basıncı, kütle spektrometresinin basıncıyla aynı tutulan bir odacığa geçer. Burada pozitif iyonlar, elektronlardan ayrılır ve moleküler türler, negatif bir potansiyel yardımı ile hızlandırılarak, bir manyetik iyon merceği ile kuadrupol kütle analizörünün giriş deliğine odaklandırılırlar.

Argon akışı buharlaşmış numuneyi, atomlaşma ve iyonlaşmanın olduğu bir ICP hamlacına taşır. Oluşan plazma kütle spektrometreye iletilir. Jeolojik numunelerin, alaşımların, camların, tarımsal ürünlerin, kentsel toz ve toprakların, bozunması ve çözünmesi çok güç olan bir çok numunenin yarı-kantitatif analizlerinde başarı ile kullanılan bir analiz yöntemidir. Şekil 2.'de bir kaya numunesinin ICP-MS ile elde edilen kütle spektrumu verilmiştir (Douglas vd., 1997).



Şekil 2. Bir kaya numunesinin ICP-MS ile elde edilen kütle spektrumu.

### 1.3.2. Girişimler

ICP-MS alanında ilk çalışan bilim insanları, girişimsiz bir yöntem buldukları umuduna kapılmışlardır. Ne yazık ki bu umut, daha sonraki çalışmalarda gerçekleşmemiştir. Atomik kütle spektrometresinde ve optik atomik spektroskopisinde karşılaşılan ciddi girişim problemleri vardır. Atomik kütle spektroskopide girişim etkileri iki grupta toplanır. Spektroskopik girişimler ve spektroskopik olmayan girişimler. İkinci tür etkiler optik emisyon, absorpsiyon ve diğer yöntemle de karşılaşılan matriks etkileriyle aynıdır (Douglas vd., 1997; Ndung, 2004).

#### 1.3.2.1. Spektroskopik Girişimler

Spektroskopik girişimler, plazmadaki iyonik türle, analit iyonu aynı m/z değerine sahip olduğunda meydana gelir. Bu şekilde ki girişimler dört farklı grupta incelenir.

- İzobarik girişimler
- Çok atomlu iyon girişimleri
- Oksit ve hidroksit türlerinin girişi
- Matriks etkileri

İzobarik girişimlerde; izobarik türler, aynı kütleyle sahip izotopları içeren elementlerdir. Kuadrupol kütle spektrometrenin kullanıldığı atomik kütle spektrometride izobarik türler, kütleleri bir birimden daha az farklı olan izotoplardır. Daha yüksek ayırma güçlü cihazlar daha küçük farkları tolere ederler (Douglas vd., 1997).

Çok atomlu iyon girişimlerinde, plazma içindeki ve matriks yada atmosferdeki türlerin etkileşmelerinden oluşan çok atomlu türlerin oluşturduğu problem izobarik girişimlerden çok daha önemlidir. Sonuçta çok sayıda moleküler iyon oluşabilir ve büyük bir olasılıkla girişim yapar.

Oksit ve hidroksit türlerinin girişimleri ICP-MS'deki en önemli girişimlerden birisidir. Analitin kendisi, matriks bileşenleri, çözücü ve plazma gazlarının oluşturduğu oksit ve hidroksitlerin neden olduğu girişimlerdir. Bunlarda en önemlileri analit ve matriks bileşenlerinin oksit ve hidroksitlerinden kaynaklananlardır. Bu türlerin oluşturduğu pikler spektrumda analit iyonlarının pikleri ile üst üste gelmektedir. Bu türlerin tamamı bir dereceye kadar  $MO^+$  ve  $MOH^+$  iyonları oluşturur. Burada M analit veya matriks elementini göstermektedir. Bu türlerin pikleri analit iyonlarından birinin piki ile çakışabilir (Douglas vd., 1997; Olesik, 1991).

Matriks etkileri; ICP-MS'de 500-1000  $\mu g/mL$ 'den daha yüksek derişimlerde olduğunda matriks etkisi söz konusu olabilir. Bu etki genellikle analit sinyalini zayıflatır. Belli deney şartlarında ise sinyallerde zenginleşme görülür. Matriks etkisi, daha seyreltik çözeltiler kullanılarak, numune verme işlemini değiştirerek yada birbirlerini etkileyen türleri ayırarak en aza indirilebilir. Uygun bir iç standart kullanımı ile de matriks etkisi büyük ölçüde giderilebilir. Bu işlem, analit ile aynı kütleyle ve aynı iyonlaşma potansiyeline sahip bir iç standart elementi kullanılarak gerçekleştirilir (Douglas vd., 1997; Olesik, 1991).

### **1.3.3. ICP-MS'in Uygulamaları**

ICP-MS numunelerde bir yada daha fazla elementin kalitatif, yarı-kantitatif ve kantitatif tayinlerde kullanılır.



### **1.3.3.1. Kalitatif ve Yarı-Kantitatif Uygulamalar**

ICP-MS çoklu element analizlerine kolayca uygulanabildiği için, çeşitli tipte doğal yada sentetik karmaşık malzemelerin yarı-kantitatif analizine ve hızlı bir şekilde karakterizasyonuna imkan verir. Genel olarak gözlenebilme sınırları optik emisyon ICP'den daha iyi, elektrotermal atomik absorpsiyon spektroskopisi ile yarışabilir niteliktedir. Genellikle atomik kütle spektrumları, optik emisyon spektrumlarından daha basittir ve değerlendirilmesi daha kolaydır. Bu özellik, nadir toprak elementleri ve demir gibi karmaşık emisyon spektrumu veren ağır elementler için önemlidir (Douglas vd., 1997).

### **1.3.3.2. Gözlenebilme Sınırları**

ICP-MS'in en cazip yönlerinden biri, kütle spektrometrik belirleme, optik belirlemeye göre daha düşük gözlenebilme sınırları sağlamasıdır. Bu sınırlar, birçok durumlarda elektrotermal atomik absorpsiyonla aynı, bazen de daha düşüktür. ICP-MS işlemi kuşkusuz hız ve çoklu element analizleri gibi avantajlarda sağlar (Douglas vd., 1997).

### **1.3.3.3. Kantitatif Analizler**

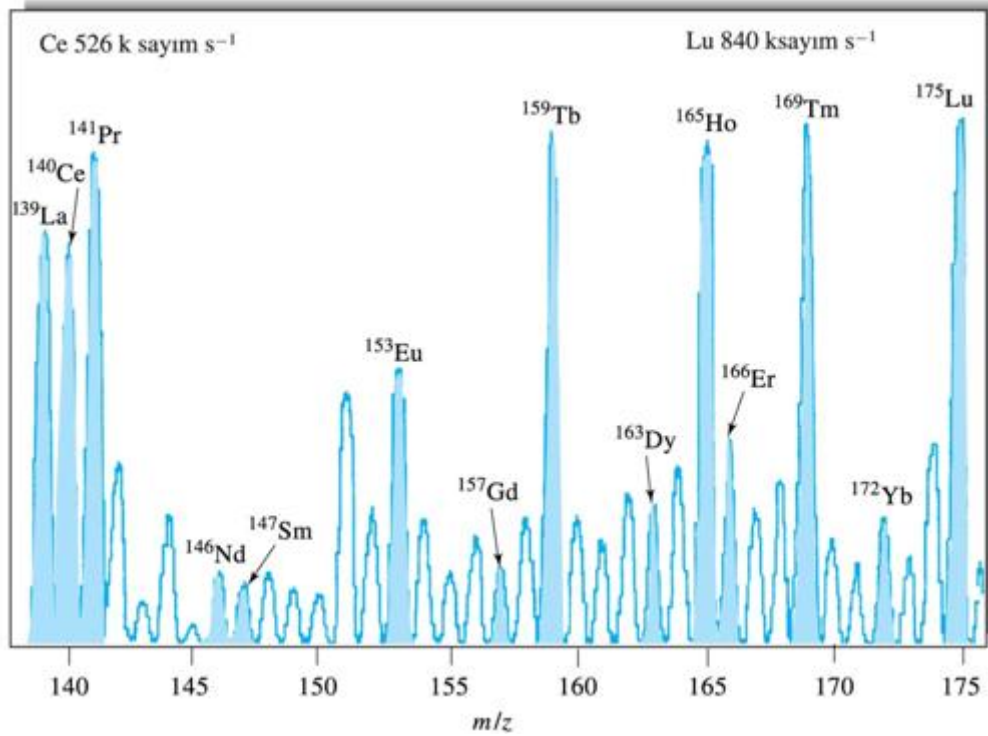
ICP-MS'de en çok kullanılan kantitatif yöntem, kalibrasyon grafiği hazırlamak üzere, bir dizi kalibrasyon standardı kullanılmaktadır. Şayet numunedeki toplam çözünmüş katı derişimi 2000 µg/mL'nin altında ise, yani yeterince seyreltik ise basit sulu standartlar genellikle uygundur. Matriks elementlerinin daha yüksek derişimlerinde numunedeki matriks elementlerinin, standartta da yer almasına dikkat edilir. Cihazdan gelen kararsızlıkları ve matriks etkisini karşılamak üzere standartlara ve numunelere bir iç standart eklenir. İç standart numunede bulunmayan ve analite yakın bir atomik kütle ve iyonlaşma potansiyeline sahip bir elementtir. Genellikle kullanılan iki iç standart indiyum ve rodyumdur. Her ikisi de elementlerin kütle aralığının ortalarında yer alırlar ve doğal numunelerde nadiren bulunurlar. Standart bir su numunesindeki eser elementlerin kantitatif tayin sonuçları Tablo 1'de, nadir toprak elementler için ICP-MS spektrumu da Şekil 3'te verilmiştir.

**Tablo 1.** Standart bir su numunesindeki eser elementlerin kantitatif tayin sonuçları

Element	İyon	NBS <sup>a</sup>	ICP-MS <sup>a</sup>	
			Ortalama <sup>b</sup>	RSD (%) <sup>b</sup>
Berilyum	<sup>9</sup> Be <sup>+</sup>	19	21	20
Vanadyum	<sup>51</sup> V <sup>+</sup>	54	52	6
Krom	<sup>52</sup> Cr <sup>+</sup>	17	18	12
Mangan	<sup>55</sup> Mn <sup>+</sup>	32	34	5
Kobalt	<sup>59</sup> Co <sup>+</sup>	19	21	7
Çinko	<sup>66</sup> Zn <sup>+</sup>	69	57	11
Arsenik	<sup>75</sup> As <sup>+</sup>	77	76	5
Stronsiyum	<sup>88</sup> Sr <sup>+</sup>	243	297	7
Molibden	<sup>98</sup> Mo <sup>+</sup>	97	134	9
Gümüş	<sup>107</sup> Ag <sup>+</sup>	2,8	3,5	16
Kadmiyum	<sup>114</sup> Cd <sup>+</sup>	10	13	22
Baryum	<sup>138</sup> Ba <sup>+</sup>	47	74	17
Kurşun	<sup>208</sup> Pb <sup>+</sup>	27	31	8

<sup>a</sup>Milyarda kısım (ppb) olarak derişim.

<sup>b</sup>10 tayinle elde edilmiştir.



**Şekil 3.** Nadir toprak elementleri için ICP-MS spektrumu.

#### 1.3.3.4. İzotop Oran Ölçümleri

İzotop oranlarının ölçümü, fen bilimleri ve tıpta ciddi bir öneme sahiptir. Örneğin arkeolog ve jeologlar, tarihi eserlerin ve çeşitli birikimlerin yaşlarını belirlemek için bu tür verileri kullanırlar. Kimyacılar ve tıpçılar izotopik bakımdan zenginleştirilmiş maddeleri çeşitli türden çalışmalarda izleyici olarak kullanılırlar. Bu çalışmalar, izotop oranı ölçümlerine dayanır. İzotop oran ölçümleri, bir yada daha fazla elektriksel olarak ısıtılmış tel üzerinde numunelerin ayrıştırıldığı, atomlaştırıldığı ve iyonlaştırıldığı termal atomlaştırma ve iyonlaştırmaya dayalı olmuştur. Bu şekilde oluşturulan iyonlar daha sonra izotopik oranların ölçüldüğü çift odaklamalı bir kütle spektrometreye taşınır (Douglas vd., 1997; Olesik, 1991).

#### 1.4. Yerli ve Yabancı Süt Örneklerinin Ağır Metal ve Mineral Madde İçerikleri

Türkiye’de elde edilen sütlerin fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri bölgesel şartlara göre değişebilmekte, bu sütlerden yapılan mamullerin kaliteleri ve mineral madde düzeyleri de farklılık arz etmektedir. Sütteki eser elementlerin miktarı, süt hayvanlarının yetiştiğı topraklar üzerindeki bitkileri yemesi sonucu farklılık göstermektedir. Hayvanlar yemlerle birlikte toprak kaynaklı toksik metalleri de vücuduna almaktadır. Her ne kadar sütte bulunan eser elementlerin ilk kaynağı yiyeceklerse de sudan, insektisitlerden ve ilaç artıklarından, mandıralardaki ekipmanlardan ve metal kaplardan kontaminasyona uğradığı kantitatif olarak tayin edilebilmiştir (Mata vd., 1995). Türkiye’nin çeşitli bölgelerinde yapılan süt ve süt ürünlerine ait bazı çalışmalar aşağıda sıralanmıştır.

Çevre koşullarının, mevsimsel değişimin ve beslemede kullanılan yemin, sütün ağır metal içeriğine etkisini incelemek üzere gerçekleştirilen araştırmada (Anonymous, 1978) kış dönemine ait süt örneklerinde Pb ve Cd içeriklerinin daha yüksek olduğu, Fe, Cu ve Zn düzeylerinde önemli bir değişimin olmadığı belirtilmiştir. Bununla birlikte yaz ve kış mevsiminde hayvan beslemede kullanılan yem türünün sütün metal içeriğine etki ettiği belirlenmiştir. Özellikle Pb, Fe, Cu ve Zn düzeyinin kışlık yemlerde daha yüksek olduğu dolayısıyla bu artışın kış sütlerine de yansıdığı saptanmıştır. Yemleme ile hayvanın absorbe ettiği toplam metal miktarı, her elementin yemin bünyesinde

bulunduğu forma bağlı olduğu ifade edilerek; her elementin absorbe olma miktarının, hızının, vücutta tutulma oranının ve salgılanma oranının farklı olduğu belirtilmiştir. Böylece yem ile aynı oranda bünyeye alınan her elementin süte geçiş düzeyinin de aynı olmadığı açıklanmıştır.

Özrenk (2002), Van merkez ve ilçelerden olmak üzere toplam 12 farklı bölgede kış ve yaz dönemlerinde sütlerin ağır metal düzeylerini incelemiştir. Araştırmacı, 36 süt örneğinde Pb'un (0,001-0,007 ppm) en fazla kış döneminde tespit edildiğini, Al değerlerinde (0,060-1,470 ppm) mevsimsel bir fark olmadığını belirlemiştir. Benzer şekilde sütlerdeki Pb miktarları bölgesel farklılıklar göstermezken, trafiğin yoğun olduğu bölgelerdeki Al miktarının (0,716 ppm), kırsal bölgelerdekilerden (0,618 ppm) fazla olduğunu tespit etmiştir. Araştırmacı Fe (0,050-0,890 ppm), Cu (0,182-0,157 ppm) ve Ni (0-36 µg/L) değerlerinde mevsimsel ve bölgesel farklılıkların önemsiz olduğunu bildirmiştir.

Gültekin (1998), Bursa ili ve çevresinde 3 farklı bölgede (trafik yoğunluklu bölge, sanayi bölgesi ve kırsal alan) çiğ süt örneklerinde ağır metaller ve mineral maddeler üzerine çalışma yapmıştır. Ağır metallerden Pb, As, Cu, Fe, Hg ve Zn, mineral maddelerden Ca ve Mg düzeyleri tespit edilmiştir. Trafik yoğunluklu bölge, sanayi bölgesi ve kırsal kesime ait sütlerde ortalama değerler sırasıyla Pb: 0.032, 0.049, 0.018; As: 0.05, 0.04, 0.0; Cu: 0.58, 0.96, 0.39; Fe: 1.78, 4.27, 1.01; Zn: 4.49, 5.01, 3.77; Hg: 0.0; Ca: 1180, 1256, 1223; Mg: 98.8, 97.2, 102.8 mg/kg'dır. Elde edilen sonuçlara göre ağır metal kirlenmesi yönünden sanayi bölgesine ait süt örneklerinin metal içeriği diğer bölgelere nazaran daha yüksek bulunmuştur. Trafik yoğunluklu bölgenin süt örneklerinde de metal içeriği kırsal kesimin süt örneklerinin ağır metal düzeylerine göre daha yüksek tespit edilmiştir.

Akın vd. (2003), Konya'da 11 farklı bölgeden topladıkları süt örneklerini Al, As, Cd, Se ve Pb bakımından incelemişler ve tespit edilen Al (2,518-9,130 mg/kg) ve Pb (1,128-0,228 mg/L) miktarının bütün örneklerde, Cd değerlerinin (0,002-0,037 mg/kg) ise 8 örnekte izin verilen değerlerin üzerinde olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar trafiğin yoğun olduğu bölgelerde ve sanayi bölgelerinde ağır metal kontaminasyonunun daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Rodriguez vd. (2001), çiğ ve sterilize inek sütünü Se, Fe, Cu , Zn, Na, K, Ca ve Mg mineralleri yönünden karşılaştırmışlardır. Çiğ inek sütünde Se 16,44 (6,8-28,6) ; Fe 0,515 (0,19-1,00); Cu 0,076 (0,03-0,16); Zn 4,41 (2,3-6,6); Na 534,1 (278-870); K 1424 (1035-1874); Ca 1653 (1196-2236); Mg 113,9 (71,5-159,4) mg/L olarak vermişlerdir. Sterilize inek sütündeki ortalama Fe 0,170 ve Zn 3,06 mg/L değerleri, çiğ inek sütünden daha düşüktür. Se ve Cu değerleri benzerlik göstermekte, Na, K, Mg değerlerinde ise iki süt numuneleri arasında büyük bezerlikleri bulunduğunu belirtmişlerdir.

Özdemir vd. (2000), Erzurum ve yöresinde yaptıkları çalışmada, Erzurum'a ait 4 ilçe ve 3 yerleşim biriminden toplam 116 adet inek sütü örneğini, hem bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri hem de bir kısım mineral maddeler açısından incelemeye tabi tutmuşlardır. Yapılan mineral madde analizlerinde 100 g sütte ortalama 32,78 mg Na, 149,88 mg K, 145,21 mg Ca, 104,34 mg P, 26,89 mg Mg, 0,45 mg Zn, 0,028 mg Cu ve 0,040 mg Fe tespit edilirken, analiz edilen örneklerin hiçbirinde Hg, Pb, Cd ve As ağır metalleri bulunmamıştır. Özellikle sütteki Fe ve Cu düzeyinin yüksek olması, süt yağının oksidasyonunu arttırdığını ve tereyağı teknolojisinde tat ve aroma bozukluklarına neden olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca metallerin süt bakterilerinin fermantatif aktivitelerini de olumsuz yönde etkileyebileceğini bildirmişlerdir.

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Süt Numunelerinin Toplanması

Bu yüksek lisans çalışmamızda materyal olarak inek sütleri kullanılmıştır. İnek sütleri Trabzon ili Akçaabat ilçesine bağlı 16 farklı (Aykut (40°54'12.93" K; 39°27'49.14" D), Helvacı (40°59'31.59" K; 39°33'30.01" D), Erikli (40°54'57.93" K; 39°29'46.53" D), Düzköy (40°52'27.04" K; 39°25'30.71" D), Akçakale (41°04'44.88" K; 39°30'09.92" D), Demirkapı (40°54'49.87" K; 39°27'51.29" D), Acısu (Koryana) (40°56'23.20" K; 39°27'24.00" D), Yaylacık (Zorasa) (41°00'55.56" K; 39°34'45.65" D), Çiçeklidüz (40°58'43.43" K; 39°33'20.19" D), Esentepe (40°56'09.48" K; 39°34'23.37" D), Arpacılı (40°57'27.29" K; 39°28'53.03" D), Işıklar (40°53'46.36" K; 39°27'52.44" D), Adacık (41°02'35.32" K; 39°28'38.71" D), Osmanbaba (41°00'12.28" K; 39°35'31.21" D), Yeşiltepe (40°58'18.29" K; 39°30'22.69" D) ve Mersin (41°05'18.10" K; 39°28'28.82" D)) yerleşim yerlerinden temin edilmiştir. Sütler bu yerleşim yerlerinden iki farklı dönemde, kış (I.Dönem) ve yaz (II. Dönem) dönemlerinde alınmıştır. Her bir dönemde 64 adet olmak üzere toplam 128 adet süt örneği toplanmıştır. Paralel örneklerle beraber toplam 256 örnek analiz edilmiştir.

Örnekler; hayvanların beslenme durumları göz önünde bulundurularak iki ayrı dönemde toplanmıştır. Birinci dönem; hayvanın kuru yemle beslendiği, ahırda tutulduğu kış dönemidir. Bu dönemdeki süt ve ürünlerini toplama işlemi Kasım-Aralık-Ocak aylarını kapsamaktadır. İkinci dönem ise; hayvanın yeşil otlarla beslendiği, çayır-meraya çıkarıldığı dönemdir. Bu dönem Haziran-Temmuz-Ağustos aylarını kapsamaktadır. Belirtilen yerleşim yerlerinden homojen bir şekilde 100 mL'lik PTFE (PoliTri Flora Etilen) içerisine alınan süt örnekleri analiz edilmek üzere -18° C'lik dondurucuda muhafaza edilmiştir.

### 2.2. Yöntem (Süt Numunelerinin Analize Hazırlanması)

-18° C'lik derin dondurucudan alınan dondurulmuş süt örnekleri oda sıcaklığında iyice karıştırılmıştır. Örneklerin mikrodalga fırında analiz için hazırlanmaları aşamasında süt örneklerinden mikro pipet yardımıyla 2,00 mL alınarak cihaza ait teflon

numune kaplarına konulmuş, basınçlı mikrodalga sisteminde yüksek sıcaklık ve basınçta analiz için hazır hale getirilmişlerdir. Bu çalışma için Millestone marka Ethos EZ model mikrodalga numune hazırlama sistemi kullanılmıştır. Numunelerin üzerine, 4,00 mL %65'lik der. HNO<sub>3</sub> ve 2,00 mL %30'luk hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) eklenerek, cihaz 180° C sıcaklıkta ve 270 bar basınçta çözünürleştirilmiştir. Yakma işlemi sonunda teflon kaplar 5-10 dakika kadar fırında bekletilerek, daha sonra çeker ocak altında 15-20 dakika soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan kaplar dikkatlice açılarak numuneler, kapak ve teflon kap iç duvarı deiyonize su ile yıkanarak tek tek 25,00 mL'lik balon jöjelere filtre kağıdından süzülerek alınmıştır. Hacimleri 25,00 mL'ye ultra saf su ile tamamlanmıştır. Bu yöntemle, numuneler berrak sıvı hale dönüşmüş, ağır metal analizi için hazır hale gelmiştir. Ayrıca, teflon numune kaplarına örnek konulmaksızın 2,00 mL ultra saf su, 4,00 mL nitrik asit ve 2,00 mL hidrojen peroksit konularak "kör" (blank) hazırlanmıştır. Analizi yapılacak numuneler ölçüm işlemine kadar oda sıcaklığında numune saklama dolabına yerleştirilmiştir. Bu işlemler KTÜ Fen Fakültesi Kimya Araştırma Laboratuvarında yapılmıştır.

Ağır metal düzeylerinin ölçümü, Gümüşhane Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı'nda Agilent 7700 model ICP-MS (İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektroskopisi) cihazında çoklu element referansı ile yöntem oluşturularak yapılmıştır.

### 3. BULGULAR

Trabzon ili Akçaabat ilçesine bağlı Aykut, Helvacı, Erikli, Düzköy, Akçakale, Demirkapı, Acısu (Koryana), Yaylacık (Zorasa), Çiçeklidüz, Esentepe, Arpacılı, Işıklar, Adacık, Osmanbaba, Yeşiltepe ve Mersin yerleşim yerinden iki farklı dönemde, kış (I. Dönem) ve yaz (II. Dönem) dönemlerinde temin edilen süt örneklerinin ICP-MS ile yapılan analizleri sonucunda elde edilen değerler aşağıda tablo ve grafikler şeklinde verilmiştir.

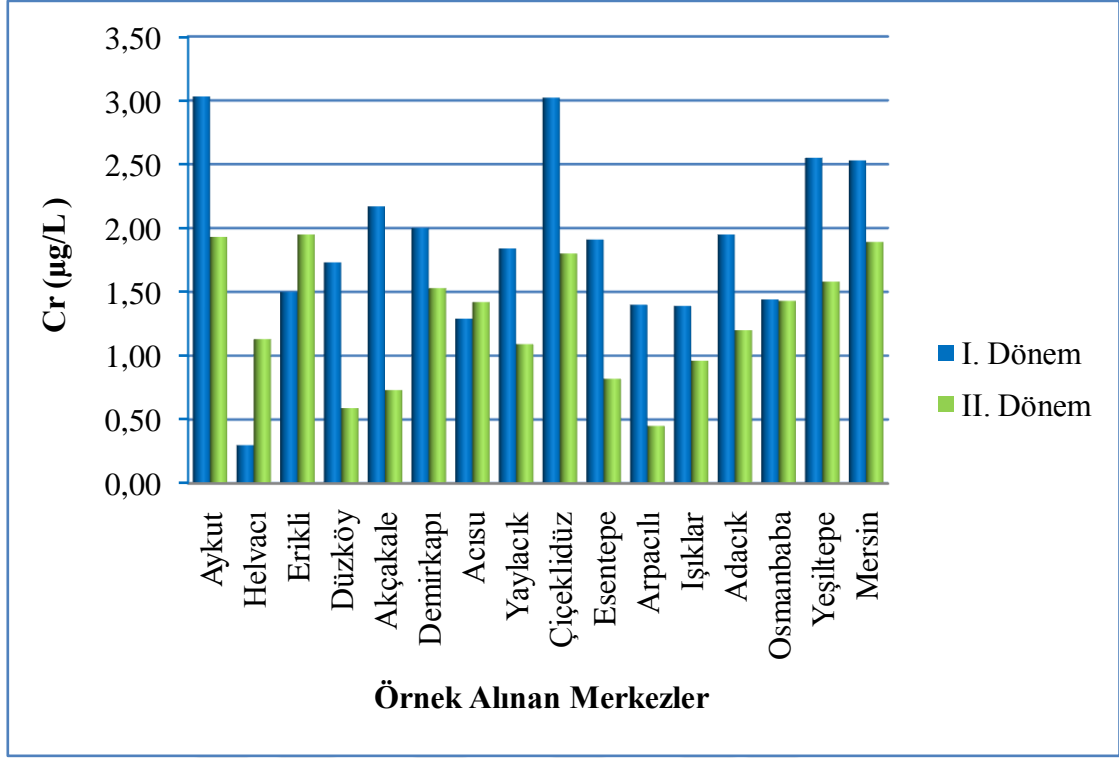
#### 3.1. Krom

Elde edilen sonuçlar Tablo 2 içerisinde verilmiştir. Bu sonuçlara göre krom miktarına bakıldığında en yüksek değer  $3,02 \pm 0,70$   $\mu\text{g/L}$  (I. Dönem) Çiçeklidüz’de, en düşük değer  $0,30 \pm 0,32$   $\mu\text{g/L}$  (I. Dönem) Helvacı’da elde edilmiştir. Krom miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği Şekil 4’te verilmiştir.

**Tablo 2.** Krom miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi

Sıra No	Yerleşim Yeri	I. Dönem Cr ( $\mu\text{g/L}$ )	II. Dönem Cr ( $\mu\text{g/L}$ )
1	Aykut	$3,03 \pm 0,42$	$1,93 \pm 0,43$
2	Helvacı	$0,30 \pm 0,32$	$1,13 \pm 0,21$
3	Erikli	$1,50 \pm 0,76$	$1,95 \pm 0,69$
4	Düzköy	$1,73 \pm 0,32$	$0,59 \pm 0,64$
5	Akçakale	$2,17 \pm 0,38$	$0,73 \pm 0,60$
6	Demirkapı	$2,00 \pm 0,74$	$1,53 \pm 0,38$
7	Acısu	$1,29 \pm 0,42$	$1,42 \pm 0,68$
8	Yaylacık	$1,84 \pm 1,42$	$1,09 \pm 0,55$
9	Çiçeklidüz	$3,02 \pm 0,70$	$1,80 \pm 0,33$
10	Esentepe	$1,91 \pm 0,56$	$0,82 \pm 0,49$
11	Arpacılı	$1,40 \pm 0,53$	$0,45 \pm 0,31$
12	Işıklar	$1,39 \pm 0,37$	$0,96 \pm 0,15$
13	Adacık	$1,95 \pm 0,99$	$1,20 \pm 0,84$
14	Osmanbaba	$1,44 \pm 1,28$	$1,43 \pm 1,03$
15	Yeşiltepe	$2,55 \pm 0,75$	$1,58 \pm 0,09$
16	Mersin	$2,53 \pm 0,51$	$1,89 \pm 1,02$
<b>Ortalama</b>		$1,88 \pm 0,66$	$1,29 \pm 0,53$





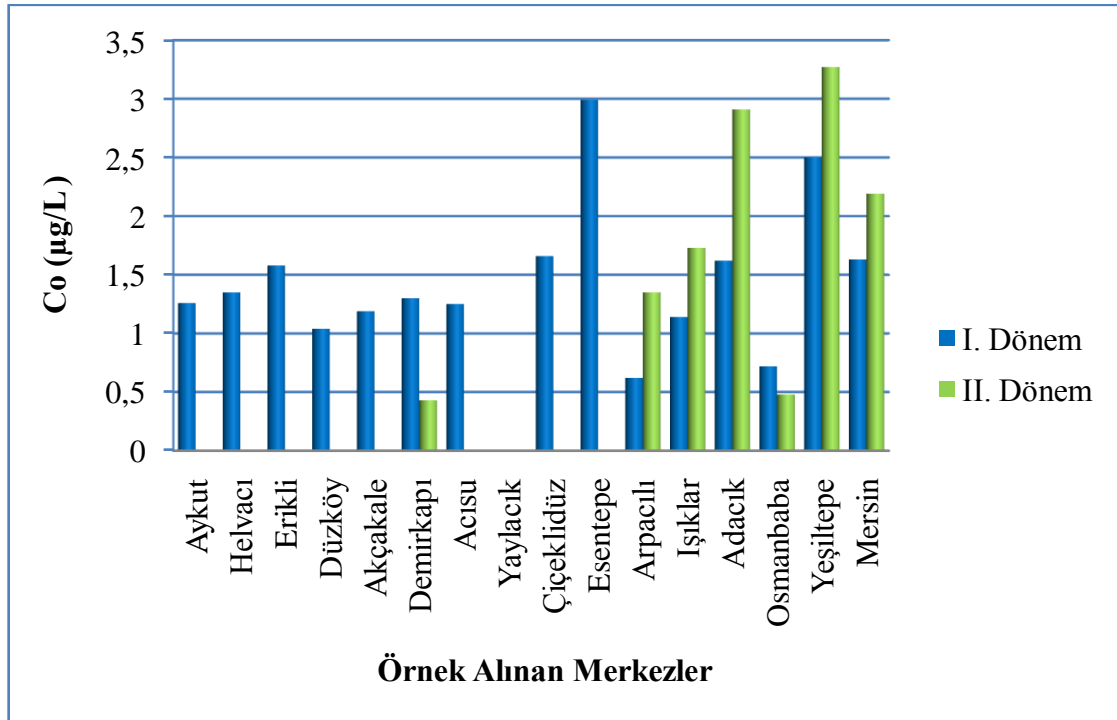
Şekil 4. Krom miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği.

### 3.2. Kobalt

Elde edilen sonuçlar Tablo 3 içerisinde verilmiştir. Bu sonuçlara göre kobalt miktarına bakıldığında en yüksek değer  $3,27 \pm 1,12 \mu\text{g/L}$  (II. Dönem) Yeşiltepe’de iken Yaylacık (I. ve II. Dönem), Aykut (II. Dönem), Helvacı (II. Dönem), Erikli (II. Dönem), Düzköy (II. Dönem), Akçakale (II. Dönem), Acısu (II. Dönem), Çiçeklidüz (II. Dönem) ve Esentepe (II. Dönem) yerleşim yerlerinde ise tayin sınırının altında olduğu tespit edilmiştir. Kobalt miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği Şekil 5’te verilmiştir.

**Tablo 3.** Kobalt miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi

Sıra No	Yerleşim Yeri	I. Dönem Co (µg/L)	II. Dönem Co (µg/L)
1	Ayktut	1,26 ± 0,05	-
2	Helvacı	1,35 ± 0,05	-
3	Erikli	1,58 ± 0,07	-
4	Düzköy	1,04 ± 0,01	-
5	Akçakale	1,19 ± 0,13	-
6	Demirkapı	1,30 ± 0,12	0,43 ± 0,04
7	Acısu	1,25 ± 0,14	-
8	Yaylacık	-	-
9	Çiçeklidüz	1,66 ± 2,14	-
10	Esentepe	2,99 ± 0,58	-
11	Arpacılı	0,62 ± 0,11	1,35 ± 0,12
12	Işıklar	1,14 ± 0,31	1,73 ± 0,43
13	Adacık	1,62 ± 0,08	2,91 ± 0,16
14	Osmanbaba	0,72 ± 0,29	0,48 ± 0,19
15	Yeşiltepe	2,50 ± 0,52	3,27 ± 1,12
16	Mersin	1,63 ± 0,13	2,19 ± 0,47
<b>Ortalama</b>		1,36 ± 0,30	0,77 ± 0,15



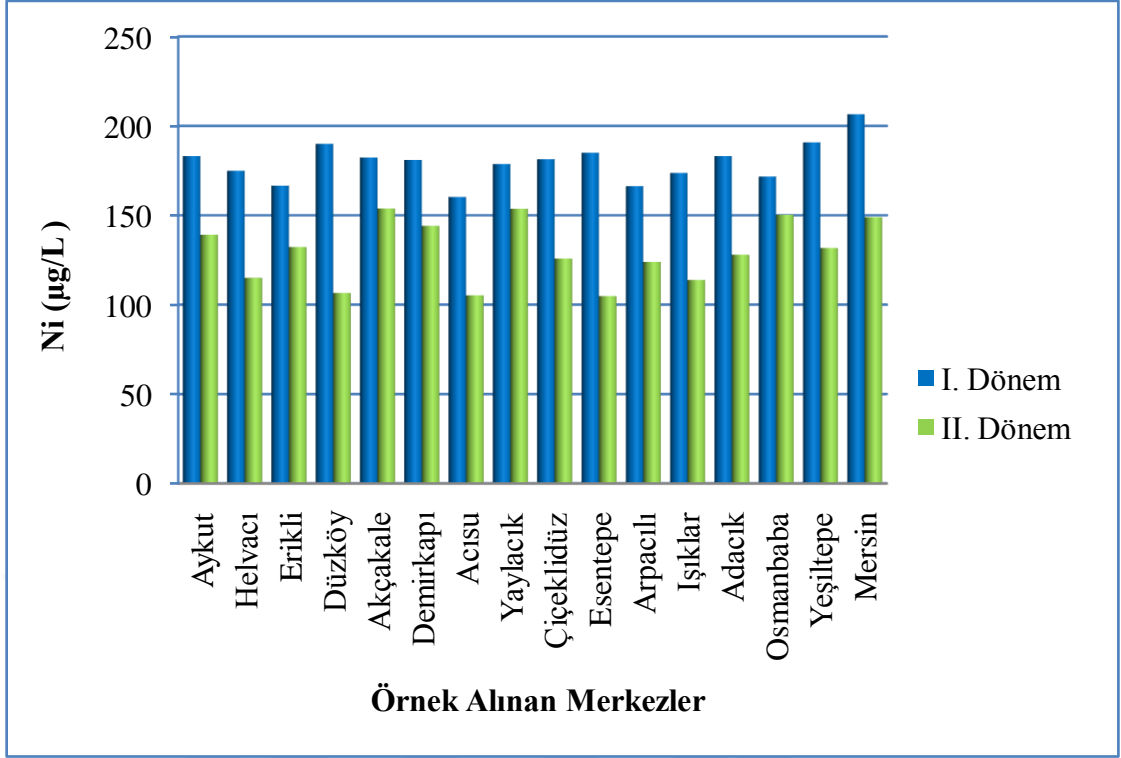
**Şekil 5.** Kobalt miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği.

### 3.3. Nikel

Elde edilen sonuçlar Tablo 4 içerisinde verilmiştir. Bu sonuçlara göre nikel miktarına bakıldığında en yüksek değer  $206,52 \pm 9,05$   $\mu\text{g/L}$  (I. Dönem) Mersin’de, en düşük değer  $104,85 \pm 8,64$   $\mu\text{g/L}$  (II. Dönem) Esentepe’de elde edilmiştir. Nikel miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği Şekil 6’da verilmiştir.

**Tablo 4.** Nikel miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi

Sıra No	Yerleşim Yeri	I. Dönem Ni ( $\mu\text{g/L}$ )	II. Dönem Ni ( $\mu\text{g/L}$ )
1	Aykut	$183,05 \pm 10,98$	$139,1 \pm 12,98$
2	Helvacı	$174,86 \pm 9,59$	$114,95 \pm 7,62$
3	Erikli	$166,48 \pm 15,45$	$132,18 \pm 17,18$
4	Düzköy	$189,91 \pm 5,36$	$106,49 \pm 9,44$
5	Akçakale	$182,34 \pm 10,25$	$153,81 \pm 13,50$
6	Demirkapı	$180,95 \pm 5,98$	$144,12 \pm 13,12$
7	Acısu	$160,27 \pm 13,48$	$105,25 \pm 9,21$
8	Yaylacık	$178,65 \pm 15,6$	$153,65 \pm 7,18$
9	Çiçeklidüz	$181,3 \pm 9,29$	$125,75 \pm 10,89$
10	Esentepe	$184,95 \pm 8,64$	$104,85 \pm 8,64$
11	Arpacılı	$166,26 \pm 16,71$	$123,88 \pm 12,19$
12	Işıklar	$173,63 \pm 17,89$	$113,77 \pm 5,65$
13	Adacık	$183,12 \pm 18,91$	$127,88 \pm 13,33$
14	Osmanbaba	$171,66 \pm 15,29$	$150,27 \pm 10,22$
15	Yeşiltepe	$190,7 \pm 16,85$	$131,65 \pm 9,93$
16	Mersin	$206,52 \pm 9,05$	$148,96 \pm 9,95$
<b>Ortalama</b>		$179,67 \pm 12,46$	$129,79 \pm 10,69$



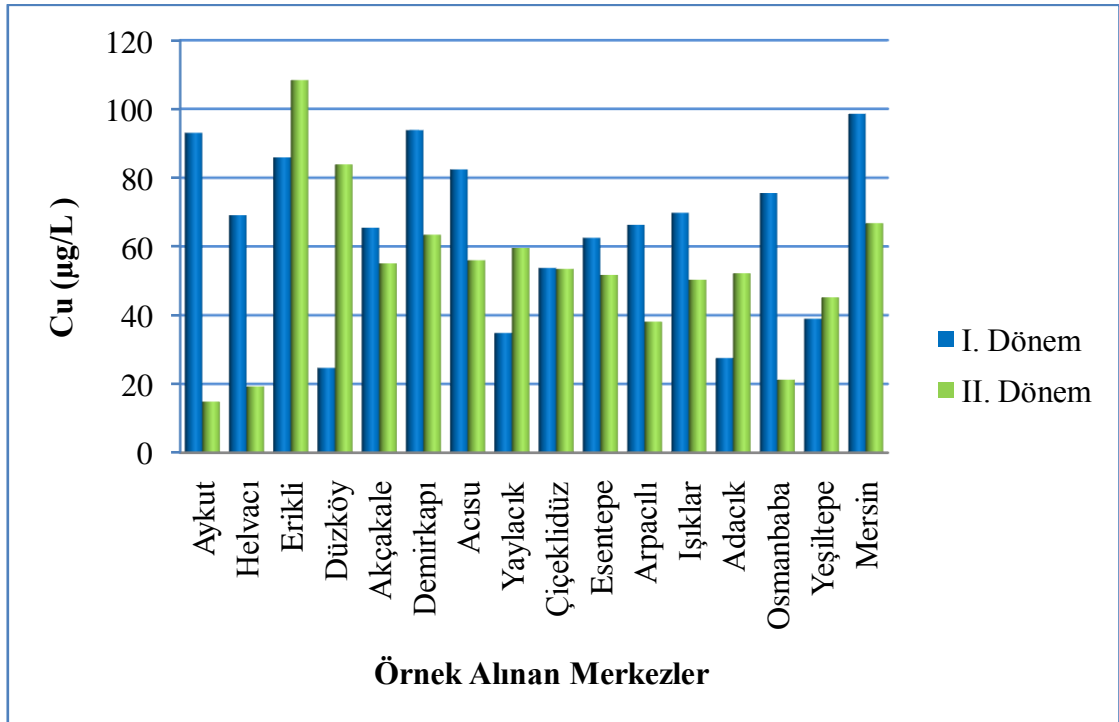
Şekil 6. Nikel miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği.

### 3.4. Bakır

Elde edilen sonuçlar Tablo 5 içerisinde verilmiştir. Bu sonuçlara göre bakır miktarına bakıldığında en yüksek değer  $108,35 \pm 26,15 \mu\text{g/L}$  (II. Dönem) Erikli’de, en düşük değer  $14,86 \pm 1,83 \mu\text{g/L}$  (II. Dönem) Aykut’da elde edilmiştir. Bakır miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği Şekil 7’de verilmiştir.

**Tablo 5.** Bakır miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi

Sıra No	Yerleşim Yeri	I. Dönem Cu ( $\mu\text{g/L}$ )	II. Dönem Cu ( $\mu\text{g/L}$ )
1	Ayktut	93,02 $\pm$ 8,53	14,86 $\pm$ 1,83
2	Helvacı	69,10 $\pm$ 7,36	19,28 $\pm$ 1,49
3	Erikli	85,93 $\pm$ 10,15	108,35 $\pm$ 16,15
4	Düzköy	24,67 $\pm$ 1,81	83,85 $\pm$ 4,71
5	Akçakale	65,48 $\pm$ 5,40	55,07 $\pm$ 3,45
6	Demirkapı	93,85 $\pm$ 2,86	63,40 $\pm$ 3,86
7	Acısu	82,37 $\pm$ 6,42	55,97 $\pm$ 8,93
8	Yaylacık	34,85 $\pm$ 2,84	59,56 $\pm$ 3,90
9	Çiçeklidüz	53,73 $\pm$ 1,64	53,47 $\pm$ 5,79
10	Esentepe	62,52 $\pm$ 4,04	51,70 $\pm$ 2,90
11	Arpacılı	66,32 $\pm$ 3,93	38,15 $\pm$ 11,93
12	Işıklar	69,78 $\pm$ 7,08	50,35 $\pm$ 7,30
13	Adacık	27,54 $\pm$ 9,76	52,22 $\pm$ 8,03
14	Osmanbaba	75,55 $\pm$ 5,71	21,27 $\pm$ 9,34
15	Yeşiltepe	38,96 $\pm$ 9,63	45,22 $\pm$ 4,38
16	Mersin	98,55 $\pm$ 13,83	66,75 $\pm$ 9,03
<b>Ortalama</b>		65,14 $\pm$ 6,31	51,84 $\pm$ 6,44



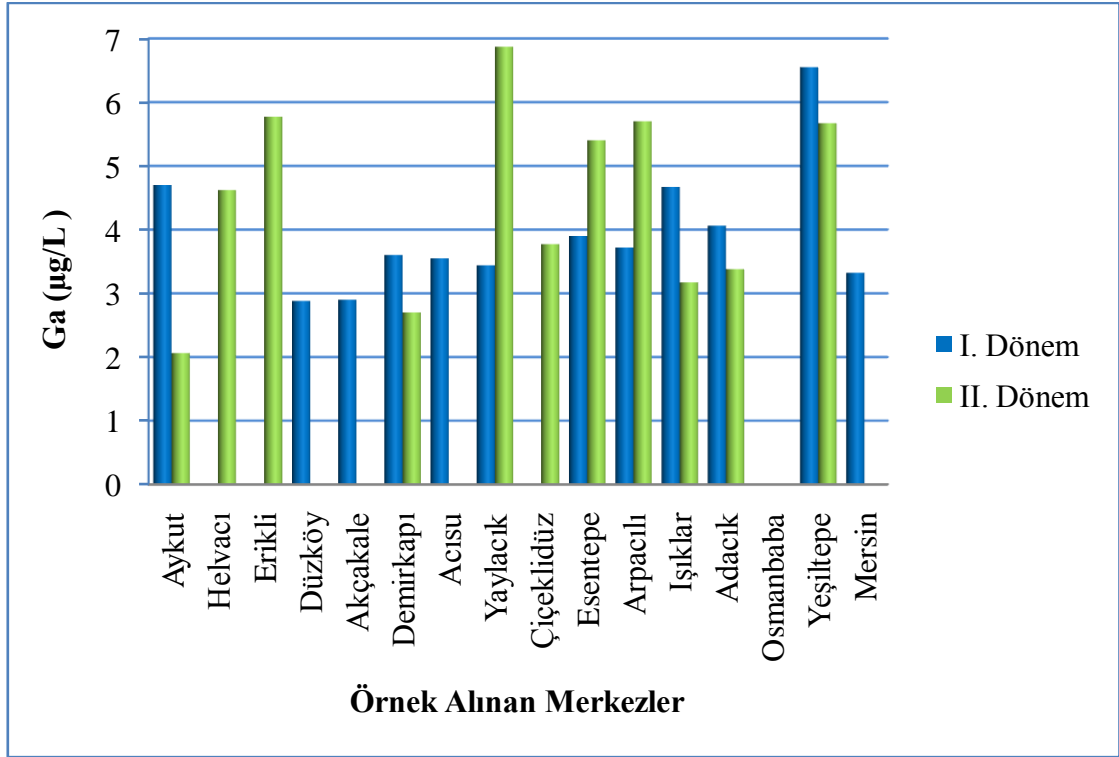
**Şekil 7.** Bakır miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği.

### 3.5. Galyum

Elde edilen sonuçlar Tablo 6 içerisinde verilmiştir. Bu sonuçlara göre galyum miktarına bakıldığında en yüksek değer  $6,87 \pm 1,06 \mu\text{g/L}$  (II. Dönem) Yaylacık'da iken Helvacı (I. Dönem), Erikli (I. Dönem), Düzköy (II. Dönem), Akçakale (II. Dönem), Acısu (II. Dönem), Çiçeklidüz (I. Dönem), Osmanbaba (I. ve II. Dönem) ve Mersin (II. Dönem) yerleşim yerlerinde ise tayin sınırının altında olduğu tespit edilmiştir. Galyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği Şekil 8'de verilmiştir.

**Tablo 6.** Galyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi

Sıra No	Yerleşim Yeri	I. Dönem Ga ( $\mu\text{g/L}$ )	II. Dönem Ga ( $\mu\text{g/L}$ )
1	Aykut	$4,70 \pm 1,95$	$2,06 \pm 0,62$
2	Helvacı	-	$4,62 \pm 1,02$
3	Erikli	-	$5,77 \pm 4,61$
4	Düzköy	$2,88 \pm 1,45$	-
5	Akçakale	$2,90 \pm 1,12$	-
6	Demirkapı	$3,60 \pm 0,75$	$2,70 \pm 0,44$
7	Acısu	$3,55 \pm 1,24$	-
8	Yaylacık	$3,44 \pm 1,30$	$6,87 \pm 1,06$
9	Çiçeklidüz	-	$3,77 \pm 1,82$
10	Esentepe	$3,90 \pm 2,15$	$5,40 \pm 1,57$
11	Arpacılı	$3,72 \pm 1,67$	$5,70 \pm 4,43$
12	Işıklar	$4,67 \pm 0,65$	$3,17 \pm 1,16$
13	Adacık	$4,06 \pm 0,65$	$3,38 \pm 0,96$
14	Osmanbaba	-	-
15	Yeşiltepe	$6,55 \pm 2,32$	$5,67 \pm 1,12$
16	Mersin	$3,32 \pm 1,42$	-
<b>Ortalama</b>		$3,94 \pm 1,04$	$4,47 \pm 1,17$



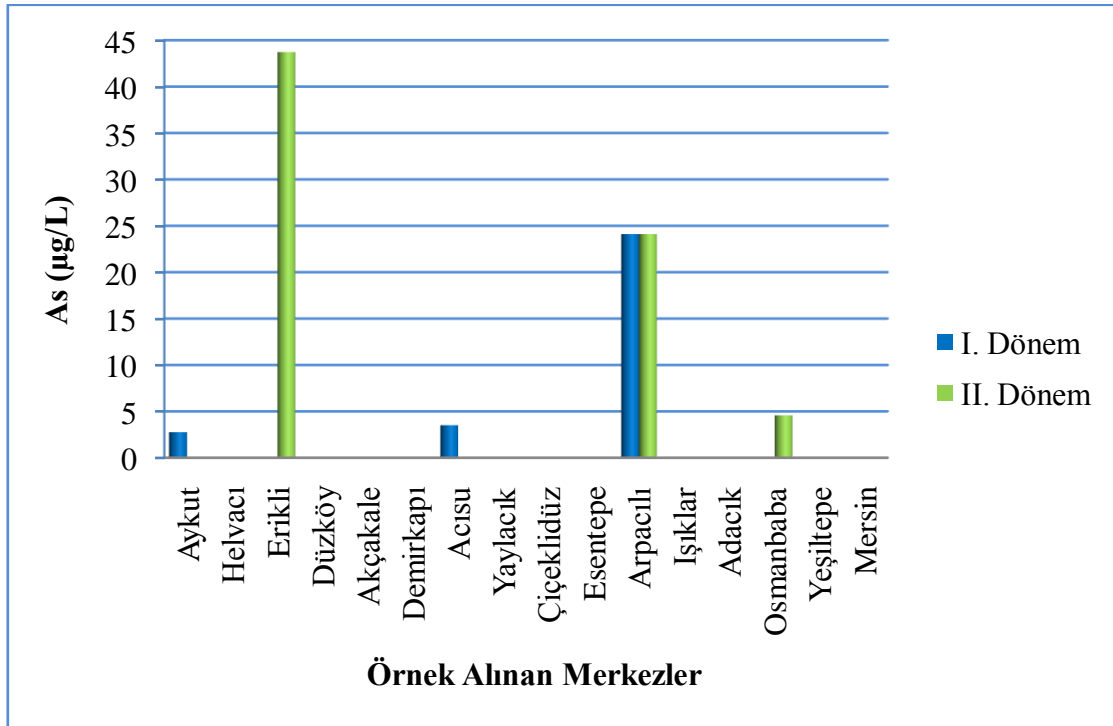
Şekil 8. Galyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği.

### 3.6. Arsenik

Elde edilen sonuçlar Tablo 7 içerisinde verilmiştir. Bu sonuçlara göre arsenik miktarına bakıldığında en yüksek değer  $43,72 \pm 0,27$  µg/L (II. Dönem) Erikli’de iken Aykut (I. Dönem), Acısu (I. Dönem), Arpacılı (I. ve II. Dönem), Osmanbaba (II. Dönem) dışında kalan tüm yerleşim yerlerinde ise tayin sınırının altında olduğu tespit edilmiştir. Arsenik miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği Şekil 9’da verilmiştir.

**Tablo 7.** Arsenik miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi

Sıra No	Yerleşim Yeri	I. Dönem As ( $\mu\text{g/L}$ )	II. Dönem As ( $\mu\text{g/L}$ )
1	Aykut	$2,75 \pm 0,27$	-
2	Helvacı	-	-
3	Erikli	-	$43,72 \pm 0,27$
4	Düzköy	-	-
5	Akçakale	-	-
6	Demirkapı	-	-
7	Acısu	$3,51 \pm 2,67$	-
8	Yaylacık	-	-
9	Çiçeklidüz	-	-
10	Esentepe	-	-
11	Arpacılı	$24,1 \pm 4,10$	$24,09 \pm 4,96$
12	Işıklar	-	-
13	Adacık	-	-
14	Osmanbaba	-	$4,57 \pm 2,74$
15	Yeşiltepe	-	-
16	Mersin	-	-
<b>Ortalama</b>		$1,89 \pm 0,18$	$4,52 \pm 0,49$



**Şekil 9.** Arsenik miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği.

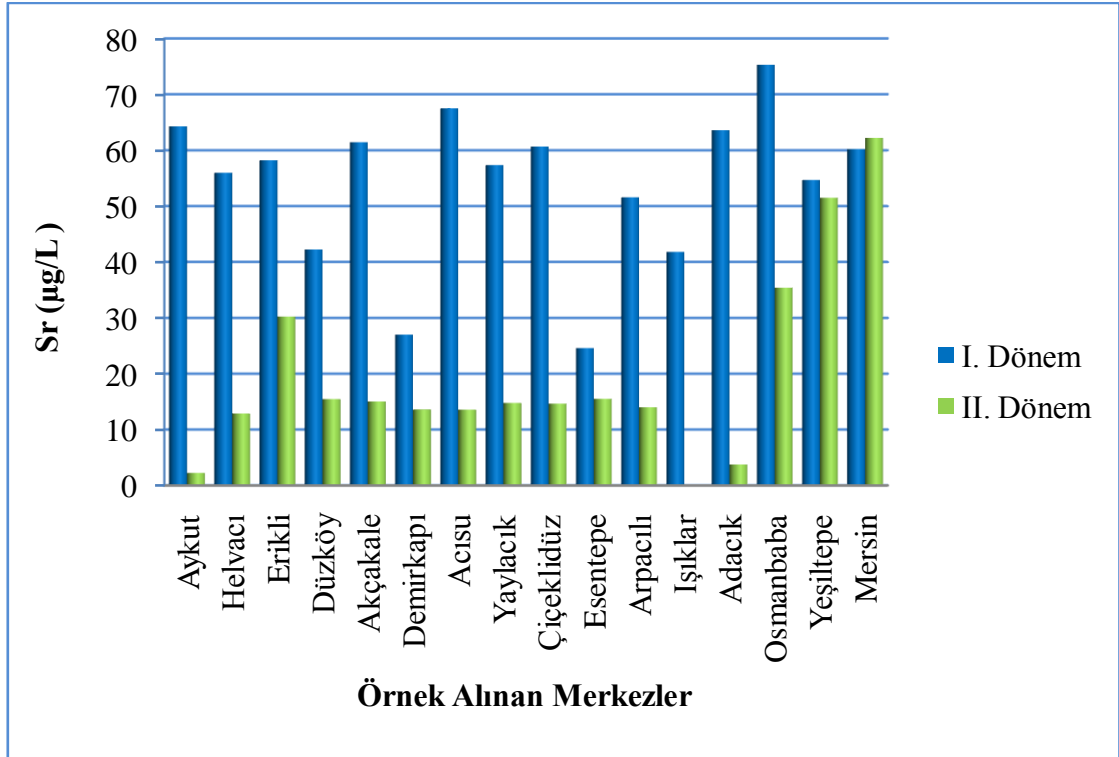


### 3.7. Stronsiyum

Elde edilen sonuçlar Tablo 8 içerisinde verilmiştir. Bu sonuçlara göre stronsiyum miktarına bakıldığında en yüksek değer  $75,28 \pm 4,26$   $\mu\text{g/L}$  (I. Dönem) ile Osmanbaba'da iken Işıklar (II. Dönem) yerleşim yerinde ise tayin sınırının altında olduğu tespit edilmiştir. Stronsiyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği Şekil 10'da verilmiştir.

**Tablo 8.** Stronsiyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi

Sıra No	Yerleşim Yeri	I. Dönem Sr ( $\mu\text{g/L}$ )	II. Dönem Sr ( $\mu\text{g/L}$ )
1	Aykut	$64,29 \pm 13,43$	$2,23 \pm 0,37$
2	Helvacı	$55,95 \pm 8,66$	$12,87 \pm 0,81$
3	Erikli	$58,22 \pm 11,02$	$30,22 \pm 3,16$
4	Düzköy	$42,22 \pm 2,84$	$15,45 \pm 0,84$
5	Akçakale	$61,44 \pm 5,77$	$15,02 \pm 1,71$
6	Demirkapı	$27,00 \pm 8,52$	$13,58 \pm 1,35$
7	Acısu	$67,52 \pm 9,26$	$13,55 \pm 1,67$
8	Yaylacık	$57,35 \pm 24,30$	$14,78 \pm 2,28$
9	Çiçeklidüz	$60,67 \pm 6,43$	$14,65 \pm 1,84$
10	Esentepe	$24,57 \pm 5,87$	$15,48 \pm 1,74$
11	Arpacılı	$51,55 \pm 10,28$	$14,00 \pm 2,39$
12	Işıklar	$41,78 \pm 5,65$	-
13	Adacık	$63,57 \pm 9,19$	$3,76 \pm 0,94$
14	Osmanbaba	$75,28 \pm 4,26$	$35,38 \pm 11,45$
15	Yeşiltepe	$54,67 \pm 13,69$	$51,48 \pm 2,00$
16	Mersin	$60,18 \pm 6,92$	$62,2 \pm 3,80$
<b>Ortalama</b>		$54,14 \pm 9,13$	$19,66 \pm 2,27$



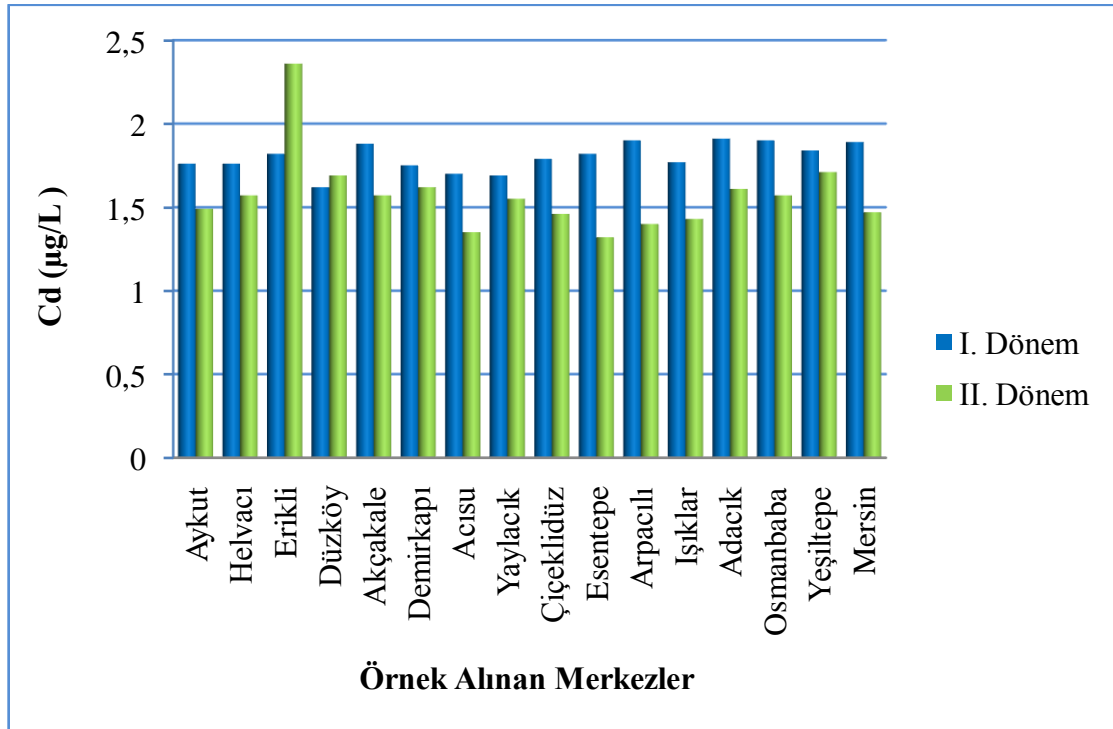
Şekil 10. Stronsiyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği.

### 3.8. Kadmiyum

Elde edilen sonuçlar Tablo 9 içerisinde verilmiştir. Bu sonuçlara göre kadmiyum miktarına bakıldığında en yüksek değer  $2,36 \pm 0,11$  µg/L (II. Dönem) Erikli’de, en düşük değer  $1,32 \pm 0,12$  µg/L (II. Dönem) Esentepe’de elde edilmiştir. Kadmiyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği Şekil 11’de verilmiştir.

**Tablo 9.** Kadmiyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi

Sıra No	Yerleşim Yeri	I. Dönem Cd ( $\mu\text{g/L}$ )	II. Dönem Cd ( $\mu\text{g/L}$ )
1	Ayut	1,76 $\pm$ 0,09	1,49 $\pm$ 0,12
2	Helvacı	1,76 $\pm$ 0,13	1,57 $\pm$ 0,18
3	Erikli	1,82 $\pm$ 0,08	2,36 $\pm$ 0,11
4	Düzköy	1,62 $\pm$ 0,42	1,69 $\pm$ 0,34
5	Akçakale	1,88 $\pm$ 0,02	1,57 $\pm$ 0,26
6	Demirkapı	1,75 $\pm$ 0,13	1,62 $\pm$ 0,30
7	Acısu	1,70 $\pm$ 0,17	1,35 $\pm$ 0,14
8	Yaylacık	1,69 $\pm$ 0,21	1,55 $\pm$ 0,34
9	Çiçeklidüz	1,79 $\pm$ 0,19	1,46 $\pm$ 0,15
10	Esentepe	1,82 $\pm$ 0,10	1,32 $\pm$ 0,12
11	Arpacılı	1,90 $\pm$ 0,06	1,40 $\pm$ 0,16
12	Işıklar	1,77 $\pm$ 0,22	1,43 $\pm$ 0,25
13	Adacık	1,91 $\pm$ 0,03	1,61 $\pm$ 0,30
14	Osmanbaba	1,90 $\pm$ 0,03	1,57 $\pm$ 0,19
15	Yeşiltepe	1,84 $\pm$ 0,03	1,71 $\pm$ 0,19
16	Mersin	1,89 $\pm$ 0,09	1,47 $\pm$ 0,18
<b>Ortalama</b>		<b>1,80 <math>\pm</math> 0,12</b>	<b>1,58 <math>\pm</math> 0,21</b>



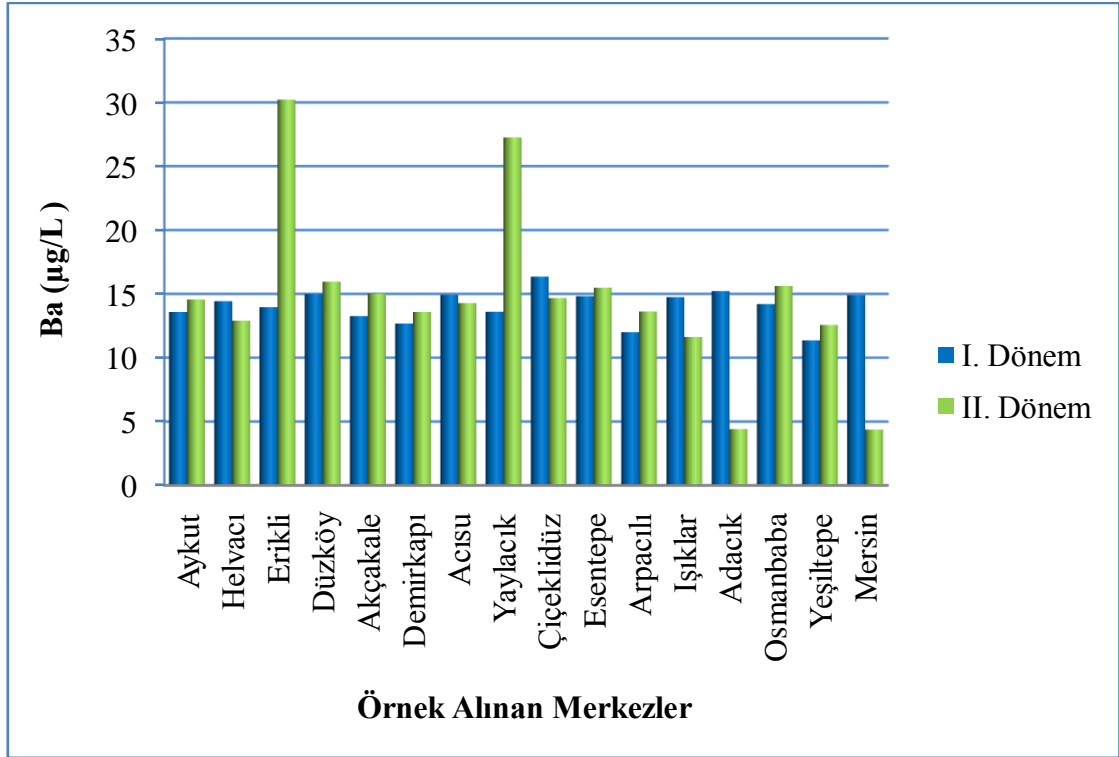
**Şekil 11.** Kadmiyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği.

### 3.9. Baryum

Elde edilen sonuçlar Tablo 10 içerisinde verilmiştir. Bu sonuçlara göre baryum miktarına bakıldığında en yüksek değer  $30,20 \pm 3,18$   $\mu\text{g/L}$  (II. Dönem) Erikli’de, en düşük değer  $4,41 \pm 2,05$   $\mu\text{g/L}$  (II. Dönem) Adacık’ta elde edilmiştir. Baryum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği Şekil 12’de verilmiştir.

**Tablo 10.** Baryum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi

Sıra No	Yerleşim Yeri	I. Dönem Ba ( $\mu\text{g/L}$ )	II. Dönem Ba ( $\mu\text{g/L}$ )
1	Aykut	$13,57 \pm 3,42$	$14,55 \pm 2,65$
2	Helvacı	$14,43 \pm 1,36$	$12,90 \pm 0,77$
3	Erikli	$13,95 \pm 1,94$	$30,20 \pm 3,18$
4	Düzköy	$15,00 \pm 2,52$	$15,95 \pm 2,42$
5	Akçakale	$13,25 \pm 1,65$	$15,02 \pm 1,71$
6	Demirkapı	$12,67 \pm 1,55$	$13,57 \pm 1,36$
7	Acısu	$14,92 \pm 1,52$	$14,27 \pm 2,03$
8	Yaylacık	$13,60 \pm 1,72$	$27,25 \pm 5,36$
9	Çiçeklidüz	$16,35 \pm 0,54$	$14,68 \pm 1,80$
10	Esentepe	$14,82 \pm 1,28$	$15,48 \pm 1,74$
11	Arpacılı	$12,00 \pm 0,86$	$13,62 \pm 2,24$
12	Işıklar	$14,75 \pm 2,09$	$11,62 \pm 0,60$
13	Adacık	$15,22 \pm 1,86$	$4,41 \pm 2,05$
14	Osmanbaba	$14,20 \pm 0,69$	$15,62 \pm 0,84$
15	Yeşiltepe	$11,35 \pm 3,64$	$12,56 \pm 2,57$
16	Mersin	$14,90 \pm 0,89$	$4,37 \pm 1,17$
<b>Ortalama</b>		$14,06 \pm 2,35$	$14,76 \pm 5,09$



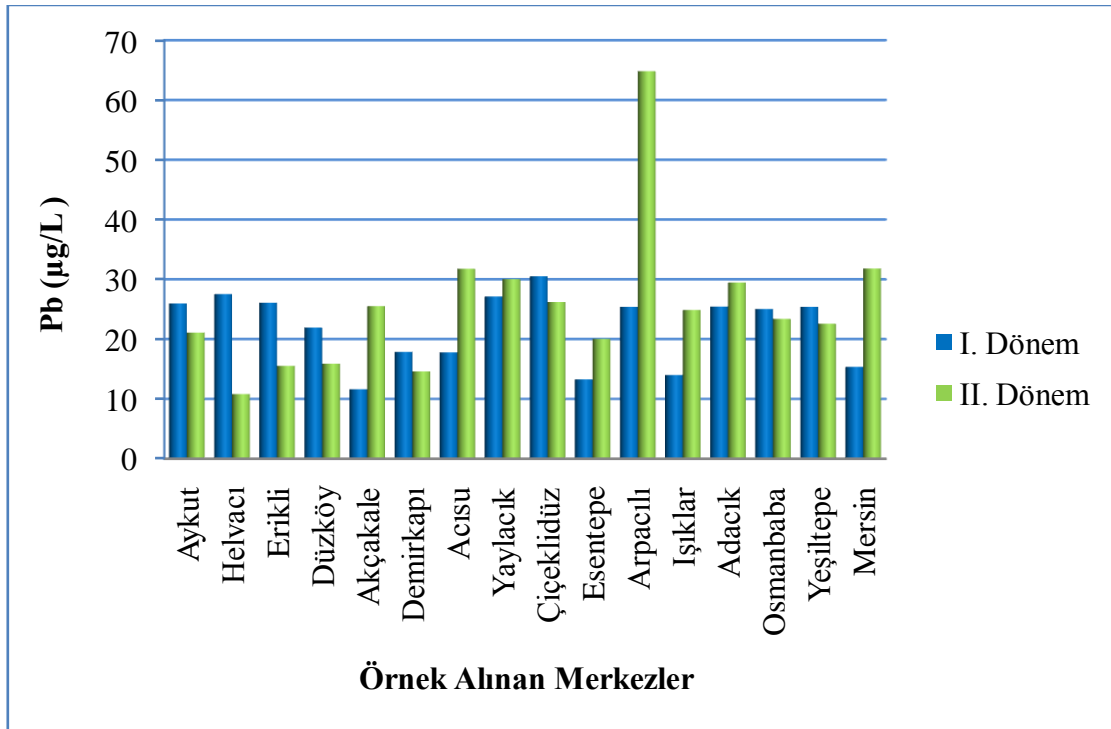
Şekil 12. Baryum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği.

### 3.10. Kurşun

Elde edilen sonuçlar Tablo 11 içerisinde verilmiştir. Bu sonuçlara göre kurşun miktarına bakıldığında en yüksek değer  $64,81 \pm 3,59$  µg/L (II. Dönem) Arpacılı'da, en düşük değer  $10,82 \pm 3,30$  µg/L (II. Dönem) Helvacı'da elde edilmiştir. Kurşun miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği Şekil 13'te verilmiştir.

**Tablo 11.** Kurşun miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi

Sıra No	Yerleşim Yeri	I. Dönem Pb ( $\mu\text{g/L}$ )	II. Dönem Pb ( $\mu\text{g/L}$ )
1	Aykut	25,95 $\pm$ 3,75	21,10 $\pm$ 2,79
2	Helvacı	27,52 $\pm$ 2,78	10,82 $\pm$ 3,30
3	Erikli	26,10 $\pm$ 5,09	15,52 $\pm$ 5,41
4	Düzköy	21,92 $\pm$ 3,11	15,87 $\pm$ 4,22
5	Akçakale	11,63 $\pm$ 1,57	25,51 $\pm$ 2,97
6	Demirkapı	17,87 $\pm$ 3,87	14,60 $\pm$ 5,91
7	Acısu	17,78 $\pm$ 2,60	31,77 $\pm$ 2,13
8	Yaylacık	27,15 $\pm$ 5,53	30,05 $\pm$ 2,08
9	Çiçeklidüz	30,52 $\pm$ 2,41	26,20 $\pm$ 5,69
10	Esentepe	13,27 $\pm$ 1,30	20,02 $\pm$ 4,91
11	Arpacılı	25,40 $\pm$ 4,90	64,81 $\pm$ 3,59
12	Işıklar	14,00 $\pm$ 2,26	24,87 $\pm$ 3,19
13	Adacık	25,42 $\pm$ 8,05	29,45 $\pm$ 5,06
14	Osmanbaba	25,02 $\pm$ 1,30	23,37 $\pm$ 5,44
15	Yeşiltepe	25,38 $\pm$ 5,89	22,57 $\pm$ 5,36
16	Mersin	15,35 $\pm$ 3,41	31,82 $\pm$ 6,79
<b>Ortalama</b>		21,89 $\pm$ 3,61	25,53 $\pm$ 4,3



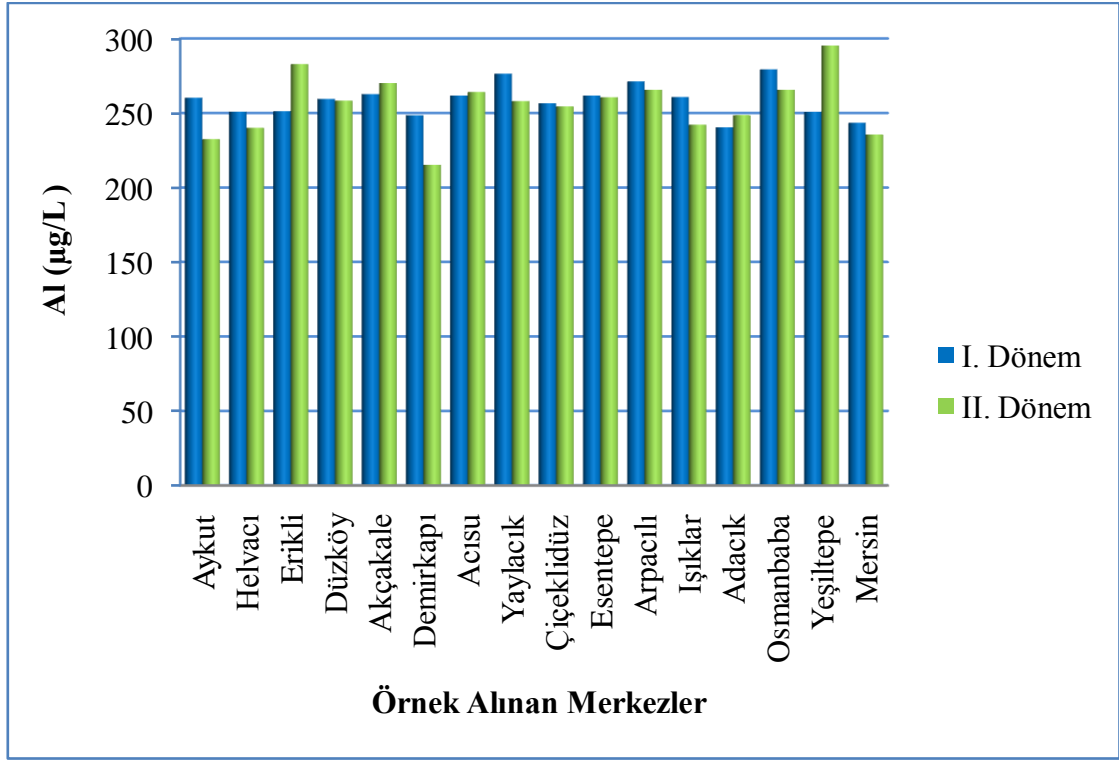
**Şekil 13.** Kurşun miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği.

### 3.11. Alüminyum

Elde edilen sonuçlar Tablo 12 içerisinde verilmiştir. Bu sonuçlara göre Alüminyum miktarına bakıldığında en yüksek değer  $295,27 \pm 13,87 \mu\text{g/L}$  (II. Dönem) Yeşiltepe’de, en düşük değer  $215,25 \pm 11,95 \mu\text{g/L}$  (II. Dönem) Demirkapı’da elde edilmiştir. Alüminyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği Şekil 14’te verilmiştir.

**Tablo 12.** Alüminyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi

Sıra No	Yerleşim Yeri	I. Dönem Al ( $\mu\text{g/L}$ )	II. Dönem Al ( $\mu\text{g/L}$ )
1	Aykut	$260,25 \pm 11,68$	$232,50 \pm 11,09$
2	Helvacı	$250,92 \pm 16,96$	$240,00 \pm 13,59$
3	Erikli	$251,25 \pm 14,24$	$282,75 \pm 11,14$
4	Düzköy	$259,45 \pm 9,52$	$258,3 \pm 16,28$
5	Akçakale	$262,72 \pm 16,15$	$270,07 \pm 14,76$
6	Demirkapı	$248,37 \pm 11,95$	$215,25 \pm 11,95$
7	Acısu	$261,70 \pm 13,90$	$264,07 \pm 7,10$
8	Yaylacık	$276,35 \pm 14,93$	$257,95 \pm 11,50$
9	Çiçeklidüz	$256,57 \pm 13,78$	$254,37 \pm 8,88$
10	Esentepe	$261,72 \pm 9,10$	$260,60 \pm 15,29$
11	Arpacılı	$271,25 \pm 12,22$	$265,60 \pm 14,82$
12	Işıklar	$260,70 \pm 15,72$	$242,17 \pm 14,42$
13	Adacık	$240,30 \pm 8,16$	$248,52 \pm 40,68$
14	Osmanbaba	$279,22 \pm 12,06$	$265,60 \pm 10,44$
15	Yeşiltepe	$250,77 \pm 10,08$	$295,27 \pm 13,87$
16	Mersin	$243,37 \pm 13,11$	$235,57 \pm 7,70$
<b>Ortalama</b>		$258,43 \pm 12,72$	$255,54 \pm 13,97$



Şekil 14. Alüminyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği.

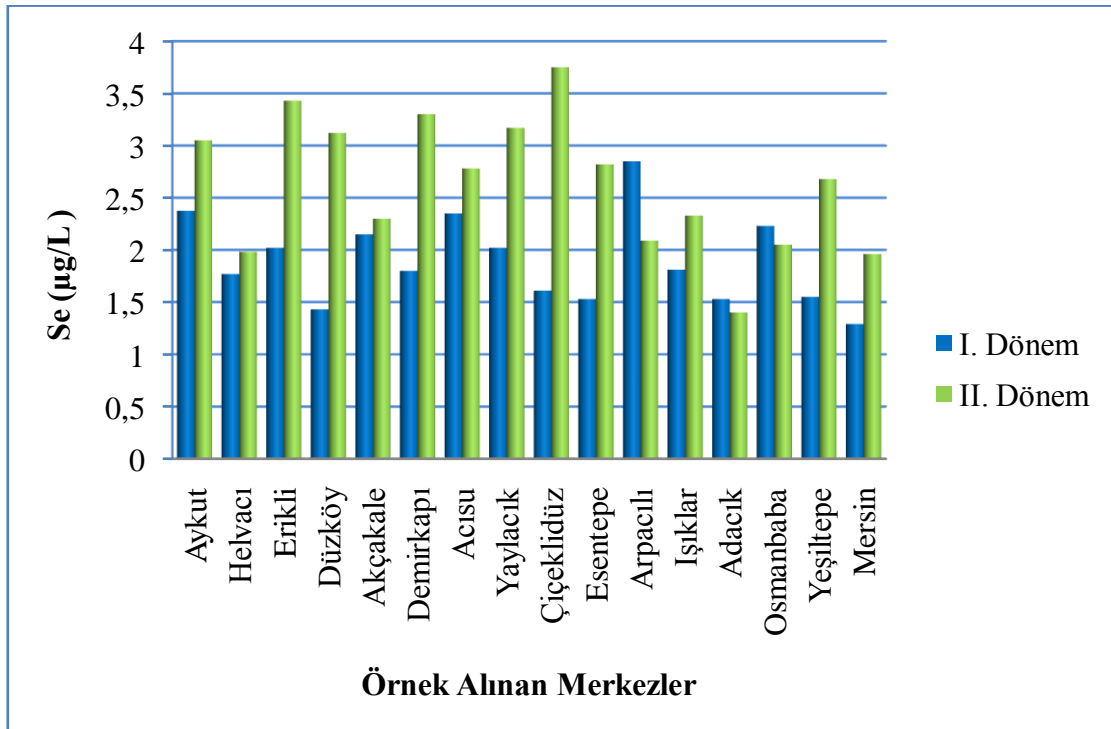
### 3.12. Selenyum

Elde edilen sonuçlar Tablo 13 içerisinde verilmiştir. Bu sonuçlara göre selenyum miktarına bakıldığında en yüksek değer  $3,75 \pm 0,73$  µg/L (II. Dönem) ile Çiçeklidüz’de, en düşük değer ise  $1,29 \pm 0,14$  µg/L (I. Dönem) ile Mersin’de elde edilmiştir. Selenyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği Şekil 15’te verilmiştir.



**Tablo 13.** Selenyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi

Sıra No	Yerleşim Yeri	I. Dönem Se ( $\mu\text{g/L}$ )	II. Dönem Se ( $\mu\text{g/L}$ )
1	Ayktut	2,37 $\pm$ 1,09	3,05 $\pm$ 0,94
2	Helvacı	1,77 $\pm$ 0,35	1,98 $\pm$ 0,77
3	Erikli	2,02 $\pm$ 0,41	3,43 $\pm$ 0,70
4	Düzköy	1,43 $\pm$ 0,25	3,12 $\pm$ 1,68
5	Akçakale	2,15 $\pm$ 0,47	2,30 $\pm$ 0,81
6	Demirkapı	1,80 $\pm$ 0,54	3,30 $\pm$ 1,38
7	Acısu	2,35 $\pm$ 0,31	2,78 $\pm$ 0,81
8	Yaylacık	2,02 $\pm$ 0,27	3,17 $\pm$ 1,21
9	Çiçeklidüz	1,61 $\pm$ 0,26	3,75 $\pm$ 0,73
10	Esentepe	1,53 $\pm$ 0,26	2,82 $\pm$ 1,06
11	Arpacılı	2,85 $\pm$ 0,67	2,09 $\pm$ 0,95
12	Işıklar	1,81 $\pm$ 0,59	2,33 $\pm$ 0,34
13	Adacık	1,53 $\pm$ 0,19	1,40 $\pm$ 0,13
14	Osmanbaba	2,23 $\pm$ 0,94	2,05 $\pm$ 1,03
15	Yeşiltepe	1,55 $\pm$ 0,48	2,68 $\pm$ 1,07
16	Mersin	1,29 $\pm$ 0,14	1,96 $\pm$ 1,42
<b>Ortalama</b>		1,89 $\pm$ 0,45	2,65 $\pm$ 1,06



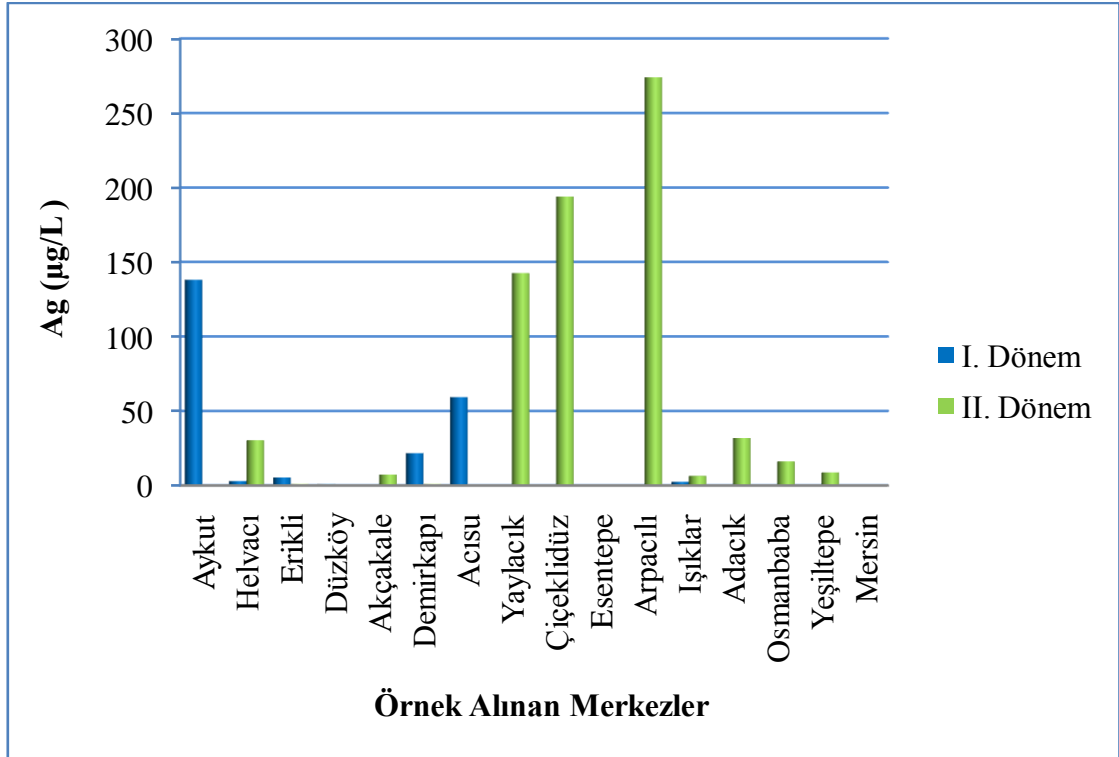
**Şekil 15.** Selenyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği.

### 3.13. Gümüş

Elde edilen sonuçlar Tablo 14 içerisinde verilmiştir. Bu sonuçlara göre gümüş miktarına bakıldığında en yüksek değer  $274,01 \pm 11,49 \mu\text{g/L}$  (II. Dönem) ile Arpacılı'da iken Düzköy (II. Dönem), Akçakale (I. Dönem), Yaylacık (I. Dönem), Çiçeklidüz (I. Dönem), Esentepe (I. Dönem), Arpacılı (I. Dönem), Adacık (I. Dönem), Osmanbaba (I. Dönem), Yeşiltepe (I. Dönem) ve Mersin (I. ve II. Dönem) yerleşim yerinde ise tayin sınırının altında olduğu tespit edilmiştir. Gümüş miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği Şekil 16'da verilmiştir.

**Tablo 14.** Gümüş miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi

Sıra No	Yerleşim Yeri	I. Dönem Ag ( $\mu\text{g/L}$ )	II. Dönem Ag ( $\mu\text{g/L}$ )
1	Aykut	$138,0 \pm 7,35$	$0,47 \pm 0,02$
2	Helvacı	$2,87 \pm 0,75$	$30,35 \pm 2,36$
3	Erikli	$5,30 \pm 0,98$	$0,95 \pm 0,04$
4	Düzköy	$0,90 \pm 0,08$	-
5	Akçakale	-	$7,20 \pm 1,02$
6	Demirkapı	$21,58 \pm 2,87$	$0,95 \pm 0,23$
7	Acısu	$59,25 \pm 6,11$	$0,51 \pm 0,08$
8	Yaylacık	-	$142,50 \pm 3,94$
9	Çiçeklidüz	-	$193,85 \pm 14,59$
10	Esentepe	-	$0,50 \pm 0,05$
11	Arpacılı	-	$274,01 \pm 11,49$
12	Işıklar	$2,35 \pm 0,27$	$6,37 \pm 1,24$
13	Adacık	-	$31,75 \pm 4,21$
14	Osmanbaba	-	$16,2 \pm 0,63$
15	Yeşiltepe	-	$8,72 \pm 1,95$
16	Mersin	-	-
<b>Ortalama</b>		$14,39 \pm 1,15$	$44,65 \pm 2,61$



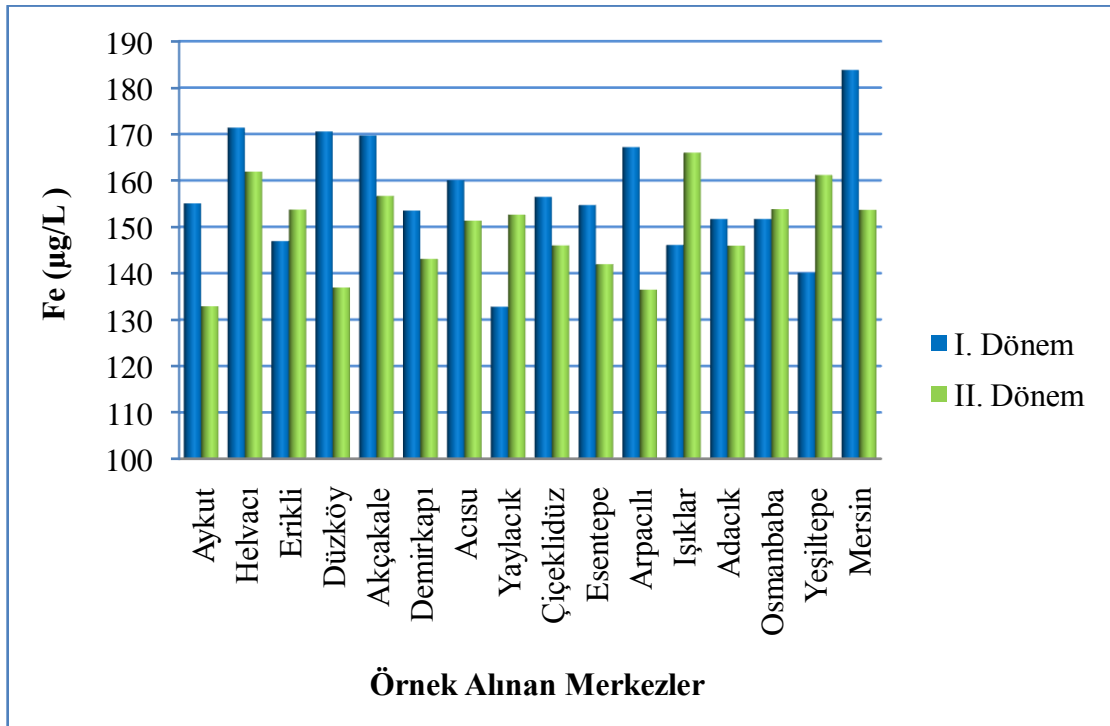
Şekil 16. Gümüş miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği.

### 3.14. Demir

Elde edilen sonuçlar Tablo 15 içerisinde verilmiştir. Bu sonuçlara göre demir miktarına bakıldığında en yüksek değer  $183,82 \pm 9,68$  µg/L (I. Dönem) Mersin’de, en düşük değer  $132,77 \pm 9,01$  µg/L (I. Dönem) Yaylacık’ta elde edilmiştir. Demir miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği Şekil 17’de verilmiştir.

**Tablo 15.** Demir miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi

Sıra No	Yerleşim Yeri	I. Dönem Fe ( $\mu\text{g/L}$ )	II. Dönem Fe ( $\mu\text{g/L}$ )
1	Aykut	155,02 $\pm$ 11,77	132,87 $\pm$ 14,55
2	Helvacı	171,37 $\pm$ 14,16	161,87 $\pm$ 10,30
3	Erikli	146,92 $\pm$ 14,35	153,72 $\pm$ 2,47
4	Düzköy	170,52 $\pm$ 16,26	136,92 $\pm$ 15,57
5	Akçakale	169,67 $\pm$ 13,71	156,67 $\pm$ 6,13
6	Demirkapı	153,47 $\pm$ 14,60	143,07 $\pm$ 10,15
7	Acısu	160,02 $\pm$ 10,02	151,32 $\pm$ 12,62
8	Yaylacık	132,77 $\pm$ 9,01	152,6 $\pm$ 16,72
9	Çiçeklidüz	156,42 $\pm$ 9,51	145,95 $\pm$ 13,29
10	Esentepe	154,67 $\pm$ 10,45	141,92 $\pm$ 17,60
11	Arpacılı	167,15 $\pm$ 7,35	136,42 $\pm$ 13,04
12	Işıklar	146,07 $\pm$ 10,66	166,00 $\pm$ 2,30
13	Adacık	151,67 $\pm$ 7,93	145,90 $\pm$ 9,94
14	Osmanbaba	151,67 $\pm$ 15,80	153,80 $\pm$ 7,36
15	Yeşiltepe	140,05 $\pm$ 10,60	161,15 $\pm$ 14,21
16	Mersin	183,82 $\pm$ 9,68	153,62 $\pm$ 9,53
<b>Ortalama</b>		156,96 $\pm$ 11,62	149,62 $\pm$ 10,99



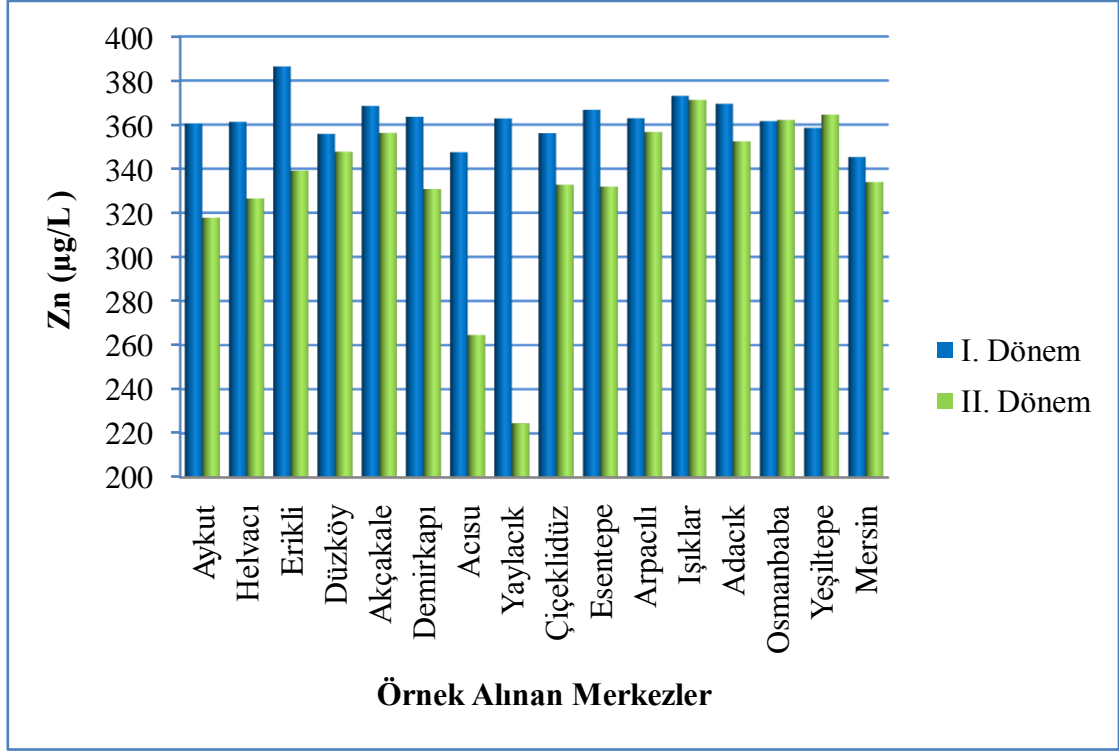
**Şekil 17.** Demir miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği.

### 3.15. Çinko

Elde edilen sonuçlar Tablo 16 içerisinde verilmiştir. Bu sonuçlara göre çinko miktarına bakıldığında en yüksek değer  $386,42 \pm 18,28$   $\mu\text{g/L}$  (I. Dönem) Erikli’de, en düşük değer  $224,55 \pm 13,47$   $\mu\text{g/L}$  (II. Dönem) Yaylacık’ta elde edilmiştir. Çinko miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği Şekil 18’de verilmiştir.

**Tablo 16.** Çinko miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi

Sıra No	Yerleşim Yeri	I. Dönem Zn ( $\mu\text{g/L}$ )	II. Dönem Zn ( $\mu\text{g/L}$ )
1	Aykut	$360,52 \pm 12,56$	$317,75 \pm 19,26$
2	Helvacı	$361,30 \pm 14,70$	$326,47 \pm 14,35$
3	Erikli	$386,42 \pm 18,28$	$339,07 \pm 14,93$
4	Düzköy	$355,77 \pm 17,19$	$347,67 \pm 15,56$
5	Akçakale	$368,42 \pm 17,12$	$356,22 \pm 16,37$
6	Demirkapı	$363,52 \pm 12,50$	$330,77 \pm 10,81$
7	Acısu	$347,50 \pm 13,90$	$264,57 \pm 17,65$
8	Yaylacık	$362,80 \pm 11,78$	$224,55 \pm 13,47$
9	Çiçeklidüz	$356,10 \pm 11,07$	$332,75 \pm 11,79$
10	Esentepe	$366,70 \pm 22,01$	$331,85 \pm 9,09$
11	Arpacılı	$362,90 \pm 11,01$	$356,67 \pm 19,26$
12	Işıklar	$373,02 \pm 15,36$	$371,15 \pm 5,78$
13	Adacık	$369,40 \pm 1,64$	$352,37 \pm 19,16$
14	Osmanbaba	$361,60 \pm 15,05$	$362,15 \pm 16,71$
15	Yeşiltepe	$358,55 \pm 7,08$	$364,52 \pm 19,23$
16	Mersin	$345,35 \pm 19,05$	$333,90 \pm 15,05$
<b>Ortalama</b>		$36249 \pm 13,77$	$332,03 \pm 14,90$



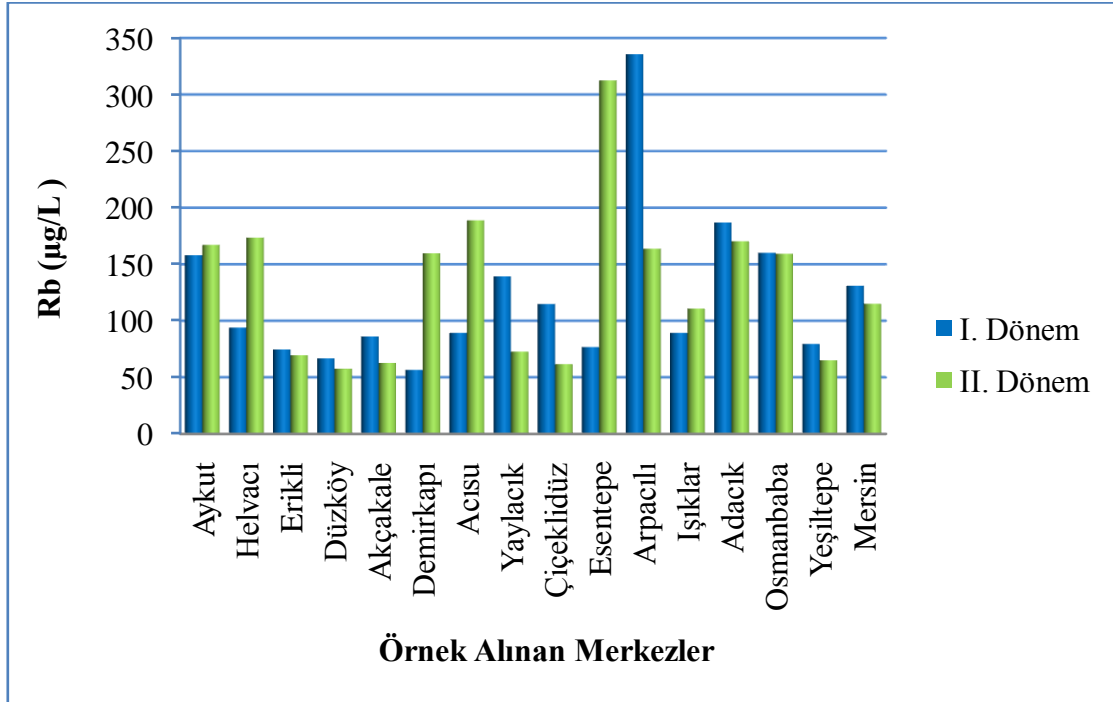
Şekil 18. Çinko miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği.

### 3.16. Rubidyum

Elde edilen sonuçlar Tablo 17 içerisinde verilmiştir. Bu sonuçlara göre rubidyum miktarına bakıldığında en yüksek değer  $335,57 \pm 6,57 \mu\text{g/L}$  (I. Dönem) Arpacılı'da, en düşük değer  $57,52 \pm 9,67 \mu\text{g/L}$  (II. Dönem) Düzköy'de elde edilmiştir. Rubidyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği Şekil 19'da verilmiştir.

**Tablo 17.** Rubidyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi

Sıra No	Yerleşim Yeri	I. Dönem Rb ( $\mu\text{g/L}$ )	II. Dönem Rb ( $\mu\text{g/L}$ )
1	Aykut	157,97 $\pm$ 6,45	167,10 $\pm$ 5,16
2	Helvacı	93,87 $\pm$ 10,27	173,5 $\pm$ 7,86
3	Erikli	74,60 $\pm$ 3,29	69,62 $\pm$ 7,05
4	Düzköy	66,85 $\pm$ 9,01	57,52 $\pm$ 9,67
5	Akçakale	86,15 $\pm$ 6,69	62,72 $\pm$ 2,61
6	Demirkapı	56,55 $\pm$ 8,43	159,65 $\pm$ 4,51
7	Acısu	89,35 $\pm$ 5,98	188,75 $\pm$ 8,90
8	Yaylacık	139,25 $\pm$ 9,39	72,70 $\pm$ 7,57
9	Çiçeklidüz	114,87 $\pm$ 6,52	61,60 $\pm$ 2,63
10	Esentepe	76,75 $\pm$ 10,37	312,50 $\pm$ 7,38
11	Arpacılı	335,57 $\pm$ 6,57	163,77 $\pm$ 7,24
12	Işıklar	89,32 $\pm$ 5,01	110,82 $\pm$ 6,34
13	Adacık	186,85 $\pm$ 11,57	170,32 $\pm$ 8,10
14	Osmanbaba	160,07 $\pm$ 10,28	159,15 $\pm$ 6,90
15	Yeşiltepe	79,57 $\pm$ 9,61	65,10 $\pm$ 4,85
16	Mersin	130,95 $\pm$ 7,32	115,02 $\pm$ 8,04
	<b>Ortalama</b>	121,16 $\pm$ 7,92	131,87 $\pm$ 6,55



**Şekil 19.** Rubidyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği.

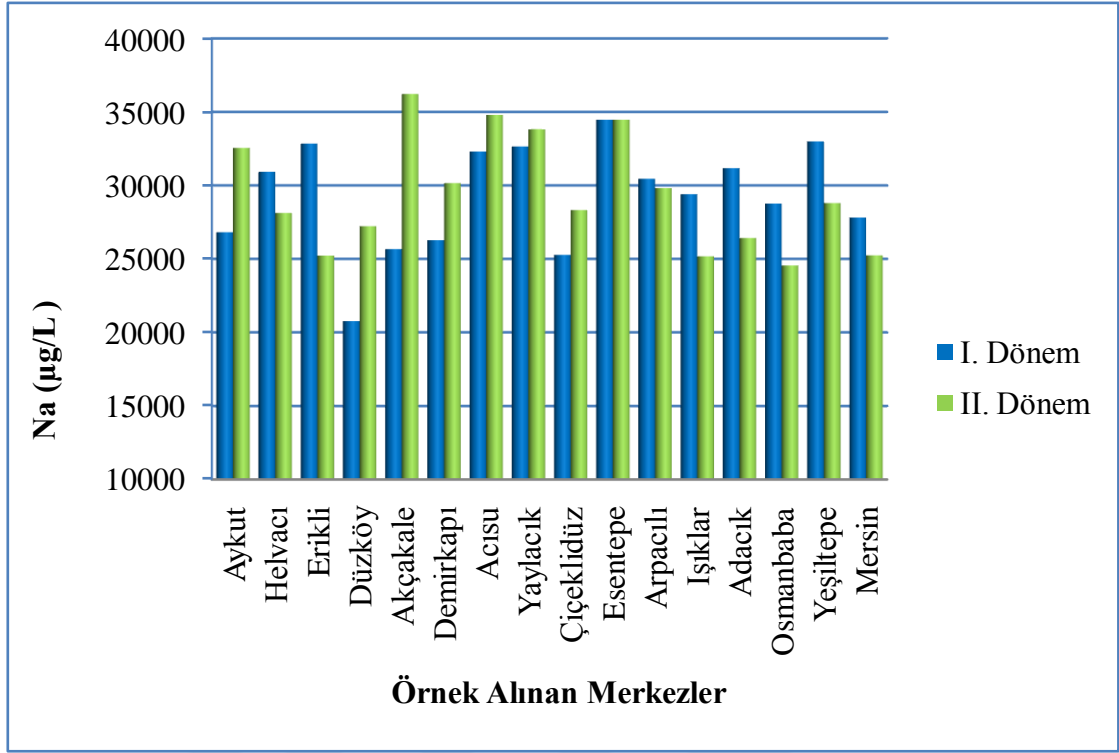
### 3.17. Sodyum

Elde edilen sonuçlar Tablo 18 içerisinde verilmiştir. Bu sonuçlara göre sodyum miktarına bakıldığında en yüksek değer  $36220 \pm 600$   $\mu\text{g/L}$  (II. Dönem) Akçakale’de, en düşük değer  $20770 \pm 4260$   $\mu\text{g/L}$  (I. Dönem) Düzköy’de elde edilmiştir. Sodyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği Şekil 20’de verilmiştir.

**Tablo 18.** Sodyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi

Sıra No	Yerleşim Yeri	I. Dönem Na ( $\mu\text{g/L}$ )	II. Dönem Na ( $\mu\text{g/L}$ )
1	Aykut	$26820 \pm 2400$	$32550 \pm 4970$
2	Helvacı	$30920 \pm 9220$	$28120 \pm 4960$
3	Erikli	$32850 \pm 5370$	$25220 \pm 1130$
4	Düzköy	$20770 \pm 4260$	$27220 \pm 480$
5	Akçakale	$25670 \pm 2990$	$36220 \pm 600$
6	Demirkapı	$26270 \pm 8080$	$30150 \pm 5770$
7	Acısu	$32300 \pm 5540$	$34800 \pm 1530$
8	Yaylacık	$32650 \pm 3980$	$33820 \pm 4040$
9	Çiçeklidüz	$25270 \pm 4700$	$28320 \pm 5860$
10	Esentepe	$34470 \pm 4620$	$34470 \pm 3470$
11	Arpacılı	$30450 \pm 7780$	$29820 \pm 9150$
12	Işıklar	$29400 \pm 4150$	$25170 \pm 1400$
13	Adacık	$31170 \pm 6040$	$26420 \pm 490$
14	Osmanbaba	$28770 \pm 4660$	$24550 \pm 6050$
15	Yeşiltepe	$33000 \pm 7120$	$28800 \pm 1690$
16	Mersin	$27820 \pm 5530$	$25250 \pm 3420$
	<b>Ortalama</b>	$29290 \pm 5400$	$29430 \pm 3440$





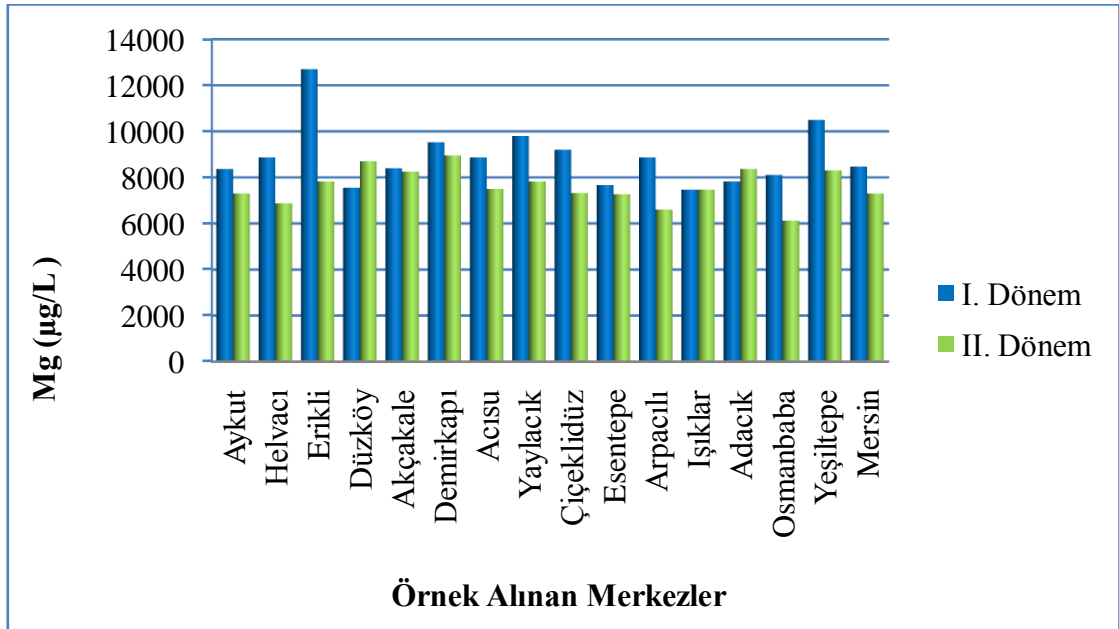
Şekil 20. Sodyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği.

### 3.18. Magnezyum

Elde edilen sonuçlar Tablo 19 içerisinde verilmiştir. Bu sonuçlara göre magnezyum miktarına bakıldığında en yüksek değer  $12700 \pm 3490$  µg/L (I. Dönem) Erikli’de, en düşük değer ise  $6600 \pm 880$  µg/L (II. Dönem) Arpacılı’da elde edilmiştir. Magnezyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği Şekil 21’de verilmiştir.

**Tablo 19.** Magnezyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi

Sıra No	Yerleşim Yeri	I. Dönem Mg ( $\mu\text{g/L}$ )	II. Dönem Mg ( $\mu\text{g/L}$ )
1	Aykut	8370 $\pm$ 1070	7300 $\pm$ 620
2	Helvacı	8870 $\pm$ 2110	6870 $\pm$ 2030
3	Erikli	12700 $\pm$ 3490	7820 $\pm$ 930
4	Düzköy	7550 $\pm$ 260	8700 $\pm$ 610
5	Akçakale	8400 $\pm$ 140	8250 $\pm$ 790
6	Demirkapı	9520 $\pm$ 2890	8950 $\pm$ 770
7	Acısu	8870 $\pm$ 390	7500 $\pm$ 800
8	Yaylacık	9800 $\pm$ 410	7820 $\pm$ 1340
9	Çiçeklidüz	9200 $\pm$ 2740	7320 $\pm$ 2040
10	Esentepe	7670 $\pm$ 430	7270 $\pm$ 1010
11	Arpacılı	8870 $\pm$ 360	6600 $\pm$ 880
12	Işıklar	7470 $\pm$ 420	7470 $\pm$ 300
13	Adacık	7820 $\pm$ 820	8370 $\pm$ 980
14	Osmanbaba	8100 $\pm$ 670	6120 $\pm$ 650
15	Yeşiltepe	10500 $\pm$ 2860	8300 $\pm$ 320
16	Mersin	8470 $\pm$ 1020	7300 $\pm$ 830
<b>Ortalama</b>		8890 $\pm$ 1260	7630 $\pm$ 930



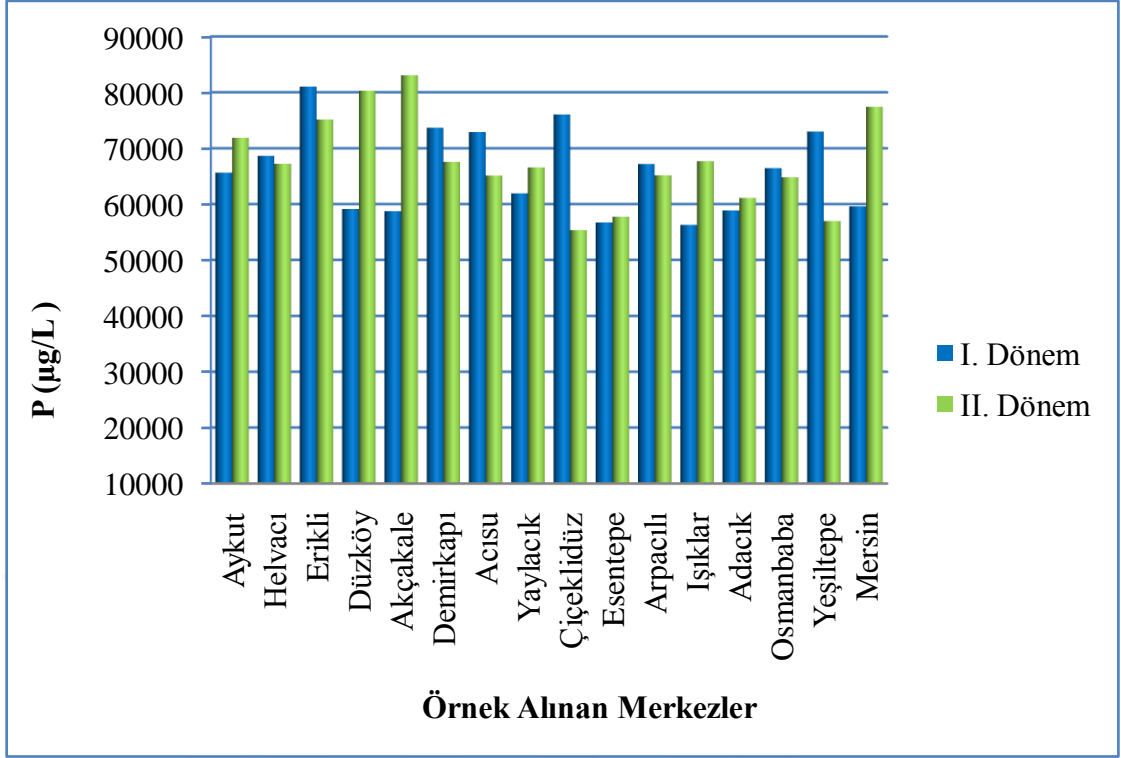
**Şekil 21.** Magnezyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği.

### 3.19. Fosfor

Elde edilen sonuçlar Tablo 20 içerisinde verilmiştir. Bu sonuçlara göre fosfor miktarına bakıldığında en yüksek değer  $83050 \pm 1010$   $\mu\text{g/L}$  (II. Dönem) Akçakale’de, en düşük değer  $56270 \pm 2730$   $\mu\text{g/L}$  (I. Dönem) Işıklar’da elde edilmiştir. Fosfor miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği Şekil 22’de verilmiştir.

**Tablo 20.** Fosfor miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi

Sıra No	Yerleşim Yeri	I. Dönem P ( $\mu\text{g/L}$ )	II. Dönem P ( $\mu\text{g/L}$ )
1	Aykut	$65600 \pm 5150$	$71850 \pm 3820$
2	Helvacı	$68620 \pm 4300$	$67220 \pm 9170$
3	Erikli	$81020 \pm 8770$	$75150 \pm 4650$
4	Düzköy	$59100 \pm 3660$	$80300 \pm 10950$
5	Akçakale	$58720 \pm 4110$	$83050 \pm 1010$
6	Demirkapı	$73670 \pm 8380$	$67550 \pm 3690$
7	Acısu	$72900 \pm 6350$	$65100 \pm 4300$
8	Yaylacık	$61920 \pm 5180$	$66550 \pm 4450$
9	Çiçeklidüz	$76020 \pm 8890$	$55320 \pm 7400$
10	Esentepe	$56720 \pm 4790$	$57750 \pm 2670$
11	Arpacılı	$67150 \pm 8840$	$65150 \pm 8740$
12	Işıklar	$56270 \pm 2730$	$67670 \pm 5820$
13	Adacık	$58850 \pm 2070$	$61100 \pm 4710$
14	Osmanbaba	$66420 \pm 11650$	$64820 \pm 6930$
15	Yeşiltepe	$72970 \pm 4680$	$56950 \pm 4020$
16	Mersin	$59570 \pm 8570$	$77420 \pm 5540$
<b>Ortalama</b>		$65970 \pm 6130$	$67690 \pm 5490$



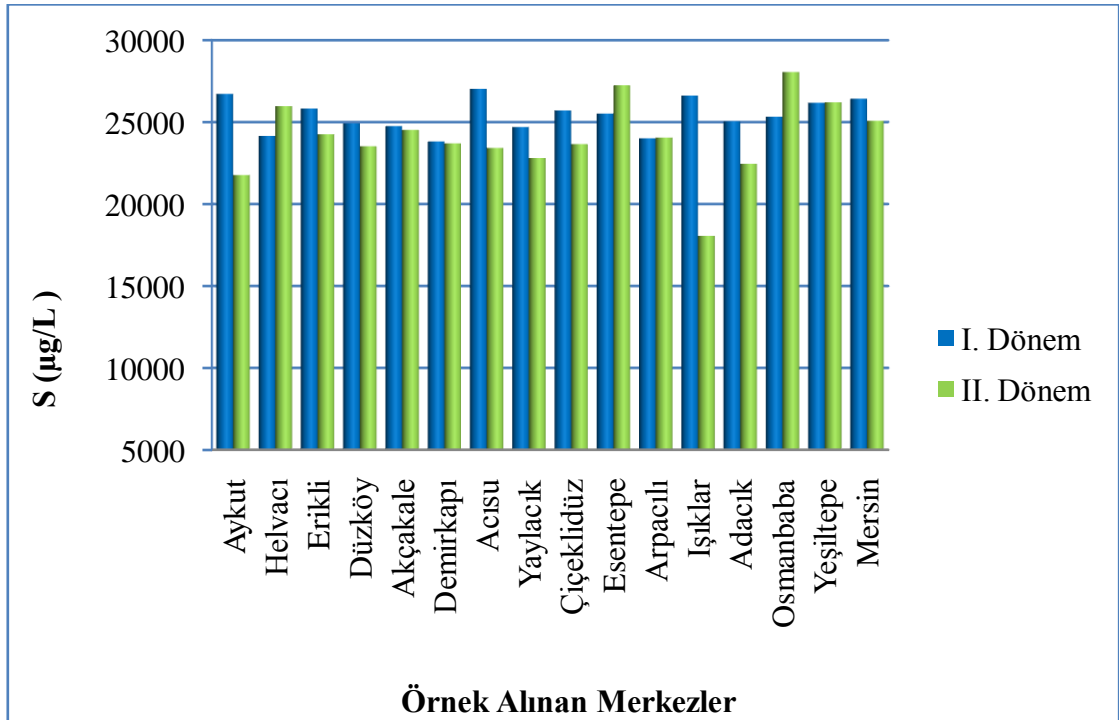
Şekil 22. Fosfor miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği.

### 3.20. Kükürt

Elde edilen sonuçlar Tablo 21 içerisinde verilmiştir. Bu sonuçlara göre kükürt miktarına bakıldığında en yüksek değer  $28050 \pm 390$  µg/L (II. Dönem) Osmanbaba'da, en düşük değer  $18050 \pm 2390$  µg/L (II. Dönem) Işıklar'da elde edilmiştir. Kükürt miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği Şekil 23'te verilmiştir.

**Tablo 21.** Kükürt miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi

Sıra No	Yerleşim Yeri	I. Dönem S ( $\mu\text{g/L}$ )	II. Dönem S ( $\mu\text{g/L}$ )
1	Aykut	26720 $\pm$ 1730	21770 $\pm$ 1880
2	Helvacı	24150 $\pm$ 2010	25970 $\pm$ 2610
3	Erikli	25820 $\pm$ 1730	24250 $\pm$ 1440
4	Düzköy	24920 $\pm$ 2540	23520 $\pm$ 2980
5	Akçakale	24750 $\pm$ 3280	24520 $\pm$ 2880
6	Demirkapı	23820 $\pm$ 880	23700 $\pm$ 1720
7	Acısu	27020 $\pm$ 1220	23420 $\pm$ 2810
8	Yaylacık	24700 $\pm$ 1990	22800 $\pm$ 2230
9	Çiçeklidüz	25700 $\pm$ 2280	23650 $\pm$ 2480
10	Esentepe	25520 $\pm$ 1610	27250 $\pm$ 1430
11	Arpacılı	24000 $\pm$ 1870	24050 $\pm$ 2830
12	Işıklar	26600 $\pm$ 2470	18050 $\pm$ 2390
13	Adacık	25050 $\pm$ 2350	22450 $\pm$ 1970
14	Osmanbaba	25320 $\pm$ 1810	28050 $\pm$ 390
15	Yeşiltepe	25420 $\pm$ 1950	24050 $\pm$ 2010
16	Mersin	26420 $\pm$ 2,13	25070 $\pm$ 0,44
<b>Ortalama</b>		25420 $\pm$ 1950	24050 $\pm$ 2010



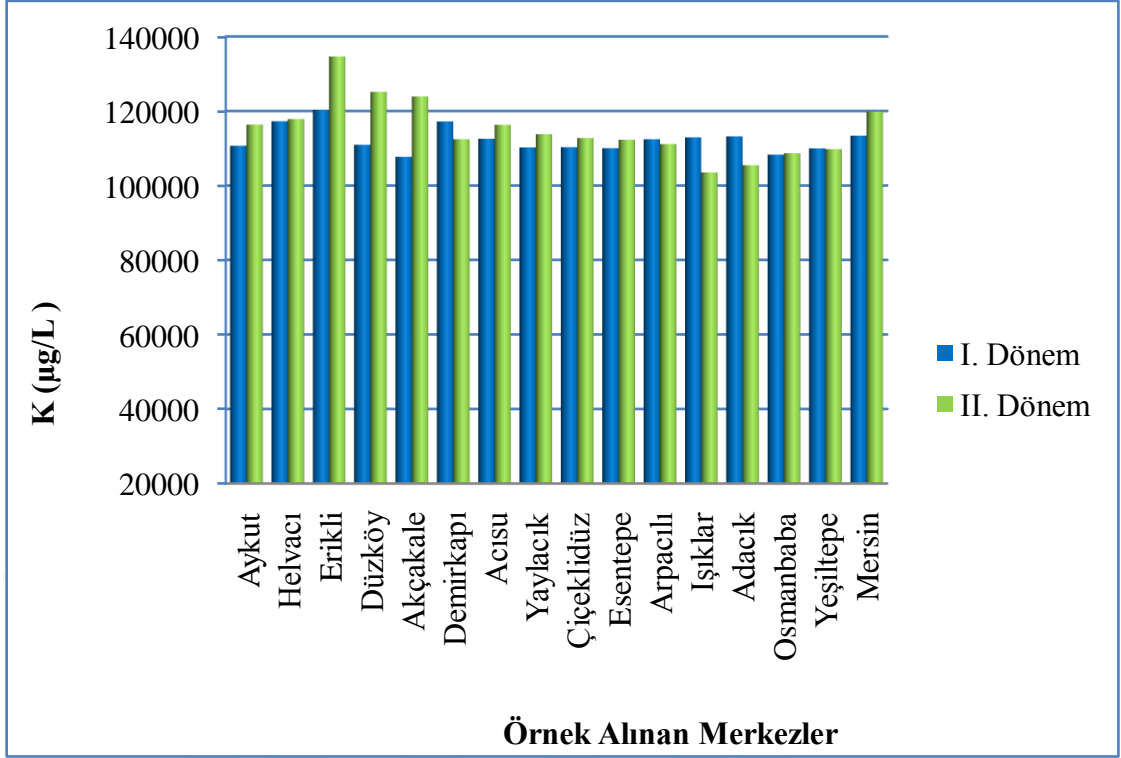
**Şekil 23.** Kükürt miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği.

### 3.21. Potasyum

Elde edilen sonuçlar Tablo 22 içerisinde verilmiştir. Bu sonuçlara göre potasyum miktarına bakıldığında en yüksek değer  $134620 \pm 9920$   $\mu\text{g/L}$  (II. Dönem) Erikli’de, en düşük değer  $103470 \pm 8520$   $\mu\text{g/L}$  (II. Dönem) Işıklar’da elde edilmiştir. Potasyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği Şekil 24’te verilmiştir.

**Tablo 22.** Potasyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi

Sıra No	Yerleşim Yeri	I. Dönem K ( $\mu\text{g/L}$ )	II. Dönem K ( $\mu\text{g/L}$ )
1	Aykut	$110650 \pm 3390$	$116320 \pm 6580$
2	Helvacı	$117220 \pm 3960$	$117850 \pm 6420$
3	Erikli	$120370 \pm 8840$	$134620 \pm 9920$
4	Düzköy	$110920 \pm 3480$	$125150 \pm 1350$
5	Akçakale	$107670 \pm 1760$	$123870 \pm 1170$
6	Demirkapı	$117170 \pm 6930$	$112400 \pm 5340$
7	Acısu	$112500 \pm 4850$	$116250 \pm 5310$
8	Yaylacık	$110200 \pm 2150$	$113750 \pm 8090$
9	Çiçeklidüz	$110250 \pm 4340$	$112700 \pm 4720$
10	Esentepe	$110000 \pm 7340$	$112270 \pm 1500$
11	Arpacılı	$112400 \pm 4410$	$111100 \pm 3250$
12	Işıklar	$112900 \pm 1550$	$103470 \pm 8520$
13	Adacık	$113200 \pm 6140$	$105450 \pm 2320$
14	Osmanbaba	$108270 \pm 4680$	$108650 \pm 0810$
15	Yeşiltepe	$109970 \pm 7370$	$109750 \pm 9880$
16	Mersin	$113400 \pm 5520$	$119850 \pm 3220$
<b>Ortalama</b>		$112320 \pm 4790$	$115215 \pm 5520$



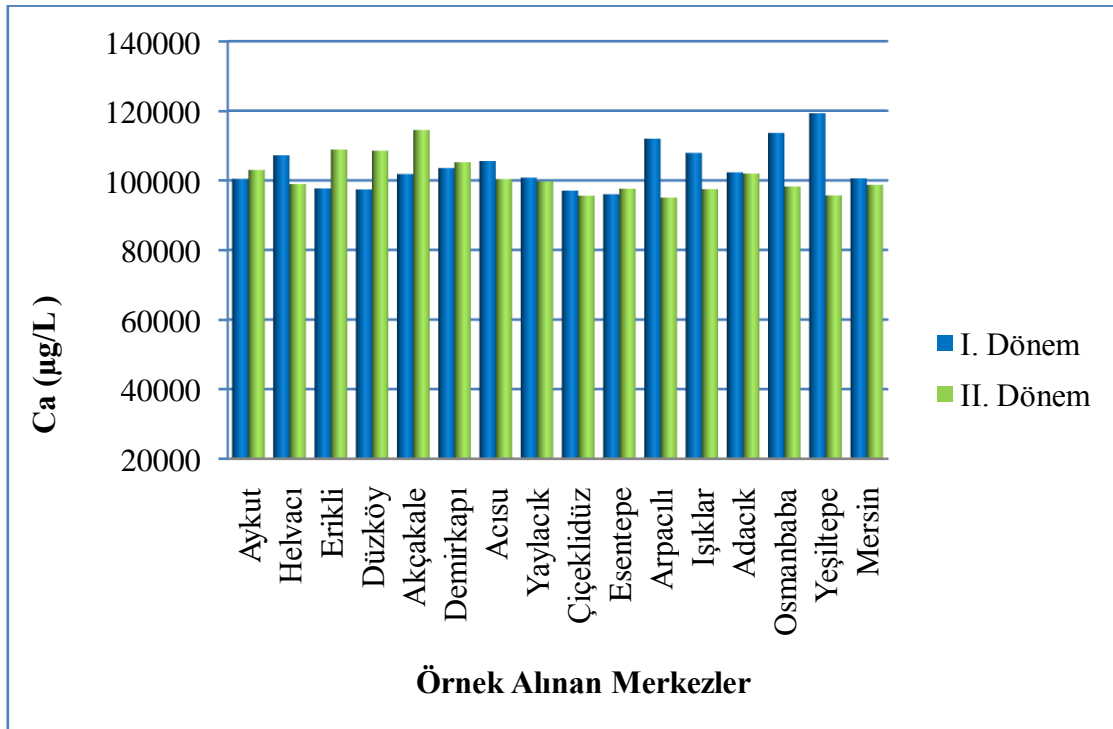
Şekil 24. Potasyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği.

### 3.22. Kalsiyum

Elde edilen sonuçlar Tablo 23 içerisinde verilmiştir. Bu sonuçlara göre kalsiyum miktarına bakıldığında en yüksek değer  $119300 \pm 9780$  µg/L (I. Dönem) Yeşiltepe’de, en düşük değer  $95020 \pm 3470$  µg/L (II. Dönem) Arpacılı’da elde edilmiştir. Kalsiyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği Şekil 25’de verilmiştir.

**Tablo 23.** Kalsiyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişimi

Sıra No	Yerleşim Yeri	I. Dönem Ca (µg/L)	II. Dönem Ca (µg/L)
1	Ayktut	100450 ± 7320	103000 ± 8860
2	Helvacı	107200 ± 3780	98920 ± 4950
3	Erikli	97700 ± 4370	108850 ± 6890
4	Düzköy	97400 ± 2590	108500 ± 4420
5	Akçakale	101800 ± 3820	114470 ± 9650
6	Demirkapı	103570 ± 7050	105200 ± 3360
7	Acısu	105570 ± 2200	100400 ± 3370
8	Yaylacık	100770 ± 7030	99650 ± 7170
9	Çiçeklidüz	97020 ± 7970	95600 ± 1470
10	Esentepe	96050 ± 1650	97600 ± 600
11	Arpacılı	111950 ± 8600	95020 ± 3470
12	Işıklar	107870 ± 5220	97450 ± 3310
13	Adacık	102320 ± 8380	101950 ± 3010
14	Osmanbaba	113600 ± 3860	98220 ± 4810
15	Yeşiltepe	119300 ± 9780	95650 ± 3330
16	Mersin	100570 ± 7900	98720 ± 3040
<b>Ortalama</b>		<b>103940 ± 5720</b>	<b>101200 ± 4480</b>



**Şekil 25.** Kalsiyum miktarının, örnek alınan yerleşim yerlerine göre dönemlik değişim grafiği.



#### 4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Bu yüksek lisans tez çalışmamızda, Trabzon ilinin Akçaabat ilçesinde bulunan 16 farklı köyden temin edilen inek sütlerinde Cr, Co, Ni, Cu, Ga, As, Sr, Cd, Ba, Pb, Al, Se, Ag, Fe, Zn, Rb, Na, Mg, P, S, K ve Ca miktarlarının tayini yapılmıştır. Çalışma 2015 yılı içerisinde iki farklı dönemde yapılmıştır. 1. Dönem, hayvanların ahırda kuru yemle beslendiği kış dönemi; 2. dönem ise hayvanların çayır-meralarda taze yemlerle beslendikleri yaz dönemidir. Metal-mineral madde konsantrasyonunun mevsimlere bağlı olarak değişimine, beslemenin etkisi de incelenmiştir. Toplam 256 adet örnek analiz edilmiştir. Örneklerdeki metal-mineral madde içeriği ICP-MS ile belirlenmiştir. Köylerden alınan yaz ve kış dönemlerine ait süt numunelerinin analizi sonucunda elde edilen veriler, sütlerde metal ve mineral maddelerin araştırıldığı diğer çalışmalarla karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Daha önceden farklı yerlerde yapılan sütlerin metal ve mineral madde tayinlerinde genellikle Bakır, Demir, Çinko, Selenyum, Kurşun, Kadmiyum, Kalsiyum, Sodyum, Potasyum, Magnezyum, Nikel, Arsenik ve Alüminyum üzerine yapılan çalışmalara rastlanmıştır. Özturan (2010), Efe (2008), Aysal (2013), Seğmenoğlu (2012). Bu metal ve mineral maddelerin dışında yer alan elementlere ait çalışmalara bazı referans değerleri dışında literatürde çok az (Cr, Co, Cu, Sr, Ba, Ag, Rb, P, S) ya da hiç (Ga) rastlanamamıştır (Demirci, 2010).

İncelenen inek sütlerinden elde edilen sonuçlar içerisinde krom miktarına bakıldığında en yüksek değer 3,02 µg/L (I. Dönem) ile Çiçeklidüz'de, en düşük değer 0,30 µg/L (I. Dönem) ile Helvacı'da elde edilmiştir. İnek sütünde bulunan krom miktarı, Aysal (2013)'a göre 5-82 µg/L arasında verilmiştir. Akçaabat köylerindeki sütlerdeki krom miktarının bu değerlerin çok altında olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte yaz ve kış dönemlerine ait ortalama krom miktarları 1,88±0,66 µg/L (I. Dönem) ve 1,29±0,53 µg/L (II. Dönem) olarak tespit edilmiş olup genel olarak kış döneminde daha yüksek sonuçlar bulunmuştur.

İncelenen inek sütlerinden elde edilen sonuçlar içerisinde kobalt miktarına bakıldığında en yüksek değer 3,27 µg/L (II. Dönem) ile Yeşiltepe'de iken Yaylacık (I.

ve II. Dönem), Aykut (II. Dönem), Helvacı (II. Dönem), Erikli (II. Dönem), Düzköy (II. Dönem), Akçakale (II. Dönem), Acısu (II. Dönem), Çiçeklidüz (II. Dönem) ve Esentepe (II. Dönem) yerleşim yerlerinde ise tayin sınırının altında olduğu tespit edilmiştir. Aysal (2013) ve Demirci (2010), inek sütündeki kobalt miktarını 0-10 µg/L arasında değiştiğini ve bu değerın sütte ortalama 0,8 µg/L olduğunu belirtmişlerdir. Akçaabat köylerindeki sütlerdeki kobalt miktarının belirtilen değerlerin arasında ya da altında olduğu gözlenmiştir. Yaz ve kış dönemlerine ait ortalama kobalt miktarları 1,36±0,33 µg/L (I. Dönem) 0,77±0,15 µg/L (II. Dönem) olarak tespit edilmiş olup kış dönemindeki miktar yaz döneminin yaklaşık iki katı kadar bulunmuştur.

İncelenen inek sütlerinden elde edilen sonuçlar içerisinde nikel miktarına bakıldığında en yüksek değer 206,52 µg/L (I. Dönem) ile Mersin’de, en düşük değer 104,85 µg/L (II. Dönem) ile Esentepe’de elde edilmiştir. İnek sütlerindeki nikel miktarının 0-36 µg/L arasında değiştiği, Ağız sütündeki miktarın ise 100 µg/L olarak bunun çok üstünde olduğu bildirilmiştir (Yetişmeyen, 2000; Tekinşen, 2000). Akçaabat köylerindeki sütlerdeki nikel miktarının bu değerlerin çok çok üstünde olduğu gözlenmiştir. Bunun nedeninin içme ve kullanma sularındaki nikelden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Yaz ve kış dönemlerine ait ortalama nikel miktarları 179,67±12,46 µg/L (I. Dönem) 129,79±10,69 µg/L (II. Dönem) olarak tespit edilmiş olup kış döneminde daha yüksek sonuçlar bulunmuştur.

İncelenen inek sütlerinden elde edilen sonuçlar içerisinde bakır miktarına bakıldığında en yüksek değer 108,35 µg/L (II. Dönem) ile Erikli’de, en düşük değer 14,86 µg/L (II. Dönem) ile Aykut’da elde edilmiştir. Araştırılan sütlerde bakır miktarları 50-300 µg/L arasında değişmektedir (Yetişmeyen, 2000; Tekinşen, 2000; Işık vd., 1996). Akçaabat köylerindeki sütlerdeki bakır miktarının bu değerlerin arasında ya da biraz altında olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte yaz ve kış dönemlerine ait ortalama bakır miktarları 65,14±6,31 µg/L (I. Dönem), 51,84±6,44 µg/L (II. Dönem) olarak tespit edilmiş olup genelde kış döneminde daha yüksek sonuçlar bulunmuştur.

İncelenen inek sütlerinden elde edilen sonuçlar içerisinde galyum miktarına bakıldığında en yüksek değer 6,87 µg/L (II. Dönem) ile Yaylacık’da iken Helvacı (I.

Dönem), Erikli (I. Dönem), Düzköy (II. Dönem), Akçakale (II. Dönem), Acısu (II. Dönem), Çiçeklidüz (I. Dönem), Osmanbaba (I. ve II. Dönem) ve Mersin (II. Dönem) yerleşim yerlerinde ise tayin sınırının altında olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte yaz ve kış dönemlerine ait ortalama galyum miktarları  $3,94 \pm 1,04$   $\mu\text{g/L}$  (I. Dönem),  $4,47 \pm 1,17$   $\mu\text{g/L}$  (II. Dönem) olarak tespit edilmiş olup dönemsel olarak aralarında önemli fark bulunmamıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda galyum metalinin sınır değerine rastlanmamıştır.

İncelenen inek sütlerinden elde edilen sonuçlar içerisinde arsenik miktarına bakıldığında en yüksek değer  $43,72$   $\mu\text{g/L}$  (II. Dönem) ile Erikli'de iken Aykut (I. Dönem), Acısu (I. Dönem), Arpacılı (I. ve II. Dönem), Osmanbaba (II. Dönem) dışında kalan tüm yerleşim yerlerinde ise tayin sınırının altında olduğu tespit edilmiştir. İnek sütündeki arsenik miktarı  $30-100$   $\mu\text{g/L}$  arasında değişmekte olup, ortalama  $45$   $\mu\text{g/L}$  olarak belirtilmiştir (Demirci, 2000). Akçaabat köylerindeki sütlerdeki arsenik miktarının bu değerlerin altında olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte yaz ve kış dönemlerine ait ortalama arsenik miktarları  $1,89 \pm 0,18$   $\mu\text{g/L}$  (I. Dönem),  $4,52 \pm 0,49$   $\mu\text{g/L}$  (II. Dönem) olarak tespit edilmiş olup yaz döneminde daha yüksek sonuçlar bulunmuştur.

İncelenen inek sütlerinden elde edilen sonuçlar içerisinde stronsiyum miktarına bakıldığında en yüksek değer  $75,28$   $\mu\text{g/L}$  (I. Dönem) ile Osmanbaba'da iken Işıklar (II. Dönem) yerleşim yerinde ise tayin sınırının altında olduğu tespit edilmiştir. İnek sütlerindeki stronsiyum miktarı  $10-2000$   $\mu\text{g/L}$  arasında değişmektedir (Demirci, 2000). Akçaabat köylerindeki sütlerdeki stronsiyum miktarının bu değerlerin arasında olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte yaz ve kış dönemlerine ait ortalama stronsiyum miktarları  $54,14 \pm 9,13$   $\mu\text{g/L}$  (I. Dönem),  $19,66 \pm 2,27$   $\mu\text{g/L}$  (II. Dönem) olarak tespit edilmiş olup kış dönemi sütlerindeki miktar yaz döneminin yaklaşık üç katı kadar bulunmuştur.

İncelenen inek sütlerinden elde edilen sonuçlar içerisinde kadmiyum miktarına bakıldığında en yüksek değer  $2,36$   $\mu\text{g/L}$  (II. Dönem) ile Erikli'de, en düşük değer  $1,32$   $\mu\text{g/L}$  (II. Dönem) ile Esentepe'de elde edilmiştir. Süt ve süt ürünleri için kadmiyum miktarı Avustralya'da  $50$   $\mu\text{g/L}$ , Danimarka'da  $10$   $\mu\text{g/L}$  düzeyinde bir sınırlama getirilmiştir. Hollanda'da ve Almanya'da süt ürünleri için kadmiyum miktarı  $5$   $\mu\text{g/L}$

düzeyinde bir sınırlama getirilmiştir (Akbulut vd., 2000). Akçaabat köylerindeki sütlerdeki kadmiyum miktarlarının Hollanda, Almanya, Avustralya ve Danimarka'da koyulan sınırların oldukça altında olduğu gözlenmiştir. Yaz ve kış dönemlerine ait ortalama kadmiyum miktarları  $1,80 \pm 0,12$   $\mu\text{g/L}$  (I. Dönem)  $1,58 \pm 0,21$   $\mu\text{g/L}$ , (II. Dönem) olarak tespit edilmiş olup kış döneminde daha yüksek sonuçlar bulunmuştur.

İncelenen inek sütlerinden elde edilen sonuçlar içerisinde baryum miktarına bakıldığında en yüksek değer  $30,20$   $\mu\text{g/L}$  (II. Dönem) ile Erikli'de, en düşük değer  $4,41$   $\mu\text{g/L}$  (II. Dönem) ile Adacık'ta elde edilmiştir. İnek sütündeki baryum miktarı ortalama  $219$   $\mu\text{g/L}$  olarak belirtilmiştir (Demirci, 2010). Akçaabat köylerindeki sütlerdeki baryum miktarının bu değer oldukça altında olduğu gözlenmiştir. Yaz ve kış dönemlerine ait ortalama baryum miktarları  $14,06 \pm 2,35$   $\mu\text{g/L}$  (I. Dönem)  $14,76 \pm 5,09$   $\mu\text{g/L}$  (II. Dönem) olarak tespit edilmiş olup dönemsel olarak birbirine yakın değerler bulunmuştur.

İncelenen inek sütlerinde elde edilen sonuçlar içerisinde kurşun miktarına bakıldığında en yüksek değer  $64,81$   $\mu\text{g/L}$  (II. Dönem) ile Arpacılı'da, en düşük değer  $10,82$   $\mu\text{g/L}$  (II. Dönem) ile Helvacı'da elde edilmiştir. Sütlerde izin verilen kurşun miktarı  $24$   $\mu\text{g/L}$  olarak bildirilmiştir (Lucas, 1974). Metin, 2001 ve Tekinşen, 2000 tarafından kurşunun sütteki miktarı ise ortalama  $40$   $\mu\text{g/L}$  olarak bildirilmiştir. Yaz ve kış dönemlerine ait ortalama kurşun miktarları  $21,89 \pm 3,61$  (I. Dönem) ve  $25,53 \pm 4,3$  (II. Dönem) olarak tespit edilmiş olup dönemsel olarak birbirine yakın değerler bulunmuştur. Analizini yaptığımız sütlerdeki ortalama kurşun miktarları yukarıdaki çalışmalarda verilen üst limitleri geçmemektedir. Ancak Arpacıklı Köyü sütündeki miktarın limitleri aşması kullanılan kaplar ya da başka bir nedenle oluşabilecek kirlenmeden kaynaklanmış olabilir.

İncelenen inek sütlerinden elde edilen sonuçlar içerisinde Alüminyum miktarına bakıldığında en yüksek değer  $295,27$   $\mu\text{g/L}$  (II. Dönem) ile Yeşiltepe'de, en düşük değer  $215,25$   $\mu\text{g/L}$  (II. Dönem) ile Demirkapı'da elde edilmiştir. Aysal (2013)'a göre sütlerde Alüminyum miktarı  $100-2100$   $\mu\text{g/L}$  arasında değişmekte olup, bulduğumuz analiz sonuçları bu değerler arasında yer almaktadır. Yaz ve kış dönemlerinde köy sütlerindeki

ortalama alüminyum miktarları  $258,43 \pm 12,72$   $\mu\text{g/L}$ , (I. Dönem),  $255,54 \pm 13,97$   $\mu\text{g/L}$  (II. Dönem) olup dönemsel olarak birbirine yakın sonuçlar bulunmuştur.

İncelenen inek sütlerinden elde edilen sonuçlar içerisinde selenyum miktarına bakıldığında en yüksek değer  $3,75$   $\mu\text{g/L}$  (II. Dönem) ile Çiçeklidüz'de, en düşük değer  $1,29$   $\mu\text{g/L}$  (I. Dönem) ile Mersin'de elde edilmiştir. Ortalama selenyum miktarları I. Dönem  $1,89 \pm 0,45$   $\mu\text{g/L}$ , II. Dönem  $2,65 \pm 1,06$   $\mu\text{g/L}$  şeklindedir. Demirci (2010)'ye göre sütteki selenyum miktarı ortalama  $30$   $\mu\text{g/L}$  olarak belirtilmiştir. Buna göre Akçaabat köylerinden alınan süt numunelerinde belirlenen sonuçlar bu sınırın çok altındadır. Mevsimsel olarak karşılaştırdığımızda yaz döneminde daha yüksek sonuçlar bulunmuştur.

İncelenen inek sütlerinden elde edilen sonuçlar içerisinde gümüş miktarına bakıldığında en yüksek değer  $274,01$   $\mu\text{g/L}$  (II. Dönem) ile Arpacılı'da iken Düzköy (II. Dönem), Akçakale (I. Dönem), Yaylacık (I. Dönem), Çiçeklidüz (I. Dönem), Esentepe (I. Dönem), Arpacılı (I. Dönem), Adacık (I. Dönem), Osmanbaba (I. Dönem), Yeşiltepe (I. Dönem) ve Mersin (I. ve II. Dönem) yerleşim yerlerinde ise tayin sınırının altında olduğu tespit edilmiştir. Gümüş için gözlenen ortalama değerler I. Dönem  $14,39 \pm 1,15$   $\mu\text{g/L}$ , II. Dönem  $44,65 \pm 2,60$   $\mu\text{g/L}$  şeklindedir. İnek sütündeki gümüş miktarı ortalama  $54$   $\mu\text{g/L}$  olarak belirtilmiştir (Demirci, 2010). Birçok köydeki sütlerde gümüş tespit edilememesine rağmen I. Dönem Aykut, II. Dönem Yaylacık, Çiçeklidüz ve Arpacılı köylerindeki sütlerde gümüş miktarının ortama değerinin çok üzerinde çıkması ve dönemsel olarak aralarındaki büyük farklılık, kullanılan kaplardaki kirlilikten ya da başka bir kirlilikten kaynaklandığı düşünülmektedir.

İncelenen inek sütlerinden elde edilen sonuçlar içerisinde demir miktarına bakıldığında en yüksek değer  $183,82$   $\mu\text{g/L}$  (I. Dönem) ile Mersin'de, en düşük değer  $132,77$   $\mu\text{g/L}$  (I. Dönem) ile Yaylacık'ta elde edilmiştir. Bir litre sütteki demir miktarı ortalama  $1400$   $\mu\text{g}$  verilmiştir (Yetişmeyen, 2000; Metin, 2001). Akçaabat ve köylerindeki sütlerde demir miktarı belirtilen değerinin çok altında bulunmuştur. Demir için gözlenen ortalama değerler I. Dönem  $156,96 \pm 11,62$   $\mu\text{g/L}$ , II. Dönem  $149,62 \pm 10,99$   $\mu\text{g/L}$  şeklinde olup dönemsel olarak birbirine yakın değerler bulunmuştur.

İncelenen inek sütlerinden elde edilen sonuçlar içerisinde çinko miktarına bakıldığında en yüksek değer 386,42 µg/L (I. Dönem) ile Erikli'de, en düşük değer 224,55 µg/L (II. Dönem) ile Yaylacık'ta elde edilmiştir. İnek sütünde ortalama olarak çinko miktarı Metin (2001)'e göre 3500 µg/L, Yetişmeyen, (2000)'e göre ise 3700 µg/L olarak belirtmiştir. Akçaabat köylerinde incelediğimiz sütlerdeki çinko miktarları bu değerlerin çok altında ölçülmüştür. Çinko için gözlenen ortalama değerler I. Dönem 362,49±13,77 µg/L, II. Dönem 332,03±14,90 µg/L şeklinde olup genelde kış döneminde daha yüksek sonuçlar bulunmuştur.

İncelenen inek sütlerinden elde edilen sonuçlar içerisinde rubidyum miktarına bakıldığında en yüksek değer 335,57 µg/L (I. Dönem) ile Arpacılı'da, en düşük değer 57,52 µg/L (II. Dönem) ile Düzköy'de elde edilmiştir. İnek sütündeki rubidyum miktarı 100-3390 µg/L arasında değişmektedir (Demirci, 2010). Elde ettiğimiz sonuçlar bu değerlerin arasında çıkmıştır. Rubidyum için gözlenen ortalama değerler I. Dönem 121,16±7,92 µg/L, II. Dönem 131,87±6,55 µg/L şeklinde olup dönemsel olarak birbirine yakın değerler bulunmuştur.

İncelenen inek sütlerinde elde edilen sonuçlar içerisinde sodyum miktarına bakıldığında en yüksek değer 36220 µg/L (II. Dönem) ile Akçakale'de, en düşük değer 20770 µg/L (I. Dönem) ile Düzköy'de elde edilmiştir. Sütteki sodyum miktarı ortalama  $5 \cdot 10^5$  µg/L verilmiştir (Erdinç, 1998; Tekinşen 2000; Demirci, 2010). Akçaabat köylerindeki süt numunelerindeki sodyum miktarı, belirtilen ortalama sodyum miktarından oldukça düşük bulunmuştur. Sodyum için gözlenen ortalama değerler I. Dönem 29290±5400 µg/L, II. Dönem 29430±3440 µg/L şeklinde olup hemen hemen aynı değerler bulunmuştur.

İncelenen inek sütlerinde elde edilen sonuçlar içerisinde magnezyum miktarına bakıldığında en yüksek değer 12700 µg/L (I. Dönem) ile Erikli'de, en düşük değer 6600 µg/L (II. Dönem) ile Arpacılı'da elde edilmiştir. İnek sütünde bulunması gereken Mg miktarının Tekinşen (2000)'e göre yaklaşık 100000 µg/L ve Metin (2001)'e göre 100000-150000 µg/L aralığında olması belirtilmiştir. Bu değerler göz önüne alındığında Akçaabat köylerindeki sütlerde Mg miktarının oldukça düşük seviyede olduğu gözlenmiştir. Magnezyum için bulunan ortalama değerler I. Dönem 8890±1260 µg/L, II.

Dönem 7630±930 µg/L şeklinde olup kış döneminde daha yüksek sonuçlar bulunmuştur.

İncelenen inek sütlerinden elde edilen sonuçlar içerisinde fosfor miktarına bakıldığında en yüksek değer 83050 µg/L (II. Dönem) ile Akçakale'de, en düşük değer 56270 µg/L (I. Dönem) ile Işıklar'da elde edilmiştir. İnek sütündeki fosfor miktarı ortalama 950000 µg/L olarak belirtilmiştir (Demirci, 2010). Akçaabat köylerindeki sütlerde fosfor miktarı, bu çalışmalara göre oldukça düşük miktarda çıkmıştır. Fosfor için bulunan ortalama değerler I. Dönem 65970±6130 µg/L, II. Dönem 67690±5490 µg/L şeklinde olup birbirine yakın değerler bulunmuştur.

İncelenen inek sütlerinden elde edilen sonuçlar içerisinde kükürt miktarına bakıldığında en yüksek değer 28050 µg/L (II. Dönem) ile Osmanbaba'da, en düşük değer ise 18050 µg/L (II. Dönem) ile Işıklar'da elde edilmiştir. İnek sütündeki kükürt miktarı ortalama 330000 µg/L olarak belirtilmiştir (Demirci, 2010). Akçaabat köylerindeki süt numunelerindeki kükürt miktarı ortalama olarak I. Dönem 25420±1950 µg/L, II. Dönem 24050±2010 µg/L şeklinde olup birbirine yakın değerler bulunmuştur. Ortalama kükürt değerleri literatürde belirtilen değerlerin oldukça altındadır.

İncelenen inek sütlerinden elde edilen sonuçlar içerisinde potasyum miktarına bakıldığında en yüksek değer 134620 µg/L (I. Dönem) ile Erikli'de, en düşük değer 103470 µg/L (II. Dönem) ile Işıklar'da elde edilmiştir. Sütte potasyum serbest iyonlar halinde  $(1-2) \cdot 10^6$  µg/L arasında bulunmaktadır (Yetişmeyen, 2000). Akçaabat köylerindeki sütler bu değerlerin çok altında potasyum içermektedir. Potasyum için ortalama değerler I. Dönem 112320±4790 µg/L, II. Dönem 115215±5520 µg/L şeklinde olup birbirine oldukça yakındır.

İncelenen inek sütlerinden elde edilen sonuçlar içerisinde kalsiyum miktarına bakıldığında en yüksek değer 119300 µg/L (I. Dönem) ile Yeşiltepe'de, en düşük değer 95020 (II. Dönem) ile Arpacılı'da elde edilmiştir. Kalsiyum için ortalama değerler I. Dönem 103940±5720 µg/L, II. Dönem 101200±4480 µg/L şeklinde olup birbirine yakın değerler bulunmuştur. Sütlerdeki kalsiyum içeriği ortalama  $115 \cdot 10^4$  µg/L 'dir

(Metin, 2001; Tekinşen, 2000). Akçaabat köylerindeki sütlerde kalsiyum miktarı literatürde verilen değerin çok altında bulunmuştur.

### **Sonuç olarak;**

Kış ve yaz dönemi sütlerindeki ortalama galyum, baryum, kurşun, rubidyum, sodyum, fosfor, kükürt, alüminyum, demir, potasyum ve kalsiyum miktarları birbirine yakın, krom, kobalt, çinko, nikel, bakır, magnezyum ve kadmiyum miktarları kış döneminde biraz daha fazla, arsenik, gümüş ve selenyum miktarları yaz döneminde biraz daha fazla, stronsiyum kış döneminde yaz döneminin yaklaşık üç katı kadar bulunmuştur.

Tüm köylerdeki sütlerde nikel ve dört köydeki gümüş ve bir köydeki kurşun hariç analizi yapılan sütlerde bulunan ağır metal miktarları literatürde verilen değerler arasında ya da altında bulunmuştur.

Tüm köylerdeki sütlerde mineral madde miktarları literatürde verilen değerlerin altında bulunmuştur.



## 5. ÖNERİLER

Bu çalışmamızda yerleşim yeri sayısını imkanlar dahilinde 16 ile sınırlı tuttuk, bu sayı daha da artırılabilir. Genişletme sadece bir ilçe kapsamında değil il bazında veya bölge bazında da yapılabilir. Denizden uzaklık ve nüfus yoğunluğu gibi parametreler de göz önüne alınabilir.

ICP-MS analiz yönteminden farklı tayin yöntemleri de kullanılarak yöntemler arasında bir karşılaştırma imkanı sağlanabilir.

Sütteki metal ve mineral madde içerikleri, toprak ve bitki analizi yapılarak bulunan sonuçlarla, sebep-sonuç ilişkisi çerçevesinde değerlendirilebilir.

Sütlerde büyüme ve gelişmeye önemli katkıları olan Ca, Mg, Na, K ve P gibi makro minerallerin, araştırdığımız sütlerde düşük çıkma nedenlerini ortaya çıkarmak için çeşitli araştırmalar yapılabilir.

Analizi yapılan sütlerdeki nikel miktarının, literatürde verilen değerlerin çok üzerinde bulunması, içme ve kullanma sularından kaynaklanmış olabilir. Dolayısıyla Akçaabat'taki içme ve kullanma sularında nikel analizlerinin yapılması önem arz etmektedir.

## KAYNAKLAR

- Akbulut, N., Uysal, H. ve Kınık, Ö., 2001.** Süt ve Süt Ürünlerinde Elementler (Çeviri). Uluslararası Sütçülük Federasyonu (IDF) yayını No: 278. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 549.
- Akın, N., Ayar, A., Sert, D. ve Çalık, N., 2003.** Konya ilinin değişik bölgelerinden toplanan sütlerin ağır metal içerikleri üzerine bir araştırma. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu, İzmir, 22-23 Mayıs 2003, 355-358.
- Alaçam, E. ve Şahal, M., 1997.** Sığır Hastalıkları. Medisan Yayın Serisi, No: 31, 1. Baskı, Ankara.
- Anderson, R.A., Bryden, N.A. and Polansky, M.M., 1992.** Dietary chromium intake: freely chosen diets, institutional diets and individual foods. Biological Trace Element Research, 32, 117-21.
- Anonim, 1972.** Health Hazard of the Human Environment. World Health Organization, Geneva.
- Anonymous, 1978.** IDF/FIL. Metal Contaminant in Milk and Milk Products. International Dairy Federation Bulletin Dawment, 105, 38.
- Anonim, 1992.** Trace Elements In Milk and Milk Products. International Dairy Federation Bulletin. No: 278.
- Ayar, A., Sert, D. ve Akın, N., 2007.** Konya'da tüketime sunulan süt ve ürünlerinin ağır metal içeriklerinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Dergisi, 21, 58-64.
- Aysal, H., 2013.** Bitlis yöresindeki anne sütü ve inek sütünde ağır metal (As, Cd, Pb, Zn) iyonlarının tayini. Yüksek Lisans Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Bekman, A.R., 1945.** Anorganik Kimya. Cilt II: Yarı Madenler ve Madenler. Marifet Basımevi, Ankara Fen Fakültesi Yayınları, İstanbul, 423-449.
- Booth, N.H. and McDonald, L.E., 1988.** Veterinary Pharmacology and Therapeutics. 6 th ed. Iowa state university press. Ames.
- Cabrera, C., Lorenzo, M.L. and Lopez, M.C., 1995.** Lead and cadmium contamination in dairy products and its repercussion on total dietary intake. Journal of Agricultural Food Chemistry, 43, 1605-1609.
- Chitambar, C.R., 2010.** Medical Applications and Toxicities of Gallium Compounds, International Journal of Environmental Research Public Health, 7, 2337-2361.

- Clarke, M.L., Harvey, D.G. and Humphreys, D.J., 1981.** Veterinary Toxicology. 2. ed. Bailliere Tindall, London.
- Cindric, I.J., Zeiner, M. and Steffan, I., 2007.** Trace elemental characterization of edible oils by ICP-AES and GFAAS. Microchemical Journal, 85, 136-139.
- Davis, J.R., 1993.** Aluminum and aluminum alloys. ASM International, J.R. Davis, 778s.
- Demirci, M., 1992.** Süt teknolojisine giriş, T. Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No: 105, Ders notu: 68.
- Demirci, M., 2010.** "Sütün Mineral Maddeleri Ve İnsan Beslenmesindeki Önemi". Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi 12.
- Demiral, Y.F., 2012.** Doğal ve Modifiye Edilmiş Şeker Pancarı Küspesi ve Pülpi Kullanılarak Sulu Çözeltilerden Cr (VI) İyonlarının Uzaklaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye, 98 s.
- Deveciler, H., 2005.** Uludağ Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi Tarım Topraklarının Ağır Metal içeriklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, Türkiye.
- Douglas, A.S., Holler, F.J. and Nieman, T.A., 1997.** Principles of Instrumental Analysis, Fifth Edition, Saunders College Publishing.
- Efe, A., 2008.** Diyarbakır İl ve İlçelerinden Temin Edilen Sütlerde Ağır Metal ve Mineral Madde İçeriklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, Türkiye.
- Erdinç, B.D., 1998.** Bazı Gıdalarımızda Metalik Kontaminant Düzeylerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye
- Erdinç, D.B. and Saldamlı, I., 2000.** Variation in some heavy metals during the production of white cheese. International Journal of Dairy Technology, 53, 96-99.
- Ekin, S., 1996.** Van ve Çevresinde İçme Sulama Suları ile Çimento Fabrikası Atık ve Birikinti Sularında Bazı Ağır Metal (Cu, Zn, Fe, Cd, Pb) Düzeylerinin Araştırılması Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış Doktora Tezi), Van, Türkiye.
- Friberg, L., Piscator, M., Nordberg, G.F. and Kjellsörm, T., 1974.** Cadmium in the Environment and edition CRC Pres Inc., Cleveland.
- Gültekin, R., 1998.** Bursa ili çevresinde alınan çiğ süt örneklerinde bazı mineral madde ağır metallerin tespiti üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, Türkiye.

- Günay, A., 1996.** Van ve Yöresindeki Akkaraman Koyunlarında Bakır, Seruloplazmin ve Albumin Miktarlarının Tespiti. Yüksek Lisans Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Biyokimya Anabilim, Van, Türkiye.
- Hatch, J.E., 1984.** Alumium Association, Aluminium properties and physical metallurgy. ASM International, 422 s.
- Hapke, H.J., 1988.** Toxikologie für Veterinärmediziner. 2. neu bearbeitete auflage. Ferdinand enke verlag, Stuttgart, 64s.
- Heeschen, W. and Blüthgen, A., 1980 / Heeschen, W. and Blüthgen, A., 1981.** In: Grundland zur Beurteilung des Carry-overs beim Cadmium (Stoffsammlung der Arbeitsgruppe Carry-over toxischer Elemente am Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten).
- Hernandez, P., Francisco, C., Munoz, J.M., Iniguez J., Torres, L. and Zazo, M., 1996.** Influence of sintering atmosphere on the magnetic after effect in strontium ferrites, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 157-158, 123-124.
- Hisar, R., 1964.** Metal Kimyası Dersleri II. Bölüm: I-IIIIV. Grup Metalleri, İ.T.Ü. Kütüphanesi, İstanbul, Sayı 587, 25-34.
- Işık, N., Konca, R. ve Gümüş, Y., 1996.** Gıdalarda Katkı-Kalıntı ve Bulaşanların İzlenmesi. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Gıda Teknolojisi Araştırma Enstitüsü, Bursa, Türkiye.
- Karataş, M., 2004.** Konya Ana Tahliye Kanalında Ağır Metallerin İncelenmesi, Bitki ve Topraktaki Birikiminin Tespiti. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Konya, Türkiye.
- Kaya, S., 1984.** Biyolojik materyalde doğal arsenik düzeyleri. Atatürk Üniversitesi, Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 424-430.
- Kaya, S., Bilgili, A., Doğan, A. ve Lima, B.C., 1990.** Mezbahalarda kesilen sığırların et ve bazı organlarında Arsenik kalıntıları. Atatürk Üniversitesi, Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 37, 359-363.
- Kaya, S., Pirinçci, İ. ve Bilgili, A., 1998.** Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji. Medisan yayın serisi: 35, 1. Baskı, 534.
- Kayıran, S.M., 2012.** Çinko ve önemi. <http://www.sinanmahirkayiran.com>. Ulaşma tarihi: 12.12.2012.
- Kılıç, A. ve Kılıç, S., 1994.** Yemleme ve Süt. Bilgehan Basımevi, İzmir, 287.
- Kirchgesner, M., 1985.** Hayvan Besleme (Öğretim ve Uygulama Önerileri) TÜBİTAK Veterinerlik ve Hayvancılık Araştırma Grubu, 515.

- Klaassen, C.D., 1996.** Casarett& Doull's Toxicology. The Basic Science of Poisons. International Edition, 1111.
- Kocataş, A., 1999.** Ekoloji ve Çevre Biyolojisi. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 51 Ders Kitabı Dizini No: 20, Bornova, İzmir, 564.
- Kolsure, A.K., Ingale, S., Abnawe, S.A., Chabukswar, A.R., Choudhari, V.P. and Kuchekar, B.S., 2010.** Spectrophotometric simultaneous determination of atorvastatin and losartan potassium in combined tablet dosage form by ratio derivative method. Journal of Pharmacy Research, 3, 2262-2264.
- Lee Y.H., 1994.** Method of producing barium carbonate, A.N.D. Patent No: 5, 275, 797.
- Lante, A., Lomolino, G., Cagnin, M. and Spettoli, P., 2006.** Content and characterisation of minerals in milk and in Crescenza and Squacquerone Italian fresh cheeses by ICP-OES. Food Control, 17, 229-233.
- Lucas, J., 1974.** Our Polluted Food. A Survey of the Risks, John Willey & Sons, New York, 157-163.
- Mata, L., Sanchez, L., Puyol, P. and Calvo, M., 1995.** Changes in the distribution of added lead and cadmium in human and bovine milk induced by heating or freezing. Journal of Food Protection, 58, 305-309.
- Merian, E., 1984.** Metalle in der Umwelt. Verlag Chemie, Weinheim.
- Metin, M., 1996.** Süt Teknolojisi. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yayınları No: 33, İzmir, 623.
- Metin, M., 2001.** Süt Teknolojisi. Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. Ege Üniversitesi İzmir, yayın no: 33.
- Ndung'u, K., Hibdon, S. and Flegal, A.R., 2004.** Determination of lead in vinegar by ICP-MS and GFAAS: Evaluation of different sample preparation procedures. Talanta, 64, 258-263.
- Oğan, H., 1996.** Gıda, İnsan Sağlığı. İlgili Yasalar, İstanbul, 944.
- Olesik, J.W., 1991.** Elemental analysis using ICP-OES and ICP/MS, Analytical Chemistry, 63, 12-21.
- Özcan, T., Erbil, F. ve Kurdal, E., 1998.** Sütün İnsan Beslenmesindeki Önemi. İçme Sütü. İhlas Matbaacılık Gazetecilik Yayıncılık San. ve Tic. A.Ş., 256 s.
- Özrenk, E., 2002.** Van ili ve ilçelerinde üretilen inek sütlerinin ağır metal kirlilik düzeyi ve bazı mineral madde içerikleri. Doktora Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Van, Türkiye.

- Özdemir, C., Çelik, Ş., Özdemir, S., Bakırcı, İ. ve Dönmez, B., 2000.** Erzurum ve Yöresinde Üretilen İnek Sütlerinin Mineral Madde Düzeyi ve Ağır Metal Varlığı Üzerinde Bir Araştırma. VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, "Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri", Tekirdağ, 347-353.
- Özturan, K., 2010.** Erzurum ve Çevresinde Üretilen Süt Ve Süt Ürünlerinin Mevsimlere Göre Mineral Madde ve Ağır Metal İçeriği. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Erzurum, Türkiye.
- Reilly, C., 2002.** Metal Contamination of Food. Blackwell Science Ltd.
- Rodriquez, E.M.R., Alaejos, M.S. and Romero, C.D., 2001.** Mineral concentrations in cow's milk from the Canary Island, Journal of Food Composition Analysis, 14, 419-430.
- Seğmenoğlu, M.S., 2012.** Türkiye’de Tüketime Sunulan Organik ve Geleneksel Süt ve Süt Ürünlerinin Bazı Metal Düzeyleri Yönünden Karşılaştırılması. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Sevgican, F., 1977.** İnorganik Elementler ve Metabolizması. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 270, İzmir.
- Şanlı, Y. ve Kaya, S., (1992).** Veteriner Klinik Toksikoloji. Medisan yayınevi. Ankara.
- Tekinşen, O.C., 2000.** Süt Ürünleri Teknolojisi. Konya, 7 s.
- Uğurluoğlu, H. ve Kaçar, B., 1996.** Değişik çinko kaynaklarının çeltik bitkisini büyümesi üzerine etkisi. Turkish Journal Agriculture Forestry, 20, 473-478.
- Ullman, F. and Forrst, W., 1995.** Encyclopedia of industrial chemistry, VCH Verlag chemie gmbh, Germany, ISBN: 3-527-20126-2.
- URL-1, 2017.** <http://www.food-info.net/tr/min/chromium.htm> (05.08.2017).
- URL-2, 2017.** <https://www.yemekkulubum.com/icerik-sayfa/kobalt-co> (05.08.2017).
- URL-3, 2017.** <http://www.food-info.net/tr/metal/nickel.htm> (05.08.2017).
- URL-4, 2017.** <http://www.food-info.net/tr/min/phosphorus.htm>(05.08.2017).
- Ursell, A., 2001.** Natural Care Vitamins and Minerals Handbook. Dorling Kindersleys, London, 216s.
- Wagner, F.S., 2011.** Rubidium and rubidium compounds. Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, 1-11.

- Viets, F.G. and Jr. Lindsay, W.L., 1973.** Testing soil for Zinc, Copper, Manganase and Iron. Insoil testing and plant analysis. Soil Science Society of America, L.M. Walsh and J.D. Beaton (eds), 153-172.
- Yağdı, K., Kaçar, O. ve Azkan, N., 2000.** Topraklardaki Ağır Metal Kirliliği ve Tarımsal Etkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Dergi, 15, 109-115.
- Yetişmeyen, A., 2000.** Süt Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Yayın No: 1511. Ders Kitabı, 464, 229.
- Yıldız, N., 2001.** Toprak Kirletici Bazı Ağır Metallerin (Zn, Cu, Cd, Cr, Pb, Co ve Ni) Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakóltesi Dergi, 32, 207-213.
- Yılmaz, D. and Yaman, S., 1998.** Heavy Metals Pollution And Chemical Profile Of Ceyhan River. Turkish Journal of Engineering and Environmental Science, 23, 59-61.
- Yüzbaşı, N., Sezgin, E., Yıldırım, M. ve Yıldırım, Z., 2003.** Survey of lead, cadmium, iron, copper and zinc in Kasar cheese. Food Additives Contaminants, 20, 464-469.
- Zengin, M., Gökmen, F., Gezgin, S. and Çakmak, I., 2008.** Effects of different fertilizers with potassium and magnesium on the yield and quality off potato. Asian Journal of Chemistry, 20, 663-676.
- Zheng, N., Wang, Q., Liang, Z. and Zheng, D., 2008.** Characterizaion of heavy metal concentrations in the sediments of three freshwater rivers in Huludao City, Northeast China. Environmental Pollution 154, 135-142.

## ÖZGEÇMİŞ

Ece YAZICI, 02/01/1990 tarihinde Akçaabat'ta doğdu. İlköğretimini 2004 yılında Trabzon İli'nin Akçaabat İlçesi'nde Abdullah Fazıl Ağanoğlu İlköğretim Okulu'nda ve Ortaöğretimini 2007 yılında aynı ilçede Akçaabat Lisesi'nde tamamladı. 06/09/2008 tarihinde başladığı lisans eğitimini 10/06/2012 tarihinde Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümünde 3,18 derecesi ile tamamladı. 2014 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı'nda başladığı yüksek lisans öğrenimini halen devam ettirmektedir. Ece YAZICI, evlidir.

