

**T.C.  
SİİRT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ICP-MS CİHAZI KULLANILARAK SİİRT İLİ VE ÇEVRE İLÇELERİNDE  
SATIŞA SUNULAN SÜT VE SÜT ÜRÜNLERİNDEKİ ( SÜT, PEYNİR,  
YOĞURT ) PLATİNYUM MİKTARINI TAYİN EDİP İNSAN SAĞLIĞI  
AÇISINDAN RİSK TEŞKİL EDİP ETMEDİĞİNİ ARAŞTIRMAK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Erkan BATUR  
(153101003)**

**Kimya Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Uyan YÜKSEL**

**Kasım-2018  
SİİRT**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Erkan BATUR tarafından hazırlanan "ICP-MS cihazı kullanılarak siirt ili ve çevre ilçelerinde satışı sunulan süt ve süt ürünlerindeki (süt, peynir, yoğurt) platinyum miktarını tespit edip insan sağlığı açısından risk teşkil edip etmediğini araştırmak" adlı tez çalışması 15/11/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

#### Başkan

Prof. Dr. Ömer YAVUZ

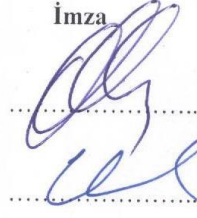
#### Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Uyan YÜKSEL


#### Üye

Doç. Dr. İbrahim TEĞİN

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım.



Doç. Dr. Fevzi HANSU  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tez çalışması Siirt Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 2017-SİÜFEB-11 nolu proje ile desteklenmiştir.

## TEZ BİLDİRİMİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum ‘ICP-MS cihazı kullanılarak siirt ili ve çevre ilçelerinde satışı sunulan süt ve süt ürünlerindeki ( süt, peynir, yoğurt ) platinyum miktarını platinyum miktarını tespit edip insan sağlığı açısından risk teşkil edip etmediğini araştırmak’ başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların, hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

**Erkan BATUR**



## ÖNSÖZ

Bu çalışmada; sanayinin gelişmesi ve motorlu araçların kullanımının artması sonucunda oluşan kötü hava koşullarının Siirt ilinde ağır metal kirliliğine sebep olup olmadığı araştırılmıştır. Siirt ili ve ilçelerinde toplanan süt ve süt ürünleri ile ( süt, yoğurt ve peynir ) ilimizdeki ağır metal kirliliği ve özellikle platin elementinin insan sağlığına zarar verecek seviyede olup olmadığı araştırılmıştır. Bu araştırma sayesinde Siirt ilinde tüketilen süt ürünlerinin insan sağlığına zarar verecek boyutta olup olmadığı tespit edilmiştir.

Tez çalışması süresince yardımlarını ve bilgi birikimini esirgemeyen, çalışmanın planlanması, yürütülmesi ve tamamlanabilmesi için her türlü desteği veren, danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Uyan YÜKSEL'e vermiş olduğu destek ve emeğinden dolayı sonsuz teşekkürlerimi ve en içten saygılarımı sunarım.

Süt ve süt ürünlerini toplamamda yardımcı olan arkadaşlarıma, bana verdiği destekle her daim yanımda olan Ziraat Mühendisi Halise Şeyma ÖZÇELEBİ'ye ve deney çalışmalarını yaptığımız sırada tüm bilgi ve gayretiyle deneyleri yapmamda bana yardımcı olan Doç. Dr. İbrahim TEGİN ve Arş. Gör. Dr. Gurbet CANPOLAT'a ve Siirt Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırmalar Projeleri ( BAP ) Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.

Erkan BATUR  
SİİRT-2018

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>TEZ BİLDİRİMİ</b> .....	<b>ii</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>iv</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>v</b>
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>x</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Ağır Metaller .....	1
1.1.1. Ağır Metallerin Çevreye Yayılımı .....	3
1.1.2. Ağır Metallerin Canlılar Üzerindeki Etkileri.....	4
1.2. Platin Elementinin Özellikleri .....	6
1.2.1. Platinin Bulunuşu.....	6
1.2.2. Dünyada Platin Grubu Metal Sektörü ve Kullanım Alanları.....	7
1.2.3. Platin Grubu Metallerin Kullanım Alanları .....	8
Şekil 1.2. 2016 yılı sektörlere göre % platin kullanımı .....	10
1.2.4. Platinin Fiziksel, Kimyasal ve Mekanik Özellikleri.....	10
1.3. Katalitik Konvertör .....	13
1.3.1. Seramik Bilyeli Tıp Katalitik Konvertör.....	15
1.3.2. Seramik Petek Tıp Katalitik Konvertör.....	16
1.3.3. Metalik Petek Tıp Katalitik Konvertör .....	16
1.4. Süt Bileşimi ve Genel Özellikleri .....	16
<b>2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI</b> .....	<b>18</b>
<b>3. MATERYAL VE METOT</b> .....	<b>25</b>
3.1. Kullanılan Cihazlar .....	25
3.2. Kimyasallar .....	25
3.3. Numunelerin Toplanması .....	25
3.4. Numune ve SRM ( BCR 723 v3 2557 ) için Mikrodalga Çözünürleştirme Prosedürleri.....	26
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA</b> .....	<b>41</b>
<b>4.1. SRM 2557 ve BCR 723 ile çözünürleştirme sisteminin doğruluğu</b> .....	<b>41</b>
<b>Şekil 4.1. Numune toplanılan yerlerin kümeleme analizi ( CA )</b> .....	<b>57</b>

<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>60</b>
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>62</b>
<b>7. ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>65</b>



## TABLULAR LİSTESİ

<b>Tablo 1.1.</b> Temel endüstrilerden kaynaklanan metal türleri .....	3
<b>Tablo 1.2.</b> Önemli ağır metallerin ekolojik sınıflandırılması.....	5
<b>Tablo 1.3.</b> Platin grubu metal üretimi yapan ülkeler ve rafinerileri.....	8
<b>Tablo 1.4.</b> Platinin izotopları.....	11
<b>Tablo 1.5.</b> Platinin genel özellikleri .....	12
<b>Tablo 1.6.</b> Platinin fiziksel özellikleri .....	12
<b>Tablo 1.7.</b> Platinin atom özellikleri .....	12
<b>Tablo 1.8.</b> Platinin diğer özellikleri.....	13
<b>Tablo 1.9.</b> Platinin kimyasal özellikleri .....	13
<b>Tablo 3.1.</b> ICP-MS çalışma koşulları .....	26
<b>Tablo 3.2.</b> Mikro-dalga çözünürleştirme koşulları A ve B .....	26
<b>Tablo 3.3.</b> 10 ppb'lik analizin sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi .....	37
<b>Tablo 3.4.</b> 25 ppb'lik analizin sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi .....	38
<b>Tablo 3.5.</b> 50 ppb'lik analizin sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi .....	38
<b>Tablo 3.6.</b> 100 ppb'lik analizin sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi .....	39
<b>Tablo 3.7.</b> 250 ppb'lik analizin sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi .....	39
<b>Tablo 3.8.</b> 500 ppb'lik analizin sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi. ....	40
<b>Tablo 4.1.</b> Platinin SRM 2557ve BCR-723'ten geri kazanım miktarları.....	41
<b>Tablo 4.2.</b> Siirt ili ilçe ve köylerinden toplanılan peynir numunelerindeki Pt düzeyleri .	41
<b>Tablo 4.3.</b> Siirt ili ilçe ve köylerinden toplanılan yoğurt numunelerindeki Pt düzeyleri	42
<b>Tablo 4.4.</b> Siirt ili ilçe ve köylerinden toplanılan süt numunelerindeki Pt düzeyleri.....	43
<b>Tablo 4.5.</b> Siirt ili ve ilçelerinin süt, yoğurt ve otlu peynirin element istatistiği .....	44
<b>Tablo 4.6.</b> Siirt ili ve ilçelerinin süt, yoğurt ve otlu peynirin element korelasyonu.....	45
<b>Tablo 4.7.</b> Siirt ili ve ilçelerinin süt element istatistiği .....	47
<b>Tablo 4.8.</b> Siirt ili ve ilçelerinin süt elementi korelasyonu .....	48
<b>Tablo 4.9.</b> Pervari ilçesi süt elementi istatistiği .....	49
<b>Tablo 4.10.</b> Eruh ilçesi süt elementi istatistiği .....	50
<b>Tablo 4.11.</b> Baykan ilçesi süt elementi istatistiği.....	50
<b>Tablo 4.12.</b> Kurtalan ilçesi süt elementi istatistiği.....	51
<b>Tablo 4.13.</b> Siirt ili ve ilçelerinin yoğurt element istatistiği .....	52
<b>Tablo 4.14.</b> Elementlerin korelasyon analizi.....	53
<b>Tablo 4.15.</b> Siirt ili ve ilçelerinin otlu peynir element istatistiği. ....	55
<b>Tablo 4.16.</b> Elementlerin korelasyon analizi.....	56

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Dünya platin üretimi % dağılımı .....	7
Şekil 1.2.	2016 yılı sektörlere göre % platin kullanımı .....	10
Şekil 1.3.	Platinin görüntüsü.....	11
Şekil 1.4.	Katalitik konventör .....	15
Şekil 3.1.	Lityum elementinin kalibrasyon eğrisi.....	27
Şekil 3.2.	Berilyum elementinin kalibrasyon eğrisi .....	27
Şekil 3.3.	Vanadyum elementinin kalibrasyon eğrisi .....	28
Şekil 3.4.	Krom elementinin kalibrasyon eğrisi .....	28
Şekil 3.5.	Mangan elementinin eğrisi .....	29
Şekil 3.6.	Demir elementinin kalibrasyon eğrisi .....	29
Şekil 3.7.	Kobalt elementinin kalibrasyon eğrisi.....	30
Şekil 3.8.	Nikel elementinin kalibrasyon eğrisi.....	30
Şekil 3.9.	Bakır elementinin kalibrasyon eğrisi.....	31
Şekil 3.10.	Çinko elementinin kalibrasyon eğrisi.....	31
Şekil 3.11.	Astatin elementinin kalibrasyon eğrisi .....	32
Şekil 3.12.	Arsenik elementinin kalibrasyon eğrisi .....	32
Şekil 3.13.	Selenyum elementinin kalibrasyon eğrisi.....	33
Şekil 3.14.	Stronsiyum elementinin kalibrasyon eğrisi .....	33
Şekil 3.15.	Molibden elementinin kalibrasyon eğrisi .....	34
Şekil 3.16.	Kadmiyum elementinin kalibrasyon eğrisi.....	34
Şekil 3.17.	Kalay elementinin kalibrasyon eğrisi .....	35
Şekil 3.18.	Antimon elementinin kalibrasyon eğrisi .....	35
Şekil 3.19.	Platin elementinin kalibrasyon eğrisi .....	36
Şekil 3.20.	Tellür elementinin kalibrasyon eğrisi .....	36
Şekil 3.21.	Kurşun elementinin kalibrasyon eğrisi.....	37
Şekil 4.1.	Numune toplanılan yerlerin kümeleme analizi ( CA ) .....	57
Şekil 4.2.	Elementlerin kümeleme analizi ( CA ).....	58



## KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

<b><u>Kısaltma</u></b>	<b><u>Açıklama</u></b>
<b>Al</b>	: Alüminyum
<b>Ar</b>	: Argon
<b>Ag</b>	: Gümüş
<b>Ba</b>	: Baryum
<b>Ca</b>	: Kalsiyum
<b>Cd</b>	: Kadmiyum
<b>Co</b>	: Kobalt
<b>CO<sub>2</sub></b>	: Karbondioksit
<b>Cr</b>	: Krom
<b>Fe</b>	: Demir
<b>HCl</b>	: Hidroklorik asit
<b>Hg</b>	: Civa
<b>HF</b>	: Hidroflorik asit
<b>HNO<sub>3</sub></b>	: Nitrik asit
<b>ICP-MS</b>	: Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer
<b>ICP-AES</b>	: Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometer
<b>LA-ICP-MS</b>	: Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry
<b>Mg</b>	: Magnezyum
<b>Mn</b>	: Mangan
<b>Ni</b>	: Nikel
<b>Pb</b>	: Kurşun
<b>Ppb</b>	: Parts Per Billion
<b>Pt</b>	: Platin
<b>Se</b>	: Selenyum
<b>Sr</b>	: Stronsiyum
<b>V</b>	: Vanadyum
<b>Zn</b>	: Çinko

<b><u>Simge</u></b>	<b><u>Açıklama</u></b>
<b>R</b>	: Elementlerin Elektriksel Direnci
<b>µm</b>	: Mikrometre
<b>µg</b>	: Mikrogram
<b>°C</b>	: Santigrat
<b>°F</b>	: Fahrenheit
<b>K</b>	: Kelvin

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### ICP-MS CİHAZI KULLANILARAK SİİRT İLİ VE ÇEVRE İLÇELERİNDE SATIŞA SUNULAN SÜT VE SÜT ÜRÜNLERİNDEKİ (SÜT, PEYNİR, YOĞURT) PLATİNYUM MİKTARINI TAYİN EDİP İNSAN SAĞLIĞI AÇISINDAN RİSK TEŞKİL EDİP ETMEDİĞİNİ ARAŞTIRMAK

**Erkan BATUR**

**Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Kimya Anabilim Dalı**

**Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Uyan YÜKSEL**

**2018, 65 Sayfa**

Bu çalışmanın amacı sanayileşme ile birlikte ağır metal içeren kömürlerin yakılmaya başlanması ile endüstri bölgelerinde ve her geçen gün artan trafik yoğunluğuna maruz kalan siirt ilinde otomobil veya endüstriyel emisyonlardan kaynaklanan Platinyum elementi gibi ağır metallerin süt ve süt ürünlerindeki platinyum elementinin miktarını araştırmak.

Bu kapsamda numuneler Siirt il merkezinden ve beş ilçesindeki köylerden toplandı. Yoğurt numuneleri Siirt Merkezinin Doluharman, Bağtepe ve Akyamaç köylerinden Eruh ilçesinin Merge, Ekmekçiler ve Bilgili köylerinden Baykan ilçesinin Meşelik, Karakaya ve Dedebakır köylerinden Kurtalan İlçesi Bölüktepe ve Bağlıca köylerinden Pervari İlçesi Gökbülak köyünden toplandı. Süt numuneleri Siirt merkezinin bahçelievler ve çakmak mahallerinden Eruh İlçesinin Kuşdalı ve Merge köylerinden Baykan İlçesinin Karakaya, Dedebakır ve Günbuldu köylerinden Kurtalan İlçesinin Bağlıca, Kayabağlar ve Bölüktepe köylerinden Pervari İlçesinin Gürzova, Gölge, Çat, Çobanören, Yukarıbalcılar, Güleçler, Gökbülak köylerinden toplandı. Peynir numuneleri Siirt Merkezinin Akdoğan, Gökçebağ, Bağtepe ve Aktaş köylerinden Eruh İlçesinin Erdoğan Köyünden Pervari merkezi ve Yeni köyden Şirvan İlçesi Adıgüzel köyünden numuneler toplandı. Mikrodalga destekli asit çözünürleştirme işleminden sonra ICP-MS ile analiz edilerek süt ve süt ürünlerindeki platin elementi ile birlikte 21 adet ağır metal miktarını sağlık açısından risk teşkil edip etmediği değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda toplanılan süt ürünlerinden Baykan Dedebakır köyünden alınan yoğurt, Şirvan Adıgüzel köyünden alınan peynir ve Baykan Günbuldu köyünden alınan süt numunelerindeki platin düzeyi diğer numunelerindeki platin düzeylerinden yüksek çıktığı gözlemlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar platin kirliliğinin temel kaynağının egzoz gazları için katalitik konvertörlerin yapısında bulunan platinin yanma sonucu egzoz gazları ile birlikte yayılmasından kaynaklandığını ortaya konmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** ICP – MS, Mikrodalga, Platin, Siirt, Süt

## ABSTRACT

## MS THESIS

# DETERMINING THE AMOUNT OF PLATINUM IN MILK AND DAIRY PRODUCTS (DAIRY, CHEESE, YOGHURT) PRODUCED IN SIIRT AND ITS REGIONS BY USING ICP-MS DEVICE TO RESEARCH WHETHER THEY POSE A RISK FOR HUMAN HEALTH

**Erkan BATUR**

**Siirt University Institute of Science The Degree of Master of Science in Chemistry**

**Supervisor : Asst. Prof. Dr. Uyan YÜKSEL**

**2018, 65 Pages**

The objective of this study is to investigate the amount of platinum such as heavy metals platinum element in milk and dairy products originating from automobiles or the increasing traffic intensity which Siirt is more exposed day by day and the industrial emissions with the burning of heavy metal containing coal as a result of industrialization.

In this context, the samples were collected from the villages of Siirt province center and five districts. Yoghurt samples were collected from the villages of Dolmabahce, Bağtepe and Akyamaç of Siirt city center, Merge, Bakers and Knowledge villages of Eruh district, Meşelik, Karakaya and Dedebakır villages of Baykan district, Bölüktepe and Bağlıca villages of Kurtalan district and Gökbülak vilage of Pervari. Milk samples were collected from Bahçelievler and Çakmak neighborhoods of Siirt city center, Kuşdalı and Merge villages of Eruh district, Karakaya, Dedebakır and Günbuldu villages of Baykan district, Bağlıca, Kayabağlar and Bölüktepe villages of Kurtalan district and Gürzova, Gölgeli, Çat, Çobanören, Yukarıbalcılar, Güleçler, and Gökbülaklar villages of Pervari district. Cheese samples were collected from the villages of Akdoğmuş, Gökçebaş, Bağtepe and Aktas of Siirt city district, Erdoğan village of Eruh district, Pervari city center and its village Yeni Köy and Adıgüzel village of Şirvan district. After microwave-assisted acid dissolution, it was analyzed by ICP-MS to determine whether the amount of 21 heavy metals, together with the platinum element in milk and milk products, poses a health risk. As a result of this evaluation collected milk products like yoghurt from Baykan Dedebakır, collected milk products like cheese from Şirvan Adıgüzel and taken milk samples platinum level platinum levels in other samples were observed to be high from Baykan Günbuldu. In these results obtained; the main source of platinum pollution, found in the structure of catalytic converters for exhaust gases; as a result of platinum burning that the exhaust gases are caused by the spread reveals.

**Keywords:**ICP – MS, Microwave, Platin, Siirt, Milk

## 1. GİRİŞ

Ülkemizde ve dünyada son zamanlarda hızlı endüstriyel gelişim ve motorlu taşıt sayısının sürekli olarak artması atmosferdeki değişik gaz parçacıklarının fazlalığı toprak ve bitki verimliliğine olumsuz etkide bulunmaktadır. Ağır metallerin sebep olduğu bu olumsuz etki bütün canlılar üzerinde tehdit oluşturmaktadır. Ağır metal en genel anlamda tanımlanacak olursa yoğunluğu yüksek olan ve miktarı az olsa bile zehirleyici olan metaldir. Gerçek tanımı ise atom numaralarına göre sınıflandırıldığında, atom numarası 20'den büyük olan veya bir santimetreküp hacim kaplayan miktarı 5 gramdan ağır olan metaller, ağır metal olarak isimlendirilmektedir. Bu gruba 60'tan fazla metal dahil edilebilir.

Ağır metaller yaşadığımız ortamda çevre kirliliğinin en önemli sebeplerinden biridir. Ağır metal kaynakları; depremler volkanik patlamalar seller gibi jeolojik kökenli olabileceği gibi insan kaynaklı olan kentsel, tarımsal ve endüstriyel olabilmektedir.

Bu çalışmada özellikle ağır metal grubunda bulunan platin elementi anlatılacaktır. Dünyadaki milyonlarca aracın atmosfere saldığı egzoz gazı hava kirliliğinin en önemli sebeplerinden biri sayılmaktadır. Egzoz gazlarından kaynaklanan bu kirliliği azaltmak adına katalitik konvertör kullanılmaya başlanmıştır. Katalitik konvertör basit bir yapısı vardır ve bunun yanında atmosfere salınan zararlı gazları önemli miktarda azaltmaktadır. Katalitik konvertör kanalları rodyum, platin, paladyum ve seryum ile sarılmıştır. Hidrokarbon ve karbonmonoksitlerin oksitlenmesine paladyum ve platin sebep olmaktadır, NO<sub>x</sub>'lerin indirgenmesini rodyum ise sağlar. Oksijen miktarını ayarlayan ise seryum elementidir.

Bu çalışmada egzoz gazları ve diğer kirleticimaddelerin içinde bulunan platin miktarının siirt ili ve çevresinde toprağa oradan hayvanlara ve bünyesinde bulunan süte ne kadar bulaştığını tespit etmek ve bu sayede kirletici maddelerin Siirt ili ve çevresindeki etkisi araştırılmıştır.

### 1.1. Ağır Metaller

Yoğunluğu 5 g/cm<sup>3</sup> 'ten fazla olan metallere ağır metal denir. Başka bir tanımla, canlı bünyesine yüksek konsantrasyonlar da girdiğinde insan sağlığına zararlı olan metallere, ağır metaller denir. Pb, Cr, Cd, Co, Ni, Cu, Zn, Hg ve Fe elementleri

başta olmak üzere 60'tan fazla metal, ağır metal grubuna dahil olmaktadır. Yapıları gereği ağır metaller yerkürede genellikle oksit, karbonat, sülfür ve silikat halinde stabil bileşik veya silikatlar içinde bulunurlar.

Ağır metallerin başlıca kaynakları, mineral gübreler, bazı anataşlar, kanalizasyon atıkları, biyositler, atıksular, kentsel atıklar, motorlu araçların egzoz gazları ve madenciliktir.

Ağır metaller doğal veya antropojenik kaynaklı olabilirler. Doğal kaynakları magmatik kayalar, tortul kayaçlar, metamorfik kayalar, toprak oluşumu ve antropojenik kaynakları ise tarımsal aktiviteler ( gübreler, pestisitler, arıtma çamurları ), endüstriyel aktiviteler ( madencilik, kömür ve petrol tüketimi ) katı atık depo sahaları olarak bilinir.

Ağır metaller canlılara 3 şekilde canlılara bulaşır. Bunlardan birincisi atmosferde bulunan ağır metaller veya toprak ve suya atmosferik çökelim ile geçen ağır metallerdir, ikincisi içme suyu olarak veya sulama suyu olarak kullanılan sularda bulunan ağır metallerdir, üçüncüsü ise besin zincirinde biriken ağır metallerdir. Doğal veya antropojenik kaynaklı ağır metaller canlı vücuduna ağır metallerle kirlenmiş havanın solunması ile ve ağır metallerle kirlenmiş su ve besinlerin tüketilmesi ile girebilirler. Ağır metaller, uçucu gaz ( Hg gibi ) veya koloidal parçacıklar şeklinde atmosferde bulunabilir. Yıllık binlerce ton ağır metal atmosfere salınmaktadır, dünya nüfusu ve endüstriyel faaliyetlerin artmasıyla da bu miktar artmaktadır. Metallerle kirlenmiş havanın solunması canlılar için tehlikeli sonuçlar doğurmaktadır.

Atmosferde ağır metaller biyolojik ve jeolojik olarak dönüşümlere uğrayabilmektedir. Bu parçalanma ve taşınma sonucunda buldukları yerlerden çok uzak noktalarda birikerek ağır metal konsantrasyonlarının artmasına neden olmaktadır. Pb konsantrasyonunun geçmiş yıllara göre Grönland buzullarında çok fazla artması, bu metalin yeniden dağılım ve taşınımına uğradığını gösterir.

Endüstriyel atıklarla toprağa ulaşan ağır metaller, toprakta toplanmaktadır. Biriken bu metallerin çözünürlüğü toprağın pH değerinden önemli ölçüde etkilenmektedir ve ağır metallerin topraktaki aktivitesi genellikle toprağın pH değeri ile ters orantılı olarak değişmektedir. Çimento üretimi, demir çelik sanayi, termik santraller, kâğıt sanayi, gübre sanayi, cam üretimi, petrokimya, çöp ve atık çamur yakma tesisleri ağır metallerin çevreye yayılmasına sebep olan en önemli endüstri

kuruluşlarıdır. Tablo 1.1. de hangi sanayi tesisinin hangi elementi ürettiği gösterilmiştir.

**Tablo 1.1.** Temel endüstrilerden kaynaklanan metal türleri

Endüstri Tipi	Metal Türleri							
	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Sn	Zn
Kağıt Endüstrisi	-	+	+	+	+	+	-	-
Petrokimya	+	+	-	+	+	-	+	+
Klor Alkali Üretimi	+	+	-	+	+	-	+	+
Gübre Sanayi	+	+	+	+	+	+	-	+
Demir Çelik Sanayi	+	+	+	+	+	+	+	+
Enerji Üretimi	+	+	+	+	+	+	+	+

### 1.1.1. Ağır Metallerin Çevreye Yayılımı

Günümüzde gerek hızla sanayileşme gerekse her geçen gün artan trafik yoğunluğu sebebiyle ağır metallerin çevredeki miktarı sürekli artış göstermektedir.

Gelişen teknoloji ile birlikte kimya fabrikalarında çoğunlukla ağır metal içeren mantar ilaçları ile ahşap koruyucuları, fabrikaların atmosfere saldığı tozlar ve gazlar doğanın tahrip olmasına ve kirlenmesine neden olmaktadır. Bu sebepten dolayı gıda döngüsü içerisine taşınabilir, fazla miktarda zehirli madde içermelerinden dolayı, canlıların sağlığı ve tarım açısından tehlike arz etmektedir.

Depremler, volkanik patlamalar, seller gibi doğal afetler ağır metal kirliliğinin doğal sebepleri olmasının yanında endüstriyel, kentsel, tarımsal ve ulaşım gibi insan kaynaklı ağır metal kirliliğide olabilmektedir. Ağır metaller yağış durumuna göre direk toprağa girip oradan bitkilere hayvanlara ve yer altı sularına ulaşmaktadır. Ağır metaller doğal olayların dışında daha çok insan kaynaklı etkiler nedeniyle çevreye yayılmaktadır. Çevreye yayılmasındaki insan kaynaklı başlıca etkenlerin başlıcaları; otomobil egzozlarından çıkan gazlar fabrikalardan çıkan duman ve kimyevi atıklar demir çelik sanayi, termik santraller, geri dönüşüm tesisleri çöp ve atık yakma tesisleridir.

### 1.1.2. Ağır Metallerin Canlılar Üzerindeki Etkileri

Ağır metaller bir kısmı insan sağlığına zararlı etkileri olsada bazı ağır metaller insan yaşamını sürdürebilmesi ve vücudun sürekli olarak çalışması için mutlaka gereklidir. Bu ağır metallere, demir, bakır ve çinko örnek olarak verilebilir. Adı geçen bu metallerin fazla olması insan vücudunda çeşitli rahatsızlıklara neden olmakla birlikte; demir eksikliği anemi, bakır eksikliği anemi ve dermatit, çinko eksikliği saç dökülmesi gibi birçok hastalığa sebep olabilmektedir. Japonya’da bulunan Minamata Körfezi çevresinde 1950’li yıllarda kurulmuş olan asetaldehit fabrikasına ait atıkların denize deşarjı sonucu körfezin sularına karışan metil cıva, önce mini deniz canlılarının vücutlarında birikmiş, takiben bu canlıları tüketen küçük balıkların vücutlarına geçmiş, küçük balıkları tüketen büyük balıklarda metil cıva beklenenin yüzlerce katına çıkmış ve en son besin zinciri yoluyla insanlara ulaşmıştır. Ağır metal zehirlenmesinin karakteristik bir örneği olan bu salgın onlarca kişinin ölmesine neden olduktan sonra tespit edilerek durdurulabilmiştir. Ağır metal nedenli sağlık sorunlarının ortaya çıkmasından sonra başvurulacak tedavi ve rehabilitasyon yöntemleri oldukça sınırlıdır. Söz konusu sınırlılık, ağır metal nedenli sağlık sorunlarının genelde tanı ve tedavisi zor olan kronik hastalıklar veya kanserler olmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum, koruyucu sağlık hizmetlerinin önemini açığa çıkarmaktadır.

İnsan günümüzde ağır metallerin toprak su gibi çevresel faktörlerde bulunuşunda en büyük paya sahiptir. Endüstriyel faaliyetler ve trafik bu durumdan büyük ölçüde sorumlu tutulmaktadır. Endüstriyel faaliyetler arasında özellikle demir-çelik, çimento, kâğıt, kimya ( plastik, boya, ilaç ) gibi sektörler, çevreye ağır metal yayılımında en çok suçlanan sektörler olarak öne çıkmaktadır. Çevresel kirliliğin artması nedeniyle ağır metal etkilenimi günümüzde çevresel etkilenimden kaynaklanan salgınlar şeklinde karşımıza çıksa da daha önceki dönemlerde sıklıkla meslek hastalığı olarak görülmüştür. İnsan vücuduna alınan metaller metabolizma üzerindeki zehirleyici etkilerini farklı yollarla yapmaktadır. Bu duruma örnek olarak proteinlerle tepkimeye girerek proteinlerin yapısal ve enzimatik aktivitelerini farklılaştırıp inhibe etmesini verebiliriz. Böylece ana elementlerin yerine geçerek zehirli etkilerini gösterebilirler.

Domingo metalleri gruplara ayırmıştır.

1- Ar, Cd, Pb, Hg Çok bulunan ve çok fazla toksisiteye neden olan metaller.

2- Cr, Co, Mn, Se, Zn: Esansiyel iz elementler.

3- Ni, V: Biyolojik önemi olan diğer metaller.

4- Al, Ca, Li: Farmakoloji ile ilgili metaller.

İnsanın yaşamını devam ettirebilmesi için bedeninde belirli bir değerde ağır metal bulunması gereklidir ve vucuttaki biyolojik reaksiyonlarda görev aldıklarından dolayı sürekli olarak gıdalardan alınmaları gereklidir. Mesala örnek verecek olursak Cu elementi tüm canlılarda kırmızı kan hücrelerinin ve birden fazla oksidasyon ve redüksiyon prosesinin vazgeçilmezidir. Ağır metaller ekolojik sınıflandırılması Tablo 1.2’de verilmiştir.

**Tablo 1.2.** Önemli ağır metallerin ekolojik sınıflandırılması

Element	Özgül ağırlık g/cm <sup>3</sup>	Bitki ve hayvan için gereklilik	Kirletici olup olmadığı
Ag ( gümüş )	10,5	-	K
Cd ( kadmiyum )	8,5	-	K
Cr ( krom )	7,2	G	K
Co ( kobalt )	8,9	G	K
Cu ( bakır )	8,9	G	K
Fe ( demir )	7,9	G	K
Hg ( civa )	13,6	-	K
Mn ( mangan )	7,4	G	-
Pb ( kurşun )	11,3	-	K
Mo ( molibden )	10,2	G	K
Ni ( nikel )	8,9	G	K
Pt ( platin )	21,5	-	-
Tl ( talyum )	11,9	-	K
Sn ( kalay )	7,3	-	K
U ( uranyum )	19,1	G	K
V ( vanadyum )	6,1	G	K
W ( tungstem )	19,3	G	K
Zn ( çinko )	7,1	G	K
Zr ( zirkon )	6,3	-	-



İnsanlarda ağır metallerin sebep oldukları etki ve insan vücudundaki görevleri aşağıda belirtilmiştir.

- a) Kimyasal reaksiyonlardaki görevler,
- b) Fizyolojik ve Taşınım sistemlerindeki görevler,
- c) Kanserojen ve mutojen olarak yapı taşlarına görev alanlar,
- d) Alerjen olarak görevler,
- e) Spesifik olarak tesir edenler.

## 1.2. Platin Elementinin Özellikleri

Platin elementi atom ağırlığı 195,09 atom nosu 78, sembolü Pt dir. Periyodik cetvelde 8B grubunda bulunur. 8B grubunda paladyum, osmiyum, iridyum, rutenyum, rodyum ve platinde bulunur. Bu metallere platin grubu metalleri veya platin metalleri olarakta tabir edilmektedir. Platinin erime noktası 1769 °C, kaynama noktası 3827 °C dir. 25 °C sıcaklığındaki yoğunluğu, 21,46 gr/cm<sup>3</sup>'tür, oda koşullarında kükürt ve oksijen ile tepkime vermediği için sürekli parlak renkte kalır 25 °C Oda sıcaklığında kuvvetli asit ve alkalilerle tepkime vermez ancak ters kral suyunda tepkime verir. ( Ters Kral Suyunun oluşması için 3 hacim HCl ile 1 hacim HNO<sub>3</sub>'ün bir araya getirilmesi gerekir.). Platin yüksek sıcaklıklarda fosfor, arsenik, klor, flor ve kükürtle tepkimeye girer. Katı bir madde olan platin yumuşak halde bulunur. Platinyum kloritin indirgenmesiyle elde edilen platin siyahı denilen madde tepkimelerde katalizör olarak kullanılır.

### 1.2.1. Platinin Bulunuşu

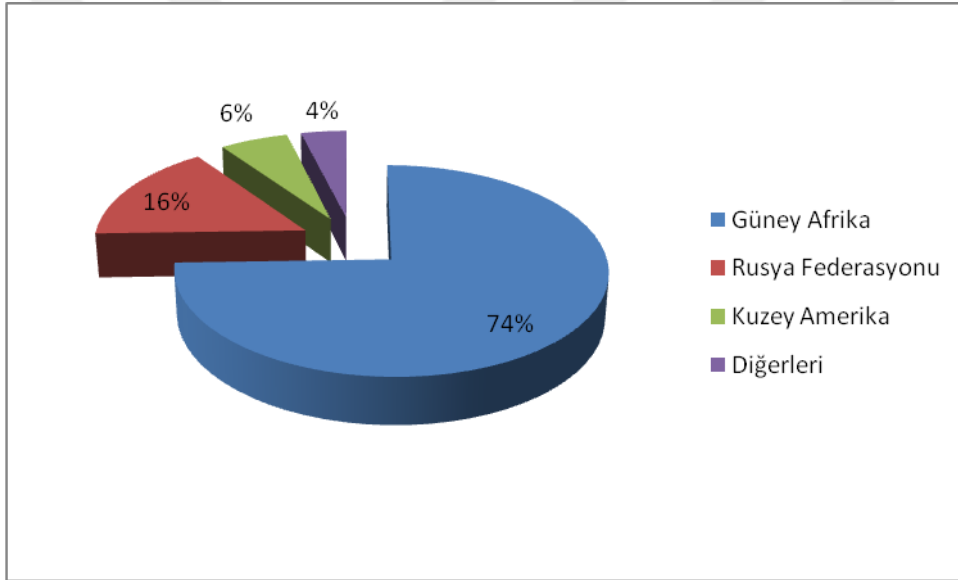
Platini ilk defa İspanyollar Kolombiya'da bulmuşlardır.Buldukları maddeye "platina" veya "küçük gümüş" olarak adlandırmışlardır.Platini bilmediklerinden dolayı gümüş cevherleri içinde bulunan platini empürite bir madde olarak görmüşler ve genellikle atmışlardır.

Bir keşif gezisi esnasında Antonio de Ulloa ve Don Jorge Juan y Santacilia adlı iki astronom platin metalini bulmuşlardır.Ulloa ve Don Jorge Juan Santacilia isimli iki bilim adamını İspanya Kralı V. Philip tarafından 1735-1745 yıllarında Peru'daki bir keşif gezisi için görevlendirilmiştir.Ulloa, "platina" yı, New Granada'da ( Kolombiya ) altınla birlikte bulunan ve işlenemeyen metal olarak nitelendirdi. İngiliz bilim adamı

William Hyde Wollaston 1803' te ilk saf platini elde etmiştir. Ardından paladyumu ve rodyumu saf olarak elde etti. İtalyan hümanist olan Julius Sezar Skaliger ( 1484-1558 ), Meksika ve Panama arasındaki bir Orta Amerika madeninde bulunan bu gizemli metali anlatırken ona, “şimdiye dek bilinen hiçbir İspanyol sanatıyla ergitilemeyen” olarak tanımlamıştır.

### 1.2.2. Dünyada Platin Grubu Metal Sektörü ve Kullanım Alanları

Dünyada arz talep dengesi gereği platin üretimi sürekli artmaktadır. Platine karşı olan talebin sürekli artması üretimde artırmaktadır. Platin üretimi 1970’li yılların başında hızla arttı ve yaklaşık 2 milyon onsa ( 62 ton ) yükseldi. Aşağıda Şekil 1.1 de dünyada platin üretiminin dağılımı gösterilmektedir.



Şekil 1.1. Dünya platin üretimi % dağılımı

En fazla platin üreten ülkeler arasında 1.sıradaolan BDT dünya platin üretiminin %90'ını elinde tutmaktadır.Bağımsız Devletler Topluluğunda en fazla üretim Petsamo ve Novilsk şehirlerinde yapılmaktadır. Bu şehirlerde yapılan üretimde bir ton cevherde 31 gr platin metali çıkarılmaktadır. 1820’li yılların başından itibaren yapılan üretim günümüze dek sürmektedir. Güney Afrikanın özellikle Transvaal şehrindeki yapılan platin üretimi cevherlerin içinde bulunan nikel, bakır, altın için değil platin metallerinin çıkarılması için işletilmektedir. Yapılan üretimde bir ton cevher içinde 4,65 gram platin grubu metalleri bulunmaktadır. Cevherin % 65'i platin, % 25'i paladyum olarak çıkmaktadır.

Kanadanın en büyük ikinci eyaleti olan Ontano’da yapılan maden aramalarında Cu-Ni-SO<sub>4</sub> cevherleri içerisinde bulunan ve miktarı az olan platin metali diğer ülkelerde yapılan üretime benzemekle beraber, söz konusu Cu-Ni cevherinin üretimine, dolayısıyla bu cevherin talebine bağlı olarak üretilmektedir. Ontano’da 1900 yılından sonra önem arz edecek miktarda platin üretime başlanmıştır. Tablo 1.3.te platin üretimi yapan ülkelerin isimleri ve rafinerilerin isimleri aşağıda belirtilmiştir.

**Tablo 1.3.** Platin grubu metal üretimi yapan ülkeler ve rafinerileri

ÜLKELER	RAFİNERİLER
ABD	Engelhard Corporation, Carteret
	Heraeus Metal Processing Inc
	Johnson Matthey Inc
	Sabin Matel Corporation
ALMANYA	Umicore AG & Co. KG
	W.C Heraeus GmbH
GÜNEY AFRİKA	Rustenburg Platinum Mines Ltd.
	Western Platinum Refinery Ltd.
	Impala Platinum Ltd.
İNGİLTERE	Inco Europe Ltd.
	Johnson Matthey Plc
İSVİÇRE	Argor-Heraeus SA
	Metalor Technologies SA
	PAMP SA
İTALYA	Valcambi SA
	Chimet SpA
JAPONYA	Asahi Pretec Corp.
	Fruya Metal Co Ltd of Japan
	Ishifuka Metal Industry Co. Ltd.
	Matsuda Sngyo Co. Ltd.
	Tanaka Kinkinzoku Kogyo K.K.
	Tokuriki Honten Co. Ltd.
RUSYA	Ekaterinburg Metal Pro. Plant
	Krasnoyarsk Metal Plant
	Novosibirsk Metal Plant
	Prioksk Plant of Metal

### 1.2.3. Platin Grubu Metallerin Kullanım Alanları

Kuyumculuk Sektörü: Platin metalinin kuyumculuk sektöründe kullanılmasının en önemli sebebi kararmaya ve korozyona karşı dirençli olmasıdır. 1900’lü yıllardan itibaren kıymetli maden sektöründe kullanılmaya başlanan platin az miktarda iridyum gibi bir alaşım elemanı mücevhere ilave edilir. Çünkü bu şekilde elde edilen alaşım, saf platinden daha serttir. Çok pahalı bir metal olan platin nadir bulunması ve sadece kendinde bulunan özelliklerden dolayı yüksek değerde satılmaktadır. Platinin en saf hali amerika ve avrupa kıtasında olmak üzere saflığı % 95’tir. Bu metalin çıkarıldığı diğer

ülkelerdeki saflığı % 85'in altında değerlere sahiptir. Otomobil Sektörü: Dünyada üretilen platinin % 50'si bu sektörde kullanılır. Egzoz gazlarının emisyonunun azaltılması için kullanılır. Egzozlarda platinin yanında rodyum ve paladyum elementleride bulunmaktadır. Otomobil sayısı artıkça bu oranında artacağı tahmin edilmektedir.

Elektrik Elektronik Sektörü: Fiber optik kablolar ve hard disk sürücülerinin kaplamalarında kullanılırlar. Bilgisayar kullanımının artmasıyla bu alandaki platin ihtiyacı da artacaktır. Daha da detaylandırarak olursak yarı iletken endüstrisinde sıcaklık ölçmek için kullanılan termokupullarda kullanılır.

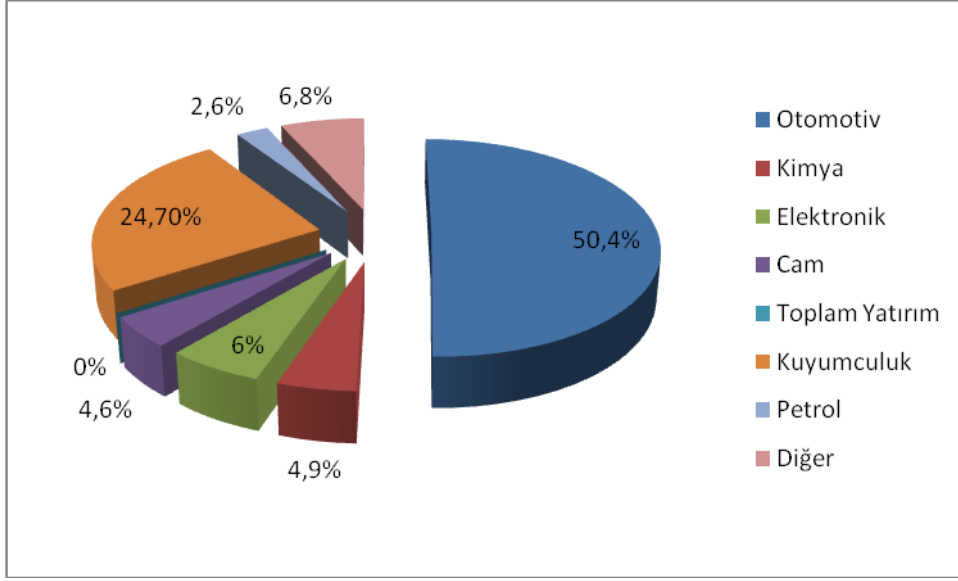
Kimya Sektörü: Amonyakın katalitik olarak nitrik asite dönüştürülmesinde kullanılır. Bundan farklı olarak inşaat sektörlerinde, havacılık, otomotiv ve silikon fabrikasyonunda kullanılır. Motor emisyonunu düşürmek ve yanmayı arttırmak amacıyla yakıt sektöründe kullanılır.

Cam Sanayisi: Fiberglas destekli plastiklerin üretiminde ve LCD ekran imalatında kullanılır.

Petrol Sanayisi: Petrol sanayisinde katalizör görevi yapar.

Tıp Alanı: Dişçilik alanındaki implantlarda, aparatlarda ve dolgu malzemelerinde kullanılır. Anti kanser ilaçlarının yapımında kullanılır.

Bujiler: platin uçlu bujilerin yüksek derecede dayanıklı olmasından dolayı arabaların çoğunluğunda kullanımı artmıştır. Bunun en büyük örneği avrupada ve kuzey amerikada görülmektedir. 2016 yılında dünyada platin grubu metal kullanımı Şekil 1.2'de verilmiştir.



**Şekil 1.2.** 2016 yılı sektörlere göre % platin kullanımı

#### 1.2.4. Platinin Fiziksel, Kimyasal ve Mekanik Özellikleri

Simgesi: Pt, atom seyisi: 78, atom ağırlığı: 195,23, yoğunluğu: 21,45, ergime noktası: 1778 °C, kaynama noktası: 4050 °C te olan bir metaldir. Grimsi renkte olan parlak bir metaldir. Doğada element halinde bulunur. Şuana kadar rastlanan en büyük platin kütlesi 8 kilodur. Altın ve gümüşten kolay ayırt edilir. Açık havada tepkime vermez bozunmaya uğramaz. Tek tepkime verdiği kimyasal altın suyudur. Asitlere dayanıklı olan bu metal kimyada önemli işler görür. Platin alaşımları önemli, esnek ve çöksert olur.

Platin, rutenyum, osmiyum, altın, nikel, iridyum, palladyum, rodyum, tungsten ve kobalt v.b elementlerle yararlı alaşımlar oluşturabilir. Platinin oluşturduğu bilinen aşırı miktarda bileşikte bulunmaktadır. Platin bileşiklerinde +2 veya +4 değerlik alır. +4 değerlik aldığı bileşiklerden biri hekza kloroplatinik asittir (  $H_2PtCl_6$  ). Bu bileşiği elde etmek için platini altın suyunda çözmemiz gerekir. Amonyum hekza kloroplatinat,  $(NH_4)_2PtCl_6$  yapımında hekzakloro platinik asitten yararlanılır; Daha sonra yumuşak platin oluşur. Hekza kloroplatinik asitle sodyum nitratın tepkimeye sokulup 500 °C’de eritilmesiyle platin dioksit oluşur. Katı halde siyah renkte olan bu madde organik bileşiklerin hidrojenle tepkimesinde katalizör görevi yapar.

Platin grubu metalleri altı adettir ve bunlara dünyanın her yerinde rastlanabilir. Platin bu altı metalden en kıymetli olanıdır, yer kürede bulunma oranlarına göre sıralanacak olursa en başta palladium daha sonra platin ve daha sonra diğer dört element gelir. Platin taşıyan ana mineraller platin arsenit ( sperilit ), platik sülfid (

kuperit ), platin-palladyum monosülfid ( bragit ) yaklaşık % 80 platin ihtiva eden tabii platin, olarak adlandırılır. Platinin tabiatta stabil halde bulunduğu bilinen Pt-194, Pt-195, Pt-196 ve Pt198 izotopları dört tanedir. Radyoaktif izotopları Pt-190 ve Pt-192 dir. Platinin kararlı izotopları beş tanedir. Pt-190 yarılanma ömrü 6 milyar yıl olan radyoizotopudur.Platinin en kararsız radyo izotopu yarı ömrü 50 yıl olan Pt-193'tür.Tablo 1.4.te platinin izotopları belirtilmiştir.

**Tablo 1.4.** Platinin izotopları

İZOTOP	YARILANMA SÜRESİ
190Pt	6.5x1011 yıl
191Pt	2.96 gün
192Pt	Kararlı
193Pt	60 yıl
194Pt, 195Pt, 196Pt	Kararlı
197Pt	18.3 saat
198Pt	Kararlı



**Şekil 1.3.** Platinin görüntüsü

**Tablo 1.5.** Platinin genel özellikleri

<b>ATOM NUMARASI</b>	78
<b>ELEMENT SERİSİ</b>	Geçiş metalleri
<b>GRUP, PERİYOT, BLOK</b>	10, B, 6, D
<b>GÖRÜNÜŞ</b>	Grimsi beyaz
<b>ATOM AĞIRLIĞI</b>	195,084(9) g/mol
<b>ELEKTRON DİZİLİMİ</b>	Xe 4f <sup>14</sup> 4d <sup>9</sup> 6s <sup>1</sup>
<b>ENERJİ SEVİYESİ BAŞINA ELEKTRONLAR</b>	2, 8, 18, 32, 17, 1

**Tablo 1.6.** Platinin fiziksel özellikleri

<b>MADDENİN HALİ</b>	Katı
<b>YOĞUNLUK</b>	21,45 g/cm <sup>3</sup>
<b>SIVI HALDEKİ YOĞUNLUĞU</b>	19,77 g/cm <sup>3</sup>
	2041,4 K
<b>ERGİME NOKTASI</b>	1768,3°C
	3214,9 °F
	4098 K
<b>KAYNAMA NOKTASI</b>	3825 °C
	6917 °F
<b>ERGİME İSİSİ</b>	22,17 kJ/mol
<b>BUHARLAŞMA İSİSİ</b>	469 kJ/mol
<b>İSİ KAPASİTESİ</b>	25,86 ( 25 °C ) J / ( mol·K )

**Tablo 1.7.** Platinin atom özellikleri

<b>KRİSTAL YAPISI</b>	Yüzey merkezli kübik
<b>YÜKSELTGENME SEVİYELERİ</b>	2, 3, 4 ( hafif bazik oksit )
<b>ELEKTRONEGATİFLİĞİ</b>	2,28 Pauling ölçeği
<b>İYONLAŞMA ENERJİSİ</b>	870 kJ/mol
<b>ATOM YARIÇAPI</b>	135 pm
<b>ATOM YARIÇAPI (HES.)</b>	177 pm
<b>KOVALENT YARIÇAPI</b>	128 pm
<b>VAN DER WAALS YARIÇAPI</b>	175 pm

**Tablo 1.8.** Platinin diğ er özellikleri

<b>ELEKTRİK DİRENÇİ</b>	105 nΩ·m ( 20°C'de )
<b>ISIL İLETKENLİK</b>	71,6 W / ( m·K )
<b>ISIL GENLEŞME</b>	8,8 μm / ( m·K ) ( 25°C'de )
<b>SES HIZI</b>	2800 m/s ( 20°C'de )
<b>MOHS SERTLİĞİ</b>	3,5
<b>VICKERS SERTLİĞİ</b>	549 Mpa
<b>BRINELL SERTLİĞİ</b>	392 Mpa

**Tablo 1.9.** Platinin kimyasal özellikleri

<b>ELEKTRONİK KONFIGÜRASYONU</b>	[Xe].4f <sup>14</sup> .5d <sup>9</sup> .6s <sup>1</sup>
<b>KABUK YAPISI</b>	2.8.18.32.17.1
<b>ELEKTRON İLGİSİ</b>	205.3 kJmol <sup>-1</sup>
<b>ELEKTRONEGATİFLİK</b>	2.28 ( Pauling birimine göre )
<b>ATOMİK YARIÇAPI</b>	135 pm ( 177 pm hesaplama ile )
<b>ELEKTRONİK KONFIGÜRASYONU</b>	[Xe].4f <sup>14</sup> .5d <sup>9</sup> .6s <sup>1</sup>
<b>KABUK YAPISI</b>	2.8.18.32.17.1
<b>ELEKTRON İLGİSİ</b>	205.3 kJmol <sup>-1</sup>

### 1.3. Katalitik Konvertör

Otomobillerin egzozlarındaki doğaya zarar veren maddeleri daha az zararlı maddelere dönüştüren alete katalitik konvertör denir. Katalitik konvertörün görevi, motordaki yanma sonucunda kalan HC'lere son kez yanma ortamı oluşturmak ve havayı kirleten gazlara bir indirgenme ortamı meydana getirmektir. Rodyum, platin ve palladyum gibi katalizörler yanma ve indirgenme işlemlerinde kullanılırlar.

Şehirlerde hava kirliliğinin en önemli sebebi içten yanmalı motorlardır. İçten ateşlemeli motorların egzoz gazı bileşiminde hava kirletici yanmamış veya kısmen yanmış hidrokarbonlar ( HC ) ve benzinin türüne göre kurşun bileşikleri ( Pb ) azotoksitler ( NO<sub>x</sub> ), karbonmonoksit ( CO ), olarak bulunur. Motor tasarımı ve işletme şartları egzoz gazı bileşenlerini değiştirmektedir. Karbüratördeki buharlaşma, karter havalandırması ve yakıt deposundaki buharlaşma HC üretildiğinde bilinmelidir. HC



emisyoununun yaklaşış % 30'unu bahsedilen bu işlemler oluşturur.

Otomobillerde egzoz emisyonlarının azaltılmasına yönelik olarak alınan tedbirler üç kısma ayrılır:

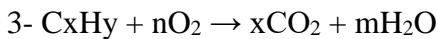
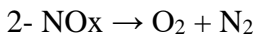
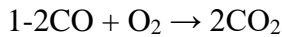
1. Yakıt motora girmeden alınan tedbirler; yakıt bileşiminin iyileştirilmesi, alternatif yakıt kullanımı;
2. Yakıt motorun içinde iken alınan tedbirler; motorun yapısal olarak dizayn edilmesi ve bu kapsamda önlem alınması;
3. Yakıt motorun dışına çıktıktan sonra alınan tedbirler; egzozdan çıkan gazda bulunan zararlı maddelerin süzülmesine yönelik alınan önlemler.

Motorlu taşıtlarda yanma odasına giren hava-gaz karışım oranları olabildiğince minumun seviyede tutularak, emisyonlar azaltılır. Bilgisayar kontrollünde motor devri göz önüne alınarak, yanma odasına alınan hava ve yanabilecek yakıt miktarı hesaplanır ve bu şekilde sistem işletilir. Bu şekilde zararlı olan yanmamış gaz miktarı indirilir. Sistemin devamında ise katalitik konvertere gelen bu gazlar katalitik konvertörde tepkimelere girerek neredeyse tamamen zararsız hale getirilerek havaya bırakılırlar.

Motorlu araçların egzozlarından çıkan gaz çeşitleri şunlardır: Karbondioksit gazı ( CO<sub>2</sub> ) – Yanma sonucu oluşur. Karbon atomlarının oksijenle bağ oluşturması ile oluşur. Havada bulunma yüzdesi % 0,03'tür. Fazla miktarda bulunması zararlıdır. Oksijeni tutma özelliği olan bu bileşik oksijenin havada yayılmasını ve hissedilmesini engeller.

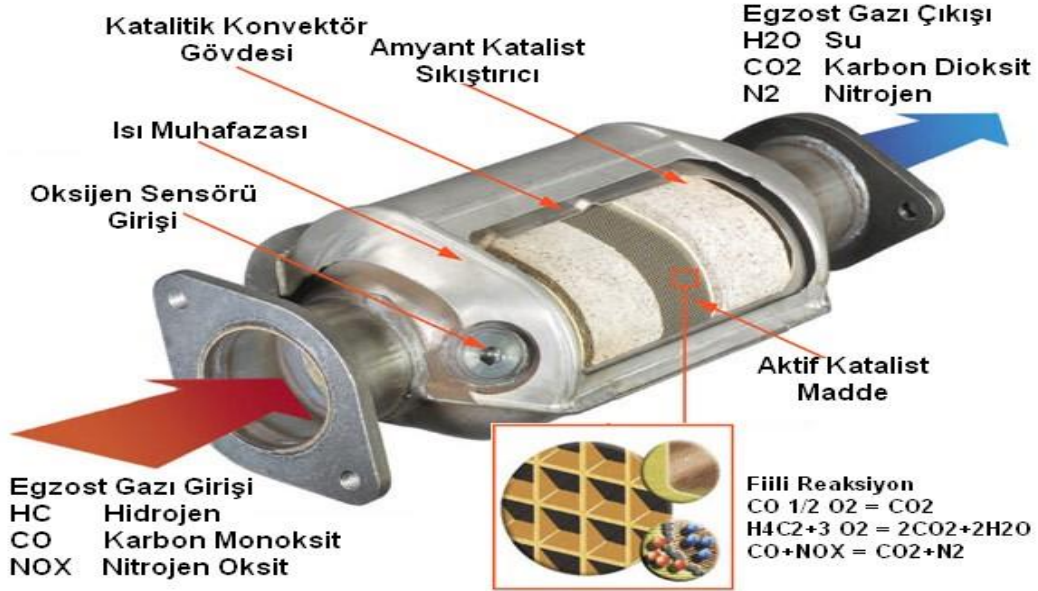
Nitrojen Gazı ( N<sub>2</sub> ) – Atmosferdeki havada %78 oranında bulunan bu gaz, tepkimeye girmeden dışarı atılır. Doğaya zarar vermez.

Su Buharı ( H<sub>2</sub>O ) – Yanma sonrası oluşan bu ürün hidrojen elementinin oksijenle kimyasal bağ oluşturması sonucu meydana gelir. Doğaya zarar vermez. Üç aşamadan oluşan bir katalitik konvertörde gerçekleşen üç tepkime aşağıdaki aynı anda oluşur.



Gerçekleşen bu üç tepkime, istikrarlı çalışırken, yani yakıt-hava birleşimi orta değerlerde olduğunda dengededir. Fakat karışım az ise yukarıdaki ilk iki tepkime üçüncüsünden daha çok meydana gelir, fazla miktarda maddeyle çalışılırken ise son tepkime diğer iki tepkimeden daha çok meydana gelir, sonuç olarak karışımın fazla miktarda olması tam olarak yanmayan yakıtın, katalitik konvertörde yakılmasına neden

olur.



Şekil 1.4. Katalitik konvertör

Motordan sonra çıkan gazın havayı kirletmesine yönelik tedbir maksadıyla kullanılan yöntemler; Dizel motorlarında partikül tutucuları, egzoz gazı resirkülasyonu ( EGR ), oksidasyon katizörleri, üç yollu katalitik konvertörler ( TWC ) ve termal reaktörlerdir.

Katalitik yatak ise üç değişik formda bulunmaktadır;

- 1-Seramik bilyeli
- 2-Seramik petek ( monolith )
- 3-Metalik petek ( monolith )

### 1.3.1. Seramik Bilyeli Tip Katalitik Konvertör

Küresel bilye tabakalarının birbiri üzerinde istiflenmesiyle oluşur, bu bilyelerin ana maddesi magnezyum alüminyum silikat seramiktir, bilyeler yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır. Aşırı ısınma neticesinde kullanılmaz hale gelen 3 mm çapındaki bu gözenekli aliminyum (  $Al_2O_3$  ) bilyeleri korumak adına bilyelerin 10-6 mm derinliğine kadar soy metal olan platin ve radyum ile kaplanır.

### 1.3.2. Seramik Petek Tip Katalitik Konvertör

Birbirine paralel binlerce petek kanalından oluşan katalitik konvertör, egzoz gazlarının içinden geçtiği bir yapıdadır. Kanalların yüzey alan etkinliğini artırmak için alüminyum oksit (  $Al_2O_3$  ) ile sarılmıştır. Bu sarılma katalitik kanalların yüzey alan aktivitesini 700 kat artırmıştır. Bundan sonra katalitik konvertör kanallarına radyum (  $Rd$  ) ve platin (  $Pt$  ) ilave edilir. Kırılgan olan seramik petek yapıları genişleme ve büzülme uğramaması için gövdenin iç kısmına tel ağ asılmıştır.

### 1.3.3. Metalik Petek Tip Katalitik Konvertör

Katalitik konvertör petek yüzeyi kalınlığı 0,04 mm ve 0,05 mm arasında değişen oluklu yada üst üste binmiş ince çelik folyolardan meydana gelir. Bu folyo rulo yada “S” şeklinde olabilir. İki ayrı petek yüzeyi olan ve aralarında ise küçük bir boşluk bulunan bu yapı egzoz gazlarının geçişini kolaylaştırır. Bu sayede kirleticiler konvertör yardımıyla kolayca zararsız hale getirilirler. Katalitik konvertör “S” şeklinde olması nedeniyle alan artırılmış olur bu sayede konvertörün metalik dengesini ve ömrü uzatılmış olur. Yüksek sıcaklığa maruz kalan temas bölgesinde düz ve kanallı folyo arasında sert bir lehimleme de yapılması gereklidir. ( Akmirza, 2015; Aktaş, 2015 ).

## 1.4. Süt Bileşimi ve Genel Özellikleri

Süt yeni doğan memeli hayvanların ihtiyaç duyduğu gıda maddelerinin tümünü içinde barındıran, süt bezlerinde belli aralıklarla salgılanan ve yeni doğan memelinin kendine yetecek duruma gelinceye kadar alması gereken gıda maddesidir. Sütün bileşimi canlıların buldukları ortam şartlarına göre değişiklik gösterir. Sütteki en önemli gıda maddeleri riboflavin ( vit,  $B_2$  ), kalsiyum ve fosfordur. Canlılar için önemli olan amino asitleri ve yağ asitlerini bünyesinde barındırır. Sadece sütte bulunan bileşenler laktoz, süt yağı, kazein, laktoalbumin ve laktoglobülinidir. Sütün enerji değeri yapısında bulunan maddelere göre değişir. 615 kcal enerji elde etmek için % 3 yağlı 1 litre süt kullanılmalıdır. Koruyucu bir gıda olan süt besin zincirinin önemli bir parçasıdır. Amfoter özellik gösteren süt protein asit ve bazları tamponlama özelliğine sahiptir. Zehirli ağır metalleri bağlama özelliğine sahip olan süt bu özelliği sayesinde kömür ocakları, havagazı fabrikaları, kimya endüstrisi ve kazan dairelerinde çalışan kişilere zehirlenmelerini engellemek amacıyla verilir.

Süt Bileşimi: Süt başta hangi hayvandan alındı ise hayvanın türüne bağlı olmak

üzere pek çok faktöre göre değişiklik gösterir. Özellikle protein,yağ şeker gibi temel kimyasal bileşenler büyük oranda bulunur. Ancak küçük miktardaki bileşenlerin de sütün özelliklerine katkısı büyüktür. Laktoz sütün tek karbonhidratıdır, glikoz ve galaktozdan oluşan bir disakkarittir. Sadece sütte bulunur, beyin ve sinir gelişimi için önem taşır.

Trigliseridlerden oluşan süt yağı kompleks bir yapıdadır. Süt yağının yapısındaki yağ asitlerinin doymuşluk ve doymamışlık oranı ( 0-4 çift bağlı ) olup zincir uzunluğu ( 2-20 karbonlu ) olabilmektedir.

Sütün ana mineral maddeleri Na, K, Ca, Mg, Cl ve P'dir. Bunların dışından sütte çok sayıda iz element, minör proteinleri, mikroorganizmalar ve enzimler bulunur. Suyun dışındaki bütün maddeler sütte kurumadde olarak isimlendirilir. Kimyasal bilşimi sütün besin değerini önemli ölçüde etkiler, diğer bileşen ayrımları; süt yağsız kurumadde ve kurumadede yağdır. Bütün bu özellikler sütün kimyasal tepkimelerini ve duysal özelliklerine etki eder. ( Ayar, 2009; İstanbulluoğlu, 2011 )

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Creech ve ark. ( 2014 ), Jeolojik standart referans malzemelerinin ikili enjeksiyon MC-ICP-MS ile platin kararlı izotop analizi yapmıştır. Bu çalışmayla jeolojik materyallerden iyon değişim kromatografisi kullanarak platin saflaştırılması üzerine bir yöntem sunulmuştur. Söz konusu saflaştırmanın amacı, çoklu toplayıcı- endüktif eşlenmiş plazma kütle spektrometrisi ( MC - ICP - MS ) cihazında,  $^{196}\text{Pt}$  -  $^{198}\text{Pt}$  ikili enjeksiyonu yardımıyla enstrümental kütle sapmasını da düzelterek sonraki Pt kararlı izotop analizinin yapılabilmesidir. İkili enjeksiyon, Pt'nin yetersiz geri kazanımından kaynaklanabilecek kütleyle bağlı fraksiyonlamayı düzeltmek için sindirme ve kimyasal ayırma aşamalarından hemen önce yapılmıştır. Örnekler NiS alev deneyi yöntemiyle sindirilmiştir, bu sayede Pt, anyon değişimi hazırlığı sırasında, asitte kolaylıkla çözünen metalik bir topta konsantrasyon hâle gelmektedir. Yöntemin doğal örneklerde tekrarlanabilirliği, dört adet standart referans materyalin birden fazla replikaları üstünde deneyerek gözlenmiş, standart sapma ise konservatif olarak  $\pm 0.088$  ( 2 standart sapma ) alınmıştır. Bütün referans materyaller için Pt kararlı izotop verilerinin  $\delta^{198}\text{Pt}$  değerlerinde IRMM - 010 standartından ‰ 0,4'e kadar bir sapmaya varan aralığı vardır, bu teknik de kolaylıkla bu durumu çözümlenebilmiştir. Bu sonuçlar, jeokimyasal sistemlerde Pt izotoplarının izci olarak kullanılabilme potansiyelini göstermektedir.

Simitchiev ve ark. ( 2008 ), Yol tozunda bulunan Rh, Pd ile Pt'nin ICP-MS ile ölçümlerindeki girişimlerin incelenmesi: Belirsizlik bütçe analizi yoluyla düzeltme algoritmalarının değerlendirilmesi ve ön asit liçi ile girişimlerin azaltılması için çalışma yapmıştır. Endüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometrisindeki ( ICP-MS ) spektral potansiyel girişimlerini sınıflandırmak için girişimci sinyallerin istatistiksel olarak değerlendirilmesine dayalı bir yöntem öne sürülmüştür. Bu yöntem yol tozundaki Rh, Pd ile Pt'nin analizlerindeki çeşitli spektral girişimlerini incelemek amacıyla uygulanmıştır. Asit içi uygulanan örneklerde, Rh ile Pd'nin izotoplarında Sr, Y ve Pb'den gelen spektral girişimler gözlenmişse de bu girişimler ciddi ölçüde azalmıştır; bu sayede matematiksel düzeltmeden de sonra Rh, Pd ve Pt'nin sırasıyla 103, 105 ve 195 izotopları kullanılarak ICP-MS ile yapılan analizi güvenilir ve güçlüdür. Bu yöntem, alternatif bir analiz yöntemi olan platin grubu metallerin seçici ayırımına dayalı mikrodalga destekli bulutlanma noktası ekstraksiyonu ( ayıklama ) ile de doğrulanmıştır.

Gomez ve ark. ( 2002 ), Avrupa şehirlerindeki hava kaynaklı partiküllerde ve yol tozundaki platin grubu elementlerin düzeyleri ve insanlar ile ekosistemler için risk değerlendirmesi yapılmıştır. Kalabalık kentsel bölgelerdeki platin grubu elementleri ( PGE ) kirliliğinin ana kaynağı trafiktir. Bu yeni kirleticilerin bu alanlardaki insanlara ve diğer canlılara yönelik zararlarına ilişkin kaygı giderek artmaktadır. Avrupa şehirleri Göteborg ( İsveç ), Madrid ( İspanya ), Roma ( Italy ), Münih ( Almanya ), Sheffield ve Londra'dan ( Birleşik Krallık ) hava kaynaklı tozlar ve yol tozları ile ağaç kabuğu ve çimen örnekleri toplanmıştır. Her ne kadar PGE düzeyleri çok sayıda parametreden etkilenebilse de şu ana kadar alınan sonuçlar, kırsal ya da kirlenmemiş bölgelerle ( arka plan düzeyleri ) karşılaştırıldığında trafik noktalarında ciddi ölçüde daha yüksek PGE düzeyleri göstermiştir. Bütün parçacıklarda ortalama olarak yaklaşık  $15 \text{ pg/m}^3$  Pt içeriği olduğu göz önünde bulundurularak, toplam havada asılı kalmış partikülün trake-bronş bölümü yaklaşık %10'luk kısmını, alveol bölümü ise yaklaşık %8'lik kısmını oluşturmaktadır. Bu Pt değeri tüm ülkelerin ve çevresel koşulların temsilcisidir.

Bencs ve ark. ( 2003 ), Otokatalitik dönüştürücülerin aşınmasından kaynaklanan Platin grubu elementlerin ölçülmesi için yöntemler yöntemler incelemiştir. Oto katalitik dönüştürücülerin aşınması nedeniyle platin grubu elementlerin ( PGE ) insanlar tarafından çevreye salınması önemli ölçüde artmıştır. Yine de bu PGE'lerin doğadaki konsantrasyon düzeyleri çok düşüktür. Bu derleme analitik kimyanın özellikle bu alanındaki analitik prosedürlerin genel bir durumunu ortaya koymakta olup, yukarıda sözü edilen analitik görevleri gerçekleştirmeye yönelik en hassas ve güçlü seçenek olduğundan spektrokimyasal yöntemlere özellikle odaklanmaktadır.

Spaziani ve ark. ( 2008 ), İtalya'nın kentsel alanlarında platin grubu elementlerin ölçümü ve trafik ile ilişkili dağılımlarının değerlendirilmesi çalışması yapılmıştır. Bu çalışmaya göre otokatalizden kaynaklanan kirlilik ile ilişkili büyük bir veri seti elde etmek amacıyla İtalya'nın kuzeyinde ( Padova ), merkezinde ( Roma ve Viterbo ), ve güneyinde ( Naples ve Palermo ) olmak üzere 5 şehrin çevrelerindeki toprak ve tozların Platin ( Pt ) dağılımları incelenmiştir. Pt zenginleşmesinin sorumlusu egzoz gazları olduğundan, yol ve tünellerdeki tozlardan gelen yüksek (  $1177 \text{ ng/g}$ 'lara varan ) konsantrasyonlar egzoz gazlarından çıkan tozların çoğunlukla bu ortamlarda biriktiğini onaylamaktadır. Kantitatif analizler lazer ablasyon ICP-MS ( LA-ICP-MS ) ile yapılmıştır.

Frazzoli ve ark. ( 2007 ). Gıda sektörlerinde endüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometrisi ile palladyum ve platin düzeylerinin araştırılması çalışması yapmıştır.

Son 20 yıl içinde, Pd ve Pt gibi bazı soy metallerin insan sağlığı üzerine etkisine yönelik ilgi giderek artmıştır. Bu elementler katalitik dönüştürücülerde ve tıbbi uygulamalarda yaygın bir şekilde kullanıldığı için çevreyi de kirletmektedir. En düşük ve en yüksek Pt konsantrasyonu ( kuru ağırlık, ka ), sırasıyla sebzelerde ve unlu mamullerde 17 ve 93 ng/kg olarak tespit edilmiştir. En düşük Pd konsantrasyonu ( 2830 ng/kg ka ) yumurtalarda, en yüksek Pd ise ( 47800 ng/kg ka ) sebzelerde bulunmuştur.

Gagnon ve ark. ( 2007 ), Platin grubu metallerin çevreye olan etkisi, Toksikolojik, genotoksik olarak araştırmıştır. Yapılan son çalışmalar, Platin Grubu Metallerin (PGM) partiküllerinin, özellikle platin, palladyum ve rodyumun, otomobillerdeki katalitik dönüştürücülerden salınarak yol kenarları boyunca çöktüğünü göstermiştir. Bu çökme durumu PGM'lerin çevredeki konsantrasyonlarının artmasına yol açmakta, bu da çevresel etkileri ve canlılardaki toksisitesi konusunda kaygılara neden olmaktadır. Hayvan modellerinde histolojik ve patolojik analizlerde vakuolizasyon, böbreküstü bezlerinde özinofil kapsama oluşumları, böbrekte glomerüllerin daralması, dalak ak maddesinde büyüme gibi durumlar gözlenmiştir. Her iki modelde de DNA hasarı bulunmuştur. ICP-AES atomik soğurma [ absorpsiyon ] ile yapılan kimyasal analiz bitki dokularında tüm PGM konsantrasyonları için konsantrasyonlar ile orantılı bir PGM birikmesi gözlenmiştir.

Yang ve ark. ( 2007 ), Klinik örneklerde platinin belirlenmesi için çalışmalar yapmıştır. 1970'li yıllarda Pt içeren anti-kanser ilaçlarının bulunması, bu hastalık için daha gelişmiş bir tedavi sağlaması umuduyla çok çeşitli Pt bileşiklerinin sentezlenmesine yol açmıştır. Klinik örnekler asitle ya da yüksek sıcaklık uygulanarak sindirilebilir. Daha sonra konvansiyonel olarak atomik soğurma (absorpsiyon) spektrometrisi, atomik salınım ( emission ) spektrometrisi ya da atomik kütle spektrometrisi ile analiz gerçekleştirilebilir.

Zytkiewicz ve ark. ( 2001 ), Palladyumun kolon ile ayrılması sonrasında türev spektrometrisi ile eser miktarlarda Platinin belirlenmesi istenmiştir. Eser miktarlarda platinin ( IV ), platin ( IV ) içeren çok yüklü tiyosiyanat kompleksleri ile hidrofobik bazik boya-rodamin 6G arasındaki iyon ilişki bileşenlerine dayalı olarak birinci türev spektrometrisi ile belirlenmesi önerilmektedir. Platinin spektrometrik olarak belirlenmesi sırasındaki ciddi palladyum girişimleri nedeniyle bu metallerin Cellex-T reçenesi üzerinde katı faz ekstraksiyon tekniği kullanılarak ayrılmasına ilişkin prosedür optimize edilmiştir.

Tüzen ve Soylak, ( 2007 ), Türkiye kaynaklı konserve yiyeceklerdeki eser

element miktarları hesaplamıştır. Mikrodalga çözünürleştirmeden sonra alev ve grafit fırın atom absorpsiyon spektrometresi ile Türkiye pazarından alınan 10 konserve gıdadan ( mantar, mısır, bezelye, karışık sebze, domates, kırmızı kefal, dolma üzüm yaprağı, turşu, fasülye, şarküteri ) iz element içeriği belirlendi. Metodun doğruluğu, standart bir referans materyal ( NIST SRM 1573a domates yaprakları ) kullanılarak tespit edildi. Konserve gıdalarda incelenen eser elementlerin içeriği, bakır için 2.85-7.77 µg / g, çinko için 8.46-21.9 µg / g, mangan için 6.46-18.6 µg / g, 27.5-79.6 µg / g aralığındaydı demir, 0.05-0.35 µg / g selenyum, 0.93-3.17 µg / g alüminyum, 0.19-0.52 µg / g krom, 0.18-0.75 µg / g nikel ve 0.20-1.10 kobalt için µg / g olarak tespit edildi.

Khan ve ark. ( 2014 ), Süt ve yoğurttaki minor ve eser elementlerin endüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometresi yöntemiyle analizi çalışması yapmıştır. Bu çalışmada, Güney Kore kaynaklı süt ve yoğurtta bulunan 22 adet minor ve eser elementlerin ısıtma bloğunda sindirildikten sonra endüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometresi kullanılarak analiz edilmesi amaçlanmıştır. Analitik yöntem; belirleme sınırları, kararlılık, tutarlılık ve geri kazanım deneyleri ile doğrulanmış olup tüm doğrulama yöntemlerinden başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Minor elementlerin genel konsantrasyonları, önerilen günlük tüketim miktarı ( RDA ) sınırlamalarına göre iyi besin değerlerine sahiptir. En yüksek konsantrasyonu Zn göstermiş olup, bunu sırasıyla Rb, Se, Sr ve Cr takip etmektedir. As, Cd ve Pb'nin de içinde olduğu toksik eser elementlerin düzeyleri ise oldukça düşük olup tüketiciler için bir tehdit oluşturmamaktadır.

Ayar ve ark. ( 2009 ), Türkiye'nin Orta Anadolu bölgesinde tüketilen süt ve süt ürünlerinin eser metal düzeyleri belirlemiştir. Süt ve farklı süt ürünlerinden alınan örneklerin alüminyum ( Al ), kurşun ( Pb ), kadmiyum ( Cd ), selenyum ( Se ) ve arsenik ( As ) içerikleri ölçülmüştür. Tulum peyniri örnekleri Türk Gıda Kodeksi'nin ve Avrupa Topluluğu yönetmeliğinin yasal sınırlamalarından daha yüksek kurşun içermektedir. Aynı zamanda, tulum peynirlerinin yaklaşık %12,5'i Cd içermektedir. Sonuçta bu bölgedeki süt ve süt ürünlerinin insan sağlığı için oldukça zararlı olabilecek miktarda Pb içerdiği ortaya konmuştur.

Coni ve ark. ( 1993 ), Süt ve süt ürünlerinde eser element miktarının değerlendirilmesi için metodolojik bir yaklaşım üzerine çalışmıştır. Çiğ inek sütü ve süt ürünlerinde bulunan Al, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb, Pt, Sr ve Zn içeriğinin incelenmesi ve miktarının belirlenmesi için detaylı bir protokol uygulanmıştır.



Araştırmanın çıkış noktası, her ne kadar bu elementlerin besin değeri ve gıda kirliliği açısından oldukça önemli olmasına rağmen bu tür matrislerde minor ve eser elementlerle ilgili oldukça az veri olmasıdır. Alınan sonuçlar çiğ süt ile süt ürünlerinin eser element düzeyleri arasında oldukça büyük farklılıklar olduğunu göstermiştir. Bu durum üretim proseslerinin eser elementlerin dağılımında kilit rol oynadığına dair yeni bir kanıt sunmuştur.

Malhatark ( 2012 ), Mısır'da inek sütünün ağır metalle kirlenmesinin araştırılması yapmıştır. Mısır'da, El-Qaliubiya Valiliği içerisindeki farklı noktalardan elde edilen inek sütünde bulunan 5 çeşit metalin ( kadmiyum, bakır, kurşun, demir, çinko ) seviyesi ölçülmüştür. 2011 yılı Mart ve Nisan ayları arasındaki zaman diliminde her bir konumda bulunan 20 adet inekten toplam 100 adet inek sütü örneği toplanmıştır. Sonuçlar, farklı noktalardaki birçok süt örneğinin incelenen bütün metalleri içerdiğini ve bu metallerin düzeylerinin Uluslararası Süt Ürünleri Federasyonu standartları ve Kodeks tarafından süt için önerilen düzeylerden yüksek olduğunu göstermiştir.

Zamberlin ark. ( 2012 ), Süt ürünlerinin mineral içeriğini belirlemiştir. Süt ve süt ürünlerindeki mineral elementler inorganik iyon ya da tuz olarak bulunabildiği gibi protein, yağ, karbonhidrat ya da nükleik asitler gibi organik moleküllerin parçası olarak da görülebilmektedir. Bu çalışmanın amacı, çeşitli süt ve süt ürünlerindeki tekil mineral elementlerin formunu, miktarını ve besinsel önemini ortaya çıkarmaktır. On altı çeşit süt ürünü, beş büyük mineral ve dört iz minerali için analiz edilmiştir. Sıvı süt, krem, konsantre sütler, kültür ürünleri, tereyağı ve dondurulmuş tatlıların ticari örnekleri ayrıca yağ, katı, protein ve mineraller için analiz edilmiştir. Kalsiyum, magnezyum, sodyum ve potasyum atomik absorpsiyon ile belirlenmiş ve fosfor, kolorimetrik olarak tespit edilmiştir. Demir, çinko, bakır ve manganezi belirlemek için alevsiz atomik absorpsiyon kullanılmıştır. Üretim uygulamaları ve ilave katkı maddeleri, piyasa örneklerinin mineral içeriğinde önemli değişiklikler yaratmıştır. Her ürün için beklenen değişkenliği gösteren varyasyon katsayıları genellikle şerbetlik ve buzlu süt için yüksek, düşük yağlı süt ve yağsız süt için düşüktür.

Belete ve ark. ( 2014 ), Etiyopya'da Borena bölgesinde inek sütünde seçilmiş ağır metallerin konsantrasyonlarının belirlenmesi üzerine çalışılmıştır. Etiyopya'daki Borena Bölgesinde bulunan Arero, Gololcha, Odomike ve Semero çiftliklerinden taze inek sütü örnekleri toplanmış ve derin dondurucuda saklanmıştır ( -20 °C ). Süt örnekleri HNO<sub>3</sub> ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> kullanılarak optimize edilmiş mikrodalga çözünürleştirme

yöntemiyle yapmıştır. Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Cd ve Pb konsantrasyonları alevli atomik soğurma ( absorption ) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Gözlemlenmiş ağır metal konsantrasyonları literatürdeki bazı örneklerle karşılaştırılabilir düzeydedir. Süt ile birlikte yararlı metallerin tüketimi FAO ve DSÖ organizasyonları tarafından önerilen günlük alım miktarının küçük bir miktarını oluşturmaktadır.

Bilgücü ve ark. ( 2016 ), Çiğ süt ve su örneklerinde ağır metal ve mineral bileşimler üzerindeki çevre faktörlerinin etkisi araştırmıştır. Çiğ inek sütüne ait temel metal konsantrasyonları ( Mn, Zn, Cr, Cu, Co ), toksik metaller ( Cd, Pb ) ve bazı mineraller (Al, Ca, K, Na, Fe, Mg) ve 3 farklı dönemde toplanan su örnekleri ( Kasım-Aralık, Şubat-Mart ve Nisan-Mayıs ). Bölgeler, Çanakkale province'deki Biga countyofda ağır sanayi tesisleri ( Yeniçiftlik ), gıda üretim tesisleri (Gümüştay) ve otoyollar ( Şakirbey ) yakın alanlardan gelmektedir. Numunelerin metalleri ve mineral içerikleri, indüktif çift plazma atomik emisyon spektrometresi ( ICP-AES ) kullanılarak belirlenmiştir. Bu çalışma yağış ve sanayileşme gibi çevresel faktörlerden dolayı insan vücudu için en önemli iki sıvının beslenmedeki ağır metal konsantrasyonlarının bölgeden bölgeye farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Bununla birlikte, su ve süt numunelerindeki mineral konsantrasyonları için bölgesel kirlilik parametrelerine göre bir değişiklik gözlenmemiştir.

El Sayed ve ark. ( 2011 ), Mısır'ın farklı bölgelerinden elde edilen sütlerde bulunan seçilmiş esansiyel ve ağır metallerin ICP-AES kullanılarak analiz edilmesine yönelik bir araştırma yapmıştır. Bu çalışmanın amacı, 2009 yılının farklı dönemlerinde ( Ocak-Şubat, Mayıs-Haziran, Eylül-Ekim ) Mısır'ın çeşitli bölgelerinden elde edilen çiğ inek sütlerinde bulunan seçilmiş gerekli metal ( Fe, Zn, Cu ve Cr ) ve ağır metal ( Pb ve Cd ) içeriklerinin değerlendirilmesidir. Cd, Cr ve Zn için en yüksek birikme Ocak-Şubat ayları arasında görülmüştür. Mayıs-Haziran aylarında Pb, Cu ile Fe düzeyleri en yüksek miktarda olup, Eylül-Ekim ayları ise genel olarak örneklerde en düşük metal birikmesinin gözlemlendiği dönem olmuştur.

Jigam ve ark. ( 2011 ), Nijerya'nın Nijer bölgesinde farklı noktalardan elde edilen taze inek sütünün bakır, çinko, kurşun ve bazı biyokimyasal parametrelerinin belirlenmesi için çalışılmıştır. Kuzey Nijerya'da süt ürünlerinin toprak ve su tarafından ağır metallerle kirlenmesi yaygın bir durumdur. Bu çalışmada Dangana, Mukugi ve Gulu bölgelerinden elde edilen taze inek sütlerinin bakır, çinko ve kurşun düzeyleri atomik soğurma [absorpsiyon] spektrometrisi ( AAS ) ile ölçülmüş, bazı biyokimyasal içerikler ise standart yöntemler kullanılarak belirlenmiştir. Bazı örneklerde kurşun,

yüksek kolesterol ve yağ düzeylerinin tespit edilmesi, diğer bölgelerde daha fazla gözlem yapılmasını ve bu tür sütlerin yaygın tüketimi konusunda dikkatli olunmasını gerekli kılmaktadır.

Farıd ve ark. ( 2004 ), Suudi Arabistan'da inek sütü'nde iz elementlerinin saptanması çalışması yapmıştır. Süt ve süt ürünleri besin değerinden dolayı gıda listemizde oldukça yaygın olarak görülmektedir, çünkü bu ürünler organlarımızın ve farklı dokuların düzgün biçimde gelişimi ve işlemesi için gerekli olan bazı vitaminleri ve birçok minerali içeren önemli bir kaynaktır. Ancak bu içeriklerin aşırı dozda alınması zararlı olabilmektedir. Bu çalışmada, Suudi Arabistan'da ticari olarak satılabilir durumdaki inek sütü örneklerindeki çinko ( Zn ), kadmiyum ( Cd ), krom ( Cr ), bakır ( Cu ) ve kurşun ( Pb ) düzeylerini grafit fırın atomik soğurma ( absorption ) spektrometresi ile ölçülmesi amaçlanmıştır. Sonuçlar günlük önerilen tüketim miktarları ve diğer ülkelerin literatürde yer alan değerleri ile karşılaştırılmış.

Meshref ve ark. ( 2014 ), Süt ve süt ürünlerinde ağır metaller ve eser element seviyelerinin belirlenmesi. Mevcut araştırma, süt ve süt ürünlerinde kurşun, kadmiyum, çinko, bakır ve demir konsantrasyonlarını belirlemek ve metallerin potansiyel sağlık risklerini insanlara süt ve süt ürünleri tüketimi yoluyla değerlendirmek için yürütülmüştür. Mısır'daki Beni-Suef valiliğinde bulunan çiftliklerde, çiftliklerde ve süt işletmelerinde toplam 77 örnek süt ve süt ürünü ( 22 çiğ süt, 20 kare peynir, 21 tereyağı ve 14 pirinç pudingi ) toplandı. Süt ürünleri, zayıf demir, bakır ve çinko kaynaklarıdır ve süt, toplam demir ve çinko alımına az katkıda bulunur. Hedef tehlike değeri 1'den az ise, süt ve süt ürünlerinin tüketimi ile ilişkili sağlık risklerinin görece olarak yokluğunu gösterir.

Temiz ve Soylu. ( 2012 ), Samsun'un farklı bölgelerinden toplanan çiğ sütte ağır metal konsantrasyonlarının belirlenmesi çalışmasını yapmışlardır. Bu çalışmada, Tekkeköy, Samsun, Türkiye'de sanayileşmeyle gelen emisyonlardan kaynaklanan ağır metal kirliliği için 144 çiğ süt numunesi analiz edilmiştir. Numunelerdeki Cu, Fe, Zn, Cr, Ni, Cd, As ve Pb seviyeleri indüktif çift plazma kütle spektrometresi ( ICP-MS ) ile belirlendi. Ortalama bakır, krom, demir, çinko, nikel, kadmiyum, arsenik ve kurşun miktarları sırasıyla 1.130, 0.441, 12.920, 0.032, 0.483, 0.006, 0.003 ve 0.004 mg / kg olarak tespit edildi. Yaz döneminin bakır, kurşun ve kadmiyum için en yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir. Arsenik ve bakırın en yüksek içeriği, "1." ve "2.bölge" olarak tanımlanan, Karadeniz'e yakın olan iki sanayi bölgesinde bulundu. Sanayi bölgesinden uzakta olan 3.ve 4. bölgeler ile Karadenizde, nikel tespit edildi.

### **3. MATERYAL VE METOT**

#### **3.1. Kullanılan Cihazlar**

Numunelerdeki platin düzeyleri Thermo Scientific marka ve ICAP Q model ICP-MS cihazı ile yapılmıştır. ICP-MS çalışma koşulları Tablo 3.1 de verilmiştir. Numunelerin çözünürleştirilmesi işlemleri Berghoof marka mikro dalga yakma ünitesi ile yapılmıştır, Kullanılan kaplar teflon olup hacimleri 100 mL ve dayanaklıkları 60 barr basınç ve 250 °C sıcaklıkta olup, kullanım koşulları Tablo 3.2.' de verilmiştir.

#### **3.2. Kimyasallar**

Platin analizleri için yapılan kalibrasyon çalışmalarında 1000 mg L<sup>-1</sup> merck marka standart stok çözeltisi kullanılmıştır. Çözünürleştirme işlemleri için kullanılan kimyasallar ise şu şekildedir. HNO<sub>3</sub> ( % 65 Merck ), H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ( % 30 J.T. Baker ), HCl ( % 37 Merck ) ve HF ( % 40 Merck ). Bu çalışma kapsamında kullanılan setifikalı referans maddeler; NIST SRM 2557 ( Recycled monolith autocatalyst ) ve BCR-723 ( road dust )'tür.

#### **3.3. Numunelerin Toplanması**

Siirt ilini tamamen temsil edecek şekilde numunelerin toplanmasına ve hijyen koşullarına dikkat ederek numunelerimiz falkon tüplerde topladık. Numuneler Siirt il merkezinden ve beş ilçesindeki köylerden topladık. Yoğurt numuneleri Siirt Merkezinin Doluharman, Bağtepe ve Akyamaç köylerinden; Eruh ilçesinin Merge, Ekmekçiler ve Bilgili köylerinden; Baykan ilçesinin Meşelik, Karakaya ve Dedebakır köylerinden Kurtalan İlçesi Bölüktepe ve Bağlıca köylerinden ve Pervari İlçesi Gökbülak köyünden toplandı. Süt numuneleri Siirt merkezinin bahçelievler ve çakmak mahallerinden, Eruh İlçesinin Kuşdalı ve Merge köylerinden, Baykan İlçesinin Karakaya, Dedebakır ve Günbuldu köylerinden, Kurtalan İlçesinin Bağlıca, Kayabağlar ve Bölüktepe köylerinden; Pervari İlçesinin Gürzova, Gölgeci, Çat, Çobanören, Yukarıbalçılar, Güleçler ve Gökbülak köylerinden toplandı. Peynir numuneleri Siirt

Merkezinin Akdoğmuş, Gökçebağ, Bağtepe ve Aktaş köylerinden; Erüh İlçesinin Erdoğan Köyünden; Pervari merkezi ve Yeni köyden; Şirvan İlçesi Adıgüzel köyünden numuneler toplandı. Topladığımız numuneleri falkon tüplerine koymadan önce 105 °C de kurutulup homojenize edilip çözünürleştirme işlemleri uygulandıktan sonra platin düzeyleri tayin edilmiştir.

### 3.4. Numune ve SRM ( BCR 723 v3 2557 ) için Mikrodalga Çözünürleştirme Prosedürleri

Süt, peynir ve yoğurt numunelerinden 500 mg'lık ve 2557 SRM maddesinden 50 mg'lık örnekler tartılarak mikrodalga çözünürleştirme teflon kaplarına alınarak sırasıyla üzerlerine 5 ml derişik HNO<sub>3</sub> ve 3 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ilave edilerek Tablo 3.2' de belirtilen program A çözünürleştirme koşulları uygulanmıştır, Program A bittikten sonra oda sıcaklığına kadar soğutulup teflon kaplara 0.2 ml HF ve 4 ml HCl ilave edilip devamında program B uygulanmıştır. Çözünürleştirme işleminden sonra numuneler 50 mL' lik falkon tüplerine alınarak su ile son hacim 50 ml ye tamamlanmıştır. Son olarak numunelere 25 ml 0.25 M HCl ilave edilmiş ve membran filtreler süzülüp son hacim 50 ml olacak şekilde falkon tüplerine alınmıştır. Yol kenarı toz numunelerine uygulanan çözünürleştirme işlemi aynen SRM BCR 723'e de uygulanmıştır.

**Tablo 3.1.** ICP-MS çalışma koşulları

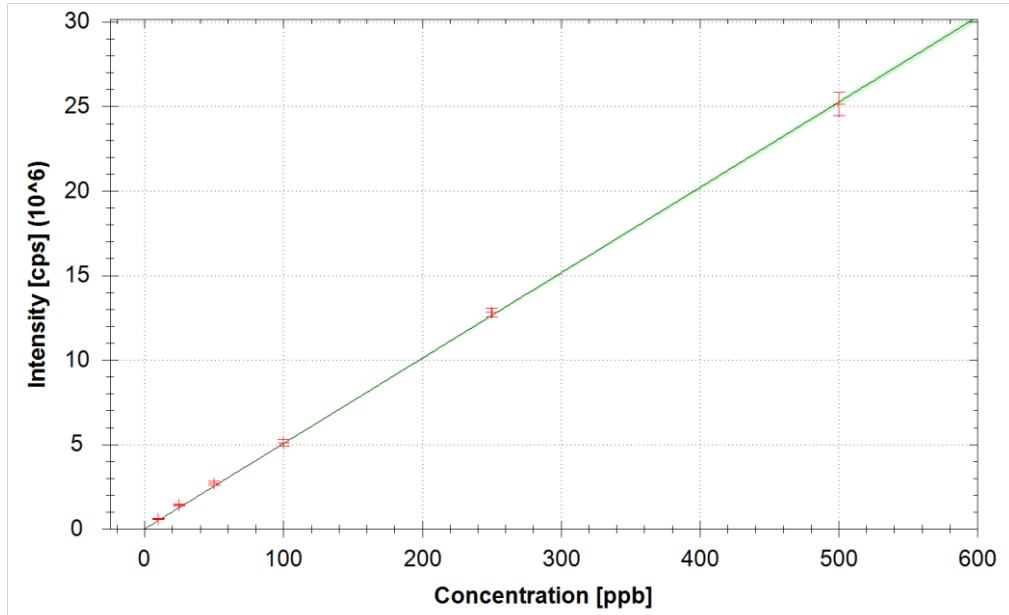
Güç (W)	0,95
Nebülizör gaz akış oranı ( L dk <sup>-1</sup> )	1,12
Yardımcı gaz akış oranı ( L dk <sup>-1</sup> )	0,80
Soğutma gaz akış oranı ( L dk <sup>-1</sup> )	14,00
Bekleme süresi/izotop	<sup>195</sup> Pt için 30 ms
Tekrar sayısı	3

**Tablo 3.2.** Çözünürleştirme koşulları A ve B

	Sıcaklık ( °C )	100	160	180	100
	Zaman ( dak )	10	10	10	10
	Ta ( dak )	5	3	3	3
Program B	Adım	1	2	3	4
	Sıcaklık ( °C )	100	170	180	100
	Zaman ( dak )	3	5	5	3
	Ta ( dak )	3	2	2	3

Ta: Bir sonraki sıcaklığa ulaşması için geçecek süre

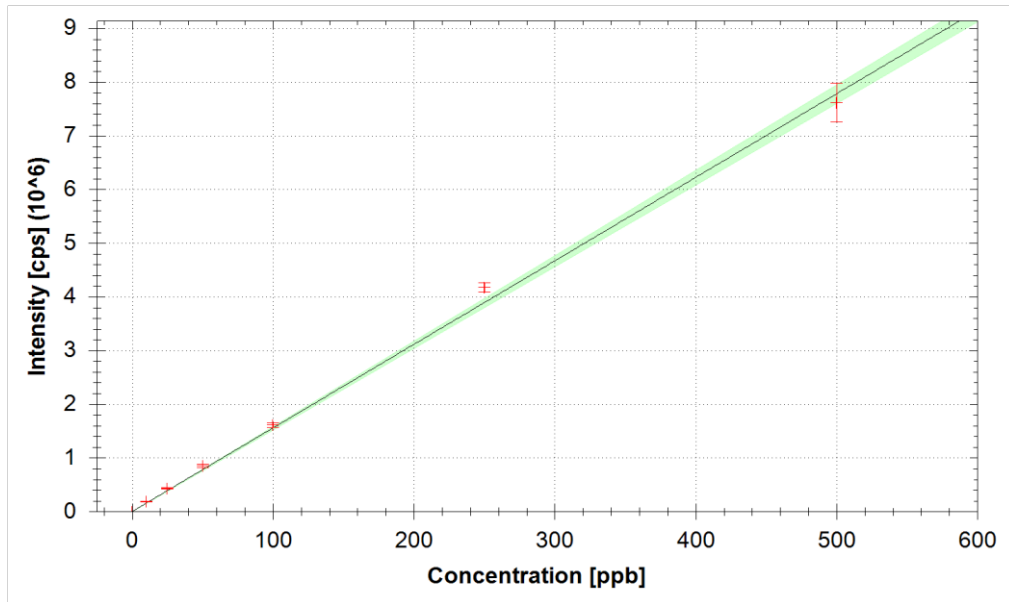
### 3.5. Analizi Yapılan Elementlere ait Kalibrasyon Eğrileri ve Standart Sapmaları



$$f(x) = 50480.9489 * x + 1370.0832$$

$R^2 = 0.9998$   
BEC = 0.027 ppb  
LoD = 0.0016 ppb

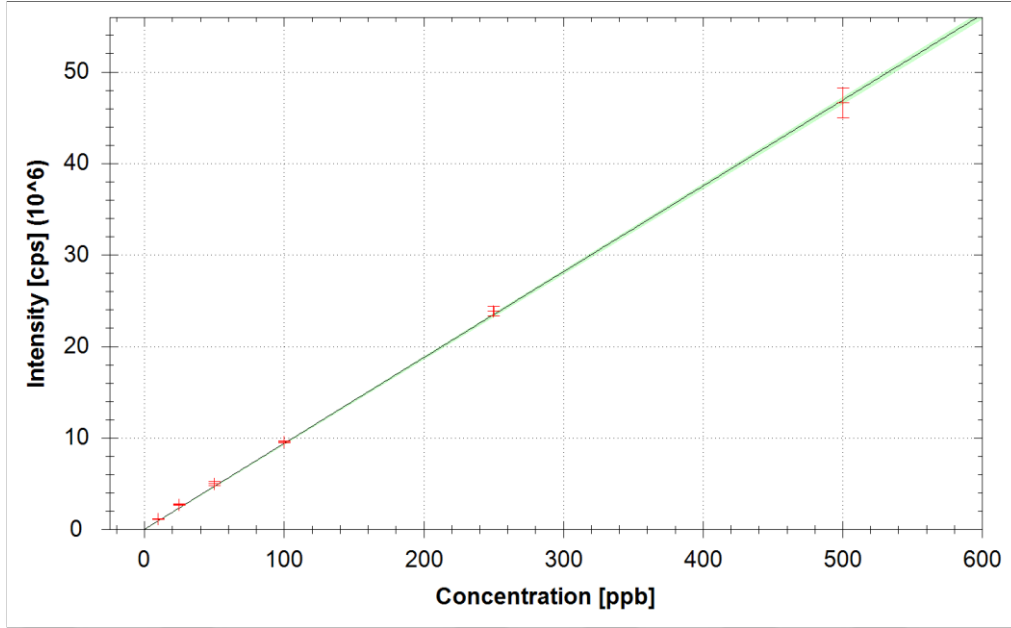
Şekil 3.1. Lityum elementinin kalibrasyon eğrisi



$$f(x) = 15560.6332 * x + 153.3350$$

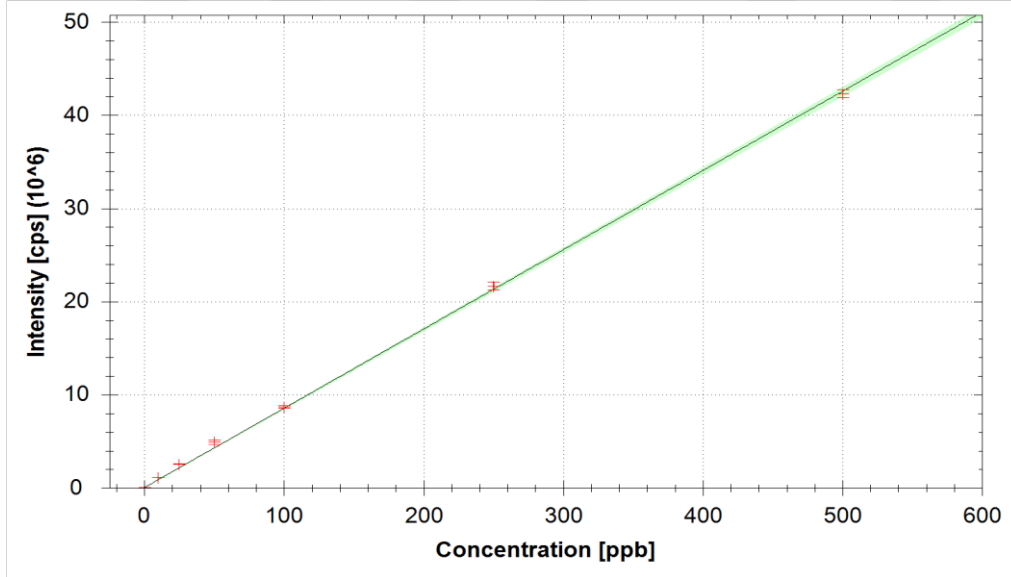
$R^2 = 0.9975$   
BEC = 0.010 ppb  
LoD = 0.0078 ppb

Şekil 3.2. Berilyum elementinin kalibrasyon eğrisi



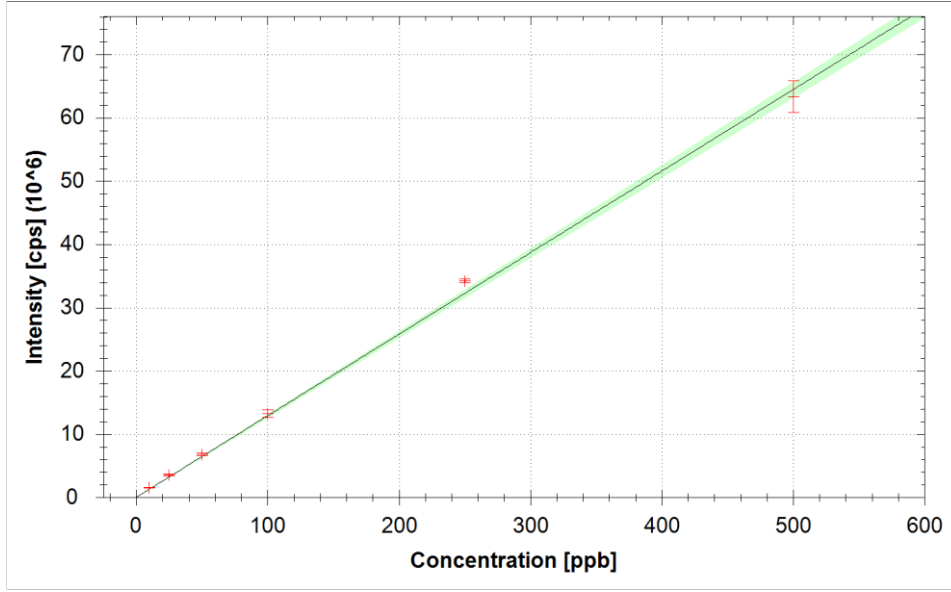
$f(x) = 93749.2984 \cdot x + 13694.2211$   
 $R_2 = 0.9997$   
 $BEC = 0.146 \text{ ppb}$   
 $LoD = 0.0139 \text{ ppb}$

**Şekil 3.3.** Vanadyum elementinin kalibrasyon eğrisi



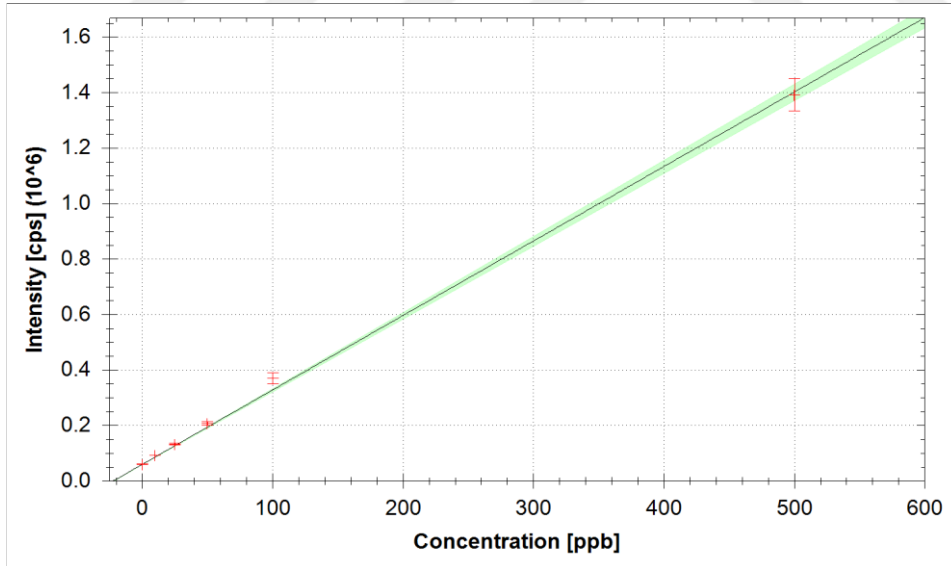
$f(x) = 85021.0990 \cdot x + 49527.3333$   
 $R_2 = 0.9994$   
 $BEC = 0.583 \text{ ppb}$   
 $LoD = 0.0968 \text{ ppb}$

**Şekil 3.4.** Krom elementinin kalibrasyon eğrisi



$f(x) = 128909.6735 \cdot x + 15566.4116$   
 $R_2 = 0.9983$   
 $BEC = 0.121 \text{ ppb}$   
 $LoD = 0.0048 \text{ ppb}$

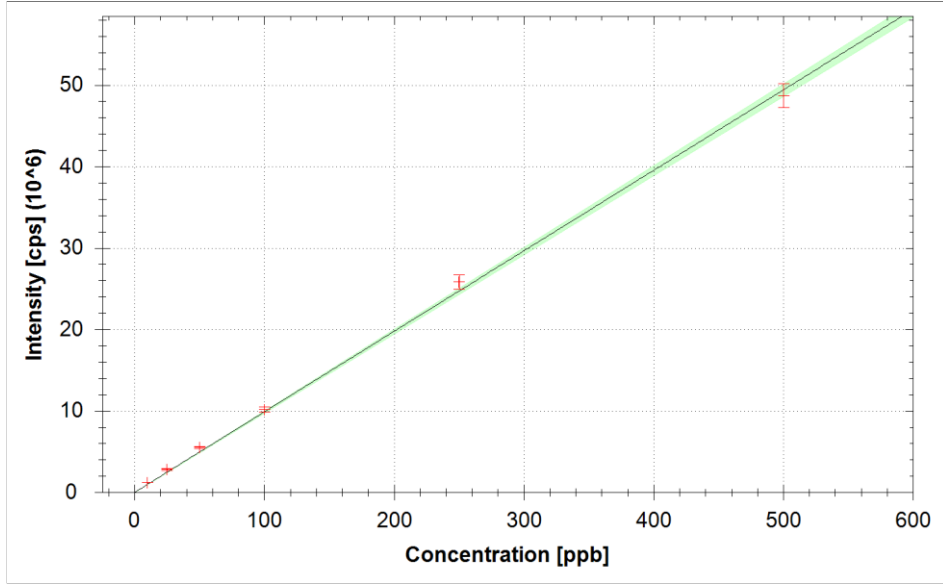
**Şekil 3.5.** Mangane elementinin kalibrasyon eğrisi



$f(x) = 2683.5767 \cdot x + 59223.7973$   
 $R_2 = 0.9983$   
 $BEC = 22.069 \text{ ppb}$   
 $LoD = 1.4288 \text{ ppb}$

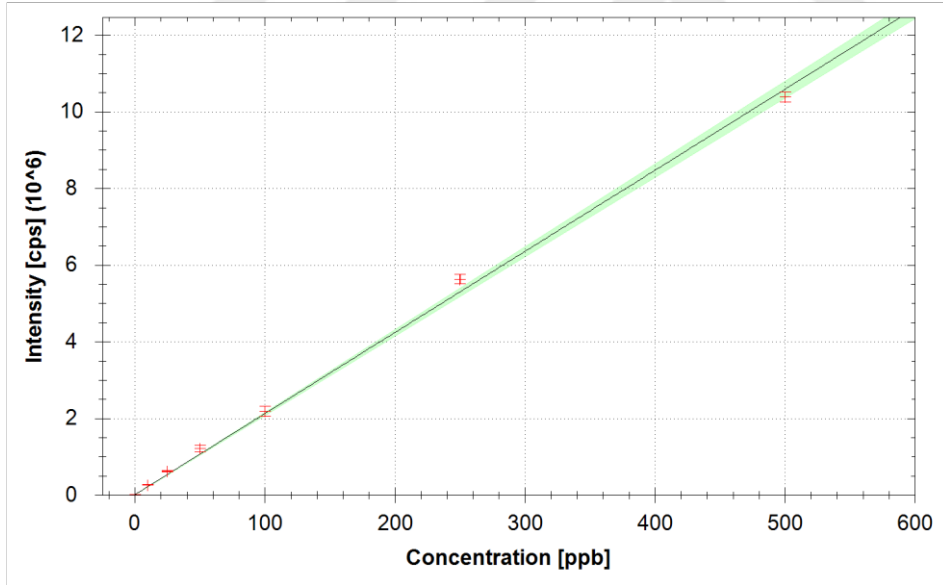
**Şekil 3.6.** Demir elementinin kalibrasyon eğrisi





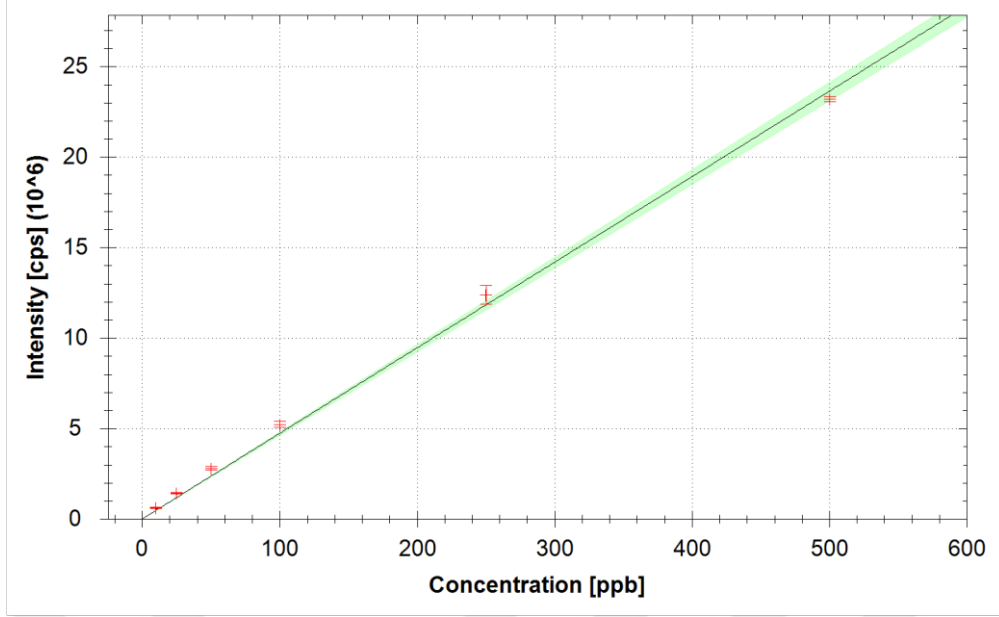
$f(x) = 98782.2938 \cdot x + 2520.2642$   
 $R_2 = 0.9988$   
 $BEC = 0.026 \text{ ppb}$   
 $LoD = 0.0056 \text{ ppb}$

**Şekil 3.7.** Kobalt elementinin kalibrasyon eğrisi



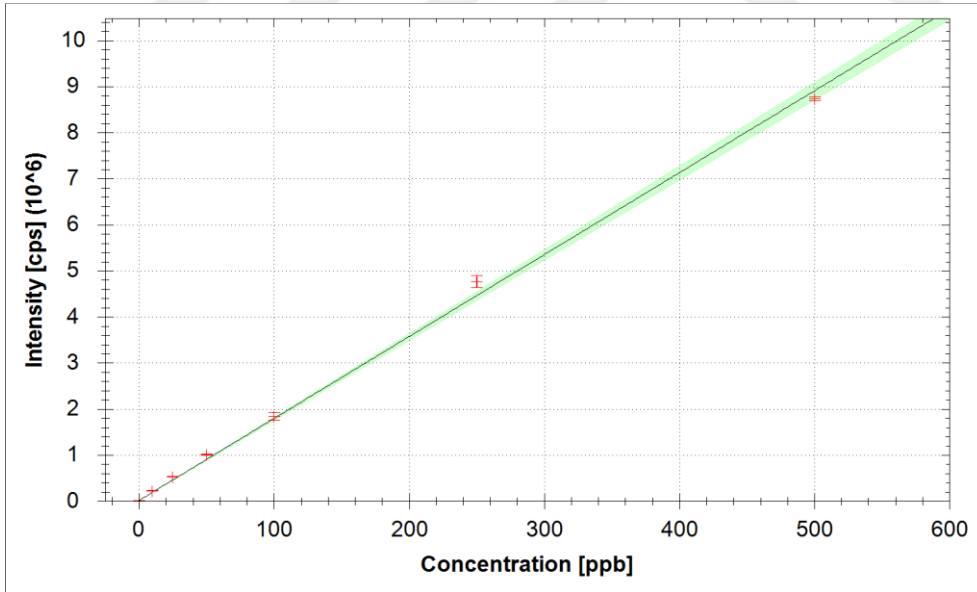
$f(x) = 21152.6706 \cdot x + 8356.1667$   
 $R_2 = 0.9979$   
 $BEC = 0.395 \text{ ppb}$   
 $LoD = 0.0779 \text{ ppb}$

**Şekil 3.8.** Nikel elementinin kalibrasyon eğrisi



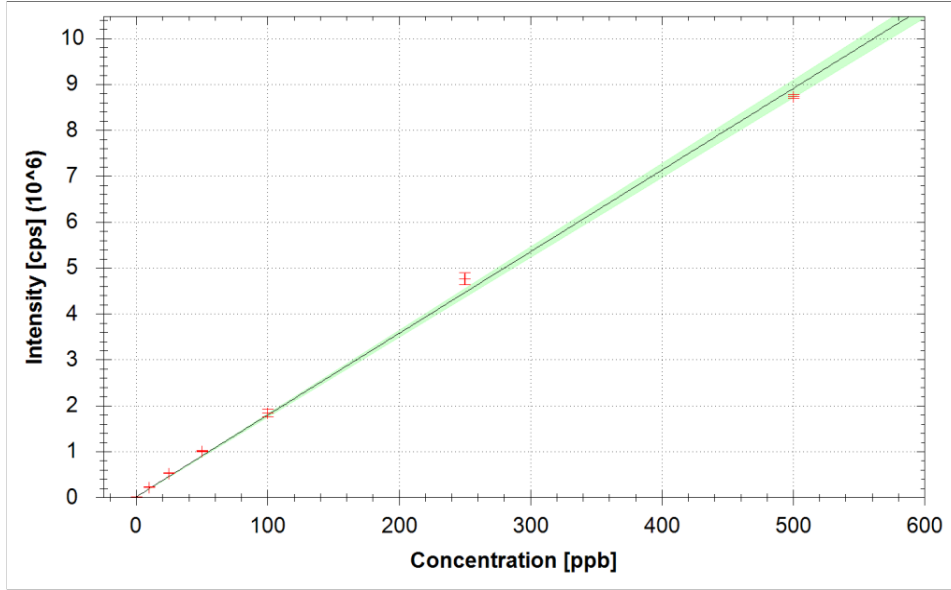
$f(x) = 47258.2520 \cdot x + 4984.3592$   
 $R_2 = 0.9977$   
 $BEC = 0.105 \text{ ppb}$   
 $LoD = 0.0145 \text{ ppb}$

Şekil 3.9. Bakır elementinin kalibrasyon eğrisi



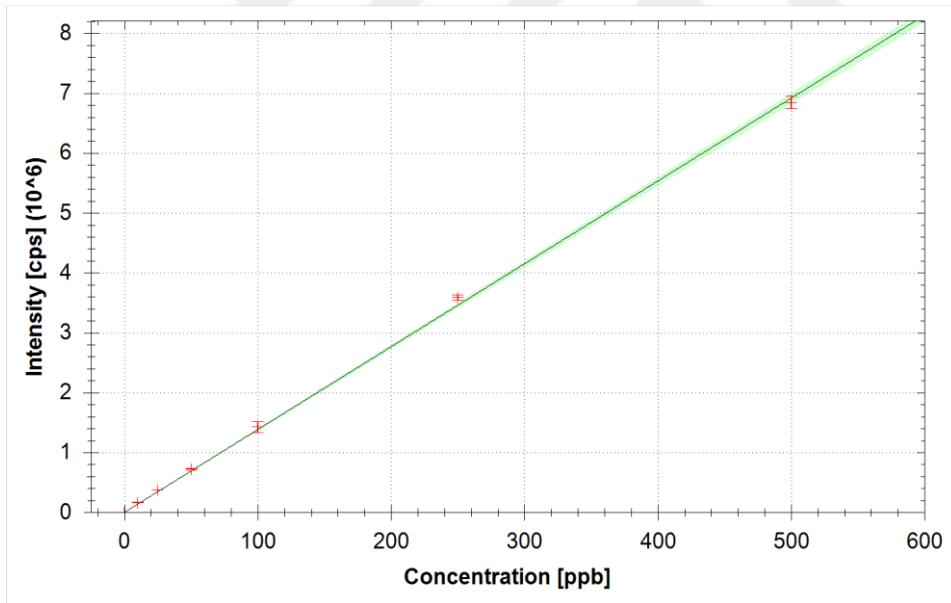
$f(x) = 17785.6100 \cdot x + 13747.6715$   
 $R_2 = 0.9977$   
 $BEC = 0.773 \text{ ppb}$   
 $LoD = 0.1082 \text{ ppb}$

Şekil 3.10. Çinko elementinin kalibrasyon eğrisi



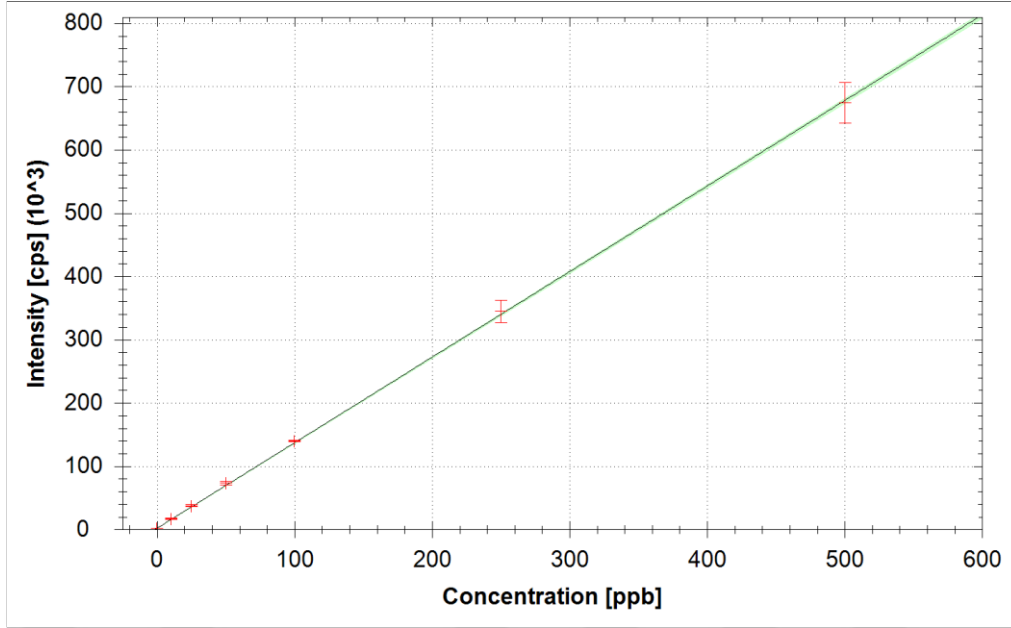
$f(x) = 13833.3427 \cdot x + 593.3498$   
 $R_2 = 0.9993$   
 $BEC = 0.043 \text{ ppb}$   
 $LoD = 0.0055 \text{ ppb}$

**Şekil 3.11.** Astatin elementinin kalibrasyon eğrisi



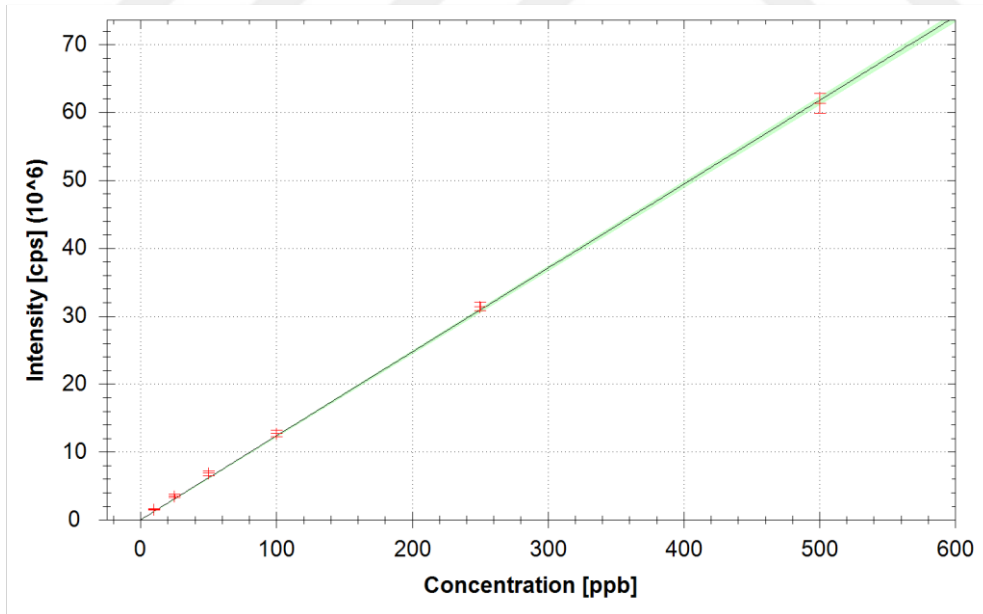
$f(x) = 13833.3427 \cdot x + 593.3498$   
 $R_2 = 0.9993$   
 $BEC = 0.043 \text{ ppb}$   
 $LoD = 0.0055 \text{ ppb}$

**Şekil 3.12.** Arsenik elementinin kalibrasyon eğrisi



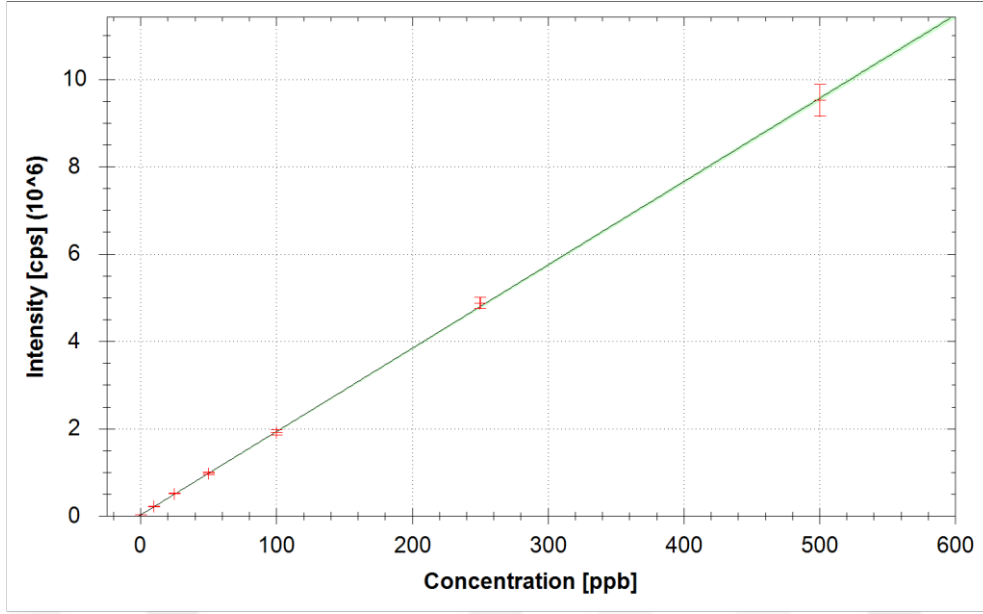
$f(x) = 1352.0759 \cdot x + 1800.1444$   
 $R_2 = 0.9998$   
 $BEC = 1.331 \text{ ppb}$   
 $LoD = 0.5002 \text{ ppb}$

**Şekil 3.13.** Selenyum elementinin kalibrasyon eğrisi



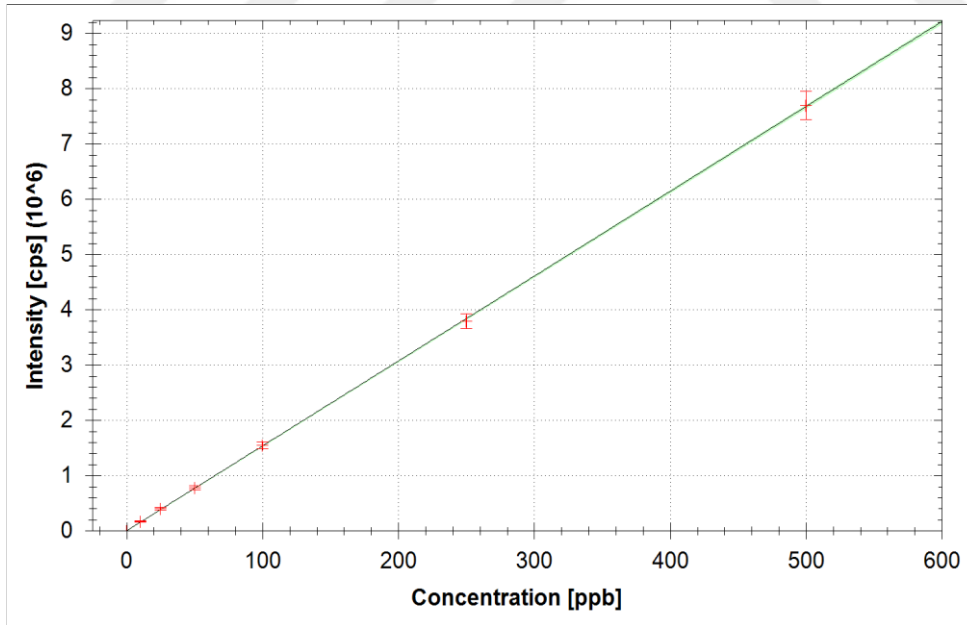
$f(x) = 123505.4268 \cdot x + 3337.1301$   
 $R_2 = 0.9996$   
 $BEC = 0.027 \text{ ppb}$   
 $LoD = 0.0042 \text{ ppb}$

**Şekil 3.14.** Stronsiyum elementinin kalibrasyon eğrisi



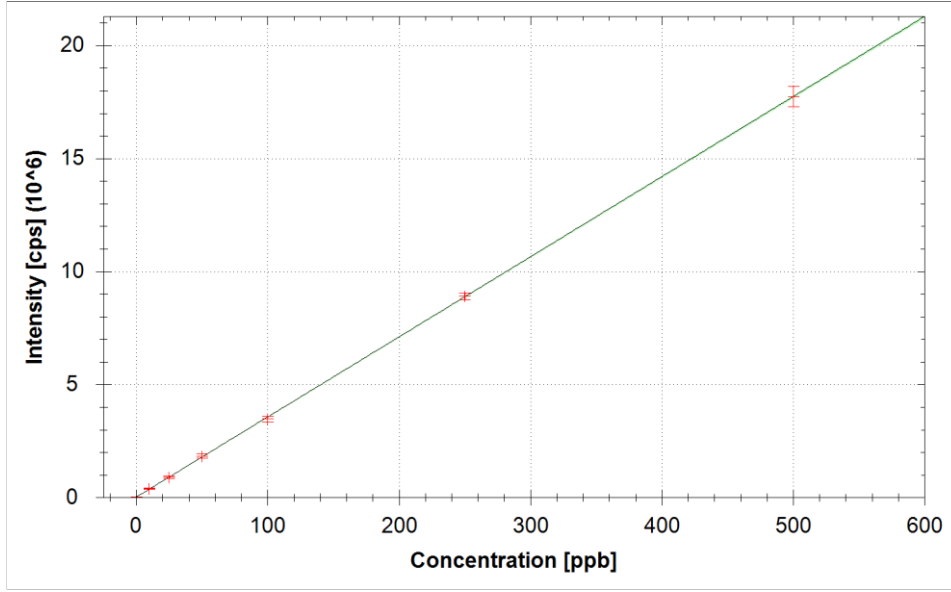
$f(x) = 19075.3953 \cdot x + 22841.1695$   
 $R_2 = 0.9999$   
 $BEC = 1.197 \text{ ppb}$   
 $LoD = 0.2406 \text{ ppb}$

Şekil 3.15. Molibden elementinin kalibrasyon eğrisi



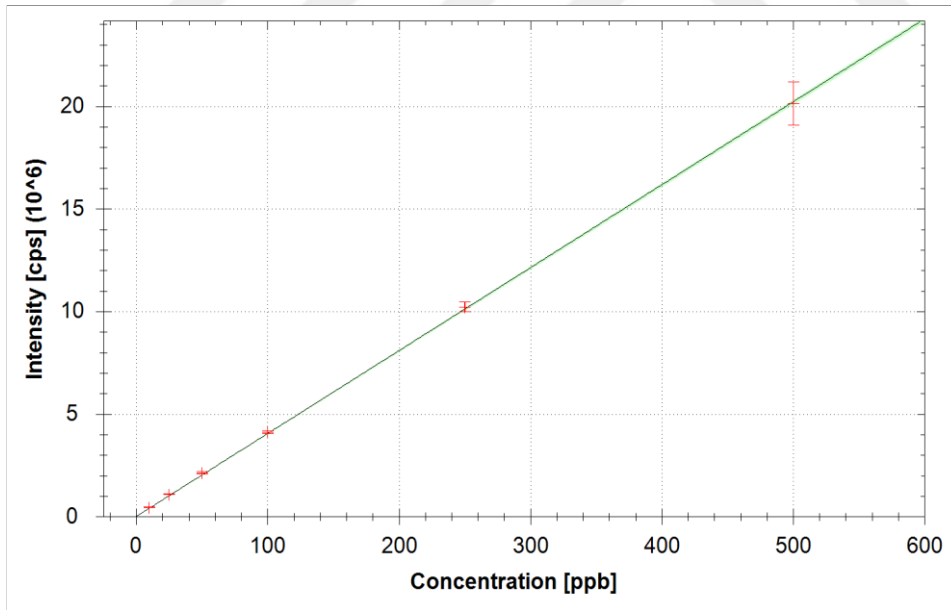
$f(x) = 15350.2855 \cdot x + 390.0074$   
 $R_2 = 0.9999$   
 $BEC = 0.025 \text{ ppb}$   
 $LoD = 0.0078 \text{ ppb}$

Şekil 3.16. Kadmiyum elementinin kalibrasyon eğrisi



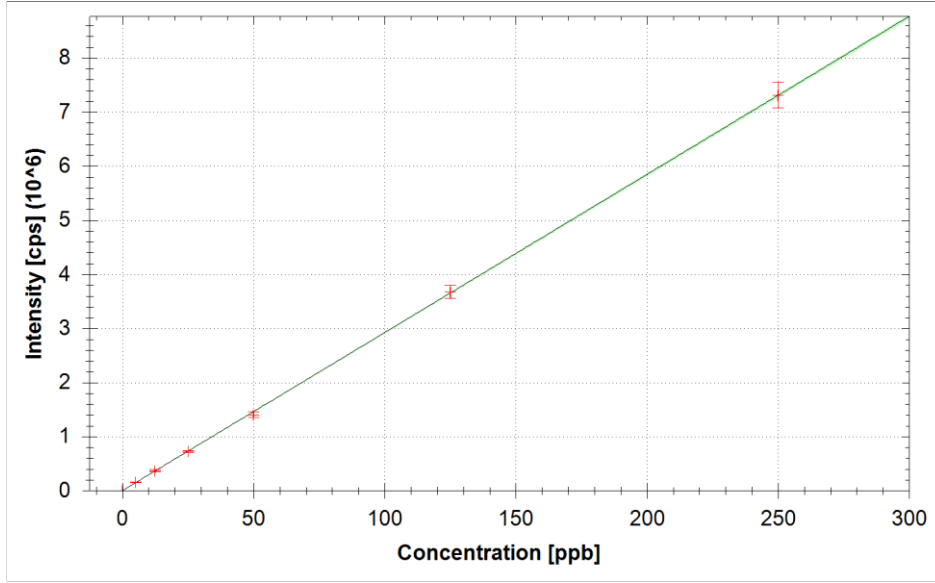
$f(x) = 35446.4487 \cdot x + 14982.4749$   
 $R_2 = 1.0000$   
 $BEC = 0.423 \text{ ppb}$   
 $LoD = 0.0530 \text{ ppb}$

Şekil 3.17. Kalay elementinin kalibrasyon eğrisi



$f(x) = 40418.6997 \cdot x + 6224.9233$   
 $R_2 = 0.9999$   
 $BEC = 0.154 \text{ ppb}$   
 $LoD = 0.0220 \text{ ppb}$

Şekil 3.18. Antimon elementinin kalibrasyon eğrisi



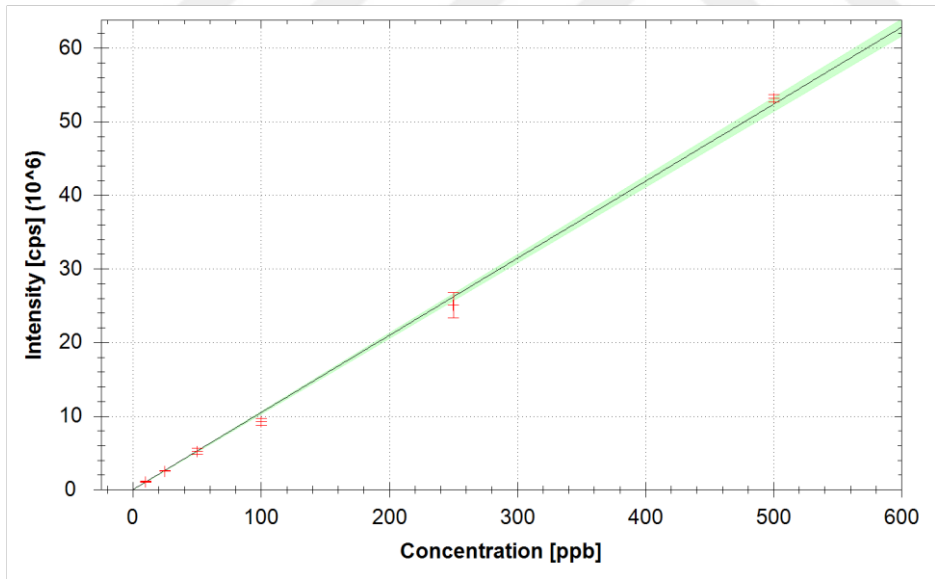
$$f(x) = 29231.2533 \cdot x + 286.6717$$

$$R_2 = 0.9999$$

$$\text{BEC} = 0.010 \text{ ppb}$$

$$\text{LoD} = 0.0078 \text{ ppb}$$

Şekil 3.19. Platin elementinin kalibrasyon eğrisi



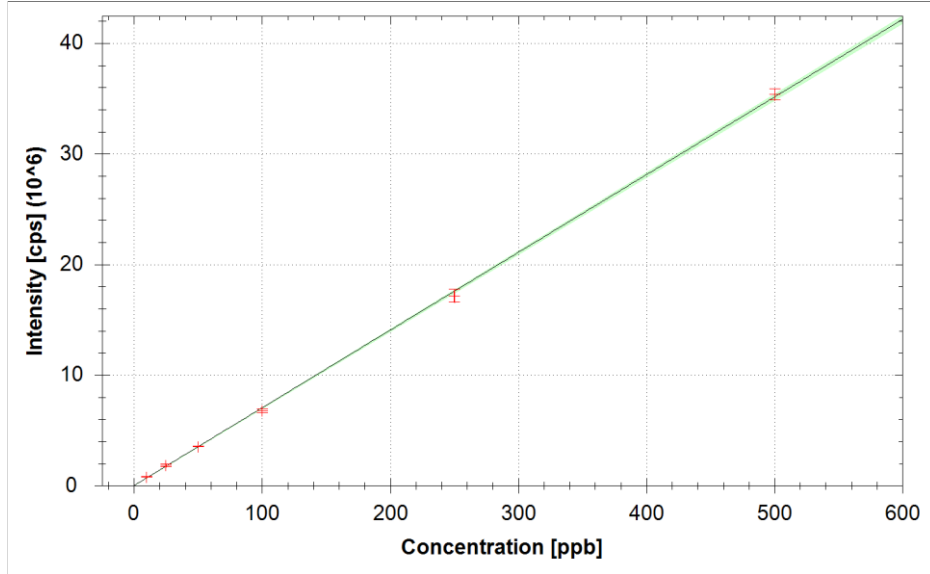
$$f(x) = 104674.6399 \cdot x + 456.6772$$

$$R_2 = 0.9984$$

$$\text{BEC} = 0.004 \text{ ppb}$$

$$\text{LoD} = 0.0008 \text{ ppb}$$

Şekil 3.20. Tellür elementinin kalibrasyon eğrisi



$$f(x) = 70237.1745 \cdot x + 5641.3297$$

$$R_2 = 0.9997$$

$$\text{BEC} = 0.080 \text{ ppb}$$

$$\text{LoD} = 0.0184 \text{ ppb}$$

**Şekil 3.21.** Kurşun elementinin kalibrasyon eğrisi

**Tablo 3.3.** 10 ppb'lik analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi

Element	Konsantrasyon Ortalaması	KonsantrasyonRSD	Standart Konsantrasyon
7Li ( STD )	11 ppb	5.6 %	10 ppb
9Be ( STD )	11 ppb	3.2 %	10 ppb
51V ( STD )	12 ppb	2.1 %	10 ppb
52Cr ( STD )	12 ppb	1.4 %	10 ppb
55Mn ( STD )	11 ppb	2.0 %	10 ppb
57Fe ( STD )	12 ppb	2.6 %	10 ppb
59Co ( STD )	12 ppb	1.6 %	10 ppb
60Ni ( STD )	12 ppb	2.7 %	10 ppb
63Cu ( STD )	12 ppb	7.8 %	10 ppb
66Zn ( STD )	11 ppb	0.9 %	10 ppb
75As ( STD )	11 ppb	1.2 %	10 ppb
77Se ( STD )	11 ppb	4.2 %	10 ppb
88Sr ( STD )	12 ppb	6.4 %	10 ppb
95Mo ( STD )	10 ppb	3.4 %	10 ppb
111Cd ( STD )	10 ppb	7.2 %	10 ppb
118Sn ( STD )	10 ppb	5.0 %	10 ppb
121Sb ( STD )	11 ppb	1.9 %	10 ppb
195Pt ( STD )	5 ppb	2.9 %	5 ppb
205Tl ( STD )	10 ppb	7.8 %	10 ppb
208Pb ( STD )	10 ppb	3.3 %	10 ppb

Analiz Endeksi: 2

Analiz Adı: 10 ppb

Analiz Türü :STD

Anaiz Zamanı: 9/29/2017 1:40:51 PM

Standart(Stok): 0,01ppm

Standart DF: 1

Category



**Tablo 3.4.** 25ppb'lik analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi

Element	Konsantrasyon Ortalaması	Konsantrasyon RSD	Standart Konsantrasyon
7Li ( STD )	27 ppb	3.6 %	25 ppb
9Be ( STD )	27 ppb	2.5 %	25 ppb
51V ( STD )	28 ppb	2.3 %	25 ppb
52Cr ( STD )	29 ppb	1.8 %	25 ppb
55Mn ( STD )	27 ppb	3.2 %	25 ppb
57Fe ( STD )	27 ppb	4.8 %	25 ppb
59Co ( STD )	28 ppb	2.9 %	25 ppb
60Ni ( STD )	28 ppb	2.1 %	25 ppb
63Cu ( STD )	29 ppb	3.4 %	25 ppb
66Zn ( STD )	28 ppb	0.7 %	25 ppb
75As ( STD )	27 ppb	0.4 %	25 ppb
77Se ( STD )	26 ppb	3.5 %	25 ppb
88Sr ( STD )	28 ppb	7.4 %	25 ppb
95Mo ( STD )	25 ppb	2.4 %	25 ppb
111Cd ( STD )	26 ppb	6.4 %	25 ppb
118Sn ( STD )	24 ppb	7.1 %	25 ppb
121Sb ( STD )	26 ppb	1.5 %	25 ppb
195Pt ( STD )	12 ppb	7.0 %	12 ppb
205Tl ( STD )	24 ppb	1.3 %	25 ppb
208Pb ( STD )	25 ppb	6.4 %	25 ppb

Analiz Endeksi: 3  
Analiz Adı: 25 ppb  
Analiz Türü:STD  
Analiz Zamanı: 9/29/2017 1:42:39 PM  
Standart(Stock): 0,025 ppm  
Standart DF: 1

**Tablo 3.5.** 50 ppb'lik analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi

Element	Konsantrasyon Ortalaması	Konsantrasyon RSD	Standart Konsantrasyon
7Li ( STD )	53 ppb	4.5 %	50 ppb
9Be ( STD )	54 ppb	3.6 %	50 ppb
51V ( STD )	53 ppb	4.5 %	50 ppb
52Cr ( STD )	57 ppb	5.2 %	50 ppb
55Mn ( STD )	52 ppb	2.5 %	50 ppb
57Fe ( STD )	55 ppb	4.4 %	50 ppb
59Co ( STD )	55 ppb	1.9 %	50 ppb
60Ni ( STD )	57 ppb	7.1 %	50 ppb
63Cu ( STD )	59 ppb	3.7 %	50 ppb
66Zn ( STD )	55 ppb	1.9 %	50 ppb
75As ( STD )	52 ppb	2.4 %	50 ppb
77Se ( STD )	52 ppb	4.4 %	50 ppb
88Sr ( STD )	55 ppb	5.1 %	50 ppb
95Mo ( STD )	50 ppb	3.5 %	50 ppb
111Cd ( STD )	50 ppb	4.9 %	50 ppb
118Sn ( STD )	50 ppb	5.3 %	50 ppb
121Sb ( STD )	52 ppb	2.8 %	50 ppb
195Pt ( STD )	24 ppb	2.1 %	25 ppb
205Tl ( STD )	49 ppb	7.7 %	50 ppb
208Pb ( STD )	50 ppb	1.5 %	50 ppb

Analiz Endeksi: 4  
Analiz Adı: 50 ppb  
Analiz Türü:STD  
Analiz Zamanı: 9/29/2017 1:44:27 PM  
Standart (Stock): 0,05 ppm  
Standart DF: 1

**Tablo 3.6.** 100 ppb'lik analiz sonuularının istatistiksel değerlendirilmesi

Element	Konsantrasyon Ortalaması	Konsantrasyon RSD	Standart Konsantrasyon
7Li ( STD )	100 ppb	3.9 %	100 ppb
9Be ( STD )	103 ppb	2.7 %	100 ppb
51V ( STD )	101 ppb	1.3 %	100 ppb
52Cr ( STD )	101 ppb	1.9 %	100 ppb
55Mn ( STD )	102 ppb	4.5 %	100 ppb
57Fe ( STD )	115 ppb	6.6 %	100 ppb
59Co ( STD )	102 ppb	2.9 %	100 ppb
60Ni ( STD )	102 ppb	6.0 %	100 ppb
63Cu ( STD )	110 ppb	3.1 %	100 ppb
66Zn ( STD )	102 ppb	4.3 %	100 ppb
75As ( STD )	102 ppb	6.5 %	100 ppb
77Se ( STD )	102 ppb	0.5 %	100 ppb
88Sr ( STD )	102 ppb	3.7 %	100 ppb
95Mo ( STD )	99 ppb	3.5 %	100 ppb
111Cd ( STD )	100 ppb	4.2 %	100 ppb
118Sn ( STD )	97 ppb	3.8 %	100 ppb
121Sb ( STD )	101 ppb	1.3 %	100 ppb
195Pt ( STD )	48 ppb	3.6 %	50 ppb
205Tl ( STD )	87 ppb	4.7 %	100 ppb
208Pb ( STD )	96 ppb	2.6 %	100 ppb

Analiz Endeksi: 5

Analiz Adı: 100 ppb

Analiz Türü: STD

Analiz Zamanı: 9/29/2017 1:46:16 PM

Standart (Stock): 0,1 ppm

StandartDF: 1

**Tablo 3.7.** 250 ppb'lik analiz sonuularının istatistiksel değerlendirilmesi

Element	Konsantrasyon Ortalaması	Konsantrasyon RSD	Standart Konsantrasyon
7Li ( STD )	253 ppb	2.1 %	250 ppb
9Be ( STD )	268 ppb	2.0 %	250 ppb
51V ( STD )	253 ppb	2.1 %	250 ppb
52Cr ( STD )	253 ppb	2.0 %	250 ppb
55Mn ( STD )	265 ppb	0.8 %	250 ppb
57Fe ( STD )	351 ppb	1.5 %	250 ppb
59Co ( STD )	261 ppb	3.5 %	250 ppb
60Ni ( STD )	265 ppb	2.1 %	250 ppb
63Cu ( STD )	261 ppb	4.1 %	250 ppb
66Zn ( STD )	267 ppb	2.7 %	250 ppb
75As ( STD )	259 ppb	1.1 %	250 ppb
77Se ( STD )	253 ppb	5.0 %	250 ppb
88Sr ( STD )	254 ppb	2.0 %	250 ppb
95Mo ( STD )	254 ppb	2.7 %	250 ppb
111Cd ( STD )	246 ppb	3.5 %	250 ppb
118Sn ( STD )	250 ppb	1.8 %	250 ppb
121Sb ( STD )	252 ppb	2.4 %	250 ppb
195Pt ( STD )	125 ppb	3.3 %	125 ppb
205Tl ( STD )	239 ppb	7.0 %	250 ppb
208Pb ( STD )	244 ppb	3.5 %	250 ppb

Analiz Endeksi: 6

Analiz Adı: 250 ppb

Analiz Türü: STD

Analiz Zamanı: 9/29/2017 1:48:05 PM

Standart (Stock): 0,25 ppm

StandartDF: 1

**Tablo 3.8.** 500 ppb'lik analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi

Element	Konsantrasyon Ortalaması	Konsantrasyon RSD	Standart Konsantrasyon
7Li ( STD )	497 ppb	2.8 %	500 ppb
9Be ( STD )	489 ppb	4.8 %	500 ppb
51V ( STD )	497 ppb	3.5 %	500 ppb
52Cr ( STD )	496 ppb	1.0 %	500 ppb
55Mn ( STD )	491 ppb	3.9 %	500 ppb
57Fe ( STD )	496 ppb	4.4 %	500 ppb
59Co ( STD )	493 ppb	3.0 %	500 ppb
60Ni ( STD )	490 ppb	1.3 %	500 ppb
63Cu ( STD )	490 ppb	0.6 %	500 ppb
66Zn ( STD )	490 ppb	0.5 %	500 ppb
75As ( STD )	494 ppb	1.5 %	500 ppb
77Se ( STD )	497 ppb	4.8 %	500 ppb
88Sr ( STD )	496 ppb	2.4 %	500 ppb
95Mo ( STD )	497 ppb	3.8 %	500 ppb
111Cd ( STD )	501 ppb	3.3 %	500 ppb
118Sn ( STD )	500 ppb	2.5 %	500 ppb
121Sb ( STD )	498 ppb	5.2 %	500 ppb
195Pt ( STD )	250 ppb	3.3 %	250 ppb
205Tl ( STD )	507 ppb	0.9 %	500 ppb
208Pb ( STD )	503 ppb	1.5 %	500 ppb

Analiz Endeksi: 7

Analiz Adı: 500 ppb

Analiz Türü STD

Analiz Zamanı: 9/29/2017 1:49:54 PM

Standart (Stock): 0,5 ppm

Standart DF: 1

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. SRM 2557 ve BCR 723 ile çözünürleştirme sisteminin doğruluğu

Kullanılacak metodu doğrulamak için kullanılan sertifikalı referans maddelerinin(SRM) maddelerin, mikro dalga çözünürleştirme sistemi ile yapılan çözünürleştirilmesi sonucu elde edilen çözeltilerin, ICP-MS ile yapılan platin tayinlerinin sonuçları Tablo 4.1 te verilmiştir. Elde edilen veriler mikro dalga çözünürleştirme sisteminden kaynaklı herhangi bir madde kaybının yaşanmadığı ve kullanılan SRM maddelerdeki platinin yüksek bir verimle geri kazanıldığı görülmüştür. Çözünürleştirme sisteminin istenilen doğruluk ve güvende olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 4.1.** Platinin SRM 2557 ve BCR-723' ten geri kazanım miktarları.

Numune	Element	Sertifikalı miktar ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	Ölçülen ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )
BCR-723	$^{195}\text{Pt}$	$81.3 \pm 3.3$	$83.1 \pm 3.4$
SRM 2557	$^{195}\text{Pt}$	$1131 \pm 16$	$1139 \pm 45$

Toplanan peynir numunelerinin mikro dalga çözünürleştirme işlemlerinin ardından ICP-MS ile yapılan platin analizlerinin sonuçları Tablo 4.2. de verilmiştir.

**Tablo 4.2.** Siirt şehir merkezi ilçe ve köylerinden toplanılan peynir numunelerindeki Pt düzeyleri

Numune	Element	Ölçülen ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )
Merkez akdoğan köyü otlu peynir	$^{195}\text{Pt}$	$1,096 \pm 0.033$
Pervari beyaz peynir	$^{195}\text{Pt}$	$0,222 \pm 0.006$
Veysel karani beldesi otlu peynir	$^{195}\text{Pt}$	$0,290 \pm 0.008$
Pervari yeniköy otlu peynir	$^{195}\text{Pt}$	$0,000 \pm 0,000$
Merkez bağtepe köyü otlu peynir	$^{195}\text{Pt}$	$0,323 \pm 0.009$
Şirvan adıgüzel köyü otlu peynir	$^{195}\text{Pt}$	$10,624 \pm 0,318$
Gökçebağ köyü otlu peynir	$^{195}\text{Pt}$	$0,067 \pm 0,002$
Eruh erdoğan köyü otlu peynir	$^{195}\text{Pt}$	$0,658 \pm 0.019$
Merkez aktaş köyü otlu peynir	$^{195}\text{Pt}$	$2,085 \pm 0,062$

Süt ve süt ürünlerindeki platin düzeyleri şehir merkezinden uzaklaştıkça azaldığı, şehir merkezinde trafiğin yoğun olduğu yerlerden alınan numunelerdeki platin düzeylerinin arttığı gözlemlenmiştir.

Toplanılan yoğurt numunelerinin mikro dalga çözünürleştirme işlemlerinin ardından ICP-MS ile yapılan platin analizlerinin sonuçları Tablo 4.3. de verilmiştir.

**Tablo 4.3.** Siirt şehir merkezi ilçe ve köylerinden toplanılan yoğurt numunelerindeki Pt düzeyleri

Numune	Element	Ölçülen ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )
Eruh merge köyü yoğurt	$^{195}\text{Pt}$	$0.334 \pm 0.010$
Merkez doluharman köyü yoğurt	$^{195}\text{Pt}$	$0.820 \pm 0.024$
Merkez çakmak mahallesi yoğurt	$^{195}\text{Pt}$	$1.922 \pm 0,057$
Merkez akyazma köyü yoğurt	$^{195}\text{Pt}$	$3.663 \pm 0.109$
Kurtalan bağlıca köyü yoğurt	$^{195}\text{Pt}$	$5.829 \pm 0.174$
Kurtalan kayabağlar köyü yoğurt	$^{195}\text{Pt}$	$6.341 \pm 0.190$
Merkez bağtepe köyü yoğurt	$^{195}\text{Pt}$	$1.528 \pm 0.045$
Baykan dedebakır köyü yoğurt	$^{195}\text{Pt}$	$1.008 \pm 0.030$
Eruh ekmekçiler köyü yoğurt	$^{195}\text{Pt}$	$6.964 \pm 0.208$
Baykan karaköyü köyü yoğurt	$^{195}\text{Pt}$	$1.899 \pm 0.056$
Eruh bilgili köyü yoğurt	$^{195}\text{Pt}$	$4.731 \pm 0.141$
Baykan meşelik köyü yoğurt	$^{195}\text{Pt}$	$1.946 \pm 0.058$

Yoğurt numunelerine yapılan analizler sonucunda en yüksek platin miktarı Eruh Ekmekçiler Köyü, Kurtalan Kayabağlar ve Bağlıca köylerinde en düşük platin miktarı Eruh merge köyü yoğurt, Merkez doluharman köyü yoğurt numunelerinde gözlenmiştir.

Toplanılan süt numunelerinin mikro dalga çözünürleştirme işlemlerinin ardından ICP-MS ile yapılan platin analizlerinin sonuçları Tablo 4.4. de verilmiştir.

**Tablo 4.4.** Siirt şehrimerkezi ilçe ve köylerinden toplanılan süt numunelerindeki Pt düzeyleri

Numune	Element	Ölçülen ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )
Baykan karakaya köyü süt	$^{195}\text{Pt}$	$0.932 \pm 0.027$
Pervari güleçler köyü süt	$^{195}\text{Pt}$	$0.367 \pm 0.011$
Pervari çobanören köyü süt	$^{195}\text{Pt}$	$0.351 \pm 0,010$
Pervari bakbudak köyü süt	$^{195}\text{Pt}$	$3.636 \pm 0.109$
Pervari çat köyü süt	$^{195}\text{Pt}$	$0.601 \pm 0.018$
Pervari gürnova köyü süt	$^{195}\text{Pt}$	$6.041 \pm 0.181$
Baykan dedebakır köyü süt	$^{195}\text{Pt}$	$7,710 \pm 0.231$
Pervari kübik köyü süt	$^{195}\text{Pt}$	$1.940 \pm 0.098$
Kurtalan bağlıca köyü süt	$^{195}\text{Pt}$	$1,679 \pm 0.050$
Pervari gölgeli köyü süt	$^{195}\text{Pt}$	$0,736 \pm 0.002$
Siirt merkez keçi sütü	$^{195}\text{Pt}$	$7,115 \pm 0.213$
Eruh merge köyü süt	$^{195}\text{Pt}$	$55.757 \pm 1.672$
Pervari yukarı balcılar köyü süt	$^{195}\text{Pt}$	$2.078 \pm 0.062$
Merkez çakmak mahallesi süt	$^{195}\text{Pt}$	$7,533 \pm 0.225$
Baykan günbuldu köyü süt	$^{195}\text{Pt}$	$14,471 \pm 0.434$
Kurtalan bölüktepe köyü süt	$^{195}\text{Pt}$	$0,440 \pm 0.013$
Eruh kuşdalı köyü süt	$^{195}\text{Pt}$	$1.323 \pm 0.039$

Süt numunelerine yapılan analizler sonucunda en yüksek platin miktarı Eruh Merge Köyü, Baykan Günbuldu ve Siirt merkezinde en düşük platin miktarı ise Kurtalan Bölüktepe Köyü süt, Pervari Çat Köyü süt ve Pervari gölgeli köyü süt numunelerinde gözlenmiştir.

Toplanılan süt, yoğurt ve otlu peynirin numunelerinin mikro dalga çözünürleştirme işlemlerinin ardından ICP-MS ile yapılan element analizlerinin sonuçları Tablo 4.5. de verilmiştir.

**Tablo 4.5.** Siirt ili ve ilçelerinin süt, yoğurt ve otlu peynirin element istatistiği

Element	Ortalama ( µg kg <sup>-1</sup> )	Minimum ( µg kg <sup>-1</sup> )	Maximum ( µg kg <sup>-1</sup> )
9 <sub>Be</sub>	0.80± 0,02	0.29± 0,09	5861 ± 187
52 <sub>Cr</sub>	1310 ± 18	569 ± 7.96	9524 ± 133
55 <sub>Mn</sub>	774 ± 15	126 ± 2	7419 ± 148
56 <sub>Fe</sub>	98114 ± 6475	35468 ± 2340	501713 ± 33113
59 <sub>Co</sub>	47,25 ± 0,75	15,53 ± 0,24	329,33 ± 5,26
60 <sub>Ni</sub>	660 ± 17	223 ± 6	4682 ± 126
63 <sub>Cu</sub>	987 ± 76	297 ± 23	3531 ± 275
66 <sub>Zn</sub>	14818 ± 133	5987 ± 53	39297 ± 353
75 <sub>As</sub>	48,39± 0,58	13.45 ± 0,16	187,71 ± 2.25
77 <sub>Se</sub>	131,60± 5,52	7.2 ± 0.30	476,70± 1,43
95 <sub>Mo</sub>	368,20± 12,51	0 ± 0	2458,8 ± 83,6
111 <sub>Cd</sub>	253 ± 18	1 ± 0,07	5354 ± 385
118 <sub>Sn</sub>	18094 ± 904	9405 ± 470	147243 ± 7362
121 <sub>Sb</sub>	5,23 ± 0,09	0 ± 0	144,91 ± 2.75
208 <sub>Pb</sub>	2994 ± 98	310 ± 10	8656 ± 285.64

Numuneler ile yapılan analizler sonucunda miktarı en yüksek olan elementler demir, kalay ve çinkodur. Miktarı en düşük olan elementler ise berilyum ve antimon olarak gözlemlenmiştir.

$$G.S = \bar{x} \pm \frac{t.s}{\sqrt{N}}$$

Siirt ili ve ilçelerinin süt, yoğurt ve otlu peynirin elementlerinin verileri Tablo 4.5'ten alınarak Tablo 4.6'daki korelasyon tablosu oluşturulmuş olup veriler aşağıda belirtilmiştir.

**Tablo : 4.6.** Siirt ili ve ilçelerinin Süt, yoğurt ve otlu peynirin element korelasyonu

	Be	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Cd	Sn	Sb	Pt	Pb	Na	Ca
Cr	0.358																	
Mn	0.88	0.912																
Fe	0.875	0.877	0.899															
Co	0.896	0.926	0.923	0.976														
Ni	0.882	0.943	0.901	0.959	0.987													
Cu	0.618	0.625	0.719	0.654	0.643	0.609												
Zn	0.472	0.477	0.472	0.558	0.544	0.562	0.438											
As	0.721	0.658	0.802	0.744	0.739	0.688	0.761	0.314										
Se	0.041	-0.03	0.131	0.071	0.033	-0.023	0.36	-0.048	0.577									
Mo	0.792	0.731	0.669	0.814	0.789	0.812	0.416	0.453	0.501	-0.135								
Cd	0.925	0.914	0.912	0.921	0.96	0.956	0.608	0.412	0.699	-0.024	0.791							
Sn	0.933	0.932	0.909	0.93	0.967	0.973	0.605	0.477	0.696	-0.031	0.824	0.986						
Sb	-0.079	0.266	0.149	0.019	0.024	0.028	0.13	-0.052	-0.032	-0.029	-0.107	-0.024	-0.047					
Pt	0.127	0.162	0.15	0.259	0.262	0.3	0.174	0.132	0.152	-0.008	0.199	0.24	0.208	-0.054				
Pb	-0.179	0.044	-0.125	-0.13	-0.084	-0.047	-0.136	0.217	-0.163	-0.038	-0.053	-0.199	-0.148	0.33	-0.148			
Na	-0.068	-0.1	0.051	-0.174	-0.131	-0.139	0.124	-0.075	0.346	0.425	-0.298	-0.141	-0.14	-0.11	-0.151	0.166		
Ca	0.263	0.331	0.458	0.339	0.355	0.348	0.364	0.324	0.532	0.424	0.031	0.267	0.288	0.033	-0.02	0.147	0.672	
K	0.27	0.355	0.239	0.424	0.4	0.395	0.103	0.202	-0.1	-0.527	0.433	0.378	0.373	0.189	0.191	-0.074	-0.757	-0.309

*Cell Contents Pearson correlation*



Tablo 4.6. da verilen bilgiler incelendiğinde, Cd-Be, Cd-Cr, Cd-Mn, Cd-Fe, Cd-Co, Cd-Ni, Sn-Be, Sn-Cr, Sn-Mn, Sn-Fe, Sn-Co ve Sn-Ni çifti arasında çok yüksek ilişki bulunurken; Cr-Be, Mn-Be, Fe-Be, Co-Be, Ni-Be, Mo-Fe, Mo-Co ve Mo-Ni arasında yüksek düzeyde ilişki bulunmaktadır. Cu-Be, Cu-Cr, Cu-Fe, Cu-Co ve Cu-Ni arasında orta düzeyde ilişki gözlemlenirken; K-Be, K-Cr, K-Fe, K-Co, Ca-Be, Ca-Cr, Ca-Fe, Ca-Co ve Ca-Ni arasında zayıf düzeyde ilişki bulunmaktadır. Pb-Cr, Pb-Zn, Se-Be, Se-Mn, Se-Fe ve Ca-Sb çiftleri arasında ise çok zayıf düzeyde ilişki gözlenmiştir.



Toplanılan süt numunelerinin mikro dalga çözünürleştirme işlemlerinin ardından ICP-MS ile yapılan platin analizlerinin sonuçları Tablo 4.7. de verilmiştir.

**Tablo 4.7.** Siirt ili ve ilçelerinin süt element istatistiği

Element	Ortalama ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	Minimum ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	Maximum ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )
$^9\text{Be}$	$1.031 \pm 32.99$	$0.32 \pm 0.01$	$5.861 \pm 0.18$
$^{52}\text{Cr}$	$1618 \pm 2265$	$613 \pm 8$	$9524 \pm 133$
$^{55}\text{Mn}$	$875 \pm 17$	$126 \pm 22$	$7419 \pm 148$
$^{56}\text{Fe}$	$115744 \pm 763$	$48330 \pm 3189$	$501713 \pm 33113$
$^{59}\text{Co}$	$59.9 \pm 0.9$	$21,8 \pm 0,3$	$329.3 \pm 5.2$
$^{60}\text{Ni}$	$837 \pm 22$	$302 \pm 8$	$4682 \pm 126$
$^{63}\text{Cu}$	$1002 \pm 78.15$	$335 \pm 26$	$3531 \pm 275$
$^{66}\text{Zn}$	$17368 \pm 15631$	$8851 \pm 79$	$39297 \pm 353$
$^{75}\text{As}$	$50,89 \pm 0,61$	$20,70 \pm 0,25$	$187,71 \pm 2,25$
$^{77}\text{Se}$	$117.80 \pm 4.94$	$46,3 \pm 1.9$	$277,90 \pm 11,67$
$^{95}\text{Mo}$	$482 \pm 16$	$81 \pm 2$	$2459 \pm 83$
$^{111}\text{Cd}$	$405 \pm 29$	$4,00 \pm 0.28$	$5354 \pm 224$
$^{118}\text{Sn}$	$23132 \pm 1156$	$10649 \pm 53245$	$147243 \pm 7362$
$^{121}\text{Sb}$	$0.00 \pm 0,00$	$0.00 \pm 0.00$	$0.00 \pm 0.00$
$^{208}\text{Pb}$	$3031 \pm 100$	$394 \pm 13.01$	$8300 \pm 273$

Numuneler ile yapılan analizler sonucunda miktarı en yüksek olan elementler demir, kalay ve çinkodur. Miktarı en düşük olan elementler ise berilyum ve antimon olarak gözlemlenmiştir.

$$G.S = \bar{x} \pm \frac{t.s}{\sqrt{N}}$$

Siirt ili ve ilçelerinin süt numunelerinin element verileri Tablo 4.7'den alınarak Tablo 4.8'deki korelasyon tablosu oluşturulmuş olup veriler aşağıda belirtilmiştir.

**Tablo 4.8.**Siirt ili ve ilçelerinin süt element korelasyonu

	Be	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Cd	Sn	Pt	Pb	Na	Ca
Cr	0.946																
Mn	0.976	0.978															
Fe	0.941	0.951	0.968														
Co	0.935	0.969	0.977	0.987													
Ni	0.927	0.982	0.971	0.978	0.991												
Cu	0.778	0.757	0.821	0.776	0.772	0.76											
Zn	0.51	0.484	0.551	0.53	0.516	0.522	0.573										
As	0.895	0.873	0.913	0.88	0.888	0.862	0.807	0.376									
Se	0.165	0.08	0.15	0.134	0.12	0.066	0.283	-0.083	0.521								
Mo	0.861	0.885	0.874	0.926	0.888	0.898	0.716	0.455	0.788	0.081							
Cd	0.951	0.979	0.981	0.965	0.98	0.98	0.768	0.431	0.892	0.099	0.885						
Sn	0.956	0.989	0.983	0.967	0.978	0.984	0.761	0.475	0.874	0.055	0.905	0.994					
Pt	0.071	0.147	0.132	0.209	0.218	0.262	0.248	0.031	0.166	0.063	0.125	0.208	0.168				
Pb	-0.315	-0.191	-0.234	-0.218	-0.173	-0.169	-0.29	0.142	-0.254	-0.105	-0.208	-0.276	-0.235	-0.197			
Na	-0.015	-0.03	-0.036	-0.176	-0.124	-0.118	0.04	-0.123	0.194	0.532	-0.219	-0.085	-0.101	-0.153	0.115		
Ca	0.729	0.698	0.759	0.773	0.754	0.736	0.653	0.615	0.741	0.249	0.653	0.691	0.7	0.133	-0.042	0.194	
K	0.425	0.389	0.46	0.557	0.522	0.483	0.346	0.251	0.307	-0.234	0.479	0.475	0.474	0.219	-0.086	-0.64	0.418

Cell Contents Pearson correlation

Tablo 4.8. da verilen bilgiler incelendiğinde, Cd-Be, Cd-Cr, Cd-Mn, Cd-Fe, Sn-Be, Sn-Cr, Sn-Mn, Sn-Fe, Sn-Co, Mn-Fe, Co-Fe ve Sn-Ni çifti arasında çok yüksek ilişki bulunurken; Mo-Be, Mo-Cr, Mo-Mn, Mo-Co, As-Be, As-Cr, Cu-Be, Cu-Cr ve Mo-Ni arasında yüksek düzeyde ilişki bulunmaktadır. Zn-Be, Zn-Mn, Zn-Co, Zn-Ni, Cu-Zn, K-Fe, K-Co ve Na-Se arasında orta düzeyde ilişki gözlemlenirken; K-Be, K-Cr, K-Cu, Se-Cu, K-Mn ve K-Ni arasında zayıf düzeyde ilişki bulunmaktadır. Pt-Cr, Pt-Cr, Se-Be, Se-Mn, Se-Fe, K-Pt, Se-Cr, Se-Co, Pt-Mn, Pt-Fe çiftleri arasında ise çok zayıf düzeyde ilişki gözlemlenmiştir.

Siirt İlçelerinden toplanılan süt numunelerinin mikro dalga çözünürleştirme işlemlerinin ardından ICP-MS ile yapılan platin analizlerinin sonuçları Tablo 4.9., Tablo 4.10., Tablo 4.11. ve Tablo 4.12., de verilmiştir.

**Tablo 4.9.** Pervari ilçesi süt element istatistiği

Element	Ortalama ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	Minimum ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	Maximum ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )
<sup>9</sup> Be	0,91± 0,03	0,492±1,574	1642 ± 52
<sup>52</sup> Cr	1053 ± 14	300±4,2	1469 ± 20
<sup>55</sup> Mn	562 ± 11	395±7	1281 ± 25
<sup>56</sup> Fe	89852 ± 5930	34825±2298	145032 ± 9572
<sup>59</sup> Co	38.63± 0.61	14.34±0.23	58.29 ± 0.93
<sup>60</sup> Ni	520.6±14.05	154,6±4,1	746.60± 20.15
<sup>63</sup> Cu	773±60	601 ± 46	2187 ± 170.58
<sup>66</sup> Zn	18060±162	10775 ± 96	39297 ± 353.67
<sup>75</sup> As	40,12±0,48	15.73 ± 0.18	71.82 ± 0.86
<sup>77</sup> Se	105,6±4,4	62.8 ± 2.6	230.60± 9.68
<sup>95</sup> Mo	320,8±10,9	263.00± 8.94	879.1 ± 29.88
<sup>111</sup> Cd	73.9±5,3	125.40± 9,02	346.6 ± 24.95
<sup>118</sup> Sn	15856±792	2068 ± 103	19532 ± 976
<sup>121</sup> Sb	0.00 ±0.00	0.00± 0.00	0.00± 0.00
<sup>208</sup> Pb	2680±88	2872 ± 94	1642 ± 54

**Tablo 4.10.** Eruh ilçesi süt element istatistiği

Element	Ortalama ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	Minimum ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	Maximum ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )
$^9\text{Be}$	$0.491 \pm 0.015$	$0.384 \pm 0.012$	$0.598 \pm 0.019$
$^{52}\text{Cr}$	$1076.4 \pm$	$1043.0 \pm 14.6$	$1109.8 \pm 15.5$
$^{55}\text{Mn}$	$534 \pm 15$	$355 \pm 7$	$713 \pm 142$
$^{56}\text{Fe}$	$116979 \pm 2339$	$110777 \pm 7311$	$123181 \pm 8129$
$^{59}\text{Co}$	$71.7 \pm 1.1$	$60.3 \pm 0.9$	$83.1 \pm 1.3$
$^{60}\text{Ni}$	$882 \pm 23$	$769 \pm 20$	$996 \pm 26$
$^{63}\text{Cu}$	$1045.5 \pm 81.5$	$946.9 \pm 73.8$	$1144.0 \pm 89.2$
$^{66}\text{Zn}$	$13685 \pm 123$	$13231 \pm 119$	$14140 \pm 127$
$^{75}\text{As}$	$57.71 \pm 0.69$	$51.25 \pm 0.61$	$64.18 \pm 0.77$
$^{77}\text{Se}$	$163.1 \pm 6.8$	$147.0 \pm 6.17$	$179.1 \pm 7.5$
$^{95}\text{Mo}$	$199.9 \pm 6.7$	$159.1 \pm 5.40$	$240.7 \pm 8.1$
$^{111}\text{Cd}$	$339.5 \pm 24.4$	$288.8 \pm 20.7$	$390.1 \pm 28.0$
$^{118}\text{Sn}$	$15773 \pm 788$	$15102 \pm 755$	$16444 \pm 822$
$^{121}\text{Sb}$	$0.000 \pm 0.000$	$0.000 \pm 0.000$	$0.000 \pm 0.000$
$^{208}\text{Pb}$	$3060 \pm 100$	$475 \pm 15$	$5645 \pm 186$

**Tablo 4.11.** Baykan ilçesi süt element istatistiği

Element	Ortalama ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	Minimum ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	Maximum ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )
$^9\text{Be}$	$2.29 \pm 0.07$	$0.42 \pm 0.01$	$5.86 \pm 0.18$
$^{52}\text{Cr}$	$4408 \pm 61.71$	$1714 \pm 23$	$9524 \pm 133$
$^{55}\text{Mn}$	$2744 \pm 54$	$342 \pm 6$	$7419 \pm 148$
$^{56}\text{Fe}$	$227974 \pm 15046$	$59700 \pm 3940$	$501713 \pm 33113$
$^{59}\text{Co}$	$143.9 \pm 2.3$	$43.5 \pm 0.6$	$329.3 \pm 5.2$
$^{60}\text{Ni}$	$2166 \pm 58$	$849 \pm 22$	$4682 \pm 126$
$^{63}\text{Cu}$	$1483 \pm 115$	$335 \pm 26$	$3531 \pm 275$
$^{66}\text{Zn}$	$25398 \pm 228$	$15277 \pm 137$	$34179 \pm 307$
$^{75}\text{As}$	$78.4 \pm 0.9$	$20.7 \pm 0.2$	$187.7 \pm 2.2$
$^{77}\text{Se}$	$82.1 \pm 3.4$	$52.0 \pm 2.1$	$137.8 \pm 5.7$
$^{95}\text{Mo}$	$1106 \pm 37$	$204 \pm 6$	$2459 \pm 83$
$^{111}\text{Cd}$	$1798 \pm 129$	$4,00 \pm 0.28$	$5354 \pm 385$
$^{118}\text{Sn}$	$60875 \pm 3043$	$16180 \pm 809$	$147243 \pm 7362$
$^{121}\text{Sb}$	$0.000 \pm 0.000$	$0.42 \pm 0.01$	$0.000 \pm 0.000$
$^{208}\text{Pb}$	$5211 \pm 171$	$394 \pm 13$	$8300 \pm 273$

**Tablo 4.12.** Kurtalan ilçesi süt element istatistiği

Element	Ortalama ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	Minimum ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	Maximum ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )
$^9\text{Be}$	$0.657 \pm 0.021$	$0.502 \pm 0.016$	$0.813 \pm 0.026$
$^{52}\text{Cr}$	$953.6 \pm 13.3$	$855.3 \pm 11.9$	$1052.0 \pm 1.4$
$^{55}\text{Mn}$	$321.55 \pm 6.43$	$317.78 \pm 6.355$	$325.32 \pm 7.046$
$^{56}\text{Fe}$	$95321 \pm 6291$	$79663 \pm 5257$	$110978 \pm 7,324.548$
$^{59}\text{Co}$	$41.49 \pm 0.66$	$40.11 \pm 0.64$	$42.86 \pm 0.68$
$^{60}\text{Ni}$	$546.6 \pm 14.7$	$484.8 \pm 13.0$	$608.4 \pm 16.4$
$^{63}\text{Cu}$	$529.6 \pm 41.3$	$519.5 \pm 40.5$	$539.8 \pm 42.1$
$^{66}\text{Zn}$	$12341 \pm 111$	$10167 \pm 91$	$14514 \pm 130$
$^{75}\text{As}$	$37.93 \pm 0.45$	$35.58 \pm 0.42$	$40.28 \pm 0.48$
$^{77}\text{Se}$	$101.1 \pm 4.2$	$85.6 \pm 3.5$	$116.7 \pm 4.9$
$^{95}\text{Mo}$	$508 \pm 17$	$359 \pm 12$	$658 \pm 22$
$^{111}\text{Cd}$	$222.7 \pm 16.3$	$199.1 \pm 14.3$	$246.3 \pm 17.7$
$^{118}\text{Sn}$	$15620 \pm 781$	$14912 \pm 745$	$16329 \pm 816$
$^{121}\text{Sb}$	$0.000 \pm 0.000$	$0.000 \pm 0.000$	$0.000 \pm 0.000$
$^{208}\text{Pb}$	$1428 \pm 47$	$506 \pm 16$	$2349 \pm 77$

Numunelere yapılan analizler sonucunda Tablo 4.9., Tablo 4.10., Tablo 4.11. ve Tablo 4.12’de anlaşılacağı üzere Kurtalan, Baykan, Erüh ve Pervari ilçelerinde miktarı yüksek olan elementler demir, kalay ve çinko olarak gözlemlenmiştir. Miktarı düşük olan elementler ise berilyum ve antimon olarak gözlemlenmiştir.

Siirt İlçelerinden toplanılan yoğurt numunelerinin mikro dalga çözünürleştirme işlemlerinin ardından ICP-MS ile yapılan platin analizlerinin sonuçları Tablo 4.13.'te verilmiştir.

**Tablo 4.13.**Siirt İli ve ilçeleri yoğurt istatistiği

Element	Ortalama( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	Minimum( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	Maximum( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )
$9_{\text{Be}}$	0.608± 0.019	0.29 ± 0.09	1.43± 45.92
$52_{\text{Cr}}$	1207 ± 16	569± 7	3763± 52
$55_{\text{Mn}}$	612± 12	176± 3.52	1878± 37
$56_{\text{Fe}}$	92020± 6073	35468± 2340	140133± 9248
$59_{\text{Co}}$	39.91± 0.63	15.53± 0.24	63.91± 1.02
$60_{\text{Ni}}$	569.9± 15.3	223.3± 6.029	877± 23
$63_{\text{Cu}}$	931± 72	354± 27	1956± 152
$66_{\text{Zn}}$	12970± 116	6138± 55	18008± 162
$75_{\text{As}}$	36.11± 0.43	13.45± 0.16	67.62± 81.14
$77_{\text{Se}}$	89.1± 3.7	7.2± 0.3	205.4± 8.6
$95_{\text{Mo}}$	385.9± 13.1	0± 0	1260.4± 42.8
$111_{\text{Cd}}$	202.1± 14.5	13.8± 0.9	623.8± 44.9
$118_{\text{Sn}}$	15134± 756	9405± 470	18723± 936
$121_{\text{Sb}}$	16.1±0.3	0± 0	144.9± 2.7
$208_{\text{Pb}}$	2821 ± 93	310± 10	8656± 285

Numunelere yapılan analizler sonucunda Tablo 4.13.'ten anlaşılacağı üzere miktarı en yüksek olan elementler demir, kalay ve çinko olarak gözlemlenmiştir. Miktarı en düşük olan elementler ise berilyum ve antimon olarak gözlemlenmiştir.

Siirt ili ve ilçelerinin yo numunelerinin element verileri Tablo 4.13'ten alınarak Tablo 4.14'teki korelasyon tablosu oluşturulmuş olup veriler aşağıda belirtilmiştir.

**Tablo 4.14.** Siirt ili ve ilçelerinin yoğurt element korelasyonu

Element	Be	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Cd	Sn	Sb	Pt	Pb	Na	Ca	K
Be	1																		
Cr	-0.078	1																	
Mn	0.056	0.923**	1																
Fe	0.194	0.219	0.38	1															
Co	0.189	0.414	0.577*	0.963**	1														
Ni	0.144	0.465	0.509	0.929**	0.932**	1													
Cu	-0.078	0.411	0.471	0.339	0.431	0.356	1												
Zn	0.253	0.151	0.27	0.882**	0.849**	0.845**	0.481	1											
As	-0.044	0.206	0.308	0.724**	0.744**	0.684**	0.549	0.748**	1										
Se	-0.169	0.231	0.284	0.652*	0.684**	0.635*	0.535	0.717**	0.965**	1									
Mo	0.641*	-0.222	-0.281	0.189	0.088	0.247	-0.365	0.344	0.113	0.069	1								
Cd	0.477	-0.158	0.139	0.319	0.352	0.113	-0.072	0.212	0.029	-0.068	0.076	1							
Sn	0.602*	-0.086	0.029	0.734**	0.649*	0.669*	0.081	0.742**	0.392	0.297	0.590*	0.377	1						
Sb	-0.144	0.962**	0.903**	0.145	0.362	0.373	0.346	0.025	0.212	0.224	-0.303	-0.092	-0.224	1					
Pt	0.481	-0.177	-0.05	0.525	0.485	0.446	-0.291	0.52	0.439	0.393	0.707**	0.554*	0.637*	-0.158	1				
Pb	0.214	0.745**	0.610*	0.19	0.295	0.462	0.164	0.319	0.008	0.065	0.304	-0.103	0.167	0.608*	0.094	1			
Na	-0.737**	0.221	-0.004	-0.022	-0.042	0.112	-0.121	-0.092	-0.016	0.154	-0.207	-0.379	-0.283	0.207	-0.149	0.211	1		
Ca	-0.571*	0.496	0.445	0.466	0.48	0.54	0.256	0.229	0.243	0.278	-0.486	-0.227	-0.075	0.481	-0.285	0.198	0.595*	1	
K	-0.626*	0.35	0.151	-0.155	-0.12	0.002	0.092	-0.284	-0.319	-0.235	-0.544	-0.299	-0.419	0.362	-0.593*	0.189	0.695**	0.709**	1

\*. Correlation is significant at the 0.05 level ( 2-tailed ).

\*\*\*. Correlation is significant at the 0.01 level ( 2-tailed ).



Tablo 4.14. te verilen bilgiler incelendiğinde Cr-Mn, Co-Fe, Se-As, Sb-Mn, Ni-Fe ve Co-Fe çifti arasında çok yüksek ilişki bulunurken; K-Ca, Zn-Fe, As-Fe, Sn-Fe, Zn-Co, Sn-Fe, As-Co, Sn-Co, As-Zn ve Zn-Ni arasında yüksek düzeyde ilişki bulunmaktadır. Mo-Be, Ni-Mn, Mn-Co, Sn-Be, Pb-Mn, Cu-As, Se-Cu ve K-Pb arasında orta düzeyde ilişki gözlemlenirken; Co-Cr, Ni-Cr, Cu-Cr, As-Mn, Se-Mn, Co-Pt, Pt-Ni, Zn-Cu ve Co- Sb arasında zayıf düzeyde ilişki bulunmaktadır. Mn-Be, Pb-Be, Fe-Cr, Zn-Cr, As-Cr, Se-Cr, Mo-Fe, Co-Mo, Mo-As, Sb-As. Mo-Se ve Pb-Pt çiftleri arasında ise çok zayıf düzeyde ilişki gözlenmiştir.



Siirt İlçelerinden toplanılan Otlı Peynir numunelerinin mikro dalga çözünürleştirme işlemlerinin ardından ICP-MS ile yapılan platin analizlerinin sonuçları Tablo 4.15.'te verilmiştir.

**Tablo 4.15.** Siirt ili ve ilçelerinin otlı peynir element korelasyonu

Element	Ortalama ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	Minimum( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	Maximum( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )
$9_{\text{Be}}$	$0.67 \pm 0.22$	$0,32 \pm 0,01$	$1,04 \pm 0,03$
$52_{\text{Cr}}$	$915 \pm 12$	$617 \pm 8$	$1513 \pm 21$
$55_{\text{Mn}}$	$846 \pm 16$	$301 \pm 6.02$	$1741 \pm 34$
$56_{\text{Fe}}$	$72462 \pm 4782$	$51486 \pm 3398$	$105123 \pm 6938$
$59_{\text{Co}}$	$32.63 \pm 0.52$	$21,62 \pm 0,34$	$44,03 \pm 0.71$
$60_{\text{Ni}}$	$429,1 \pm 11.6$	$281,60 \pm 7.60$	$771.2 \pm 20.8$
$63_{\text{Cu}}$	$1144 \pm 89.$	$297 \pm 23$	$1827 \pm 142$
$66_{\text{Zn}}$	$12560 \pm 113$	$5987 \pm 53,88$	$23803 \pm 214$
$75_{\text{As}}$	$68.41 \pm 0.82$	$21,03 \pm 0,25$	$92,83 \pm 1,12$
$77_{\text{Se}}$	$247,20 \pm 10.38$	$45,60 \pm 1,91$	$476.72 \pm 20,02$
$95_{\text{Mo}}$	$89.9 \pm 3,0$	$0,00 \pm 0,00$	$254 \pm 8$
$111_{\text{Cd}}$	$11.86 \pm 0,85$	$1.09 \pm 0.08$	$54,41 \pm 3,92$
$118_{\text{Sn}}$	$11813 \pm 590$	$10328 \pm 516$	$14535 \pm 726,75$
$121_{\text{Sb}}$	$0,00 \pm 0,00$	$0,00 \pm 0,00$	$0 \pm 0$
$208_{\text{Pb}}$	$3387 \pm 111$	$795 \pm 26$	$7783 \pm 256$

Numunelere yapılan analizler sonucunda Tablo 4.15.'ten anlaşılacağı üzere demir, kalay ve çinko olarak gözlemlenmiştir. Miktarı en düşük olan elementler ise berilyum ve antimon olarak gözlemlenmiştir.

Siirt ili ve ilçelerinin yo numunelerinin element verileri Tablo 4.15'ten alınarak Tablo 4.16'teki korelasyon tablosu oluşturulmuş olup veriler aşağıda belirtilmiştir.

**Tablo 4.16.** Siirt ili ve ilçelerinin otlu peynir element korelasyonu

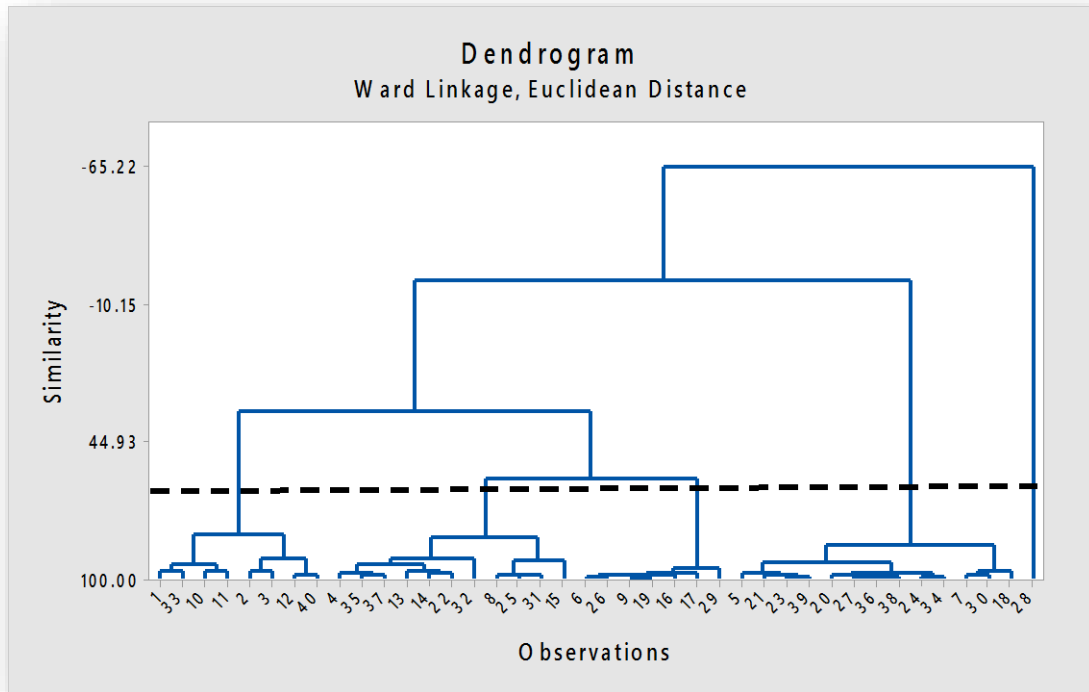
Element	Be	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Cd	Sn	Sb	Pt	Pb	Na	Ca	K
Be	1.00																		
Cr	-0.08	1.00																	
Mn	0.06	0.923**	1.00																
Fe	0.19	0.22	0.38	1.00															
Co	0.19	0.41	0.577*	0.963**	1.00														
Ni	0.14	0.47	0.51	0.929**	0.932**	1.00													
Cu	-0.08	0.41	0.47	0.34	0.43	0.36	1.00												
Zn	0.25	0.15	0.27	0.882**	0.849**	0.845**	0.48	1.00											
As	-0.04	0.21	0.31	0.724**	0.744**	0.684**	0.55	0.748**	1.00										
Se	-0.17	0.23	0.28	0.652*	0.684**	0.635*	0.54	0.717**	0.965**	1.00									
Mo	0.641*	-0.22	-0.28	0.19	0.09	0.25	-0.37	0.34	0.11	0.07	1.00								
Cd	0.48	-0.16	0.14	0.32	0.35	0.11	-0.07	0.21	0.03	-0.07	0.08	1.00							
Sn	0.602*	-0.09	0.03	0.734**	0.649*	0.669*	0.08	0.742**	0.39	0.30	0.590*	0.38	1.00						
Sb	-0.14	0.962**	0.903**	0.15	0.36	0.37	0.35	0.03	0.21	0.22	-0.30	-0.09	-0.22	1.00					
Pt	0.48	-0.18	-0.05	0.53	0.49	0.45	-0.29	0.52	0.44	0.39	0.707**	0.554*	0.637*	-0.16	1.00				
Pb	0.21	0.745**	0.610*	0.19	0.30	0.46	0.16	0.32	0.01	0.07	0.30	-0.10	0.17	0.608*	0.09	1.00			
Na	-0.737**	0.22	0.00	-0.02	-0.04	0.11	-0.12	-0.09	-0.02	0.15	-0.21	-0.38	-0.28	0.21	-0.15	0.21	1.00		
Ca	-0.571*	0.50	0.45	0.47	0.48	0.54	0.26	0.23	0.24	0.28	-0.49	-0.23	-0.08	0.48	-0.29	0.20	0.595*	1.00	
K	-0.626*	0.35	0.15	-0.16	-0.12	0.00	0.09	-0.28	-0.32	-0.24	-0.54	-0.30	-0.42	0.36	-0.593*	0.19	0.695**	0.709**	1.00

\*. Correlation is significant at the 0.05 level ( 2-tailed ).

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level ( 2-tailed ).

Tablo 4.16. te verilen bilgiler incelendiğinde Cr-Mn, Sb-Cr, Sb-Mn, Co-Fe, Ni-Fe, Ni-Co ve Se-As çifti arasında çok yüksek ilişki bulunurken; Pb-Cr, As-Fe, Zn-Fe, Sn-Fe, Zn-Co, Sn-Fe, Zn-Co, Sn-Zn, As-Co, Se-Zn ve Zn-Ni arasında yüksek düzeyde ilişki bulunmaktadır. Mo-Be, Co-Mn, Mn-Pb, Sn-Co, Se-Co, Ni-As, ve -Pb arasında orta düzeyde ilişki gözlemlenirken; Co-Cr, Ni-Cr, Cu-Cr, Cu-Mn, Co-Cu, Se-Mn ve As-Mn arasında zayıf düzeyde ilişki Sb bulunmaktadır. Mn-Be, Fe-Be, Co-Be, Ni-Be, Pb-Be, Mo-Fe, Pb-Fe, Sb-Zn ve Mo-As çiftleri arasında ise çok zayıf düzeyde ilişki gözlenmiştir.

Şekil 4.1' de numune toplanılan yerlerin özellikleri bakımından yakın olanların kümeleşmesi gösterilmiştir.

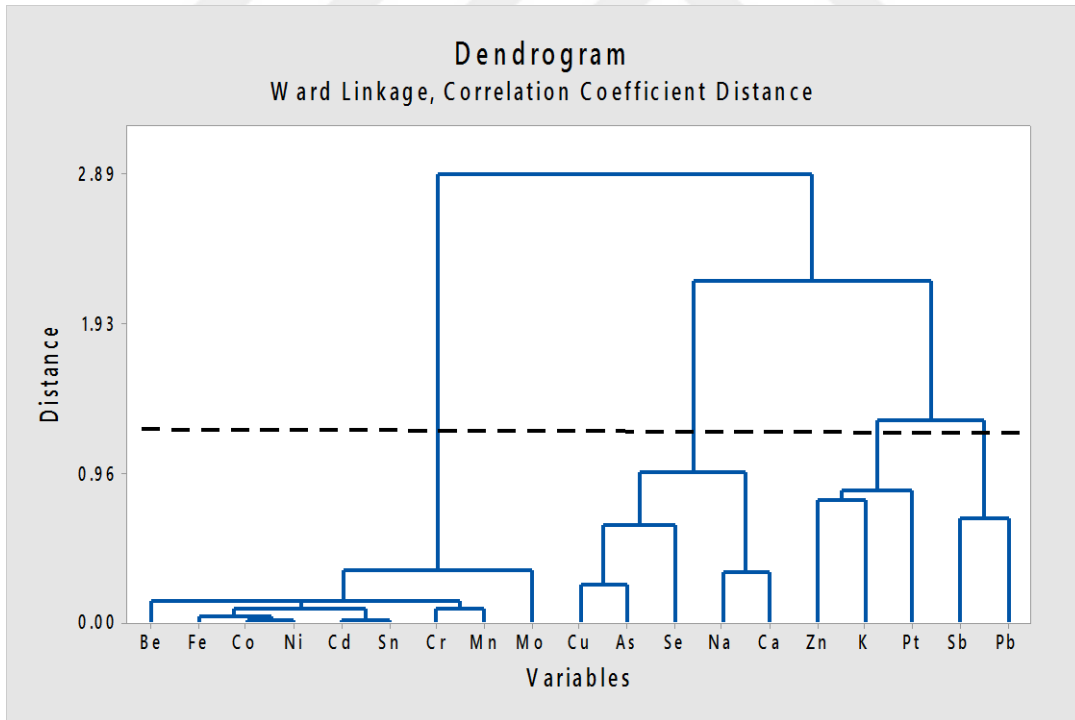


Şekil 4.1. Numune toplanılan yerlerin kümeleme analizi ( CA )

Şekil 4.1. te verilen bilgiler incelendiğinde merkez akdoğan köyü otlu peynir merkez bağtepe köyü otlu peynir, merkez aktaş köyü otlu peynir, gökçebağ köyü otlu peynir, pervari beyaz peynir, pervari yeniköy otlu peynir, veysel karani beldesi otlu peynir, şirvan adıgüzel köyü otlu peynir numunelerinin özellik bakımından birbirine yakın olduğu ve bundan dolayı 1.Küme oluşturduğu Siirt merkez keçi sütü, pervari çobanören köyü süt, pervari bakbudak köyü süt, merkez akyazma köyü yoğurt, pervari güleçler köyü süt, eruh merge köyü yoğurt, eruh erdoğan köyü otlu peynir, baykan meşelik köyü yoğurt, baykan karakaya köyü süt, kurtalan bölüktepe köyü süt, kurtalan

kayabağlar köyü yoğurt numunelerinin özellik bakımından birbirine yakın olduğu ve bundan dolayı 2. kümeyi oluşturduğu Merkez doluharman köyü yoğurt, merkez bağtepe köyü yoğurt, pervari çat köyü süt, baykan dedebakır köyü yoğurt, eruh ekmekçiler köyü yoğurt numunelerinin özellik bakımından birbirine yakın olduğu ve bundan dolayı 3. kümeyi oluşturduğu Merkez çakmak mahallesi süt, pervari kübik köyü süt, pervari yukarı balcılar köyü süt, pervari gölgeli köyü süt, eruh merge köyü süt, eruh kuşdalı köyü süt, eruh bilgili köyü yoğurt, baykan günbuldu köyü süt, baykan karaköyü köyü yoğurt, baykan dedebakır köyü süt, kurtalan bağlıca köyü yoğurt, kurtalan bölüktepe köyü yoğurt, kurtalan bağlıca köyü süt numunelerinin özellik bakımından birbirine yakın olduğu ve bundan dolayı 4. kümeyi oluşturduğu gözlenmiştir ve toplamda 4 farklı küme oluştuğu tespit edilmiştir.

Şekil 4.2' de elementlerin özellikleri bakımından yakın olanların kümeleşmesi gösterilmiştir.



Şekil 4.2.Elementlerin kümeleme analizi ( CA )

Şekil 4.2. te verilen bilgiler incelendiğinde Be, Fe, Co, Ni, Cd, Sn Cr, Mn ve Mo özellik bakımından birbirine yakın olduğu ve bundan dolayı 1. kümeyi oluşturduğu Cu, As, Se, Na ve Ca elementlerinin özellik bakımından birbirine yakın olduğu ve bundan dolayı 2. kümeyi oluşturduğu Zn, K ve Pt elementlerinin özellik bakımından birbirine yakın olduğu ve bundan dolayı 3. kümeyi oluşturduğu Sb ve Pb elementlerinin özellik bakımından birbirine yakın olduğu ve bundan dolayı bir 4. kümeyi oluşturduğu gözlenmiştir ve toplamda 4 farklı küme oluştuğu tespit edilmiştir.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Mikro dalga çözünürleştirme sistemi ile numunelerin çözünürleştirilmesi ve ardından ICP-MS ile platin tayin metodu farklı kaynaklardaki (süt, yoğurt, peynir) çok düşük konsantrasyonlar ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ ) için bile kullanılabilen uygun bir metod olduğu belirlendi. ICP-MS ile yapılacak analizlerde girişim etkilerini gidermek için sinyal oran ölçümleri yapıldı ve yapılan bu işlem ile oluşabilecek girişimlerin bertaraf edildiği tesbit edildi. Mikro dalga çözünürleştirme işlemleri ve girişim giderme işlemlerinin doğruluğu ve hassasiyeti sertifikalı standartlar (SRM2557 ve BCR-723) ile test edilmiş ve elde edilen sonuçlar bu yöntem ve metotların güvenilirliğinin yüksek olduğunu ortaya koymuştur.

Süt ürünlerindeki çok düşük konsantrasyondaki platin tayinleri için ICP-OES yada GF-AAS tercih edilecekse bunun için analiz öncesi çözünürleştirmeden sonra bir önderiştirme işlemi uygulanmalıdır. Bunun temel nedeni bu cihazların dedeksiyon sınırlarının ICP-MS göre daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Toplanan süt ürünlerinden Baykan Dedebakırı köyünden alınan yoğurt numunelerindeki platin düzeyi diğer yoğurt numunelerine göre daha yüksek çıkmıştır. Bu sonuç literatür bilgileri ile uyusmaktadır temel nedenide Dedebakırı köyünün Siirt Bitlis karayoluna yakın olmasından dolayı egzoz gazlarından salınan platinin çevreye salınmasından kaynaklanmış olabileceğidir. Şirvan Adıgüzel köyünden alınan peynir numunesindeki platin düzeyi diğer peynir numunelerindeki platin düzeylerinden yüksek çıktığı gözlemlenmiştir. Analiz edilen süt numunelerinden Baykan Günbuldu köyünden temin edilen süt numunesindeki platin düzeyinin diğer bütün süt numunelerinde bulunan platin düzeylerinin üzerinde olduğu yapılan ICP-MS analizleri sonucu ortaya konulmuştur. Elde edilen bu sonuçlar platin kirliliğinin temel kaynağının egzoz gazları için katalitik konvertörlerin yapısında bulunan platinin yanma sonucu egzoz gazları ile birlikte yayılmasından kaynaklandığını ortaya konmaktadır.

Daha önce danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Uyan Yüksel' in yaptığı bir çalışma sonucu yol kenarlarındaki toz numunelerinin platin düzeyleri incelendiğinde, Siirt merkezinde trafiğin yoğun olarak aktığı caddelerden elde edilen numunelerin düzeyleri, diğer Avrupa Birliği Ülkelerindeki şehirlerde tespit edilen düzeylerin daha altında olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar beklenen düzeydedir, temel nedeni ise Siirt ilindeki trafik akışının diğer Avrupa Birliği Ülkelerinin şehirlerinden daha düşük yoğunlukta olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Türkiye' deki herhangi bir il

merkezinde yol kenarlarından alınan numunelerin platin düzeyleri daha önce çalışılmadığından dolayı karşılaştırma Avrupa Birliği Ülkeleri ile yapılmıştır. Benzer çalışmaların Türkiye’deki özellikle metropol kentlerde yapılması platinin kirliliğinin düzeyi ve kontrolü için faydalı olacağı düşünülmektedir.





## 6. KAYNAKLAR

- Akmırza, U., 2015. Hurda Katalitik Konvertörlerden Hidrometalurjik Yöntemler İle Platin, Paladyum ve Rodyumun Geri Kazanımı ve Optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-26.
- Aktaş, F., 2015. Katalitik Konvertör Öncesinde Isıtmanın Konvertör Verime Etkisinin Sayısal Olarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 23-28.
- Anthemidis, A.N., Themelis, D.G., Stratis, J.A., 2001. Stopped-flow injection liquid-liquid extraction spectrophotometric determination of palladium airborne particulate matter and automobile catalysis. *Talanta*. 54, 37-43.
- Ayar, A., Sert, D., Akın, N., 2009. The trace metal levels in milk and dairy products consumed in middle Anatolia—Turkey, *Environmental Monitoring and Assessment*, 152, 1-12.
- Belete, T., Hussen, A., Rao, V.M., 2014. Determination of Concentrations of Selected Heavy Metals in Cow's Milk: Borena Zone, *Ethiopia, Journal of Health Science*, 20140405.01, 105-112.
- Bencs, L., Ravindra, K., Grieken, R.V., 2003. Methods for the determination of platinum group elements originating from the abrasion of automotive catalytic converter, *Spectrochimica Acta Part B*, 58, 1723–1755.
- Bilgüçü, E., Kaptan, B., Palabıyık, İ., Öksüz, Ö., 2016. The Effect of Environmental Factors on Heavy Metal and Mineral Compositions of Raw Milk and Water Samples, *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*. 4, 61-70.
- Coni, E., Carol, S., Lanni, D., Bocca, A., 1993. AA methodological approach to the assessment of trace elements in milk and dairy products, *Food Chemistry*, 50, 203-210.
- Creech, J.B., Baker, J.A., Handler, M.R., Bizzarro, M., 2014. Platinum stable isotope analysis of geological standard reference materials by double-spike MC-ICPMS, *Chemical Geology*, 363, 293-300.
- El Sayed, E.M., Hamed, A.M., Badran, S.M., Mostafa, A.A., 2011. A survey of selected essential and heavy metals in milk from different regions of Egypt using ICP-AES, *Food Additives & Contaminants: Part B*, 294-298.
- Farıd, S.M., Enani, M.A., Wajıd, S.A., 2004. Determination of Trace Elements in Cow's Milk in Saudi Arabia, *Engineering Sciences Journal*, 2, 131-140.
- Frazzoli, C., Cammarone, C., Caroli, S., 2007. Investigation of palladium and platinum levels in food by sector field inductively coupled plasma mass spectrometry, *Food Additives & Contaminants*, 24, 546-552.
- Gagnon, Z.E., Newkirk, C., Hicks, S., 2007. Impact of Platinum Group Metals on the Environment: A toxicological, Genotoxic and Analytical Chemistry Study, *Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*, 41, 397-414.

- Gomez, B., Palacios, M.A., Gomez, M., Sanchez, J.L., Morrison, G., Rauch, S., Mcleod, C., Ma.R., Caroli, S., Alimonti, A., Petrucci, F., Bocca, B., Schramel, P., Zischka, M., Petterson, C., Was, U., 2002. Levels and risk assessment for humans and ecosystems of platinum-group elements in the airborne particles and road dust of some European cities, *The Science of the Total Environment*, 299, 1-12.
- İstanbuluoğlu, H., 2011. Piyasada Satılan Süt ve Süt Ürünlerinde Ağır Metal Kirliliği, Tıpta Uzmanlık Tezi, *Gülhane Askeri Tıp Akademisi Askeri Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı Başkanlığı*, Ankara, 7-13.
- Jigam, A.A., Dauda, B.E.N., Jimoh, T., Yusuf, H.N., Umar, Z.T., 2011. Determination of copper, zinc, lead and some biochemical parameters in fresh cow milk from different locations in Niger State, *Nigeria, African Journal of Food Science*, 5(3), 156-160.
- Kan F., 2015. Afyon Manda Kaymağı ve Kaymakaltı Sütlerinde Bazı Ağır Metallerin ICP-MS ile Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Afyon, 10-15.
- Khan, N., Jeong, I.S., Hwang, I.M., Kim, J.S., Choi, S.H., Eun Yeong Nho., Choi, J.Y., Park, K.S., Kim, K.S., 2014. Analysis of minor and trace elements in milk and yogurts by inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS), *Food Chemistry*, 102, 1089-1095.
- Kızılaslan E., 2008. Katalitik Konvertörlerden platinin geri kazanımı ve optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 3-22.
- Malhat, F.M., Hagag, M., Saber, A., Fayz, A.E., 2012. Contamination of Cows Milk by Heavy Metal in Egypt, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 88, 611-613.
- Meshref, A.M.S., Moselhy, W.A., Hassan, H.Y., 2014. Heavy metals and trace elements levels in milk and milk products, *Food Measure*, 8, 381-388.
- Niemela, M., Peramaki, P., Piispanen, J., Poikolainen, J., 2004. Determination of platinum and rhodium in dust and plant samples using microwave-assisted sample digestion and ICP-MS. *Analytica Chimica Acta*. 2004; 521. 137-142.
- Pearson, D.G., Woodland, S.J., 2000. Solvent extraction- anion exchange separation and determination of PGEs \_Os, Ir, Pt, Pd, Ru/ and Re-Os isotopes in geological samples by isotope dilution ICP-MS, *Chemical Geology*, 165, 87-107.
- Pozebon, D., Dressler, V.L., Matusch, A., Becker S., 2008. Monitoring of platinum in a single hair by laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-ICP-MS) after cisplatin treatment for cancer, *International Journal of Mass Spectrometry*, 272, 57-62.
- Reith, F., Campbell, S.G., Ball, A.S., Pring, A., Southam, G., 2000. Platinum in Earth surface Environments, *Earth-Science Reviews*, 131, 1-21.
- Simitchiev, K., Stefanova, V., Kmetov, V., Andreev, G., Sanchez, A., Canals, A., 2008. Investigation of ICP-MS spectral interferences in the determination of Rh, Pd and Pt in road dust: Assessment of correction algorithms via

- uncertainty budget analysis and interference alleviation by preliminary acid leaching, *Talanta*, 77, 889-896.
- Silwana, B., Horst, C.V.D., Ivuoha, E., Somerset, V., 2014. Screen-printed carbon electrodes modified with a bismuth film for stripping voltammetric analysis of platinum group metals in environmental samples, *Electrochimica Acta*, 128, 119-127.
- Spaziani, F., Angelone, M., Coletta, A., Salluzo, A., Cremisini, C., 2008. Determination of Platinum Group Elements and valuation of Their Traffic-Related Distribution in Italian Urban Environments, *Analytical Letters*, 41, 2658–2683.
- Sutherland, R.A., Pearson, D.G., Ottley, C.J., 2008. Grain size partitioning of platinum-group elements in road-deposited sediments: Implications for anthropogenic flux estimates from autocatalysts, *Environmental Pollution*, 151, 503-515.
- Temiz, H. ve Soylu, A., 2012. Heavy metal concentrations in raw milk collected from different regions of Samsun, Turkey, *Society Of Dairy Technology*, 4, 516-522.
- Tüzen, M. ve Soylak, M., 2007. Evaluation of trace element contents in canned foods marketed from Turkey, *Food Chemistry*, 102, 1089-1095.
- Yang, Z., Hou, X., Jones, B.T., 2007. Determination Of Platinum In Clinical Samples, *Applied Spectroscopy Reviews*, 37, 57-88.
- Zamberlin, S., Antunanc, L., Havranek, J., Samarzija, D., 2012. Mineral elements in milk and dairy Products, *Journal of American Diet Association*, 62(2), 111-125.
- Zyłkiewicz, B.G., Lesniewska, B., Michalowski, J., Hulanicki, A., 1999. Preconcentration of Trace Amounts of Platinum in Water on Different Sorbents, *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 75, 71-81.
- Zyłkiewicz, B.G. ve Lesniewska, B., 2001. Determination of trace amounts of platinum by derivative spectrophotometry after Column separation of palladium, *Journal of Trace and Microprobe Techniques*, 19, 345-354.

## 7. ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Erkan BATUR  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : SİİRT 01/08/1988  
**Telefon** : 0 ( 544 ) 930 56 56  
**E-posta** : erkan.batur@hotmail.com

### EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Siirt Lisesi	2004
Üniversite	: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi	2009
Yüksek Lisans	: Siirt Üniversitesi	2018
Doktora	:	

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
10	Milli Eğitim Bakanlığı	Şef

### UZMANLIK ALANI

### YABANCI DİLLER :

### BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

### YAYINLAR