



**MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**KİMYA ANABİLİM DALI**

**ICP-AES CİHAZI İLE BEBEK MAMALARININ ESER ELEMENT ANALİZİ**

**NAZLI DALYAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Antakya/HATAY**  
**AGUSTOS-2007**

**MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**NAZLI DALYAN**

**ICP-AES CİHAZI İLE BEBEK MAMALARININ ESER ELEMENT ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KİMYA ANABİLİM DALI**

Yrd. Doç. Dr. M. Kemal SANGÜN danışmanlığında hazırlanan bu tez 31/08/2007 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. M. Kemal SANGÜN  
Başkan

Yrd. Doç. Dr. Y. Kemal AVŞAR  
Üye

Prof. Dr. Nureddin ÇOLAK  
Üye

Bu tez Enstitümüz Kimya Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

**Kod No:**

Prof. Dr. Necat AĞCA  
Enstitü Müdürü

**Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, sekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.**

**İÇİNDEKİLER**

|  | <b>Sayfa</b> |
|--|--------------|
| ÖZET.....  | II           |
| ABSTRACT.....  | III          |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....                                | IV           |
| ÇİZELGELER DİZİNİ.....   | V            |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....   | VI           |
| 1.GİRİŞ.....   | 1            |
| 1.1. ICP-AES ile Genel Bilgi.....                                  | 2            |
| 1.2. Çocuk Gelişimini Etkileyen Elementler ve Toksik Etkileri..... | 6            |
| 1.2.1. Kalsiyum.....   | 8            |
| 1.2.2. Magnezyum.....  | 9            |
| 1.2.3. Demir.....  | 10           |
| 1.2.4. Bakır.....  | 11           |
| 1.2.5. Krom.....   | 12           |
| 1.2.6. Mangan.....   | 13           |
| 1.2.7. Selenyum.....   | 14           |
| 1.2.8. Çinko.....  | 16           |
| 1.2.9. Alüminyum.....  | 17           |
| 1.2.10. Arsenik.....   | 18           |
| 1.2.11. Baryum.....  | 19           |
| 1.2.12. Kadmiyum.....  | 20           |
| 1.2.13. Kobalt.....  | 20           |
| 1.2.14. Potasyum.....  | 21           |
| 1.2.15. Sodyum.....  | 22           |
| 1.2.16. Nikel.....   | 25           |
| 1.2.17. Kurşun.....  | 26           |
| 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....  | 28           |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM.....   | 30           |
| 3.1. Materyal.....   | 30           |
| 3.1.1 Kimyasal ve Sarf Maddeler.....                               | 30           |
| 3.1.2 Kullanılan Cihazlar.....                                     | 30           |
| 3.2.Yöntem.....  | 31           |
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....                            | 34           |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....  | 48           |
| KAYNAKLAR.....   | 51           |
| TEŞEKKÜR.....  | 54           |
| ÖZGEÇMİŞ.....  | 55           |

**ÖZET**

Bebek gıdalarında bulunan eser element profilinin belirlenmesi, o gıda maddesinin bebek sağlığı ve beslenme değeri açısından değerlendirilmesi bakımından oldukça önemlidir. Bu araştırmanın amacı, Antakya'da satılan bebek gıdalarında bulunan elementlerin düzeylerini belirlemektir. Bu çalışmada, Antakya' da bulunan süpermarketlerden toplanan 5 farklı mama markasına ait toplam 50 mama örneği analiz edilerek içlerinde bulunan 17 adet elementin (Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Na , Mg, Mn, Ni, Pb, Se, Zn) miktarı tespit edilmiştir. Örnekler Mars5 CEM® marka mikrodalga ile HNO<sub>3</sub> konsantre asit ile yakılarak analize hazır hale getirildikten sonra element miktarları Liberty-Series II Varian marka indüktif eşleşmiş plazma atomik emisyon spektrometre (ICP-AES) cihazıyla ölçülmüştür. Analiz edilen örneklerin hesapları yapılarak sınır değerlerle karşılaştırılmıştır.

2007, 55 sayfa

**Anahtar kelimeler:** ICP- AES, bebek mamaları, elementler

**ABSTRACT**

The determination of the profile of trace elements found in baby foods is quite important for their evaluation in the view of baby health and nutrition value. The aim of this investigation is determination of the trace element levels of the infant foods sold in Antakya. In this study, 50 distinct food samples which belong to 5 different infant food brand collected from super markets located in Turkey were analyzed and the amount of 17 elements (Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Na, Mg, Mn, Ni, Pb, Se, Zn) present in those samples was established. Samples were digested on the Mars5 CEM® marka microwave labstations with concentrated HNO<sub>3</sub> then analyzed with Liberty-Series II Varian inductively coupled plasma- atomic emission spectrometer (ICP-AES). The results were calculated by using SPSS and compared with standarts levels of elements.

2007, 55 pages,

**Key words :** ICP-AES, baby foods, elements

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

|                           |  |
|---------------------------|--|
| <b>IARC</b>               | Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı                   |
| <b>UNFG</b>               | Birleşmiş Milletler Gıda Grubu                             |
| <b>ICP-AES</b>            | İndüktif Eşleşmiş Plazma Atomik Emisyon Spektrometrisi     |
| <b>ICP-OES</b>            | İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometrisi      |
| <b>ICP-MS</b>             | İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi              |
| <b>WHO</b>                | Dünya Sağlık Organizasyonu                                 |
| <b>FAO</b>                | Beslenme Organizasyonu                                     |
| <b>ATSDR</b>              | Toksik Maddeler ve Hastalık Kayıt Ajansı                   |
| <b>JECFA</b>              | Gıda Katkı Maddelerinde Birleşmiş Uzman Komisyonu(FAO/WHO) |
| <b>PMTDI</b>              | Geçici olarak tolere edilebilir günlük alım                |
| <b>EC</b>                 | Avrupa Birliği Komitesi                                    |
| <b>RIVM</b>               | Halk Sağlığı ve Çevre Ulusal Enstitüsü                     |
| <b>EPA</b>                | Çevre Koruma Ajansı  |
| <b>TSE</b>                | Türk Standartları Enstitüsü                                |
| <b>LD<sub>Lo</sub></b>    | En düşük letal doz   |
| <b>TD<sub>Lo</sub></b>    | En düşük toksik doz  |
| <b>TDI</b>                | Tolere edilebilir günlük alım                              |
| <b>MPR</b>                | Maksimum izin verilebilir risk                             |
| <b>pTDI</b>               | Geçici tolere edilebilir günlük doz                        |
| <b>pCR<sub>oral</sub></b> | Oral yolla alınan kanser yapıcı risk oranı                 |
| <b>ppm</b>                | Milyonda bir kısım   |
| <b>ppb</b>                | Milyarda bir kısım   |
| <b>ng</b>                 | nanogram   |
| <b>µg</b>                 | mikrogram  |
| <b>bw/day</b>             | Vücut Ağırlığı/Gün   |
| <b>bw/week</b>            | Vücut Ağırlığı/Hafta                                       |

**ÇİZELGELER DİZİNİ**

|   | <b>Sayfa</b> |
|---|--------------|
| Çizelge 3.2.1. Elementler için kullanılan spesifik dalga boyları ve ICP-AES cihazının ölçüm yapabildiği alt sınırlar (dedeksiyon limitleri) ..... | 34           |
| Çizelge 3.2.2. ICP-AES cihazının özellikleri.....   | 34           |
| Çizelge 4.1. Ek gıdaların anne sütü alma durumuna göre dağılımı.....  | 35           |
| Çizelge 4.2. TS 11983 'e göre bebek formüllerinin element sınır değerleri .....   | 36           |
| Çizelge 4.3. RIVM tarafından insanlar için belirlenen metallerin maksimum risk Seviyeleri .....   | 37           |
| Çizelge 4.4. Gıdaların 100 kcal enerji veren miktarlarındaki maksimum ve minimum element değerleri.....   | 38           |
| Çizelge 4.5. Bebek ve çocuk gıdalarında elementlerin sınır değerleri .....  | 38           |
| Çizelge 4.6. Analiz edilen mama örneklerinin majör element içerikleri.....  | 39           |
| Çizelge 4.6. Analiz edilen mama örneklerinin majör element içerikleri (devam).....  | 40           |
| Çizelge 4.7. Örneklerin minör element içeriği.....  | 41           |
| Çizelge 4.7. Örneklerin minör element içeriği(devam) .....  | 42           |
| Çizelge 4.7. Örneklerin minör element içeriği(devam) .....  | 43           |
| Çizelge 4.7. Örneklerin minör element içeriği(devam) .....  | 44           |

**ŞEKİLLER DİZİNİ**

|   | <b>Sayfa</b> |
|---|--------------|
| Şekil 1.1.1. ICP kaynağının temel şematik görünümü.....                   | 2            |
| Şekil 1.1.2. Örneğin plazmaya taşınması.....                              | 3            |
| Şekil 1.1.3. Tipik indüktif eşleşmiş plazma kaynağındaki sıcaklıklar..... | 4            |
| Şekil 1.1.4. Aksiyal plazma.....  | 5            |
| Şekil 1.1.5. Radyal plazma.....   | 5            |
| Şekil 3.1.2.1. MARS 5 Mikrodalga Sistem.....                              | 30           |
| Şekil 3.1.2.2. ICP-AES cihazı.....  | 31           |
| Şekil 3.2.1. IWA 5 ros ve IWA 20 iol saf su üretme cihazları.....         | 32           |



## 1.GİRİŞ

Yeni doğanın sağlıklı büyüüp gelişebilmesi için yeterli ve dengeli beslenmesi gereklidir. Dünya Sağlık Organizasyonu, Beslenme Organizasyonu (WHO, FAO) gibi kuruluşların 0-1 yaş grubu arasındaki bebeklerin beslenme konusuna çok önem verdikleri gözlenmektedir. Bunun başlıca nedeni de, bu dönemde bebeklerin sorunları ve ölümlerinin ana kaynağının beslenme bozuklukları olmasıdır. Ülkemizde de bu yönlerden ilk sıralarda yer almaktadır.

Ülkemizde emzirme oranı % 95 olmasına rağmen çok erken dönemde ek besinlere başlanmaktadır. Sadece anne sütüyle beslenme oranı ilk 3 ayda % 10' lara 6. ayın sonunda % 1,3' lere düşmektedir. (Anonim, 2004)

Her yıl 1 milyon 600 bin çocuğun dünyaya geldiği Türkiye'de, çalışan anne oranının yüzde 45'lere çıkması, maması pazarının 125 milyon Euro'luk hacme ulaşmasına neden olmuştur. Pazarın hızlı büyümesinde, emziren kadınlarda iş stresinin süttten kesilmeye önemli rol oynaması etkili olmuştur. Anne sütü yetersizliğinde veya yokluğunda anne sütünün yerine kullanabileceğiniz tek alternatif formül mamalardır. Her 100 bebekten sadece 15'inin 6 ay süreyle anne sütü emmesi, Türkiye'de en hızlı büyüyen sektörler arasında mamaların da girmesine neden oldu. 2004 yılında % 33, 2005 yılında da yüzde 40 büyüyen pazarda, faaliyet gösteren firma sayısı da 8'e çıkmıştır. Prematüreden ishale, kusmadan alerjiye kadar 120 çeşit ürünle rekabet eden firmalar, bebeklere yönelik yoğurt, çay, meyve püresi gibi ek besinlerle de paylarını artırmaya çalışmaktadır. Türkiye'de bebek başına yıllık mama tüketimi 3,5 kg olurken, bu Macaristan'da 34 kg, Almanya'da 120 kg, Fransa'da ise 150 kg' a çıkmaktadır. Son veriler, doğumdan itibaren ilk 3 ay içinde sadece anne sütüyle beslenen bebek oranının % 10'lara, ilk 6 ayda beslenme oranının ise % 1,3'lere gerilediğini bildirmektedir. Birleşmiş Milletler Gıda Grubu (UNFG) raporlarına göre, anne sütüyle beslenme oranı, Meksika'da % 100' den % 40'a, Şili'de % 90'dan % 5'e, Singapur'da % 80 'den % 5'e gerilemiş durumdadır(anonim, 2004).

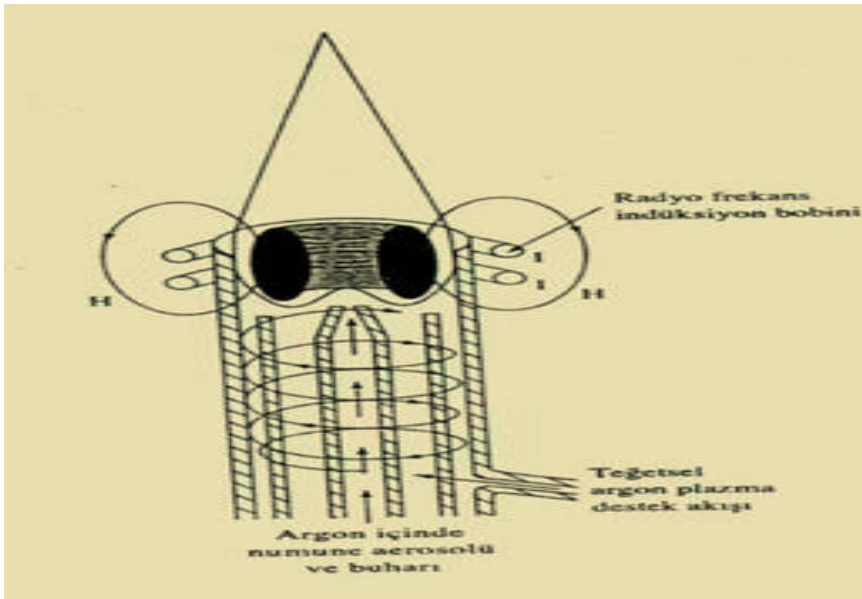
Bu ürünlerin tümünün ticari ya da ticaret dışı dağıtım sistemi, sıkça kullanılan bebek mamalarının üretimi sırasında oluşan veya çevre kirliliğinden kaynaklanan ağır metal ve eser elementlerin miktarlarının belirlenmesi, bebek sağlığı ve gelişimi açısından

değerlendirilmesi son derece önemlidir. Mama tüketiminin hızla artmasından dolayı bu çalışmanın yapılmasına karar verilmiştir

### 1.1. ICP-AES ile İlgili Genel Bilgi

İndüktif eşleşmiş plazma atomik emisyon spektrometresi (ICP-AES), bir radyo frekansı (RF) güç kaynağı sayesinde yaratılan plazma içerisine spreyci halinde beslenen çözeltideki elementlerin iyonlaşması ve bu iyonizasyon sonrası her bir elemente göre farklı dalga boyunda açığa çıkan ışımının (emisyon) kalitatif ve kantitatif olarak analizini yapabilen bir cihazdır.

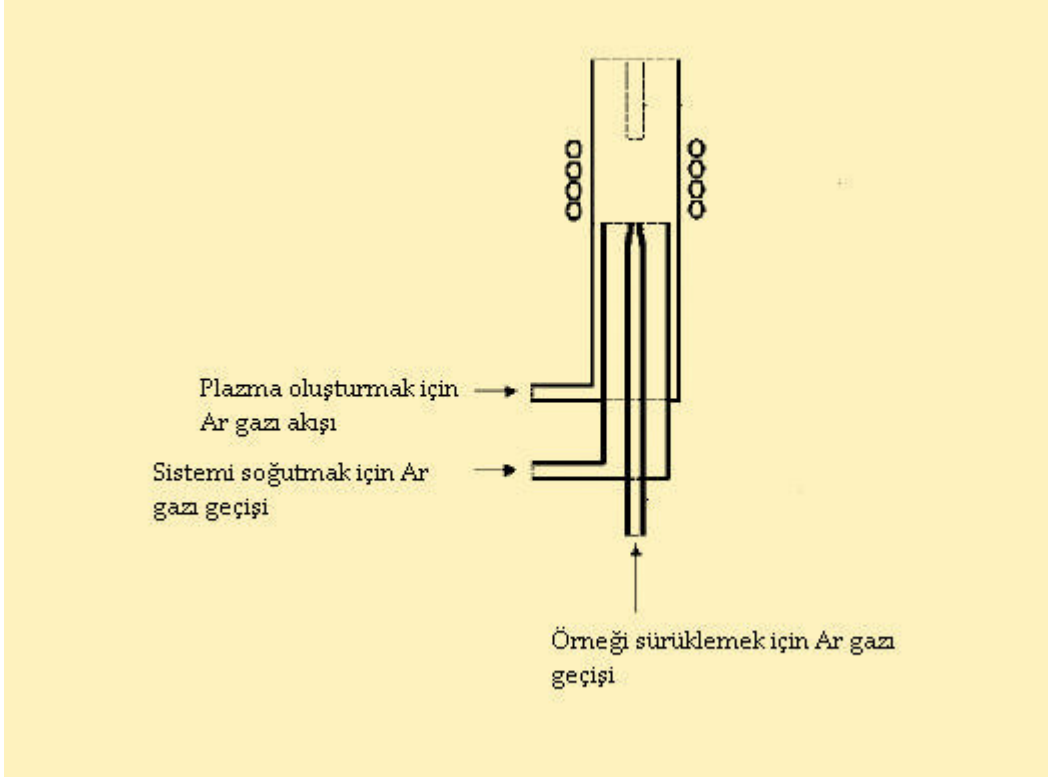
İndüktif eşleşmiş plazma kaynağı iç içe geçmiş üç kuvars borudan (torch) yapılmıştır. Bunların arasından dakikada 1,0-1,7 L Ar gazı geçer. Bu borunun üst kısmında suyla soğutulan radyo indüksiyon bobini bulunur. Radyo indüksiyon jeneratörünün gücü 27 – 41 MHz de 0,5 – 2 kw' tır. Akan Ar' un iyonlaşması bir Tesla bobininden kıvılcımla başlatılır. Oluşan iyon ve elektronlar indüksiyon bobini tarafından oluşturulan manyetik alan salınımları ile etkileşir. Ortamın bu akıma karşı gösterdiği direnç ile ortamın sıcaklığı 10000 K e kadar yükselir (Anonim, 2006)



Şekil 1.1.1. ICP Kaynağının Temel Şematik Görünümü

### Numune verilışı

En içteki kuvars borudan 0,3 – 1,5 L/dk'lık Ar akışıyla şekil 1.1.1.'de gösterilen hamlac içine numuneler taşınır.



Şekil 1.1.2. Örneğin plazmaya taşınması

Numune cihaza üç farklı şekilde verilir.

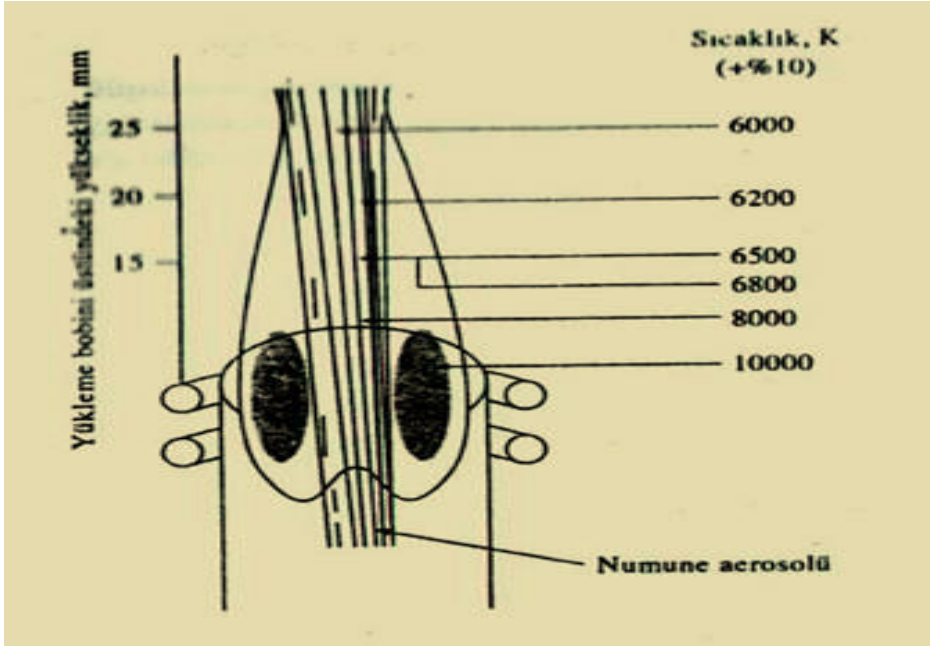
- 1) Aerosol halinde: Ultrasonik bir sisleştirci vasıtasıyla oluşan çok küçük damlacıklar argon gazı yardımıyla plazmaya taşınır.
- 2) Buhar halinde: Plazmaya sıvı ve katı numuneleri vermek için elektrotermal buharlaştırıcılar kullanılır.
- 3) İnce toz halinde: Nebulizer yerine lazer kullanılır.

Numune atomları, zamanla gözlenen noktaya ulaşır. Burada atomlar 4000 – 8000 K sıcaklık aralığında yaklaşık 2 ms kalırlar. Bu zaman ve sıcaklıklar, alev yöntemlerinde

kullanılan en sıcak alevlerde görülenden yaklaşık 2 – 3 kat daha büyüktür. Bunu sonucunda daha iyi bir atomlaşma olur ve çok daha az kimyasal girişim sorunu ile karşılaşılır (Anonim, 2006).

### Plazmanın Görünüşü

Plazma, önemli derişimde katyon ve elektron (bu ikisinin derişimi net elektrik yükü sıfır olacak şekildedir) içeren elektriksel olarak iletken bir gaz karışımı olarak tanımlanır. Tipik bir plazma, bir aleve benzer bir kuyruğu bulunan çok yoğun, parlak beyaz ve geçirgen olmayan bir merkeze sahiptir (Skoog,1998).



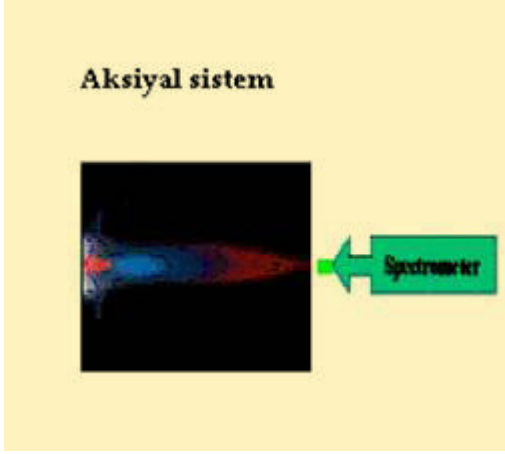
Şekil 1.1.3. Tipik indüktif eşleşmiş plazma kaynağındaki sıcaklıklar

Plazma sıvı damlacıkların buharlaşması, atomlaşması ve iyonlaşması için çok etkili bir ortamdır. Aerosol damlacıkları plazmanın sıcak alanına girdiğinde desolvasyonla tuz partiküllere dönüştürülür. Bu tuz haldeki partiküller sonradan atomlar ve iyonlara dönecek olan tek moleküllere ayrılır. Elementlerin çoğu çok etkili bir şekilde iyonlaşır. Temel haldeki atomlar ve moleküller plazmada neredeyse hiç yoktur.

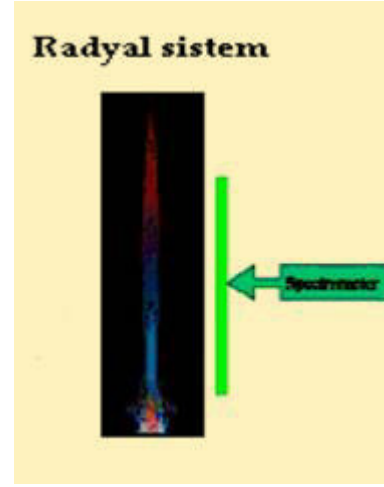
Plazmada, uyarılmış elektronların daha yüksek enerji seviyelerine ilerlemesini sağlayan daha fazla enerji, atom ve iyonlara transfer edilir. Bu uyarılmış atomlar ve iyonlar temel

hallerine ya da daha düşük uyarılma hallerine geri döndüğünde spektrumun görünür bölgesinde elektromagnetik radyasyon yayar (Anonymous, 2006).

ICP teknolojisinin ilk yıllarında emisyonların plazmanın yan tarafında gözleendiği radyal tekniği kullanılmaktaydı. Daha sonraları, plazmanın torch eksenini doğrultusunda izlenebildiği aksiyal sistemler geliştirilmiştir.



Şekil 1.1.4. Aksiyal plazma



Şekil 1.1.5. Radyal plazma

Farklı elementlerin sıcak bölgede farklı yüksekliklerde emisyon vermesi nedeniyle radyal plazma tekniğinde gözlem yüksekliği çok önemlidir. Aksiyal sistemlerde ise plazma eksenini boyunca daha yoğun olarak gelen emisyonlar kullanılmakta bu da duyarlılığın artmasına fakat çalışabilir üst sınırın azalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle düşük konsantrasyonlu ölçümlerde aksiyal sistem tercih edilmelidir. Plazmanın aksiyal olarak gözlemediği uç kısımdaki soğuk bölgede bulunan temel enerji düzeyindeki atomlar emisyonları absorbe ederek self-absorpsiyona neden olur. Bunu engellemek için soğuk bölge hava bıçağı olarak adlandırılan bir yöntemle basınçlı hava kullanılarak kesilir.

#### Radyal sistemler

- Yüksek konsantrasyonlarda (ppm) ölçüm yapılır.
- Düşük konsantrasyonlarda hassasiyet azalır.
- Daha az spektral girişim gözlenir.
- Gözlem yüksekliği önemlidir
- Self absorpsiyon sadece yüksek konsantrasyonlarda gözlenir.

### Aksiyal sistemler

- Düşük konsantrasyonlarda (ppb) ölçüm yapılır.
- Dedeksiyon limitleri iyidir.
- Matriks etkisi azaltmak için numune seyreltilebilir.
- Plazmada self absorpsiyon gözlenebilir (Anonim, 2006)

Emisyon spektrofotometresi, uyarılmış enerji düzeyine çıkan atomların daha düşük enerjili düzeylerine geçişlerinde yaydıkları UV ve görünür bölge ışınmasının ölçülmesi ilkesine dayanır. Kullanılan spektrometrenin türüne göre ICP- AES ilkesi ile ardışık veya eşzamanlı olarak tayin yapılabilir. İki sistemi ayıran belirgin özellik, birincisinde elementlerin monokromatör yardımıyla birbiri ardına tayin edilmeleri, ikincisinde ise polikromatör kullanarak aynı anda analiz yapılabilmesidir. Bu iki sistem, kullanım açısından oldukça farklı özellikler taşır. Ardışık sistemde çok elementli analiz için gerekli süre, doğal olarak daha fazladır. Ancak bu sistem, tüm dalga boylarını kullandığı için örnekten örneğe değişen matriks yapıları ve buna bağlı olarak değişebilen girişim sorunlarının çözümünde büyük esneklik sağlar. Eş zamanlı sistem ise, hızına karşılık ancak iyi tanımlanmış bir veya birkaç matriks için belirlenen dalga boyu seçimi açısından esnekliği yoktur (Ataman, 1996).

## **1.2. Çocuk Gelişimini Etkileyen Elementler ve Toksik Etkileri**

Özellikle ilk yıl bebeklerin beslenmesi onların sağlıklı gelişmesi açısından çok önemlidir. Çünkü beyin gelişiminin büyük bir kısmı ilk bir yıl içinde olur. Bunun için anne sütü yetersizliğinde bebeğe ek olarak verilecek gıdalara çok dikkat edilmelidir. Vücutta doğal olarak bulunan bazı metallerin sağlığımıza yararları vardır. Örneğin demir kansızlığı önler, çinko ise 100'den fazla enzim reaksiyonunda yer alır. Metallerin normal olarak vücutta bulunma oranı çok düşüktür. Bu oran yükseldiği takdirde, vücutta toksik etki yapmaya başlarlar. Mama üretiminde kullanılan ürünlerde, hammaddeden ve katkı maddelerinden meydana gelen elementler bulunmaktadır. Ağır metaller ve eser elementler,

insan sağlığı açısından önemli bir yer teşkil etmektedir. Bu maddeler, insan vucudundaki önemli birçok işlevin yerine getirilmesinde ve vücut gelişiminde rol oynarlar. Elementlerin bir kısmı hammadde bünyesinde doğal olarak bulunmakta, bir kısmı özellikle ağır metaller ürünlerin işlenmesi esnasında teknolojik olarak da dışardan ilave edilmektedir, örneğin bebek mamalarına koruyucu madde potasyum sitratın katılması. Bu nedenle, bebek mamalarında bulunan element içeriğinin belirlenmesi, o gıda maddesinin bebek sağlığı ve beslenme değeri açısından değerlendirilmesi bakımından da önemlidir.

Metallerin toksik etkileri, her metalin özelliğine göre değişmektedir. Ancak genel olarak metallerin hepsi birden fazla organ ve sistemleri etkilemektedirler. Böylece tek bir enzim sistemi veya tek bir biyokimyasal proses etkilenmemektedir. Örneğin cıva ve arsenik, sülfidril grubu içeren birçok enzimi inhibe ederler. Bu nedenle metal zehirlenmelerinde “hedef veya kritik organ” terimi, o metale en duyarlı olan etki yeri için kullanılmaktadır. Örneğin kadmiyuma en duyarlı organ böbrekler olmakla beraber karaciğer ve akciğerlerde de etki grlmektedir. Metallerin toksik etkileri birçok grupta toplanarak incelenebilir:

*Enzim inhibisyonu:* Birçok metal birden fazla organ sistemini etkiler. Bu toksik etki yerleri biyokimyasal proseslerin yani enzimlerin bulunduğu hücre membranları ve organelleridir. Kurşun, cıva gibi toksisitesi yüksek olan metaller, esansiyel aminoasitlerin sülfidril, histidil veya karboksil gruplarına yüksek affinite gösterirler ve proteinlerle etkileşerek enzimatik veya yapısal fonksiyonları değiştirirler(inhibe ederler). Örneğin cıva ve kurşun, sodyum-potasyum adenozin trifosfataz (  $Na^+-K^+$  ATP’az) enzimini inhibe ederler.

*Esansiyel elementlerin yerini alarak:* Bazı metaller, metabolik olarak benzedikleri elementlerin yerine geçerek toksik etki gösterirler. Örneğin kurşunun Merkezi Sinir Sistemini (MSS) etkilemesi, kalsiyuma benzer metabolizması ile hem metabolizmasını etkilemesi de demir ve çinko yerini alması ile açıklanır.

*Bazı toksik metaller ise proteinlerle birleşerek:* İntrasellüler birikimlerine rağmen hücre hasarına neden olmazlar. Metallerin bu şekilde proteinlerle kompleks oluşturması detoksikasyon veya koruyucu bir mekanizma olarak ortaya çıkar. Metallothioneinler (sülfidril grubu içeren proteinler ) kadmiyum, cıva, bakır ve diğer bazı metallerle; kurşun, bizmut, cıva, selenat ve demir hemosiderin ile kompleks oluştururlar.

Bu komplekslerin biyolojik aktiviteleri yoktur. Bu nedenle metallerin toksik ve biyolojik etki göstermelerinde, organizmadaki biyokimyasal ve kimyasal şekilleri çok önemlidir.

Metallerin kimyasal yapısı: Metallerin oksidasyon basamağı ve bileşik şekli toksisitesini önemli derecede etkiler. Krom-6-(Cr<sup>+6</sup>) bileşiklerinin Cr<sup>+3</sup>'den daha toksik olması; organik metal bileşiklerinin ( alkil kurşun ve alkil cıva bileşikleri gibi ), anorganik bileşiklerine göre ( kurşun asetat, cıva-2-klorür) daha çok toksik olmaları örnek verilebilir.

Dış faktörler ( bireysel faktörler ) : Diyet, spesifik bir başka maddenin olması veya diğer metallerle maruz kalması bir metalin toksisitesini değiştirebilir. Çocuklar ve yaşlılar, yetişkinlere göre metal toksisitesine daha duyarlıdır. Vitamin C, kurşun ve kadmiyum metallerinin absorpsiyonunu ve toksisitesini azaltır.

Besin, çevre veya endüstride toksik bir metale maruz kalması, esansiyel elementin organizmadaki (moleküler, hücre, doku ve organdaki ) biyolojik düzeyini değiştirebilir. Örneğin bakır eksikliği, aşırı miktarda çinko maruziyet sonucu görülebilir. Kadmiyum zehirlenmesinde görülen bağırsak nekrozu, yeterli derecede çinko alımı ile önlenir. Kurşun zehirlenmesi, demir, çinko, bakır ve kalsiyum gibi birçok esansiyel elementlerin doku yüzeylerini değiştirir (Özyılmaz, 1999).

### 1.2.1. Kalsiyum

Kalsiyum, insan vücudu için en önemli minerallerden biridir. Normal kan kalsiyum düzeyi insan için 10 mg'dır. Bunun 5,5 mg'ı serbest Ca<sup>+2</sup> iyonu, 4 mg'ı taşıyıcı proteinlere bağlı, 0,5 mg'ı fosfat ve sitratlarla kombine haldedir. Ca kemik ve dişlerin yapısının temel maddesidir. Vücut ağırlığının %1,5 – 2 kadarını teşkil eder. Bunun da %98'i kemiklerde, %1' i dişlerde, geri kalan %1'i tüm doku ve sıvılarda bulunur. Vücutta bulunan Ca'un çoğu kemikte inorganik fosfatla kompleks halinde bulunur. Ca metabolizmasını düzenlenmesinde paratiroid hormon (PTH), kalsitonin ve D vitamini rol oynar. Kandaki Ca düzeyinin 8 mg/dl'nin altına düşmesi durumunda PTH ve 1,25 dihidroksikolekalsiferol uyarılır. Bağırsaklardan Ca emilimi artar, böbreklerden atılımı azalır ve kemiklerden kana Ca geçişi uyarılarak kanda bulunan Ca düzeyi yükseltilir.

Kalsiyum kas kasılması ve kalbin çalışması için gereklidir. Sinirlerdeki nörotransmitter için yararlıdır. Bu etkisini asetil kolin, noradrenalin ve serotonin gibi iletkenlerin salınması



üzerinden gösterir. Birçok hormonun işleyişine etkisi vardır. Oksidasyon metabolizmaları için aktivatör görevi yapar. Hücre fonksiyonunda ve hücre bölünmesinde etkilidir. Protrombinden trombin oluşumu sırasında trombin aktivatörü Ca ile etkileşerek kanın pıhtılaşmasında görev alır. Kalsiyum eksikliğinde dişlerde yapısal bozulmalar, diş eti sorunları ve dis kayıpları oluşur. Kemiklerde çok çeşitli sorunlar ortaya çıkar. Çocukluk çağında raşitizm, erişkinlerde osteomalasi, yaşlılarda osteoporoz gibi bozukluklar meydana gelir. Çocuklarda hırçınlık, ağlama, iştahsızlık, duyu kusurları, kas seğirmeleri, huzursuzluk, uyku bozukluğu ve dalgınlık yapabilir. Saç ve tırnaklarda kırılmalar meydana gelir. Eksiklik artarsa bacaklarda kramplar, kalpte çarpıntı, uyuşukluk, kulak çınlamaları ve tetani durumu ortaya çıkar (Çolakerol, 2005)

### **1.2.2. Magnezyum (Mg)**

İnsan vücudundaki yaklaşık 20–28 g magnezyumun % 50-60'ı kemik ve dişlerde, % 49'u kaslarda bulunur. Kanda bulunan kısmı ise toplam Mg'un % 1'ine denk gelir. Magnezyum ve kalsiyumun bağırsaklardan emilimi ve böbreklerden atılması birbiriyle ilişkilidir.

Magnezyumun fizyolojik rolü enzim aktiviteleri ile ilgilidir. Üçyüz' den fazla enzimi aktive eder. Hücre membranlarındaki iyon transfer işlemlerinde görev alarak Ca ve potasyumun plazma membranından geçmesini sağlar. D vitamini metabolizmasında önemli rol oynar.

Oksidatif fosforilasyon, glikolizis ve DNA sentezi gibi birçok hücrel fonksiyon için gereklidir. ATP molekülünün sitokrom sistemine taşıdığı enerjiyi serbestleştirir. Bu olay hücrelerin enerji üretiminde önemlidir. Karbonhidrat metabolizmasında görev alır. Ayrıca glikoz katabolizmasını ve insülin duyarlılığını etkiler. Kas gevşetici özelliği ile iskelet ve sindirim sistemindeki kasların gevşemelerini sağlar. Sinirlerdeki iletilere etkilidir. Mg sülfat, prematüre doğum yapacak olan kadınlarda uterus aktivitesini inhibe ederek prematüre doğum riskini azaltıcı etki gösterir. Kalp damarlarının esnekliğini sağlayarak kalp krizini önleyici etki gösterir. Magnezyum eksikliğinde birçok anormallikler ve klinik bozukluklar ortaya çıkar. Halsizlik, iştahsızlık, huzursuzluk ve uyku bozuklukları ilk ortaya

çıkan belirtilerdir. Daha sonra kas krampları ve titremeleri, beyin fonksiyonlarında bozukluk (öğrenme kapasitesinin azalması, dalgınlık, hafıza zayıflığı vb.) gelişir. Kolesterol ve trigliserit düzeyinin yükselmesiyle birlikte arteroskleroz riski artar. Preeklampsia ve diyabet oluşur. Tansiyon yükselmesi, böbrek taşı ve doku kireçlenmelerine eğilim artar. Çocuklarda yetersiz alınması, bağırsaklardan emilimin bozulması, renal kayıp ya da genetik hastalıklar Mg azlığına neden olur (Çolakerol, 2005).

### 1.2.3. Demir (Fe)

Demir mineraller arasında belki de hakkında en çok araştırma yapılan ve etkileri en iyi bilinendir. Dünya üzerindeki hemen hemen tüm canlı organizmaların hayatının devamında önemli rol oynar. İnsanlarda da yüzlerce protein ve enzim için gerekli bir maddedir.

İnsan vücudunda toplam 4 gr kadar bulunmasına karşın biyolojik yönden oldukça önemlidir ve eksikliğinde ciddi sorunlarla karşılaşılabilir. Vücudumuzdaki demirin % 65 kadarı (2,5 gr) kandaki alyuvarlarda (eritrosit) hemoglobin olarak bulunur. % 7-8 kadarı da (0,3 gr) adalelerde myoglobin olarak ve katalaz, peroksidaz gibi sitokrom enzim sistemlerinde aktif halde bulunur. Kalan diğer kısmı da (1 gr) depo demirdir. Demirin vücuttaki en önemli fonksiyonu hemoglobin yapımıdır. Vücuttaki demirin yaklaşık üçte ikisini barındıran hemoglobin kırmızı kan hücrelerinde bulunur ve vücudumuz için hayati olan oksijeni taşır. Ayrıca myoglobin yapımında rol oynayarak kaslarda kısa süreli oksijen depolanmasını sağlar.

Enerji üretimi ve protein metabolizmasına etkili birçok enzim için demir gereklidir. Enerji üretimi hücrelerde mitokondri denilen bölümde yapılır. Bununla ilişkili olan sitokrom sistemi de demirli enzimlere ihtiyaç gösterir. Katalaz ve peroksidaz içlerinde en önemli olanlardır. Demirin vücuttaki bir başka görevi de antioksidasyondur. Yani zararlı veya toksik olabilecek maddelerin zararsız hale dönüştürülmesi de demir yardımıyla olur. DNA sentezi de demire bağımlı bir olaydır. Bu nedenle demir büyüme, üreme, yara iyileşmesi ve bağışıklık gibi pek çok olayda kilit fonksiyonlara sahiptir. Demir eksikliği sonucu anemi oluşur. Deri ve diğer dokularda renk solukluğu, saç dökülmesi, kaşıntı, saç ve tırnaklarda çatlamlar ortaya çıkar. Baş ağrısı, kilo kaybı, halsizlik, kalp çarpıntısı, nefes

darlığı, iştahsızlık, kabızlık, hastalıklara karşı direncin düşmesi ve okul çağındaki çocuklarda öğrenme zorluğu sık olarak görülen yakınmalardır (Vıçıl, 2005).

#### Toksisitesi

Ağız yoluyla yüksek miktarda alınan Fe bileşikleriyle zehirlenmenin erken döneminde bulantı, kusma, karın ağrısı, ateşli ishal, ağızda metalik tat ve bazı nörolojik bozukluklar gibi belirtiler ortaya çıkar. Demir fazlalığı sonucunda halsizlik, iştahsızlık, kilo kaybı, baş ağrısı, mide bulantısı, kusma gibi şikayetler, deride biriken hemosiderin sonucunda oluşan kıvı-kahverengi renk, karaciğerde siroza kadar ilerleyebilen değişiklikler ve kalp kasında depolanan demir nedeniyle çalışmasında problemler ortaya çıkabilir (Özyılmaz, 1999).

#### **1.2.4. Bakır (Cu)**

İnsan vücudunda yaklaşık 100–150 g kadar Cu elementi bulunur. Bunun % 10'u karaciğer ve beyinde, geri kalanı ise kanda plazmaya ve eritrositlere dağılmış durumdadır. Besinlerdeki Cu'nın ancak % 5'i vücut tarafından emilir. Bakır, demir emilimini kolaylaştırır, doku depolarından plazmaya mobilizasyonunda görev alır. Protein metabolizması ve iyileştirme sürecinin içerisinde yer alır. Vitamin C' nin oksitlenmesi, RNA sentezi ve miyelin kılıfın oluşumunda görev alır.

#### Bakır Eksikliği:

Bakır eksikliği kendini kansızlık ve kemik yapısında bozukluklarla gösterir. Bakır yetersizliğinin erken bulgularından bir tanesi de osteoporozdur. Sık olarak demir eksikliği ile beraber görülen bakır eksikliği halsizlik, solunum ve ödem yaratabilir. Büyümede yavaşlama, saç dökülmesi, iştahsızlık, ishal, cilt sorunları meydana gelir ve dokuların kendini tamir etmesi gecikir. Azalan kandaki alyuvar aktivitesine bağlı olarak dokuların oksijenlenme bozuklukları ortaya çıkar. Kemik yapısı etkilenir, sinirlerdeki iletiler yavaşlar. Tiroid hormonlarının azalması sonucu hipotirodik yakınmalar, kolesterol artışı, kalpte çarpıntı gibi sorunlar ortaya çıkar. Mineral tuzları, özellikle eriyebilir nitelikteki tuzlar zehirlenmelere yol açarlar. Bakırın fazlalığından kaynaklanan sorunlar eksikliğine oranla daha sık ortaya çıkmakta, özellikle düşük çinko düzeyleri ile birlikte görülmektedir. Anksiyete, depresyon, hafıza zayıflığı, konsantrasyon bozukluğu, iştahsızlık, şizofreni,

sara, otizm gibi rahatsızlıklar, kadınlarda hamilelik pre-eklampisi ve doğum sonrası psikozu, eklem, adale ağrıları, yaşlılık sorunları, kekemelik ve çocuklarda hiperaktivite bakır fazlalığı ile beraber görülmektedir.

Ayrıca hafif düzeydeki bakır fazlalığı belirtileri olan kişiler yanlışlıkla hastalık hastası veya nörotik kişiler olarak kabul edilebilir. Huzursuzluk, halsizlik, kas, eklem ve baş ağrılarının nedeni açıklanamadığında bakır fazlalığını düşünmek gerekir.

Farklı kan hücrelerinin ve sistemlerin bakır eksikliğinden etkilenmesi sonucu savunma sistemi zarar görür. Bu da enfeksiyonlara eğilime ve yakalanılan enfeksiyonların ağır seyretmesine yol açar. Ayrıca bakır metabolizmasının bozukluğuna neden olan genetik “Wilson Hastalığı” görülebilir. Bu hastalıkta serum ve saçlarda bakır düzeyi düşerken karaciğer ve beyinde bakır depolanmaktadır. Nadir görülen Menke hastalığında ise küçük çocuklarda bağırsaklardan emilimin bozulması ile bakır bağırsak duvarında birikmektedir. Her iki hastalık da tedavi edilmediği takdirde ölümcül olabilmektedir (Özyılmaz, 1999).

Bakır eksikliğinde kansızlık, kemik yapısında bozukluk, halsizlik, büyümede yavaşlama saç dökülmesi, iştahsızlık, ishal, cilt sorunları, sinirlerde ileti yavaşlaması, kolesterol artışı, kalpte çarpıntı, enfeksiyonlara eğilim anksiyete, depresyon, hafıza zayıflığı, konsantrasyon bozukluğu, şizofreni, kadınlarda preeklampsia ve doğum sonrası psikozu, eklem ve kas ağrıları ile yaşlılık sorunlarında artış şekillenir. Embriyonal ve fetal gelişim sırasındaki Cu eksikliği sayısız yapısal ve biyokimyasal anormalliklerin oluşumuna neden olur (Çolakerol, 2005).

### **1.2.5. Krom (Cr)**

Krom, organizmada karbonhidrat, lipid, protein ve nükleik asit metabolizmasında önemli role sahip bir elementtir. Glikoz tolerans faktörü (GTF) olarak bilinen binikotink asit-glutatyon kompleksi yapısında bulunması ve insülinin etkisini arttırması nedeniyle karbonhidrat metabolizması için önemli bir iz elementtir. İnsanlarda yapılan gözlemler ve hayvan denemeleri, vücutta oluşturulan Cr yetmezliklerinde glikoz yüklenmesine cevaben, dolaşımdaki insülin düzeyinin arttığı gösterilmiştir.

Yetersiz Cr alımına bağlı olarak glikoz seviyesinde önemli dalgalanmalar ve lipid metabolizmasında bozukluklar ortaya çıkar. Normal glikoz metabolizmasının devamlılığı için gereklidir. Kolesterol, yağ ve protein sentezi için hayati bir mineraldir. İnsülinin etkisini arttıran glikoz tolerans faktöründe oldukça etkili olan önemli bir insülin ko-faktörüdür. Osteoporozla mücadelede ve yaslanmayı geciktirmede etkili olduğu ayrıca kas oluşumunu desteklediği bilinmektedir (Vııcıl, 2005). Krom, insan organizmasında karbonhidrat metabolizması için önemlidir. Kolesterol, yağ ve protein sentezi için hayati bir mineral olan krom, kan şekeri düzeyinin sabit kalmasını sağlar. Kromun osteoporozla savaşta ve yaslanmayı geciktirmede etkili olduğu, ayrıca kas oluşumunu da desteklediği bilinmektedir. Ortalama bir diyet kromdan fakirdir. şayet diyetinde eksik alınırsa eksikliği ortaya çıkabilir. Damar sertliğine karşı krom koruyucudur. Krom'un yetersiz alımında huzursuzluk, yorgunluk, şekere karşı tolerans bozukluğu, damar sertliği riskinde artma, fazla kilo alımı ve kan kolesterolünde yükselme görülür. Aşırı alınması durumunda krom toksitesi görülebilir. Krom yetersizliğinde kilo kaybına, periferik sinir hastalığına ve çeker hastalığı benzeri belirtilere yol açar. Konsantrasyon bozukluğu ve sinirlilik hali yaratır. Huzursuzluk, yorgunluk, şekere karşı tolerans bozukluğu, damar sertliği riskinde artış, fazla kilo alımı görülebilir. Tedavide kullanım alanları: Kolesterol ve trigliserit gibi kan yağlarında düşme, çeker toleransında düzelme görölmektedir. çeker hastalarında ise insülin ihtiyacı azalmaktadır. Ani kilo kaybı, sinir uçları tahrişi ve kan şekeri düşüklüğü olanlarda tavsiye edilir. Özellikle premenstruasyon sendromu ve duygulanım bozukluklarında kullanılır (Anonim, 2007)

#### **1.2.6. Mangan (Mn)**

Mangan emilimi sindirim kanalında daha çok ince bağırsaklar geręekleřir. Mn'ın başlıca depolandığı yer karaciğer hücrelerinin mitokondrileridir. Safra ile sindirim sistemine taşınır ve oradan da dışarı atılır. Metalloenzimlerin önemli bir aktivatörüdür. Vücutun tüm dokularında bulunur. Çok sayıda protein ve genetik faktörlerin sentezinde bulunarak besinlerden enerji üretmeye yardımcı olur. Antioksidan görevi görür ve normal kan pıhtılaşmasına yardımcı olur. Glikoz metabolizmasında önemli bir role sahiptir.

Cinsiyet hormonu sentezinde, sinir gelişimi ve fonksiyonlarında etkilidir. Kemiklerin ve birçok enzimin yapısına girerek, kemik büyümesine ve gelişmesine etki eder. Mangane eksikliği, diyabet ve pankreasa bağlı erken doğumlara neden olur. Ayrıca glikoz toleransında bozulma, büyümede gecikme, kilo kaybı, bulantı, kusma, anormal kemik ve kırıldak yapımına ve saç renginde beyazlaşmaya neden olur (Çolakerol, 2005).

#### Toksisitesi:

Mangane zehirlenmesi gıdalardan direkt olarak değil de solunum yoluyla ya da sindirimde ortaya çıkabilir. Solunum yoluyla oluşan Mangane zehirlenmesi çok çeşitli nörolojik problemlere sebep olabilir ve Mangane tozu soluyan kişilerde iyi bilinen bir sağlık sorunudur. Sindirimde ortaya çıkan Mangane zehirlenmesinin tersine solunum yoluyla ortaya çıkan zehirlenmede, solunan Mangane karaciğerde metabolizmaya uğramadan önce direkt beyine taşınır. Mangane zehirlenmesi semptomları aylar veya yıllar içerisinde yavaş yavaş kendini gösterir. En kötü halinde Mangane zehirlenmesi kalıcı nörolojik sorunlara yol açar. Bu sorunlar Parkinson hastalığındakine benzer olarak; aşırı titreme, yürümede zorlanma, ve kas spazmları halinde kendini gösterir. Bu sendrom çabuk sinirlenme, agresifleşme, ve hatta halüsinasyonlar görme gibi psikiyatrik semptomlarla da ortaya çıkabilir. Yüksek dozda sindirilen Mangane da benzer semptomlara sahiptir ancak bununla ilgili kanıt ve bulgu pek fazla bulunmamaktadır (Anonim, 2007).

#### **1.2.7. Selenyum (Se)**

Selenyum ve E Vitamini antioksidan etkileri yönünden birbirlerini destekler tarzda davranırlar. Bu etkisine karşın tüm vücutta bulunan selenyum miktarı 1 mg.dan azdır. Bağırsaklardan % 60 oranında emilir ve vücutta erkeklerde testiste, her iki cinste dalak, böbrek ve pankreasta bulunur. Selenyum etkisini E vitamini ile birlikte daha iyi göstermektedir. C Vitamini ise inorganik selenyumunu etkisiz kılabilen organik olanına etki etmez. Önerilen günlük alım 50 - 200 mikrogram olmasıdır. Çocuklar için 30 - 150 mikrogram yeterlidir. Erkekler kadınlardan biraz daha fazla gereksinim gösterebilirler.

### Selenyumun etkileri

Üzerinde araştırmalar yapıldıkça yeni etkileri anlaşılmaktadır. Bu etkinin temeli antioksidan özelliğine dayanır.

- Glutasyon peroksidaz enziminin yapısına girer.
- Besin antioksidan sisteminde hücre zarlarını ve hücrelerin bir arada tutulmasını sağlayan sistemi yağ peroksidasyon etkisinin zararlarından korur.
- Özellikle kan hücrelerinin kromozomlarının zarar görmesini önler.
- Hücrelerin dolayısı ile dokuların yaşlanma olarak adlandırılan süreci yavaşlatıcı etkisi vardır.
- Araştırmalar Selenyum ve E vitamini ile birlikte aşılarla oluşturulması istenilen antikor yapımını 20 - 30 kat arttırmaktadır.
- Kalp krizlerini önleme de antioksidan özelliğinin yanında bilinmeyen başka bir etkisi daha olduğu düşünölmektedir.
- Ağır metaller ve diğer zararlı maddelerden vücudu korur. Sigara, alkol, okside yağlar, civa, kadmiyum gibi insanlara zararlı maddelerin etkilerini azaltır.
- Protein sentezine, büyüme ve gelişmeye yararlıdır.

### Selenyum eksikliği

20 yıl önce insan vücuduna yararlı bir etkisi olduğu bilinmiyordu. Bu nedenle eksikliği diye bir şeyin de üzerinde durulmuyordu. Son yıllarda gelişen inceleme yöntemleri ile eksikliğinden söz edilebilir olmuştur. Eksikliği ile toprağın selenyum açısından zenginliğinin yakın ilişkisi vardır. Fakat yine de kesin olarak selenyum eksikliğine bağlı hastalık olarak nitelendirilebilecek bir durum yoktur. Bazı sorunların selenyum eksikliği ile ilişkisi olduğunun üzerinde durulmaktadır. Bazı kanser türleri ile kalp damar hastalıklarının selenyum eksikliği ile yakın ilişkilisi vardır. Katarakt nedeniyle ameliyat edilenlerde alınan merceğin normal merceğe oranla 6 kat daha az selenyum içerdiği ispatlanmıştır. Bunun kataraktın nedeni mi yoksa sonucu mu olduğu kesin değildir. Doku esnekliği ve yaşlanma belirtileri selenyum eksikliğinde daha hızlı olmaktadır. Metaller selenyum eksikliğinde

daha zararlı olmaktadır. Selenyumdan fakir topraklarda yaşayan ailelerin çocukları diğer çocuklara oranla daha yavaş büyümektedirler. En yaygın kullanım nedeni kanser, kalp hastalıklardan korunmak içindir. İmmun sistemi güçlendirmek, yaşlanma etkilerini yavaşlatmak, deri sağlığını arttırmak amacıyla kullanılır. Keshan hastalığı olarak tanımlanan bir kalp damar hastalığı üzerinde oldukça etkili olmaktadır. Bu hastalık belki de selenyum eksikliği ile ilgisi kanıtlanabilecek şimdilik tek hastalıktır. Artrit denilen eklem iltihabına iyi geldiği üzerine araştırmalar vardır. Norveç ve Danimarka da bu amaçla kullanılmaktadır. Hipotiridizm denilen tiroid bezinin az salgı yaptığı durumda önerilir. T3 oluşumuna etkisi vardır ( Anonim, 2007).

### Selenyum Fazlalığı

Doğada inorganik ve organik olarak iki çeşittir. Daha yaygın bulunan inorganik formu genellikle sodyum selenit şeklindedir ve oldukça zararlı etki yapabilir. Diğer organik formu selenometiyonin şeklindedir ve daha az zararlıdır. Vücutta sürekli alım sonucu zararlı olabilmektedirler. Hangi miktarlarda ne gibi kötü etkilerin ortaya çıkacağı kesin değildir. Selenyum insan vücudunda diğer elementlerle de ilişkiye girmesi nedeniyle fazlalığı bunlara da bağlı olarak farklı belirtiler yapabilir. Görme, adale ve kalp ile ilgili sorunlar ortaya çıkar. Bu selenyumdan zengin topraklarda yaşayan hayvan ve insanlarda görülmüştür. Diş çürümesine yol açar. Bunu flor ile etkileşmesine bağlamak mümkündür. Ağızda kötü bir tat ve sarımsak kokusuna benzer bir koku oluşur. Deri, saç ve tırnak değişiklikleri ortaya çıkar. Fazla alım sürdüğü takdirde ateş, iştahsızlık, sindirim sistemi arazları, karaciğer, dalak hasarı, ölüme kadar giden değişik sorunlar olabilir (Özyılmaz, 1999).

### **1.2.8. Çinko (Zn)**

Çinko; insan vücudu için gerekli bir iz element olup birçok enzimin yapı taşıdır. Yetişkin bir insanda günlük çinko ihtiyacı 8-20 mg kadardır. İnsan vücudu 2 gram kadar çinko içerir ve Zn birçok enzim sistemine girer. Özellikle hücre içi mesaj sistemlerinde yer alıp RNA polimerazını düzenler. Çinko eksikliği özellikle embriyonal gelişimi olumsuz yönde etkiler ve prematüre doğumlara yol açar. Çinko ve çinko bileşiklerinin akut oral toksisiteleri (Ağız yoluyla kısa zaman [24 saat] da birçok kez maruz kalma) çok düşüktür.



İnsan için en düşük letal dozun (bir defada ölüm getiren miktar)  $LD_{Lo}$  500  $\mu\text{g}/\text{kg}$  tartı/gün olduğu bilinmektedir. Çinko oksidi için en düşük toksik doz  $TD_{Lo}$  600  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  tür. Bu takdirde çinko oksidi solunmakla akciğer sistemini etkilemektedir. Buharlarının solunması ile akut metal dumanları; boğaz tahrişi, öksürme, solunum güçlüğü, adale ve eklem ağrıları, mide tahrişi ve çeşitli karaciğer etkileri çinkonun olumsuz etkileridir (Baykut, 1987). Oral toksisitenin düşük olmasına karşın, anorganik çinko tuzları parenteral (ağız dışından, intravenüs veya intramüsküler) alındığında son derece zehirlidirler. Kobaylar üzerinde yapılan deneyler  $\text{ZnSO}_4$  ve  $\text{ZnCl}_2$  tuzlarının  $LD_{50}$  değerinin 30  $\text{mg}/\text{kg}$  olduğu ortaya konulmuştur. Çinkolu katı atıkların depolanmasında ortaya çıkan temel zorluk; çinko bileşiklerinin yüksek oranda çözünürlüğe sahip olması ve bu yolla toprak ve taban sularına kolayca karışmaktadır. Çinko iyonları toprakta bulunan kromit bileşiklerini aktive ederek  $\text{ZnCrO}_4$  (çinko kromat) oluşumuna yol açabilir. Aktive olmuş kromat iyonları özellikle bronş kanserine yol açmaları bunlara en tehlikeli çevresel zehir özelliği kazandırmaktadır (Kırdar, 1991).

### 1.2.9. Alüminyum (Al)

İnsanlarda Al birikimi kemik gelişiminde bozukluklar, eritrositlerde yetersiz hemoglobin (Hb) bulunuşu, 40-50 yaşları başlayan serebral korteks atrofi (beyin kabuğunun zarar görmesi) ve beyin damarlarında arterioksleroza bağlı bunama (dementia) ve ileri yaşlarda görülen hafıza noksanlığı ve unutkanlık gibi bazı bozukluklara yol açar.

Alzheimer hastalığı ile Al maruziyeti arasında ilişki olabileceği iki gözleme bağlanmaktadır. Birincisi, Alzheimer hastalığından ölen kişilerin beyinlerinde Al miktarının yüksek olması (0,4-107,9  $\mu\text{g}/\text{g}$ ); diğeri ise, Al ensefalopatisi (beyin ile ilgili hastalık) ile Alzheimer hastalığı arasında ilişki olmasıdır (Özyılmaz, 1999).

### 1.2.10. Arsenik (As)

Arsenik element halinde toksik olarak düşünülemez. Fakat bileşikleri toksiktir. Arsenik bileşiklerinden  $As_2O_3$  rodendisit; bakır arsenit, Paris yeşili: bakır aseto arsenit, sodyum arsenit, kalsiyum arsenit gibi (+3) ve kurşun arsenat, sodyum arsenat, kalsiyum arsenat gibi (+5) değerlikli anorganik As bileşikleri insektisit olarak kullanılmaktadır.

Çevrede bulunuşu ve zehirlenme nedenleri: Arsenik çevrede çok yaygındır. Özellikle (+5) değerlikli bileşikli toprakta bulunur. Besinlerdeki miktarı topraktan geçen arsenik nedeni ile yüksek düzeye ulaşabilir. Özellikle deniz ürünlerinde arsenik miktarı tolerans sınırının (2,6 ppm) üstünde olabilir. Arsenikli bileşiklerin tarımda pestisit olarak kullanılması uygulayıcıları olduğu kadar, meyve ve sebzelerde kalan kalıntıları yiyenlerde de zehirlenmelere neden olabilir. Kurşun ve kalsiyum arsenat veya arsenitler toprağa sıkıca bağlanır ve yavaş yavaş su ve bitkilere geçerler. Besin kaplarından geçen arsenikle de zehirlenme olabilir.

Metabolizma ve toksisitesi: Arsenik bileşikleri inhalasyon ( solunum ) ve gastrointestiyinal (mide-bağırsak) yolla absorbe olabilir. Besinlerde  $As_2O_3$  için maksimum limit değer 3,5 ppm'dir. Günde besinlerle ve hava ile alınan arsenik miktarı 300 µg altındadır.

Genel olarak As bileşikleri As'ten daha toksiktir.  $As_2O_3$  ile letal öldürücü dozu 100-200 mg/70 kg insan olarak tahmin edilmektedir. 20 mg  $As_2O_3$  zehirlenme belirtileri ortaya çıkar. Duyarlı olan kişilerde 1 mg arsenikle bile ciddi zehirlenme semptomları görülür.

Arsenik bir dereceye kadar kümülatif özellik göstererek yumuşak dokularda birikir. Kalan bu arsenik miktarı az da olsa kronik etki gösterir. Arsenaminler kemiklerde, tüm arsenik bileşikleri ise saç ve tırnaklarda birikir. Tırnaklarda arsenik Mee's (beyaz çizgiler) oluşturur. Maruziyetten 6 hafta sonra görülür. Tırnaklarda bu beyaz bandın tırnak dibine olan uzaklığı ölçülerek risk zamanında tayin edilebilir. Başlıca atılım yolu böbreklerdir.

Akut toksik etkileri: Yüksek dozda ( 70-80 mg) arsenik alımı akut olarak ölüme neden olabilir. Arsenikle akut zehirlenmenin başlıca belirtileri:

- 1) Nefeste As kokusu, ağızda metalik tad, iştahsızlık, ateş
- 2) Bulantı, sık sık kusma, kolik (bağırsak), kolera tipi diyare (ishal)
- 3) Bazen hafif sarılık, hepatomegali
- 4) Beslenme eksikliği ve anemi

- 5) Periferik nevrit (Sinir ile ilgili hastalık): Özellikle ellerde ve ayaklarda kızarma, parestezi ağrılı şişme
- 6) Kaşeksi (zayıflık): Miyokardiyal (kalp kası) dejenerasyon, enjeksiyon ve ölüm şeklinde sıralanabilir.

Akut zehirlenmede, membranlarda hasar, irritasyon (tahriş), vezikül (kesecik) oluşumu ve soyulma şeklinde görülür. Perifer sinir sistemindeki duyu kaybı en önemli nörolojik etkidir. Yüksek dozlarda 1-2 hafta arseniğe maruz kalma, aksonlarda Wallerian dejenerasyonuna yol açar. Ancak bu etki reversibldir, maruziyet kesilince etki kaybolur. Anemi, lökopeni ve granülositopeni birkaç gün içinde görülür ve etki reversibldir.

Kronik toksik etkileri: Organik arsenik bileşiklerine maruz kalma, periferik ve merkezi sinir sisteminde (MSS) nörotoksik etki gösterir. Bu etkiler duyu değişmesi, parestezi, kaslarda zayıflık şeklinde ortaya çıkar. Periferik nöropati, hem duyu ve hem de motor nöronlarda, uzun aksonlu sinir liflerinin demiyelinizasyonuna (sinir hücrelerinde miyelin kınının olmaması) yol açarak gelişir. Etkiler dozla ilişki gösterir.

Arsenik zehirlenmesinde, kronik etki altında olma sarılıkla başlar, siroz ve asit toplanması şeklinde gelişir (Özyılmaz, 1999).

### 1.2.11. Baryum (Ba)

Çoğu tehlikeli atık bölgeleri belirli bir miktar baryum içermektedir. Bu bölgelere yakın yerlerde yaşayan kişiler tehlikeli düzeyde baryuma maruz kalabilirler. Maruz kalma, baryumla kirlenmiş havanın solunması, toprağın ve bitkilerin yenmesi ile oluşmaktadır. Baryumun sağlık etkileri suda çözünürlüğü ile alakalıdır. Suda çözünen baryum bileşiği insan sağlığı için zararlı olabilmektedir. Suda çözünen baryumun çok yüksek miktarlarda alınması felce ve hatta bazı durumlarda ölümlere bile neden olabilmektedir. Suda çözünen baryumun az miktarda alınması, nefes alıp vermede zorluğa, kan basıncının artmasına, kalp ritmi değişikliklerine, mide tahrişine, kas güçsüzlüğüne, sinir reflekslerinde değişikliklere, beyinde ve karaciğerde şişkinliğe, böbrek ve kalp rahatsızlıklarına neden olabilmektedir (Anonim, 2007).

### 1.2.12. Kadmiyum (Cd)

Kümülatif bir zehir olan kadmiyum başlıca karaciğer ve böbrekte toplanır. Günde 1µg kadar düşük miktarda kadmiyum absorpsiyonunun 40 yıl içinde vücut kadmiyum yükünü 14,6 mg'a çıkardığı hesaplanmıştır. Total kadmiyum vücut yükünün yarısı karaciğer ve böbrekte toplanır. Ayrıca kanda eritrositlerde ve kemik dokusunda birikir.

Toksitesisi ve etki şekli: Kadmiyum tuzlarının insanlardaki letal dozları tam olarak bilinmemekle beraber, tuzların çözünürlüğüne bağlı olarak 350-500 mg arasında değiştiği ve minimal akut dozunun 10 mg, olduğu tahmin edilmektedir.

Kadmiyumun etkisine bakıldığında, kadmiyuma en duyarlı organ böbreklerdir. Uzun süreli kadmiyuma maruz kalma böbreklerde hasara yol açar. Kadmiyumun maruziyeti kesildikten sonra da bu hasarın devam ettiği gözlenmiştir. Buna karşın karaciğerde kadmiyum miktarının azalması, bu toksik metalin böbreklere taşındığını açıklamaktadır. Bu nedenle böbreklerdeki renal (böbrek) bozukluğu, kadmiyumun vücut yükü hakkında bilgi verir.

Kadmiyumun, organizmaya giriş yoluna göre, toksik etkisi farklılık gösterebilir. Oral yolla alınması sonucu, böbreklerin etkilenmesi yanında ileri derecede kemik bozuklukları, yalancı kemik ve çatlakları, lumbago ağrıları, kemiklerde şiddetli ağrı, ayak miyaljisi ördük yürüyüşü, yüksek tansiyon şeklindedir. Bu hastalık en çok 60 yaş üstündeki kadınlarda dikkat çekmiştir (Özyılmaz, 1999).

### 1.1.13.Kobalt (Co)

Kobalt insanlar için gerekli bir besindir. Kobalt B12 vitamininde bulunabilmektedir. Elinder ve Friberg' e göre insanların günlük almaları gereken Co dozu 0,012 – 0,02 µg dır. Kırmızı kan hücreleri üretimini sağladığı için vücut ağırlığına göre 1 mg/kg üzerinde Co dozları önceleri hamile bayanların kansızlık tedavilerinde kullanılmaktaydı( ATSDR,1992).

Kronik Co yetmezliği insanlarda vitiligo ile kalp ve dolaşım sistemi hastalıklarında ana risk faktörü olduğu çeşitli araştırmalar ile ortaya konmuştur. Kobalt doğada iki değerlikli olarak arsenitler, oksitler ve sülfidler şeklinde bulunur. Kobalt yetersizliklerinde belirtiler spesifik değildir. Anemi ve gevisenlerde kan glikoz seviyelerinde azalma görülür. Vitamin B12'nin karaciğer böbreklerde depo edilmesi nedeni ile yetersizliği rasyonlardaki eksikliği

takip eden birkaç ay sonra ortaya çıkar. Co yetmezliği Pb alımı ile birlikte olduğu takdirde bulgular şiddetlenerek, hızla şekillenen kas dokusu harabiyeti (marasmus), şiddetli anemi ve sonuçta ölüm gözlenir. Canlılarda Co zehirlenmeleri genellikle besinsel kaynaklıdır. Vücuttaki yüksek seviyeleri tiroid bezi aktivitesinin azalmasına ve guatr oluşumuna sebep olur (Özyılmaz, 1999).

#### **1.1.14. Potasyum (K)**

Sağlıklı sinir sistemi ve düzenli kalp ritmi için önemli bir mineraldir. Sodyumla birlikte vücudun sıvı dengesini kontrol eder. Vücuttaki hücre içi kimyasal reaksiyonlarda, hücreler arası besin iletiminin düzenlenmesinde önemlidir. Bu fonksiyonları yaşla azalır. Potasyum eksikliğinde aşırı cilt kuruluğu, akne, ishal, kabızlık, kavrama bozukluğu, vücutta sıvı birikimi, sinirlilik, terlemeler, kalp atımında oynamalar, gelişme bozukluğu, bulantı-kusma, tansiyon düşüklüğü, kolesterol düzeylerinde artış, kaslarda yorgunluk-zayıflık, periyodik baş ağrıları görülür. Potasyum içeren gıdalar, süt ürünleri, et, balık, kümes hayvanları, baklagiller, sebze ve meyveler, olarak sayılabilir. Kayısı, avokado, muz, incir, hurma, kuru üzüm, kurutulmuş meyveler kabuklu yemişler, balkabağı, patates, sarımsak yüksek oranlarda potasyum içerir. Böbrek rahatsızlıkları, ishal, idrar söktürücü ya da bağırsakları temizlemek için kullanılan ilaçlar potasyum düzeylerini bozar. K, hormon salınımı için gerekli bir mineraldir, stres hormonlarının salınımı K/Na oranında azalmaya neden olduğundan, stres vücudun potasyum gereksinimini artırır (Anonim, 2003).

Potasyumun kas hücrelerinden hücrelerin dışındaki sıvıya hareket etmesi kas dokusundaki kasılma mekanizması için önem taşır. Potasyum aktif taşıma sistemiyle hücre içine pompalanırken, sodyumda hücre dışına pompalanır. Sodyum ve potasyumun biyolojik hücre zarında çaprazvari şekilde bulunması; osmotik dengeyi koruma, zarlardaki elektrokimyasal gradyan ve hücre dışındaki sıvının hacmini regüle etme için önemlidir. İyonik sinir sinyalleri iletdikten sonra, sodyum/potasyum gradyanı aletsel olarak da yapılmaktadır. Potasyum çoğunlukla hücre içindeki sıvıda bulunurken buna mukabil sodyum hücre dışındaki sıvıda bulunur. İki iyonun ayrımı adenosin trifosfat (ATP) kullanan pompanın aracılığı ile olur. Pompanın hücre zarının iç kısmında içerdiği iki

protein, ATP' den enerji sağlayıp, hücre dışına üç sodyum taşıırken hücre içine de iki potasyum alır. Benzer pompa sistemi bağırsaklardan glikozu alıp kan dolaşımına taşır. Bağırsak sıvısındaki sodyum derişimi artınca sodyum, bağırsaklardaki mukozal hücrelere geçme eğilimi gösterir. Sodyum hücrelere geçince, glikozda hücre içine geçer. Hücre içindeki glikoz yoğunluğu ta ki glikoz kan dolaşımına yayılana dek artmaya devam eder. Pompa mekanizması hücre içindeki sodyumu kana pompalayıp potasyumu da hücre içine alır, böylece hücredeki sodyum birikimini giderir. Potasyum ince bağırsaklarda emilir, fazla potasyum ise idrarla vücut dışına atılır. Aldosteron hormonu; sodyumun emilimi için potasyumun boşaltımında artırıcı etki gösterir. Bu durumun gerçekleşebilmesi için renal pompadaki proteinler aktifleştirilir, bu sayede hücre zarında potasyum eş zamanlı olarak sodyumla değiş tokuş edilir.

#### Toksisite:

Kandaki potasyum konsantrasyonunun normalin üzerinde olmasına hiperklemi denir. Potasyum alımı böbreklerin temizleyebileceği miktardan fazla olması durumunda ortaya çıkar. İdrar yoluyla dışarı atılan potasyum seviyesinin düşük olması; kronik böbrek hastalıklarına, potasyum-sparing gibi diüretikleri kullanmaya, yetersiz aldosteron salgılanması (hypoaldosteronism) sonucunda fazla potasyumun birikmesi gibi durumlara yolaçabilir.

Kişiye ağız yoluyla tek seferde alışılmışın dışında 18 gramdan fazla bir miktarın verilmesi kişide ciddi hiperklemi ye yol açabilir böbrek fonksiyonları normal olsa bile alyuvarların yıkımı (hemolysis) veya dokuların hasar görmesi durumunda da hücre içindeki potasyum dolaşım sistemine katılıp hiperklemiye yol açabilir. El ve ayaklarda titreme, adele zayıflığı, geçici felçlik gibi durumlar hiperklemnin belirtilerindedir. En ciddi komplikasyonu anormal kalp ritmini (kardiyak aritmi) arttırması ve kardiyak arreste yol açabilmesidir ( Anonim, 2006).

#### **1.1.15. Sodyum (Na)**

Sodyum (sodyum klorür) yaşam için zorunludur. Sodyum besinlerde doğal olarak bulunan bir mineraldir. Sodyumun vücuttaki temel görevlerinden birisi sıvı dengesini

korumaktır. Hücre içi ve dışındaki sıvıların hareketini kontrol eder, kan basıncını düzenler, sinir uyarılarını iletir ve kalp kası dahil tüm kasların gevşemesini sağlar. Total vücut sodyumu yaklaşık 75 mmol/kg' dır. Günlük ortalama sodyum alınımları 50-3000 mmol' dür. Sodyum vücuttan ter, dışkı, ve idrarla atılır. Normalde sadece idrarla atılan miktar önemli olmaktadır. Glomerüllerden filtre olan 15-20 mmol/dakikadan sadece %2'si idrarla çıkmaktadır. Sodyumun çoğunluğu pasif olarak Henle kulpunun assendan kısmından enerji gerektiren aktif transport mekanizması ile reabsorbe olur. Böbrekler idrardan sodyum kaybını birkaç mmol/gün düzeyine kadar düşürebilirler. Beraberindeki anyonlar ile birlikte plazmada ozmotik olarak aktif bileşiği oluşturur (Anonim, 2007).

Sodyum ve klor hücre zarları arasındaki konsantrasyon ve yük farklılığının oluşmasında katkıda bulunan elektrolitlerdir. Potasyum hücre içinde bulunan başlıca pozitif yüklü (kation) bir iyondur, sodyum ise hücrenin dışındaki sıvıda bulunan bir katyondur. Hücre içindeki potasyum konsantrasyonu hücrenin dış kısmının 30 kat fazlasıyken hücre içindeki sodyum konsantrasyonu dışının 10 kat altındadır. Bu hücre içi ve dışındaki sodyum ve potasyum konsantrasyonu farkı zar potansiyeli diye bilinen elektrokimyasal bir farkın oluşmasına neden olur. Bir hücrenin zar potansiyeli hücre zarından iyon pompalanması ile sağlanır. Özellikle sodyum, potasyum-ATP'az pompalanır. Bu pompalama esnasında sodyumu hücre dışına çıkartıp yerine potasyumu alabilmek için ATP kullanılır. Vücudun durağan haldeyken harcadığı enerjinin % 20 ile % 40' ını bu pompalama aktivitesi için harcanan enerjinin oluşturduğu tahmin edilmektedir. Hücre zar potansiyelinin sıkı kontrolü sinir uyarılarının iletilmesinde, kasların kasılmasında, ve kalbin fonksiyonlarında kritik bir noktadır. Sodyumun kısa bağırsakta emiliminin klor, aminoasitlerin, glikozun ve suyun emiliminde önemli bir rolü vardır. Bu besin öğelerinin böbreklerde kanın süzülmesi esnasında geri emilimlerinde de benzer bir mekanizma söz konusudur. Birçok besin öğesinin sindirimini ve emilimini sağlayan mide öz suyunun önemli bir bileşeni olan klor burada hidroklorik asit (HCl) şeklinde bulunur. Sodyum kan hacmi de dahil olmak üzere hücre dışında bulunan sıvıların hacminin de ana belirleyicisi olduğu için kan hacmini ve kan basıncını düzenleyen bir çok sistem vücuttaki sodyum içeriğini ayarlayarak çalışır. Dolaşım

sistemindeki basınç reseptörleri (baroreseptörler) kan basıncında meydana gelen değişimlere karşı hassaslardır ve sinir sistemine ve endokrin salgı bezlerine böbreklerdeki sodyum emilimini düzenleyecek artırıcı veya azaltıcı sinyaller gönderirler. Genellikle sodyumun alıkonulması suyun alı konulmasıyla ve sodyum kaybı su kaybıyla sonuçlanır. Renin-angiotensin sistem ve anti-diüretik hormon sodyum miktarını düzenleyerek kan basıncını ve kan hacmini etkileyen iki sistemdir. Sodyum eksikliği genellikle yetersiz beslenmeden kaynaklanmaz. Fakat diüretiklerin kullanılması, çok fazla ishal olmak veya kusmak kadar vücuttaki sodyum ve klor oranının azalmasına neden olur. Bu durum kan pH'ının artmasına neden olan metabolik alkalosis ile sonuçlanır. Metabolik alkalosisin semptomları şunlardır: nefes alıp vermeyi etkiler, idrar pH'ını alkali durumdan asidik duruma getirir, çok fazla potasyum salgılanmasına neden olur. Hypokalemic metabolik alkalosis bir çeşit potasyum yetersizliğidir, bununla birlikte kan ve dokularda pH'ının artmasına neden olur. Bu bozukluk kasların fonksiyonlarını etkiler, nefes almayı güçleştirir, yutkunmayı zorlaştırır ve ölüme neden olabilir.

#### Toksisite:

Çok fazla sodyum klorür alınması, sodyum seviyesinin normale getirilebilmesi için hücrelerden suyun çekilmesine dolayısıyla da hücre dışındaki sıvı miktarının artmasına neden olur. Bununla birlikte su ihtiyacının karşılanması şartıyla fonksiyonel olarak böbrekler daha fazla sodyum atılımını sağlar ve sistemi normale döndürür. Çok fazla tuz alınımı baş dönmesi, kusma, ishal ve karın krampları gibi rahatsızlıklara neden olur. Susuzluk mekanizmasının bozulmasının veya su girişindeki herhangi bir aksaklığın neden olduğu çok fazla su kaybı plazmada anormal derecede yüksek sodyum konsantrasyonuna (hypernatremia) neden olur. Fazla sıvı kaybının olduğu hypernatremia'nın semptomları; sersemlik veya baygınlık, düşük kan basıncı ve idrar da azalma olarak sayılabilir. Ciddi bir hypernatremia; şişkinlik, yüksek tansiyon, hızlı kalp atışı, nefes alıp vermede zorluk, çarpınma, koma ve ölüme neden olabilir. Hypernatremia nadiren çok fazla tuzun vücuda girmesinden (çok fazla deniz suyunun yutulması veya benzeri) dolayı ortaya çıkabilir. Böbrek yetmezliğinin son basamağında idrarla sodyum



atılmasında görülen bazı bozukluklar fazla sıvının vücutta kalmasına dolayısıyla şişkinliğe ve eğer tuz ve su alınımı sınırlanmazsa bazı kalp rahatsızlıklarına neden olabilir(Anonim, 2006).

#### **1.1.16. Nikel (Ni)**

Nikel, çevrede çok düşük seviyede bulunan bir elementtir. Gıda maddeleri, doğal olarak küçük miktarlarda nikel içerir. Çikolata ve katı yağların, yüksek oranda nikel içerdiği bilinir. Kirli topraklardan elde edilen sebzelerin yüksek miktarda tüketilmesiyle nikel alımı artmaktadır. Bitkilerin nikeli topladığı bilinmektedir dolayısıyla sebzelerden nikel alımı yüksektir. İnsanlar nikel solunum yoluyla, içme suyuyla, gıdaların tüketimiyle veya sigara içilmesiyle maruz kalabilir. Nikelle kirlenen toprak veya su deriyle temas ettiğinde de nikel maruz kalınabilir. Aslında nikelin az miktarda alınması vücut için gereklidir; fakat aşırı dozda alınırsa insan sağlığı için tehlikeli olabilir.

Nikelin fazla miktarda alınması aşağıda belirtilen bozukluklara neden olabilir.

- Akciğer, burun, prostat ve gırtlak kanseri riskini artırır.
- Akciğerlerde tıkanma
- Solunum yetersizliği
- Doğum kusurları
- Astım ve kronik bronşit
- Kalp rahatsızlıkları

Nikel ve belirli nikel bileşenleri ciddi anlamda kanserojen olarak kabul edilen malzemeler listesinde bulunmaktadır. Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) nikel bileşenlerini grup 1'de (İnsanlarda kansere yol açtığına dair yeterli kanıt bulunan), nikeli grup 2B'de (İnsanlarda kansere yol açma olasılığı bulunan) listelemiştir (Anonim, 2007).

### 1.1.17. Kurşun (Pb):

Başlangıçta en çok karaciğer ve böbrekte birikir, ayrıca kan, beyin, miyokardiyum (kalp kası) ve iskelet kası ve testise de önemli derecede birikir. Plasentadan fetüse geçer. Oral yoldan alınan kurşun miktarları, Amerika'da 100 µg, Avrupa'da 30 µg'ın altındadır. Bu oran ülkemizde 70 µg/gün düzeylerinde tespit edilmektedir. Hergün vücuda alınan kurşunun 35 µg/dl' lik kısmı idrarla atılır. Kan kurşun düzeyi için normal sınır 90-400 µg/dl aralığıdır. Öte yandan, plazma kurşun miktarının 40-80 µg/dl' ye ulaşması halinde protoporfirin metabolizması ve oksidasyon redüksiyon reaksiyonları baskılanabildiğinden kandaki kurşun miktarının 40 µg/dl' yi geçmesi arzu edilen bir tablo değildir. Organizmada kurşun homojen olarak dağılmaz. Kana geçen kurşunun % 90'ı eritrositlerle moleküler bağ kurur. Çok az miktarda kurşun ise, plazma proteinlerine bağlanır veya serbest halde kan sıvısında dolaşır. Dolaşım sırasında kurşun, hücreler arası sıvı, dalak, kemik iliği ve böbrekler gibi RES ortamlarına dağılır. Daha sonra kemikler, iskelet ve kalp kası, merkezi sinir sistemi, saç ve kıllar ile tırnaklara geçer. Erişkinlerde kurşunun % 95'i, çocuklarda ise % 74'ü, kemiklerde depolanır. Ancak kronik hastalıklar, menopoz, gebelik ve böbrek yetmezliği gibi olgularda, kurşunun kemiklerden tekrar kan dolaşımına mobilize olabildiği düşünülmektedir. Çocuklarda kemik dokudaki kurşun oldukça hareketlidir. Kan ve yumuşak dokulardaki kurşunun yarılanma ömrü çocuklarda 28-60 gün, erişkinlerde ise kemikte 20 yıldır. Başta idrar olmak üzere ter ve dışkı ile atılım plazma kurşun düzeyini azalttıkça, depo kurşun miktarı düşer. Biyolojik yarı ömür, kan beyin bariyerinin zor geçilmesi nedeniyle beyin dokusunda 1 yıldan fazladır.

Kurşunun toksik etkileri akut ve kronik olarak ayrılırsa da, bu iki kategori arasında keskin bir sınır yoktur. Düşük dozlarda kurşun alımında akut etkiler, çoğunlukla hissedilmez. Öte yandan yüksek miktarda ve tekrarlanarak alınan kurşun, ağızda metalik tat, mide ağrısı, kusma ve diyareden başlayan; sinir sistemi hasarına bağlı intoksikasyon, koma, solunum durması ve hatta ölüme kadar uzayan sonuçlar doğurabilir. Kurşunun klinik önemi kan hücreleri ve sinir hücrelerindeki kronik etkilerinden kaynaklanmaktadır. Protoporfirin metabolizmasının etkilenmesi anemiye; hücresel oksidasyon ve redüksiyon dengesinin kaybolması sinaptik performans kaybını bütün bu fonksiyonel yetmezlikler ise,

zeka ve hafıza kaybı, konsantrasyon güçlüğü gibi sinirsel semptomlar ile kalp, böbrek ve karaciğer sorunlarını getirmektedir.

Kurşun zehirlenmelerinde demir eksikliği anemileri görülebilmektedir. Hafif olgularda deride solgunluk dışında herhangi bir belirti yoktur. Sadece yapılan kan tahlilleri ile tanı konulabilir. Daha ağır olgularda iştahsızlık, sindirim bozuklukları, kabızlık, bazen ağrılı yutma gibi sindirim bozuklukları ortaya çıkabilir. Tüm kansızlıklarda görülen çarpıntı, eforla oluşan nefes darlığı, baş dönmesi, kulak çınlaması, halsizlik, çabuk yorulma görülebilir. Hekim muayenesinde deri ve mukozalarda solukluk, dilde kızarma, kabarcık ve küçük çatlaklar görülür. Şiddetli gastrointestinal kolik, dış etlerinde mavi renk, kaslarda güçsüzlük dikkati çeker. Muhtemel diğer belirtiler ishal, aşırı endişe, iştahsızlık, kronik yorgunluk, titreme, nöbet, gut, baş dönmesi, uyuyamama, öğreneme kaybı, göz-el uyumunda zayıflama, geri kalmış gelişme, ağırlaşmış refleks süreci, şaşkınlık, ağızda metalik tat ve artritistir. Daha ağır olgularda ağız köşelerinde çatlaklar ve dalak büyümesi, toprak yeme gibi belirtiler bu tabloya eşlik eder. Kan tahlilleri sırasında depo demir düzeylerini yansıtan serum ferritin düzeyi düşmüştür. Total Demir Bağlama Kapasitesi artmıştır. Kırmızı kan hücrelerinin mikrositerhipokrom, yani boyutlarının küçük ve renklerinin soluk olduğu görülür. Kurşun zehirlenmesi hiçbir belirti vermeden sessizce seyredebilir. Çoğu kez tanı konulamaz ve tedaviden yoksun kalınır. Bu nedenle anemi, konvülsiyon, mental retardasyon, belirgin davranış bozuklukları, karın ağrısı gibi semptomların görüldüğü durumlarda kurşun zehirlenmesi akla gelmelidir. Toksik etkiler daha çok 1-5 yaşındaki çocuklarda gözlenir; özellikle 18-24 aylık çocuklar yüksek risk altındadırlar. Çünkü bu yaş çocukları toprak, boya ve kurşunla bulaşmış çeşitli materyalleri ağızlarına götürmeye yatkındırlar. Tırnak yiyen çocuklar, tırnak içlerine toplanan, toz ve toprakta doğal olarak bulunan kurşuna bağlı olarak kurşun zehirlenmesi riski taşımaktadırlar. Kurşun zehirlenmesinin belirtileri erişkinlerde birkaç hafta, çocuklarda ise, birkaç gün içinde ortaya çıkar. Belirtiler çocuklarda daha şiddetli olarak görülür. Önlem alınmayan kurşun zehirlenmelerinde felçler, körlük, hafıza kaybı, mental gecikme, kısırlık ve karaciğer yetmezlikleri hatta koma ve ölüm gelişebilmektedir (Dündar, 2005).

## 2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu çalışmaya benzer bir çalışma Erciyes Üniversitesinde yapılmıştır. Türkiye’de tüketilen farklı türlerde bebek gıdalarının eser element düzeyleri alev absorpsiyon spektrometresiyle belirlenmiştir. Islak, kuru ve mikrodalga parçalama prosedürleri karşılaştırılmış ve örneklerdeki 9 eser elementin miktarları tespit edilmiştir. Araştırmalarında analiz edilen örneklerin element seviyeleri yasal limitin altında bulunmuştur (Saraçoğlu, 2006).

Ikem ve ark. (2001) tarafından yapılan başka bir çalışmada Nijerya, İngiltere ve Amerika’daki büyük marketler zincirinde satılan bebek formula örneklerinin metal içerikleri örnekler mikrodalgada yakılarak ve ICP-OES cihazında analiz edilerek değerlendirilmiştir. Çalışmalarında 17 farklı bebek formül markası kullanılmış ve her markadan 3 örnek alınarak vücut için gerekli olan (Ca, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, Na ve Zn) ve gerekli olmayan ( Ag, Al, As, Ba, Be, Cd, Hg, Ni, Pb, Sb, Sn, Sr, Ti, Tl, U ve V ) toplam 26 elementin miktarına bakılmıştır (Ikem, 2002).

Yapılan bir çalışmada çeşitli unların gıda zincirinde veya üretimi sırasında oluşabilecek ağır metaller, örneğin kurşun, nikel, kadmiyum, demir ve krom indüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometresi (ICP-MS) ile analiz edilmiştir (Cubadda, 2001). Bisküvi ve yine un mamullerinde çinko ve bakır analizi ile ilgili bir çalışma bulunmaktadır (Sebecic, 2004). Bunun yanında gıda ürünlerinde ICP analizi alüminyum (Pardo-Martinez, 2001), ıspanakta mineral elementler (Sčançar, 2004), medikal bitkilerden eser element analizi (Bhattacharjee, 1998), bebek gıdalarında arsenik aranması yapılmıştır ( Queralt, 2005).

Pardo-Martinez ve ark .(1999) tarafından slurry atomizasyon ve elektrotermal atomik absorpsiyon spektrometrisi kullanılarak bebek maması örneklerinde selenyum, kurşun ve kadmiyumun hızlı tayini yapılmıştır. Kadmiyum tayini için standart ekleme metodu kullanılırken selenyum ve kurşunun tayini için standart çözeltilerin su ile kalibrasyonları kullanıldı. Yöntemin güvenilirliği, belirlenen referans materyallerin 6 biyolojik analizleri ve önce mikrodalga-fırın mineralizasyon aşaması kullanılan 5 balık bazlı bebek mamaları

için bulunan sonuçların karşılaştırılması ile saptandı. Kurşun konsantrasyonunun test edilen tüm bebek mamalarındaki limiti daha aşağı olarak saptanmıştır.

Japonya'da yapılan bir başka çalışmada da değişik bebek mamalarında bulunan selenyum spektrofotometri yöntemi ile belirlenmiştir. Bu çalışmada Selenyumun temel seviyesi sırayla pastörize inek sütü, ham inek sütü, insan sütü ve süt bazlı mamalar için bulunarak karşılaştırılmıştır. Değişik sütlerle ve bebek mamasıyla beslenen üç aylık bebeklerin aldıkları dietary selenyum ( $\mu\text{g day}^{-1}$ ) sırasıyla; insan sütü(21,0)>pastörize inek sütü(18,9)> ham inek sütü (15,0)> bebek maması (5,4) olarak belirlenmiştir. İnsan sütünün selenyum içeriği, protein içeriği ile korelasyon pozitif olarak ( $r = 0.64$ ,  $p < 0.001$ ) yağ içeriği ile korelasyon negatif olarak ( $r = -0.77$ ,  $p < 0.01$ ) gerçekleşti. Bu korelasyonlar bebek mamaları için bulunamamıştır (Hojo, 1986).

Sipahi ve ark. (2006), tarafından yapılan bir diğer çalışmada da atomik absorpsiyon spektrometresi ile bebek mamalarında alüminyum seviyeleri ölçülmüştür. Bu çalışmada eczanelerden ve süpermarketlerden alınan 63 bebek formulası analiz edilerek Al değerleri bulunmuştur.

Bebek formulları ve diyet ilavelerde selenyum türlerinin likid kromatografi-hidrür meydana getirme atomik floresans spektrometrisiyle belirlenmesi yapılmıştır (Viñas, 1999).

Rossipal ve ark. (2000) de yapılan bir diğer çalışmada da yoğun olarak hidrolize olmuş bebek formulasında eser element konsantrasyonu (18 eser element) ICP-MS cihazıyla belirlenmiş ve günlük alımının hesaplanması yapılmıştır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Bu araştırmada, Antakya'da bulunan süpermarketlerden toplanan 5 farklı markaya ait toplam 50 mama örneği analiz edilerek içerinde bulunan 17 adet elementin (Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Na, Mg, Mn, Ni, Pb, Se, Zn) miktarları tespit edilmiştir. Her mama örneğinden farklı parti numaralarına sahip ikişer örnekler alınarak içerdikleri element miktarları tespit edilmiştir. Mama örneklerinden belirli miktarlar alınarak (yaklaşık 0,5 g) analize hazırlığa tabi tutulmuştur.

#### 3.1.1. Kimyasal ve Sarf Maddeleri

Mama örnekleri dışında kullanılan başlıca materyaller Nitrik asit ( $\text{HNO}_3$ , Merck), Whatman® filtre kağıdı, ultra-saf su, High Purity® Multi standart, ICP-AES için kullanılan multi element standartıdır.

#### 3.1.2. Kullanılan Cihazlar

Element analizleri Liberty-Series II Varian marka ICP-AES cihazında yapıldı.

Mama örneklerini yakmak için Mars5 CEM® marka mikrodalga fırın kullanıldı (şekil 3.1.2.1.).



şekil 3.1.2.1. MARS 5 Mikrodalga sistemi



Şekil 3.1.2.2. ICP-AES cihazı

### 3.2. Yöntem

Mikrodalgada ekstrakte edilecek mama numunelerinden yaklaşık olarak 0,5 g hassas terazide tartılarak, mikrodalga için kullanılan teflon hücrelere konuldu ve üzerine 10 mL derişik nitrik asit ( $\text{HNO}_3$ ) eklendikten sonra koruyucularına yerleştirildi ve cihaza kondu. Numaralı hücrelerin 1.sinde bulunan sıcaklık ve basınç sensörleri vasıtasıyla kontrolleri yapılmak üzere uygun program seçilerek örnekler ekstrakte edildi. Mikrodalga fırında çalışma koşulları ise 220 Psi basınç ve  $120^\circ\text{C}$  de 15 dakika olarak belirlenmiştir.

Mikrodalgada ekstrakte edilen örnekler ICP-AES cihazına verilmeden önce gerekli seyretmeler yapılarak süzülür. Süzme işlemin yapmamızın nedeni örneğin içerisinde herhangi bir tortu veya kalıntının kalmasını engellemektir. Belirli hacme seyreltilen örnekler Whatman® filtre kağıdı ile süzülerek analize hazır hale getirildi. Analize hazır hale gelen örnekler son aşama olarak ICP-AES ( şekil 3.1.2.2. ) cihazı kullanılarak metal içerikleri saptanmıştır. ICP-AES cihazı çalıştırılarak, cihazın öncelikle kendini 5-10 dakika içinde kalibre etmesi beklenir. Daha sonra ICP-AES kullanma kılavuzuna göre uygun bir metot oluşturularak analizler yapılmıştır.

ICP-AES cihazında öncelikle istenen özelliklerde hazırlanan standartlar okutulur. Bunun için öncelikle elementlerin standart eğrileri elde edildi. Okunan standart değerler en az 5 noktadan doğru elde edilerek yapılır. Bu da yapılan analizin hassasiyetini gösterir.

ICP-AES cihazı çok hassas ölçümler yapabildiği için kullanılan suyun ultra-saf su olması gerekir. Yani suda bulunan anyon ve katyonlardan arınmış olması gerekir. Bunun için ICP-AES cihazında standartların hazırlanmasında ve örneklerde seyreltme suyu olarak IWA 5 Ros ve IWA 20 Iol (Şekil 3.2.1.) saf su üretme cihazlarıyla arıtılan sudan yararlanılmıştır.



Şekil 3.2.1. IWA 5 Ros ve IWA 20 Iol saf su üretme cihazları

Analizlerde elementler için kullanılan dalga boyları çizelge 3.2.1' de ve ICP-AES cihazının enstrümental özellikleri de çizelge 3.2.2' de verilmiştir.



**Çizelge 3.2.1.** Elementler için kullanılan spesifik dalga boyları ve ICP-AES cihazının ölçüm yapabildiği alt sınırlar (dedeksiyon limitleri)

| <b>Element</b> | <b>Dalga boyu (nm)</b> | <b>Alt sınır (ppm)</b> |
|----------------|------------------------|------------------------|
| Kadmiyum       | 228,802                | 0,0015                 |
| Kalsiyum       | 317                    | 0,0003                 |
| Bakır          | 324                    | 0,02                   |
| Alüminyum      | 396,152                | 0,04                   |
| Baryum         | 455                    | 0,0007                 |
| Arsenik        | 228,81                 | 0,12                   |
| Kobalt         | 228,616                | 0,05                   |
| Krom           | 267,716                | 0,04                   |
| Demir          | 259,94                 | 0,015                  |
| Potasyum       | 766,49                 | 0,1                    |
| Magnezyum      | 279,553                | 0,01                   |
| Mangan         | 257,610                | 0,003                  |
| Sodyum         | 588,955                | 0,01                   |
| Nikel          | 221,647                | 0,06                   |
| Kurşun         | 220,353                | 0,14                   |
| Selenyum       | 196,26                 | 0,37                   |
| Çinko          | 213,856                | 0,009                  |

**Çizelge 3.2.2.** ICP-AES cihazının özellikleri

| <b>PARAMETRELER</b> |          |
|---------------------|----------|
| Plazma gazı         | Argon    |
| Plazma              | Axial    |
| Plazma gaz          | 15 L/dk  |
| Auxiliary gaz       | 1,5 L/dk |
| RF gücü             | 1200 W   |

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Dünya Sağlık Organizasyonu, Beslenme Organizasyonu (WHO, FAO) gibi kuruluşların 0-1 yaş grubu arasındaki bebeklerin beslenme konusuna çok önem verdikleri gözlenmektedir. Bunun başlıca nedeni de, bu dönemde bebeklerin sorunları ve ölümlerinin ana kaynağının beslenme bozuklukları olmasıdır. Ülkemizde bu yönlerden ilk sıralarda yer almaktadır. Çizelge 4.1' de ek gıdaların anne sütü alma durumuna göre dağılımı görülmektedir.

Kaynar ve ark. (2006) tarafından 0-24 aylık 166 çocuk üzerinde yapılan araştırmada ilk ek gıda olarak, bebeklerin 126' sına (% 68,9) formül mamaları, 21' ine (% 11,5) unlu sütlü mama ve geriye kalanlara da diğer ek gıdalar verilmeye başlandığı gözlenmiştir.

**Çizelge 4.1.** Ek gıdaların anne sütü alma durumuna göre dağılımı (Kaynar, 2006)

| Ek gıdalar         | Anne Sütü Alan |      | Hiç Anne Sütü Almayan |      | Toplam |      |
|--------------------|----------------|------|-----------------------|------|--------|------|
|                    | Sayı           | %*   | Sayı                  | %*   | Sayı   | %*   |
| Formül<br>mama     | 111            | 66,9 | 15                    | 88,2 | 126    | 68,9 |
| Unlu Sütlü<br>Mama | 21             | 12,7 | -                     | -    | 21     | 11,5 |

\*Sütün %' si

Çalışmamızda 5 farklı marka A, B, C, D ve E harfleriyle simgelenmiştir. Farklı markalara ait toplam 50 örnek analiz edilmiştir. Mama örneklerinin çoğu süt bazlı olup, biberon ve kaşık mamalarıdır.

Aşağıdaki Çizelge 4.2.' de TS 11983 uygun görülen bebek formüllerinin mineral değerler verilmektedir. 100 kcal enerji sağlayan mama miktarları yaklaşık olarak 10 grama eşdeğer gelmektedir.

**Çizelge 4.2.** TS 11983'e göre bebek formüllerinin mineral değerleri

| Mineraller             | 100 kcal enerji sağlayan miktarda |        | 100 kj enerji sağlayan miktarda |         |
|------------------------|-----------------------------------|--------|---------------------------------|---------|
|                        | En az                             | En çok | En az                           | En çok  |
| Sodyum                 | 20 mg                             | 60 mg  | 5 mg                            | 15mg    |
| Potasyum               | 60 mg                             | 145 mg | 15 mg                           | 35 mg   |
| Kalsiyum <sup>1</sup>  | 50 mg                             | -      | 12 mg                           | -       |
| Magnezyum              | 5 mg                              | 15 mg  | 1,2 mg                          | 3,6 mg  |
| Demir <sup>1)</sup>    | 0,5 mg                            | 1,5 mg | 0,12 mg                         | 0,36 mg |
| Demir <sup>2)</sup>    | 1 mg                              | 2 mg   | 0,25 mg                         | 0,5 mg  |
| Bakır                  | 20 µg                             | -      | 80 µg                           | 19 µg   |
| Çinko <sup>3)</sup>    | 0,5 mg                            | 1,5 mg | 0,12 mg                         | 0,36 mg |
| Çinko <sup>4)</sup>    | 0,75 mg                           | 2,4 mg | 0,18 mg                         | 0,6 mg  |
| Mangan                 | 5 µg                              | -      | 1,2 µg                          | -       |
| Selenyum <sup>5)</sup> | -                                 | 3 µg   | -                               | 0,7 µg  |

- 1) Sadece inek sütü proteinlerinden üretilmiş ve demirce zenginleştirilmiş bebek formülünde bulunması gereken demir miktarı. Eksik olan demir, dışarıdan katılacaksa demir(II) yapısında olmalıdır.
- 2) Soya proteinlerinden, tek başına veya inek sütü proteinleri ile karıştırılarak üretilmiş bebek formüllerinde bulunması gereken demir miktarı
- 3) Sadece inek sütü proteinlerinden üretilen bebek formülünde bulunması gereken çinko miktarı
- 4) Soya proteinlerinden, tek başına veya inek sütü proteinleri ile karıştırılarak üretilmiş bebek formüllerinde bulunması gereken çinko miktarı
- 5) Selenyum ilaveli formüllere uygulanır

**Çizelge 4.3.** RIVM tarafından insanlar için belirlenen metallerin maksimum risk seviyeleri (RIVM, 2001)

| <b>Metaller</b> | <b>MPR</b> eski<br>(1991/1993) | <b>Değer</b><br><b>bw/day</b><br>$\mu\text{g/kg}$ | <b>MPR</b> yeni<br>(1999/2000) | <b>Değer</b><br><b>bw/day</b><br>$\mu\text{g/kg}$ |
|-----------------|--------------------------------|---|--------------------------------|---|
| As              | TDI                            | 2,1   | TDI                            | 1,0   |
| Ba              | TDI                            | 20  | TDI                            | 20  |
| Cd              | TDI                            | 1,0   | TDI                            | 0,5   |
| Cr III          | TDI                            | 5,0   | TDI                            |   |
| Cr IV           | PCR <sub>oral</sub>            | $0,7 \times 10^{-3}$                              | pTDI                           | 5,0   |
| Co              | TDI                            | 1,4   | TDI                            | 1,4   |
| Cu              | TDI                            | 140   | TDI                            | 140   |
| Pb              | TDI                            | 3,6   | TDI                            | 3,6   |
| Ni              | TDI                            | 50  | TDI                            | 50  |
| Zn              | TDI                            | 1000  | TDI                            | 500   |

Çizelge 4.3.'de RIVM tarafından insanlar için metallerin maksimum risk seviyeleri gösterilmektedir. Çizelge 4.4. 'te FAO ve WHO tarafından belirlenen maksimum ve minimum değerler gösterilmektedir. Çizelge 4.5.'te ise bebek ve çocuk gıdalarında elementlerin sınır değerleri gösterilmektedir. Analiz edilen bebek gıdalarının element seviyeleri çizelge 4.2, çizelge 4.3 ve çizelge 4.4'te verilen Türk ve Dünya Standartlarına göre karşılaştırılmıştır.

**Çizelge 4.4.** Gıdaların 100 kcal enerji veren miktarlarında maksimum ve minimum element değerleri (Codex Alnorm, 2003)

| <i>Mineral ve eser elementler</i> | <i>Minimum</i> | <i>Maksimum</i> |
|-----------------------------------|----------------|-----------------|
| Demir (mg)                        |                |                 |
| İnek sütü                         | 0,3 ya da 0,5  | 1,3 ya da 1,5   |
| Soya proteinli formül             | 0,45 ya da 1,0 | 1,9 ya da 2,0   |
| Kalsiyum (mg)                     | 50             | 140             |
| Mg (mg)                           | 5              | 15              |
| Na (mg)                           | 20             | 60              |
| K (mg)                            | 60             | 145 ya da 160   |
| Mn (mg)                           | 1 ya da 5      | 100             |
| Se (µg)                           |                | 9               |
| Cu (µg)                           | 20 ya da 35    | 80 ya da 100    |
| Çinko (mg)                        |                |                 |
| Protein hidrolize formül          | 0,5            | 1,5             |
| Soya proteinli formül             | 0,75           | 2,40            |

Avrupa Birliği resmi dergisinde yayınlanan bebek ve çocuklar için 100 kcal enerji veren gıdalar için belirlenen maksimum element içeriği aşağıdaki çizelge 4.5.' de görülmektedir.

**Çizelge 4.5.** Bebek ve çocuk gıdalarında elementlerin sınır değerleri (EC, 2006)

| <i>Element</i> | <i>100 kcal için maksimum değerler</i> |
|----------------|--|
| K (mg)         | 160                                    |
| Ca (mg)        | 80                                     |
| Mg (mg)        | 40                                     |
| Fe (mg)        | 3                                      |
| Zn (mg)        | 2                                      |
| Cu (µg)        | 40                                     |
| Mn (mg)        | 0.6                                    |

Araştırmada belirlenen majör elementler çizelge 4.5' te verilmektedir. Analizler, ürünlerin Ca, Na, K ve Mg içerikleri açısından farklı olduklarını göstermiştir.

**Çizelge 4.6.** Analiz edilen mama örneklerinin majör element içerikleri

| Örnek           | Açıklama  | Ca (mg/kg) | K (mg/kg) | Mg (mg/kg) | Na (mg/kg) |
|-----------------|---|------------|-----------|------------|------------|
| A1 <sub>i</sub> | 0-4 ay , Fe katkılı   | 4320±69,1  | 3465±41,5 | 320,6±7,1  | 877,6±4,4  |
| A2 <sub>i</sub> | 4. aydan itibaren, Fe ilaveli                                 | 7956±95    | 5996±66   | 602±4      | 1921±13    |
| A3 <sub>i</sub> | 8. aydan itibaren, Fe ilaveli                                 | 6786±88    | 3195±63   | 574±3      | 1687±8     |
| A4 <sub>i</sub> | 0 – 6 ay  | 3489±14    | 3195±13   | 398±12     | 1003±2     |
| A5 <sub>i</sub> | 6. aydan itibaren   | 5743±40    | 3431±34   | 585±4      | 1639±9     |
| A6 <sub>i</sub> | Prebiyotik lifli, Fe takviyeli                                | 6353±57    | 4020±40   | 504,5±6,5  | 1341±8     |
| A7 <sub>i</sub> | 4. aydan itibaren, Fe takviyeli                               | 3416±0     | 2844±17   | 339±1,7    | 726±3      |
| A8 <sub>i</sub> | 6. aydan itibaren   | 237±1,2    | 394±0,4   | 69±0,3     | 98±0       |
| B1 <sub>i</sub> | Doğumdan itibaren, Fe ilaveli                                 | 3522±14    | 3512±10,5 | 399±2      | 924±6,5    |
| B2 <sub>i</sub> | 4. aydan itibaren, Fe, Zn takviyeli                           | 5907±18    | 3561±14   | 413±3      | 886±6      |
| B3 <sub>i</sub> | Doğumdan itibaren, Fe ile zenginleştirilmiş                   | 3269±20    | 3321±17   | 371±7      | 910±3      |
| B4 <sub>i</sub> | 8. aydan itibaren, prebiyotik lifli, Fe ile zenginleştirilmiş | 5707±63    | 3584±36   | 419±11     | 1054±12    |
| B5 <sub>i</sub> | diyet maması  | 4824±9,6   | 2577±2,6  | 487±8      | 1523±6     |
| B6 <sub>i</sub> | 6. aydan itibaren   | 6108±18    | 3521±21   | 503±2      | 1672±3     |
| C1 <sub>i</sub> | 0-6 ay  | 4633±41,6  | 3429±37,7 | 382±9,2    | 995±5      |
| C2 <sub>i</sub> | 6 ay üzeri  | 6076±36,4  | 4668±23,3 | 441±9,2    | 1203±4,8   |
| D1 <sub>i</sub> | Doğumdan itibaren   | 4129±37    | 2576±58   | 435,6±4,8  | 1313±5     |
| D2 <sub>i</sub> | Ek besin, prebiyotik lifli, tahıllı                           | 2942±20,6  | 829±4     | 335±6      | 129±0,1    |
| D3 <sub>i</sub> | 5. aydan 36. aya kadar  | 2937±17,6  | 873±2,6   | 300±9,6    | 96,8±0,2   |
| D4 <sub>i</sub> | Buğday ve yulaflı   | 3237±6,5   | 1852±1,8  | 271,5±16,8 | 492±1,5    |
| E1 <sub>i</sub> | 4. aydan sonra Fe ile zenginleştirilmiş                       | 7500± 30   | 4239±4    | 498±4      | 1758±5,3   |
| E2 <sub>i</sub> | Doğumdan itibaren   | 3455±24    | 2805±8    | 424±10     | 886±2,6    |
| E3 <sub>i</sub> | 6. aydan itibaren, buğdaylı                                   | 4553±23    | 4075±12   | 459±8,7    | 1011±1     |
| E4 <sub>i</sub> | tahıllı   | 1735±17    | 910±0,9   | 288±6,6    | 53±0       |
| E5 <sub>i</sub> | 4. aydan itibaren, Fe katkılı, sebzeli                        | 3981±35,8  | 1766±1,8  | 292±3,2    | 108±0,2    |

Ca seviyelerinin yüksek çıkması mama örneklerinin süt bazlı olmasından ve üretimi esnasında katılan TSE 11983'e göre kullanılmasına izin verilen 8 farklı Ca tuzundan kaynaklanmaktadır. Na ve Mg içerikleri de yine katkı maddesi olarak kullanılan Na ve Mg'nin tuzlarından kaynaklanabilmektedir. Ca konsantrasyonu A2<sub>i</sub> ile gösterilen mama

örneğinde ölçülmüştür. 6. aydan itibaren kullanılan mama örnekleri arasında Ca konsantrasyonu en düşük A markasının A8<sub>i</sub> mama örneğinde 237 mg/kg olarak ölçülmüştür. En yüksek Ca konsantrasyonu ise 4. aydan itibaren kullanılabilen A2 mama örneğinde ölçülmüştür. K konsantrasyonu en yüksek olarak 5996 mg/kg olarak A2 mama örneğinde ölçülmüştür. Yapılan analizlerde Ca, K ve Mg bakımından en yüksek değerler A ile gösterilen mama markasında bulunmuştur.

**Çizelge 4.6** Analiz edilen mama örneklerinin majör element içerikleri (devam)

| Örnek            | Ca (mg/kg)   | K (mg/kg)    | Mg (mg/kg)   | Na (mg/kg)   |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| A1 <sub>ii</sub> | 4317,5 ±69,1 | 576,6 ±41,6  | 309,6 ±7,1   | 787,4 ±4,4   |
| A2 <sub>ii</sub> | 8034,6 ±95,5 | 835,2 ±66,0  | 607,5 ±4,2   | 1683,4 ±13,5 |
| A3 <sub>ii</sub> | 5772,2 ±88,2 | 666,8 ±63,0  | 489,3 ±3,4   | 1195,8 ±8,4  |
| A4 <sub>ii</sub> | 4070,2 ±14,0 | 553,4 ±12,8  | 431,3 ±12,3  | 958,7 ±2,0   |
| A5 <sub>ii</sub> | 5317,8 ±40,2 | 476,7 ±34,3  | 537,5 ±4,1   | 1194,9 ±9,8  |
| A6 <sub>ii</sub> | 6244,6 ±57,2 | 614,5 ±40,2  | 490,7 ±6,6   | 1112,5 ±8,0  |
| A7 <sub>ii</sub> | 3789,4 ±0,0  | 405,7 ±17,1  | 390,9 ±1,7   | 662,7 ±2,9   |
| A8 <sub>ii</sub> | 354,0 ±1,2   | 329,2 ±0,4   | 1106,6 ±0,3  | 1854,0 ±0,0  |
| B1 <sub>ii</sub> | 3834,8 ±14,1 | 468,2 ±10,5  | 400,3 ±2,0   | 725,1 ±6,5   |
| B2 <sub>ii</sub> | 5705,0 ±17,7 | 487,7 ±14,2  | 383,4 ±2,1   | 673,0 ±2,7   |
| B3 <sub>ii</sub> | 3547,3 ±19,6 | 488,8 ±16,6  | 361,8 ±6,7   | 764,2 ±2,7   |
| B4 <sub>ii</sub> | 5746,7 ±62,8 | 512,6 ±35,8  | 417,3 ±10,9  | 868,8 ±11,6  |
| B5 <sub>ii</sub> | 5653,0 ±9,6  | 453,0 ±2,6   | 581,0 ±8,3   | 1442,5 ±6,1  |
| B6 <sub>ii</sub> | 5873,7 ±18,3 | 463,5 ±21,1  | 517,9 ±2,0   | 1308,2 ±3,3  |
| C1 <sub>ii</sub> | 3485,4 ±41,7 | 2930,6 ±37,7 | 6242,1 ±9,2  | 1155,3 ±5,0  |
| C2 <sub>ii</sub> | 6049,7 ±36,5 | 684,4 ±23,3  | 384,7 ±9,3   | 1037,6 ±4,8  |
| D1 <sub>ii</sub> | 3090,6 ±37,2 | 2881,7 ±58,3 | 7836,1 ±4,8  | 1300,2 ±5,3  |
| D2 <sub>ii</sub> | 2269,4 ±20,6 | 707,9 ±4,1   | 6077,6 ±5,7  | 1928,0 ±0,1  |
| D3 <sub>ii</sub> | 2373,4 ±17,6 | 725,7 ±2,6   | 5603,3 ±9,6  | 2382,3 ±0,2  |
| D4 <sub>ii</sub> | 4500,7 ±6,5  | 2690,3 ±1,9  | 8154,8 ±16,8 | 1567,05 ±1,5 |
| E1 <sub>ii</sub> | 6872,7 ±30,0 | 518,2 ±4,2   | 458,2 ±4,0   | 1075,3 ±14,1 |
| E2 <sub>ii</sub> | 4037,4 ±24,2 | 423,6 ±8,4   | 439,8 ±10,2  | 733,0 ±2,7   |
| E3 <sub>ii</sub> | 4584,8 ±22,8 | 475,1 ±12,2  | 425,9 ±8,7   | 705,1 ±1,0   |
| E4 <sub>ii</sub> | 2198,3 ±17,4 | 162,3 ±0,9   | 284,6 ±6,6   | -            |
| E5 <sub>ii</sub> | 4067,5 ±35,8 | 266,4 ±1,8   | 280,9 ±3,2   | 51,8 ±0,2    |

Sodyum konsantrasyonu en yüksek olarak E ile gösterilen mama örneğinde 1758 mg/kg olarak ölçülmüştür. Doğumdan itibaren kullanılan mama örnekleri arasında D markalı mama örneğinde en yüksek Na konsantrasyonu ölçülmüştür. 4. aydan itibaren kullanılabilen mamalar arasında en yüksek Na konsantrasyonu A markasının A2 ile gösterilen örneğinde ölçülmüştür.

**Çizelge 4.7.** Örneklerin minör element içeriği (mg/kg)

| <b>Örnek</b>    | <b>As</b>    | <b>Al</b>     | <b>Ba</b>    |
|-----------------|--------------|---------------|--------------|
| A1 <sub>i</sub> | 0,018 ±0,006 | 0,318 ±0,034  | 0,210 ±0,003 |
| A2 <sub>i</sub> | 0            | 0,020 ±0,0002 | 0,348 ±0,002 |
| A3 <sub>i</sub> | 0            | 0             | 0,289 ±0,003 |
| A4 <sub>i</sub> | 0            | 1,328 ±0,059  | 0,066 ±0,000 |
| A5 <sub>i</sub> | 0            | 1,181 ±0,086  | 0,123 ±0,003 |
| A6 <sub>i</sub> | 0            | 1,049 ±0,111  | 0,208 ±0,002 |
| A7 <sub>i</sub> | 0            | 0             | 0,157 ±0,002 |
| A8 <sub>i</sub> | 0            | 0             | 0,032 ±0,002 |
| B1 <sub>i</sub> | 0,015 ±0,011 | 3,360 ±0,077  | 0,175 ±0,001 |
| B2 <sub>i</sub> | 0            | 2,671 ±0,181  | 0,351 ±0,004 |
| B3 <sub>i</sub> | 0            | 0             | 0,144 ±0,001 |
| B4 <sub>i</sub> | 0            | 6,077 ±0,158  | 0,153 ±0,001 |
| B5 <sub>i</sub> | 0            | 2,214 ±0,203  | 0,163 ±0,002 |
| B6 <sub>i</sub> | 0            | 12,59 ±0,667  | 0,108 ±0,003 |
| C1 <sub>i</sub> | 0            | 4,398 ±0,092  | 0,09 ±0,001  |
| C2 <sub>i</sub> | 0            | 4,198 ±0,0377 | 0,108 ±0,002 |
| D1 <sub>i</sub> | 0            | 0             | 0,140 ±0,001 |
| D2 <sub>i</sub> | 0            | 2,550 ± 0,107 | 0,736 ±0,006 |
| D3 <sub>i</sub> | 0            | 2,904 ±0,0435 | 0            |
| D4 <sub>i</sub> | 0            | 0             | 0,388 ±0,005 |
| E1 <sub>i</sub> | 0            | 3,415 ±0,157  | 0,135 ±0,001 |
| E2 <sub>i</sub> | 0            | 0             | 0,149 ±0,002 |
| E3 <sub>i</sub> | 0            | 0             | 0,249 ±0,03  |
| E4 <sub>i</sub> | 0            | 0             | 0,805 ±0,006 |
| E5 <sub>i</sub> | 0            | 1,542 ±0,067  | 1,091 ±0,006 |

Tablodan da görülebileceği gibi ürünlerin hepsinde kısmen minör elementler bulunmaktadır. Minör elementlerin büyük bir kısmı TS 11983 sınırının üstünde kalmıştır



**Çizelge 4.7.** Örneklerin minör element içeriği(devam) (mg/kg)

| Örnek           | Cu    |        | Fe     |        | Co     |        | Cd     |         | Mn    |        |
|-----------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|-------|--------|
| A1 <sub>i</sub> | 2,834 | ±0,062 | 41,608 | ±,624  | 0,0048 | ±0,032 | 0,0240 | ±0,005  | 0,394 | ±0,009 |
| A2 <sub>i</sub> | 2,397 | ±0,070 | 64,543 | ±0,000 | 0,0251 | ±0,013 | 0,014  | ±0,007  | 0,474 | ±0,027 |
| A3 <sub>i</sub> | 2,505 | ±0,043 | 70,354 | ±0,633 | 0,0229 | ±0,013 | 0      |         | 2,268 | ±0,041 |
| A4 <sub>i</sub> | 3,773 | ±0,053 | 34,182 | ±0,103 | 0      |        | 0,005  | ±0,103  | 2,829 | ±0,031 |
| A5 <sub>i</sub> | 4,431 | ±0,084 | 67,066 | ±0,335 | 0      |        | 0,014  | ±0,0035 | 2,638 | ±0,047 |
| A6 <sub>i</sub> | 2,999 | ±0,093 | 78,303 | ±0,548 | 0      |        | 0,013  | ±0,009  | 0,904 | ±0,014 |
| A7 <sub>i</sub> | 0,267 | ±0,012 | 33,342 | ±0,300 | 0      |        | 0      |         | 2,464 | ±0,025 |
| A8 <sub>i</sub> | 0,471 | ±0,044 | 0      |        | 0      |        | 0      |         | 1,554 | ±0,019 |
| B1 <sub>i</sub> | 2,470 | ±0,017 | 44,146 | ±0,353 | 0      |        | 0,004  | ±0,353  | 0,606 | ±0,011 |
| B2 <sub>i</sub> | 3,745 | ±0,041 | 66,196 | ±0,530 | 0,0046 | ±0,017 | 0,012  | ±0,530  | 1,429 | ±0,013 |
| B3 <sub>i</sub> | 2,374 | ±0,081 | 37,014 | ±0,185 | 0      |        | 0      |         | 0,240 | ±0,021 |
| B4 <sub>i</sub> | 3,374 | ±0,101 | 51,434 | ±0,309 | 0      |        | 0      |         | 1,107 | ±0,031 |
| B5 <sub>i</sub> | 1,977 | ±0,097 | 20,593 | ±0,144 | 0      |        | 0,017  | ±0,010  | 3,894 | ±0,043 |
| B6 <sub>i</sub> | 4,071 | ±0,122 | 65,392 | ±1,046 | 0,0102 | ±0,012 | 0,012  | ±0,011  | 2,666 | ±0,048 |
| C1 <sub>i</sub> | 3,280 | ±0,023 | 39,203 | ±0,196 | 0      |        | 0,033  | ±0,009  | 0,430 | ±0,024 |
| C2 <sub>i</sub> | 3,782 | ±0,049 | 92,436 | ±0,647 | 0      |        | 0      |         | 0,646 | ±0,028 |
| D1 <sub>i</sub> | 2,261 | ±0,063 | 59,804 | ±0,419 | 0      |        | 0      |         | 0,613 | ±0,012 |
| D2 <sub>i</sub> | 1,128 | ±0,055 | 71,742 | ±0,287 | 0,0230 | ±0,009 | 0      |         | 6,335 | ±0,063 |
| D3 <sub>i</sub> | 1,144 | ±0,065 | 64,472 | ±0,580 | 0      |        | 0,007  | ±0,003  | 6,989 | ±0,070 |
| D4 <sub>i</sub> | 0,201 | ±0,049 | 49,403 | ±0,692 | 0      |        | 0      |         | 2,728 | ±0,049 |
| E1 <sub>i</sub> | 7,565 | ±0,144 | 55,520 | ±0,833 | 0      |        | 0      |         | 2,315 | ±0,009 |
| E2 <sub>i</sub> | 4,177 | ±0,017 | 60,486 | ±0,544 | 0      |        | 0      |         | 0,362 | ±0,018 |
| E3 <sub>i</sub> | 0,015 | ±0,003 | 69,661 | ±0,348 | 0      |        | 0      |         | 3,371 | ±0,054 |
| E4 <sub>i</sub> | 1,381 | ±0,113 | 73,876 | ±0,222 | 0      |        | 0      |         | 6,228 | ±0,025 |
| E5 <sub>i</sub> | 0,986 | ±0,020 | 68,437 | ±0,547 | 0,0331 | ±0,037 | 0      |         | 6,354 | ±0,089 |

Analiz edilen ilk seri mama örneklerinden E ile gösterilen markaya ait ürünlerde Cd elementine rastlanmamıştır. Cd elementi ağırlıklı olarak A ile gösterilen markaya ait mama örneklerinde bulunmuştur. Ulusal halk sağlığı ve çevre enstitüsü tarafından tolere edilebilir günlük referans doz 0,0005 mg/kg olarak belirlenmiştir. Bazı mama örneklerinde sınır değer üzerinde Cd elementinin olduğu analizler sonucu tespit edilmiştir. En yüksek Cd konsantrasyonu 0,0668 mg/kg olarak E3<sub>ii</sub> mama örneğinde rastlanmıştır ve bu değer sınır değer 13 katı kadardır.

Kobalt için Ulusal Halk Sağlığı ve Çevre Enstitüsü (RIVM, 2000) tarafından tolere edilebilir günlük referans doz 0,0014 mg/kg olarak belirlenmiştir. Bazı örneklerde Co konsantrasyonu sınır değer üzerinde bulunmuştur. Mama örneklerinde tespit edilen en yüksek Co konsantrasyonu sınır değer yaklaşık 64 kat üzerinde bulunmuştur. Co

elementinin vücuda fazla alınması sonucu tiroid bezinin etkinliğinin azalmasına ve guatr oluşumuna neden olduğu bilinmektedir.

Mangan için en yüksek değer 8,970 mg/kg olarak D markasına ait ikinci seri D3<sub>ii</sub> örneğinde ölçülmüştür.

**Çizelge 4.7.** Örneklerin minör element içeriği(devamı) (mg/kg)

| Örnek           | Ni | Pb           | Se            | Zn            | Cr            |
|-----------------|----|--------------|---------------|---------------|---------------|
| A1 <sub>i</sub> | 0  | 0,119 ±0,057 | 0,0702 ±0,022 | 27,473 ±0,165 | 0,0702 ±0,022 |
| A2 <sub>i</sub> | 0  | 0,902 ±0,134 | 0             | 44,038 ±0,440 | 0             |
| A3 <sub>i</sub> | 0  | 0,454 ±0,134 | 0             | 43,122 ±0,259 | 0             |
| A4 <sub>i</sub> | 0  | 0,065 ±0,003 | 0             | 27,513 ±0,138 | 0             |
| A5 <sub>i</sub> | 0  | 0,225 ±0,023 | 0             | 39,175 ±0,274 | 0             |
| A6 <sub>i</sub> | 0  | 0,031 ±0,024 | 0             | 48,658 ±0,097 | 0             |
| A7 <sub>i</sub> | 0  | 0            | 0             | 8,172 ±0,065  | 0             |
| A8 <sub>i</sub> | 0  | 0,130 ±0,055 | 0             | 1,272 ±0,022  | 0             |
| B1 <sub>i</sub> | 0  | 0,943 ±0,079 | 0             | 27,666 ±0,221 | 0             |
| B2 <sub>i</sub> | 0  | 1,838 ±0,022 | 0             | 36,436 ±0,182 | 0             |
| B3 <sub>i</sub> | 0  | 0,863 ±0,136 | 0,0054 ±0,002 | 21,353 ±0,085 | 0,0054 ±0,002 |
| B4 <sub>i</sub> | 0  | 0,358 ±0,110 | 0             | 30,610 ±0,122 | 0             |
| B5 <sub>i</sub> | 0  | 0            | 0             | 18,947 ±0,341 | 0             |
| B6 <sub>i</sub> | 0  | 0,633 ±0,100 | 0             | 41,231 ±0,165 | 0             |
| C1 <sub>i</sub> | 0  | 0,365 ±0,118 | 0,0359 ±0,012 | 37,666 ±0,640 | 0             |
| C2 <sub>i</sub> | 0  | 0            | 0             | 39,301 ±0,472 | 0             |
| D1 <sub>i</sub> | 0  | 0,341 ±0,013 | 0             | 35,898 ±0,036 | 0             |
| D2 <sub>i</sub> | 0  | 0            | 0             | 42,371 ±0,085 | 0             |
| D3 <sub>i</sub> | 0  | 0            | 0             | 36,054 ±0,288 | 0             |
| D4 <sub>i</sub> | 0  | 0,178 ±0,014 | 0             | 33,797 ±0,439 | 0             |
| E1 <sub>i</sub> | 0  | 0,151 ±0,006 | 0             | 36,668 ±0,110 | 0             |
| E2 <sub>i</sub> | 0  | 0,183 ±0,042 | 0             | 36,827 ±0,147 | 0             |
| E3 <sub>i</sub> | 0  | 0            | 0             | 9,021 ±0,045  | 0             |
| E4 <sub>i</sub> | 0  | 0,048 ±0,011 | 0             | 4,413 ±0,035  | 0             |
| E5 <sub>i</sub> | 0  | 0,172 ±0,045 | 0             | 35,043 ±0,210 | 0             |

Kurşun için en yüksek değer 1,838 mg/kg olarak B2<sub>i</sub> örneğinde bulundu. Pb için EC yönetmeliklerine göre süt bazlı ürünler ve bebek mama formülleri için belirlenen

maksimum sınır değeri 0,02 mg/kg olarak verilmiştir. Analiz edilen örneklerde Pb konsantrasyonu EC tarafından belirlenen maksimum sınır değerin üzerinde bulunmuştur. Pb konsantrasyonu sınır değerin yaklaşık 90 katı üzerinde bulunmuştur. Sınır değerin üzerinde bulunan Pb' un zeka gelişimini olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir. JECFA tarafından Pb için geçici olarak tolere edilebilir günlük alım, vücut ağırlığına göre 0,5 mg/kg olarak belirtilmiştir. Örneklerde bulunan Pb değerleri JECFA tarafından belirlenen sınır değerin de üzerinde bulunmuştur.

**Çizelge 4.7.** Örneklerin minör element içeriği(devamı) (mg/kg)

| Örnek            | Al             | As        | Ba             | Cd             | Co             |
|------------------|----------------|-----------|----------------|----------------|----------------|
| A1 <sub>ii</sub> | 3,370 ±0,077   | 0         | 0,3297 ±0,0106 | 0,0231 ±0,0208 | 0              |
| A2 <sub>ii</sub> | 2,620 ±2,014   | 0         | 0,4739 ±0,0047 | 0,0520 ±0,0006 | 0              |
| A3 <sub>ii</sub> | 0,70 ±0,115    | 0,0010 ±0 | 0,3653 ±0,0044 | 0,0187 ±0,0036 | 0              |
| A4 <sub>ii</sub> | 0              | 0,0056 ±0 | 0,1308 ±0,0020 | 0,0155 ±0,0046 | 0              |
| A5 <sub>ii</sub> | 0,25 ±0,006    | 0         | 0,0989 ±0,0012 | 0              | 0              |
| A6 <sub>ii</sub> | 0              | 0         | 0,3182 ±0,0051 | 0,0162 ±0,0132 | 0              |
| A7 <sub>ii</sub> | 0              | 0         | 0,2052 ±0,0027 | 0,0072 ±0,0042 | 0              |
| A8 <sub>ii</sub> | 0              | 0,008 ±0  | 0              | 0              | 0              |
| B1 <sub>ii</sub> | 3,77 ±0,577    | 0         | 0,2174 ±0,0050 | 0,0410 ±0,0045 | 0              |
| B2 <sub>ii</sub> | 5,13 ±0,482    | 0         | 0,4188 ±0,0046 | 0,0034 ±0,0026 | 0              |
| B3 <sub>ii</sub> | 0,13 ±0,049    | 0         | 0,2557 ±0,0028 | 0,0048 ±0,0002 | 0              |
| B4 <sub>ii</sub> | 0              | 0         | 0,2596 ±0,0031 | 0              | 0              |
| B5 <sub>ii</sub> | 0              | 0         | 0,2420 ±0,0017 | 0,0226 ±0,0029 | 0              |
| B6 <sub>ii</sub> | 0              | 0         | 0,1007 ±0,0017 | 0              | 0              |
| C1 <sub>ii</sub> | 2,27 ±0,107    | 0         | 0              | 0              | 0              |
| C2 <sub>ii</sub> | 0,52 ±0,019    | 0         | 0,2364 ±0,0024 | 0,0062 ±0,0007 | 0              |
| D1 <sub>ii</sub> | 0              | 0         | 0              | 0              | 0,0121 ±0,0377 |
| D2 <sub>ii</sub> | 0              | 0         | 0,3792 ±0,0034 | 0,0224 ±0,0101 | 0              |
| D3 <sub>ii</sub> | 0,870 ±0,095   | 0         | 0,5257 ±0,0095 | 0              | 0              |
| D4 <sub>ii</sub> | 0              | 0         | 0,4228 ±0,0021 | 0              | 0              |
| E1 <sub>ii</sub> | 0              | 0         | 0,2156 ±0,0024 | 0              | 0              |
| E2 <sub>ii</sub> | 0,6746 ±0,0283 | 0         | 0,2610 ±0,0034 | 0,0431 ±0,0028 | 0,0999 ±0,1149 |
| E3 <sub>ii</sub> | 0              | 0         | 0,3279 ±0,0033 | 0,0668 ±0,0501 | 0,0115 ±0,0052 |
| E4 <sub>ii</sub> | 2,427 ±0,711   | 0         | 0,7908 ±0,0103 | 0,0133 ±0,0062 | 0              |
| E5 <sub>ii</sub> | 0,5648 ±0,0531 | 0         | 1,0758 ±0,0075 | 0,0102 ±0,0027 | 0              |

4. aydan itibaren kullanılan mamalar arasında en yüksek Al konsantrasyonu analiz edilen örneklerden B2<sub>ii</sub> ile gösterilen örnekte 5,13 mg/kg olarak bulunmuştur. B markasına ait mama örneklerinde Al seviyesi yüksek bulunmuştur.

Arsenik elementine A ile simgelenen mama markasına ait örneklerde rastlanmıştır. En yüksek As konsantrasyonu 0,0182 mg/kg olarak A1<sub>i</sub> ile gösterilmiş mama markasında bulunmuştur. Bu değer Dünya sağlık organizasyonu (WHO) tarafından belirlenen sınır değerinin üzerinde bulunmuştur. WHO tarafından vücut ağırlığına göre haftalık alınabilecek referans doz 0,015 mg/kg olarak belirtilmiştir. As elementi sınır değerinin üzerinde toksik etki yaparak sinir ile ilgili hastalıkların ortaya çıkmasına neden olur. Toksik maddeler ve hastalık kayıt ajansı (ATDSR) tarafından kronik oral alım için minimum risk seviyesi 0,0003 mg/kg bw/day olarak belirlenmiştir.

Kadmiyum için sınır değer JECFA tarafından 0,001 mg/kg bw/day olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda en yüksek Cd konsantrasyonu 0,0668 mg/kg olarak E ile gösterilen mama markasına ait örnekte bulunmuştur. EC yönetmeliğine göre tahıl, buğday, pirinç soya fasulyesi ve lifli sebzeler için maksimum değer 0,2 mg/kg olarak belirlenmiştir. Cd değerleri sınır değerlerin altında bulunmuştur. Bazı örneklerde kadmiyum elementine rastlanmamıştır.

**Çizelge 4.7.** Örneklerin minör element içeriği(devamı) (mg/kg)

| Örnek            | Cr            | Cu            | Fe             | Mn            |
|------------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
| A1 <sub>ii</sub> | 0,081 ±0,070  | 2,676 ±0,1338 | 43,648 ±1,265  | 0,424 ±0,0781 |
| A2 <sub>ii</sub> | 0             | 1,950 ±0,1677 | 66,133 ±0,132  | 0,527 ±0,0069 |
| A3 <sub>ii</sub> | 0,258 ±0,0798 | 2,641 ±0,0607 | 75,936 ±0,683  | 1,964 ±0,0491 |
| A4 <sub>ii</sub> | 0,108 ±0,0205 | 3,536 ±0,0248 | 33,174 ±0,398  | 2,806 ±0,0140 |
| A5 <sub>ii</sub> | 0,069 ±0,125  | 2,566 ±0,0282 | 72,200 ±1,877  | 3,708 ±0,0668 |
| A6 <sub>ii</sub> | 0,085 ±0,039  | 3,156 ±0,0379 | 83,263 ±1,249  | 0,907 ±0,0100 |
| A7 <sub>ii</sub> | 0             | 0,336 ±0,0044 | 39,467 ±0,710  | 2,628 ±0,0158 |
| A8 <sub>ii</sub> | 0,059 ±0,027  | 0,012 ±0,0007 | 0              | 1,959 ±0,0137 |
| B1 <sub>ii</sub> | 0             | 3,175 ±0,0730 | 44,805 ±0,403  | 0,537 ±0,0027 |
| B2 <sub>ii</sub> | 0             | 3,958 ±0,1267 | 70,774 ±0,990  | 1,313 ±0,0171 |
| B3 <sub>ii</sub> | 0             | 2,766 ±0,0360 | 49,406 ±0,592  | 0,262 ±0,0034 |
| B4 <sub>ii</sub> | 0,162 ±0,044  | 3,321 ±0,0365 | 58,452 ±0,759  | 1,117 ±0,0223 |
| B5 <sub>ii</sub> | 0,011 ±0,003  | 1,778 ±0,0249 | 21,636 ±0,302  | 3,255 ±0,0749 |
| B6 <sub>ii</sub> | 0,144 ±0,026  | 4,560 ±0,0182 | 70,530 ±0,916  | 2,343 ±0,0562 |
| C1 <sub>ii</sub> | 0,169 ±0,044  | 3,046 ±0,0701 | 33,362 ±0,233  | 0,316 ±0,0016 |
| C2 <sub>ii</sub> | 0,059 ±0,032  | 4,287 ±0,1801 | 97,711 ±2,149  | 0,634 ±0,0044 |
| D1 <sub>ii</sub> | 0,0517 ±0,010 | 2,386 ±0,0668 | 65,537 ±0,458  | 0,768 ±0,0077 |
| D2 <sub>ii</sub> | 0,059 ±0,140  | 0,741 ±0,0274 | 83,426 ±1,084  | 7,679 ±0,0691 |
| D3 <sub>ii</sub> | 0             | 1,028 ±0,0370 | 83,118 ±1,828  | 8,970 ±0,0538 |
| D4 <sub>ii</sub> | 0,168 ±0,019  | 0,387 ±0,0089 | 108,557 ±0,651 | 5,740 ±0,0115 |
| E1 <sub>ii</sub> | 0,059 ±0,282  | 5,858 ±0,2578 | 60,355 ±0,905  | 2,745 ±0,0165 |
| E2 <sub>ii</sub> | 0,141 ±0,316  | 3,873 ±0,1085 | 70,304 ±0,421  | 0,466 ±0,0084 |
| E3 <sub>ii</sub> | 0,046 ±0,178  | 0,770 ±0,0154 | 52,632 ±0,315  | 3,234 ±0,0550 |
| E4 <sub>ii</sub> | 0             | 1,193 ±0,0406 | 32,713 ±0,163  | 6,156 ±0,1416 |
| E5 <sub>ii</sub> | 0             | 1,371 ±0,0219 | 45,429 ±0,136  | 6,101 ±0,0976 |

Bakır için en yüksek değer 5,85 mg/kg olarak E markasına ait mama örneğinde bulunmuştur. JECFA verilerine göre geçici olarak tolere edilebilir günlük alım Cu için vücut ağırlığına göre 0,5 mg/kg olarak belirtilmiştir. Bulunan en yüksek Cu değeri sınır değerın yaklaşık 100 katı kadardır. Sınır değerın üzerinde bulunan Cu elementinin ruhsal sorunlara ve hafıza zayıflığına neden olduğu bilinmektedir. Bazı örneklerde Cu elementi sınır değerın altında bulunmuştur. Cu elementi vücut için gerekli eser elementlerden biridir

ve eksikliğinde kemik yapısı etkilenir, sınırlardaki iletiler yavaşlar ve büyümede yavaşlama görülmektedir.

En yüksek Cr değeri 0,258 mg/kg olarak A3<sub>ii</sub> örneğinde bulunmuştur. Cr(III) için EVM rehberi tarafından vücut ağırlığına göre günlük sınır değer 0,150 mg/kg olarak verilmiştir. Bulunan değerler sınır değerlerin üzerinde çıkmıştır. RIVM tarafından belirlenen sınır değer 0,0005 mg/kg olarak belirlenmiştir. Mama örneklerinde tespit edilen en yüksek değer RIVM tarafından belirlenen sınır değerinin yaklaşık 500 kat üzerinde bulunmuştur.

Demir için en yüksek 108,557 mg/kg olarak D markasına ait mama örneğinde rastlanmıştır.

**Çizelge4.7(devam) Örneklerin minör element içeriği (mg/kg)**

| Örnek            | Ni          | Pb          | Se         | Zn          |
|------------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| A1 <sub>ii</sub> | 0,73 ±0,178 | 0,59 ±0,05  | 0,99 ±0,51 | 29,26 ±0,23 |
| A2 <sub>ii</sub> | 0,26 ±0,047 | 0,64 ±0,070 | 0,31 ±0,11 | 51,40 ±0,87 |
| A3 <sub>ii</sub> | 0           | 0,74 ±0,087 | 4,55 ±0,25 | 51,02 ±0,30 |
| A4 <sub>ii</sub> | 0           | 0,47 ±0,120 | 1,10 ±0,71 | 37,55 ±0,22 |
| A5 <sub>ii</sub> | 1,31 ±0,019 | 0,21 ±0,56  | 0,83 ±0,69 | 47,57 ±0,76 |
| A6 <sub>ii</sub> | 0           | 0,44 ±0,07  | 0,71 ±0,21 | 59,60 ±0,41 |
| A7 <sub>ii</sub> | 0           | 0,38 ±0,05  | 0,56 ±0,08 | 16,09 ±0,12 |
| A8 <sub>ii</sub> | 0,08 ±0,044 | 0           | 0          | 3,01 ±0,02  |
| B1 <sub>ii</sub> | 0,24 ±0,062 | 0           | 0          | 27,74 ±0,36 |
| B2 <sub>ii</sub> | 0,42 ±0,013 | 0,56 ±0,20  | 0,29 ±0,05 | 37,51 ±0,22 |
| B3 <sub>ii</sub> | 0,38 ±0,012 | 0,45 ±0,16  | 0,51 ±0,72 | 33,43 ±0,33 |
| B4 <sub>ii</sub> | 0           | 0,29 ±0,06  | 0,07 ±0,01 | 31,43 ±0,12 |
| B5 <sub>ii</sub> | 0,27 ±0,045 | 0,43 ±0,11  | 0,59 ±0,24 | 23,59 ±0,23 |
| B6 <sub>ii</sub> | 0           | 0,27 ±0,01  | 1,89 ±1,49 | 40,64 ±0,20 |
| C1 <sub>ii</sub> | 0,23 ±0,075 | 0           | 0          | 39,63 ±0,39 |
| C2 <sub>ii</sub> | 0,46 ±0,014 | 0,36 ±0,03  | 0          | 43,23 ±0,47 |
| D1 <sub>ii</sub> | 0,64 ±0,064 | 0           | 3,69 ±0,31 | 45,96 ±0,36 |
| D2 <sub>ii</sub> | 4,55 ±0,045 | 0           | 0          | 46,31 ±0,32 |
| D3 <sub>ii</sub> | 0,94 ±0,054 | 0           | 0          | 48,31 ±0,38 |
| D4 <sub>ii</sub> | 3,14 ±0,044 | 0           | 5,05 ±0,95 | 65,19 ±0,59 |
| E1 <sub>ii</sub> | 0,70 ±0,060 | 0,40 ±0,07  | 0,32 ±0,12 | 51,94 ±0,57 |
| E2 <sub>ii</sub> | 0,24 ±0,005 | 0,52 ±0,15  | 0          | 54,46 ±0,27 |
| E3 <sub>ii</sub> | 0,04 ±0,002 | 0,38 ±0,04  | 0,23 ±0,17 | 20,30 ±0,12 |
| E4 <sub>ii</sub> | 3,55 ±2,201 | 0,28 ±0,05  | 0,94 ±0,18 | 16,64 ±0    |
| E5 <sub>ii</sub> | 0,26 ±0,006 | 0,20 ±0,09  | 1,00 ±0,30 | 57,71 ±0,69 |

Mama örneklerinden  $A_i$ ,  $B_i$ ,  $C_i$ ,  $D_i$ ,  $E_i$  ile gösterilen örneklerde nikel elementine rastlanmamışken,  $A_{ii}$ ,  $B_{ii}$ ,  $C_{ii}$ ,  $D_{ii}$ ,  $E_{ii}$  örneklerinde özellikle C ve D markalarına ait örneklerin tamamında rastlanmıştır. En yüksek Ni konsantrasyonu 4,55 mg/kg olarak  $D_{2ii}$  örneğinde tespit edilmiştir.  $D_{2ii}$  ile kodlanmış mama örneğinin tahıl bazlı olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum tahılın yetiştirildiği toprağın nikelce zengin olmasından kaynaklanabilir. RIVM raporlarına göre belirlenen günlük tolere edilebilir değer 0,05 mg/kg olarak belirlenmiştir. Örneklerde bulunan Ni değeri RIVM tarafından belirlenen sınır değerinin 91 katı kadar bulunmuştur.

Çinko için en yüksek değer 65,19 mg/kg olarak D markasına ait mama örneğinde bulunmuştur. En düşük doz ise A markasına ait 8 no' lu mama örneğinde bulunmuştur. RIVM raporlarına ve JECFA tarafından belirlenen vücut ağırlığına göre sınır değer günde 1 mg/kg olarak belirtilmiştir ve bulunan Zn değerleri RIVM ve JECFA tarafından belirlenen sınırın üzerinde çıkmıştır. WHO' ya göre vücut ağırlığına göre referans doz 0,3 mg/kg olarak belirtilmiştir.

Selenyum için en yüksek konsantrasyon 5,05 mg/kg olarak D markasına ait bulunmuştur. İlk seri örneklerin analizinde birçok örnekte Se elementine rastlanmamıştır. WHO tarafından yetişkinler için belirlenen üst limit 0,4 mg/gün olarak belirtilmiştir. Örneklerde Se konsantrasyonu sınırların üzerinde bulunmuştur.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada çeşitli bebek mamalarında bulunan element miktarları ICP-AES cihazıyla belirlenmiştir.

Metaller insan biyolojisinde önemli rol oynar ve bazı metallerin eser miktarları yaşam için oldukça önemlidir. Metallerin büyük bir kısmı gıda yoluyla vücuda alınır. Kurşun gibi bazı metaller vücutta doğal olarak bulunmazlar. Bu elementlerin bazıları beslenme için gerekli iken, diğerlerinin bilinen yararlı etkisi yoktur. Buna rağmen yüksek konsantrasyonlarda vücut için gerekli olan bu metallerin toksik etki gösterdiği bilinmektedir.

Yapılan deneyler sonucunda, bazı mama örneklerinde elementlerin toksik etki yaratacak düzeyde oldukları saptanmıştır. Özellikle vücutta toksik etkilere sebep olacak Pb, Cu, Cr, Co, As, Fe ve Ni elementleri TSE ve uluslararası standartlara göre verilen sınır değerlerin üzerinde bulunmuştur.

Örneklere kurşun seviyesi sınır değerlerin üzerinde çıkmıştır. Analiz edilen örneklerde Pb konsantrasyonu EC tarafından belirlenen maksimum sınır değerinin üzerinde bulunmuştur. Pb konsantrasyonu sınır değerinin yaklaşık 90 katı üzerinde bulunmuştur. Sınır değerinin üzerinde bulunan Pb' un zeka gelişimini olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir. Yakın zamanlara kadar zararsız olduğu düşünülen düşük doz kronik kurşun etkisinde kalmak artık büyüme ve sinirsel gelişimi baskılayıcı ve dejenere edici olarak kabul edilmektedir (Dündar, 2005).

Co konsantrasyonu sınır değerinin yaklaşık 64 kat üzerinde bulunmuştur. Co elementinin vücuda fazla alınması sonucu tiroid bezinin etkinliğinin azalmasına ve guatr oluşumuna neden olduğu bilinmektedir.

Krom eser miktarlarda glukoz, protein ve yağ metabolizması için gereklidir ancak yüksek miktarlarda toksik etki yaratarak birçok mekanizmayı olumsuz etkileyebilmektedir(RIVM, 2001). Analiz edilen örneklerden bazılarında Cr konsantrasyonu sınır değerinin yaklaşık 500 katı üzerinde bulunmuştur. Yüksek konsantrasyonlarda Cr kansere yol açacağı bilinmektedir.



Metaller, kirlilik sonucu, gıdaların üretimi veya depolanması sırasında doğal olarak gıdaların yapısına katılabilirler. Bazı üretici firmalar da metalleri ürünlerine ekleyebilmektedir

Ülkemizde bulunan bebek maması ürünlerinde genellikle içindekiler, enerji ve besin öğeleri bilgileri verilmektedir. Bununla birlikte mineral madde içerikleri, özellikle mamalarda bulunması gereken elementlerin sınırları ürünlerde belirtilmemektedir. Bu yüzden araştırmamızda bebek mamalarının element içerikleri hakkında bilgi edinilmesi ve bu bilgilerin tüketicilerin de öğrenmesi gerektiği önerilmektedir.

Bebek maması ürünlerinde genellikle 100 kcal veya 100 kj enerji veren mama miktarında bulunan element miktarları verilmektedir. Ancak her mamanın içeriğinin farklı oluşu ve 100 kcal enerji veren miktarının aynı olmamasından dolayı tüketiciyi yeteri kadar aydınlatmadığı düşünülmektedir ve gram cinsinden mama içerisinde bulunan element miktarları verilmesi önerilmektedir.

Kalite kontrol ve güvenilirlik bakımından bebek gıdalarının içeriklerini belirlemek amacıyla ilgili kurumlar tarafından düzenli aralıklarla analizler yapılması önerilmektedir. Özellikle bu işlem, bebek mamalarında sınır değerlerin üzerinde olan ve tehlikeli olarak nitelendirdiğimiz elementlerden kurşun, kobalt, krom, kadmiyum, arsenik, demir, bakır ve nikel için yapılmalıdır.

Çalışan anne nüfusunun hızla artması, iş stresinden dolayı annenin erken süttten kesilmesi, annelerin emzirme konusunda yetersiz ya da yanlış yönlendirilmesi, bebeğe ait sağlık sorunları gibi pek çok nedenden dolayı mama kullanımı hızlı bir şekilde artış göstermektedir. Bebek mama formülleri anne sütüne yakın olarak hazırlansa da anne sütü ile farklılıklar yapılan çalışmalarla ortaya çıkmaktadır. Bebeklik ve erken çocukluk döneminde başta beyin ve sinir sistemi olmak üzere pek çok organ sistemlerinin gelişimi devam etmektedir(Behrman, 2004). Bundan dolayı bebeklik döneminde bebeğin beslenmesine dolayısıyla bebeğe anne sütü dışında verilebilecek besinlerin içeriğine dikkat etmek gerekmektedir.

Levent ve ark.' a göre bebek beslenmesinde ilk 4-6 ayda en önemli besin anne sütüdür. Levent ve ark. yaptıkları çalışmalar sonucunda anne sütüne en yakın formulaların bile kardiyovasküler etkilere sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bu nedenle yaşamın ilk 4-6

ayında sadece anne sütünün kullanımının özendirilmesi gerektiğini savunmaktadırlar (Gürses, 2003).

Sonuç olarak anne sütünün yokluğu durumunda, kullanılacak tek bebek besini olan mamaların yüksek kalitede üretilmiş olmaları gerekmektedir( Özmen, 2002).

## KAYNAKLAR

Anonim, 2004. **Sağlık Bakanı mama reklamı yaparsa!**

<http://www.savaskarsitlari.org/arsiv.asp?ArsivTipID=9&ArsivAnaID=22539>

Anonim,2006. **Atomik Emisyon Spektrofotometresi.**

<http://www.kimyaevi.org/dokgoster.asp?dosya=560100021#03>.

Anonymous,2006. **Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.**

<http://66.102.9.104/search?q=cache:zywNVjQQ7gwJ:www.research.philips.com/technologies/misc/matanalysis/downloads/icp-aes.pdf+%C4%B1cp-aes+philips&hl=tr&ct=clnk&cd=1&gl=tr>

Anonim, 2003. **Yaşasın Hayat, Potasyum**

<http://64.233.183.104/search?q=cache:hPlfyBjNINQJ:www.neosante.com/content/sag6+potasyum&hl=tr&ct=clnk&cd=15&gl=tr>

Anonim, 2006. **Vitaminler ve Mineraller, Potasyum.**

[http://www.doktornevra.com/vitamin\\_mineraller/potasyum.asp](http://www.doktornevra.com/vitamin_mineraller/potasyum.asp)

Anonim, 2007. **Sağlık ve Rehberlik Merkezi, Sodyum.**

<http://64.233.183.104/search?q=cache:qXJQKInPDsgJ:www.mc.metu.edu.tr/testler/k-sodyum.html+sodyum&hl=tr&ct=clnk&cd=5&gl=tr>

Anonim, 2006. **Vitaminler ve Mineraller, Sodyum.**

[http://64.233.183.104/search?q=cache:UuEQq3q1xR4J:www.doktornevra.com/vitamin\\_mineraller/soyum\\_klor.asp+sodyum&hl=tr&ct=clnk&cd=16&gl=tr](http://64.233.183.104/search?q=cache:UuEQq3q1xR4J:www.doktornevra.com/vitamin_mineraller/soyum_klor.asp+sodyum&hl=tr&ct=clnk&cd=16&gl=tr)

Anonim, 2007. <http://www.food-info.net/tr/metal/nickel.htm>

Anonim, 2006. **Sağlıklı Yaşam, Krom.**

[http://66.102.9.104/search?q=cache:dbOVw3eaNhsJ:saglik.tnn.net/alternatif\\_tip.asp%3Fa%3D11%26s%3D152+krom&hl=tr&ct=clnk&cd=4&gl=tr](http://66.102.9.104/search?q=cache:dbOVw3eaNhsJ:saglik.tnn.net/alternatif_tip.asp%3Fa%3D11%26s%3D152+krom&hl=tr&ct=clnk&cd=4&gl=tr)

Anonim, 2006. **Mineraller Mangan.**

[http://www.mineraller.info/mineraller/manganmn\\_oxff.html](http://www.mineraller.info/mineraller/manganmn_oxff.html)

Anonim, 2007. **Selenyum.**

<http://64.233.183.104/search?q=cache:Ep2OEe4Kv78J:eski.annecocuk.com/elementler/selenyum.htm+selenyum&hl=tr&ct=clnk&cd=2&gl=tr>

Anonim, 2006. **Baryum.**

<http://64.233.183.104/search?q=cache:cTYrPVMYWj4J:www.food-info.net/tr/metal/barium.htm+baryum&hl=tr&ct=clnk&cd=4&gl=tr>

Anonymous, 2003. **CODEX Alimentarius Commission FAO and WHO.**

**ALINORM 03/27/26**

[ftp://ftp.fao.org/codex/alinorm04/al04\\_26e.pdf](ftp://ftp.fao.org/codex/alinorm04/al04_26e.pdf)

Anonymous, 2006. **COMMISSION DIRECTIVE 2006/125/EC on processed cereal based foods and baby foods for infants and young children.**

Anonymous, 2007. **Healthy Milk, Healthy Baby.(FSA)**

<http://64.233.169.104/search?q=cache:9C7OIEtTet-MJ:www.nrdc.org/breastmilk/lead.asp+epa+trace+elements+baby+food&hl=tr&ct=clnk&cd=6&gl=tr>

Ataman, Y., O., **Çağdaş Atomik Spektrometri Temel ilkeler AAS ve ICP-AES Genel Kullanım Alanları.** 1996 Ankara.

- Baars, A. J., Theelen, R., M., C., Janssen, P. J. C. M., Hesse, J., M., van Apeldoorn, M., E., Meijerink, M., C., M., Verdam, L., Zeilmaker, M., J., **Re-evaluation of human toxicological maximum permissible risk level.** (2001) RIVM report 711701025.
- Baykut, F., Aydın, A., Baykut, S., **“Çevre Sorunları ve Korunma”**, İstanbul Ü. Mühendislik Fakültesi, İstanbul, Türkiye (1987), 17,21,130,136.
- Behrman, Kliegman, Jenson, Nelson **Textbook of pediatrics**, 17th Ed. Part26, Chap.584, (2004) 1973-1983.
- Bhattacharjee, S., Dasturpta, P., Rpaal, A., Ghosal, S., K Padhi, K., P Pandey, L., Sci **Food Agric** 1998, 77, 456-458
- Cubadda, F., Ve Raggi, A., Hill, S. J., **Analytica Chimica Acta** 441 (2001) 29-36
- Çolakerol, H., **Antakya Bölgesinde Prematüre Doğum Yapan Annelerin ve Bebeklerinin Serum Örneklerinde Bazı Element ve Vitamin Düzeylerinin Araştırılması**, Mustafa Kemal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Biyokimya Anabilim Dalı, Antakya, 2005.
- Dündar, Y., Aslan, R., **Yaşamı Kuşatan Ağır Metal Kurşunun Etkileri** (2005). **Kocatepe Tıp Dergisi**. Cilt 6 No:2
- Gürses, D., Levent, E., A. Özyürek, A., R., Ülger, Z., **Anne sütü ve Formula ile Beslenen Bebeklerde Sol Ventrikül Yüklenmesinin ve Koroner Arter Akımlarının Noninvaziv Değerlendirilmesi.** **Türk Pediatri Arşivi** 2003; 38: 226-230.
- Hojo, Y., **Selenium in Japanese baby foods**, Department of Food Science, (1986).
- Ikem, A., Nwankwoala, A., Oduyungbo, S., Nyavor, K., Egiebor, N., **Food Chemistry** 77 (2002) 439-447.
- Kaynar, E., T., Dündar, C., Canbaz, S., Peşken, Y., **Bir Üniversite Hastanesine Başvuran 0-24 Aylık Çocukların Anne Sütü İle Beslenme Durumlarının Saptanması** (2006). **Ç.Ü. Hemşirelik Yüksek Okulu Dergisi**, 10(1)
- Kırdar, A., A., **Elektrik Ark Fırını Baca Tozlarının Hidrometalurjik Değerlendirilmesi** İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, (1991).
- Krachler, M., Rossipal, E., **Annals of Nutrition & Metabolism** 2000;44:68-74
- Özmen, M., **Nörolojik Muayene in Pediatri**, Cilt 2, (2002)1333-1336
- Özyılmaz, G., **İskenderun Körfezinde Endüstri Kuruluşlarının Neden Olduğu Hava ve Toprak Kirliliği**, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Antakya, 1999.
- Queralt, I., Ovejero, M., Carvalho, M.L., Marques, A.F., Liabrés, J.M., **X Ray Spectrum**, 2005;34:213-217
- Saracoglu, S., Saygi, K., O., Uluozlu, O., D., **Food Chemistry** xxx(2006)xxx-xxx
- Sčančar, J., stibilj, V., Milačič, R., **Food Chemistry** 85 (2004) 151-157
- Sebecic, B., Ve Dragojevic, V., **Food**, No:2, (2004) 141-144
- Pardo-Martinez, M., Viñas, P., Fisher, A., Hill, S., J., **Analytica Chimica Acta** 44(2001) 29-36
- Sipahi, H., Eken, A., Aydın, A., Sahin, G., Baydar, T., 2006. **Determination of Aluminum Level in Baby Food Samples By Using Atomic Absorption Spectrometer.** **Toxicology Letter** 164S S1-S324.
- Skoog, D., A., Holler, j., F., Nieman, T., A., 1998. **Principles of Instrumental Analysis.** (Kılıç, E., Köseoğlu, F., Yılmaz, H., Editör).Enstrümantal Analiz ilkeleri.

Ankara, 231-234, Türkiye.

Viñas, P., Pardo-Martínez, M., Hernández-Córdoba, M., **Rapid Determination of Selenium, Lead and Cadmium in Baby Food Samples Using Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry and Slurry Atomization.**(1999).

Viñas, P., Hernández-Córdoba, M., López-García, I., Merino-Meroño, B., Campillo, N., **Analytica Chimica Acta** 535 (2005) 49-56

**TEŞEKKÜR**

Tez çalışmamın her aşamasında büyük bir özveri ve sabırla bana destek olan ve iyi bir bilimsel çalışma ortamı sağlayan danışman hocam sayın Yrd. Doç. Dr. M. Kemal SANGÜN'e teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuar çalışmalarım sırasında bana yardımcı olan Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi (MKÜFAM) çalışanları Yük. Müh. Hidayet DUMAN ve Müh. Mehmet BAYRAKÇIOĞLU'na teşekkürlerimi belirtirim.

Tez çalışmalarım sırasında manevi desteğini esirgemeyen aileme ve arkadaşlarım Yük. Kimyager Oğuz TÜRÜNÇ ve Ahmet MANSUROĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

## ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Antakya' da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Antakya' da tamamladım. 1999 yılında girdiğim Mustafa Kemal Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesinden, 2003 yılında Kimyager unvanıyla mezun oldum. Aynı yıl başladığım Çukurova Üniversitesi Tezsiz Yüksek Lisans programından 2004 yılında Orta Öğretim Alan Öğretmeni unvanıyla mezun oldum.