

66193

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

**OYUNCAKLARDA KURŞUN VE KADMİYUM TAYİNİ**

**Yakup ASLAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**KİMYA ANABİLİM DALI**


**1997-ŞANLIURFA**

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

**OYUNCAKLARDA KURŞUN VE KADMIYUM TAYİNİ**

**Yakup ASLAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**KİMYA ANABİLİM DALI**

  
Y. Doç. Dr. Mustafa OKAN  
Enstitü Müdürü Yardımcısı

**Bu tez 14.05.1997 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek oybirliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.**

**Y. Doç. Dr. Abdurrahman KOÇYİĞİT**

**İmza**



**Y. Doç. Dr. Özcan EREL**

**İmza**



**Y. Doç. Dr. Hüseyin VURAL**

**İmza**



## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b>	1
<b>ABSTRACT</b>	2
<b>TEŞEKKÜR</b>	3
<b>SEMBOL VE KISALTMALAR</b>	4
<b>TABLOLAR VE ŞEKİLLER</b>	5
<b>1. GİRİŞ VE GENEL BİLGİLER</b>	6
1.1. Plastik Materyallerin Kökeni ve Genel Özellikleri.....	7
1.2. Stabilizatörler ve Renklendiriciler.....	8
1.3. Kurşun.....	9
1.3.1. Kurşun Zehirlenmelerinin Kaynakları.....	10
1.3.2. Kurşun Metabolizması.....	12
1.3.3. Kurşun Zehirlenmesinin Mekanizmaları.....	12
1.3.4. Kurşunun Heme Proteinleri ve Diğer Enzimlere Etkisi.....	13
1.3.5. Kurşunun Hemotolojik Etkileri.....	13
1.3.6. Kurşunun Böbrekler Üzerinde Etkileri.....	13
1.3.7. Kurşunun Kadriyovasküler Etkileri.....	14
1.3.8. Kurşunun Nörolojik Etkileri.....	14
1.3.9. Kurşunun Büyüme, Boy ve Endokrin Sisteme Etkileri.....	15
1.3.10. Hamilelik, Yeni Doğmuş Bebekler ve Çocuklar Üzerinde Etkisi.....	15
1.4. Kadmiyum.....	16
1.4.1. Kadmiyum Zehirlenmesinin Kaynakları.....	17
1.4.2. Kadmiyumun Metabolizması.....	17
1.4.3. Kadmiyum Zehirlenmesi.....	17
1.4.4. Kadmiyumun Genel Hücre İçi Etkileri.....	18
1.5. Atomik Absorpsiyon Spektrofotometrisi.....	19
1.5.1. Elektrotermal Atomizasyon (Grafit Fırın).....	19
1.5.1.1. Isıtma Programları.....	19
1.5.1.2. Grafite Tüpler.....	20
1.5.1.3. Asal Gaz.....	22
1.5.1.4. Grafite Fırında Girişimler.....	20
1.5.1.5. Zemin Düzeltme Ünitesi.....	20
1.5.1.6. Grafite Fırında Oluşan Temel Olaylar.....	21

<b>2. MATERYAL VE METOD</b>	<b>21</b>
2.1. Materyal.....	22
2.2. Metod.....	22
2.2.1. Kullanılan Cihaz ve Malzemeler.....	23
2.2.2. Numunelerin Hazırlanması.....	23
2.2.3. Standartların Hazırlanması.....	23
2.2.3.1. Kurşun Standartlarının Hazırlanması.....	24
2.2.3.2. Kadmiyum Standartlarının Hazırlanması.....	24
2.2.4. Cihazın Kurşun İçin Analize Hazırlanması.....	24
2.2.4.1. Çalışma Prosedürü.....	24
2.2.5. Cihazın Kadmiyum İçin Analize Hazırlanması.....	25
2.2.5.1. Çalışma Prosedürü.....	25
2.3. İstatistiksel Analiz.....	27
2.4. Bulgular.....	27
2.4.1. Yapılarına Göre Bulgular.....	28
2.1.2. Renklerine Göre Bulgular.....	28
	32
<b>3. TARTIŞMA</b>	
3.1. Materyallerin Seçimi.....	36
3.2. Analiz Metodunun Tartışılması.....	36
3.3. Ekstraksiyon Metodu.....	36
3.4. Bulguların Tartışılması.....	38
3.4.1. Yumuşak ve Sert Plastiklere Ait Bulguların Tartışılması.....	40
3.4.2. Renklerine Göre Plastiklerdeki Kurşun ve Kadmiyum Miktarlarının Tartışılması.....	40
	42
<b>4. SONUÇ</b>	<b>44</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>45</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>52</b>

## OZET

*Yüksek Lisans Tezi*

### *OYUNCAKLARDA KURŞUN VE KADMIYUM TAYİNİ*

*Yakup ASLAN*

*Harran Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı  
1997 - Sayfa : 52*

Bu çalışma Şanlıurfa iline yurt dışından ithal yoluyla getirilen çeşitli renk ve tipte plastik oyuncaklar ile gıda maddelerinin saklanması ve taşınmasında ve yenilmesinde kullanılan bazı plastik materyaller üzerinde gerçekleştirildi. Numunelerden ISO'nun kullandığı metodla elde edilen materyallerden Elektrotermal Atomik Absorpsiyon Spektrometresi ile kurşun ve kadmiyum tayinleri yapıldı. Elde edilen sonuçlar ISO'nun müsaade ettiği limitler ile karşılaştırıldı.

Sonuç olarak Şanlıurfa iline ithal olarak getirilen çalıştığımız oyuncaklardan tümü % 6.1'i kurşun yönünden, %4.5'i kadmiyum yönünden ISO'nun müsaade ettiği sınırları aşmaktadır. Yumuşak plastiklerin % 5.8'inde kurşun ISO sınırlarını aşarken kadmiyum ISO standartları içerisinde kalmıştır.

Sert plastiklerde ise bu oran kurşun ve kadmiyum için aynıdır (%6.9)

Renklerine göre incelendiğinde karışık renkli ve gri renkli plastiklerin kurşun ortalamaları ISO sınırlarını aşarken kadmiyum sınır içerisinde kalmıştır.

Neticede sert ve gri renkli plastik oyuncaklar çalışmamıza göre kurşun miktarı yönünden riskli gruba girmektedir.

Bu sonuçlar ışığında çocukları toksik metallere korumak için oyuncakların standartlara uygun olup olmadığının titizlikle kontrol edilmesi, standartları aşan oyuncakların tesbit edilerek imha edilmesi gerektiği kanaatindeyiz.

**Anahtar Kelimeler :** Plastik, Oyuncak, Kurşun, Kadmiyum.

## *ABSTRACT*

*Master Thesis*

### *DETERMINATION OF LEAD AND CADMIUM IN TOYS*

*Yakup ASLAN*

*Harran University*

*Institute of Natural and Applied Sciences Department of Chemistry*

*1997- Page: 52*

This study was carried out on same plastic materials used for the storage, transportation and consumption of plastic toys and foodstuffs of various color and types imported from abroad. The samples obtained from the materials by the methods ISO were tested to determine lead and cadmium content by means of Electrothermal Atomic Absorption Spectrometer. The results were compared with the limits tolerated by the ISO.

As a result of the study, it has been found that toys imported to Şanlıurfa violate the limits of Pb and Cd set by the ISO as 6.1 % and 4.5 % respectively. Pb exceeded the ISO limits in 5.8 % of soft plastics while Cd stayed within the ISO standards. However, this proportion is the same with Pb and Cd in hard plastics (6.1%).

When examined in terms of color mix and grey colored plastics exceeded the ISO limits for Pb but stayed in the limits for Cd.

As a result of this study, it has been concluded that hard and grey colored plastic toys are in the risk group with respect to Pb amount.

In the light of the findings that toys should be carefully controlled and those with the higher limits tolerated by the ISO be identified and wasted in order to protect children from toxic metals.

**Keywords:** Plastic, toy, Lead, Cadmium.

## **TEŐEKKÖR**

İlk olarak bu tez çalıőmasının tđm aőamalarında hiçbir yardımını esirgemeyen danıőman hocam Y.Doç.Dr.Abdurrahim KOÇYİĞİT beye teőekkđrđ bir borç bilirim. İkinci olarak, tez ile ilgili deneylerde bizimle beraber gece geç saatlere kadar çalıőarak yardım eden Harran Őniversitesi Tıp Fakđltesi Biyokimya| Anabilim Dalı Őđretim elemanlarına ve diğer personeline teőekkđr ederim.

Son olarak, bu tezin yazılmasını gerçekleőtiren, Harran Őniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Tıbbi Sekreteri Sıdıka KARAOĞLU hanımefendiye teőekkđr ederim.



## **SEMBOL VE KISALTMALAR**

### ***Semboller***

Pb	- Kurşun
Cd	- Kadmiyum
As	- Arsenik
Cr	- Krom
Hg	- Civa
Sb	- Antimon
Ba	- Baryum
Se	- Selenyum

### ***Kısaltmalar***

ISO	- International Organization for Standardization
TSE	- Türk Standartları Enstitüsü
ABD	- Amerika Birleşik Devletleri
PTFE	- Politetrafloroetilen
ESBO	- Epoksidize Soya Fasulyesi Yağı
PVC	- Polivinilklorür
CDC	- Center For Disease Control
AAS	- Atomik Absorpsiyon Spektrometrisi
ICP	- İndüktif Kuplajlı Plazma
ADAC	- Assoc of Official Agricultural Chemist of America
ABS	- Absorbans

## *TABLolar VE ŞEKİLLER*

<i>Tablolar</i>	<i>Sayfa</i>
Tablo 2.1.....	22
Tablo 2.2.....	25
Tablo 2.3.....	26
Tablo 2.4.....	29
Tablo 2.5.....	30
Tablo 2.6.....	31
Tablo 2.7.....	31
Tablo 2.8.....	32
Tablo 2.9.....	32
Tablo 2.10.....	33
Tablo 2.11.....	33
Tablo 2.12.....	33
Tablo 2.13.....	34
Tablo 2.14.....	34
Tablo 2.15.....	34
Tablo 2.16.....	35
Tablo 2.17.....	35
Tablo 2.18.....	35
Tablo 3.1.....	41
<i>Şekiller</i>	
Şekil 2.1.....	26
Şekil 2.2.....	27
Şekil 3.1.....	41
Şekil 3.2.....	42

## 1. GİRİŞ VE GENEL BİLGİLER

Günümüzde plastiksiz modern bir dünya düşünmek adeta imkansızdır. Çünkü, plastikler hayatımıza öyle bir şekilde girmiş ki, günlük kullandığımız ev eşyalarından oyuncaklara, tıbbi ve bilimsel birçok malzemelere kadar çeşitli uygulamalarıyla herkesin yaşam tarzının ayrılmaz bir parçası olmuşlardır.

Plastiklerin bu kadar rağbet görmesinin nedenleri; diğer hiçbir materyalde bulunmayan çeşitli özelliklere sahip olmalarıdır. Plastikler, hafiflik, esneklik, korozyona karşı direnç, renklerinin bozulmaması, şeffaflık ve kolay işlenebilme gibi çeşitli avantajlara sahiptirler. Kullanımları sadece modelistlerin hünerleri ile sınırlıdır.

Bu plastik devrinde metal ailesinden alüminyum, çinko ve çelik giderek önemini kaybederken naylon, polietilen ve politetrafloroetilen (PTFE) gibi bir çok materyale daha sık başvurulmaktadır.(1)

Plastikler bu avantajlarıyla beraber, önemli bazı sağlık problemlerini de beraberinde getirmektedirler. Plastiklerin stabilizasyonunda ve renklendirilmesinde kullanılan kimyasal katkı maddeleri kurşun ve kadmiyum gibi bazı ağır metalleri içermektedirler ( 2,3,4).

Stabilizatörler plastikleri ısı ve ışıkla bozulmaya karşı korumakla beraber onlara istenilen bazı özellikleri de kazandırır (2,4,5). Renklendirici olarak kullanılan katkıları ise çeşitli ton ve şiddette renk ve parlaklık verirler. Çoğu renklendiriciler ise plastiğe tüketiciyi cezbetmek için katılmaktadır. Bazı renklendiriciler de plastiklerin diğer özelliklerini güçlendirecek yönde etki ederler (6). Bununla birlikte plastikler su, alkol veya asit çözeltilerine temas ettiklerinde ağır metaller ekstrakte olabilmektedirler. Ayrıca bu metaller, yiyeceklerin taşınması, saklanması ve ambalajlanmasında kullanılan plastik materyallerden yiyeceklere geçme potansiyeline de sahiptirler. Bu risk, tekrar tekrar kullanılan materyallerde daha fazladır (7).

Bu ağır metaller canlı organizmalarda biriktikleri zaman redoks ve enzimatik sistemleri interfere ederek, organometalik bileşikler oluşturarak veya nükleik asitlerle etkileşerek toksik etki yaparlar (8). Bundan dolayı bu elementlerin kullanımı ile ilgili birçok düzenlemeler yapılmıştır. Mesela, ev boyalarında ve benzinde kurşun kullanımının azaltılması yoluna gidilmiştir (7). Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) çocuklardaki kurşun zehirlenmesinin en önemli nedeni kurşun bazlı boyalar olduğundan, 1978'de Tüketiciyi Koruma Komisyonu ev boyalarında kurşun kullanılması yasaklanmıştır (9).

Ayrıca, üretilen plastik malzemeler için gerek ulusal gerekse uluslararası standartlaştırma kurumları çeşitli düzenlemelerde bulunmuşlardır. Mesela, ülkemizde, Türk Standartları Enstitüsü'nün (TSE) TS 5219 sayılı standardına göre 3 yaşından küçük çocukların oyuncaklarında kullanılan plastik malzeme suyla ekstrakte edildiğinde ekstraksiyon çözeltisi 1 mg/L 'den çok kurşun ihtiva etmemelidir. Plastik malzeme 50 ppm'den çok baryum içermemelidir. Polivinil klorür(PVC)' den yapılmış oyuncaklarda kalay miktarı 5 ppm'den çok olmamalıdır. Oyuncaklarda kullanılan boya, lak ve cila maddesinde kurşun miktarı 2500 ppm'den, baryum 500 ppm'den, Arsenik, kadmiyum ve civa 100 ppm'den, antimon ve krom 250 ppm'den çok olmamalıdır (10). Diğer yandan Avrupa Birliği ülkelerinde üretilen oyuncaklarda kullanılan plastik materyallerden ekstrakte olabilen toksik metal konsantrasyonu Avrupa Standardı EN 71/3 ile sınırlanmıştır. Buna göre toksik metallerin maksimum konsantrasyonları (mg/kg olarak) As, Cd, Cr ve Hg 100 ; Sb ve Pb 250 için ; Ba ise 500'ün üzerinde olmamalıdır (8). ISO'nun ISO/DIS 8124 numaralı standardına göre, plastik materyalden ve boyadan ekstrakte olabilen maximum toksik element miktarı (mg/kg olarak) Sb ve Cr ve Hg 60; As 25; Ba 1000; Cd 75; Pb 90; Se ise 500 olmalıdır (11). Bu nedenle plastik ve boyaların analizinde ağır metallerin tayini ve kabul edilebilir sınırlar içerisinde olması halk sağlığı açısından çok önemlidir.

Şanlıurfa ili ithal oyuncak pazarının önemli merkezlerinden birisi olup, bütün Türkiye'ye oyuncaklar bu ilimizden dağıtılmaktadır. Bu nedenle biz çalışmamızda özellikle Şanlıurfa'da bulunan oyuncak ithalatçılarından temin edilen plastik oyuncakların ve çeşitli maksatlar için kullanılan plastik ve boyalarda bulunan toksik elementlerden olan kurşun ve kadmiyum miktarını tayin etmeyi ve ISO'nun müsaade ettiği miktarlarla karşılaştırmayı amaçladık.

### ***1.1 - Plastik Materyallerin Kökeni ve Genel Özellikleri***

Plastik materyallerin esasını oluşturan sentetik polimerlerin kökeni, yer altında bulunan, yaklaşık 5 milyar yıllık süreç içinde deniz organizmalarından oluşan tortulu kaynaklardır. Tortular genellikle kara tabakaları arasına akarak çamurlar oluşur ve anaerobik çürüme gerçekleşir. Bu kimyasal süreç içerisinde kimyasal serbest enerjide küçük değişimler gerçekleşir. Bu işlemin tipik ürünleri karbondioksit, su, amonyak ve hidrokarbonlardır. Silica çamurda yaklaşık %5 petrol vardır. Sonra yer hareketlerinin etkisiyle geçirgen olmayan kil tabakaları arasında petrol ve gaz odaları oluşur. Bunlar petrolün esas kaynağını oluştururlar.

Çürüme ürünlerinin çoğu düşük molekül ağırlıklı organik bileşiklerdir. Bunlar doymuş ve doymamış halkalı ve düz hidrokarbonlar ve aromatiklerdir. Bir

moleküldeki karbon atomu sayısı 5-50 arasında değişebilir. Diğer ürünler ise su ve amonyak gibi nisbeten uçucu bileşiklerdir (12).

Atomların zincir halkaları gibi birbirine bağlandığı büyük molekül yapılı sentetik maddelere plastik adı verilir (13). Plastik de, kauçuk, elyaf ve selüloz gibi, polimer (makromolekül) diye tanımlanan bileşik sınıfına girer. Polimer, monomer adı verilen küçük moleküllerin polimerizasyon, polikondenzasyon, poliadisyon ile veya tabii imalatların modifikasyonları yoluyla elde edilen büyük moleküllere verilen isimdir(13,14)

Birçok plastik, esas yapıyı oluşturan reçine ile belirtilir. Bunlar saf polimerlerdir. Reçineler doğrudan son ürün üretiminde kullanılabildiği gibi, bir çok katkı maddeleri katılarak da işlenebilir (13). Polimerlerin ayrı bileşik olarak incelenmesi ve uygulama sahasında giderek önem kazanması molekül büyüklüğünden kaynaklanmaktadır. Bu farklı durum şöyle ortaya çıkar :

Polimerlerin mol kütleleri, küçük moleküllere kıyasla çok yüksektir. Mol kütlesi 18 olan su, 46 olan alkol ve 342 olan şekere karşılık, naylon ve polietilen gibi polimerlerin mol kütleleri 10 binlerde başlar, milyonlar mertebesine ulaşabilir.

Ote yandan bir polimer numunesinin içerdiği moleküllerin büyüklükleri bir dağılım gösterir, yani ortalama mol kütlesine sahiptir. Halbuki su, alkol veya şeker gibi küçük moleküller içeren bileşiklerden alınan bir numunedeki moleküller birbirleriyle aynı büyüklüktedir. Yani mesela, şeker moleküllerinin hepsinin mol kütlesi 342'dir(14).

### **1.2. Stabilizatörler ve Renklendiriciler**

Metalik pigmentler plastiklerin işlendiği sıcaklıkta organik pigmentlerin bozulmasından dolayı kullanılırlar. Kadmiyum ve kurşun stabilizatörleri polimerlerin bozulmasını önlediklerinden uzun ömürlü PVC üretiminde kullanılırlar (2).

Ayrıca stabilizatörler kurşun-kalay ve baryum-kadmiyum bazlı olabilirler. Bazen, kombine stabilizatörler de kullanılır.

Mesela, kurşun ve kadmiyum-baryum sistemleri. Baryum kadmiyum sistemleri ile beraber epoksidize soya fasülyesi yağı (ESBO) ve bir şelatör (genellikle bir organik fosfit) gibi ikincil stabilizatörler kullanılır. Kombinasyonda Ba/Cd stabilizatörleri ve ESBO ısı ve ışığa karşı sağlamlığı, şelatör de initial renk ve kurumayı sağlar.

Ba/Cd stabilizatör sistemleri Almanya'da yaygın olarak pencere profil formülasyonları için kullanılmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde kalay stabilizatör bileşikleri tercih edilirken, Kanada'da kurşun stabilizatörleri sert PVC için yaygın olarak kullanılmış , fakat pencere profil formülasyonlarında beyaz bileşikler

için düşük verimlerinden dolayı, stabilizatör olarak kullanılmaları sınırlanmıştır. Çünkü, havayla temastan sonra kireçlenmeyi artırırlar (5).

Plastiklerde kullanılan renklendiriciler dört büyük kategoriye ayılabılır.

1. İnorganik pigmentler,
2. Organik pigmentler,
3. Boyalar,
4. Özel renklendiriciler.

Pigmentler, reçinelerdeki kolloidal partiküllerdir. Metal tuzları ve oksitleri olan inorganik pigmentler genellikle sıcaklığa karşı direnç sağlarlar, kolayca dağılırlar ve iyi boyama ve gizlenme gücüne sahiptirler. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanı titanyum dioksittir. Diğer inorganik pigmentler arasında demir oksitler ; kadmiyum, kurşun, çinko, civa, stronsiyum ve baryum tuzları vardır. Genellikle reçinede çözülebilen az sayıda tanecik ve sıvı boyalar plastiklere parlaklık ve şeffaf renkler verirler. Bunlar, kimyasalların ve ışığın geçişine ve işleme sıcaklığına karşı zayıf bir direnç sağlarlar. Özel renklendiriciler esas olarak inorganik pigmentler olup özel maksatlar için diğer renklendiricilerle beraber kullanılırlar.

Çoğu polimerler organik ve inorganik pigmentlerle birleşirler. Bununla birlikte bu gruptaki kimyasalların hepsi her plastikte işleme ve son kullanım için uygulanabilir değildir. Boyalar, kimyasal ve ısıya dayanıklılık bakımından büyük ölçüde yetersiz oldukları için polimerlere uygulanmaları daha çok sınırlanmıştır (6.)

### **1.3. Kurşun**

Bilinen en eski yedi metalden biri olan kurşun bütün medeniyetler tarafından kullanılmıştır. Kurşun doğada elementel halde bulunmaz, sülfür cevheri (galena) halinde bulunur. Metalik kurşunun ortaya çıkışı, galenanın kazayla bir kamp ateşine düşmesi sonucu gerçekleşmiştir (15).

Eski zamanlarda insanlar kurşunu muska, bilezik ve diğer zinet eşyaları ; tabak, tepsi, bronz heykeller için dolgu maddesi ; balık ağı için olta ve benzeri maksatlar için kullanmışlardır. Muhtemelen galena ilk defa gözboyası olarak kullanılmıştır (15).

Yunanlılar ve Romalılar eski zamanlarda, kurşunu yemek pişirme kaplarının yapımında yaygın olarak kullandıklarını söylemektedirler. Bronz kaplar yemeklere acı bir tat vermişler, fakat kurşun yemekleri tatlandırmıştır. Zeytinyağı çoğunlukla kurşunla kaplanmış kaplarda saklanmıştır. Şarap, kurşunla kaplı çömleklerde hazırlanmaktaydı. Ayrıca Roma su kemeri sistemleri kurşunla kaplıydı (15).

Roma İmparatorluğunda, bulunduğu çağın ilk yüzyılı boyunca tahmin edilen kurşun tüketimi kişi başına 4 kg/yıldır (15). Günümüzde Amerika Birleşik

Devletleri'nin kurşun tüketimi ise kişi başına 6 kg/yıl'dır. Romalılar, motorlu araçları olmayan, tarımla uğraşan bir toplumdur. Muhtemelen ABD'de işlenen kurşunun çok büyük bir kısmı pil oksitlerinin ve kurşun alkollerinin yapımında kullanılmaktadır (15).

Günümüzde kurşun, bileşikleri halinde başlıca akümülatör, plastik, kozmetik ve boya sanayiinde - katkı maddeleri olarak ve şehir su şebekelerinde borulardan su sızıntılarının önlenmesi amacıyla lehim alaşımı şeklinde olmak üzere çeşitli sektörlerde kullanılmaktadır. Bu nedenle insanlar çeşitli kaynaklardan kurşuna maruz kalmaktadırlar.

### **1.3.1 Kurşun Zehirlenmelerinin Kaynakları**

Küçük çocukların, çevrelerini ağızlarıyla yoklamalarından dolayı kurşuna maruz kaldıkları en önemli kaynaklardan biri boyalardır (9,15,16,17). Kurşunlu boyaların tehlikeli etkisi yıllardan beri tartışılan bir konudur. Bu nedenle boyalardaki kurşun içeriğinin azaltılması, yasaklanması ve düzenlenmesi yoluna gidilmiştir. (9,15,17)

Cilalı çanak-çömlekler kurşun zehirlenmesinin en bilinen kaynaklarından biridir. Amerika Birleşik Devletleri ve İngiltere'de özellikle asitli yiyeceklerin hazırlandığı ve saklandığı cilalı çanak-çömleklerin kullanılmasından doğan çok sayıda vaka rapor edilmiştir (15). Rottenberg S.J. ve ark. (18), 36 hafta hamileliği boyunca ve hamilelikten sonra da 4 hafta olmak üzere toplam 40 hafta cilalı bir sürahi kullanan bir kadın ve bebeğinin kanındaki kurşun derişiminin 2.40  $\mu\text{mol/L}$  den fazla olduğunu bulmuşlardır. Kurşun içeren pigmentler kullanarak cilalı çanak çömlek üreten işçilerde kurşun zehirlenmesi bir problem olarak devam etmektedir (19).

Kozmetik ürünleri genellikle kurşun bileşiklerini içerirler (15,17,20). Bu ürünler özellikle küçük çocuklarda uygulandığında daha çok risk potansiyeline sahip olurlar(15). Nir A. ve ark. (21), kurşun bazlı göz kozmetiği olan kohl'un Ortadoğu'da ve sürmenin Hindistanda hem kadınlar hem de bebekler ve küçük çocuklar tarafından kullanıldığını ve kohl uygulanan çocuklarda, anneleri kohl kullanan çocuklardakinden daha yüksek kan kurşunu bulunduğunu belirtmektedirler.

Sherlock J.C. ve ark. (22), yasal veya kaçak olarak üretilen alkolden kaynaklanan kurşun zehirlenmesinin meydana geldiğini belirtmektedirler. Thomas L.C. (15), alkollerin, kurşun içeren camlardan yapılmış kaplarda saklanması onların tadlarını arttırabileceğini fakat bir dereceye kadar tehlikeli de olabileceğini söylemektedir. Çünkü, kurşun alkole kolayca ekstrakte olabilmektedir (23).

Bose A. ve ark. (24) 'na göre halk ilaçları da kurşunca zengin olabilirler. Bose A. ve ark. (24) 'na göre sancı ve sindirim hastalıkları, Abdullah M.A. (25)'ya göre diş ağrısı, CDC (26)'ye göre ateş ve Stherman J. ile Harber P. (27) 'ye göre cilt yanıkları

için kullanılan halk ilaçlarının en önemli bileşeninin kurşun olduğu bulunmuştur . ABD'nin Minnesota eyaletinde yaşayan ve Kuzey Laos'tan gelen mültecilerin çocuklarında kurşun zehirlenmesi teşhis edilmiştir (20). Bunlar CDC (26)'ye göre ateş düşürmek için değişik miktarda kurşun veya arsenik içeren " pay-loa-ah"denilen halk ilacını kullanırlar. Kurşun bazlı halk ilaçlarını sadece Asyalılar ve Ortadoğulular değil, İspanyol göçmenler de kullanmaktadırlar (20). Yine Bose A. ve ark. (24)'na göre Meksika halk ilacı olan "Azercan" , %95'den fazla kurşun tetroksit içeren açık turuncu renkli bir tozdur.

Bebekler ve çocuklar için en önemli kurşun kaynakları, toz , toprak , su ve yiyeceklerdir. Kurşunla kirlenmiş toz ve toprakla oynayan çocuklar ellerini ağızlarına götürdüklerinde önemli ölçüde kurşuna maruz kalmaktadırlar (28). Toft P. ve ark. (29)'na göre su kaynakları her ne kadar kurşunla kirlenmiyorsa da kurşun, içme sularına, şebekelerdeki kurşun borularından veya boruları birbirine bağlayan lehimlerden geçmektedir. Hatta, içme sularında kurşun olmasa bile, bebek mamalarının yanlış ve uygunsuz hazırlanması önemli miktarda kurşun sağlayabilir. Temiz suların kurşun serbestleyen kaplarda kaynatılması gibi uygulamalarla suya kurşun geçmekte ve kaynama süresi uzadıkça, kurşun derişimi de artmaktadır (30). Kurşun anne sütüne de geçebileceğinden yüksek düzeyde kurşuna maruz olan annelerin sütündeki kurşun bebeğe de geçebilmektedir (31). Un değirmenlerinde kurşunla kirlenen undan yapılmış ekmekle beslenen ailelerde kurşun zehirlenmesi teşhis edilmiştir (32,33). Amerika Birleşik Devletleri ve İngiltere'de satılmakta olan paketlenmiş ve ambalajlanmış yiyeceklerin önemli miktarda kurşun içerdiği bulunmuştur (15). Karides, istiridyeye, scallop gibi denizden elde edilen yiyecekler de dikkate değer ölçüde metal konsantrasyonuna sahiptirler (15).

Mumlar da kurşun kaynakları arasındadır. Çünkü, sofralarda kullanılan dekoratif mumlar kurşun içerirler. Bu mumların fitilleri de kurşun içerir. Çünkü, fitillerin yapımında kullanılan alet takımı da kurşunludur. Yemek süresince yakılan mumlardan yemeklerin üzerine düşen kurşun miktarı yaklaşık olarak miligram mertebesindedir(15).

Silah atışından sonra elde kalan parçalar temizlenmediği takdirde, bu parçalardan kurşunun absorplanması kronik kurşun zehirlenmesiyle sonuçlanabilir (34).

Mesleki kurşun kaynakları, düzenlemelere rağmen mesleki kurşun zehirlenmesi için hala büyük bir problemdir (35).

### **1.3.2. Kurşun Metabolizması**

Kurşun organizmaya, deri, solunum yolları ve sindirim kanalı yollarından girebilmektedir. İnorganik kurşun bileşikleri sağlam deriden giremeyip tahriş olmuş deriden girebilmektedir. Organik kurşun bileşikleri ise deri ile etkileşerek vücuda girebilir. Organik kurşun bileşikleri inorganik kurşun bileşiklerinden daha hızlı absorbe olurlar. Bunların yağdaki çözünürlükleri çok olduğundan sinir dokularına girişi daha fazladır (15).

Ağız yoluyla alınan kurşunun %5-10'u barsaklardan absorbe edilir, geriye kalanı feçesle dışarı atılır. Kan dolaşımına geçen kurşunun %95'i eritrositlerde hemoglobine bağlanır, %5'i plazmada kalır. Kurşun metabolizmasının ilk basamağında, kandaki kurşun önce eritrositlerden plazmaya, sonra ekstraseküler bölgelere ve daha sonra da intraselüler bölgelere ve dokulara difüze olur (15). Vücuttaki kurşunun %10'u yumuşak dokularda, % 90'ı ise kemik dokusunda bulunur (15,20). Yumuşak dokulardan, kurşun içeriği en fazla olan karaciğer ve böbrektir. Yumuşak dokulardan difüze olan kurşunun bir kısmı kemiklerde depolanır, bir kısmı da dışarı atılır. Mc Donalt NS. ve ark. (36)'na göre X-ışınları diffraksiyonu çalışmaları göstermiştir ki, kurşun, kemik kristali içindeki diğer katyonlarla yer değiştirerek kemik dokusuna yerleşir (15). Bununla beraber kurşunun organik bileşenlere bağlanması veya çözünmeyen bir bileşiğin farklı bir kristali olarak ayrılması da mümkündür (15). Çok düşük konsantrasyonlardaki kurşun, kalsiyum fosfat kristalinin oluşumunu uyaran etkili bir nükleating ajandır (15). Fleisch H. ve ark. (37)'na göre bu mekanizma kurşunun kemik kristalinin yüzeyi tarafından yakalanmasında önemli olabilir. Kurşun, kalsiyumun metabolik yollarını takip eder.

### **1.3.3. Kurşun Zehirlenmesinin Mekanizmaları**

Kurşunun porfirin ve heme biyosentezine etkileri bilinmekle beraber, hücre metabolizmasına etkisinin tam mekanizması bilinmemektedir. Gerçekte, kurşunun porfirin metabolizmasında değişikliklere sebep olduğu, kronik kurşun zehirlenmesinin teşhisine yönelik olarak yapılan testler bazında ortaya konmuştur. İdrar coproporfirin salgısında ve eritrositlerde çinko protoporfirin birikmesinde düzensizlik oluşturduğunu gösteren klinik laboratuvar testleri artmaktadır (38).

Akut kurşun zehirlenmesinin, çeşitli mekanizmaları etkilemesi sebebiyle, kronik kurşun zehirlenmesinden farkı olabileceğine dair bilgi değerlidir. Swartz S. ve ark. (39), akut kurşun zehirlenmesine uğramış tavşanlarda serbest protoporfirin ilk başlarda

arttığını, sonra bunu, artan çinko protoporfirin beraberinde serbest protoporfirin azalmasının takip ettiğini göstermişlerdir.

Kurşun zehirlenmesinden kaynaklanan coproporfirinuriada artan coproporfirin salgılanması kurşun maruziyetine çok geç bir cevaptır. İlimli coproporfirinuria, çok çeşitli etiyoolojiye sahip olan ve toksik ajanların bir çeşidini içeren kurşun zehirlenmesi olarak görülmüştür (38).

#### ***1.3.4. Kurşunun Heme Proteinleri ve Diğer Enzimlere Etkisi***

İnsan üzerindeki çalışmalarda kurşunun in-vivo etkisi genel olarak gösterilmese de, heme sentezi yolundaki bir kaç enzim üzerinde bir inhibitör etkisi in-vitro çalışmalarla gösterilmiştir (40).

Spesifik mekanizması dolayısıyla kurşun, demirin protoporfirin IX ile birleşmesini interfere ederek tartışmalı heme artıklarını oluşturur(41). Labbe RF. (38), kurşun zehirlenmesinde ferroşelataz aktivitesinin inhibe edildiğinden kuşkulmaktadır. Ve bunun ferrous demirdeki bir sınırlama için gerekli olan heme oluşumundaki başarısızlığa sebep olduğu varsayılmaktadır (38).

#### ***1.3.5. Kurşunun Hematolojik Etkileri***

CDC (42)'ye göre anemi, genellikle kandaki kurşun 1,92 µmol/L olduğu zaman ortaya çıkmaktadır. Clark M. ve ark. (43)'na göre kurşun fazlalığının demir eksikliğiyle beraber bulunması aneminin şiddetini artırır.

Kurşun zehirlenmesinde eritrosit heme'i azalır ve çinko protoporfirini artar (20). Otozomal dominant kalıtsal hastalıklardan, ferroşelataz eksikliğinde, şelatlanmamış, serbest protoporfirin sadece şiddetli akut kurşun zehirlenmesinde veya daha çok şiddetli eritropoeziste artar (38).

#### ***1.3.6. Kurşunun Böbrekler Üzerinde Etkileri***

Nolan CV. and Shaikh Z.A. (44), Emmerson BT. (45) ve Goyer RA. (46)'ya göre kronik , şiddetli kurşun maruziyeti renal tabular hasarına sebep olabilir ve kronik böbrek yetmezliğine yol açar. Bununla beraber, Bennet WM. (47) ve Craswell PW. (48) 'ye göre kronik böbrek hastalığının teşhisinde nadir olarak kurşun nefropatisi göz önünde tutulur.

Akut kurşun nefrotoksitisi büyük ihtimalle tubular hücrelerinin aminoasidürisini, fosfatürisini ve glikozürisini etkiler (20). Bu, hücrelerin eizonofilik gruplarının idrar mikroskopisinde bulunmasıyla ve böbrek biyopsisinde kurşun-protein kompleksinden ibaret olan çekirdek içi grupların bulunmasıyla teşhis edilir (49).

Mitokondrideki değişiklikler mitokondrial solunum ve fosforilasyondaki ultrastrüktürel değişikliklerle ilgilidir (50).

Goyer R.A.(46)'ya göre kronik maruziyet vakaları derece derece tubular atrofi ve interstisiyal fibrozisle sonuçlanır ki, bu da böbrek yetmezliği ile sonuçlanan glomerular filtrasyonun azalmasıyla birlikte dir. Gerber GB. ve ark. (51)'ne göre kurşunun türlere bağlı olarak mutajenik veya karsinojenik etkileri de vardır.

Akut kurşun maruziyetinin latent kronik böbrek yetmezliğine 60 yaşlarından önce sebep olduğu Nye LJJ. (52) tarafından ileri sürülmüştür. Bu kriter Emmerson BT (53)'ye göre kronik kurşun nefrotoksisinin teşhisinde ve aşırı kurşun absorpsiyonuna kesin delil olarak kullanılır. Ayrıca nefropatinin sebebi olarak kurşun kriter alınır (54).

### ***1.3.7. Kurşunun Kardiyovasküler Etkileri***

0.096-0.72 µmol/L değerinin haricindeki bir seviyede kan kurşunu ile diastolik kan basıncı arasında doğru orantı bulunmuştur (55). Bu yeni bulgu sistolik ve diastolik kan basıncının eşik değer hariç diğer değerlerdeki kan kurşunu ile önemli bir istatistiksel ilgisinin olduğunu göstermiştir (56). Böbrek fonksiyonları ile ilgili bir çalışmada, çocukluğunda kurşuna maruz kalmış kişilerde böbrek bozukluğu bulunmamıştır Fakat daha önceleri hiç maruz kalmamış kişilerde önemli ölçüde yüksek sistolik kan basıncı rapor edilmiştir (57). Lilis R. ve ark. (58), yüksek kurşun yüküne maruz işçilerde hipertansiyon ve nefropatinin tehlikeli olduğunu bildirmişlerdir. Ancak, hipertansiyonun kurşun nefropatisiyle beraber mi yoksa nefropatinin sonucu mu olduğu tartışılmaktadır(59,60). Çünkü diastolik kan basıncı artan miyokardiyal infarktüs riski ile doğrudan ilişkilidir (56). Yeni bulgular göstermektedir ki kurşundaki artış başka yollardan aterosklerozis ve trombozise neden olabilmektedir (61,62). Kurşun, heparan sülfatın serbestlenmesini inhibe etmektedir ki, heparan sülfat koagülan etkiye sahiptir(61).

### ***1.3.8. Kurşunun Nörolojik Etkileri***

Lockitch G. (20), kurşunun nörotoksik etkilerinin tartışılmakta olduğunu belirterek, kurşunun kalsiyuma bağlı sistemlerle birkaç farklı yoldan etkileşebileceğini göstermişlerdir. Kurşun, hücrelere girmek için, kalsiyum taşıma sistemlerinden yararlanabilir (63). Copper GP. ve ark. (64)'na göre kurşun, presinaptik sinir uçlarının plazma membranı üzerindeki, voltaja duyarlı kalsiyum kanallarını tıkayabilir. Veya, sinaptozamlardan nörotransmitter salgılanmasını artırabilir (39). Kurşunun bu etkisi beyin üzerinde açık değildir(20).

Şiddetli kurşun zehirlenmesinin en iyi bilinen etkisi periferik noropatidir. Yüksek seviyede kurşuna maruziyet, bir motor nöropati ile sonuçlanır ki, bu kendini, ayak ve el bileklerindeki uzayıp kısalabilen kasların felçli olması veya zayıflaması ile gösterir(20).

Düşük seviyedeki kurşun maruziyetinin doğumdan önce ve bebeklikteki anlayış üzerindeki etkisi tartışmalı bir konu olarak kalmaya devam etmektedir (20). Düşük seviyedeki kurşunun anlayış üzerindeki etkisi az olup, ebeveynin anlayışı, eğitim, beslenme, sosyoekonomik sınıf ve doğum öncesi, alkol kullanımı gibi faktörlerin anlayış üzerine etkisi daha ağır basmaktadır (66).

### ***1.3.9. Kurşunun Büyüme ve Endokrin Sisteme Etkisi***

Kurşun , büyüme üzerinde önemli bir rol oynamaktadır (20). Aşırı miktarda kurşuna maruz kalan çocuklardaki bozuk büyümenin, düşük sosyoekonomik sınıf, standartlara uygun olmayan yerleşim, pica ve kötü beslenmeden doğan kurşun zehirlenmesiyle ilgili bir niteliğe sahip olduğu görülmektedir (67,68). Kan kurşunu, ağırlık ve boy için önemli istatistiksel işaretlerden biridir (67). Kandaki kurşun seviyesiyle nitelenen büyüme etkisi 59 aylık yaş ortalamasının ortalama kan konsantrasyonunda, kan kurşununun sıfır olduğunda beklenen boya oranla ağırlıkta %1,5'lük bir azalma olduğu görülmüştür (67). Benzer bir etki Belçika'da 8 yaşından küçük çocuklar üzerinde de gösterildi (69) . Değişen büyüme , doğrudan kemik üzerindeki toksik etkisinden, veya dolaylı olarak, kemik metabolizmasını düzenleyen hormonlar üzerindeki etkisinden kaynaklanabilir(20).

Kurşunun kemik üzerindeki etkilerinden bazıları pituitar hormonlara bağlı olabilir(20). Huseman CA. ve ark. (70), yüksek kan kurşununun büyüme hormonunun salgılanmasındaki bozukluğa ve insüline benzeyen "büyüme faktörü-I" in azalmasına eşlik ettiğini fakat tiroid uyarıcı hormon, tiroksin, triyodotroninin ise kurşundan etkilenmediğini belirtmektedirler.

### ***1.3.10. Kurşunun Hamilelik, Yeni Doğmuş Bebekler ve Çocuklar Üzerindeki Etkisi***

Erkek ve kadınlarda yüksek derecede kurşun maruziyetinin üreme üzerine olumsuz etkileri vardır(20). Yüksek kurşun maruziyeti düşük, ölü doğum ve doğumdan hemen sonraki ölümlerde artışla beraber görülmektedir(71).

Kurşunun transplasental geçişi kolayca gerçekleşmektedir ve fetüse ulaşan miktar, annenin kanındaki kurşuna bağlıdır(72). Annenin kanındaki kurşun

konsantrasyonu hamilelik sırasında annenin alkol alması ve sigara kullanmasıyla doğru orantılıdır(73).

Plasental doku ve membranlardaki kurşun içeriği doğum öncesi aşırı kurşun maruziyetine kan kurşunundan daha fazla etki etmektedir(20). Plasental membranın ortalama kurşun içeriği normal doğumlardakinden ; geç fetal ölümlerde 3,5 kat, erken doğumlarda ise 1.6 kat daha fazladır(74). Bununla beraber, fetal stres şartları altında kurşun plasentada daha kolay birikebilir ve böylece kurşun, birçok olumsuz hamilelik sonuçlarına sebep olur(74).

Doğum ağırlığı veya hamilelik süresi birkaç çalışmada annenin kan kurşunuyla ters orantılı olarak bulunmuş fakat çoğunda bu şekilde değildir(72,75,76,77). Benzer şekilde, kurşun seviyesi ile erken doğum arasında doğru orantı olduğu bazı çalışmalarda rapor edilmiştir(72).

Göbek gordon kanındaki kurşun konsantrasyonu ile ilgili bir çalışmada, kurşun seviyesi 1.69  $\mu\text{mol/L}$  veya daha fazla olan yeni doğmuş bebeklerde angioma, hemangioma, deri lekeleri, polidaktili, torbasına inmemiş testisler gibi önemsiz anormallikler olduğu ve bu sonuçların görülmesi riskinin en düşük kurşun seviyesine sahip gruba göre 2.7 kat artığı tesbit edilmiştir (71).

#### **1.4. Kadmiyum**

Kadmiyum da önemli bir toksik metaldir. Kadmiyum çinko ile benzer atomik ve kimyasal özelliklere sahip olduğundan (15), doğada çinko ile beraber bulunur(15,78).

Kadmiyum ve tuzları çeşitli endüstriyel işlemlerde kullanılmaktadır. Elektrolitik kaplama, kadmiyumun en önemli kullanım alanıdır. Kadmiyum bazı alaşımların, mesela, alüminyum lehiminin önemli bir bileşenidir. Ayrıca oymacılıkta , dişçilikte (amalgam olarak) ve pil sanayiinde nikel-kadmiyum pillerinin yapımında çok kullanılmaktadır(15).

Kadmiyum bromür ve iyodür fotoğrafçılık, taş baskısı işlemlerinde, cam ve seramik cilalarının yapımında çok faydalıdır(15).

Kadmiyum sarısı olarak da bilinen kadmiyum sülfür ışığa dayanıklı bir pigment olup cam, sabun, tekstil ürünleri, kağıt, silgi, matbaa mürekkepleri ve havai fişeklerin renklendirilmesinde kullanılır(15). Ayrıca Goodman L.S. and Gelman A. (79)'ya göre bazı kadmiyum tuzları 1900'lü yılların başlarında insanlarda frengi ve tüberkülozün tedavisinde de kullanılmıştır.

#### **1.4.1. Kadmiyum Zehirlenmesinin Kaynakları**

Kadmiyum zehirlenmesinin yukarıda belirtilen endüstriyel kaynaklarından başka diğer önemli kaynaklar da sular, hayvansal ve bitkisel gıdalar (15,78) ve sigaradır(15). Galvanizli borulardan veya su şebekelerinin diğer kısımlarından da bir miktar kadmiyum ayrışabilmektedir. Başta kabuklu deniz yiyecekleri olmak üzere yiyeceklerde oldukça yüksek seviyede kadmiyum bulunmuştur. Bu seviyeler kadmiyum kirliliğinin olduğu hallerde daha yüksektir. Aynı şekilde kadmiyum kirli sularla sulanmış mahsulere de geçebilmektedir. Memeli hayvanların böbrek ve karaciğerlerinde de oldukça yüksek seviyede kadmiyum bulunmaktadır(78)

#### **1.4.2. Kadmiyumun Metabolizması**

Kadmiyum da kurşunla hemen hemen aynı yollardan vücuda girer. Ağız yoluyla alınan kadmiyumun % 5-10'u barsaklarda absorplanır. Günlük absorpsiyon miktarı alınan protein, kalsiyum, D vitamini ve çinko gibi diğer iz elementlerin miktarına bağlıdır. Solunum yoluyla alınan kadmiyum, solunan materyalin fiziksel haline bağlı olarak % 10-40 arasında değişen oranlarda absorplanır. Absorplanan kadmiyum başlıca böbreklerde ve karaciğerde ve daha az miktarlarda da diğer organlarda birikir. Ağız yoluyla alınan kadmiyumun başlıca hedef organı böbrektir. Solunum yoluyla alınan kadmiyumun ise hedef organları böbrek ve akciğerdir(78).

Kadmiyumun biyolojik yarı ömrü oldukça uzun olup yaklaşık olarak 33-38 yıl olarak hesaplanmıştır(15/78). Bu nedenle kadmiyum vücutta çok yavaş olarak birikir vücuttaki total kadmiyum yükü yaşa bağlı olarak artar ve yaklaşık olarak 50 yaşlarında maksimuma ulaşır. Herhangi bir mesleki maruziyete uğramamış 50 yaşlarındaki ortalama bir yetişkinin vücudunda 20-30 mg kadardır ki, bunun üç veya dörtte biri böbrek ve karaciğerde bulunur(78).

#### **1.4.3. Kadmiyum Zehirlenmesi**

Kadmiyum veya bileşiklerinin solunması, ilk olarak solunum bölgesini etkiler ve sonra da sistemik olarak etkiler. Maruziyetten birkaç saat sonra boğazda kuruluk ve kasılma hissi ile nefes almakta güçlük görülmüştür. Aynı zamanda başağrısı, kusma ve kas krampları da olabilmektedir. Düzenli olarak öldürücü konsantrasyonlarda kadmiyuma maruziyetin geciken belirtisi olarak, aşırı bir rahatsızlık çekmeden ölümlerin meydana geldiği bildirilmiştir. Öldürücü durumlarda akciğer ödemi, böbreklerde iltihaplanma ve karaciğerde yağlanma kaydedilmiştir(15). Friberg L. (80)'ye göre kronik kadmiyum zehirlenmesi görülen işçilerdeki bulgular arasında

akciğer amfizemi, hafif akciğer hasarı, anemi, proteinüri, renal tabular hasar, dişlerde bazı değişimler ve koklama duyusunda bozulmalar ortaya çıkmıştır.

Kadmiyum bileşiklerinin yutulması ise mikrobiyal orjinli gıda zehirlenmesini akla getiren belirtiler ortaya çıkarır. Bu belirtiler mide bulantısı, salya çıkarma, kusma ve müteakiben ishal ve karın ağrısıdır(15).

Sovet (81)'in tanımladığı vaka, muhtemelen tarihteki ilk kadmiyum zehirlenmesi vakasıdır. Kadmiyum karbonatla gümüş ayna cilalayan üç hizmetçi çok miktarda toz solmuş ve bunun sonunda solunum ve gastrointestinal problemler gelişmiştir.

Kadmiyum zehirlenmesinin bir şekli olan Itai-Itai Hastalığı, osteomalasi veya osteoporosizle kombine olan böbrek fonksiyonu bozukluğu ile anlaşılır. Bu hastalık, Japonya'nın bazı bölgelerinde oldukça yaygındır(15).

Böbrek korteksindeki kadmiyum konsantrasyonu, yaş ağırlıkça 200 mg/kg değerini aşarsa böbrek hasarı meydana gelebilir. Böbrek hasarı, hafif proteinüri, glikozüri, anormal aminoasidüri, konsantre idrar yetersizliği veya aşırı asidik idrarla karakterize edilir. Diğer böbrek rahatsızlıklarında hiperkalsiüri de bulunmuştur(78).

Kadmiyum absorpsiyonun artmasına bağlı olarak hipertansiyonun veya testiküler atrofi'nin geliştiğine dair henüz bir delil bulunamamıştır. Ayrıca, kadmiyum maruziyetinin prostat kanserinde bir artış meydana getirdiğine dair raporlar da henüz ispatlanamamıştır(78).

#### ***1.4.4. Kadmiyumun Genel Hücre İçi Etkileri***

İnsanlar üzerinde yapılan çalışmalar, bu elemente maruz kaldığı bilinen insanların % 50-60'ında kromozomal anormallikler ortaya çıktığını göstermiştir. Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalardan elde edilen veriler de, kadmiyumun, enjekte edildiği bölgelerde kötü huylu tümörlere neden olabildiğini göstermiştir. Fakat bu etkilerin mekanizmaları ve bu mekanizmaları etkileyen faktörler bilinmemektedir(82).

$Cd^{2+}$  ile yapılan in - vitro çalışmalar, bu iyonun mitokondriye güçlü bir şekilde bağlandığını ve solunum ile oksidatif fosforilasyonu inhibe etme kapasitesine sahip olduğunu göstermiştir. Kadmiyumun bu etkileri in-vivo şartlarda muhtemelen, kadmiyum metallotioneinin sentezine, mevcudiyetine ve indirgenmesine bağlıdır(82).

Kadmiyum uygulanmasının metallotionein senteziyle sonuçlandığı bilinmektedir. Bu proteinin, kadmiyum zehirlenmesinde ve kadmiyumun in vivo metabolizmasında önemli bir rol oynadığı görülmektedir. Kadmiyum metallotionein sentezinin hücre içi protein sentezine etkileri açık değildir(82).

Farelerde 4,3 mg/kg'lık bir dozda kadmiyum uygulanmasından sonra, kadmiyum iyonlarının normal in-vivo heterolizom proteolizisini % 40 inhibe ettiği

bulunmuştur. Yeni in-vivo çalışmaları, lizomom sisteminin kadmiyum metallothionein sirkulasyonunun toksisitesi ve metabolizmasında önemli bir rol oynayabildiğini göstermektedir(82).

### **1.5. Atomik Absorpsiyon Spektrometrisi**

Atomik absorpsiyon spektrometrisi (A.A.S.) elementin serbest atomlarının kendine özgü dalga boyunda ışın absorblaması esasına dayanır(83). Analizi yapılacak örnekler uygun şekilde çözüldükten sonra, hangi element analizi yapılacak ise, onun oyuk katod lambası yerleştirir. Tek renk seçici dalga boyu, analiz elementinin rezonans hattına ayarlanır ve uygun yarı genişliği (spektral band genişliği) seçilir. Işık kaynağına verilecek akım ve fotokantlandırıcıya uygulanacak gerilim tesbit edilir. Atomlaştırıcı olarak grafit fırın kullanıldığında sıcaklık optimize edilir(84).

Bilinen derişimlerde standartlar hazırlanarak absorbands değerleri okunur. Absorbans değerleri derişime karşı grafiğe geçirilerek Beer yasasına uygun şekilde doğrusal giden kalibrasyon eğrisi elde edilir. Analizi yapılacak örneklerin absorbands değerleri okunarak kalibrasyon eğrisi yardımı ile derişim hesaplanır veya bilgisayarlı sistem kullanılıyorsa sonuç doğrudan değerlendirilir(84).

#### **1.5.1. Elektrotermal Atomizasyon (Grafit Fırın)**

Atomik absorpsiyon spektrometrisinde en iyi atomlaştırma tekniklerinden biri grafit fırının kullanıldığı elektrotermal atomizasyon tekniğidir. Bu teknikte 1-100 µL hacminde veya 5 mg kadar mümüne optik ışık yolu üzerindeki grafit küvet (tüp) içine yerleştirilir. Küvet, kontrollü olarak elektrik akımı ile 3000 °C 'ye kadar ısıtılarak analiz edilecek elementin atomik buhar haline dönüşmesi sağlanır(83).

Elektrotermal atomizasyon tekniğinde her element için değişik matrikslerde ısıtma programları geliştirilmiştir(83).

##### **1.5.1.1. Isıtma Programları**

Isıtma Programları dört kademededen ibarettir.

**Birinci kademe** kurutma kademesidir. Bu kademedede çözücü buharlaşır. Sıcaklık önce çözücünün kaynama noktasının altına kadar hızla, sonra kaynama noktasının hemen üstüne kadar yavaşça yükseltilir ve 10-20 saniye bu sıcaklıkta bekletilir. Ortamdaki çözücü buharları asal gaz akımı ile uzaklaştırılır.

**İkinci kademe** kületme kademesidir. Birinci kademede elde edilen kalıntıda bulunabilecek matriks bileşenlerinin atomlaştırma işleminden önce ortamdan uzaklaştırılacağı sıcaklığa kadar ısıtılır ve bu sıcaklıkta 20-30 saniye bekletilir.

**Üçüncü kademe** olan atomlaştırma kademesinde analiz edilecek element atomik buhar haline dönüştürülür. Analiz edilecek elemente göre sıcaklık çok çabuk 600-3000 °C'ye kadar yükseltilir. 0.2-0.5 saniye içinde absorpsiyon sinyali gözlenir.

**Son kademe** grafit tüpün diğer analizlere hazırlanması için 5 saniye kadar maksimum sıcaklık uygulanarak grafit tüpün temizlenmesi sağlanır. Bu kademe temizleme kademesidir(83).

#### **1.5.1.2. Grafit Tüpler**

Sistemin kalbi hükmündedir. En yaygın olarak kullanılan tüp malzemesi yüksek saflıktaki grafitir. Ancak , grafitin yüksek porozite özelliğinden dolayı, numunenin buharlaşmadan önce yüzeyden veya atomik buharın tüp duvarından diffüze olma ihtimali vardır. Bu da duyarlılığı olumsuz etkiler. Bu mahzurun önüne geçmek için tüpün yüzeyleri prolitik grafitle kaplanır. Prolitik kaplanmış tüpler tamamen asaldırlar ve porozitesi normal grafit küvete göre çok düşüktür. Mo, V, Zr ve Ti gibi yüksek sıcaklıkta karbon ile kararlı karbürlerin oluşmasına engel olur. Ayrıca, prolitik küvetler asitlere, koroziif ve oksitleyici reaktiflere karşı daha dayanıklıdırlar(83).

#### **1.5.1.3. Asal Gaz**

Elektrotermal atomizasyon tekniğinde önemli analitik parametrelerden biri asal gazdır. Harici asal gaz akımı ile tüpün dış cidarından akarak havayı uzaklaştırır ve tüpün oksitlenmesini önler. Kurutma ve kületme kademelerinde numune bileşenlerinden oluşan buharları tüp ortamından uzaklaştırarak zemin absorpsiyonunu ve matriks girişimlerini minimuma indirir, eser element analizlerinde gerekli olan asal atmosferi oluşturur. Ayrıca, atomizasyon kademesinde dahili gaz akış hızı ayarlanarak analiz edilecek elementin hassasiyetine bir esneklik kazandırır. Böylece yüksek konsantrasyonlarda numunenin seyreltilmesine gerek kalmadan asal gaz akışı artırılarak analiz yapılabilir(83).

#### **1.5.1.4. Grafit Fırında Girişimler**

Elektrotermal atomizasyon tekniğinde etkin olan iki tip girişim söz konusudur ; spesifik olmayan absorbans ve matriks girişimler.

Gaz fazındaki moleküller, küçük damlacıklar tuz parçacıkları veya duman, ışık kaynağından yayılan rezonan ışınımının absorpsiyonuna veya saçılmasına neden olur. Spesifik olmayan absorbands zemin düzeltme ünitesi kullanılarak düzeltilir.

Elektrotermal atomizasyon tekniğinde, nümünün kimyasal kompozisyonu atomlaştırma işlemini büyük ölçüde etkiler ve matriks girişimler büyük önem taşır. Bu tip girişimleri onlemek için standart ilave veya matriks uyarlama yöntemi kullanmak gerekir. matriks uyarlama yönteminde, analiz edilecek elementin veya matriksin kimyasal kompozisyonu veya buharlaşma sıcaklıkları değiştirilerek girişimin önüne geçilir(83).

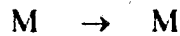
#### **1.5.1.5. Zemin Düzeltme Ünitesi**

Spesifik olmayan absorbands değerleri bu ünite ile giderilir. Bunun için, belirli dalga boyunda ışınım veren element lambası yanında, sürekli ışınım veren hidrojen veya döteryum ark lambası kullanılır. Her iki lambadan çıkan ışınlar aynalarda yansiyarak birleşir ve tek bir ışın olarak atomlaştırıcı, dalga boyu seçici ve sinyal çoğaltıcıdan geçerek zemin düzeltme ünitesine gelir. Burada, bileşik sinyal bileşenlerine ayrılır ve düzeltilmiş absorbands değerleri elde edilir(83).

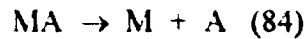
#### **1.5.1.6. Grafit Fırında Oluşan Temel Olaylar**

Grafit fırında, analiz edilecek elementi içeren çözelti, önce çözücüsü buharlaştırılarak kurutulur. Kuru örnek buhar haline dönüşür. Buhar içerisinde bulunan elementin atomlaşma mekanizması üç şekilde olabilir(85)

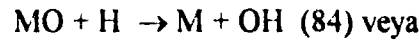
Metalik halden elementin buharlaşması (85)



Element tuzunun termal yolla atomlarına bozulmasıyla (85)



Grafit tüpünün yüzeyinde oksitlerin indirgenmesiyle,



Analiz edilecek herbir element için bu üç mekanizmadan biri diğerlerine kıyasla uygunluk gösterebilir. Bazı durumlarda da her üçü aynı anda oluşabilir. Bu nedenle analizi arzu ettiği mekanizmanın oluşabilmesi için uygun reaktifleri seçmek zorundadır (85)

## 2.MATERYAL VE METOT

### 2.1. Materyal

Bu çalışma, Şanlıurfa iline yurtdışından ithal yoluyla getirilen çeşitli renk ve tipte 28 plastik oyuncak ; marketlerde satılan 1 sterç film, 1 kilitli torba, 1 plastik tabak, 1 plastik kaşık ve 1 biberon ; su şebekelerinde son zamanlarda çoğunlukla kullanılan 1 mavi ve 1 beyaz plastik boru olmak üzere toplam 35 materyal'den elde edilen 66 numune üzerinde gerçekleştirildi.

Numuneler yapı ve renklerine göre iki şekilde sınıflandırıldı ;

1. *Sınıflandırma* : Bütün numuneler yumuşak plastikler, sert plastikler ve boya tabakaları şeklinde üç sınıfa ayrıldılar.

2. *Sınıflandırma* : Numuneler renklerine göre ; şeffaf, beyaz, siyah, mavi, kırmızı, gri, sarı , yeşil ve karışık olmak üzere 9 sınıfa ayrıldılar.

Her iki sınıflandırmaya tabi olan numune sayıları veya yüzdeleri Tablo.2.1'de verilmiştir.

**Tablo 2.1. : Sınıflarına Göre Nümune Sayıları**

<i>Sınıflandırma</i>	<i>Sınıf</i>	<i>n</i>	<i>%</i>
<i>I. Sınıflandırma</i>	Yumuşak plastikler	34	51.5
	Sert Plastikler	29	43.9
	Boya Tabakaları	3	4.6
	Toplam :	66	100.0
<i>II. Sınıflandırma</i>	Karışık	8	12.1
	Şeffaf	7	10.6
	Beyaz	9	13.6
	Siyah	11	16.7
	Mavi	6	9.1
	Kırmızı	6	9.1
	Gri	4	6.1
	Sarı	5	7.6
	Yeşil	7	9.1
	Diğerleri	3	6.0
	Toplam :	66	100.0

## 2.2. Metot

### 2.2.1. Kullanılan Cihaz ve Malzemeler

1. Atomik Absorpsiyon Spektrometresi : Varian, GTA 97, Avusturalya
2. Deiyonize Su Cihazı : Barnstead, Easypure RF, İngiltere
3. Santrifüj : Hettich, Almanya
4. Etüv : Nüve, FN 3000 , Türkiye
5. Hassas Terazi : Sartorius, Basic, Almanya
6. Ayarlanabilir Otomatik Pipetler : Oxford, ABD
7. Dereceli pipetler : Oxford, ABD
8. Hidroklorik Asit (% 35, d : 1.18 g/ml) : Carlo Erbaa, 302621, İtalya
9. Nitrik Asit (% 65, d : 1.40 g/ml) : Carlo Erbaa, 407951, İtalya
10. Palladyum Klorür : Sigma, P 0250, ABD
11. Kurşun nitrat : UPARC, 11331202
12. Ortofosforik Asit : Merck, 563, Almanya
13. Askorbik Asit : Merck, 127 , Almanya.
14. Kadmiyum atomik absorpsiyon standart solüsyonu (1000 µg/mL) : Sigma, c 5524, ABD

### 2.2.2. Nümunelerin Hazırlanması

Nümunelerin alınmasında ve hazırlanmasında ISO (11) metodu uygulandı. Önce bütün materyaller deterjanla yıkanıp destile sudan geçirildi ve sonra kurutuldu. Ayrıca deneyde kullanılacak tüm plastik ve cam malzemeler % 20'lik HNO<sub>3</sub> içerisinde 48 saat bekletilerek üçer defa distile su ve deiyonize sudan geçirildi ve etüvde kurutuldu.

Oda sıcaklığında, film şeklindeki materyaller makasla 6 mm'den büyük olmayan parçalar halinde kesildikten sonra ; diğer plastikler ve boya tabakaları ise keskin bir bıçakla kazınıp, 0.5 mm göz genişliğindeki metal elekten geçirildikten sonra, hassas terazi ile herbir numuneden 10 mg tartıldı.

Alınan nümune deiyonize sudan geçirilmiş uygun büyüklükteki deney tüpünde 5 ml 0.07 M'lık HCl çözeltisi ile (37±2) °C'de karıştırıldı ve 1 dakika çalkalandı. Karışımın pH'sı kontrol edilerek gerektiğinde pH 1-1,5 oluncaya kadar damla damla 2 M'lık HCl ilave edildi. Karışım ışıktan korunarak etüvde (37±2) °C'de 1 saat çalkalayarak 1 saat da çalkalamadan bekletildi. Sonra karışım 5000 rpm'de santrifüj edilerek üst kısım başka bir tüpe alındı.

Elde edilen son çözeltiler deiyonize su ile 1/10 oranında seyreltilerek Elektrotermal Atomik Absorpsiyon Spektrometresinde kurşun ve kadmiyum tayini yapıldı.

### **2.2.3. Standartların Hazırlanması**

Butün kimyasal maddeler analitik derece standart solüsyonlar şeklinde, stok standartlardan seri dilüsyonlarla taze olarak hazırlandı. Dilüsyonlarda 18 M $\Omega$ 'luk deiyonize su kullanıldı. Butün deiyonize sular 1/1000'lik (kütlece) nitrik asit çözeltisi şeklinde hazırlandı.

#### **2.2.3.1. Kurşun Standartlarının Hazırlanması**

Kurşun standardı için uparc marka extra pure Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> kullanıldı. Standart hazırlamak için 1 litrelik balon jöje içerisine, hassas terazide tartılan 1.6 g. Pb (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> bir miktar distile su ile çözününceye kadar karıştırıldı. Sonra üzerine deiyonize su ilave edilerek 1 litreye tamamlandı. Böylece 1 mg/mL'lik stok standart solüsyonu elde edilmiş oldu. Elde edilen stok standarttan 1000 mL'lik balon jöjede 1/1000'lik dilüsyon yapılarak 1  $\mu$ g/mL'lik , bu da 1/10 oranında dilüe edilerek 100 ng/mL'lik ; bu da 1/4 ve 1/8 oranında dilüe edilerek 25 ve 12.5 ng/mL'lik standart çözeltileri elde edildi.

Kurşun kalibrasyonu için 12.5 ve 25 ng/mL'lik iki standart solüsyon kullanıldı.

#### **2.2.3.2. Kadmiyum Standartlarının Hazırlanması**

Kadmiyum standartları için sigma marka (katalog no: c.5524) , 1000  $\mu$ g/mL'lik kadmiyum atomik absorpsiyon standart solüsyonu kullanıldı. Stok solüsyondan önce 1000 ml'lik balon jöjede 1/1000 dilüsyonla 1000 ng/ml'lik stok solüsyonu, bundan da 500 ve 250 ml'lik balon jöjelerde 1/2 ve 1/4 dilüsyonlarla 500 ve 250 ng/mL lik standartlar hazırlandı.

Kadmiyum kalibrasyonu için 500 ve 250 ng/mL'lik standart solüsyonları kullanıldı

### **2.2.4. Cihazın Kurşun İçin Analize Hazırlanması**

Analiz için Varian Spectr AA. 250 plus çift dalga boyu Atomik Absorpsiyon Spektrometresine birleştirilmiş olan Varian GTA.97 grafit fırını ve otomatik numune pipetleyicisi (Varian), tüp olarak pirolitik kaplı grafit tüpü, gaz olarak da argon gazı kullanıldı. Yıkama solüsyonu olarak 1 mmol/L nitrik asit ihtiva eden deiyonize su

kullanıldı. Teflon borular ve otomatik pipetleyici, herbir analiz arasında otomatik olarak 1 mL yıkama solüsyonu ile yıkandı.

Kimyasal değiştirici olarak 1 µg/mL Pd<sup>12</sup> solüsyonu ve 1 g/L'lik askorbik asit kullanıldı. Lamba olarak da Varian marka Hallow Katod Lambası kullanıldı. Lambanın akımı 5 mA, spektral band genişliği 0.5 nm'ye ve dalga boyu 283.3 nm'ye ayarlandı. Cihazın alışma proğramı Tablo.2.2'de gösterilmiştir.

**Tablo.2.2 : Cihazın alışma Proğramı**

Basamak No.	Sıcaklık (°C)	Zaman (Saniye)	Gaz Akışı (Litre/dakika)	Gaz Tipi	Okuma Emri
1	85	5	3.0	Normal	Hayır
2	95	40	3.0	Normal	Hayır
3	120	10	3.0	Normal	Hayır
4	400	5	3.0	Normal	Hayır
5	400	1	3.0	Normal	Hayır
6	400	2	0	Normal	Hayır
7	2100	1	0	Normal	Evet
8	2100	2	0	Normal	Evet
9	2100	2	3.0	Normal	Hayır

#### 2.2.4.1. Çalışma Prosedürü

Hazırlanan kör, standart, kimyasal değiştiriciler ve nümunceler otomatik pipetleyici godelerine yerleştirildi. Nüme, kör ve kimyasal değiştiricilerin karışımı otomatik pipetleyiciye otomatik olarak hazırlatıldı. Her bir analiz için 5 µL kimyasal değiştirici 30 µL nüme veya standart ve 5 µL kör otomatik olarak grafit tübüne konuldu. Cihaz körle sıfırlandıktan sonra standartlar çalışılarak kalibrasyon grafiği çizdirildi (şekil 2.1)

Herbir standart ve nümunceler iki kez okutuldu. Kalibrasyondan sonra nümuncelerin okutulmasına geçildi. Sonuçlar µg/ L olarak elde edildi. Elde edilen bu sonuçlar dilüsyon faktörleriyle çarpılarak nihai sonuç mg/kg cinsinden hesaplandı . Nihai sonuçların hesaplanması aşağıda gösterildiği gibi yapıldı.

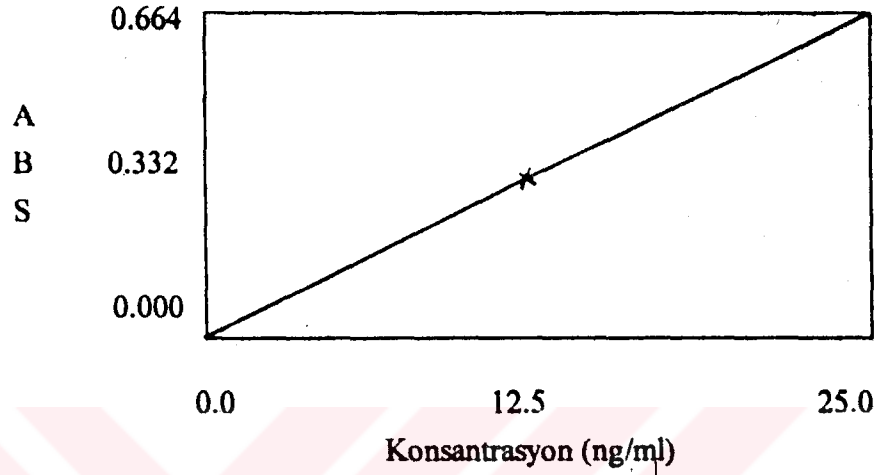
$$\text{Nihai Sonuç (mg/kg)} = \frac{\text{Analitik Sonuç (µg/L)}}{2}$$

#### 2.2.5. Cihazın Kadmiyum İçin Analize Hazırlanması

Kurşun analizinde olduğu gibi kadmiyum analizi için de Varian SpectrAA 250 plus çift dalga boylu otomatik absorpsiyon spektrometresine birleştirilmiş olan Varian GTA 97 grafit fırını, tüp olarak pirolitik kaplı grafit tüpü gaz olarak da argon gazı

kullanıldı. Yıkama solüsyonu olarak 1 mmol/l. nitrik asit ihtiva eden deiyonize su kullanıldı. Teflon borular ve otomatik pipetleyici, her bir analiz arasında otomatik olarak 1 mL yıkama solüsyonu ile yıkandı.

Kimyasal değiştirici olarak 1000 µg/ml ortofosforik asit ve 1 g/L'lik askorbik asit çözeltileri kullanıldı.



şekil 2.1. Kurşun Kalibrasyon Grafiği

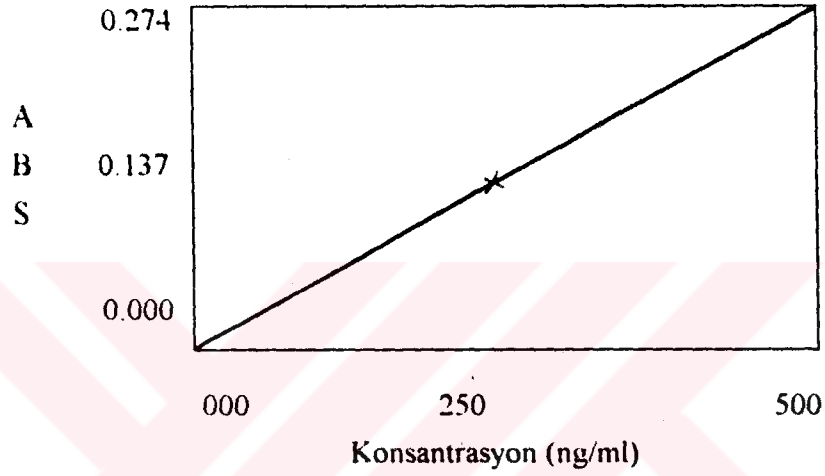
Lamba olarak Varian marka Hallow Katod Lambası kullanıldı. Lambanın akımı 4 mA, spektral band genişliği 0.5 nm'ye ve dalga boyu 228.8 nm'ye ayarlandı. Cihazın çalışma programı Tablo 2.3'de gösterilmişti.

Tablo 2.3. Cihazın Çalışma Programı

Basamak No.	Sıcaklık (°C)	Zaman (Saniye)	Gaz Akışı (Litre/dakika)	Gaz Tipi	Okuma Emri
1	85	5	3.0	Normal	Hayır
2	95	40	3.0	Normal	Hayır
3	120	10	3.0	Normal	Hayır
4	250	5	3.0	Normal	Hayır
5	250	1	3.0	Normal	Hayır
6	250	2	0	Normal	Hayır
7	1800	0.8	0	Normal	Evet
8	1800	2	0	Normal	Evet
9	1800	2	3.0	Normal	Hayır

### 2.2.5.1. Çalışma Prosedürü

Hazırlanan kör, standart, kimyasal değiştiriciler ve nümuneler otomatik pipetleyici kodelerine yerleştirildi. Nümune, kör ve kimyasal değiştiricilerin karışımı otomatik pipetleyiciye otomatik olarak hazırlatıldı. Herbir analiz için 5 µL kimyasal değiştirici, 30 µL nümune veya standart 5 µL kör otomatik olarak grafit tübüne konuldu. Cihaz, krle sınıflandıktan sonra standartlar çalışılarak kalibrasyon grafiği ızdırıldı (şekil 2.2)



şekil 2.2 Kadmium Kalibrasyon Grafiği

Herbir standart ve nümuneler iki kez okutuldu. Kalibrasyondan sonra nümunelerin okutulmasına geçildi. Sonuçlar ng/dL olarak elde edildi. Elde edilen bu sonuçlar dilüsyon faktörleriyle çarpılarak nihai sonuç mg/kg cinsinden hesaplandı. Nihai sonuçların hesaplanması aşağıda gösterildiği gibi yapıldı.

$$\text{Nihai Sonuç (mg/kg)} = \frac{\text{Analitik Sonuç (ng/dL)}}{200}$$

### 2.3. İstatistiksel Analiz

Laboratuvar bulgularının istatistiksel analizi için bilgisayarda Windows altında alışan SPSS istatistik proğramı uygulandı.

Sonuçların karşılaştırılması Student - t testi ile yapıldı.

## **2.4. Bulgular**

ISO'nun metoduna uygun olarak yaptığımız deneylerden elde ettiğimiz bulgular toplu olarak Tablo 2.4'de verilmiştir. Bulguları yapılarına ve renklerine göre ayrı inceledik. Bütün nümunceler arasında ISO standartlarının müsaade ettiği limitleri aşan nümuncelerin oranı Pb için % 6.1, Cd için % 4.5 ve her ikisi yönünden toplam % 10.6'dır.

### **2.4.1. Yapılarına Göre Bulgular**

Yumuşak plastıklere ait bulgular Tablo 2.5'de gösterilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi en yüksek kurşun miktarı 862.50 mg/kg ile karışık renkli etikette görülürken en düşük kurşun miktarı 0.50 mg/kg ile koyu kırmızı renkli balonda çıkmıştır. En yüksek kadmiyum miktarı 73.70 mg/kg ile siyah renkli oyuncakta bulunurken, en düşük kadmiyum miktarı ise 1.95 mg/kg ile biberon emziğinde bulunmuştur. Ayrıca yumuşak plastiklerin %5.8'inde kurşun içeriği ISO standardının izin verdiği değerden fazla çıkarken, kadmiyum içeriği limitin altındadır.

Sert plastıklere ait bulgular Tablo 2.6'de verilmiştir. Tablo.2.6 incelendiğinde en yüksek kurşun miktarı 207 mg/kg ile gri renkli oyuncakta bulunurken en düşük kurşun miktarı 2.0 ile siyah renkli oyuncakların ikisinde bulunmaktadır. En yüksek kadmiyum miktarı 296.55 mg/kg ile beyaz oyuncakta iken en düşük kadmiyum miktarı 1.95 mg/kg ile kırmızı renkli oyuncaktadır. Bu grupta ISO standardının müsaade ettiği limitleri aşan değerlerin yüzdesi yumuşak plastiklerdekinden daha fazla olup % 13.8'dir.

Tablo 2.7'deki boya tabakalarına ait bulgular incelendiğinde kurşun miktarları ISO standardının limitlerinin altında iken gri boyalardan birindeki kadmiyum miktarı ISO standardının limitini aşmaktadır. Boyalarda ISO limitlerini aşan nümune yüzdesi ise 33.3'tür.

Bu üç gruba ait ortalamaların bulunduğu Tablo 2.8'e bakıldığında her iki element derişimi boya tabakalarında en yüksektir. Plastik materyallerde kurşun ortalaması yumuşak lastiklerde daha yüksektir iken, kadmiyum ortalaması sert plastiklerde daha yüksektir. Diğer önemli bir nokta ise, her iki elementin üç gruptaki ortalamaları da ISO'nun izin verdiği limitlerin altındadır.

**Tablo 2.4. Bütün Numunelere Ait Bulgular**

Materyal	Namune	Renk	Serilik	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)
Siroc film	Plastik	Seffaf	Yumusak	4.50	4.25
Kilimli torta	Plastik	Seffaf	Yumusak	13.50	6.00
Tabak	Plastik	Beyaz	Yumusak	4.50	5.20
Kapak	Plastik	Heyaz	Sert	22.00	3.25
BiberonEmzuzip	Plastik	Seffaf	Yumusak	15.00	1.95
Hiberon	Plastik	Seffaf	Sert	8.50	2.95
Oyuncak	Plastik	Siyah	Sert	21.50	13.55
Oyuncak	Plastik	Seffaf	Sert	20.50	18.70
Oyuncak	Plastik	Gri	Sert	* 207.00	17.45
Oyuncak	Plastik	Mavi	Sert	12.00	4.15
Oyuncak	Plastik	Karsik	Yumusak	7.50	7.95
Oyuncak	Plastik	Siyah	Sert	51.50	4.70
Oyuncak	Plastik	Kirmizi	Sert	23.00	11.00
Oyuncak	Boya	Gri	-	65.00	93.40
Oyuncak	Plastik	Karsik	Yumusak	42.00	14.00
Oyuncak	Plastik	Beyaz	Sert	47.00	10.60
Oyuncak	Plastik	Siyah	Sert	19.00	10.95
Oyuncak	Plastik	Kirmizi	Sert	* 132.00	6.25
Oyuncak	Plastik	Karsik	Yumusak	13.50	9.75
Oyuncak	Plastik	Siyah	Sert	40.00	6.90
Oyuncak	Plastik	Karsik	Yumusak	8.00	11.70
Oyuncak	Plastik	Beyaz	Yumusak	4.50	12.80
Oyuncak	Plastik	Mor	Yumusak	1.50	2.90
Oyuncak	Plastik	Mavi	Yumusak	11.00	5.50
Oyuncak	Plastik	San	Yumusak	6.00	6.50
Oyuncak	Plastik	Turuncu	Yumusak	5.50	10.50
Oyuncak	Plastik	Pembe	Yumusak	8.00	7.75
Oyuncak	Plastik	Siyah	Yumusak	14.50	6.55
Oyuncak	Plastik	Gri	Yumusak	5.50	8.00
Oyuncak	Plastik	Mavi	Yumusak	2.00	16.30
Oyuncak	Plastik	Kirmizi	Yumusak	1.50	38.70
Oyuncak	Plastik	Kirmizi	Yumusak	0.50	10.80
Oyuncak	Plastik	Mavi	Yumusak	2.00	46.65
Oyuncak	Plastik	Yesil	Yumusak	2.00	14.45
Oyuncak	Plastik	Yesil	Yumusak	1.50	17.30
Oyuncak	Plastik	Yesil	Yumusak	2.50	3.70
Oyuncak	Plastik	San	Yumusak	1.00	14.85
Oyuncak	Plastik	Beyaz	Sert	10.00	*246.05
Oyuncak	Plastik	Yesil	Yumusak	*226.00	15.20
Oyuncak	Plastik	Siyah	Sert	3.50	6.30
Oyuncak	Plastik	Seffaf	Sert	11.00	1.95
Oyuncak	Plastik	Karsik	Yumusak	5.00	7.55
Oyuncak	Plastik	Siyah	Sert	2.00	*207.50
Oyuncak	Plastik	Siyah	Yumusak	9.00	73.70
Oyuncak	Plastik	Kirmizi	Sert	33.50	7.15
Oyuncak	Boya	Karsik	-	34.50	7.95
Oyuncak	Plastik	Karsik	Yumusak	*862.50	14.40
Oyuncak	Plastik	Yesil	Yumusak	44.00	60.75
Oyuncak	Plastik	Beyaz	Sert	10.50	*296.55
Oyuncak	Plastik	Seffaf	Sert	12.50	15.85
Oyuncak	Boya	Gri	-	61.00	18.60
Oyuncak	Plastik	Karsik	Yumusak	11.50	17.75
Oyuncak	Plastik	Beyaz	Sert	3.50	3.65
Oyuncak	Plastik	Siyah	Sert	2.00	6.80
Oyuncak	Plastik	San	Sert	22.00	4.45
Oyuncak	Plastik	Siyah	Sert	9.00	8.60
Oyuncak	Plastik	Beyaz	Sert	39.50	6.30
Oyuncak	Plastik	Kirmizi	Sert	5.50	7.90
Oyuncak	Plastik	Yesil	Sert	53.00	6.20
Oyuncak	Plastik	Mavi	Sert	9.50	20.55
Poset	Plastik	Siyah	Yumusak	1.50	5.15
Poset	Plastik	San	Yumusak	13.50	2.15
Poset	Plastik	Yesil	Yumusak	12.00	2.60
Poset	Plastik	San	Yumusak	11.50	6.90
Boru	Plastik	Beyaz	Sert	4.50	30.35
Boru	Plastik	Mavi	Sert	7.50	3.00

ISO standard limitleri: Pb 90 mg/kg , Cd 75 mg/kg

\* ISO standard limitlerini aşan değerler: Pb %6.1 , Cd %4.5 , toplam %10.6

**Tablo2.5. Yumuşak Plastiklere Ait Bulgular**

<b>Materyal</b>	<b>Renk</b>	<b>Pb (mg/kg)</b>	<b>Cd (mg/kg)</b>
Streç film	Şeffaf	4.50	4.25
Kilit Torba	Şeffaf	13.50	6.00
Tabak	Beyaz	4.50	5.20
Biberon Emzigi	Şeffaf	15.00	1.95
Etiket	Karışık	7.50	7.95
Etiket	Karışık	42.00	14.00
Etiket	Karışık	13.50	9.75
Etiket	Karışık	8.00	11.70
Etiket	Karışık	5.00	7.55
Etiket	Karışık	* 862.50	14.40
Etiket	Karışık	11.50	17.75
Balon	Beyaz	4.50	12.80
Balon	Mor	1.50	2.90
Balon	Açık Mavi	11.00	5.50
Balon	Sarı	6.00	6.50
Balon	Turuncu	5.50	10.50
Balon	Pembe	8.00	7.75
Balon	Siyah	14.50	6.55
Balon	Gri	5.50	8.00
Balon	Koyu Mavi	2.00	16.30
Balon	Açık Kırmızı	1.50	38.70
Balon	Koyu Kırmızı	0.50	10.80
Balon	Petrol Mavisi	2.00	46.65
Balon	Çok açık yeşil	2.00	14.45
Balon	Açık Yeşil	1.50	17.30
Balon	Koyu Yeşil	2.50	3.70
Balon	Altın Sarısı	1.00	14.85
Poşet	Siyah	1.50	5.15
Poşet	Açık Sarı	13.50	2.15
Poşet	Yeşil	12.00	2.60
Poşet	Koyu Sarı	11.50	6.90
Oyuncak	Yeşil	* 226.00	15.20
Oyuncak	Siyah	9.00	73.70
Oyuncak	Yeşil	44.00	60.75

ISO Standardına göre limitler : Pb : 90 mg/kg, Cd: 75 mg/kg

\* ISO standart limitlerini aşan değerler (% 5.8)

**Tablo 2.6. Sert Plastiklere Ait Bulgular**

<i>Materyal</i>	<i>Renk</i>	<i>Pb (mg/kg)</i>	<i>Cd (mg/kg)</i>
Kaşık	Beyaz	22.00	3.25
Biberon	Şeffaf	8.50	2.95
Oyuncak	Siyah	21.50	13.55
Oyuncak	Kırmızı	20.50	18.70
Oyuncak	Gri	* 207.00	17.45
Oyuncak	Mavi	12.00	4.15
Oyuncak	Siyah	51.50	4.70
Oyuncak	Kırmızı	23.00	12.00
Oyuncak	Beyaz	47.00	10.60
Oyuncak	Siyah	19.00	10.95
Oyuncak	Kırmızı	* 132.00	6.25
Oyuncak	Siyah	40.00	6.90
Oyuncak	Beyaz	10.00	* 246.05
Oyuncak	Siyah	3.50	6.30
Oyuncak	Kırmızı	11.00	1.95
Oyuncak	Siyah	2.00	20.75
Oyuncak	Kırmızı	33.50	7.15
Oyuncak	Beyaz	10.50	* 296.55
Oyuncak	Kırmızı	12.50	15.85
Oyuncak	Beyaz	3.50	3.65
Oyuncak	Siyah	2.00	6.80
Oyuncak	Sarı	22.00	4.45
Oyuncak	Siyah	9.00	8.60
Oyuncak	Beyaz	39.50	6.30
Oyuncak	Kırmızı	5.50	7.90
Oyuncak	Yeşil	53.00	6.20
Oyuncak	Mavi	9.50	20.55
Boru	Beyaz	4.50	30.35
Boru	Mavi	7.50	3.00

ISO standardına göre limitleri Pb : 90 mg/kg , Cd: 75 mg/kg

\* ISO Standart limitlerini aşan değerler ( % 13.8 )

**Tablo 2.7. Boya Tabakalarına Ait Bulgular**

<i>Materyal</i>	<i>Renk</i>	<i>n</i>	<i>Pb (mg/kg)</i>	<i>Cd (mg/kg)</i>
Boya	Gri	1	65.00	*93.40
Boya	Karışık	1	34.50	7.95
Boya	Gri	1	61.00	18.60

ISO Standardına göre limitleri Pb:90 mg/kg, Cd:75 mg/kg

\* ISO Standart limitlerini aşan değerler (%33.3)

**Tablo 2.8. Yumuşak ve Sert Plastikler İle Boyalarda Pb ve Cd Ortalamaları**

<i>Parametre</i>	<i>n</i>	<i>Pb</i> <i>X ± SD (mg/kg)</i>	<i>Cd</i> <i>X ± SD (mg/kg)</i>
Yumuşak Plastikler	34	40.43 ± 150.26	14.42 ± 16.37
Sert Plastikler	29	29.07 ± 42.88	27.72 ± 68.13
Boyalar	3	53.50 ± 16.58	39.98 ± 46.57

#### **2.4.2. Renklerine Göre Bulgular**

İncelenen tüm renklere ait tablolar incelendiğinde, şeffaf, siyah, mavi ve sarı renkli plastiklerin bütün kurşun ve kadmiyum miktarları ISO'nun belirlediği limitlerin altında iken diğer renklerde bu limitleri aşan değerlere rastlanmaktadır. Kırmızı renkli plastiklerin % 16.7'si, beyaz plastiklerin ise % 22.2'si ISO limitlerini aşmaktadır. Gri renkli plastiklerde ise limitleri aşan nünunelerin yüzdesi % 50 ile en yüksek orandır. Bu grupların hepsinde toplam 4 nünunede kurşun miktarı limitleri aşarken toplam 4 nünunede ise kadmiyum miktarı limitleri aşmıştır. Yine bütün renk grupları içerisinde en düşük kurşun miktarı sarı renkli balonda 1.00 iken en yüksek kurşun miktarı karışık renkli etikette 862.50'dir. Benzer şekilde, en düşük kadmiyum miktarı biberon emziği ve bir oyuncakta 1.95 iken en yüksek kadmiyum miktarı beyaz renkli bir oyuncakta 296.55 'dir.

**Tablo 2.9. Şeffaf Plastiklere Ait Bulgular**

<i>Materyal</i>	<i>Pb (mg/kg)</i>	<i>Cd (mg/kg)</i>
Streç Film	4.50	4.25
Kilitli Torba	13.50	6.00
Biberon Emziği	15.00	1.95
Biberon	8.50	2.95
Oyuncak	20.50	18.70
Oyuncak	11.00	1.95
Oyuncak	12.50	15.85

**Tablo 2.10. Beyaz Plastiklere Ait Bulgular**

<i>Materyal</i>	<i>Pb (mg/kg)</i>	<i>Cd (mg/kg)</i>
Tabak	4.50	5.20
Kaşık	22.00	3.25
Oyuncak	47.00	10.60
Balon	4.50	12.80
Oyuncak	10.00	* 246.05
Oyuncak	10.50	* 296.65
Oyuncak	3.50	3.65
Oyuncak	39.50	6.30
Balon	4.50	30.35

ISO Standardına göre limitler : Pb: 90 mg/kg Cd: 75 mg/kg

\*ISO standart limitlerini aşan değerler (% 22.2)

**Tablo 2.11. Siyah Plastiklere Ait Bulgular**

<i>Materyal</i>	<i>Pb (mg/kg)</i>	<i>Cd (mg/kg)</i>
Oyuncak	21.50	13.55
Oyuncak	51.50	4.70
Oyuncak	19.00	10.95
Oyuncak	40.00	6.90
Oyuncak	14.50	6.55
Oyuncak	3.50	6.30
Oyuncak	2.00	20.75
Oyuncak	9.00	73.70
Oyuncak	2.00	6.80
Oyuncak	9.00	8.60
Poşet	1.50	5.15

**Tablo 2.12. Kırmızı Plastiklere Ait Bulgular**

<i>Materyal</i>	<i>Pb ( mg/kg)</i>	<i>Cd (mg/kg)</i>
Oyuncak	23.00	11.00
Oyuncak	* 132.00	6.25
Oyuncak	1.50	38.70
Oyuncak	33.50	7.15
Oyuncak	0.50	10.80
Oyuncak	5.50	7.90

ISO standardına göre limitler : Pb: 90 mg/kg, Cd:75 mg/kg

\* ISO standart limitlerini aşan değerler (% 16.7)

Tablo 2.18'de renklerine göre plastiklerin ortalamaları verilmiştir. Bu ortalamalara dikkat edilirse, kurşun ortalaması en yüksek olan grup 123.06 ile karışık renkli gruptur. En az olan grup ise 7.33 ile mavi renkli gruptur. Kadmiyum ortalaması en yüksek olan grup ise 68.31 ile beyaz renkli grup, en az olan grup ise 6.97 ile gri renkli gruptur.

**Tablo 2.13. Yeşil Plastiklere Ait Bulgular**

<i>Materyal</i>	<i>Pb (mg/kg)</i>	<i>Cd (mg/kg)</i>
Balon	2.00	14.45
Balon	1.50	17.30
Balon	2.50	3.70
Oyuncak	* 226.00	15.20
Oyuncak	44.00	60.75
Oyuncak	53.00	6.20
Poşet	12.00	2.60

ISO Standardına göre limitler : Pb:90 mg/kg, Cd:75 mg/kg

\* ISO standart limitlerini aşan değerler (%16.7)

**Tablo 2.14. Karışık Renklerdeki Plastiklere Ait Bulgular**

<i>Materyal</i>	<i>Pb (mg/kg)</i>	<i>Cd (mg/kg)</i>
Etiket	7.50	7.95
Etiket	42.00	14.00
Etiket	13.50	9.75
Etiket	8.00	11.70
Etiket	5.00	7.55
Etiket	* 862.50	14.40
Etiket	34.50	7.95
Etiket	11.50	17.75

ISO standardına göre limitleri Pb:90 mg/kg, Cd:75 mg/kg

\*ISO standart limitlerini aşan değerler (12.5)

**Tablo 2.15. Mavi Plastiklere Ait Bulgular**

<i>Materyal</i>	<i>Pb (mg/kg)</i>	<i>Cd (mg/kg)</i>
Oyuncak	12.00	4.15
Balon	11.00	5.50
Balon	2.00	16.30
Balon	2.00	46.65
Oyuncak	9.50	20.55
Boru	7.50	3.00

**Tablo 2.16. Sarı Plastiklere Ait Bulgular**

<i>Materyal</i>	<i>Pb (mg/kg)</i>	<i>Cd (mg/kg)</i>
Balon	6.00	6.50
Balon	1.00	14.85
Oyuncak	22.00	4.45
Poşet	13.50	2.15
Poşet	11.50	6.90

**Tablo 2.17. Gri Plastiklere Ait Bulgular**

<i>Materyal</i>	<i>Pb (mg/kg)</i>	<i>Cd (mg/kg)</i>
Oyuncak	* 207.00	17.45
Balon	5.50	8.00

ISO standardına göre limitleri Pb:90 mg/kg Cd:75 mg/kg

\*ISO standart limitlerini aşan değerler (% 50)

**Tablo 2.18. Renklerine Göre Plastiklerin Pb ve Cd Miktarı**

<i>Parametre</i>	<i>n</i>	<i>Pb</i>	<i>Cd</i>
		<i>X ± SD (mg/kg)</i>	<i>X ± SD (mg/kg)</i>
Şeffaf Plastikler	7	12.21 ± 5.04	7.37 ± 6.95
Beyaz Plastikler	9	16.22 ± 16.46	68.31 ± 116.07
Siyah Plastikler	11	15.77 ± 16.53	14.90 ± 20.05
Kırmızı Plastikler	6	32.67 ± 44.18	13.63 ± 5.80
Yeşil Plastikler	7	48.71 ± 81.00	17.17 ± 20.10
Karışık Renkliler	8	*123.06 ± 320.73	11.38 ± 3.74
Mavi Plastikler	6	7.33 ± 4.40	16.02 ± 16.61
Sarı Plastikler	5	10.80 ± 7.94	6.97 ± 4.79
Gri Plastikler	2	*106.25 ± 142.48	12.73 ± 6.68

ISO standardına göre limitleri Pb:90/mg/kg, Cd:75 mg/kg

\* ISO standart limitlerini aşan değerler

### 3. TARTIŞMA

#### 3.1. Materyallerin Seçimi

Kurşun ve kadmiyum gibi ağır metallerin toksik etkilerinin çocuklar üzerinde daha fazla olması sebebiyle inceleyeceğimiz materyallerin, küçük çocukların en fazla kullandıkları eşyalardan olmasını uygun gördük. Bu nedenle, çocukların en fazla kullandıkları ve ağızlarına temas ettirdikleri eşyaların başta balon olmak üzere oyuncaklar, bebeklerin mamalarının hazırlanıp verilmesinde kullanılan biberonlar ve içme suyuna temas etmelerinden dolayı plastik su şebeke borularıdır.

İncelemek üzere seçtiğimiz oyuncaklar, biberon ve boruların sayı ve çeşidine gelince ; Bu konuda, aynı materyalden birkaç tane almak yerine, incelenen materyal çeşidinin arttırılması ve hemen hemen her materyalde aynı renkte ve benzer özellikte kısımlar olması sebebi ile rastgele çeşitli renk ve tipte 28 oyuncak ve balon , 1 biberon, 1 kilitli torba, 1 streç film, 1 plastik mama tabağı ve 1 plastik mama kaşığı ve 1 mavi 1 de beyaz olmak üzere iki adet su şebeke borusu kullandık.

İncelediğimiz her materyalin, içerdiği element miktarının farklı olabileceği ihtimaline binaen, hem de uyguladığımız metot gereğince, ayrı renk ve özellikteki çeşitli kısımlardan ayrı ayrı nümuneler aldık. Mesela, bir oyuncağın yumuşak ve sert kısımları ; mavi, yeşil , sarı vd. renkteki parçalarından ayrı ayrı nümuneler aldık.

#### 3.2. Analiz Metodunun Tartışılması

Kurşun ve kadmiyum tayininde Atomik Floresans Spektrometrisi, X- Işınları floresansı, kolorimetri, nötron aktivasyon analizi, polarografi, indüktif kuplajlı plazma spektroskopisi, atomik absorpsiyon spektrometrisi, Emisyon spektroskopisi ve gaz kromatografisi gibi çeşitli metotlar kullanılmakla beraber en yaygın olarak kullanılanları, X-Işınları floresans tekniği, kolorimetri, indüktif kuplajlı plazma (ICP) Atomik Emisyon Spektroskopisi ve atomik absorpsiyon spektrometrisidir(15). Fakat bunların içerisinde en hassas sonuçlar veren teknikler AAS ve ICP'dir(83,84).

Tüm elementler bir veya birden fazla set halinde karakteristik X-Işınları yayırlar ve bunlar spektrometre ile ölçülür. Kantitatif analizde elementlerin karakteristik X-ışınının şiddeti ölçülür ve bu konsantrasyon ile orantılanır. Ancak bu orantı belli bir konsantrasyon aralığı için lineerdir. Çoğu zaman karakteristik X-ışını yalnız uyarılan elementin konsantrasyonuna değil, nümunedeki diğer elementlere de bağlıdır. Kısacası matriks etkisi söz konusudur.

Bu metotta nümunedeki element konsantrasyonu , ölçülen floresans şiddet ve soğurma katsayısı, floresans şiddet oranı yardımıyla hesaplanır. Bu metotla katı, sıvı ve hatta gaz halindeki nümunelerde bir defada tek veya çok sayıda element tayini yapılabilmektedir. Organik numuneler genel olarak kül halinde analiz edilmektedir. Fakat bu metodun sınırlılığı, literatürde mevcut kütle soğurma katsayısı ve floresans verim verilerindeki belirsizliğe dayanır(86).

ICP Atomik Emisyon Spektroskopisi de diğer emisyon teknikleri gibi uyarılan atomların elektronlarının üst tabakaları çıkarıp tekrar eski yerlerine dönerken yaydıkları elektromagnetik ışınların şiddetinin ölçülmesine dayanır. Her elementin uyarılan atomu kendine has enerjilerde foton yayar. Belli bir dalga boyundaki elektromagnetik radyasyonun şiddeti, birim zamanda üretilen foton sayısına bağlıdır. Herhangi bir elementin nümune içindeki derişimi arttıkça, o elementin emisyon kaynağında uyarılan atomları ve dalga boylarındaki şiddeti artacaktır.

ICP Atomik Emisyon Spektrometrelerinde sıvı nümunelerin analizi yanında katı ve toz halindeki nümunelerin analizi yöntemleri de gelişme aşamasındadır. Sıvı nümunelerin hazırlanmasında katı nümuneler tamamen çözülmeli ve nümune kaybı önlenmelidir.

Bu yöntemde sıvı nümune uygun bir nebulizör yardımıyla indüksiyon bobinleriyle oluşturulan 7000-8000 °K sıcaklığındaki inert plazma ortamına gönderilir. Nümunedeki element atomları plazma ile etkileşerek uyarılırlar ve uyarılan atomların yaydıkları elektromagnetik radyasyon, çeşitli optik sistemlerden geçerek foton çarpan tüp ile ışık enerjisi elektronik sinyallere çevrilerek ölçülür. Bu prensibe göre çalışan ICP Atomik Emisyon Spektrometresi her elementin dalga boyundaki emisyon ışık şiddetini tek tek sıra ile ölçer.

Bu yöntemde spektral grişimler başlangıçtan beri problem olmuştur. Ancak , bu grişimler, grişim etkisi taşımayan bir dalga boyu seçilerek ve düzeltme teknikleri uygulanarak kalıcı doğrulukta, güvenilir ve çabuk element analizi, geniş aralıktaki nümune matrikslerinde bile yapılabilir(87).

Konsantrasyonu bilinmeyen renkli bir maddenin konsantrasyonunun, aynı maddenin konsantrasyonu bilinen bir sıra çözeltisi ile karşılaştırılarak tayin edilmesine kolorimetri, bu amaçla kullanılan alete de kolorimetre denir. Kolorimetride, Nessler tüpleri kullanılarak derinlikleri eşit yapmakla renklerin karşılaştırılması ; mukayese çözeltisinin konsantrasyonu sabit tutularak çözeltinin derinliğinin değiştirilmesi ve kolorimetrik titrasyon gibi farklı uygulamalarla tayin yapılır. Kolorimetride genellikle çok seyreltik konsantrasyon tayinleri yapılır(88).

Atomik absorpsiyon spektrometrisi ise elementlerin gaz halindeki serbest atomlarının kendine mahsus dalga boyunda ışın absorplaması esasına dayanır (83). Bir çok element için hassasiyet diğer enstrümental analiz yöntemlerine göre daha iyidir. Cihazın kullanımı çok kolay , analiz için gerekli süre çok kısa ve maliyet çok ucuzdur(84).

Atomik absorpsiyon spektrometre cihazının ölçüme hazırlanması çok kolaydır. Analizi yapılacak örnekler uygun şekilde çözüldükten sonra hangi elementin tayini yapılacaksa onun oyuk katod lambası yerleştirilir. Tek renk seçici dalga boyu analiz elementinin rezonans hattına ayarlanır ve uygun yarık genişliği (spektral band genişliği) seçilir. Işık kaynağına verilecek akım ve fotokatlandırıcıya uygulanacak gerilim tesbit edilir. Atomlaştırıcı olarak grafit fırın kullanıldığında sıcaklık optimize edilir(84).

Bilinen derişimlerde standartlar hazırlanarak, absorbans değerler okunur. Absorbans değerleri derişime karşı grafiğe alınır ve Beer Yasası'na uygun olarak doğrusal giden kalibrasyon eğrileri elde edilir. Analizi yapılacak nümunelerin absorbans değerleri okunarak kalibrasyon eğrisi yardımı ile derişim hesaplanır veya bilgisayarlı sistem kullanılıyorsa sonuçlar doğrudan değerlendirilir(84).

Buraya kadar verdiğimiz bilgilere göre Atomik absorpsiyon spektrometrisi en iyi analiz yöntemlerinden biri olduğu ortadadır. Gerçi ICP Atomik Emisyon Spektroskopisinde hassasiyet daha fazladır (83,87), ancak laboratuvarımızda Atomik Absorpsiyon Spektrometre cihazı bulunduğundan ve diğer birçok yöntemlere göre de üstünlükleri olduğundan tayinlerimizi bu cihazla yapmayı uygun bulduk. Ayrıca bizim kullandığımız cihazda atomizer olarak grafit fırın kullanıldığından, nümune kaybı ve spektral girişimlerinin de önüne geçildiğinden hassasiyet de artırılmış olmaktadır.

### **3.3. Ekstraksiyon Metodunun Tartışılması**

Nümunelerin ekstraksiyonu için çeşitli çalışmalarda farklı metotlar uygulanmıştır. Biz uygulanacak metodun, amaca uygun olarak seçilmesi gerektiğini düşündük. Yani, bizim tezimizdeki amacımız küçük çocukların plastik materyallerden yapılmış eşyaları özellikle ağızlarıyla temas ettirmeleri veya yutmaları sonucu maruz kalacakları tehlikelere karşı korumak amacıyla konulmuş olan standartlara uygun olup olmadığını tesbit etmek olduğundan kullanacağımız metodun bu şartlara uygun olmasının gerektiğini düşündük.

Ayrıca, kullanacağımız metodun, hem plastiklere hem de boya tabakalarına aynı şekilde uygulanabilmesi, pratik ve az zaman gerektirmesi ve ekonomik olması gibi avantajlara da sahip olmasını istedik.

Gimeno Adelantado JV. ve ark. (8)'nin önerdiği metoda göre nümune gümüş pota içerisindeki sıcakta eritilmiş NaOH içerisinde ekstrakte edilmektedir. Bu metotta hem 0.1 - 0.2 g gibi fazla nümune kullanılmakta hem de kullanılan reaktiflerin çokluğu sebebiyle işlem fazla zaman gerektirmektedir. Ayrıca bu metod sadece plastik materyaller için kullanılmış ve boyalı materyaller için uygulanmamıştır. Öte yandan, ekstraksiyon şartları da bizim düşündüğümüz şartlara uymamaktadır. Bu metodun tek avantajı tüm toksik metallere uygulanabilir olmasıdır.

Weisel C. ve ark. (7) tarafından uygulanan metod sıcak ve soğuk asit ekstraksiyon metodudur. Bu metotta nümune sıcak veya soğuk nitrik asit ve hidroklorik asit içerisinde ekstrakte edilmektedir. Bu metod çok basit, pratik ve ekonomik olmakla beraber, AAS'de sadece kurşun için sonuç vermektedir. Kadmiyum için sonuç elde edilememektedir. Diğer taraftan, bu metod boyalara uygulanmamıştır. Boyalara uygulandığında ne gibi sonuçlar elde edileceği belli değildir. Ayrıca, sıcak asit ekstraksiyondaki sıcaklık 250 °C olması sebebiyle bizim düşündüğümüz şartlardaki vücut sıcaklığı olan 37 °C'ye uymamaktadır.

Hodson T. and Lord DV. (89) oyuncaklardaki boya tabakalarında kurşun, kadmiyum, krom ve baryum, antimon ve arsenik tayin etmişlerdir. Uyguladıkları metotta, nümune kül edildikten sonra kurşun, kadmiyum ve kromu aynı metotla ekstrakte ederek atomik absorpsiyon spektrometresinde, baryumu, aynı ekstraksiyon çözeltisinde flame emission spektrometresinde, Antimonu Galliford DJB. and Yardley JT. (1963)'in brilliant green spektrometrik metoduyla, arseniki ise ADAC(1965)'in Official Analysis metoduyla ayrı bir ekstraksiyon çözeltisinde tayin etmişlerdir(89).

Görüldüğü gibi, bir kere bu metod hem bütün elementlere uygulanabilir bir ekstraksiyon metodu önermiyor, hem sadece boya tabakaları için uygulanmaktadır. Hem de total element miktarı tayin edilmektedir. Halbuki, plastik materyalden kullanım esnasında veya yutulduğunda ihtiva ettiği elementin tamamı ekstrakte olamamaktadır.

TSE ise plastik ve boyalı materyaller için ayrı ayrı ekstraksiyon yöntemleri önermektedir. Plastik materyallerden belirli bir yüzey alanına sahip olan nümuneler alınarak 70 °C'deki saf su içerisinde 24 saat bekletilerek ekstrakte edilip oda sıcaklığına getirilerek elde edilen süzüntüde A.A.S. ile toksik element tayini yapılmaktadır (90).

Boya tabakalarındaki elementlerin ekstraksiyonu ise oda sıcaklığında pH'ı 1-1.5 arasında olan HCl çözeltisinde 1 saat çalkalayarak, 1 saat de çalkalamadan bekletilerek elde edilen süzüntüde A.A.S. ile toksik element tayini yapılmaktadır.(10)

TSE'nin önerdiği metotlar incelendiğinde, plastik materyallerde ve boyalı materyallerde ayrı ayrı ekstraksiyon yöntemlerinin uygulandığı görülmektedir. Ayrıca, plastik materyalden alınacak nümunenin miktarı yüzey alanına göre belirlenmektedir. Bu ise, çeşitli oyuncakların ihtiva ettiği plastik materyallerin şekillerinin düzgün olmaması sebebiyle her seferinde aynı miktarı almak oldukça güçtür ki, uygulayıcılardan kaynaklanan hatalı sonuçlara sebep olacaktır. Diğer taraftan plastik materyalin ekstraksiyonu sıcak saf suda gerçekleştirilmektedir. Ve süre de, oldukça uzundur. Vücut sıvılarının ve derinin pH değerleri saf suyunkinden farklıdır ve vücut sıcaklığı da 70 °C değil (37±2) °C'dir. Bu nedenlerden dolayı bu metot da tüm elementlerin aynı ekstraksiyon çözeltisinde tayini gibi bir avantaja sahip olmasına rağmen yukarıda bahsettiğimiz olumsuzluklara sahiptir.

Vollrath A. ve ark. (2) yaptıkları çalışmada, plastik materyallerin kadmiyum ve kurşun içeriklerinin tayininde kullanılan üç ayrı ekstraksiyon metodunu karşılaştırarak Mikrodalga sindirim metodunun daha iyi olduğunu ortaya koymuştur. İşlem kapalı bir kap içerisinde gerçekleştirildiğinden tayin edilecek elementlerin sıcaklıkta buharlaşarak kaybı sözkonusu değildir. Süre çok azdır. Fakat, sadece plastik materyallere uygulanmakta ve boyalı materyallere uygulanmamaktadır.

Bizim kullandığımız ISO'nun metodu (11) ise tesbit ettiğimiz metotların arasında en kapsamlı, uygulanması kolay, fazla zaman gerektirmeyen ve en ucuz metottur diyebiliriz. Çünkü, analizi yapılacak materyalin plastik, boya, polimer film vb. tüm parçaları için hemen hemen birbirinin aynı olan ekstraksiyon metodu uygulanmaktadır. Ayrıca, bütün nümunelerin miktarı kütle olarak ölçüldüğü için uygulanması daha kolaydır. Kullanılan kimyasal maddeler az olduğundan ekonomiktir. Öte yandan ekstraksiyon şartları da amaca daha uygundur. Yani, oyuncakların temas ettiği insan vücut sıcaklığı (37±2)°C dir. Eğer çocuk, plastik materyali yutmuş olsa, midede yaklaşık olarak 1-1.5 pH'da yaklaşık 1 saat çalkalanarak 1 saat da çalkalanmadan kalmakta ve daha sonra bağırsaklara geçerek dışarı atılmaktadır. Bu nedenlerden dolayı ISO'nun uygulamakta olduğu metot bizce en uygun metottur.

### **3.4. Bulguların Tartışılması**

#### **3.4.1. Yumuşak ve Sert Plastiklere Ait Bulguların Tartışılması**

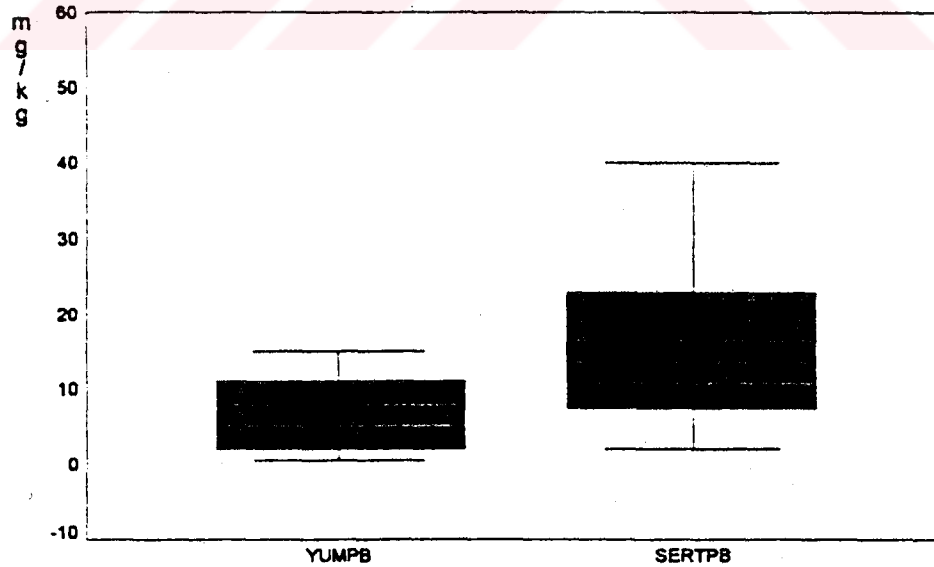
Yumuşak ve sert plastiklerin kurşun ve kadmiyum içeriklerinin karşılaştırılması Tablo 3.1'de verilmiştir. Tabloya bakıldığı zaman kurşun ortalamasının sert plastiklerde yumuşak plastiklerdekinden fazla iken, kadmiyum ortalamasının kurşunun tersine yumuşak plastiklerde sert plastiklerden daha yüksektir. Bu sonuçlara göre,

muhtemelen kurşunun stabilizatör olarak kadmiyuma göre daha çok kullanılmakta olabileceğini, kadmiyumun ise daha çok renklendirici olarak kullanılmakta olduğunu söyleyebiliriz.

**Tablo 3.1.** Yumuşak ve Sert Plastiklerin Karşılaştırılması.

Parametre	Sert Plastik (n=27)	Yumuşak Plastik (n=34)	Anlamlılık	
			t	p
Pb (mg/kg)	18.66 ± 15.56	8.93 ± 10.05	2.79	P<0.01
Cd (mg/kg)	9.67 ± 6.94	14.41 ± 16.37	1.52	P>0.05

Şekil 3.1'de ise yumuşak ve sert plastiklerdeki kurşun miktarlarının karşılaştırıldığı grafik görülmektedir. Grafikte açıkça görüldüğü gibi sert plastiklerdeki kurşun içeriği yumuşak plastiklerden daha yüksektir. Ayrıca, sert plastiklerdeki alt ve üst limit arasındaki farkın, yumuşak plastiklere göre daha fazla olduğu görülmektedir. Bu farkın sebebi ise plastiklerin hammaddeleri olan polimerlerin kimyasal yapılarının farklı olması ve son üründe olması gereken sertlik derecesinin farklı olması olabilir. Çünkü, polimerleri oluşturan monomerlerin düz zincirli olanları dallanmış olanlara göre daha yüksek erime noktasına sahiptirler(91). Dallanmış monomerlerin oluşturduğu polimerlerin sertleştirilmesinde daha çok stabilizatör gerekebilir.

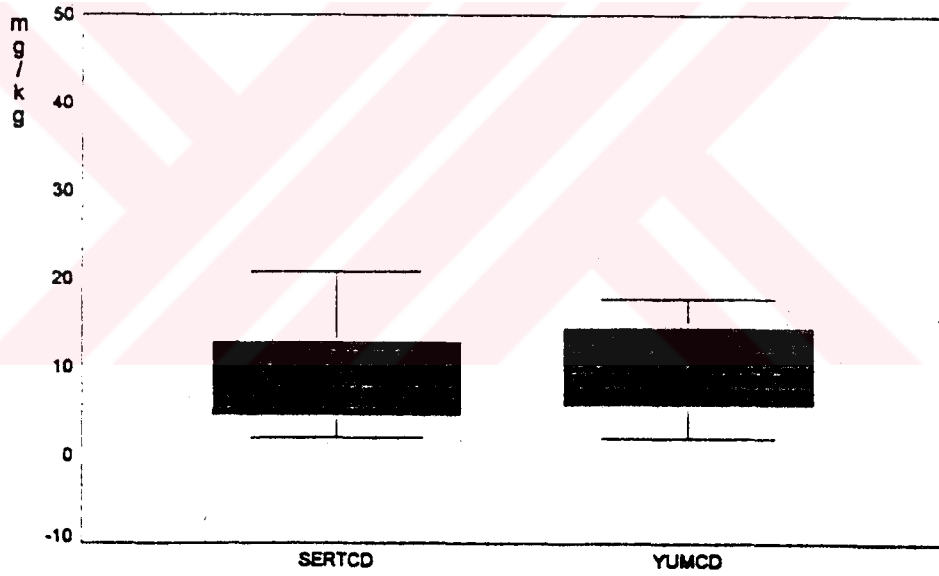


**Şekil 3.1** Yumuşak ve Sert Plastiklerde Kurşun Miktarının Karşılaştırılması.

Şekil 3.2 Yumuşak ve sert plastiklerdeki kadmiyum miktarlarının karşılaştırıldığı grafikdir. Grafiğe göre yumuşak plastiklerdeki kadmiyum sert plastiklerdekinden daha fazladır. Sert plastiklerdeki alt ve üst kadmiyum limitleri arasındaki fark da yumuşak plastiklerdekinden daha büyüktür. Sert plastiklerdeki kadmiyum değerlerinin minimum ve maksimumları arasındaki farkın kurşundaki gibi büyük olmasının sebebi, münümelerin sertlik derecelerinden farktan kaynaklanıyor olabilir.

### 3.4.2. Renklerine Göre Plastiklerdeki Kurşun ve Kadmiyum Miktarlarının Tartışılması.

Renklerine göre plastiklerin kurşun ve kadmiyum ortalamaları Tablo 2.18'de verilmiştir. Bu tabloya göre kurşun ortalaması en yüksek gruplar sırası ile karışık renkliler ve gri renklilerdir. Bunları sırası ile yeşil ve kırmızı takip etmektedir ve diğer renklerde ise birbirine yakındır. Kurşunun karışık renkli plastiklerde daha çok çıkması,



Şekil 3.2 Yumuşak ve Sert Plastiklerdeki Kadmiyum Miktarlarının Karşılaştırılması.

muhtemelen kurşunun beyaz, sarı, kırmızı, turuncu, kahverengi gibi çeşitli renklerde farklı bileşiklerinin olmasına (92,93) bağlanabilir. Kurşun ortalaması en düşük olan renk mavidir. Gri renkli plastiklerde kurşunun fazla çıkması da metal tozlarının da renklendirici olarak kullanılabilmesi (94) ile açıklanabilir. Çünkü, kurşun gri renkli bir metaldir.

Yine aynı tabloya göre kadmiyum ortalaması en yüksek olanlar beyaz plastiklerdir. Bunu sırası ile yeşil, mavi ve siyah plastikler takip etmektedir. Fakat, sarı renkli plastiklerde kadmiyum ortalamasının en düşük olması, kadmiyum bileşiklerinin daha çok renklendirici olarak kullanıldığı şeklindeki tahminimizi zayıflatmaktadır.



#### 4. SONUÇ

Sonuç olarak ilk önce, Şanlıurfa'ya ithal yoluyla gelen oyuncaklardan incelediklerimizin % 6.1'i kurşun yönünden, % 4.5'i kadmiyum yönünden ISO'nun tesbit ettiği sınırları aşmaktadır. Fakat, bunların dışında Türkiye'de üretilen diğer ürünlerin hiçbiri ISO'nun sınırlarını aşmamaktadır. Bu, ülkemiz açısından sevindirici bir sonuç olarak kabul edilebilir.

Sınırları aşma yüzdesi yumuşak plastiklerde % 5.8 iken sert plastiklerde % 13.8'dir. Bu oran oyuncaklar üzerindeki boya tabakalarında ise % 33.3 tür. Ayrıca, kurşunun sağlık üzerindeki olumsuz etkileri kadmiyumunkinden fazla olduğundan ve sert plastiklerdeki kurşunun kadmiyuma göre yumuşak plastiklerdekinden daha fazla olmasından dolayı, sert plastiklerden yapılmış oyuncakların güvenilirliği yumuşak plastiklerdekinden daha azdır. Ayrıca, üzerinde boya tabakası bulunan oyuncakların ise çok daha az güvenilir olduğu görülmektedir.

Renkli plastiklere ait bulgulara göre siyah, sarı, mavi ve şeffaf olan plastiklerde ISO limitlerini aşan değere rastlanmamış olduğundan, bu renkteki plastik materyal içeren oyuncakların güvenle kullanılabilmesi sonucuna varmaktayız. Diğer renklerden en riskli grubu griler oluştururken, bunu beyazlar ve en son olarak da yeşil, karışık ve kırmızı renkli plastikler takip etmektedir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz önemli bir sonuç da plastik ve boyalı materyallerde toksik element tayin metotları içerisinde en kolay, en hızlı, en ekonomik olanı ISO tarafından hazırlanan metottur.

Bütün bu sonuçlar ışığında, çocukları korumak amacıyla tüm dünyada ve ülkemizde oyuncakların standartlara uygun olup olmadığının tesbit edilmesi yerinde bir uygulamadır. Ve her zaman da titizlikle bu uygulamalara devam edilmelidir. Ve ülkemizde ithal oyuncaklardaki toksik element tayini için TSE'nin uygulamakta olduğu analiz metodu hem pratik olmadığından, hem uzun zaman gerektirdiğinden bu metodun ISO'ya uyarlanması çok yararlı olacağı kanaatindeyiz. Ayrıca, TSE Şanlıurfa Temsilciliği ile yaptığımız görüşmede ülkemizde üretilen oyuncaklar için TSE'ye uygun olup olmadığına dair bir kontrol yapılmadığını öğrendik. Biz, ülkemizde üretilen oyuncakların da TSE'ye uygun olup olmadığının denetlenmesi gerektiği kanaatindeyiz.

## **KAYNAKLAR**

- 1- CRAWFORD, R., *Plastics Engineering*, Pergamon Press, 1-5, New York, 1987.
- 2- VOLLRATH, A., OTZ, T., HOHL, C., and SEILER, H.G., Comparison of dissolution procedures for the determination of cadmium and lead in plastics, *Fresenius j Anal Chem*, 344, 269-274, 1992.
- 3- LATTIMER, Robert P., Direct analysis of polypropylene compounds by thermal desorption and pyrolysis-mass spectrometry, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 26, 65-92, 1993.
- 4- SEIDEL, T., GOLLOCH, A., BEERWALD, H., BÖHM, G., Characterization and application of a new radiation source in optical emission spectrometry for the identification of chlorine-containing waste plastics and their inorganic additives, *Fresenius j Anal Chem*, 347, 92-102, 1993
- 5- WHELAN, A., CRAFT, J.L., *Developments in plastics, technology-1*, Applied Science Publishers, 172-175, London, England, 1982.
- 6- ROAD, M., RIDGE, P., *Chemical additives for the plastics industry/properties, applications, toxicologies*, Noyes Data Corporation, 44-53, New Jersey, USA, 1987.
- 7- WEISEL, C., DEMAK, M., Soft plastic bread packaging : Lead content and reuse by families, *American Journal of Public Health*, 81,6, 756-757, 1991.
- 8- GIMENO ADELANTADO, J.V., PERÍS MARTÍNEZ, V., Analysis of toxic elements in plastic components for toys, *Analytica Chimica Acta*, 276, 39-45, 1993.
- 9- STAES, C., MATTE, T., COPLEY, C.6., FLANDERS D., and BINDER, S., Retrospective Study of the impact of lead-based paint hazard remediation on children's blood lead levels in St. Louis, Missouri, *American Journal of Epidemiology*, 139, 10, 1016-1026, 1994.
- 10- Türk Standartları, Çocuk oyuncakları için güvenlik kuralları, TS 5297, 1-3, 1987.
- 11- International Organization for standardization, Safety of toys- Part : Migration of restrain elements, ISO/DIS 8124-3.2., 1-24, 1995.
- 12- MORTON-JONES, D.H., *Polymer Processing*, 22-23, London, 1989.

- 13- T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, Yedinci beş yıllık kalkınma planı özel ihtisas komisyonu raporu : Plastik, DPT, 2368-ÖİK: 434, 1, Ankara, 1994.
- 14- T.M.M.O.B. Kimya Müh. Odası, Plastik İşleme Teknikleri ve Kalite Kontrol, 7, 1989.
- 15- THOMAS , L.C., Toxic Metals and Analysis, Cadium, Lead, Heyden and Son Ltd. 65-73, 116-133, London, 1980.
- 16- PHYLLIS, E., MARINO, M.D., PHILIP, J. ve Ark., A case report of lead paint poisoning during renovation of a victorian farmhouse, AJPH, 80,10, 1183-1185, 1990.
- 17- RASTOGI, S.C., Cadmium, Chromium, lead and mercury residues in finger-paints and make-up paints, Bull. Environ. Contam, Toxicol., 48, 289-294, 1992.
- 18- ROTHENBERG, S.J., SCHANNAS-ARRIETA, L., UGARTECHEA, J.C., et d., A documented case of perinatal lead poisoning, Am j public Health,82, 613-4, 613-4, 1992.
- 19- FISCHBEIN, A., WALLACE, J., SASA, S., ve Ark., Lead poisoning from ast restaration and pottery work: unusual exposure jource and household risk, j Environ Pathol Toxicol Oncol 11,7-11, 1992.
- 20- LOCKITCH, 6., Perspectives on lead toxicity, Clin Biochme, 26, 371-381, 1993.
- 21- NIR, A., TAMİR, A., ZELNİK, A.,LANCU, T.C., Is eye cosmetic a source of lead poisoning?, Ir j Med Sci, 28, 417-21, 1992.
- 22- SHERLOCK, J.C., PICKFORD, C.J., WHITE, G.F., Lead in alcoholic beverages, Food Addit Contam 3, 347-54, 1986.
- 23- NEWTON, D., PICKFORD, C.H., CHAMBERLAIN, A.C., SHERLOCK, J.C., HISLOP, J.S., Elevation of lead in human blood from its controlled ingestion in beer, Human Exp Toxicol, 11,3-9, 1992.
- 24- BOSE, A., VASHISTHA, K., O'LOUGHLIN, B.J., Azarcon por empacho- another cause of lead toxicity, Pediatrics, 72, 108-18, 1983.
- 25- ABDULLAH, M.A., Lead poisoning among children in Saudi Arabia, J Trop Med Hyg, 87, 67-70, 1984.
- 26- CDC, Lead poisoning from Mexican folk remedies california, MMWR, 32, 354-55, 1983.
- 27- SMITHERMAN, J., HARBER, P., A case of mistaken identity : Herbal medicine as a cause of lead toxicity, Am j Ind Med, 20, 795-8, 1991.

- 28- MCELVAINE, M.D., DEUNGRIA, E.G., MATTE, T.D., COPLEY, C.G., and BINDER, S., Prevalence of radiographic evidence of paint chip ingestion among children with moderate to severe lead poisoning, St. Lous, Missouri, 1989 Through 1990, *Pediatrics*, 89, 4, 740-2, 1992.
- 29- TOFT, P., TOBIN, R.S., MEEK, M.E., WOOD, G.C., Guidelines for canadian drinking water quality. In : Tobin R.S., Robertson W.J., eds. *Coping with the guidelines in the 1990's*. Pp. 1-9. Ottawa : Health and Welfare Canada, 1991.
- 30- SHANNON, M.W., and GRAEF, J.W., Lead intoxication in infancy, *Pediatrics*, 89, 1, 87-90, 1992.
- 31- THOMPSON, G.N., ROBERTSON, E.F., Lead mobilization during pregnancy, *The medical journal o Australia*, 143, 8, 13, 1985.
- 32- EISENBERG, A., AVNÍ, A., GRUER, F., ve Ark., Identification of community flour mills as the source of lead poisoning in West bank arabs, *Arc Intern Med*, 145, 10, 1848-51, 1985.
- 33- KOÇAK, R., ANARAT, A., ALTINTAŞ, G., ve EVLİYAOĞLU, N., Lead poisoning from contaminated flour in a family of 11 members, *Human Toxicol*, 8 , 385-6, 1989.
- 34- KIKANO, G.E., and STRANGE, K.C., Lead poisoning in a Child after a Gunstiot injury, *The Journal of Family Praticce*, 34, 4 , 498-504, 1992.
- 35- RUDOLPH, L., SHARP, D.S., SAMUELS, S., PERKINS, C., ROSENBERG, J., Enviromental and biological monitoring for lead exposure in California workplaces, *AJPH*; 80,8 921-5, 1990.
- 36- MCDONALD, N.S., ERGIMILIAN, F., SPAIN, P., and MCARTHUR, C., *J:Biol, Chem.*, 189-387, 1951.
- 37- FLEISCH, H., RUSSEL, B. and R., *Proc Soc Exptl. Biol. Med.*, 118, 882, 1965.
- 38- LABBE, R.F., Lead poisoning mechanizms, *Clinical Chemistry*, 36, 11, 1870, 1990.
- 39- SCHARTZ, S., STEPHENSON, B., SARKAR, D., FREYHOLTZ, H., RUTH, G., Quantitative assay of eiythrocyte "free" and zinc-protoporphyrin: clinical and genetic stuies, *int j Biochem*, 12 1053-7 , 1980.
- 40- ROSSI, E., COSTIN, K.A., and GARCÍA-WEBB, P., Effect of occupational lead exposure on lymphocyte enzymes involved in heme biosynthesis, *Clinical chemistry*, 36-11, 1980-3, 1990.
- 41- LABBE, R.F., RETTEMER, R.L., Zinc protoporphyrin : A product of iron deficient erytropoeisis, *Semin Hematol*, 26,40-6, 1989.

- 42- US Department of Health and Human Services, Center for Disease Control, Preventing lead poisoning in young children , Atlanta, Georgia : CDC, 1991.
- 43- CLARC, M., ROYAL, J., SEELER, R., Interaction of iron deficiency and lead and the hematologic findings in children with severe lead poisoning, *J. Pediatr*, 81, 247-54, 1988.
- 44- NOLAN, C.V., HSAIKH, Z.A., Lead nephrotoxicity and associated disorder : Biochemical mechanisms., *Toxicology*, 73, 127-46, 1992
- 45- EMMERSON, B.T., Chronic Lead nephropathy. *Kidney int.*, 4, 1-5, 1973.
- 46- GOYER, R.A., Mechanizm of lead and cadmium nephrotoxicity. *Toxicol Lett*, 46, 153-62, 1989
- 47- BENNET, W.M., Lead nephropathy., *Kidney Int.* 28,212-20, 1985
- 48- CRASWELL, P.W., Chronic lead nephropathy., *Annu Rev Med*, 38, 169-73 , 1987.
- 49- GOYER, R.A., Lead toxicity : From overt to subclinical to subtle health effects, *Environmental Health Perspectives*, 86, 177-81, 1990.
- 50- GOYER, R.A., Nephrotoxicity and carcinogenity of Fundam Appl Toxicol. 18, 4-7, 1992
- 51- GERBER, G.B., LEONARD, A., JACQUET, P., Toxicity, mutagenicity and teratogenicity of lead, *Mutat Res*, 76,115-41, 1980.
- 52- NYE, L.J.J., An investigation of the extraordinary incidence of chronic nephritis in young people in Queensland., *Med J Aust*, 2, 145-59 1929.
- 53- EMMERSON, B.T., Chronic lead nephropathy, *Kidney int*, 4,1-5, 1973.
- 54- BENSON, M.D., PRICE, J., Cerebellar calcification and lead journal of *Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 48, 814-8 , 1985.
- 55- SHARP, D.S., OSTERLOH, J., BECKER, C.E., et al, Blood Pressure and blood lead concentration in bus drivers, *Environmental Health Perspectives*, 78, 131-7, 1988.
- 56- PIRKLE, J.L., SCHWARTZ, J., LANDIS, J.R., and HARLAN, W.R., The relationship between blood lead levels and blood pressure and its cardiovascular risk implications, *American Journal of Epidemiology*, 121, 2, 246-58 , 1985.
- 57- MOEL, D.I., SACHS, H.K., COHN, R.A., and DRAYTON, M.A., Renal function 9 to 17 years after childhood lead poisoning, *The Journal of Pediatrics*, 106, 5, 729-33, 1985.
- 58- LILIS, R., FISCHBEIN , A., VALCIUKAS, J.A., BLUMBERG, W ., SELIKOFF, I.J., Kidney function and lead : Relationships in several occupational groups with different levels of exposure *Engle ; Med*, 327 , 151-6 , 1992.

- 59- BATUMAN, V., LANDY, E, MAESAKA, J.K., and WEDEEN, R.P., Contribution of lead to hypertension with renal impairment *The New England Journal of Medicine*, 309, 1, 17-21 , 1983.
- 60- OSTERLOH, J.D., SELBY, J.V., BERNARD, B.P., ve Ark., Body burdens of lead hipertensive nephropathy, *Archives of Environmental Health*, 44,5, 304-10, 1987.
- 61- KAJI, T., YAMAMOTO, C., and SAKAMOTO, M., Effect of lead on the glycosaminoglycans metabolism of bovine aortic endothelial cells in culture, *Toxicology*, 68, 249-57, 1991.
- 62- KAJI, T., YAMAMOTO, C., SAKAMOTO, M., and KOZUKA, H., Inhibitory effect of lead on the release of tissue plasminogen activator from human vascular endothelial cells in culture, *Toxicology*, 73, 219-27, 1992.
- 63- SIMONS, T.J.B. and POCOCK G., Lead Enters bovine adrenal medullary cells through calcium channels, *journal of Neurochemistry*, 48,2 , 383-9 , 1987.
- 64- COPPER, G.P., SUSZLIW, j.B., MANALIS, R.S., Heavy metals : Effects on synaptic transmission, *Neurotoxicology*, 5, 247-66 , 1984.
- 65- MINNEMA, D.J., MICHAELSON, I.A., and COOPER, G.P., Calcium Efflux and Neurotransmitter release from rat hippocampal synaptosomes exposed to lead, *Toxicology and Applied Pharmacology*, 92, 351-7 , 1988.
- 66- SCHROEDER, S.R., HAWK, B., OTTO, D.A., MUSHAK, P., HICKS, R.E., Separating the effects of lead and social factors on IQ, *Environmental Research*, 38, 144-54 , 1985.
- 67- SCHWARTZ, J., ANGLE, C., and PITCHER, H., Relationship between childhood blood lead levels and stature, *Pediatrics*, 77,3, 281-8 , 1986.
- 68- BITHONEY, W., Elevated lead levels in children with nonorganic failure to thrive, *Pediatrics*, 78, 5, 891-5, 1986.
- 69- LAUWERS, M.C., HAUSPIE, R.C., SUSANNE, C., and VERHEYDEN, J. Comparison of biometric data of children with high and low levels of lead in blood , *American Journal Of Phisical Anthropology*, 69, 107-16, 1986.
- 70- HUSEMAN, C.A., VARMA, M.M., ANGLE , C.R., Neuro endocrine effects of toxic and low blood lead levels in children, *Pediatrics*, 90, 86-9, 1992.
- 71- ROBINOWITZ, M., Lead and pregnancy, *Birth*, 15,4, 236-41 , 1988
- 72- Mc MICHAEL, A.J., VIMPANI, G.V., ROBERTSON, E.F., BAGHURST, P.A., and CLARK, P.D., The port pirie cohort study : maternal blood lead and pregnancy outcome, *Journal of Epidemiology and Lommunity Health*, 40, 18-25, 1986.

73- ERNHART, C.B., WOLF, A.W., SOKOL , R.J., BRITTENHAM, G.M., and ERHARD, P., Fetal exposure : Antenatal factors, Environmental Research, 38, 54-66, 1985.

74- BAG HURST , P.A., ROBERTSON, E.F., OLDFIELD, R.K., ve Ark., Lead in the placenta, membranes and umbilical cord in relation to pregnancy outcome in a lead-smelter community, Environmental Health Perspectives, 90, 315-20, 1991.

75- ROTHENBERG, S.J., SCHNAAS, L., CANSINO-ORTIZ, S., ve Ark., Neurobehavioral deficits after low level lead exposure in neonates : The Mexico City Pilot Study, Neurotoxicology and Teratology 11, 85-93, 1989.

76- BELLINGER, D., LEVITON, A., WATERNAUX , C., NEEDLEMAN, H. , and RABINNOWITZ, M., Longitudinal analyses of prenatal and postnatal lead exposure and early cognitive development, The New England Journal of Medicine, 316, 17, 1037-43, 1987.

77- DIETRICH, K.N., KRAFFT, K.M., BORNSCHEIN, R.L., ve Ark., Low-level fetal lead exposure effect on neurobehavioral development in early infancy, Pediatrics, 80, 5, 721-30 , 1987.

78- World Health Organization, Evaluation of Certain food food additives and the contaminants mercury, lead, and Cadmium, WHO, Technical report series no. 505, Geneva, 1972.

79- GOODMAN, L.S., and GELMAN, A., The pharmacological Basis of Therapeutics, and edn, Macmillon Ca, New York, 1955.

80- FIBERG, L., Acta Med. Scand., 138, suppl., 240 , 1950.

81- SOVET, Presse Med Belge, 10,69 (1858) cited in L. Prodan, J. Ind Hyg, 14, 132, 1932

82- FOWLER, B.A., General subcellular effects of lead, mercury , cadmium, and arsenic, Environmental Health Perspectives, 22, 37-41, 1978.

83- ERENTÜRK, N., Atomik Absorpsiyon Spektrofotometrisi, Enstrümental analiz yöntemleri kursu, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, ÇNAEM, Teknik Rapor No.41, 1-27, İstanbul 1987.

84- KUNÇ, Ş., Atomik absorpsiyon spektroskopisinde girişimler, Fırat Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi , Kimya Bölümü, Elazığ.

85- GUÇER, Ş., Atomik absorpsiyon spektrofotometresinin temel ilkeleri, İnönü Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Malatya.

86- ALKAN, I., BAŞSARI, A., X-Işını floresans spektrometrisi, Enstrümental analiz yöntemleri kursu, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, ÇNAEM, Teknik Rapor No.41, 1-13, İstanbul, 1987.

87- ALBAYRAK, M.S., İndüktif Kuplajlı plazma atomik emisyon spektroskopisi, Enstrümental analiz yöntemleri kursu, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, ÇNAEM, Teknik rapor no: 41, 1-24, İstanbul, 1987.

88- GÜNDÜZ, T., İnrümental analiz, Bilge Yayıncılık, 31-38, Ankara, 1993

89- HODSON, T., and LORD, D.W., A routine screening procedure for the determination of toxic metals in toys, J.A.P.A. 9, 60-3, 1971.

90- Türk Standartları, Sağlık alanında kullanılan plastikler için ekstraksiyon metotları, TS 4168, 1-2 1984

91- UYAR , T. ( Editör ) , Organik Kimya, Güneş Kitabevi Ltd.Şti., 74-80, Ankara, 1992.

92- ERDİK, E., Temel Üniversite Kimyası, 2. cilt, Hacettepe Taş Kitapçılık Ltd.Şti., 590-3, Ankara, 1991.

93- GÜNDÜZ, T., Yarı-Mikro Kalitatif Analiz, A.Ü. Fen Fakültesi Yayınları, 28-31, 44-45, Ankara, 1985.

94- T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, altıncı beşyillik kalkınma planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu : Plastik DPT, Ankara, 1990.

## **ÖZGEÇMİŞ**

1966 yılında Gaziantep'in İslahiye ilçesinde doğdum. İlk, orta ve lise tahsilimi İslahiye'de tamamladım. 1984-1988 yılları arasında İstanbul'da Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi'nin Kimya Eğitimi Bölümünü bitirdim. 1988-1991 yıllarında Trabzon'un Denekpazarı ilçesinde, 1991-1994 yıllarında da Adıyaman'ın Çelikhan ilçesinde Kimya Öğretmenliği yaptım. Nisan 1994'ten beri ise Harran Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünde Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktayım.

Evli ve iki çocuk babasıyım.

