



T.C.

YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AĞIR METAL MARUZİYETİNİN SAĞLIK  
ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: SERAMİK  
SEKTÖRÜ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Deniz BOZ ERAVCI**

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ  
TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

Ankara, 2016



T.C.  
YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AĞIR METAL MARUZİYETİNİN SAĞLIK  
ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: SERAMİK  
SEKTÖRÜ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Deniz BOZ ERAVCI

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ  
TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

Ankara, 2016

**T.C.**  
**YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**TEZ KABUL VE ONAY**

Ağır Metal Maruziyetinin Sağlık Etkilerinin Değerlendirilmesi: Seramik Sektörü  
Örneği

Deniz BOZ ERAVCI

Yüksek Lisans Tezi

Tez Savunma Sınav Tarihi: 18.07.2016

Tez Danışmanı  
Prof. Dr. Adem ÇİÇEK

Eş Danışman  
Doç. Dr. Engin TUTKUN

Tez Jürisi Üyeleri

Prof. Dr. Adem ÇİÇEK .....

Prof. Dr. Ergün ERASLAN .....

Prof. Dr. S. Yavuz SANİSOĞLU .....

Prof. Dr. Z. Aytül ÇAKMAK .....

Doç. Dr. Engin TUTKUN .....

Okuduğumuz ve savunmasını dinlediğimiz bu tezin bir Yüksek Lisans derecesi için gereken tüm kapsam ve kalite şartlarını sağladığını beyan ederiz.

Prof. Dr. Özen ÖZENSOY GÜLER

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans derecesi için gereken tüm şartları sağladığını tasdik ederim

## BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda patent ve telif haklarını ihlal edici etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tezde kullanılmış olan tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi beyan ederim.  
29.06.2016

Deniz BOZ ERAVCI



*Biricik Kızım Zeynep Eravci'ya...*

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin yürütücülüğünü üstlenen ve tezimde bana yol gösteren, yardım ve desteğini esirgemeyen danışman hocalarım Sayın Prof. Dr. Adem ÇİÇEK ile Doç. Dr. Engin TUTKUN'a,

Yüksek lisans eğitimimde bilgilerinden yararlandığım Yıldırım Beyazıt Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliğı Tezli Yüksek Lisans Programının değerli hocalarına,

Hem akademik hem de manevi anlamda desteklerini her zaman hissettiğim, kendimi geliştirmemde büyük katkıları olan Prof. Dr. S. Yavuz SANISOĞLU'na,

Ayrıca eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili annem Filiz BOZ'a, sevgili babam Yavuz Mehmet BOZ'a ve sevgili ağabeyim Behiç Volkan BOZ'a,

Tez çalışması sürecinde zamanlarından çaldığım değerli eşim Burak ERAVCI'ya ve sevgili kızım Zeynep ERAVCI'ya göstermiş oldukları sabır ve anlayıştan ötürü teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>v</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	<b>3</b>
2.1. Seramik Sektörü .....	3
2.2. Ağır Metal Maruziyeti ve Sağlık Etkileri .....	6
2.2.1. Kurşun (Pb).....	6
2.2.1.1. Kurşun Maruziyeti ve Sağlık Etkileri .....	8
2.2.2. Mangan (Mn) .....	10
2.2.2.1. Mangan Maruziyeti ve Sağlık Etkileri .....	11
2.2.3. Kadmiyum (Cd) .....	12
2.2.3.1. Kadmiyumun Maruziyeti ve Sağlık Etkileri .....	13
2.2.4. Kobalt (Co) .....	15
2.2.4.1. Kobalt Maruziyeti ve Sağlık Etkileri .....	16
2.2.5. Çinko (Zn).....	17
2.2.5.1. Çinko Maruziyeti ve Sağlık Etkileri .....	18
2.2.6. Bakır (Cu) .....	20
2.2.6.1. Bakır Maruziyeti ve Sağlık Etkileri .....	21
<b>3. GEREÇ ve YÖNTEM</b> .....	<b>22</b>
3.1. Araştırmanın Tipi ve Amacı .....	22
3.2. Varsayımlar .....	22
3.3. Veri Seti.....	22



3.4.	Araştırmanın Zamanlaması .....	23
3.5.	Seçim Kriterleri .....	23
3.6.	Araştırma Soruları .....	23
3.7.	Sınırlılıklar.....	23
3.8.	Verilerin İstatistiksel Açından Değerlendirilmesi ve Analizi .....	24
3.9.	Araştırmanın Etik Yönü .....	24
<b>4.</b>	<b>BULGULAR.....</b>	<b>25</b>
4.1.	Sosyo-Demografik Bulgular.....	25
4.2.	Ağır Metal Maruziyet Bulguları.....	29
4.3.	Tam Kan Parametre Bulguları.....	30
4.4.	Tam Kan Parametreleri ile Ağır Metal Maruziyetleri Korelasyon Bulguları.....	31
<b>5.</b>	<b>TARTIŞMA.....</b>	<b>39</b>
<b>6.</b>	<b>SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>42</b>
<b>7.</b>	<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>45</b>
<b>8.</b>	<b>EKLER.....</b>	<b>57</b>
	EK-1. HASTANE İZİN BELGESİ .....	57
	EK-2. ÖZGEÇMİŞ.....	58

## ÖZET

### Ağır Metal Maruziyetinin Sağlık Etkilerinin Değerlendirilmesi: Seramik Sektörü Örneği

Seramikler ve seramik malzemeler endüstride sofr ve süs eşyası üretiminde, inşaat sektöründe, elektrik, elektronik, optik ve manyetik uygulamalarda, biyoseramik olarak kalça ve diz implantları ile gözlük üretiminde ve dental kaplama malzemesi üretiminde sıklıkla kullanılır. Seramik sektöründe ağır metal maruziyeti daha çok hammadde ve sırlama işlemleri kaynaklıdır. Tez kapsamında 560 seramik çalışanın hasta kayıt verilerinin retrospektif incelemesine dayanan bu araştırmada, kurşun, mangan, kadmiyum, kobalt, çinko ve bakırın tam kan parametrelerinden HGB, HCT, PDW ile Parathormon, T3, T4 ve TSH parametrelerine olan etkisi incelenmiştir. Buna göre ortalama bakır serum  $96,743 \pm 15,8704$   $\mu\text{g/dL}$ ; medyan kadmiyum idrar 0,02 (0,0-2,80)  $\mu\text{g/dL}$ ; mangan idrar 0,60 (0,001-15,80)  $\mu\text{g/dL}$ ; kobalt idrar 0,60 (0,01-6,70)  $\mu\text{g/dL}$ ; mangan serum 8,70 (0,40-42,0)  $\mu\text{g/dL}$ ; kadmiyum serum 0,60 (0,01-5,20)  $\mu\text{g/dL}$ ; kurşun serum 1,60 (0,08-19,10)  $\mu\text{g/dL}$ ; çinko serum 94,50 (0,75-149,0)  $\mu\text{g/dL}$ 'dir. Çalışanların hematokrit değeri ile serum bakır ( $r=-0,180$ ), kadmiyum ( $r=-0,184$ ) ve çinko ( $r=-0,133$ ) düzeyleri arasında istatistiksel anlamlılıkta negatif yönlü zayıf bir ilişki tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ).

**Anahtar Kelimeler:** Ağır Metal Maruziyeti, Bakır, Çinko, Kadmiyum, Kobalt, Kurşun, Mangan, Seramik Sektörü.

## ABSTRACT

### **Evaluation of Health Effect of Heavy Metal Exposure: A Case of Ceramic Industry**

In industry, ceramics and ceramic materials tableware and ornaments, construction industry, electrical, electronic, optical and magnetic applications, bioceramics as hip and knee implants, glasses production and production of dental veneering material are often used. The source of heavy metal exposure in ceramic industry are raw material and glazing process. The aim of this research is revealed the correlation between lead, manganese, cadmium, cobalt, zinc and HCT, HGB, PDW, Parathormone, T3, T4, TSH parameters of 560 ceramic workers. According to the research, average serum copper is  $96,743 \pm 15,8704$   $\mu\text{g/dL}$ ; median urinary cadmium is  $0,02$  ( $0,0-2,80$ )  $\mu\text{g/dL}$ ; urinary manganese is  $0,60$  ( $0,001-15,80$ )  $\mu\text{g/dL}$ ; urinary cobalt is  $0,60$  ( $0,01-6,70$ )  $\mu\text{g/dL}$ ; serum manganese is  $8,70$  ( $0,40-42,0$ )  $\mu\text{g/dL}$ ; serum cadmium is  $0,60$  ( $0,01-5,20$ )  $\mu\text{g/dL}$ ; serum lead is  $1,60$  ( $0,08-19,10$ )  $\mu\text{g/dL}$ ; serum zinc is  $94,50$  ( $0,75-149,0$ )  $\mu\text{g/dL}$ . It was determined significantly weak negative correlation between serum copper level ( $r=-0,180$ ), cadmium level ( $r=-0,184$ ), zinc level ( $r=-0,133$ ) and HCT parameters.

**Key Words:** Cadmium, Ceramic Industry, Cobalt, Copper, Heavy Metal Exposure, Lead, Manganese, Zinc.

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

CDC: CentersforDisease Control andPrevention

Cd: Kadmiyum

Co: Kobalt

Cu: Bakır

HCT: Hematokrit

HGB: Hemoglobin

Mn: Mangan

Pb: Kurşun

PDW: Platelet büyüklüğü

TSH: Tiroid Uyarıcı Hormon

Zn: Çinko

WHO: Dünya Sağlık Örgütü

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.1. Seramik Üretim Süreci .....	4
Şekil 2.2.1. Kurşun Elementi .....	7
Şekil 2.2.2. Manganelementi .....	11
Şekil 2.2.3. Kadmiyum Elementi .....	13
Şekil 2.2.4. Kobalt Elementi .....	15
Şekil 2.2.5. Çinko Elementi .....	18
Şekil 2.2.6. Bakır Elementi .....	20
Şekil 4.1.1. Çalışanların Bölümlere Göre Dağılımı .....	27
Şekil 4.1.2. Çalışılan Bölüme Göre Ağır Metal Düzeyleri .....	28



## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo 4.1.1.</b> Yaş, Çalışma Süresi ve Sigara Yüküne İlişkin Normallik için K-S Testi Sonuçları .....	25
<b>Tablo 4.1.2.</b> Çalışanlara İlişkin Temel Göstergeler.....	26
<b>Tablo 4.2.1.</b> Çalışanların Ağır Metal Maruziyetlerine İlişkin Bulgular .....	29
<b>Tablo 4.3.1.</b> Çalışanların Kan Parametrelerine İlişkin Bulgular .....	30
<b>Tablo 4.4.1.</b> HGB ile Serum Ağır Metal Korelasyonları .....	31
<b>Tablo 4.4.2.</b> HGB ile İdrar Ağır Metal Korelasyonları .....	32
<b>Tablo 4.4.3.</b> HCT ile Serum Ağır Metal Korelasyonları.....	32
<b>Tablo 4.4.4.</b> HCT ile İdrar Ağır Metal Korelasyonları.....	33
<b>Tablo 4.4.5.</b> PDW ile Serum Ağır Metal Korelasyonları .....	33
<b>Tablo 4.4.6.</b> PDW ile İdrar Ağır Metal Korelasyonları.....	34
<b>Tablo 4.4.7.</b> Parathormon ile Serum Ağır Metal Korelasyonları .....	34
<b>Tablo 4.4.8.</b> Parathormon ile İdrar Ağır Metal Korelasyonları.....	35
<b>Tablo 4.4.9.</b> T3 ile Serum Ağır Metal Korelasyonları .....	35
<b>Tablo 4.4.10.</b> T3 ile İdrar Ağır Metal Korelasyonları .....	36
<b>Tablo 4.4.11.</b> T4 ile Serum Ağır Metal Korelasyonları .....	36
<b>Tablo 4.4.12.</b> T4 ile İdrar Ağır Metal Korelasyonları .....	37
<b>Tablo 4.4.13.</b> TSH ile Serum Ağır Metal Korelasyonları .....	37
<b>Tablo 4.4.14.</b> TSH ile İdrar Ağır Metal Korelasyonları .....	38

## 1. GİRİŞ

1950’li yıllarda üretime başlayan ülkemizin en eski imalat sektörlerinden biri olan Türk seramik sektörü, hem kapasite hem de teknik altyapı bakımından hızla gelişmeye devam etmektedir.

Seramikler farklı hammadde içerikleri sayesinde pek çok endüstride yaygın kullanım alanları mevcuttur (1). Sektör ihtiyacına göre seramik üretimi geleneksel ve gelişmiş olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Geleneksel seramik uygulamalarında sofras ve süs eşyası üretiminde ve inşaat sektöründe (refrakter harç ve tuğla, teknik seramikler vb) yaygın olarak kullanım alanı mevcuttur (2). Bu yöntem ilave teknoloji ve maliyet gerektirmeyen uygulamaları içermektedir.

Gelişmiş seramik uygulamaları ise elektrik, elektronik, optik ve manyetik alanında sıklıkla kullanılır. Gelişmiş üretim teknikleri gerektiren bu yöntemde özel kimyasal reaksiyon süreçleri ile seramiğin belirli saflık dereceleri üretime dâhil edilir. Endüstride seramik malzemeler kapasitör, sıcaklık sensörleri, osilatör, kondansatör, pompa, sonar, mikrofon vb üretiminde kullanılır. Ayrıca manyetik seramikler de anten ve indüktör üretiminde; biyoseramikler ise gözlük, kalça ve diz implantları üretiminde ve dental kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır (1,3).

Türk Seramik Sektörü, yaklaşık 2 milyar Amerikan doları işlem hacmi ve yaklaşık 1 milyar Amerikan doları ihracatı ile Türkiye’nin önemli endüstrileri arasında yer almaktadır. Seramik sektörü Türkiye ekonomisinde, 26 bin doğrudan, 220 bin dolaylı istihdam sağlamaktadır(4,5).

Çalışanların sağlığının korunması, kazaların önlenmesi, iş sağlığı ve güvenliği kültürünün yerleştirilmesi iş sağlığı ve güvenliği kavramının önemli bir unsurudur.6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, çalışanların sağlık ve

güvenliklerinin korunarak insan onuruna yakışır çalışma şartlarının oluşturulmasını ve bu kapsamda işyerlerinde önleyici yaklaşımları ön plana çıkarmayı amaçlamaktadır.

Sektörel teknoloji tabanlı hızlı değişimler, kullanıcı ve üreticilerin refahına hizmet ederken, çalışanlar açısından yeni tehlikelerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Seramik imalat süreci pek çok sağlık ve güvenlik tehlikesi barındırmaktadır. Sektördeki üretim süreç ve teknolojilerindeki çeşitlilik insan ve çevre sağlığı açısından önemli sağlık tehlikelerine neden olmaktadır (6).

Seramik imalat sürecindeki başlıca sağlık riskleri ergonomik riskler, fiziksel riskler (makinelere, el aletleri, araçlar vb kaynaklı), gürültü, titreşim, elektrik tehlikeleri, kimyasal ajanlara maruziyet (silika, ağır metal vb) olarak özetlenebilir. Seramik sektöründe yapılmış pek çok çalışma sektörü silika maruziyeti özelinde ele alınmaktadır. Ancak, seramik endüstrisinde kullanılan pek çok hammadde ağır metal içermektedir (7).

Doğada bulunan ağır metaller endüstriyel uygulama ve çeşitliliğin artışı ile birlikte çevresel kirletici olarak, çalışan, halk ve çevre sağlığı açısından tehlikeli hale gelmektedir (8).

Bu tez çalışması ile seramik sektöründe faaliyet gösteren işletmelerde çalışan işçilerin hangi tür ağır metallere maruz kaldıklarını ortaya koyarak bunların olası sağlık etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.



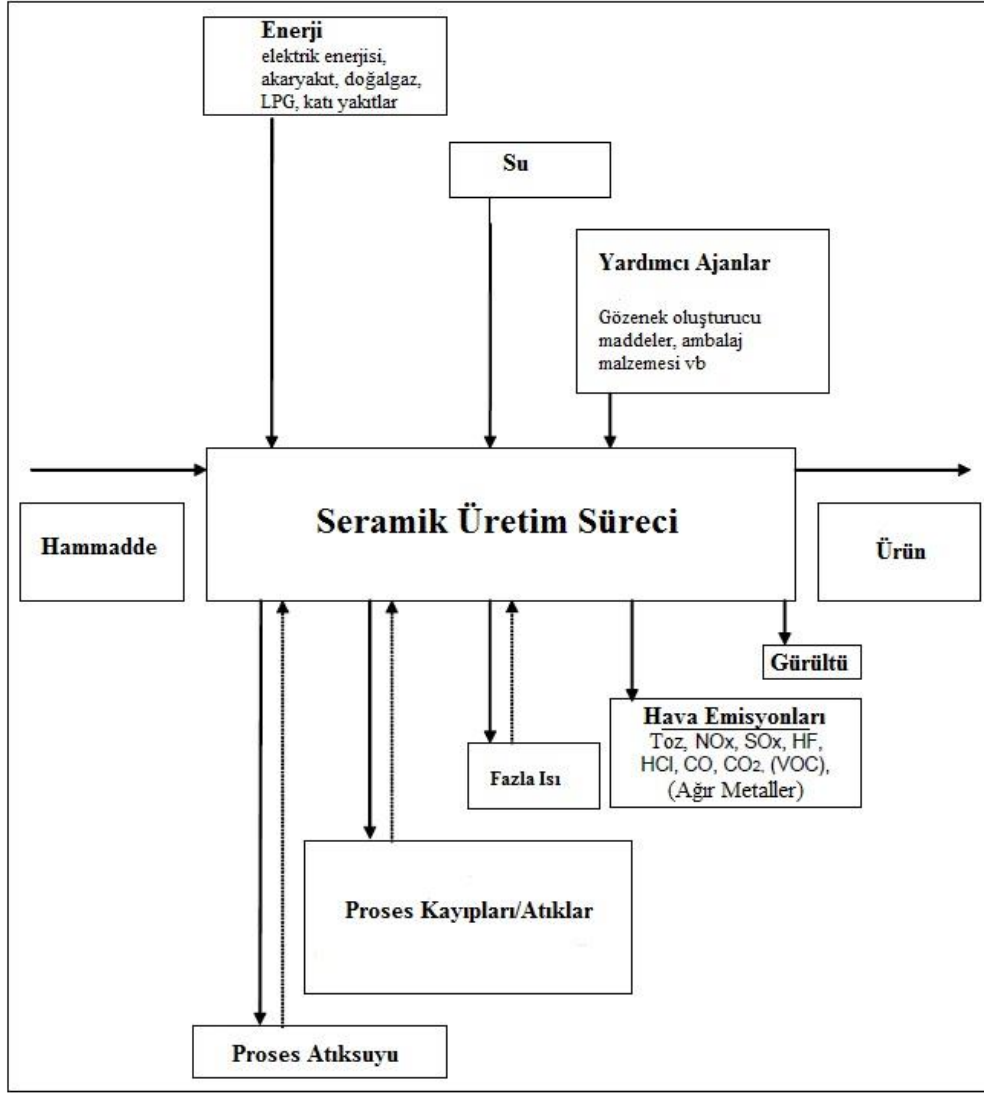
## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Seramik Sektörü

Seramik, terim anlamı olarak çoğunlukla doğal oluşumlu minerallerden özel bir pişirme süreci yardımı ile elde edilen inorganik materyalleri ifade etmektedir (9). Seramik malzemelerin yüksek ergime noktaları ve yüksek sıcaklıklarda boyutsal açıdan stabil olmaları, korozyon direncine sahip olmaları ve basınca karşı dayanıklılıkları nedeni ile pek çok sektörde kullanımı mevcuttur. Seramikler ayrıca düşük saflık düzeyine sahip eser metallere yarı iletkenlik özelliği kazandırması bakımından da oldukça önemlidir. Bu direnç özellikleri seramiklerin çok yönlü kullanımına olanak sağlar (1).

Geleneksel seramik üretim uygulamaları ile çömlekçilik, vitrifiye, mutfak-sofra, fayans, refrakter vb seramik ürünler üretilirken; ileri endüstriyel uygulamaları içeren gelişmiş seramik üretimi ferroelektrik, piezoelektrik, piezoseramik uygulamaları (kurşun zirkonat titanat, kurşun titanat, baryum titanat vb) ile kapasitör, kondansatör, osilatör, sensör, pompa, sonar, mikrofon, anten, indüktör vb üretimi gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, gelişmiş seramik üretimi, tıbbi uygulamalar olan biyoseramikleri de içermektedir. Dental kaplama, gözlük, diz kalça implantları da biyoseramik üretimi kapsamındadır (1,3).

Seramik üretim süreci, ardışık birkaç aşamadan oluşmaktadır. Bunlar, hammaddenin hazırlanması, şekillendirme (kalıplama), yıkama, sırlama, pişirme, paketleme aşamalarıdır. Seramik üretim sürecinin genel şematik gösterimi aşağıda verilmiştir.



Şekil 2.1.1. Seramik Üretim Süreci(10 s. 44)

Seramik üretiminin, çeşitlerine göre insan ve çevreye pek çok etkisi bulunmaktadır. Hava kirliliği, su kirliliği, insanda oluşturduğu sağlık etkileri üretim sürecine, kullanılan hammadde ve teknoloji ile bağlantılıdır.

- Hammadde hazırlanması: seramik üretim süreci hammadde içeriğinin oluşturulması ile başlar. Geleneksel olarak hammadde içeriklerini kil, kaolin, feldispat, kuvars, karbonatlar ve ürüne göre değişiklik gösterebilecek minör maddeler oluşturmaktadır. Yüksek kalitede hammadde içeriklerinin oluşturulmasının hem maliyet hem de sağlık etkileri mevcuttur. Kısa vadede

karlılığı artıracak içerik, uzun vadede çalışan ve çevre sağlığını etkileyerek dolaylı maliyetleri artırabilecektir (11).

- Şekillendirme: Hammadde karışım işlemini şekillendirme süreci takip eder. Bu bölümde istenen nihai ürünün geometrik şekline bağlıdır. Seramik şekillendirmede genel olarak kullanılan yöntem presleme yöntemidir. Presleme yöntemi nihai ürüne göre çeşitlilik göstermektedir (vazo, karo vb göre) (12).
- Kurutma: Şekillendirme işleminin ardından, ürün içerisindeki nem düzeyini azaltmak amacı ile yapılan işlemdir. Sıcaklığına göre pek çok kurutma süreci mevcuttur ancak çoğunlukla kurutma 100-200 °C arasında gerçekleştirilmektedir.
- Sırlama: Bu aşamada nihai üründe hedeflenen estetik niteliklerin (süslemeler, renk, parlaklık vb) ürüne kazandırılması sağlanır.
- Fırınlama: Bu süreç, şekillendirme ve sırlaması bitirilmiş olan ürünün 30-60 dakika gibi süreler ile en fazla 1000-2000 °C kapasiteli fırınlarda gerçekleştirilmektedir. Ancak bazı vitrifiye ürünlerde boyama ve sırlama işlemi fırınlama işleminden sonra da gerçekleştirilebilmektedir (9, 10).

Seramik sektörü pek çok sağlık ve güvenlik tehlikesi içeren İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliğine göre çok tehlikeli sınıfta yer alan bir işkoludur.

Klasik seramik üretim sürecinde yer alan işlem adımlarının gerçekleştirme süreçlerinde kullanılan enerjiden, üretim sürecinde ortaya çıkan gaz emisyonlarına kadar pek çok unsur çalışan ve çevre sağlığı açısından tehlike barındırmaktadır. Seramik üretim süreçlerinde ortaya çıkabilecek zararın etki yolları genel olarak aşağıdaki gibidir;

- Termal maruziyet (çalışma ortamında kurutma ve fırınlama işlemlerinde kullanılan yüksek sıcaklıktaki fırınların ortama yaydığı radyant ısı) (12),
- Su emisyonları (atık sularda bulunan çözünmemiş partiküler madde, inorganik maddeler ve ağır metaller),

- CO<sub>2</sub>, ağır metal gaz emisyonları (seramik endüstrisi enerji yoğun bir endüstri olması yanma işleminin yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirilmesi (800-2000°C) emisyon miktarını etkiler) (10),
- Partiküler madde/toz/gaz (silika, karbon oksit, azot oksit, kükürt oksit, inorganik flor/klor bileşikleri, organik bileşikler ve ağır metaller)

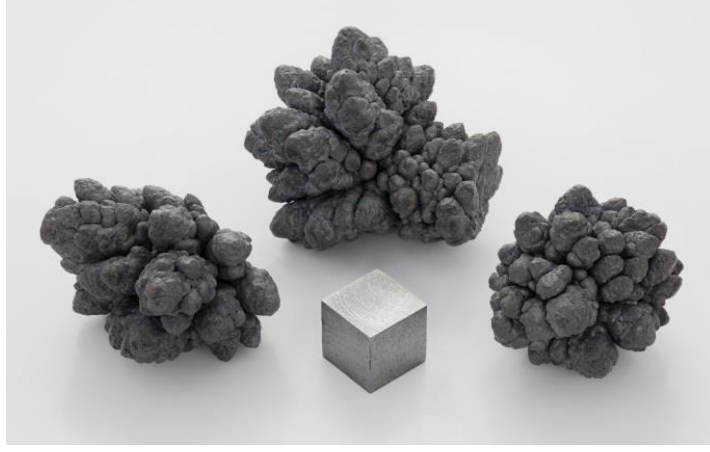
Partiküler madde/toz/ gaz maruziyeti seramik sektöründe sağlık etkileri bakımından en önemli maruziyetler arasındadır. Çalışma ortamında solunabilir havadaki serbest silika ve ağır metal konsantrasyonu çalışanların sağlığını tehdit eden önemli unsurlar arasındadır. (6,13)

## **2.2. Ağır Metal Maruziyeti ve Sağlık Etkileri**

Seramik sektöründe çalışanların maruz kaldığı kurşun, kadmiyum, mangan, kobalt, çinko ve bakır gibi bazı ağır metallerin genel özellikleri, mesleki ve çevresel maruziyetlerine ilişkin bilgiler ve genel sağlık etkileri aşağıda verilmiştir.

### **2.2.1. Kurşun (Pb)**

İnsanlar tarafından yaklaşık 5000 yıldır kullanılan kurşun (Pb) periyodik tablonun 4A periyodunda yer alan, yumuşak, kolay şekillendirilebilen ve bu özelliği sayesinde pek çok endüstride kullanılan bir ağır metaldir. Kurşun elementinde elektronlar zayıf bağ gösterdiğinden diğer metallere kıyasla elektriği iyi iletmez (14).



Şekil 2.2.1. Kurşun Elementi

Yoğunluğu suyun yoğunluğundan 11 kat; demirden 1,5 kat daha fazladır. Atom numarası 82 ve atom ağırlığı 207,2 g/mol olan gri-mavi renkte bu elementin ergime noktası 327,46 °C ve kaynama noktası 1740 °C olmasına rağmen 550 °C'den sonra buharlaşarak havaya karışabilir (14, 15).

Günümüzde kurşun ve bileşiklerinin oldukça geniş bir yelpazede kullanım alanı bulunmaktadır. Boyacılık sektöründe (kurşun içerikli boyalar) ve seramik sektöründe (sırlama) sıklıkla kullanılır. Ayrıca akaryakıt performansının artırılmasında ve motor korozyonunun engellenmesinde de kurşun kullanılmaktadır (16). Endüstriyel üretimdeki payı ve yüksek ekonomik değeri onu oldukça önemli bir metal haline getirmiştir. Orta Çağ'dan günümüze kadar sıklıkla kullanılan kurşun ve bileşiklerinin çevresel ve mesleki etkileri bulunmaktadır(17).

### 2.2.1.1. Kurşun Maruziyeti ve Sağlık Etkileri

Kurşun, bilinen en eski mesleksi ve çevresel toksik metallere biridir ve maruziyeti durumunda çocuklarda ve erişkinlerde pek çok sağlık etkisi bulunur (18). Kurşuna, boyalar, ev tozu, toprak, içme suyu, gıda vb pek çok yoldan maruz kalınabilir. Maruz kalınan kaynak, maruziyet süresi ve yoğunluğu sağlık üzerindeki etkilerinin şiddetini de belirleyecektir. 2004 yılında yapılan hastalık yükü çalışmasına göre, ölüme sonuçlanan 143.000 hastalığın %0,6'sının kaynağı kurşun maruziyeti sonucu oluşan hastalıklar oluşturmaktadır (19).

Kurşun maruziyetinin pek çok çevresel kaynağı mevcuttur. Kurşunun çevresel ve mesleksi maruziyeti, maden ocaklarından kurşun çıkarılması ve işlenmesi, kurşun alaşımlarının hazırlanması, kurşun içeren boya, lastik ve plastik madde üretimi, lehim ve kaynak yapımı, akümülatör üretim ve tamiri işlerinde görülür. Bu işlerin yürütümü sırasında ortaya çıkan toz ve buharları çevresel ve mesleksi maruziyet kaynaklarıdır. Akümülatör ve pil imalatı ve tamir işleri ve geri dönüşümü ile matbaacılık sektörü de kurşun maruziyeti açısından riskli sektörlerdir. Akaryakıt tanklarının temizlik ve onarımı işleri ile trafikte çalışan polis ve yol işçileri de kurşun maruziyeti açısından risk grubundaki çalışanlardır (20). Ayrıca kurşunla kontamine olmuş gıda maddeleri sakatat organ tüketimi, alkol, tütün tüketimi, içme/kullanma suları, kurşunlu işlem uygulanmış mutfak gereçleri, kabuklu deniz hayvanlarının tüketimi vb durumlar kurşunun maruziyetindeki başlıca kaynaklardır (21).

*Birleşmiş Milletler Yiyecek ve Tarım Organizasyonu ve Gıda Katkı Maddeleri Uzmanlar Komitesi*, 2010 yılında, yiyeceklerle vücuda alınan kurşunun haftalık kabul edilebilir düzeyinin 25 µg/kg olarak kabul etmiştir. Aynı komite içme suyu ile vücuda alınan kurşunda kabul edilebilir düzeyi 10 µg/kg olarak kabul etmiştir. Havadan soluma yolu ile alınan kurşunda kabul edilebilir düzey ise yıllık ortalama 0,5 µg/m<sup>3</sup> olarak kabul edilmiştir(19). ABD'de Hastalık Kontrol Merkezi (CDC)'nin 2012 tarihli raporunda, erişkinler için kabul edilebilir en yüksek kan kurşun düzeyini 25 µg/dL olarak; asemptomatik kurşun zehirlenmesi olarak kabul ettiği kan kurşun düzeyi ise >10 µg/dL olarak kabul edilmiştir (22).

Kurşun maruziyetinin temel kaynaklarından birisi de içme suyuna kontamine olmasıdır. İçme suyuna kontaminasyon tüm sistemlerin kirlenmesi demektir. Su tesisatlarında kurşunlu borular esneklik ve dayanıklılığı nedeniyle yüzyıllardır tercih edilmektedir. Yeraltı suları da kurşunun biyolojik dağılımının önemli bir kaynağıdır. İçme suyu ile kurşun maruziyeti gıda yolu ile maruziyetten daha etkilidir. İçme suyundan alınan kurşunun yetişkinlerde %35-50 arası absorbe edilirken; çocuklarda bu oran %50'den fazladır (20).

Atmosfere kontamine olmuş kurşunun pek çok çevresel kaynağı vardır. Kurşunlu benzin kullanımı, atmosferdeki kurşun konsantrasyonunun en temel kaynağıdır. Kurşunlu yakıtların yanı sıra kurşun madenciliği ve rafinerileri, atık dönüşüm tesisleri vb de atmosferdeki başlıca kirletici kaynaklarıdır (20).

Çocuklar kurşuna çevresel maruziyet için önemli bir risk grubudur. Kurşunun anneden fetüse geçişi, kurşunlu materyal kullanılan işyerlerinde çalışanların iş elbiselerine temas etmesi ve bu işyerlerinin yakınında ikamet etmek çocuklar için önemli çevresel maruziyet kaynaklarıdır (23). Çocukların kurşun maruziyetinin diğer kaynaklarına da boyalar ve gıda maddeleri oluşturmaktadır (24).

*Fast food* tarzı yeme alışkanlıkları özellikle çocuklar açısından kurşun maruziyeti için önemli bir tehlike kaynağıdır. Yapılan araştırmalarda özellikle hamburger, tatlılar, (hayvansal) tereyağı, jöleli sandviçler, cipsler ile beslenen çocuklarda serum kurşun seviyelerinin, sağlıklı beslenen çocuklara göre anlamlı derecede daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (25).

Çocuklarda kurşun maruziyetinin kalıcı nörolojik etkileri vardır. Çocuklar üzerinde yapılan bir araştırmada, kurşun maruziyeti olan çocukların IQ seviyesinin, sağlıklı çocuklara göre anlamlı derecede düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç kurşun maruziyetinin çocuklarda nörolojik gelişimi etkilediğinin bir kanıtı olarak nitelendirilmiştir (26). 1974 yılında çocuklar üzerinde yapılan bir araştırma ile kurşun maruziyeti bulunan çocuklarda idyopatik hiperaktivite sıklığında artış olduğu tespit edilmiştir (27).

Meksika’da 668 gebe ile yapılan kohort araştırma ile kanda kurşun düzeyinin 10 µg/dL değeri ve üzerinde düşük riskinin arttığı, daha düşük kan kurşun düzeylerinde ise dünyaya gelen bebekte fiziksel ve nörolojik açıdan gelişim geriliği olduğu tespit edilmiştir. Yine yapılan araştırmalar, kurşunun anne sütüne geçtiği, erken bebeklik döneminden itibaren çocukları etkilediği ortaya konulmuştur (28).

Yetişkinlerin kurşun maruziyeti çoğunlukla mesleki kökenli olarak gelişmektedir. Mesleki kurşun maruziyetlerinin nörotoksikpek çok etkisi mevcuttur. Kurşun maruziyetinin yetişkinler üzerindeki toksik etkisi kanda kurşun düzeyi BLL>5 µg/dL değerinden itibaren başlar (28). Çalışanda mesleki nörotoksisite gelişme riski ise kanda kurşun düzeyi (BLL) 40 µg/dL ve üzerindeki değerlerde artmaktadır. Yapılan epidemiyolojik meta-analiz çalışması ile kurşuna bağlı mesleki maruziyetlerde BLL ≥40 µg/dL olduğu durumlarda hipertansiyon, kardiyovasküler hastalık, karaciğer, kas iskelet sistemi hastalıkları, kanser ve merkezi sinir sistemi hasarı gibi hastalık risklerinde artış olduğu ve üreme fonksiyonlarında düşüş olduğu tespit edilmiştir (29).

Nörotoksisite dışında kurşuna özellikle kronik maruziyetin birçok hastalığın etyopatogenezinde önemli rol oynadığı bilimsel olarak kanıtlanmıştır. Kardiyovasküler hastalık ve kurşun maruziyeti ilişkisine yönelik birçok hastalık bulunmaktadır (30). Bunun dışında kurşun maruziyetinin genotoksik ve nefrotoksik etkileri uzun yıllardır bilim insanlarının ilgi alanı içerisinde yer almaktadır (31, 32).

### **2.2.2. Mangan (Mn)**

Mangan, toprak, su ve kayalıklarda doğal olarak bulunan bir elementtir ancak doğada baz metal olarak bulunmaz. 100'den fazla mineral ile bileşikler yapan bu element (sülfidler, oksitler, karbonatlar, silikatlar vb) aynı zamanda yer kabuğunun %0,1'inde de mevcuttur. Atmosferde var olan manganın ana kaynağı da yer kabuğudur. Yer kabuğunu hareketlendiren okyanus olayları, depremler, volkanik olaylar ile yangınlar ve bitki örtüsü de atmosferdeki manganın doğal kaynağıdır(33, 34).





**Şekil 2.2.2.** Mangan Elementi

Saf mangan allotrop formları ile birlikte  $7,21-7,44 \text{ kg/dm}^3$  arasında özgül ağırlığa sahip bir elementtir. Bu metalin ergime noktası  $1244 \text{ }^\circ\text{C}$ , kaynama noktası  $2060 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Saf formu gri-beyaz renkli olan bu metal, demire benzer ancak demirden daha sert ve kırılımandır. Periyodik tablonun 7B grubunda yer alan manganın atom numarası 25, atom ağırlığı yaklaşık  $55 \text{ g/mol}$ 'dür (35).

### **2.2.2.1. Mangan Maruziyeti ve Sağlık Etkileri**

Mangan, beyin gelişimi ve merkezi sinir sisteminin fonksiyonel gelişimi için önemli bir elementtir. Ancak vücuda yüksek dozlarda alınmasının sağlık tehlikeleri mevcuttur. Yaklaşık 150 yıldır nörotoksik etkileri bilinen manganın vücuda alımı, yutma ve deri aracılığı ile olsa da daha çok soluma yolu ile olmaktadır (36, 37).

Mangan jeolojik yapı içerisinde doğal halde pek çok formda bulunmaktadır. Toprak kaymaları, yer kabuğunun hareketleri vb doğal olaylar bitkilerdeki mangan birikim miktarını artırarak besin çevrimi yoluyla insan maruziyet miktarını artırır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), mangan maruziyetlerinin en temel kaynağının bitkisel kaynaklı, pirinç, buğday ve çay olduğunu raporlamıştır. Genel olarak gıdalar aracılığı ile vücuda alınan mangan miktarı olarak 70 kilogramın altındaki bir insan için günlük

yaklaşık olarak 2-9 mg/gün kadarına izin verilmektedir. İçme suyunda ise genel olarak 100 µg Mn/L ve altına izin verilir (37).

Manganın mesleksel maruziyeti özellikle demir çelik dökümhanelerinde, seramik sanayinde, elektrik santrallerinde akü pil üretimi tesislerinde söz konusu olur. Manganın mesleksel maruziyeti sonucu oluşan sinir sistemi tahribatları çalışanlar tarafından en sık karşılaşılan sağlık problemleri arasındadır. Sinir sistemi etkilenimi ilk olarak yürüyüşleri, el koordinasyonunu bozar (38). Parkinson hastalığının temelinde oksidatif stres sonucu mitokondrideki mangan birikiminin olduğu yapılan araştırmalar ile ortaya konulmuştur (39, 40).

Mangan buharının solunması durumunda oluşan akciğer tahribatı pnömoniye zemin hazırlar. Ayrıca üreme fonksiyonlarında da azalmaya sebep olur. Mangan kan-beyin bariyerini aşabilmektedir. Gebelerde düşük dozlardaki maruziyetlerde dahi, mangan plasentadan geçme özelliği gösterdiğinden, maruziyet fetüs için zararlı etkiler göstermektedir (37).

Çocuklar üzerinde yapılan araştırmalar, manganın çocuklarda beyin gelişimini yetenek, öğrenme ve hafıza odaklı olarak etkilediğini ortaya koymuştur. Çocuklarda mangan maruziyeti, geçici ya da kalıcı olabilen yürüme ve konuşma bozukluklarına sebep olmaktadır (41).

### **2.2.3. Kadmiyum (Cd)**

Kadmiyum, atom numarası 48; atom ağırlığı 112,40 g/mol, ergime noktası 321 °C; kaynama noktası 765 °C olan bu element çinko cevheri içerisinde 12 değişik yapıda bulunabilmektedir. Kadmiyum yer kabuğunun yaklaşık  $1,5 \times 10^{-5}$  ni oluşturan gümüş beyazı renginde bir elementtir (42).



**Şekil 2.2.3.** Kadmiyum Elementi

Kadmiyum korozyon direncinin iyi olması sebebi ile en çok kaplama endüstrisinde kullanılır. Kadmiyum ayrıca düşük ergime sıcaklığına sahip lehimlerin yapımında, akümülatör, pil üretiminde, bakırın mukavemetini artırmada ve plastik endüstrisinde sertleştirici olarak kullanılır (43).

#### **2.2.3.1. Kadmiyumun Maruziyeti ve Sağlık Etkileri**

Kadmiyum elementi, mesleki maruziyet, besinler ve aktif ya da pasif sigara tüketimi yolu gibi çevresel maruziyet etkenleri ile organizma sağlığını etkiler. (44 s. 1) Kadmiyum elementi bitkiler tarafından topraktan kolayca emilebilen bir element olduğundan doğadaki hareketliliği oldukça yüksektir. Bu nedenle kolaylıkla besin zincirine girebilmekte ya da suya bulaşabilmektedir. Su kaynaklarındaki kadmiyum kontaminasyonu önemli bir çevre sorunu oluşturmaktadır. Kadmiyum yalnızca çevresel kirletici olarak değil aynı zamanda yaşayan organizmalar açısından da büyük tehdit oluşturmaktadır (45).

Kadmiyumun çeşitli mesleki ve çevresel maruziyet kaynakları vardır. Bunlar;

- Tarımda gübreleme,
- Rafine edilmiş yiyecekler,
- Su boruları,

- Yanmış kömür,
- Çinko cevherleri,
- Kabuklu deniz ürünleri,
- Kadmiyum alaşımlı maddelerin kullanıldığı elektrik materyalleri
- Seramikte kullanılan materyaller
- Dişprotez materyalleri
- Sigara dumanı

şeklinde özetlenebilir.

Topraktaki kadmiyum seviyesi, sudaki kadmiyumdan, lağım kirliliğinden, havadaki kadmiyum ve yüksek fosfatlı gübrelere dolaylı olarak artar. Tarımda kullanılan gübrelerin içeriğinde de kadmiyum bulunur. Fosfat gübresinde Cd konsantrasyonu ortalama olarak fosfat gübresinde  $0,04 \text{ mgkg}^{-1}$ ; sığır dışkısında  $5,30 \text{ mgkg}^{-1}$ ; tavuk dışkısında  $0,50 \text{ mgkg}^{-1}$ 'dir. Buğday ve pirinç gibi temel besinlerin kirliliğindeki kadmiyumun, kadmiyum birikimi açısından önemli sağlık riski oluşturmaktadır (46).

Kahve ve çay önemli seviyelerde kadmiyum içerir ve tahıllarda kadmiyum yoğun olarak bulunmaktadır. Deniz yiyecekleri, yengeç, ıstakoz ve bunların gibi kabuklu hayvanlarda, deniz tarağı, istiridyeler yüksek kadmiyum seviyesine sahiptirler. Ayrıca sakatat tüketimi de kadmiyum maruziyetini artırmaktadır (47).

Sigara dumanı önemli ölçüde kadmiyum içerir. Sigaradaki ortalama kadmiyum düzeyi yaklaşık  $1000-3000 \text{ } \mu\text{g/kg}$ . Bir paket sigara ortalama  $2-4 \text{ } \mu\text{g}$  kadmiyum sigarayı aktif ya da pasif içenin akciğerinde absorbe edilir. Bu nedenle sigara tüketimi de kadmiyum toksisitesinin önemli bir kaynağıdır (48).

Kadmiyum elementinin organizmalar üzerinde pek çok toksik etkisi mevcuttur. Bu elementin neden olabileceği başlıca sağlık problemleri; anemi, hipertansiyon, akciğer, meme, pankreas, endometriyum ve mesane kanseri ile kardiyak yetmezlik, serebrovasküler enfarktüs, anfiyem, proteinüri, renal disfonksiyon ve osteoporozdur.

Kadmiyum maruziyetinde, D vitamini eksikliği, kalsiyum ve fosfat eksikliğinden kaynaklanan iskelet sistemi hastalıkları da görülmektedir. Kadmiyum ve kadmiyum oksit buhar ve tozlarının solunması ile zehirlenmeler, pulmoner ödem, bronkopnömoni, karaciğer bozuklukları görülmektedir. Bazı araştırmalar, sürekli kadmiyum maruziyeti bulunan kişilerde prostat kanseri riskinin arttığını ortaya koymuştur. (49, 50). İsveç kadınları üzerinde büyük örneklem çapları ile yapılan araştırmada kadmiyum maruziyetinin endometriyum kanseri riskini artırdığı saptanmıştır. Sonuçlara göre kadmiyum maruziyetinden en çok östrojen ve testosteron hormonları etkilenmektedir. Maruziyetin, prostat ve endometriyum kanser riskini bu nedenle artırdığı tespit edilmiştir (47).

#### 2.2.4. Kobalt (Co)

1735 yılında İsveç bilim adamı Georg Brandt tarafından keşfedilen Kobalt, modern bilimsel yöntemler ile keşfedilmiş ilk elementtir. Simgesi Co olan kobalt metalinin atom numarası 27, atom ağırlığı ise 58,9332 g/mol'dür. Periyodik tabloda 9. Grup 4. periyodda yer alan kobalt elementi, mavimsi altın sarısı olup parlak bir renge sahiptir. Oda sıcaklığında katı formda bulunan kobalt metalinin yoğunluğu 8,9 gr/cm<sup>3</sup>, ergime noktası 1495 C, kaynama noktası 2900 C'dir.



Şekil 2.2.4. Kobalt Elementi

Yerkürenin yaklaşık olarak %0,0025'ini oluşturur. Evrende sık görülen 33. elementtir ve tehlikeli atık sularda, havada, yüze sularında, yer altı sularında, katı ve tortul kalıntılar olmak üzere pek çok ortamda bulunmaktadır. Kobaltın yerküredeki doğal kaynakları, volkanik faaliyetler, toz fırtınaları, orman yangınları, kıta ve deniz biyojenik emisyonlardır (51).

Kobaltın en önemli özelliklerinden birisi de manyetik özellik göstermesidir. Kobaltın manyetik özelliği demir kadar güçlü değildir ve bu özellik 1100 °C'ye kadar korunmaktadır. Demir ve diğer metaller ile oluşturduğu bileşikler sağlamlık ve manyetik özellikleri sayesinde endüstride oldukça yaygın kullanılırlar. Ayrıca pırlanta üretiminde, porselen, cam, çömlek ve çinide mavi renk elde etmede kullanılır Kobalt ayrıca iki ya da fazla bileşenli toz metallerin yapıştırılmasında ve kesici takımlarda bağlayıcı malzeme olarak kullanılır (52).

#### **2.2.4.1. Kobalt Maruziyeti ve Sağlık Etkileri**

Kobalt yaşam için gerekli olan temel elementlerden birisidir. Kobalt, kan yapımını sağlayan B12 vitamininin temel bileşenidir. Formu ve bileşiklerine bağlı olarak uçak yapımı, manyetik ürünler üretimi ve yüksek mukavemetli çelik üretimi gibi pek çok sektörde kullanılmaktadır. Sert metal sanayiinde bileme, bıçak gibi malzemelerinin üretiminde de kullanılmaktadır. Kobalt metali, bileşikleri ya da pigmentleri yeniden şarj edilebilir pillerin yapımında, sağlık alanında kalça implantı yapımında ve seramik sektöründe boya hammaddesi olarak kullanılmaktadır (53).

Endüstrideki kullanım yaygınlığı, kobaltın mesleksi maruziyetini ön plana çıkarmaktadır. Ancak kobaltın çevresel maruziyeti de yaygındır. Volkanik faaliyetleri, yanmış yakıtlar, atmosferdeki kobalt emisyonunu artırır. Deniz suyundaki kobalt konsantrasyonunun 0,01-4 µg/L ve kaynak suyundaki miktarın ise 0,1-10 µg/L olması beklenmektedir (54 s. 64). Kobalt maruziyetinin büyük bir kısmı solunum yolu ile olmaktadır (55) Ancak deri ve sindirim sistemi yoluyla da maruziyet de mümkündür (56).

Yemekler ile alınan kobalt miktarı günlük 5-40 µg/gün olarak hesaplanmıştır. Tütündeki kobalt düzeyi 0,3-2,3 µg/g'dir. Sigara tüketimindeki ortalama etkilenim miktarı ise 0,5 µg/g'dir.

Kobaltın 26'sı radyoaktiflik özelliği gösteren 27 izotopu mevcuttur. Radyoaktivite özelliği gösteren izotopların iyonize radyasyon etkileri de mevcuttur.

Kobalt farklı formlarına göre değişen toksik etkilere sahiptir. Örneğin tungsten-kobalt maruziyetinin akciğer kanseri riski sadece kobalt maruziyetinin akciğer kanseri riskine göre daha yüksek olduğu yapılan epidemiyolojik çalışmalar ile ortaya konulmuştur (57). Kobalt metale ve bileşiklerine maruziyetinsaglık etkilerialveol, bronş tümörleri, akut inflamasyon, alveol epitel hiperplazisi, bronşiyal nekroz ve akciğer kanseridir (53, 58).

#### **2.2.5. Çinko (Zn)**

Çinko'nun ilk olarak ne zaman keşfedildiğine ilişkin bir bilgi olmamakla birlikte, Çin ve Hindistan'da Orta Çağ boyunca kullanılan bir metal olduğuna inanılmaktadır. Çinko, sert, kolay kırılabilen yapıda mavi-beyaz bir elementtir. Sembölü Zn olan çinko metalinin atom numarası 30; atom ağırlığı ise 65,39 g/mol'dür. Ergime noktası 420 °C olan çinko metalinin diğer metallere göre ergime noktası oldukça düşüktür. Saf çinko 100 °C civarında rahatlıkla parçalanabilir bir kıvam alırken 150 °C civarında ise kolaylıkla dövülebilir hale gelir. Saf çinko metalinin kaynama noktası 907°C'dir (59, 60).



Şekil 2.2.5. Çinko Elementi

Çinko yerkürede en çok bulunan elementlerden biridir. Yerkürede toplam iki milyon ton çinko madencilik için elverişli yapıdadır. Bu rezervin %80'i yeraltı madenciliğine uygun yapıda iken %8'i yerüstü madenciliği; %12'si ise hem yerüstü hem yeraltı madenciliğine uygun yapıdadır (59).

Çinkonun 2 ya da daha fazla metal ile oluşturdukları bileşiklerinin günümüzde çok yaygın kullanım alanı mevcuttur. Çinkonun en temel kullanım alanı kaplama sektörüdür. Metal yüzeylerinin oksitlenmesini engelleyen çinko kaplama, metal sanayiinde sıklıkla kullanılmaktadır. Çinko kaplamacılığın örnek olarak “araba parçaları, gemi gövde ve parçaları, günlük kullanım alanına giren metal gereçler vb” verilebilir (61, 60).

#### 2.2.5.1. Çinko Maruziyeti ve Sağlık Etkileri

Çinko yaşamsal fonksiyonların devamlılığını sağlayan hücrel aktivite katalizörü olması açısından temel bir elementtir. Hücrel aktiviteler için gerekli olan çinko miktarı, günlük olarak tükettiğimiz pek çok gıda maddesinde mevcuttur. Eksikliği durumunda ilaçlar vasıtasıyla bu eksiklik giderilebilir (62). Yaklaşık 200 enzimde katalizör görevi gören çinko immün sistem aktivitesinde de rol oynar. Ayrıca çinko protein sentezi, DNA sentezi ve hücre bölünmesi gibi en temel hücrel aktivitelerin gerçekleşmesine de katkı sağlar. Eksikliğinde genetik bozukluklar,



gelişim geriliği, halsizlik, zor iyileşme, teratoloji, nöro-psikiyatrik bozukluklar görülebilir (63, 64).

Biyolojik aktivite devamlılığını sağlayan çinkonun eksikliği gibi fazlalığı da sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Yapılan çalışmalara göre çinkoya yaklaşık 150.000 çalışan mesleki olarak maruz kalmaktadırlar. Pek çok endüstride kullanılan çinkonun en yaygın endüstriyel kullanım alanı kaplamacılıktır (65). Demir çelik gibi metallerin korozyondan korunması için endüstride çinko kaplamalar yapılmaktadır. Metalik çinko ayrıca yaptığı bileşik ve alaşımlar (pirinç, bronz) ile de endüstride sıklıkla kullanılmaktadır. Çinko ayrıca kuru pil yapımında kullanılır (66).

Çinkonun klor, oksijen, sülfür ile oluşturdukları bileşikler tehlikeli atık kapsamındadır. Çinko oksit ( $ZnO$ ) ve çinko sülfat ( $ZnSO_4$ ) boyacılık, seramik ve diğer üretim endüstrilerinde sıklıkla kullanılır. Çinko oksit ( $ZnO$ ) özellikle lastik üretiminde kullanılır (67). Çinko asetat ( $Zn(O_2CCH_3)_2$ ), çinko klorür ( $ZnCl_2$ ) ve çinko sülfat ( $ZnSO_4$ ) ahşap korumada kullanılan ürünlerde ve kumaş boyamada kullanılır. Sis bombasının ana maddesi çinko klorürdür. Çinko bileşikleri ayrıca ilaç endüstrisinde ve güneş kremi, kişisel bakım ürünlerinin üretiminde de kullanılır (66).

Çinkonun hava, su ve toprağa kontamine olması çoğunlukla madencilik sonucunda oluşur. Çinko, kurşun ve kadmiyum cevherlerinin çıkarılmasında, atıkların bertaraf edilmesinde (metal geri dönüşüm sektöründe), kömür yakılması vb işlemlerde çevreye yayılır (68). Çinko yer altı suları, nehirler ve göller ile içme sularının asiditesini artırır(69).

Çinko için günlük izin verilen doz limitleri erkekler için 11 mg/gün; kadınlar için 8mg/gün'dür. Çinkoya yüksek dozlarda maruziyetin akut etkileri karın krampları, mide bulantısı, kusma kronik etkileri pankreas ve karaciğer tahribatı, anemi ve kanda HDL değerinin yükselmesine ve prostat kanserine sebep olmaktadır. Hayvanlar üzerinde yapılan deneylerde yukarıda zikredilen etkilere ilave olarak kanser ve doğum anomalileri de görülmüştür (70).

### 2.2.6. Bakır (Cu)

İnsanoğlu tarafından en az 10.000 yıldır kullanıldığının bilindiği bakır elementi, kırmızımsı, kızılımsı renkle kolay dövülebilir özelliktedir (71). Bakırın bir alaşımı olan Bronz, bir çağa adını vermiş, o dönemin gelişmesine katkı sağlamıştır (72). Aktif metal olmadığından doğada serbest halde bulunabilir. Simgesi Cu olan bu elementin atom numarası 29; atom ağırlığı 63,54 g/mol'dür. Ergime noktası 1083 °C; kaynama noktası 2300 °C'dir.



Şekil 2.2.6. Bakır Elementi

Bakır ve içerikleri yer kabuğunda oldukça yaygın olarak bulunmaktadır. Bakır yerkabuğundaki dağılımı, dünyanın milyonlarca yıllık volkanik ve tektonik hareketlenmeleri neticesinde oluşmuştur. Bakır, mangan partiküllerine bağlı olarak deniz tabanındaki minerallerde bulunur (72).

Bakır elementi genellikle alüminyum, nikel, kalay, çinko ile bileşik oluşturur. Bugün bakır ve bileşiklerinin pek çok kullanım alanı mevcuttur (71). En iyi ikinci iletken element olan bakır, bu özelliği sayesinde pek çok endüstride kullanılmaktadır. Elektrik devrelerinde kablo, bağlantılar vb birçok bölümünde kullanılan bakırın, kırmızımsı rengi sayesinde dekoratif amaçlı da kullanımını yaygındır. Bakır cevherleri bazen doğada arsenik ile birlikte bulunurlar. Arsenik, bakır metaline sertlik ve dayanıklılık kazandırdığından silah ve diğer bakır gereçlerin üretiminde tercih

edilmektedir. Seramik sektöründe de boya hammaddesi olarak bakır ve bileşikleri kullanılmaktadır (73, 71).

#### **2.2.6.1. Bakır Maruziyeti ve Sağlık Etkileri**

Bakır, yaşamsal fonksiyonların devamlılığı için eser miktarda olan gerekli temel elementlerden birisidir (74). Sağlıklı bir insan vücudunda yaklaşık 100 mg bakır bulunmaktadır. Geçiş metali olan bakır birçok enzim aktivitesinde kofaktör olarak bulunur. Bakır elementi, demir metabolizması, nöropeptid sentezi ve immün sistem fonksiyonları olmak üzere pek çok biyolojik süreçte etkilidir.

Bakır eksikliğinin sağlığa pek çok olumsuz etkisi vardır. Fetüste kardiyovasküler sistem gelişimi, kas iskelet ve nörolojik gelişim ile immünolojik gelişimi olumsuz etkiler (75, 76). Yetişkinlerde ise kronik bakır eksikliği yağ metabolizmasını bozarak, kolesterol düzeylerini etkilemektedir (77, 78).

Besinler ve bakır alaşımların kullanıldığı su borularından gelen suların tüketilmesi bakırın başlıca çevresel maruziyet sebebidir. Popülasyonun genelinde içme sularından günlük alınan ortalama bakır miktarı 0,15 mg/gün; gıdalardan alınan günlük ortalama bakır miktarı 2 mg/gün'dür. WHO'ya göre günlük alınan ortalama bakır miktarı 10-12 mg/gün'ü geçmesi sağlık tehlikelerine yol açmaktadır (79).

Bakır ve bileşiklerinin üretim ve süreçlerinde kullanıldığı endüstriler de bakırın mesleki maruziyetini oluşturmaktadır. İyi bir iletken olması nedeniyle elektrik devrelerinde kablo, bağlantılar vb birçok bölümünde ve seramik sektöründe boya hammaddesi olarak kullanılan bakırın mesleksi ve çevresel maruziyetinin pek çok sağlık etkisi vardır (73).

Bakırın vücuda gereğinden fazla dozlarda alınmasının sağlık üzerinde olumsuz etkileri mevcuttur. Gastrointestinal sistem etkileri, tükürük salgısının artması, abdominal ağrı, kramp, mide bulantısı, kusma ve ishaldir. Yüksek dozda bakır maruziyeti karaciğer hasarlarına da sebep olmaktadır (80).

### **3. GEREÇ ve YÖNTEM**

#### **3.1. Araştırmanın Tipi ve Amacı**

Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı İş Sağlığı ve Güvenliği Lisans Üstü Tezi kapsamında gerçekleştirilen bu araştırma ile seramik sektöründe faaliyet gösteren işletmelerde çalışan işçilerin hangi tür ağır metallere maruz kaldıklarını ortaya koyarak bunların olası sağlık etkilerinin değerlendirilmesi amacı ile hasta kayıtlarının retrospektif incelemesine dayalı kesitsel nitelikte tanımlayıcı bir araştırma olarak tasarlanmıştır.

#### **3.2. Varsayımlar**

1. Alanın uzmanları tarafından literatüre kazandırılan çalışmaların bilimsel nitelikte olduğu varsayılmıştır.
2. Hasta ölçümlerinden elde edilen verilerin gerçeği yansıtan doğru ölçümlerden elde edildiği varsayılmıştır.

#### **3.3. Veri Seti**

Araştırma, uygulama yapılan devlet hastanesine 2010-2015 yılları arasında başvuruda bulunan seramik sektörü çalışanlarının hasta kayıt verilerinin retrospektif incelemesine dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda toplam 560 hastanın kayıt verisine ulaşılmış, analizler de bu veriler üzerinden gerçekleştirilmiştir.

### **3.4. Araştırmanın Zamanlaması**

Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı İş Sağlığı ve Güvenliği Lisans Üstü Tezi kapsamında gerçekleştirilen bu araştırmanın ön hazırlık, literatür araştırması ve analizlerinin bütünü Ankara’da T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Kamu Hastaneleri Kurumu’na bağlı bir hastanede Ocak-Mayıs 2016 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.

### **3.5. Seçim Kriterleri**

Katılımcıların seramik sektöru çalışanı olması, en temel seçim kriteri olarak kabul edilmiştir. Seramik sektöru alışanlarında ağır metal toksisitesi Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi’nin (CDC) evredeki kimyasalların insan maruziyeti dördüncü ulusal raporunda yer alan ağır metaller (bakır, kobalt, kadmiyum, mangan, kurşun, çinko) serum ve idrar parametreleri bakımından değerlendirilmiştir.

### **3.6. Araştırma Soruları**

- Seramik sektöru çalışanlarının maruz kaldıkları ağır metaller nelerdir?
- Çalışanların maruz kaldıkları ağır metallerin olası sağlık etkileri nelerdir?
- Ağır metal maruziyeti ile tam kan parametreleri arasında ilişki var mıdır?

### **3.7. Sınırlılıklar**

- Araştırma 2010-2015 yılları arasında ilgili hastaneye başvuruda bulunan 560 hastanın kayıt verisi ile sınırlıdır.
- Araştırma, bakır, kadmiyum, kobalt, mangan, kurşun, çinko maruziyeti tanı kriterleri olarak ele alınan serum ve idrar parametreleri ile sınırlıdır.

### **3.8. Verilerin İstatistiksel Açıdan Değerlendirilmesi ve Analizi**

Araştırmadan elde edilen verilerin analizleri SPSS for Windows (v22.0) paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu  $n \leq 50$  olan değişkenler için Shapiro-Wilk;  $n > 50$  olan değişkenler için Kolmogorov-Smirnov ile test edilmiştir. Normal dağılıma uygun sayısal değişkenler için tanımlayıcı istatistik olarak ortalama  $\pm$  standart sapma, normal dağılıma uygun olmayan değişkenler için medyan ve max-min değerler ile niteliksel değişkenler için frekans tablolarından çubuk grafiklerinden yararlanılmıştır.

Normal dağılışı gösteren iki değişken arasındaki ilişkinin yönü ve şiddeti Pearson korelasyon analizi ile; normal dağılışı göstermeyen iki değişken arasındaki ilişkinin yönü ve şiddeti Spearman korelasyon analizi ile tespit edilmiştir. Tüm istatistiksel değerlendirmede yanılma düzeyi  $\alpha = 0,05$  seçilmiştir. Bu değere eşit ya da küçük değerler için "istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklılığın olduğu" yorumu yapılmıştır (81).

### **3.9. Araştırmanın Etik Yönü**

Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı, İş Sağlığı ve Güvenliği Lisans Üstü tez çalışması kapsamında yürütülen araştırma Ankara'da bir kamu hastanesi kayıt verileri ile gerçekleştirileceğinden mevcut hastaneden çalışmanın yürütümüne ilişkin gerekli olan izin belgesi alınmış ve EK'te sunulmuştur.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Sosyo-Demografik Bulgular

Seramik sektöründe çalışan ve ilgili sağlık kurumuna başvuruda bulunan 560 hastanın yaş, çalışma süresi ve sigara yüküne ilişkin verilerin normal dağılım gösterip göstermediğine ilişkin bulgular Tablo 4.1.1’de yer almaktadır.

**Tablo 4.1.1.** Yaş, Çalışma Süresi ve Sigara Yüküne İlişkin Normallik için K-S Testi Sonuçları

	Normallik Testi		
	Kolmogorov-Smirnov Test İstatistik Değeri	P değeri	Karar
Yaş	,081	<,001	Anlamlı
Çalışma Süresi	,126	<,001	Anlamlı
Sigara Yüğü	,173	<,001	Anlamlı

Normallik sınamasına ilişkin hipotezler;

H<sub>0</sub>: Yaş değişkeni normal dağılım gösterir.

H<sub>1</sub>: Yaş değişkeni normal dağılım göstermez.

---

H<sub>0</sub>: Çalışma Süresi değişkeni normal dağılım gösterir.

H<sub>1</sub>: Çalışma Süresi değişkeni normal dağılım göstermez.

---

H<sub>0</sub>: Sigara Yüğü değişkeni normal dağılım gösterir.

H<sub>1</sub>: Sigara Yüğü değişkeni normal dağılım göstermez.

---

Her üç değişken için de  $p < 0,05$  olduğundan H<sub>0</sub> hipotezi reddedilememiştir. Buna göre Yaş, Çalışma süresi ve Sigara yüğü değişkenleri normal dağılım göstermez.

Bu parametrelere ilişkin analizlerde göstergelerde non-parametrik yöntemler tercih edilmiştir.

**Tablo 4.1.2.** Çalışanlara İlişkin Temel Göstergeler

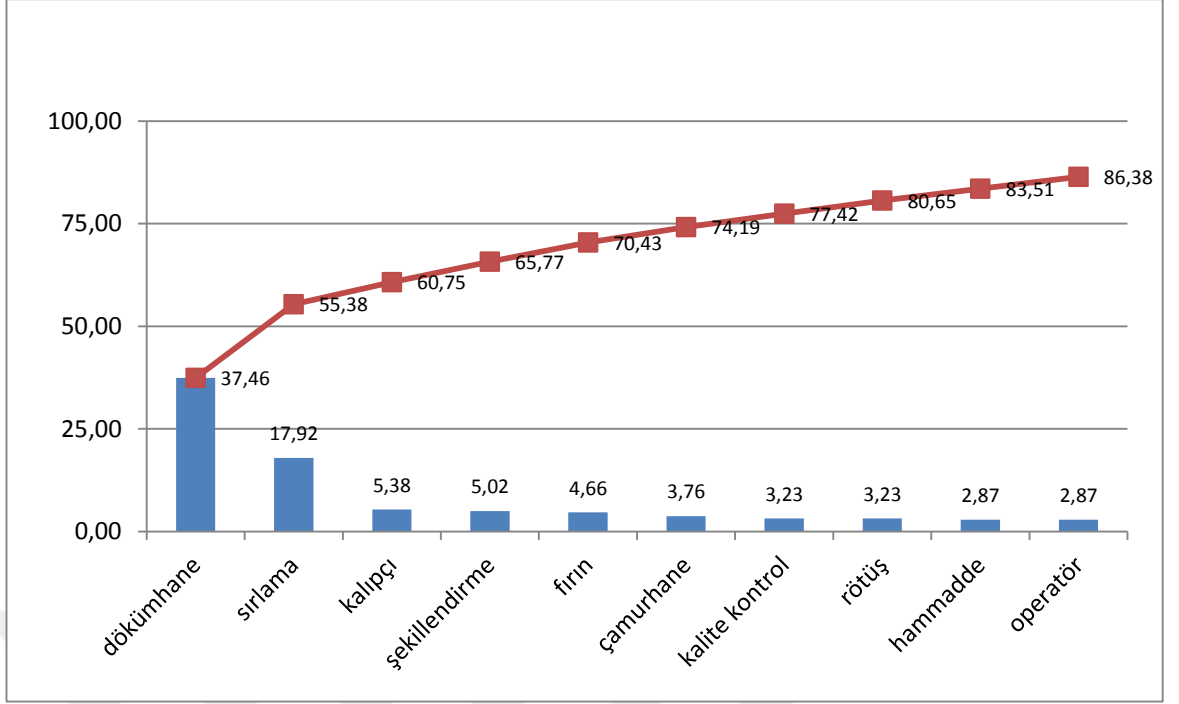
<b>Parametre</b>	<b>Medyan (min-maks)</b>
Yaş (yıl)	39,0 (25,0-74,0)
Çalışma süresi (yıl)	11,0 (1,0- 28,0)
Sigara Yüğü (paket/yıl)	5,2 (0,0-40,0)

Seramik sektörü çalışanlarının, çalışma ortamına ilişkin mesleki maruziyetlerini etkileyebilecek temel göstergeler Tablo 4.1.2’de verildiği gibidir. Buna göre kamu hastanesine başvuran seramik sektörü çalışanlarının medyan yaşı 39,0 (25,0-74,0)’dur. Bu araştırmada ele alınan “çalışma süresi” parametresi çalışanların sektöre ilişkin değil, mevcut işyerindeki çalışma sürelerini ifade etmektedir. “Sigara yüğü” parametresi ise çalışanların toplam sigara tüketimini ortaya koyan bir ifadedir. Yine aynı çalışanların medyan çalışma süresi 11,0 (1,0- 28,0) yıl iken bu çalışanların sigara yüğü<sup>1</sup> 5,2 (0,0-40,0) paket/yıl olarak tespit edilmiştir.

---

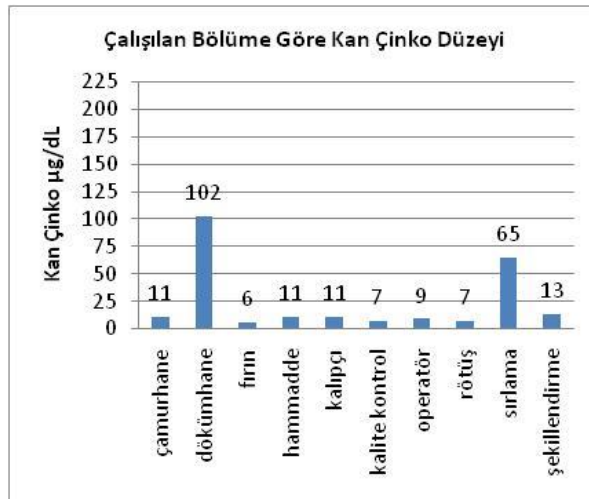
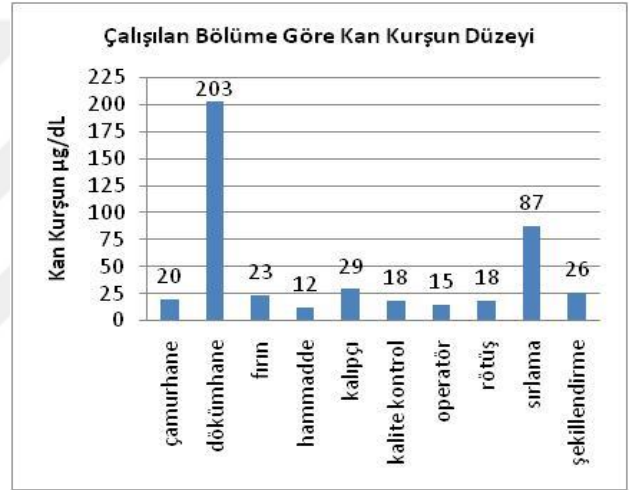
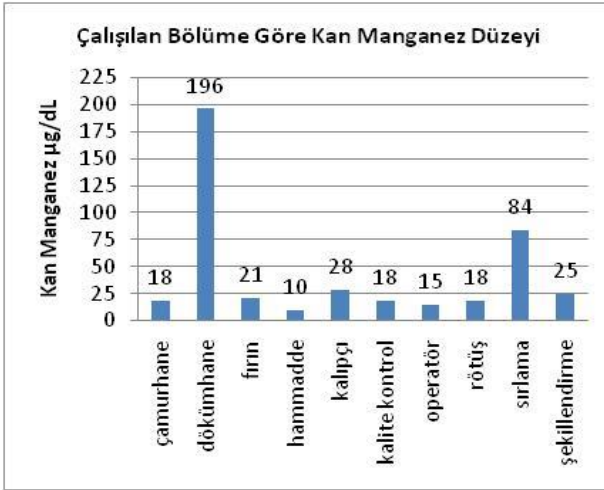
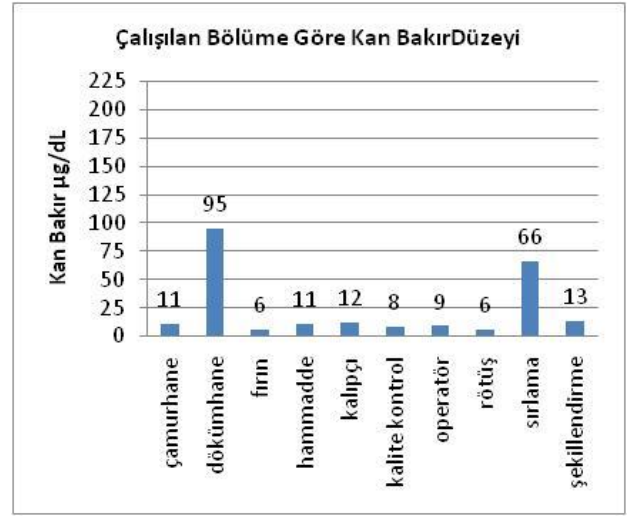
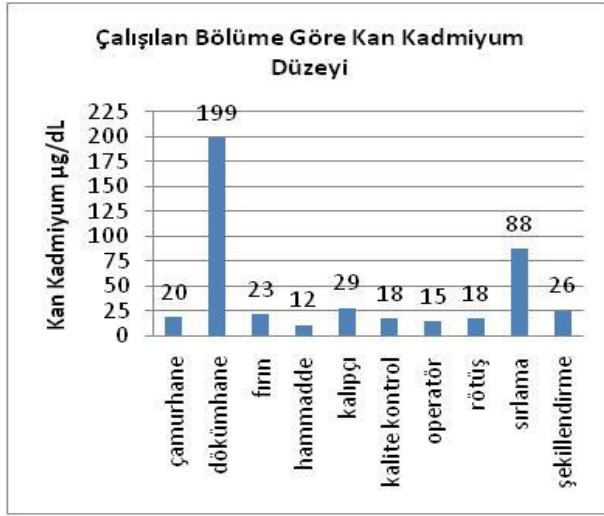
<sup>1</sup>Sigara Yüğü (paket/yıl): Paket-yıl; toplam içilen miktarı yansıtmakta, günde içilen paket sayısının içilen yıl sayısı ile çarpımından oluşmaktadır. Örneğin: günde 1,5 paket sigara içen birisi 20 yıl sigara içmişse paket-yıl olarak toplam içtiği sigara miktar: 1,5 X 20 = 30 paket-yıldır (98).





**Şekil 4.1.1.** Çalışanların Bölümlere Göre Dağılımı

Seramik sektörü çalışanlarının çalıştıkları bölümlere göre dağılımı Şekil 4.1.1’de verilmiştir. Buna göre çalışanların en fazla görev aldıkları ilk on bölüme ilişkin dağılımları yer almaktadır. İlk on bölüm toplam çalışanların %86,38’ini kapsamaktadır. Şekil incelendiğinde en fazla çalışanın (%37,46) “dökümhane” ; %17,92’sinin “sırlama” bölümünde çalıştığı görülmektedir. Dökümhane ve sırlama atölyelerinde ağır metal maruziyetine yönelik olarak gerekli İSG önlemlerinin alınması ile çalışanların %55,38’inin korunması beklenmektedir.



Şekil 4.1.2 Çalışılan Bölüme Göre Ağır Metal Düzeyleri

Şekil 4.1.2'de ağır metal maruziyetlerinin, çalışanların çalıştıkları bölümlere göre dağılımı verilmiştir. En yüksek maruziyet, literatürle de uyumlu olarak dökümhane ve sırlama atölyelerinde gerçekleşmektedir. Maruziyetin sık görüldüğü bu atölyelerde koruyucu önlemlerin alınması ya da artırılması maruziyetin azaltılması ve önlenmesindeki başarıyı etkileyecektir.

#### 4.2. Ağır Metal Maruziyet Bulguları

Seramik sektöründe çalışan ve ilgili sağlık kurumuna başvuruda bulunan 560 hastanın Çinko (Zn), Kurşun (Pb), Kadmiyum (Cd), Kobalt (Co), Mangan (Mn) ve Bakır (Cu) maruziyetlerine ilişkin bulgulara Tablo 4.2.1'de yer verilmiştir.

**Tablo 4.2.1.** Çalışanların Ağır Metal Maruziyetlerine İlişkin Bulgular

	Normallik Testi		Tanımlayıcı İstatistik
	Kolmogorov-Smirnov Test İstatistik Değeri	P değeri	Medyan (min-maks) Ortalama (ortalama±std)
<b>Bakır Serum</b>	,055	,200*	96,743±15,8704
<b>Kadmiyum İdrar</b>	,260	<,001	0,02 (0,0-2,80)
<b>Mangan İdrar</b>	,261	<,001	0,60 (0,001-15,80)
<b>Kobalt İdrar</b>	,161	<,001	0,60 (0,01-6,70)
<b>Mangan Serum</b>	,097	<,001	8,70 (0,40-42,0)
<b>Kadmiyum Serum</b>	,160	<,001	0,60 (0,01-5,20)
<b>Kurşun Serum</b>	,224	<,001	1,60 (0,08-19,10)
<b>Çinko Serum</b>	,067	,025	94,50 (0,75-149,0)

Kolmogorov-Smirnov normallik testi sonucu  $p > 0,05$  değişkenler normal dağılım gösterdiğinden tanımlayıcı istatistiklik ortalama±std; normal dağılım göstermeyen değişkenlerde ( $p < 0,05$ ) ise medyan (min-maks) değerleri kullanılmıştır.

Seramik sektörü çalışanlarının maruz kaldıkları ağır metallerin serum ve idrar değerlerine ilişkin tanımlayıcı göstergeler Tablo 4.2.2’de verildiği gibidir. Buna göre seramik sektörü çalışanlarının serum bakır düzeyi ortalaması  $96,743 \pm 15,8704$   $\mu\text{g/dL}$ ’dir. Kadmiyum, Mangan ve Kobalt maruziyetinin medyan idrar değerleri sırasıyla 0,02 (0,0-2,80), 0,60 (0,001-15,80) ve 0,60 (0,01-6,70)  $\mu\text{g/dL}$ ’dir. Mangan, Kadmiyum, Kurşun ve Çinko maruziyetinin medyan serum değerleri sırasıyla 8,70 (0,40-42,0), 0,60 (0,01-5,20), 1,60 (0,08-19,10) ve 94,50 (0,75-149,0)  $\mu\text{g/dL}$ ’dir.

### 4.3. Tam Kan Parametre Bulguları

Seramik sektöründe çalışan ve ilgili sağlık kurumuna başvuruda bulunan 560 hastanın Hemoglobin (HGB), hematokrit (HCT), Platelet büyüklüğü (PDW), Parathormon, T3, T4 ve Tiroid Uyarıcı Hormon (TSH) düzeylerine ilişkin bulgulara Tablo 4.3.1’de yer verilmiştir.

**Tablo 4.3.1.** Çalışanların Kan Parametrelerine İlişkin Bulgular

	Normallik Testi		Tanımlayıcı İstatistik
	Kolmogorov-Smirnov Test İstatistik Değeri	P değeri	Medyan (min-maks) Ortalama (ortalama $\pm$ std)
<b>HGB</b>	,132	,002	15,70 (10,90-17,60)
<b>HCT</b>	,093	,168	46,51 $\pm$ 2,90
<b>PDW</b>	,247	<,001	16,70 (2,70-20,40)
<b>Parathormon</b>	,130	,003	34,02 (1,50-66,61)
<b>t3</b>	,532	<,001	3,12 (0,99-42125,0)
<b>t4</b>	,304	<,001	1,03- (0,67-3,22)
<b>TSH</b>	,143	,001	1,14 (0,13-3,28)

Tam kan parametreleri Tablo 4.3.1’de verilen normal dağılıma uygun olup olmama durumuna göre analiz edilecektir. Normal dağılım gösteren değişkenlerde tanımlayıcı istatistik olarak ortalama $\pm$ std; normal dağılım göstermeyen değişkenlerde ise medyan (min-maks) değerleri kullanılacaktır.

Seramik sektörü çalışanlarının bazı tam kan parametrelerine ilişkin tanımlayıcı göstergeler Tablo 4.3.2’de verildiği gibidir. Buna göre seramik sektörü çalışanlarının ortalama hematokrit (HCT) değeri  $46,51 \pm 2,90$ ’dır. Medyan Hemoglobin (HGB), Platelet büyüklüğü (PDW), Parathormon, T3, T4 ve Tiroid Uyarıcı Hormon değerleri sırasıyla 15,70 (10,90-17,60) ; 16,70 (2,70-20,40); 34,02 (1,50-66,61); 3,12 (0,99-42125,0); 1,03- (0,67-3,22) ve 1,14 (0,13-3,28)’dür. Çalışanlara ilişkin kan sonuçları dikkate alındığından en yüksek hemoglobin değeri 17,60 iken en düşük hemoglobin değeri 10,90 olup kabul edilen HGB değerinin altındadır.

#### 4.4. Tam Kan Parametreleri ile Ağır Metal Maruziyetleri Korelasyon Bulguları

Tam kan parametreleri ile maruz kalınan ağır metallerin korelasyon analizi, seramik sektöründeki maruziyetlerin olası sağlık etkileri hakkında bilgi verecektir. Tablo 4.4.1 ve Tablo 4.4.2’de HGB ile ağır metal maruziyetlerinin serum ve idrar değerleri ile tam kan parametrelerine ilişkin korelasyon analizleri verilmiştir.

**Tablo 4.4.1.** HGB ile Serum Ağır Metal Korelasyonları

Değişkenler	r (İlişki Katsayısı)	P değeri	Karar
HGB X Bakır Serum	-0,180	0,003	<b>Anlamlı</b>
HGB X Mangan Serum	-,0023	0,612	Anlamlı Değil
HGB X Kadmiyum Serum	-0,184	<0,001	<b>Anlamlı</b>
HGB X Kurşun Serum	-0,055	0,213	Anlamlı Değil
HGB X Çinko Serum	-0,133	0,025	<b>Anlamlı</b>

Hemoglobin değişkeni ile serum bakır; kadmiyum serum ve çinko serum düzeyleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı ilişki mevcuttur. Serum bakır düzeyi ile hemoglobin düzeyi arasında istatistiksel anlamlılıkla negatif yönlü zayıf bir ilişki ( $r=-$

0,180;  $p < 0,05$ ); serum kadmiyum düzeyi ile HGB düzeyi arasında ( $r = -0,184$ ;  $p < 0,05$ ) ve serum çinko ile HGB düzeyi arasında ( $r = -0,133$ ;  $p < 0,05$ ) istatistiksel anlamlılıkta zayıf negatif yönlü bir ilişki mevcuttur.

**Tablo 4.4.2.** HGB ile İdrar Ağır Metal Korelasyonları

Değişkenler	r (İlişki Katsayısı)	P değeri	Karar
HGB X Mangan İdrar	-0,038	0,526	Anlamlı Değil
HGB X Kadmiyum İdrar	0,018	0,665	Anlamlı Değil
HGB X Kobalt İdrar	-0,007	0,871	Anlamlı Değil

Hemoglobin düzeyi ile ağır metal maruziyetinin idrar değerleri arasındaki korelasyon Tablo 4.4.2.'de verilmiştir. Buna göre Mangan, Kadmiyum ve Kobalt maruziyetinin idrar değerleri ile hemoglobin düzeyi arasında istatistiksel anlamlılıkta bir ilişki mevcut değildir ( $p > 0,05$ ).

**Tablo 4.4.3.** HCT ile Serum Ağır Metal Korelasyonları

Değişkenler	r (İlişki Katsayısı)	P değeri	Karar
HCT X Bakır Serum	-0,166	,005	<b>Anlamlı</b>
HCT X Mangan Serum	0,016	0,725	Anlamlı Değil
HCT X Kadmiyum Serum	-0,198	0,000	<b>Anlamlı</b>
HCT X Kurşun Serum	-0,049	0,266	Anlamlı Değil
HCT X Çinko Serum	0,095	0,112	Anlamlı Değil

Tablo 4.4.3 ve Tablo 4.4.4'de HCT ile ağır metal maruziyetlerinin serum ve idrar değerleri ile tam kan parametrelerine ilişkin korelasyon analizleri verilmiştir. Hematokrit değişkeni ile serum bakır ve kadmiyum serum düzeyleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı ilişki mevcuttur. Serum Bakır düzeyi ile hematokrit düzeyi

arasında istatistiksel anlamlılıkla negatif yönlü zayıf bir ilişki ( $r=-0,166$ ;  $p<0,05$ ); serum kadmiyum düzeyi ile HCT düzeyi arasında ( $r=-0,198$ ;  $p<0,05$ ) istatistiksel anlamlılıkla zayıf negatif yönlü bir ilişki mevcuttur.

**Tablo 4.4.4.** HCT ile İdrar Ağır Metal Korelasyonları

<b>Değişkenler</b>	<b>r (İlişki Katsayısı)</b>	<b>P değeri</b>	<b>Karar</b>
HCT X Mangan İdrar	-0,012	0,846	Anlamlı Değil
HCT X Kadmiyum İdrar	0,033	0,442	Anlamlı Değil
HCT X Kobalt İdrar	-0,004	0,937	Anlamlı Değil

Hematokrit düzeyi ile ağır metal maruziyetinin idrar değerleri arasındaki korelasyon Tablo 4.4.4.'de verilmiştir. Buna göre Mangan, Kadmiyum ve Kobalt maruziyetinin idrar değerleri ile hematokrit düzeyi arasında istatistiksel anlamlılıkla bir ilişki mevcut değildir ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4.4.5.** PDW ile Serum Ağır Metal Korelasyonları

<b>Değişkenler</b>	<b>r (İlişki Katsayısı)</b>	<b>P değeri</b>	<b>Karar</b>
PDW X Bakır Serum	-0,139	0,021	<b>Anlamlı</b>
PDW X Mangan Serum	0,059	0,189	Anlamlı Değil
PDW X Kadmiyum Serum	0,014	0,754	Anlamlı Değil
PDW X Kurşun Serum	0,005	0,906	Anlamlı Değil
PDW X Çinko Serum	-0,178	0,003	<b>Anlamlı</b>

Tablo 4.4.5 ve Tablo 4.4.6'de PDW ile ağır metal maruziyetlerinin serum ve idrar değerleri ile tam kan parametrelerine ilişkin korelasyon analizleri verilmiştir. Tablo 4.4.5'e göre Platelet büyüklüğünün (PDW)'nin serum bakır ( $r=-0,139$ ) ve çinko

düzeyi ( $r=-0,178$ ) ile arasında istatistiksel anlamlılıkta negatif yönlü zayıf bir ilişki mevcuttur ( $p<0,05$ ).

**Tablo 4.4.6.** PDW ile İdrar Ağır Metal Korelasyonları

<b>Değişkenler</b>	<b>r (İlişki Katsayısı)</b>	<b>P değeri</b>	<b>Karar</b>
PDW X Mangan İdrar	-0,043	0,478	Anlamlı Değil
PDW X Kadmiyum İdrar	0,007	0,878	Anlamlı Değil
PDW X Kobalt İdrar	0,039	0,394	Anlamlı Değil

Tablo 4.4.6’da PDW değişkeni ile idrar ağır metal korelasyonu verilmiştir. Buna göre, PDW ile ağır metal maruziyetinin idrar değerleri arasında istatistiksel anlamlılıkta bir ilişki tespit edilmemiştir ( $p<0,05$ ).

**Tablo 4.4.7.** Parathormon ile Serum Ağır Metal Korelasyonları

<b>Değişkenler</b>	<b>r (İlişki Katsayısı)</b>	<b>P değeri</b>	<b>Karar</b>
Parathormon X Bakır Serum	0,217	0,104	Anlamlı Değil
Parathormon X Mangan Serum	0,169	0,190	Anlamlı Değil
Parathormon X Kadmiyum Serum	-0,140	0,264	Anlamlı Değil
Parathormon X Kurşun Serum	0,202	0,110	Anlamlı Değil
Parathormon X Çinko Serum	-0,095	0,497	Anlamlı Değil

Tablo 4.4.7 ve Tablo 4.4.8’de Parathormon düzeyi ile ağır metal maruziyetlerinin serum ve idrar değerleri ile tam kan parametrelerine ilişkin korelasyon analizleri verilmiştir. Buna göre Parathormon düzeyi ile serum ağır metal düzeyleri arasında istatistiksel anlamlılıkta bir ilişki tespit edilmemiştir ( $p>0,05$ ).



**Tablo 4.4.8.** Parathormon ile İdrar Ağır Metal Korelasyonları

<b>Değişkenler</b>	<b>r (İlişki Katsayısı)</b>	<b>P değeri</b>	<b>Karar</b>
Parathormon X Mangan İdrar	0,272	,0499	<b>Anlamlı</b>
Parathormon X Kadmiyum İdrar	-0,032	0,778	Anlamlı Değil
Parathormon X Kobalt İdrar	0,123	0,340	Anlamlı Değil

Parathormon ile idrar ağır metal düzeyleri arasındaki ilişki incelendiğinde, parathormon ve mangan idrar değişkeni arasında istatistiksel anlamda pozitif yönlü zayıf bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Ancak bu değer, p değeri bakımından matematiksel olarak sınırda bir değerdir. Örneklem çapı artırıldığında, bu ilişkinin matematiksel olarak daha kolay ispatlanabilir olması beklenmektedir. Parathormon değeri ile kadmiyum ve kobalt idrar değerleri arasında istatistiksel anlamlılıkta bir ilişki tespit edilmemiştir.

**Tablo 4.4.9.** T3 ile Serum Ağır Metal Korelasyonları

<b>Değişkenler</b>	<b>r (İlişki Katsayısı)</b>	<b>P değeri</b>	<b>Karar</b>
T3 X Bakır Serum	-0,084	0,217	Anlamlı Değil
T3 X Mangan Serum	0,101	0,048	<b>Anlamlı</b>
T3 X Kadmiyum Serum	0,106	0,036	Anlamlı Değil
T3 X Kurşun Serum	0,046	0,368	Anlamlı Değil
T3 X Çinko Serum	0,150	0,028	<b>Anlamlı</b>

Tablo 4.4.9’da T3 parametresi ile serum ağır metal düzeyleri arasındaki korelasyon analizi sonuçları verilmiştir. Buna göre T3 parametresi ile serum mangan değeri ile serum çinko değeri arasında istatistiksel anlamlılıkta pozitif yönlü zayıf bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ).

**Tablo 4.4.10.** T3 ile İdrar Ağır Metal Korelasyonları

<b>Değişkenler</b>	<b>r (İlişki Katsayısı)</b>	<b>P değeri</b>	<b>Karar</b>
T3 X Mangan İdrar	0,090	0,182	Anlamlı Değil
T3 X Kadmiyum İdrar	0,087	0,078	Anlamlı Değil
T3 X Kobalt İdrar	0,042	0,417	Anlamlı Değil

Tablo 4.4.10’da verildiği üzere, T3 parametresi ile idrar ağır metal değerleri arasında istatistiksel anlamlılıkta bir ilişki yoktur ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4.4.11.** T4 ile Serum Ağır Metal Korelasyonları

<b>Değişkenler</b>	<b>r (İlişki Katsayısı)</b>	<b>P değeri</b>	<b>Karar</b>
T4 X Bakır Serum	0,063	0,352	Anlamlı Değil
T4 X Mangan Serum	0,088	0,084	Anlamlı Değil
T4 X Kadmiyum Serum	0,065	0,199	Anlamlı Değil
T4 X Kurşun Serum	0,201	0,00	<b>Anlamlı</b>
T4 X Çinko Serum	-0,307	0,00	<b>Anlamlı</b>

T4 parametresi ile serum kurşun ve serum çinko düzeyleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı ilişki mevcuttur. Serum kurşun düzeyi ile T4 düzeyi arasında istatistiksel anlamlılıkla pozitif yönlü zayıf bir ilişki ( $r=0,201$ ;  $p<0,05$ ); serum çinko düzeyi ile T4 düzeyi arasında ( $r=-0,307$ ;  $p<0,05$ ) istatistiksel anlamlılıkta orta derecede negatif yönlü bir ilişki mevcuttur.

**Tablo 4.4.12.** T4 ile İdrar Ağır Metal Korelasyonları

<b>Değişkenler</b>	<b>r (İlişki Katsayısı)</b>	<b>P değeri</b>	<b>Karar</b>
T4 X Mangan İdrar	-0,041	0,547	Anlamlı Değil
T4 X Kadmiyum İdrar	0,115	0,019	<b>Anlamlı</b>
T4 X Kobalt İdrar	-0,030	0,563	Anlamlı Değil

Tablo 4.4.12’de T4 parametresi ile İdrar ağır metal değerler korelasyon analiz sonuçları verilmiştir. Buna göre T4 parametresi ile İdrar kadmiyum değeri arasında istatistiksel anlamlılıkta pozitif yönlü zayıf bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 4.4.13.** TSH ile Serum Ağır Metal Korelasyonları

<b>Değişkenler</b>	<b>r (İlişki Katsayısı)</b>	<b>P değeri</b>	<b>Karar</b>
TSH X Bakır Serum	0,120	0,05	<b>Anlamlı</b>
TSH X Mangan Serum	-0,060	0,185	Anlamlı Değil
TSH X Kadmiyum Serum	-0,014	0,752	Anlamlı Değil
TSH X Kurşun Serum	-0,149	0,001	<b>Anlamlı</b>
TSH X Çinko Serum	0,091	0,137	Anlamlı Değil

Tablo 4.4.13.’de TSH parametresi ile serum ağır metal değerleri korelasyon analizi sonuçları verilmiştir. Buna göre TSH parametresi ile serum bakır ve serum kurşun düzeyleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı ilişki mevcuttur. Serum bakır düzeyi ile T4 düzeyi arasında istatistiksel anlamlılıkla pozitif yönlü zayıf bir ilişki ( $r=0,120$ ;  $p<0,05$ ); serum kurşun düzeyi ile TSH düzeyi arasında ( $r=-0,149$ ;  $p<0,05$ ) istatistiksel anlamlılıkta negatif yönlü zayıf bir ilişki mevcuttur.

**Tablo 4.4.14.** TSH ile İdrar Ağır Metal Korelasyonları

<b>Değişkenler</b>	<b>r (İlişki Katsayısı)</b>	<b>P değeri</b>	<b>Karar</b>
TSH X Mangan İdrar	0,019	0,753	Anlamlı Değil
TSH X Kadmiyum İdrar	-0,113	0,009	<b>Anlamlı</b>
TSH X Kobalt İdrar	-0,057	0,213	Anlamlı Değil

Tablo 4.4.14’de TSH parametresi ile İdrar ağır metal değerler korelasyon analiz sonuçları verilmiştir. Buna göre TSH parametresi ile İdrar kadmiyum değeri arasında istatistiksel anlamlılıkta pozitif yönlü zayıf bir ilişki olduğu tespit edilmiştir ( $r=-0,113$ ;  $p<0,05$ ).

## 5. TARTIŞMA

İş Sağlığı ve Güvenliği kavramı ve uygulamaları ülkemizde daha evvel 4857 sayılı İş Kanunu'nun geçici maddeleri ve İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü hükümleri çerçevesinde düzenlenmekte ve yalnızca 4857 sayılı İş Kanunu'na tabi çalışanları kapsamaktaydı. 2012 yılında yürürlüğe giren 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu bu alanda çıkarılan ilk ve tek müstakil kanundur ve bağlı olduğu mevzuata bakılmaksızın, tüm çalışanların sağlık ve güvenliğini teminat altına alır (82, 83).

Çalışanların sağlığının korunması, kazaların önlenmesi, iş sağlığı ve güvenliği kültürünün yerleştirilmesi iş sağlığı ve güvenliği kavramının önemli bir unsurudur. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, çalışanların sağlık ve güvenliklerinin korunarak insan onuruna yakışır çalışma şartlarının oluşturulmasını ve bu kapsamda işyerlerinde önleyici yaklaşımları ön plana çıkarılmasını amaçlamaktadır (84).

2 milyar \$ işlem hacmi ile yaklaşık 1 milyar \$ ihracatı ile Ülkemizin önemli endüstri kolları arasında yer alan Türk Seramik Endüstrisi çevresel ve mesleki pek çok sağlık ve güvenlik tehlikesi barındırmaktadır(2, 5, 6, 85).

Literatürde seramik sektörüne ilişkin daha çok silika maruziyeti üzerine araştırmalar yapılmıştır (86). Mevcut tez araştırması kapsamında seramik sektöründe çalışanların ağır metal maruziyetleri, kan parametreleri düzeyinde değerlendirilmiştir.

Yapılan araştırmada seramik sektörü çalışanlarının Kadmiyum, Mangan ve Kobalt maruziyetinin medyan idrar değerleri sırasıyla 0,02 (0,0-2,80), 0,60 (0,001-15,80) ve 0,60 (0,01-6,70) µg/dL'dir. Mangan, Kadmiyum, Kurşun ve Çinko maruziyetinin medyan serum değerleri ise sırasıyla 8,70 (0,40-42,0), 0,60 (0,01-5,20), 1,60 (0,08-19,10) ve 94,50 (0,75-149,0) µg/dL'dir.

WHO (1993)'nun raporuna göre idrar kadmiyum konsantrasyon değerinin 5-10 µg/g olması sağlık açısından önemlidir. Fakat yapılan bazı çalışmalar, idrar kadmiyum konsantrasyon değerinin < 0.5 µg/dL olduğu değerlerde hastada karaciğer tahribatının

söz konusu olduğunu ortaya koymuştur (87, 88 ). Swaddiwudhipong ve arkadaşlarının (2012) yaptıkları bir araştırmada, kadmiyum maruziyetinin hastada hipertansiyon ve diyabet yatkınlığını artırdığı tespit edilmiştir (89).

Mangan ve inorganik bileşiklerine mesleki maruziyet limiti  $0,2 \text{ mg/m}^3$ 'dür. Yapılan bazı epidemiyolojik çalışmalar, mangana düşük dozda mesleki maruziyetin nörotoksositeye sebep olduğunu ortaya koymuştur (90). Greiffenstein ve LeesHaley'in mangan maruziyeti olan çalışanlar üzerinde yaptığı meta analiz araştırmasında düşük doz Mn maruziyetinin nörotoksosite etkilerini değerlendirmiştir (91).

Tez kapsamında yapılan araştırmada tam kan parametreleri ile TSH ile T3 ve T4 parametreleri ve parathormonun maruz kalınan ağır metaller ile ilişkisi araştırılmış, bazı parametreler için anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre hemogloblin düzeyi ile kanda bakır, kadmiyum ve çinko düzeyleri arasında istatistiksel anlamlılıkta negatif yönlü zayıf bir ilişki tespit edilmiştir. Xiao Chen'in (2015) yaptığı araştırmada kan kurşun ve kadmiyum seviyelerinin hemogloblin düzeyi ile ters yönlü ilişkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur ( $p<0,05$ ) (92).

Seramik sektörü çalışanları üzerinde yapılan bu araştırmada hematokrit (HCT) parametresi ile kan bakır ve kadmiyum düzeyleri arasında istatistiksel anlamlılıkta negatif yönlü zayıf bir ilişki tespit edilmiştir. Tete ve arkadaşlarının (2015) yabani tahta fareleri üzerinde yapmış olduğu araştırmada, kadmiyum düzeyi ile hematokrit düzeyinin istatistiksel anlamlılıkta negatif yönlü bir ilişkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Yapılan çalışmada ayrıca, hematokrit düzeyini etkileyen kan kadmiyum konsantrasyonunun karaciğer ve böbrekleri de etkilediği tespit edilmiştir (93).

Araştırmada, PDW parametresi ile kan bakır ve çinko düzeyleri arasında istatistiksel anlamlılıkta negatif bir ilişki tespit edilmiştir. Literatürde ise kanda kurşun değerinin PDW parametresi ile negatif bir ilişkisinden bahsedilmiştir (94). Kan kurşun düzeyi ile T3, T4 e TSH düzeyleri arasındaki ilişkiyi inceleyen Yılmaz ve arkadaşları (2012), TSH ile kan kurşun değeri arasında istatistiksel anlamlılıkta negatif bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur ( $r=-0,216$ ;  $p=0,001$ ) T3 ve T4 değerleri ile kan kurşun değerleri arasında ise istatistiksel anlamlılıkta bir ilişki tespit edilememiştir (95).

Jimenes-Ortega ve arkadaşlarının 2012 yılında yaptığı bir araştırmada idrar ve kan kadmiyum değeri ile TSH d¼zeyi arasında negatif y¼nl¼ bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (96). Tez kapsamında yapılan araştırmada TSH ile kan kurşun ve idrar kadmiyum değerleri arasında tespit edilen istatistiksel anlamlılıкта negatif y¼nl¼ bir ilişki, literat¼r ile de uyumludur.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Seramik sektöründe ağır metal maruziyeti çalışanların sağlık ve güvenliğini tehdit eden tehlikelerden biridir. Sektörde iş sağlığı ve güvenliği temelli koruyucu ve önleyici yaklaşımların geliştirilebilmesine yönelik uygulamalar oldukça önemlidir. İşyerindeki maruziyetlerin sağlık etkilerinin tahmin edilebilmesi, etkin bir sağlık gözetimi uygulaması ile mümkün olabilmektedir.

Sektörde görülen ağır metal maruziyetlerinin olası sağlık etkilerinin 560 seramik işçisi ile yapılan çalışma ile değerlendirilmiştir.

- Çalışanların büyük bir kısmı (%37,4) dökümhane işçisi olarak çalışmaktadır ve medyan yaş 39 yıl; medyan çalışma süresi 11 yıldır.

Maruz kalınan ağır metallerin serum ve idrar parametreleri;

- Bakır serum  $96,743 \pm 15,8704 \mu\text{g/dL}$ ;
- Kadmiyum idrar  $0,02 (0,0-2,80) \mu\text{g/dL}$ ;
- Mangan idrar  $0,60 (0,001-15,80) \mu\text{g/dL}$ ;
- Kobalt idrar  $0,60 (0,01-6,70) \mu\text{g/dL}$ ;
- Mangan serum  $8,70 (0,40-42,0) \mu\text{g/dL}$ ;
- Kadmiyum serum  $0,60 (0,01-5,20) \mu\text{g/dL}$ ;
- Kurşun serum  $1,60 (0,08-19,10) \mu\text{g/dL}$ ;
- Çinko serum  $94,50 (0,75-149,0) \mu\text{g/dL}$ 'dir.

Çalışanların kan ve idrar ağır metal düzeyleri ile kan parametreleri ile Parathormon T3, T4 ve TSH değerleri arasındaki ilişkiler analiz edildiğinde;

hemogloblin düzeyi ile

- serum bakır ( $r=-0,180$ ),
- kadmiyum ( $r=-0,184$ )
- çinko ( $r=-0,133$ ) parametreleri arasında;

Hematokrit düzeyi ile

- serum bakır ( $r=-0,166$ )
- kadmiyum ( $r=-0,198$ ) parametreleri arasında;



PDW ile

- serum bakır ( $r=-0,139$ )
- çinko ( $-0,178$ )

parametreleri arasında istatistiksel anlamlılıkta negatif zayıf bir ilişki olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ).

Parathormon ile

- mangan idrar ( $r=0,272$ ) parametreleri arasında;

T3 değeri ile

- serum mangan ( $r=0,101$ )
- çinko ( $r=0,150$ ) parametreleri arasında;

T4 değeri ile

- serum kurşun ( $r=0,201$ )
- kadmiyum idrar ( $r=0,115$ ) parametreleri arasında;

TSH ile

- serum bakır ( $r=0,120$ ) düzeyleri arasında istatistiksel anlamlılıkta pozitif yönlü zayıf bir ilişki tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ).

T4 ile serum çinko ( $r=-0,307$ ) değeri arasında negatif yönlü orta bir ilişki olmasına karşılık, TSH ile serum kurşun ( $r=0,149$ ) ve kadmiyum idrar ( $r=-0,113$ ) parametreleri arasında istatistiksel anlamlılıkta negatif yönlü zayıf bir ilişki vardır ( $p<0,05$ ).

Tez kapsamında yapılan araştırma bakır, kurşun, çinko, kadmiyum, mangan olmak üzere toplam 5 ağır metalin HBG, HCT, PDW ile Parathormon, T3, T4 ve TSH arasındaki ilişkinin ortaya konulması bakımından ayrıntılı bir çalışmadır. Araştırma kapsamında elde edilen bulguların daha geniş örneklem çapları ile tekrarlanması,

literatüre katkı sağlaması bakımından bu alanda çalışan araştırmacı ve akademisyenlere verilebilecek öneriler arasındadır.



## 7. KAYNAKLAR

1. Abadir M.F., Sallam EH., Bakr I.M. Preparation of Porcelain Tiles from Egyptian Raw Materials. *Ceramics International*. 2002:28:303-310.
2. T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. *Türkiye Seramik Sektörü Strateji Belgesi ve Eylem Planı 2012-2016*. Ankara : Sanayi Genel Müdürlüğü, 2012.
3. Gennaro R., Cappelletti P., Cerri G., Gennaro M., Dondi M., Guarini G., Langella A., Naimo D. Influence of Zeolites on Sintering and Technological Properties of Porcelain Stoneware Tiles. *Journal of the European Ceramic Society*. 2003:23:2237-2245.
4. T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. *Seramik Sektörü Raporu (2015/1)*. Ankara : Sanayi Genel Müdürlüğü, 2015:4-10.
5. İpekçi CA., Aköz F. Ceramic and Mould Gypsum Properties Used for Forming Ceramics. *Journal of Engineering and Natural Science, Sigma* 28,2010:249-258.
6. Roig-Navaro AF., Lopez FJ, Serrano R., Hernandez F. An Assessment of Heavy Metals and Boron Contamination Workplace Atmospheres from Ceramic Factories. *The Science of the Total Environment*. 1997:201:225-234.
7. World Bank. *Environmental, Health and Safety Guidelines for Ceramic Tile and sanitary Ware Manufacturing*. USA, 2007.
8. Tchounwou PB., Yedjou CG., Patlolla AK.; Sutton DJ. Heavy Metals Toxicity and the Environment. *National Institutes of Health*. 2014:101:133-164.
9. MonfortE., Mezquita A., Vaquer E., Celades I., Sanfelix V., EscrigA. Ceramic Manufacturing Processes: Energy, Environmental and Occupational Health

- Issues. [kitap yaz.] M.S.J. Hashmi. *Compherensive Materials Processing*.: Elsevier, 2014:72-101.
10. European Commission.*Reference Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry*. Spain, 2007.
11. Barbara JM., Crown PL.*Ceramic Production in the American Southwest*. The University of Arizona Press,Tucson, 1995:221.
12. Materials Advisory Board Division of Engineering National Research Council.*Ceramic Processing*. Washington : National Academi of Sciences, 1968. s. 43-44.
13. Huang J., Shibata E., Takeuchi Y., Okutani H. Comprehensive Health Evaluation of Workers in the Ceramics Industry. *British Journal of Industrial Medicine*. 1993:50:112-116.
14. Watt, S.The Elements "Lead". New York : Benchmark Books, 2002:4-12.
15. Ghazi M., Millette JR., Lead.Environmental Forensics, Robert D. Morrison ve Biran L.:(editör)London, Elsevier, 2005:4:55-79.
16. Agency for Toxic Substances and Disease Registry.*Public Health Statement; Lead*. Atlanta : CDC, 2007.
17. Casas JS., Sordo J. An Overview of the Historical İmportance, Occurance, İsolation, Properties and Applications of Lead. *Lead: Chemistry, Analytical Aspects, Environmetal İmpact and Health Effects*. Oxford : Elsevier, 2006:1:1-12.
18. Demirçelik MB, Yılmaz ÖÇ, Yılmaz H, Tutkun E., Malçok GÖ., AtarİA; Güven ÇZ, Çetin M, Eryonucu B.,A little-Known Subject: Lead and Cardiac Toxicity, *Journal of the American College of Cardiology*, 2013(62): 173-174.

19. WHO. *Preventing Disease Through Healthy Environments; Exposure to Leads*. İsviçre, 2010.
20. Flora Swaran J.S., Flora G, Saxena G. Environmental Occurance, Healt Effects and Management of Lead Poisoning. [kitap yaz.] J.S. Casas ve J. Sordo. *Lead*. Elsevier, 2006: 158-228.
21. Carrington CD, Bolger PM. Toxic Metals: Lead. [kitap yaz.] Yasmine Motorjemi, Gerald Moy ve Ewen Todd. *Encyclopedia of Food Safety*. San Diego : Elsevier, 2014: 349-351.
22. Brown MJ, Margolis S. Lead in Drinking Water and Human Blood Lead Levels in the United States., CDC, Atlanta, 2012.
23. Hipkins KL., Materna BL., Payne SF., Kirsch LC. Family Lead Poisoning Associated with Occupational Exposure. *Clinical Pediatrics*. 2004:846-849.
24. Raymond J, Brown MJ. Childhood Blood Lead Levels-United States, 2007-2012. USA, 2015:76-80.
25. Azcona-Cruz MI, Rothenberg SJ, Schnaas L, Zamaro-Munoz, JS, Romero-placeres M.. Lead-Glazed Ceramic Ware and Blood Lead Levels of Children in the City of Oaxaca, Mexico. *Archives of Environmental Health*. 2000:55(3):217-222.
26. Carrington CD, Bolger PM. Toxic Metals; Lead. *Encyclopedia of Food Safety*. 2014 (2):349.
27. Needleman HL., The Future Challenge of Lead Toxicity. *Environmental Health Perspectives*. 1990:89:85-89.

28. Occupational Lead Poisoning Prevention Program. *Medical Guidelines for the Lead-Exposed Worker* California Department of Public Health, USA, 2009:3.
29. Silveira EA., Dayse MSF; Oliveira Faria T; Vinicius Altoe VM, Barros Furieri, L, Hott Fucio Lizardo, J, Stefanon, I., Simao Padilha, A, Valentim Vassallo, D., Low-dose Chronic Lead Increases Systolic Arterial Pressure and Vascular Reactivity of Rat Aortas. *Free Radical Biology and Medicine*. 2014;67:366-376.
30. Poreba R, GacP, Poreba M, Andrzejak R., Environmental and Occupational Exposure to Lead as a Potential Risk Factor for Cardiovascular Disease. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 2011;31:267-277.
31. Johnson F.M, The Genetic Effects of Environmental Lead., *Mutation Research*, 1998;410:123-140.
32. Ekong EB., Jaar BG., Weaver VM, Lead-related nephrotoxicity: A Review of the Epidemiologic Evidence., *Kidney International*, 2006;70: 2074-2084.
33. WHO. *Manganese and Its Compounds: Environmental Aspects*. Geneva, 2004: 6-7.
34. Hasan H., *Understanding the Element of the Periodic Table: Manganese*. New York, Rosen Central, 2008:4-12.
35. Olsen SE., Tangstand, M., Lindstad, T., *Production of Manganese*. Trondheim, Tapir Academic Press, 2007:11-12.
36. Okada MA, Filipak Neto F; Hideo Noso C, Voigt CL, Campos SX, Oliveira Ribeiro CA., Brain Effects of Manganese Exposure in Mice Pups During Prenatal and Breastfeeding Periods, *Neurochemistry International*, 2016;97:109-116.

37. Michalke B, Fernsebner K., New Insight into Manganese Toxicity and Speciation. *Jornal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 2014:28:106-116.
38. Santos D; Batoreu C; Mateus L; Marreilha dos Santos A.P, Aschner M, Manganese in Human Parenteral Nutrition: Consideration for Toxicity and Biomonitoring, *NeuroToxicology*, 2014:43:36-45.
39. Martinez-Finley EJ., Gavin CE., Aschner M., Gunter TE. Manganese Neurotoxicity and the role of Reactive Oxygen Species, *Free Radical Biology and Medicine*, 2013:62:65-75.
40. Farina M, Avila DS, Batista Teixeira da Rocha J, Aschner M. Metals, Oxidative Stress and Neurodegeneration: A Focus on Iron, Manganese and Mercury, *Neurochemistry International*, 2013:62:575-594.
41. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, CDC, Public Health Statement; Manganese. Atlanta, 2012: 1-10.
42. Sönmez E. Nikel Kadmiyum Sulu Çözeltilerinin Kadmiyum Sinerjistik Ekstraksiyonu. *Yüksek Lisans Tezi*. Sakarya : Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Haziran 2011:5-10.
43. Canal Boşyalı, S., Kadmiyum Toksikitesi ve Arıtma Çamurundan Kaynaklanan Ağır Metal Toksikitesini Önlemek Amacıyla Demer Uygulamasının Marul Bitkisinin Gelişimi ve Antioksidatif Enzim Aktivitesine Etkisi. *Doktora Tezi*. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 2015:2-8.
44. Borne Y, Barregard L., Persson M, Hedblad B., Fagerberg B., Engström G., Cadmium Exposure and Incidence of Heart Failure and Atrial Fibrillation a Population-based Prospective Cohort Study. *BMJ Open*. 2016: 1-8.

45. Mera R, Torres E., ve Abalde J., Influence of Sulphate on the Reduction of Cadmium Toxicity in the Microalga *Chlamydomonas Moewusii*, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2016: 128: 236-245.
46. Li Y, Tang H, ; Hu Y, Xiuhong W, Ai X, Tang Li, Matthew C, Cavanagh J, Qui J, Enrofloxacin at Environmetally Relevant Concentrations Enhances Uptake and Tokxicity of Cadmium in the Earthworm *Eisenia fetida* in Farm Soils, *Journal of Hazardous Materials*, 2016: 308:312-320.
47. Julin B, Wolk A, Akesson A. Dietary Cadmium Exposure and Risk of Epithelial Ovarian Cancer in a Prospective Cohort of Swedish Women. *British Journal of Cancer*. 2011:105:441-444.
48. Ashraf MW. Levels of Heavy Metals in Popular Cigarette Brands and Exposure to These Metals via Smoking. *The Scientific World Journal* . 2012:1-5.
49. Wen-en S, Shi-bao C; Ji-fang L, Li C; Ning-ning S, Ning L, Bin L. Variation of Cd Concentration in Various Rice Cultivars and derivation of Cadmiyum Toxicity Thresholds for Paddy Soil by Species-Sensitivity Distribution. *Journal of Integrative Agriculture*. 2015:9(14):1845-1854.
50. Piade JJ, Jaccard G, Dolka C, Belushkin M, Wajrock S. Differences in Cadmium Transfer from Tobacco to Cigarette Smoke, Compared to Arsenic or Lead. *Toxicology Reports*. 2015:2:12-26.
51. Watt S. The Elements: Cobalt. Marshall Cavendish Benchmark, Newyork2007:4-10.
52. Johanson P. Understanding The Elements of the Periodic Table; Cobalt. The Rosen Publishing, Newyork, 2008:4-14.



53. Suh M, Thompson CM, Brorby GP, Mittal L, Proctor MD. Inhalation Cancer Risk assessment of Cobalt Metal. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2016;79:74-82.
54. IARC, Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Lyon, 2006.
55. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, CDC. Toxicological Profile for Cobalt. Atlanta, 2004.
56. Behl M, Stout MD., Herbert RA., Dill JA., Baker GL., Hayden BK., Roycroft, JH., Bucher, JR., Hooth, MJ. Comparative Toxicity and Carcinogenicity of Soluble and Insoluble Cobalt Compounds. *Toxicology*. 2015;333:195-205.
57. Mur JM, Moulin, JJ. Charruyer-Seinerra MP, Lafitte JA, Cohort Mortality Study Among Cobalt and Sodium Workers in an Electrochemical Plant. *American Journal of Industrial Medicine*. 1987;11:75-81.
58. National Toxicology Program (NTP). *Toxicology studies of cobalt metal (CAS No. 7440-48-4) in F344/N rats and B6C3F1 mice (inhalation studies)*. U.S Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Institutes of Health. North Carolina : NIH Publication, 2014. Technical Report Series. 581.
59. Gray L. The Elements; Zinc., Marshall Cavendish Benchmark, Newyork, 2006:4-16.
60. Porter F. Zinc Handbook Properties, Processing and Use in Design, Marcel Dekker Inc, Newyork 1991.
61. Lew K. Understanding The Element of the Periodic Table; Zinc. The Rosen Publishing, Newyork, 2008:4-12.

62. National Institutes of Health. Zinc: Fact Sheet for Health Professionals. USA, 2016.
63. Sandstead HH. Understanding zinc: recent observations and interpretations. *The Journal of Laboratory and Clinical Medicine*. 1994;124(3):322-329.
64. Prasad AS. Zinc in Human Health: Effect of Zinc on Immune Cells. *Molecular Medicine*. 2008;14(5):353-357.
65. Pathak A, Roy A, Manna M. Recovery of Zinc from Industrial Waste Pickling Liquor. *Hydrometallurgy*. 2016;163:161-166.
66. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Public Health Statement; Zinc. CDC, Atlanta 2005.
67. Crotty D. Zinc Alloy Plating for the Automotive Industry. *Metal Finishing*. 1996;9(94):56-58.
68. Daylan B, Ciliz N, Mamodov A., Hazardous Process Chemical and Water Consumption Reduction Through Cleaner Production Application for a Zinc Electroplating Industry in Istanbul. *Resources, Conservation and Recycling*. 2013;81:1-7.
69. Hayne RV, Pablo F, Julli M, Markich SJ. Influence of Water Chemistry on the Acute Toxicity of Copper and Zinc to the Cladoceran *Ceriodaphnia cf Dubia*. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2005; 24(7):1667-1675.
70. Plum LM., Rink L, Haase, H. The Essential Toxin: Impact of Zinc on Human Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2010;7:1342-1365.
71. Davis J.R. Copper and Copper Alloys. ASM International, USA, 2001.

72. Beatty R. *The Elements; Copper*. Marshall Cavendish Benchmark Newyork, 2001.
73. Johanson P. *Understanding the element of the Periodic Table; Copper*. The Rosen Publishing, Newyork, 2007.
74. Bonham M, O'Connor JM, Hannigan BM, Strain JJ. The Immune System as a Physiological Indicator of Marginal Copper Status. *The Biritish Journal of Nutrition*. 2002;87(5):393-403.
75. Gambling L, McArdle HJ. Iron, copper and fetal development. *The Proceedings of the Nutrition Society*. 2004;63(4):553-562.
76. Georgieff MK. Nutrition and the Developing Brain: Nutritient Priorities and Measurement. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2007;85(2):614-620.
77. Klevay LM., Combs GF. *Mineral Elements Related to Cardiovascular Health*. WHO, Geneva, 2004.
78. Bost M, Houdart S, Oberli M, Kalonji E, Huneau, JF, Margaritis I. Dietary Copper and Human Health: Current Evidence and Unsolved Issues. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 2016;35:107-115.
79. Agency for Toxic Substances and Dietary Registry(ATSDR). *Toxicological Profile for Copper*. U.S. Department of Health and Human Services. Atlanta, 2004.
80. Turnlund JR, Keyes WR, Kim SK, Domek JM. Long-term High Copper Intake: Effect on Copper Absorption, Retention and Homeostasis in Men.. *The Amerikan Journal of Clinical Nutrition*, 2005;4(81):822-828.

81. Mollahaliloğlu S, Kosdak M, Sanisoğlu, SY, Boz, D.Birinci Basamak Sağlık Hizmetlerinde Hasta Memnuniyeti, Sağlık Bakanlığı, Ankara, 2010.
82. Korkmaz A, Avsallı H. Çalışma Hayatında Yeni Bir Dönem: 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Yasası, *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2012: 26: 153-167.
83. Kılış İ.İş Sağlığı ve Güvenliği'nde Yeni Dönem; 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu..İş, Güç, Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi ,2013: 1(15):17-41.
84. Korkut G, Tetik A.6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun Getirdiği Yenilikler ve Temel Sorunlar, *SD İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2013:3(18):455-474.
85. Timellini G, Resca R, Bignozzi MC.Ceramic Industry Air Quality: Emissions into the Atmosphere from Ceramic Tile Processes, *Comprehensive Analytical Chemistry*, 2016:73:1-22.
86. Mohammadyan M, Rokni M, Yosefinejad R.Occupational Exposure to Respirable Crystalline Silica in the Iranian Mazandaran Province Industry Workers, *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology*,2013:64:139-143.
87. Satarug S,Moore MR. Adverse Health Effect of Chronic Exposure to Low-level Cadmium in Foodstuff and Cigarette Smoke.*Environmental Health Perspectives*,2004:112(10):1099-1103.
88. Satarug S, Garrett SH, Sens MA, Sens DA,Cadmium, Environmental Exposure and Health Outcomes, *Environmental Health Perspectives*, 2010:118(2):182-190.
89. Swaddiwudhipong W, Limpatanachote P Mahasakpan P, Krintratun S, Punta B, Funkhiew T, Progress in cadmium-related health effects in persons with

- high environmental exposure in north western Thailand: A five-year follow-up., *Environmental Research*,2012:112:194-198.
90. Levy BS, Nassetta WK, .Neurologic Effects of Manganese in Humans: A Review, *International Journal of Occupational and Environmental Health* ,2003:9(2):153-163.
91. Santamaria ABManganese Exposure, Essentiality and Toxicity,*Indian Journal Medical Research*, 2008:128:484-500.
92. Chen X, Zho, H, Xiaoshuang L, Wang Z, Zhu G, Jin T, Effect of Lead and Cadmium Co-exposure on hemoglobin an a Chinese Population, *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 2015:39:758-763.
93. Tete N, Afonso E, Bouguerra G, Scheifler R,Blood parameters as biomarkers of cadmium and lead exposure and effect in wild wood mice (*Apodemus sylvaticus*) living along a pollution gradient. *Chemosphere*, 2015:138:940-946.
94. Dobrakowski M, Boron M, Czuba ZP, Birkner E, Chwalba A, Hudziec E, Kasperczyk S. Blood morphology and the levels of selected cytokines related to hematopoiesis in occupational short-term exposure to lead.*Toxicology and Applied Pharmacology*, 2016:305:1-31.
95. Yılmaz H, Keten A, Karacaoğlu E, Tutkun E, Akçan R,Analysis of hematological and biochemical parameters related to lead intoxication.*Journal of Forensic and Legal Medicine*, 2012:19:452-454.
96. Jimenez-Ortega V, Barquilla PC, Fernandez-Mateos P, Cardinali DP, Esquifino AI. Cadmium as an endocrine disruptor: Correlation with anterior pituitary redox and circadian clock mechanisms and prevention by melatonin.*Free Radical Biology and Medicine*, 2012:53:2287-2297.
97. Büyüköztürk Ş.Sosyal Bilimler için Veri Analizi El Kitabı. Pegem Akademi, Ankara 2009:10(1)145-155.

98. Sezer H, Seyfikli Z, Akkurt İ, Yıldız I. Sigara-Akciğer Kanseri İlişkisi Konusunda Bir Vaka-Kontrol Çalışması. *Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 2001;23(2):92-96.



## 8. EKLER

### EK-1. HASTANE İZİN BELGESİ



T.C.  
SAĞLIK BAKANLIĞI  
TÜRKİYE KAMU HASTANELERİ KURUMU  
Ankara İli 2. Bölge Kamu Hastaneleri Birliği Genel Sekreterliği  
Ankara Meslek Hastalıkları Hastanesi

T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI  
Ankara Meslek Hastalıkları  
Hastanesi  
Giden Evrak  
Evrak No:2314  
Tarih: 06.04.2016 13:57

YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE  
ANKARA

Enstitünüze bağlı Halk Sağlığı Anabilim Dalı İş Sağlığı ve Güvenliği Programı lisansüstü tez çalışması kapsamında hasta kayıt verilerinin retrospektif incelemesine dayalı "Ağır Metal Maruziyetinin Sağlık Etkilerinin Değerlendirilmesi: Seramik Sektörü Örneği" isimli çalışmada hasta hakları ve mahremiyetine özen gösterilerek, isim ve bilgilerinin üçüncü kişiler ile paylaşılmadan kullanılması uygun görülmüştür.

Bilgilerinize arz ederim.

30.03.2016  
Doç. Dr. Engin TUTKUN  
Başhekim Yrd.

Adres : Osman Gazi Mah. Atlılar Sok. No:45 06280 Keçiören /ANKARA  
Tel : 0 312 580 83 95 Fax : 0 312 580 84 04  
Web : www.ankarameslekhastanesi.gov.tr. Email: bilgi@ankarameslekhastanesi.gov.tr

## EK-2. ÖZGEÇMİŞ

<b>KİŞİSEL BİLGİLER</b>	
Adı Soyadı	: Deniz BOZ ERAVCI
Doğum tarihi	: 19.05.1987
Doğum yeri	: Ankara
Medeni hali	: Evli
Uyruğu	: T.C.
Adres	: Göksu mh. II. İnönü Cd. Kaşmir Gölevleri Sitesi Blok 5/10
Tel	: 0505 789 34 08
E-mail	:denizbozdb@gmail.com
<b>EĞİTİM</b>	
Lise	: Ankara Atatürk Anadolu Lisesi
Lisans	: Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi İstatistik A.D Anadolu Üniversitesi İktisat Fakültesi, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri
Lisans Üstü	:Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyoistatistik A.D
<b>YABANCI DİL BİLGİSİ</b>	
İngilizce	:İyi seviyede.