

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AFYONKARAHİSAR'DA SATILAN SERAMİK BARDAKLARDA
KURŞUN VE KADMİYUM MİGRASYONUNUN BELİRLENMESİ

Yasemin KARABULUT

VETERİNER BİYOKİMYA ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. A. Fatih FİDAN

Bu tez Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu
tarafından 15.SAĞ.BİL.15 Proje numarası ile desteklenmiştir.

Tez No: 2016-004

AFYONKARAHİSAR
2016

KABUL ve ONAY

Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

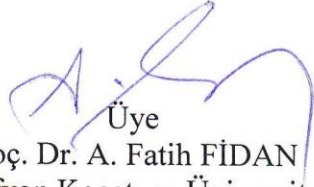
Veteriner Biyokimya Anabilim Dalı programı çerçevesinde yürütülmüş bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi :16/05/2016

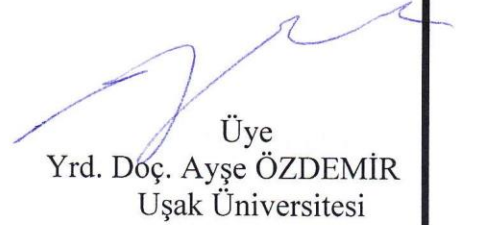


Jüri Başkanı

Prof. Dr. Nalan Bayşu SÖZBİLİR
Afyon Kocatepe Üniversitesi



Üye
Doç. Dr. A. Fatih FİDAN
Afyon Kocatepe Üniversitesi



Üye
Yrd. Doç. Ayşe ÖZDEMİR
Uşak Üniversitesi

Veteriner Biyokimya Anabilim Dalı Programı öğrencisi Yasemin KARABULUT 'un "Afyonkarahisar'da Satılan Seramik Bardaklarda Kurşun Ve Kadmiyum Migrasyonunun Belirlenmesi" başlıklı tezi 18.05.2016.... günü saat 16:30....'da Lisansüstü Eğitim –Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddelere uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Abdullah ERYAVUZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Afyonkarahisar’ da satılan seramik bardaklardan kurşun ve kadmiyum migrasyonunun belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışma ile satışı yapılan seramik bardakların ne kadar güvenilir olduğu hakkında bir veri oluşturulmuştur. Bu çalışma Afyonkarahisar’ da bu konuda yapılan ilk çalışma olma özelliğindedir. Bu çalışmadan elde edilen verilerin ileride yapılacak olan çalışmalara ışık tutması ve alınacak tedbirlere katkı sağlamasını umut etmekteyiz.

Bu bağlamda Lisansüstü eğitimim süresince bilimsel çalışma yöntemleri ve disiplini ile örnek olan, bizleri hep bir adım öne taşıyan, çalışma azim ve kararlılığı veren değerli hocam Sayın Prof. Dr. Nalan BAYŞU SÖZBİLİR’e en içten saygı ve sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez konumun belirlenmesinden, tezimin tamamlanmasına kadar geçen sürecin her aşamasında bana inanarak yapmış olduğu büyük katkılarla desteklerini esirgemeyen değerli hocam, tez danışmanım Sayın Doç. Dr. A. Fatih Fidan’ a minnettirim.

Yüksek lisans eğitimim sürecinde ders aldığım ve bu süreçte benden bilgilerini esirgemeyen Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı öğretim üyelerine desteklerinden ve ilgilerinden dolayı teşekkür ederim.

Bu araştırmayı gerçekleştirmem sırasında, yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşlarım Arş. Grv. Mürüvvet DÜZ ve Arş. Grv. Barış DENK’e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Lisansüstü eğitimimim süresince manevi destekleriyle beni yalnız bırakmayan çocuklarıma, sabırla ve özveriyle meşguliyetlerime katlanan eşim Birol KARABULUT’a en derin duygularla teşekkür ederim.

Bu çalışmayı gerçekleştirebilmem için projemize destek sağlayan Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine katkılarından dolayı teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
KABUL ve ONAY	Error! Bookmark not defined.
ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
TABLolar DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
RESİMLER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Seramik	2
1.1.1. Seramiğin Tarihçesi	3
1.1.2. Seramik Hammaddeleri	5
1.1.3. Seramik Üretim Prosesleri	10
1.1.4. Seramik Sektörün Tanımı ve Sınıflandırması	11
1.2. Ağır Metaller	12
1.2.1. Kurşun	14
1.2.2. Kadmiyum	22
1.3. Gıda İle Temas Eden Seramik Malzemelerden Kadmiyum ve Kurşun Geçişİ	28
2. MATEYAL ve METOD	30
2.1. Araç ve Gereçler	30
2.2. Kimyasal Maddeler	30
2.3. Araştırmada Kullanılan Seramik Materyal	31
2.4. Örneklerin Hazırlanması	37
2.5. % 4 Asetik Asit Testi	37
3. BULGULAR	39
4. TARTIŞMA	44
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	53
KAYNAKLAR	54

ÖZET.....	62
SUMMARY.....	63
ÖZGEÇMİŞ.....	64

SİMGELER ve KISALTMALAR

1. Simgeler

°C	: Santigrad
°F	: Fahrenheit
°K	: Kelvin
µg /ml	: Mikrogram/mililitre
µg/dL	: Mikrogram/desilitre
µg/L	: Mikrogram /litre
Al	: Alüminyum
Ba	: Baryum
Cd	: Kadmiyum
Cl	: Klor
Co	: Kobalt
Cr	: Krom
g	: Gram
g/cm ³	: Gram /santimetreküp.
Hb	: Hemoglobin
K	: Potasyum
kJ/mol	: Kilojoule/mol
Li	: Lityum
mg	: Miligram
mg/dm ²	: Miligram/desimetrekare
mg/L	: Miligram/litre
mL	: Mililitre
Mn	: Mangan
Na	: Sodyum
P	: Fosfor
Pb	: Kurşun
Pb (OH) ₂	: Kurşun (II) Hidroksit
PbCO ₃	: Kurşun Karbonat
PbO	: Kurşun Oksit
PbSO ₄	: Kurşun Sülfat
ppb	: µg/L

ppm	: mg/L
Sb	: Antimon
Sr	: Stronsiyum
Ti	: Titanyum
Zn	: Çinko
µg/kg	: Mikrogram/Kilogram
µg/l	: Mikrogram/litre

2. Kısaltmalar

ICP-MS	: Induktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektroskopisi
RNA	: Ribonukleik Asit
ICP-OES	: Induktif Eşleşmiş Plazma – Optik Emisyon Spektroskopisi
DNA	: Deoksiribonükleik asit
FDA	: Birleşik Amerika Gıda ve İlaç İdaresi
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
GSH	: Glutasyon
ROS	: Serbest oksijen radikalleri
IARC	: International Agency for Cancer Research
EU	: Avrupa Birliği
CA 65	: California Proposition 65
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı
MEGEP	: Mesleki Eğitim Ve Öğretim Sisteminin. Güçlendirilmesi Projesi
ATSDR	: Agency for Toxic Substances and Disease Registry

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1. Seramik Hammaddeleri	5
Tablo 1.2. Kurşunun Elementinin Özellikleri	14
Tablo 1.3. Kadmiyum elementinin özellikleri.	23
Tablo 1.4. Seramik Malzemelerden Geçen Kurşun ve Kadmiyum Limitleri	29
Tablo 2. 1. Çalışma materyalini oluşturan seramik kupalara ait bilgiler	32
Tablo.3.1.% 4 asetik asit testi sonucu elde edilen kadmiyum ve kurşun geçiş miktarları.	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 3. 1. % 4 asetik asit testi sonucu elde edilen kurşun geçiş miktarları.	42
Çizelge 3. 2. % 4 asetik asit testi sonucu elde edilen Kadmiyum geçiş miktarları. ...	43

RESİMLER DİZİNİ

Sayfa No

Resim 1.1. Kurşun Elementi	14
Resim 1.2. Kadmiyum Elementi	22

1.GİRİŞ

Dünya nüfusundaki hızlı artış, artan çevre kirliliği, ekonomik güçsüzlük ve eğitim yetersizliği beslenme sorunlarını artırmakta ve güvenli gıda teminini zorlaştırmaktadır. Sağlıklı ve güvenilir gıda üretiminin sağlanması amacı ile gıdaların üretimi, taşınması, depolanması, dağıtımı ve tüketimi aşamalarında gerekli kurallara uyulması ve gerekli önlemlerin alınması gıda güvenliğinin olmazsa olmazlarındandır (Erkmen 2010). Birçok tehlike gıda güvenliğini tehdit etmekte ve gıdaların sağlığı bozucu unsurlar haline gelmesine neden olabilmektedir. Üretimden tüketime kadar geçen tüm aşamalarda gıdalara farklı kaynaklardan çeşitli zararlı unsurlar bulaşabilmektedir (Giray ve Soysal 2007). Gıda maddelerinin yapısında doğal olarak bulunmayan, gıdaların üretim, depolama ve dağıtım sırasında kullanılan donanım ve kaplardan veya kullanma suyundan bulaşan ve gıda kalitesinin bozulmasına veya gıda maddesinin sağlığa zararlı bir hale gelmesine sebep olan çok az miktardaki metal iyonlarına (kurşun ve kadmiyum vb...) metalik kontaminasyon adı verilmektedir. Toksik kalıntılar gerek endüstrileşme ile çevre kirlenmesi sonucunda gerekse gıdaya temas eden kaplardan gıdalara bulaşmaktadır (Hışıl 1989).

Gıdalarla temas eden kaplarda kurşun ve kadmiyum içeren dekor ve boya kullanılması sonucu bu maddelerin zamanla çözünerek yiyeceklere nüfuz ediyor olması sağlık için önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Bu metal kalıntılarının gerek hayvan gerekse insan gıdalarında bulunmaması veya standartlarda belirlilerin limitlerin üzerine çıkmaması gerekmektedir. Özellikle asitli yiyeceklerin bu tip porselen dekorlarının bünyesinde bulunan kurşun-kadmiyumu çözmesi sonucu gıda ile birlikte canlı vücuduna taşınmakta ve sağlıklı yaşamı risk altına sokmaktadır. Asit ortamda kolayca çözülebilen metaller, seramik kaplarda saklanan gıdanın özelliğine paralel olarak gıdaya karışabilmektedir. (Çevikel 2010).

Sağlıklı bir yaşam için yaşamımızın temel maddesi olan gıdaların üretiminde, sağlıklı ve kusursuz gıda hammaddesinin üretimi ve eldesi, işlenmesi, saklanması,

taşınması, dağıtılması ve tüketimi sırasında gerekli kurallara uyulması ve ilgili yasa ve mevzuatlara uyulması gerekmektedir.

Afyonkarahisar’da satılan seramik bardaklarda kurşun ve kadmiyum migrasyonunun belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışma ile, ilimizde satışı yapılan seramik bardakların kurşun ve kadmiyum migrasyonu bakımından ne kadar güvenilir olduğu hakkında bir veri oluşturulmuştur. Bu çalışma ilimizde bu konuda yapılan ilk çalışma olma özelliği taşımaktadır. Bu konuda ülkemizde yapılan çalışmalar çok sınırlıdır. Bu çalışmadan elde edilen bulgular ileride yapılacak diğer çalışmalar açısından da yararlı olacaktır. (Çevikel 2010).

1.1. Seramik

Seramik, bundan 10000 yıl öncesinde başlayan, tarihçesi ile yüzyıllardır insanoğlunun günlük hayatına girmiş, yaşamın çeşitli kısımlarında kullanılan vazgeçilmez bir malzeme olmuştur (Çevikel 2010). Seramik, geleneksel olarak en yalın haliyle “pişmiş toprak” olarak ifade edilmektedir (Erman, 2012). Hammaddesi kil olan, elde, kalıpta veya tornada biçimlendirilmiş, fırınlanmış her tür eşyanın genel adı seramiktir (Birben, 2011). Bununla birlikte özellikle günümüzde seramik, metal ve alaşımları dışında kalan, inorganik sayılan tüm mühendislik malzemeleri ve bunların ürünlerinden oluşan materyaller olarak tanımlanmaktadır (Arcasoy, 1983). Diğer yandan seramik, bir sanat dalıdır.

Killi toprak, balçık ya da çamur seramiğin ana malzemesidir. Bu basit malzeme, uygarlığın erken dönemlerinde insanoğlunun şekillendirdiği hemen hemen tek plastik malzeme olmuştur. Temel bileşenleri çok yalın olmakla birlikte, zamanla daha karmaşık malzeme ve yöntemlerin kullanıma girmesi, seramik üretiminin ve sanatının imkânlarını değişik boyutlara taşımıştır (Erman, 2012). Pişmiş toprağın, ilk olarak depolama amacıyla kullanılan kap-kacak ve küpler şeklinde günlük hayatın içine girdiği bilinmektedir. Bununla birlikte gelişen teknoloji seramik malzeme

üretiminde, kil hamuruna belirli maddeler katarak, değişik şekillendirme yöntemleriyle, kullanılan hamurun bünyesine uygun bir pişirme ile, seramik malzemeye istenilen niteliği kazandırma imkanı vermiştir.

Seramik, üretim aşamasında etkisinde kalınan faktörler ve uygulamadaki yöntemler açısından değerlendirildiğinde ise; genel olarak doğada var olan kil adı verilen materyalin yüksek derecede fırın içinde pişirilmesiyle yapılmaktadır. Kil, içinde hem serbest hem de kimyasal olarak bağlı bulunan su, ısı yardımıyla tamamen yok edilmeden seramik haline gelmemektedir. Bu işlem fırında pişirme esnasında gerçekleştiğinde, kararlı halde bulunan doğadaki pek çok kayaç çeşidinden daha sert bir sonuç elde edilmektedir. Seramik elbette kırılıp parçalar haline getirilebilir ancak bu sert parçalar kolayca çözülmeyen, erimeyen, diğer kimyasallarla birleşmeyen parçacıklar oldukları için yok edilmeleri ya da geri dönüştürülmeleri oldukça zordur. Eğer sır veya camsı tabakayla kaplanmışlarsa daha da dayanıklı hale gelmektedirler (Önder, 2011).

Killi toprağın pişirilme suretiyle şeklini koruyabilme özelliğine dayanan seramik endüstrisi dünyanın en eski endüstrilerinden sayılmaktadır (Birben, 2011). Seramik ürünler, insanlığın ilk evrelerinden itibaren günlük yaşama girmiş ve günümüze kadar, dini idollerden, mimari elemanlarına, ev eşyalarından haberleşme ve uzay teknolojisine kadar insanlığın her adımında yerini almıştır (Şen 2010).

1.1.1.Seramiğin Tarihçesi

Bazı kaynaklarda seramiğin yunanca boynuz anlamına gelen “keramos” kelimesinden türediğini belirtilmektedir (Birben, 2011). Eski Yunanda törenlerde ve şöenlerde, içkilerin, bardak yerine geçmiş olan şekillendirilmiş boynuz kaplardan içildiği ve bu kaplara Yunanca’da boynuz sözcüğünün karşılığı olan kelime “keramos” adı verildiği, keramosların ise yerlerini seramik kaplara bıraktıktan sonra da seramik kapların bu adla anılmaya başlandığı öne sürülmüştür (Çevikel 2010).

Seramiğin tarihçesi insanların ateşi bulmaları ile başlamaktadır. İlk seramiğin M.Ö. onuncu ve dokuzuncu binlerde üretildiği saptanırken en eski ve önemli bulgulara Türkistanın Aşkava bölgesinde (M.Ö.8000), Filistin'in Jericho bölgesinde (M.Ö.7000), Anadolu'nun çeşitli höyüklerinde (örneğin Hacılar, M.Ö.6000) ve Mezopotamya olarak adlandırılan Dicle-Fırat nehirlerinin arasında kalan bölgede rastlanmıştır (Arcasoy, 1983).

Suyu taşımak, muhafaza edebilmek için kaplar yapma zorunluluğundan seramik doğmuştur (Megep 2007). Seramiğin ilk hammaddesi, balçık adı verilen, çok ince taneli koyuca kıvamlı çamur birikintileridir. İlk seramik kaplar da, balçık ile sıvanmış sepetlerdir. Bu balçık ile sıvanmış sepetler, ateşin bulunması ile sertlik kazanmaları sonucu kullanışlı seramik kaplar oluşmuştur. İlerleyen zamanda balçığa karıştırılan daha az özlü toprak ve nehir kumları ile seramik çamurunun ateşten daha başarılı bir sıvan ile çıkması sağlanmıştır. Seramik eşyaların sıvan kavuşması, odun ve benzeri organik maddelerin küllerinin seramik çamurunun üzerindeki etkilerinin gözlenmesi sonucu keşfedilmiştir.

Seramiğin tarihçesinde seramiğin dekorlanması, seramik sıranın bulunmasından çok önceki devirlere kadar uzanmaktadır. İlk dekor tekniğinin uygulanmasında kullanılan yardımcı araç, insan eli iken, sonradan doğadaki renkli toprakları kullanılmış ve giderek astar tekniğine ulaşan dekor yöntemleri geliştirilmiştir. Sıran bulunmasıyla renkli sırlar önemli dekor araçları olmuşlardır. İlk çamur hazırlama teknikleri yoğurma, çiğneme ve dövme iken kurutma açık havada doğal olarak yapılmaktaydı. İlk çamur şekillendirme yöntemi de el ile serbest şekillendirmeydi. Sonra devreye giren el ile çevrilen torna, yerini ayak tornasına bırakmıştır. Pişirme başlangıçta açık ateşte, açıkta yapılmakta iken açık ateşin fırınlara aktarılması ile büyük aşama kaydedilmiştir. Tarihin erken dönemlerinde seramik yapımında kullanılan bu yöntemler (hazırlama, kurutma, pişirme), doğallıkları nedeniyle günümüzde de hala kullanılmaktadır (Arcasoy 1983; Ertürk 2011).

1.1.2. Seramik Hammaddeleri

Seramikler basit olarak, kil ve su karışımına şekil verilerek oluşturulur. Seramik hammaddeleri temelde özlü ya da plastik (killer, kaolinler) ve özsüz ya da plastik olmayan (kuvartz, feldspat, vb.) hammaddeler olmak üzere iki guruba ayrılır (Arcasoy 1983; Özdemir 2005). Kil minerali oluşturulacak seramik ürüne özlülük yada plastiklik kazandırmasına karşın, plastik olmayan özsüz hammaddeler seramik çamurunun plastikliğini azaltır (Kibici 2002). Özlü ve özsüz seramik hammaddeleri aşağıda Tablo 1.1 de özetlenmiştir.

Tablo 1.1. Seramik Hammaddeleri (Kibici 2002).

Plastik Özlü Hammaddeler	Plastik olmayan Özsüz Hammaddeler
<ul style="list-style-type: none">• Kil• Şirefton• Kısmen kaolinit	<p>A. Anorganik özsüz Hammaddeler</p> <ul style="list-style-type: none">• Silis Grubu Mineraller• Feldspat• Pegmatit ve feldspatlı kum• Korund• Dolomid• Mermer Kireç taşı dolomit• Boksit• Andaluzit-silimanit-disten• Bor• Fluorit• Talk• Vollastonit• Magnezit• Pirofilit• Yapay olan özsüz hammaddeler (şamat, Kalsiyum karbür..) <p>B. Organik Katkı Maddeleri</p> <ul style="list-style-type: none">• Kömür• Odun Kömürü• Grafit• Torf• Talaş

1.1.2.1. Özlü Seramik Hammaddeleri

Su ile yoğrulabilen, dağılmadan kolayca şekillendirilebilen, kurdukları zaman verilen şekli muhafaza eden hammaddeler özlü seramik hammaddeleri olarak tanımlanmaktadır (Arcasoy 1983). En özlü seramik hammaddesi olarak bentonit, sonra killer ve kaolinler sıralama yerlerini alırlar (Ergün 2009). Granit, grays, feldispat, porfir, syenit ve pegmatit gibi birincil magmadan çıkıp donan kayaçların, doğal ve buna yardımcı fiziksel ve kimyasal etkenler ile aşınıp, bozunup, dağılıp, ufalanıp, sürüklenmeleri sonucu kaolin ve killer oluşmuştur (İpek, 2003).

1.1.2.2. Özsüz Seramik Hammaddeleri

Çok ince öğütülebilirler bile, su ile kolayca şekil verilemeyen, şekil verilse bile dış etkenler ile şeklini kaybedip dağılan maddeler özsüz seramik hammaddeler olarak tanımlanmaktadır (Arcasoy 1983). Katıldıkları çamuru özsüzleştirerek plastikliğini azaltırlar. Genellikle çamurun kuru direnç, kuru küçülme ve pişme küçülmesini azaltırlar, su emme değerini arttırlar, çamurun kuruma süresini önemli ölçüde kısaltırlar. Özsüzleştirilmiş çamur, özlü bir çamura oranla daha kısa sürede ve daha az kurutma hatası göstererek kurur (Çelik 2012). Seramik çamurlarında özsüzleştirici olarak kullanılan maddeler, anorganik özsüz hammaddeler ve organik katkı maddeleri olarak iki grup altında incelenebilir (Kibici 2002). Anorganik özsüz hammaddeler doğal ve yapay olarak ikiye ayrılabilirler. Doğal özsüz seramik hammaddeleri Tablo 1.1’de gösterilmiştir.

1.1.2.3. Kil

Dünyada ve Türkiye’de seramik denilince akla killer gelmektedir. Kil kaynaklarına yakın yerlerde ilk seramik fabrikaları bu nedenle kurulmuştur. Çünkü seramikte

kullanılan hammaddelerin içinde hem teknolojik, hem de miktar açısından en önemlisi killerdir (DPT, 2001).

Killer, volkanik kayaların jeolojik koşullarda çözülme meydana gelir. Kilin türü, ana kayacın cinsine ve geçirdiği sürece bağlıdır. Kil içinde, alüminyum silikatlarla beraber demir, magnezyum, sodyum, kalsiyum ve potasyum bileşikleri gibi bileşikler de bulunur. Buna göre çok çeşitli renk ve özellikte olurlar (Ergün 2009).

Genel olarak kil, belirli bir kristal bünyesine sahip, doğal, toprağımsı, belirli miktarda su katıldığı zaman plastikliği artan bir malzemedir (Akıncı 1995). Killer; ince taneli (0.053 mikron) yapıya sahip kil minerallerinden ve empürütelerden oluşmuş ve bazı değişebilen iyonları içeren, belirli bir pH'ı olan sulu iken yoğrulduklarında plastik özellik gösteren ısıtıldığı zaman devamlı sert hale geçen doğal, toprağımsı bir malzemedir (Koroglu, 2007).

Yeraltı ve yerüstü suların etkisiyle ayrılmış olan feldispatça zengin volkanik kayaların aşınması ve taşınması ile havzalarda birikmesi sonucu kil yatakları oluşur (Arcasoy, 1983). Killer buldukları ocağın durumuna göre primer ve sekonder kil diye ikiye ayrılır (Koroglu, 2007).

Primer Killer: Yer değiştirmemiş, yani oluşumunu ana kayanın bulunduğu yerde tamamlamış ve orada kalmış olan killerdir. Kaolinler böyle bir kil çeşididir. Bu killerin başlıca oluşumu, asidik kayalar (granit, riyolit, kuvars, diyoritler, vs.) içindeki çoğunlukla feldspatların, muskovitlerin ve diğer alüminyumca zengin silikatların yüzeysel ve düşük sıcaklıktaki hidrotermal alterasyonları sonucu oluşan ilksel kalıntı çökelleridir.

Sekonder Killer: Bu killer yağmur suları ile çözünüp, ilk oluştuğu yerden sel ve akarsularla sürüklenip başka bir yerde biriken killerdir. Bu sürüklenme esnasında, sekonder killer ilk saf ve temiz durumlarını kaybederek özelliklerini

değiştirirler. Araya kil minerallerinden başka bünyesinde kuvars, feldspat, mika gibi plastik özellik göstermeyen elementler de girer. Bu sınıfa giren killerin tane incelikleri primer bir kil cinsi olan ham kaoline nazaran çok daha ince yapıdadır. Kat edilen uzun yol sebebiyle kaolinit minerali parçacıkları oraya buraya çarpmak suretiyle bir kere daha inceler. Tane inceliği ve uzun zaman ıslak bir vaziyette şişmiş bir halde kalması sebebiyle yapışkan ve bağlayıcı bir özellik kazanmıştır. Bu nedenle sekonder killer, primer bir kil olan saf kaolin nazaran çok fazla plastik bir yapıdadır.

Kil çok eski çağlarda birçok amaçlar için kullanılmıştır. Çok önemli bir sanayi hammaddesidir. Bunun nedeni kilin ince taneli, inert bir birleşim olmasından, plastik olmasından ve bağlama özelliğine sahip olmasından ileri gelir. Bu özelliklerinden dolayı başta seramik sanayi olmak üzere diğer çimento, kâğıt, döküm, petrol arama ve rafinasyon, alüminyum eldesi, radyoaktif atıkların atılması, içki sanayi, ilaç ve kozmetik sanayinde killer kullanılmaktadır. Seramik bünyesinde % 50 oranında kil kullanılmaktadır. Seramik bünyesindeki görevi, ateşe dayanıklı ve ısıtıldığında camlaşmamasından dolayı yine ısıtıldıkça sertleşmesi ve yoğrulduğunda kolay şekil alabilmesi, makinelenebilmesi gibi nedenlerle iskelet yapıcı olarak kullanılmaktadır (Koroglu, 2007).

1.1.2.4. Sır

Sır, seramik çamurunu ince bir tabaka şeklinde kaplayarak onun üzerinde eriyen cam veya camsı oluşumdur. Kimyasal olarak, alkali ve toprak alkalilerin oluşturdukları silikat karışımlarının uygun sıcaklıklarda eritilmesi ve soğutulması ile elde edilen camsı tabakadır. Seramik sırlarında aranan en büyük özellik, üzerine çekildiği çamur ile, normal koşullarda fiziksel ve kimyasal bağlar kurmasıdır. Bu bağların çeşitli nedenler ile iyi veya zayıf olmaları sonucu, sırnın başarısı da belirlenmiş olur. Hatasız bir sır tabakası seramik çamurunun üzerinde genelde çatlamadan ve kavlamadan kalmalıdır. Ancak artistik amaçlarla bu tür veya değişik sır hataları, dekoratif amaçlı kullanılır (Megep 2007).

Sırlar camın bir kolu olarak nitelendirilebilir. Önce yüksek ısıda eritilir ve yavaşça soğutulularak sır haline gelir. Sırlar seramik bünyeyi daha kullanışlı yapar. Beyazlık, renk çeşitliliği, parlaklık, saydamlık ve örtücülük sırların estetik karakteristiğiyle ilgili özellikleridir (Çetin, 2005; Dedeoğlu, R, 1987).

Seramik ürünlerin sırlanmasının amaçları şunlardır (Megep 2007).

- Üzerine çekildiği çamuru sıvılardan ve gazlardan koruyup yalıtım.
- Çamura etki eden çeşitli mekanik güçlere çamurun karşı koyma gücünü arttırmak.
- Çamur üzerinde parlak ve kaygan bir yüzey oluşturmak.
- Renkli pişme gösteren çamurların üzerinde örtücü bir tabaka oluşturmak.
- Seramik yüzeyine renk ve doku özellikleri getirerek estetik değerini arttırmak.
- Sır altına uygulanan dekorasyonu koruyup dış etkilerden yalıtım.

Seramik endüstrisinde Kaolin Grubu, Mermer Grubu, Dolomit Grubu, Kuvars Grubu, Feldispat Grubu ve Suda Çözünen Maddeler Grubu (Soda, Potasyum Karbonat, Borax, Asit Borik, Kalsiyum Borat, Kurşun Bileşikleri, Opaklaştırıcılar) hammaddeler yapılan sırlarda kullanılan başlıca hammadde gruplarıdır (Çetin, 2005; Sümer, 1988).

Pb oksit, Na, K, Al, Zn, Ba, Li, Sr, Sb, Ti, Si yaygın olarak sırlarda kullanılır. Seramikteki sır asitli yiyecek ve içeceklerle karşılaştığında ortama ağır metaller yayılabilir (Hight, 2001). Bunun sebebi ortamdaki asitin sırlı yüzeyle kimyasal reaksiyona girme eğilimidir (Demont ve ark., 2012). Bu eğilim seramik sırların asite olan direncine göre değişebilir (Hight, 2001).

Kurşun oksit fırınlama sıcaklığını düşürmek ve parlak bir sır almak için eklenir ve bu elementle oluşan zengin, parlak ve koyu renkler değerlidir diğer yandan

kabarcık oluşumu ve iğne delikleri gibi imalat kusurlarını iyileştirebilir (Rhodes ve Hopper, 2000). Ancak yüksek toksisite nedeni ile seramik gıda gereçlerinde sır olarak serbest kurşun kullanımı dezavantajlı hale getirmiştir. Sırlarda kullanılan PbO, PbSO₄ ve 2PbCO₃. Pb (OH)₂ gibi ham kurşun bileşiklerinin kullanımı seramik gıda gereçlerini yapan işçilerin yanı sıra bu gereçleri evlerinde kullanan topluluklarda asit tabiatlı yiyeceklerin bu bileşikleri sırlardan yüksek düzeyde çözmesi nedeni ile kurşun zehirlenmelerine yol açabilir. Ancak gelişen teknoloji sayesinde bu sorun kurşunun çözünürlüğünü azaltan ve kurşun bileşenlerini sıkıca bağlayan toz yapısı haline getirilerek ve camsı yapıdaki kimyasal bileşenlerde cam hamuru kullanılarak kısmen çözülmüştür (Lehman, 2002).

1.1.3. Seramik Üretim Prosesleri

Seramik malzeme üretiminde kilin seramik malzeme haline gelebilmesi için başlıca dört üretim aşamasından geçmesi gerekir (Ünal, 2016).

Hamurun hazırlanma safhası, kilin değişik vasıtalarla yataktan veya ocaktan çıkarılmasını, çürütme havuzunda dinlendirilmesini, gerekli maddeler karıştırılmasını, parçalanıp öğütülmesini, inceltilmesini ve gereken miktarda rutubetlendirilmesini kapsar. Şekillendirme safhasında, kil, ileride görülecek değişik yöntemlerle, istenilen malzeme biçiminde şekillendirilir. Kurutma safhası, kil içine katılan ve şekillendirme için gerekli suyun ısı yardımı ile buharlaştırılması amacıyla uygulanır. Böylece, çiğ malzeme pişirmeye uygun bir niteliğe kavuşur. Pişirme safhası ise, seramik malzemeye esas niteliği kazandıran sonuncu üretim safhasıdır. Bu dört üretim işlemi sonunda kil, sert, deforme olmayan ve belirli mekanik, fiziksel ve kimyasal niteliklere sahip malzeme haline gelir. (Mucur 2010).

Seramik malzemelerin üretiminde başlangıç malzemelerine uygulanan karıştırma, şekillendirme, kurutma ve pişirme gibi işlem basamaklarının tümüne “Proses” denir. Bir seramik üretim prosesinde ilk aşamayı başlangıç malzemelerin

seçimi oluşturur. Başlangıç malzemeleriyle homojen bir çamur hazırlanır. Daha sonra hazırlanan bu çamurun viskozite ölçümü yapılır. Viskozite ölçümü yapılan çamurun özelliklerine bağlı olarak Kuru Presleme, Enjeksiyon Kalıplama, Ekstrüzyon, Merdaneli Sıkıştırma, Şerit Döküm, Basınçlı Döküm ve Slip Döküm gibi şekillendirme yöntemlerinden birisi ile şekillendirilir. Şekillendirme işleminden sonra yüksek ham yoğunluğa sahip bünyelere en son aşama olan pişirme işlemi uygulanır. Bu işlemler sonucunda bir seramik ürün elde edilir (Mucur 2010).

Seramik sofa eşyası üretim teknolojisinde uygulanan proses ise Hammadde, Öğütme, Silolar, Değirmenler, Mikserler, Filtre Pres, Vokum, Pres, Şekillendirme (Torna ve Döküm), Kurutma, Rötuş, Bisküvi Pişirimi Sırlama, Kaset Yükleme, Glost Pişirimi, Kalite Kontrol, Dekor, Dekor Pişirimi, Kalite Kontrol, Paketleme, Mamul Ambarı basamaklarından oluşur. Son yıllarda gelişen teknolojiye; tam otomatik şekillendirme makinaları, jet kurutucular otomatik sırlama makinaları ve izojet kontrollü fırınlar ile makineleşmiş dekorlar yapılmaktadır (Sümer, 1976).

1.1.4. Seramik Sektörün Tanımı ve Sınıflandırması

Seramik sektörü Devlet Planlama Teşkilatı sektör sınıflandırmasına göre; Taş ve Toprağa Dayalı Ürünler Sanayiinin önemli bir alt kolu olup, kullanım alanlarına göre dört alt sektörde toplanmıştır (Dündar, 2005).

- Kaplama Malzemeleri (seramik yer ve duvar döşemeleri),
- Sağlık Gereçleri (vitrifiye, banyo-tuvalet malzemeleri),
- Sofra ve Süs Eşyaları
- Teknik Seramikler (porselen izolatörü, ileri teknoloji seramikleri vb.) şeklinde sıralanabilir. Ayrıca, refrakter harç ve tuğlalar ile seramik hammaddeleri üretimi de Seramik Sanayi içerisinde değerlendirilmektedir.

Seramik Sofra ve Süs Eşyaları Alt Sektörü kil, kaolin, kuvars ve feldspat gibi inorganik maddelerin belirli oranlarda karıştırılıp, suyla hamur haline getirilmesini takiben uygun metotlarla şekillendirildikten sonra 1000 -1400 °C ‘de pişirilmesi ile elde edilen sırlı, desenli veya desensiz, tabak, kase, fincan gibi sofraya eşyalarının ve vazolar, biblo, heykelcik vb. gibi süs eşyalarının imal edildiği sektör olarak tanımlanmaktadır. Sofralık seramik eşyaların çoğu yiyecek ve içecek sunmak üzere kullanılırken; bir kısmı da pişirme kabı olarak kullanılmaktadır. (Ayhan ve ark., 2006).

Dünya seramik sofraya ve süs eşyaları sektörü büyüklüğü, yaklaşık 15 milyar ABD Doları seviyesindedir. Seramik sofraya ve süs eşyaları sektöründe, küresel ihracatın % 36’sı Çin tarafından gerçekleştirilmektedir. (Ayhan ve ark., 2006).

1.2. Ağır Metaller

Yapay olarak elde edilenlerle beraber sayıları 109’u bulan elementler, metaller ve ametaller olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Metallerle ametaller arasındaki temel fark, tepkimelerdeki elektron alma-verme istekleridir. Elementlerin büyük çoğunluğunu oluşturan metaller, tepkimelerde elektron verme eğilimindedirler (Ayhan ve ark., 2006).

Ağır metaller ile ilgili kesin bir tanım bulunmasa da; genel olarak yapılan tanımlamalarda “yoğunluk” ve “sağlık üzerine olumsuz etkileri” üzerinde durulmaktadır. Yoğunluğu 5 g/cm³, den büyük olan metaller “ağır metaller” olarak adlandırılır. Bazı kaynaklarda, 4.5 g/cm³’ den büyük graviteye sahip olan metaller şeklinde de belirtilmektedir. Diğer yandan ‘‘Ağır metaller’’ terimi genel olarak çevre kirliliğine neden olan ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olan yoğunluğu 5 g/cm³’ten daha yüksek olan, metaller ile metalloidler için kullanılan genel bir terimdir (Ayhan ve ark. 2006; Yaşar, 2009; Türközü ve Şanlıer 2014).

Bu gruba atom ağırlığı 24 olan kromla, metal olmayan selenyum; kurşun, kadmiyum, demir, kobalt, bakır, arsenik, kalay, alüminyum, nikel, civa ve çinko olmak üzere 60'tan fazla metal dâhil edilmektedir. Arsenik de metalloid grubunda olmasına rağmen sıklıkla ağır metal olarak sınıflandırılmaktadır. Yoğunluğu 5 gramın üzerinde olan kadmiyum (8.6g/cm^3) ve kurşun (11.4g/cm^3) ağır metaller grubun önemli elementlerindedir (Duffus, 2002, Järup, 2003, Ayhan ve ark., 2006).

Bazı elementler; makro moleküllerin bileşenlerinde bulunur. İnsan ve hayvan organizmalarında bulunan elementler genel olarak tabiatta çok yaygındırlar. Deniz suyunda bulunan tuzlarla protoplazmada bulunan anorganik maddeler arasında açık bir benzerlik vardır. Bu gerçek, zaman zaman hayatın, kaynağını denizden almış olduğuna bir delil olarak yorumlanmıştır. Ca, P, Na, Cl, Mg, S, Fe, I, F, Mn, Cu ve Co gibi anorganik elementler vücuttaki normal metabolizma olayları için gerekli olup, besinlerle alınmaları gereklidir (Sözbilir Bayşu ve Bayşu 2008).

Doğada bulunan kadmiyum (Cd), krom (Cr^{+6} formu), civa (Hg) ve kurşun (Pb) gibi ağır metaller, canlılar için mutlak gerekli olmayıp, eser miktarları bile toksik etki gösterirken, bakır (Cu), krom (Cr^{+3} formu), demir (Fe), mangan (Mn), molibden (Mo), çinko (Zn) ve nikel (Ni) gibi ağır metaller canlılar için belli bir doza kadar gereklidir. Bu elementlere “iz” veya “eser” elementler denir. Ağır metallerin büyük bir bölümü, biyolojik organizmalarda birikir. Birikim sonucu, canlıların bünyesinde yoğunlaşan bu elementler, etkili dozlara ulaştıklarında, ciddi hastalıklara hatta ölümlere neden olabilirler (Yaşar 2009).

Sanayileşme ve hızlı nüfus artışına bağlı olarak artan çevre kirliliğinin artması ile doğrudan ve dolaylı yollardan oluşabilen çevre ve toprak kirliliğine paralel olarak gıda kaynakları, besin zinciri yoluyla kirlenmeye uğramakta ve insanlar için önemli sağlık sorunları oluşturabilmektedir. Birçok yolla çevreye bulaşan ağır metaller; çevreden tahıllara, metallerle kirlenmiş otlarla beslenen hayvanlardan süt ve etlerine, kirlenmiş sulardan avlanılan balıklara veya yiyecek üretimi esnasında kullanılan araç ve gereçlerden bulaşabilmektedir. Ayrıca

endüstriyel atıklar ile yer altı ve içme sularına, toprağa ve havaya karışabilmektedirler (Vural, 1993; Erkmen, 2010).

1.2.1. Kurşun

Simgesi Pb olan kurşun, periyodik cetvelin 4A grubunun en metalik elementidir ve 6.periyotta yer alan mavi-gümüş rengi karışımı bir elementtir. Atom numarası 82, atom kütlesi 207,19, yoğunluğu $11,4\text{g/cm}^3$, erime noktası; $327,4\text{ }^\circ\text{C}$, kaynama noktası; $1725\text{ }^\circ\text{C}$ dir. Kurşun elementi ve kurşuna ait temel özellikler Tablo 1. ve 2Resim 1.1.'de gösterilmiştir. (Dündar ve Aslan 2005; Megep 2008; Vikipedi 2016 a).



Resim 1.1. Kurşun Elementi (Vikipedi 2016 a)

Tablo 1.2. Kurşunun Elementinin Özellikleri (Dündar ve Aslan 2005; Wikipedi 2016 a; MEGEP 2008)

KURŞUN	
Temel Özellikleri	
Sembol	:Pb
Atom numarası	:82
Element serisi	: <u>Metaller</u>
Grup, periyot, blok	:4A, <u>6</u> , <u>p</u>
Görünüş	:Mavi-Gümüş
Atom Ağırlığı	:207,2(1) g/mol
Molar Hacmi	:18.27 cm ³ /mole
Elektron dizilimi	:[Xe]6s ² 5d ¹⁰ 6p ²
Fiziksel Özellikleri	
Maddenin Hali	:Kıta
Yoğunluk	:11,34 g/cm ³
Sıvı haldeki yoğunluğu	:10,66 g/cm ³
Erime noktası	:327.5 °C (600.65 °K, 621.5 °F)
Kaynama noktası	:1740.0 °C (2013.15 °K, 3164.0 °F)
Ergime ısısı	:1,22 (kcal/mol)
Buharlaştırma ısısı	:42,4 (kcal/mol)
Atom Özellikleri	
Kristal yapısı	:Yüzey Merkezli Kübik
Yükseltgenme seviyeleri	:(4+), (2+) Amfoter oksit
Elektro negatifliği	:2,33 Pauling ölçęęi
İyonlaşma enerjisi	:715,6 kJ/mol
Atom yarıçapı	:180 pm

Kurşun; nispeten nadir olarak bulunabilen doğal metaller arasında yer alır (EPA, 1980; ATSDR, 2007). Kurşun, sık olarak iki ya da daha fazla element ile bir araya gelerek kurşun bileşiklerini oluşturur. Kurşun genelde çinko, gümüş ve bakır madenlerinde bulunmaktadır ve bu metallerle birlikte çıkarılır (ATSDR, 2007).

Kurşunun en çok rastlanılan cevherleri, sülfür minerali galen (PbS) ile onun oksitlenmiş ürünleri olan serüsit (PbCO₃) ve anglezittir (PbSO₄). Bu mineraller arasında en önemli olanı galendir (May ve McKinney, 1981).

Bileşiğinin fiziksel yapısına göre kurşunun görünümü de değişiklik gösterir. Kurşun +2 veya +4 değerlikli olarak bulunur. İnorganik kurşun bileşikleri genelde +2 değerlikli kurşun içerir. +2 değerlikli olan kurşunun kimyasal özellikleri grup 2 metallerine, berilyum, magnezyum, kalsiyum, stronsiyum ve baryuma benzemektedir (ATSDR, 2007).

Kurşun germe direnci az, yumuşak bir metaldir. Yeni kesildiğinde yüzeyi gümüş parlaklığındadır. Ancak kısa sürede havanın etkisiyle yüzeyi donuklaşır. Bunun nedeni yüzeyde oluşan koruyucu ince bir kurşun oksit ve kurşun karbonat tabakasıdır (Megep 2008).

Kurşun bileşiklerinin sudaki çözünürlüğünü etkileyen en önemli faktör pH dır. Kurşun, düşük pH'da daha yüksek çözünürlük göstermektedir. Örneğin; pH'ı 5,5 olan bir suda 10 g Pb L-1 kurşun çözünürken, pH'ı 9 olan bir suda 0,001 g L-1 kurşunun çözüldüğü EPA (1980) tarafından bildirilmiştir.

Kurşun ve bileşikleri 8000 yılı aşkın bir süredir boru, oluk, tabak, para ve boya, dekoratif nesnelere süslenmesi, kâselerin parlatılması ve kozmetik gibi birçok alanda kullanılmış, çeşitli gıda maddelerine, onları daha tatlı hale getirmek için katılmıştır (Dündar ve Aslan 2005). Kurşun organizmada hiçbir biyokimyasal ve fizyolojik görevi olmayan toksik bir metaldir. En önemli kurşun kontaminasyon kaynakları; benzine eklenmiş kurşun, kurşun bazlı boyalar, kurşun lehimli konserve kutuları, seramik sırlar ve endüstriyel kirlenmelerdir (Grandjean, 1992).

Doğada yaygın olarak bulunan ve de endüstride fazlaca tüketilen kurşun, insan ve hayvanlarda zehirlenme kaynağı oluşturan metallerin başında yer alır. Genellikle kolay çözünen kurşun bileşiklerinin toksisitesi daha yüksektir. Buna göre

kurşun nitrat, kurşun klorür, kurşun asetat, kurşun oksit, kurşun sülfür ve kurşun fosfat bileşiklerinin toksik etkileri çoktan aza doğru sıralanabilir (Özçelik ve ark., 2000).

Biyolojik çözünürlüğünün olmaması nedeniyle kurşun, doğada ve biyolojik sistemlerde birikmektedir (Tözün, 2007). Kurşunun tüm kimyasal formları canlılar için toksik olup, değişik yollarla vücuda alınabilir. (Eisler, 1984).

1.2.1.1. Kurşun ve Maruziyet Kaynakları

Bir ağır metal olan kurşun hava, su, toprak ve besinlerle vücuda alınır (Dünder ve Aslan 2005). Hava çevresel kurşun sirkülasyonunun en önemli bulaşma yoludur. Havada yoğun olarak bulunmasına rağmen duyularımızla hissedemediğimiz kurşun, canlılarca solunur. Kurşunun erime ve kaynama noktaları oldukça düşüktür. Kurşun 500-600 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda buharlaşmaya başlar ve buharın ihtiva ettiği mikron düzeyindeki erimiş kurşun partikülleri solunum yolu ile vücuda girerler (Tatar, 2014). Alveoler yüzeyler oksijene geçirgen olduğu kadar diğer kontaminantlara da geçirgen olması nedeniyle bir risk kapısıdır (Yapıcı ve ark., 2002; Rooney ve ark., 1994). Solunum yolu ile maruziyette, 0,01-5 mikron büyüklüğündeki partiküllerin %10-60'ı alveolar bölgede birikirler. Atmosfer havasındaki partiküllerin %90'ından fazlası akciğerlerde tutulabilecek kadar küçüktür. Alveollerde tutunmuş kurşunun emilimi tam ve etkindir. Daha büyük partiküller ise burun, ağız ve üst solunum yollarında tutulur. Buralarda tutulan kurşunu büyük kısmı dışarı atılır ya da yutulur (Mutlu 2009). Havada bulunan kurşunun kaynaklar, kurşun eklenmiş petrolün yanma sonucu oluşan ürünleri, maden rafinerisi, yakma fırınları gibi kaynaklar ve endüstriyel madde içeren yanmış fosil yakıttır. Havadaki en önemli kurşun kaynağı benzine eklenerek kullanılan tetraetil ve tetrametil kurşunun yanmasından kaynaklanır (WHO, 1995). Tetra metil kurşun ve tetra etil kurşun'un benzine eklenerek katkı maddesi olarak kullanımını birçok ülkede yasaklamıştır (ATSDR, 2007).

Kurşunun eser miktarları bile sindirim sisteminden absorbe edilerek kanla dokulara iletilir. Daha çok çocuklar için söz konusudur. Ancak, gıda güvenliğinin önemsenmemesi ve bilinçsiz beslenme alışkanlıklarının yaygınlığı sorunu genelleştirmektedir (Dündar ve Aslan 2005).

Sindirim kanalına ulaşan kurşun miktarı, yiyecek ve içeceklerdeki kurşun miktarına bağlıdır. Bir yetişkin tarafından sindirim sisteminde yoluyla tahmin edilen günlük kurşun alımı, 100 µg dır ama bunun sadece %10'u vücut tarafından emilir ve kalan kısım dışkıda, idrar ve ter ile vücuttan atılır (So, 1997). Kurşunla kontamine topraklarda yetişen bitkilerin tüketimi, kurşunla kontamine yem ve suyla beslenen hayvanların etlerinin tüketimi, kurşunla kontamine sulara yaşayan organizmaların (örneğin kabuklu deniz ürünleri) tüketimi, iyi yapılmamış seramik mutfak gereçleri ve depolama kutularından gıdaya kurşun salınımı ve kurşunla kontamine olmuş bu gıdaların tüketimi ve kurşun içeren boyalar ve kontamine toz ve toprağın yutulması ile kurşunun vücuda girebilir. Bir çok faktörler emilim seviyesini etkileyebilir. Örneğin kalsiyum seviyesi düşük bireylerde kurşun emiliminde artış meydana gelebilir. Hem kalsiyumun hem de kurşunun sindirim kanalından emilimi vitamin D tarafından artırılabilir. Demir eksikliği de kurşun emilimini teşvik edebilir. Karbonhidrat oranı yüksek ama protein oranı düşük diyetten benzer bir etkiye sahip olabilir (Conor, 1980). Çocukların, hipokalsemi durumunda, erişkinlerden %25-40 daha fazla kurşun absorbe ettikleri gösterilmiştir (Dündar ve Aslan 2005). Sağlık Örgütü (WHO) ile Gıda ve İlaç Örgütü (FDA) tarafından yapılan çalışmalar sonucunda gıdalarla bireylerin alabileceği en fazla günlük kurşun miktarı 25 µg/kg; suyla ise 10 µg/L olarak belirlenmiştir (WHO 1995).

Kurşunlu sırlarla sırlanmış toprak kaplarda saklanan asitli gıdalar, klasik kurşun toksisitesinde epizodik vakalarını sık görülen bir nedendir. Bu durum birçok ülkede mutfak gereçlerinde kurşun sırlar kullanımını yasaklamak için çeşitli girişimlerde bulunulmasına yol açmıştır. Ancak mutfak gereçlerinde kurşun sırlar hala bir çok ülkede kullanılmakta ve ülkelerden ithal edilmektedir (So, 1997).

Daha çok organik kurşun bileşikleri için etkin bir yoldur. İnorganik kurşun bileşiklerinin deriden emilmediği ileri sürülmesine rağmen boyalara katılan kurşun oksit ve kurşun karbonat bileşiklerinin, işçilere temas yoluyla geçtiği gösterilmiştir (Dündar ve Aslan 2005). Bazı doğu ülkelerinde kullanılan göz sürmelerinde %16-80 oranında kurşun içerebilmektedir (Mutlu, 2009).

1.2.1.2. Kurşunun Toksik Etkileri

Kurşun temel toksik etkilerini sinir sistemi, hematopoeitik sistem, gastrointestinal sistem ve böbrekler üzerine gösterir. Endokrin sistem, üreme ve solunum sistemleri üzerinde de zararlı etkileri gündeme gelmiştir (So, 1997).

Vücuda giren kurşunun % 85-90'lık kısmı kanda eritrositlerin zarına bağlanarak, % 1'i serbest ve geri kalanı ise albumine bağlı olarak taşınır. Kurşun vücutta depolanan bir metaldir, öncelikle yumuşak dokularda ve parankimal organlarda dağılım gösterir ve daha sonra kemiklerde kalsiyumun yerini alarak depolanır. Erişkinlerde kurşunun % 95'i iskelette depolanır. Kurşun kan-beyin bariyerini yavaş geçer. Plasentanın geçirgen olması nedeniyle fetüs annenin aldığı kurşuna direkt olarak maruz kalır. Vücuttan atılımı ise başlıca idrar yolu ile olmaktadır (Çaylak, 2010). Kurşun toksisitesi tümüyle moleküler ve hücresel düzeyde meydana gelir. Çeşitli enzim sistemleri üzerine etkili olur. Kurşunun toksik etkileri, kurşuna maruz kalınan süreye ve düzeyine bağlıdır. Kurşun zehirlenmesi akut ve kronik olmak üzere iki formda gerçekleşebilir (So, 1997).

Akut kurşun zehirlenmesi, genellikle inorganik kurşunun büyük bir miktarda kazara yutulması sonucu ortaya çıkar. Semptomlar kurşun alımını takiben başlar hızla şiddetli hale gelir. Ağızda tatlı bir metalik bir tatla başlayan semptomları susama veya karın ağrısı, kusma, ishal bazen de kabızlık takip eder. Hızla ishal ya da bazen kabızlık, ardından susama veya karın ağrısı ve kusma yanma belirtileri takip

eder. Dışkı siyah renk alır ve idrar yetersiz olabilir. İlk iki gün içinde koma ve ölüm meydana gelebilir. Çoğu hasta kurtarılabilir, ancak kolik ve kurşun zehirlenmesi diğer semptomları bir süre daha devam edebilir. (Tüzün, 2007; Dip, 2008).

Kronik zehirlenme inorganik veya organik kurşunun ağız yolu, deri veya solunum yoluyla sürekli alınımı sonucu ortaya çıkar. Ancak zehirlenmenin yavaş yavaş meydana gelmesi belirtilerin tanınmamasına neden olur ve teşhis konulana kadar, kalıcı ve geri dönüşümsüz hasarlar meydana gelmiş olabilir. (Tüzün, 2007; Dip, 2008).

Kurşun divalan katyon olduğu için sülfidril gruplara bağlanma kapasitesi oldukça yüksektir ve oluşturduğu ürünler enzim ve proteinleri inhibe eder. Kurşun, Hb'in iki komponentinden biri olan "Hem" in sentezinde yer alan sülfidril grubu içeren enzimleri (delta Amino Levülinik Asit Dehidrataz (delta ALAD), delta Amino Levülinik Asit Sentetaz, Koprogenaz ve Hem Sentetaz) inhibe ederek Hem sentezini engellediğine dair bulgular vardır. Bunun sonucu eritrositlerde delta ALAD aktivitesinde azalma ve protoporfirin miktarında artma, kanda Hb miktarında azalma, idrarda ve serumda Delta Amino Levülinik Asit (delta ALA) ve koproporfirin miktarında artma görülür. Ayrıca eritropoez stimülasyonu sonucu su ve potasyum kaybeden eritrositlerin dirençleri azalır ve hemoliz oluşur. Bu da eritrosit miktarının azalması ve yaşam süresinin kısalması, retikülositoz ve serum demirinin artması ile sonuçlanır (Tüzün, 2007; Dip, 2008).

Merkezi sinir sistemi kurşunun toksik etkilerine son derece duyarlıdır. Kurşun hem akut hem de kronik ensefalopatiye yol açabilmektedir. 1,2 mg/l üzerinde kan kurşun düzeyleri genellikle akut ensefalopati ile ilişkilendirilir (So, 1997). Yakın zamana kadar zararsız olduğu düşünülen düşük doz kronik kurşun maruziyeti, artık büyüme ve sinirsel gelişimi baskılayıcı ve dejenere edici olarak kabul edilmektedir (Ahamed ve Siddiqui, 2007).

Kan kurşun düzeyi 80 µg/dL'nin üzerine çıktığında gastrointestinal belirtiler görülmeye başlar. Kurşun temasının ilk göstergeleri iştahsızlık, epigastrik ağrı, hazımsızlık, bulantı, kusma, kabızlık, ishal, ağızda metalik tat gibi bulgulardır. Kan kurşun düzeyi 150 µg/dL'nin üzerine çıktığında kurşun kolığı görülür. Kolik; abdominal ağrı, konstipasyon, kramp, bulantı, kusma, anoreksi ve kilo kaybı gibi semptomların kombinasyonu ile karakterize edilmektedir. Kurşunun oluşturduğu vasküler spazm ile birlikte artan asidite kurşun zehirlenmesinde sık görülen gastrik ve duodenal ülserlerin de nedenidir. Kurşun nefropatisi, kronik yavaş ilerleyen tübülointerstisyel nefrit ve hipertansiyon olmak üzere üç şekilde görülür. Kurşun nefropatisi, akut ve kronik olarak iki tiptir. Akut kurşun nefropatisi, şiddetli akut kurşun zehirlenmelerinden kısa bir süre sonra gelişir ve geri dönüşümlüdür. Kronik kurşun nefropatisi, uzun süreli ve yoğun bir şekilde kurşuna maruziyet sonucu oluşur, ilerleyici ve geri dönüşümsüzdür. Kronik yavaş ilerleyen tübülointerstisyel nefrit, kan kurşun düzeyi 70 µg/dL'den fazla olan erişkinlerde uzun süreli aşırı kurşun alımı ya da çocuklukta semptomatik kurşun toksisitesinden 20 yıl sonra oluşan Queensland nefriti sonrasında görülür. Ayrıca kan kurşun düzeyi erişkinlerde 40 µg/dL, çocuklarda 10 µg/dL düzeylerinde iken kan basıncı etkilenebilmektedir (Şanlı ve ark. 2005; Tüzün 2007).

Kurşunun tiroid, hipotalamus, ön hipofiz, hipofiz-adrenal axis, böbrek üstü bezleri ve kardiyak kas gibi diğer doku, organ ve sistemlerde de toksik etkilere neden olduğu bildirilmektedir. Diğer yandan kurşun üreme bozukluklarına, düşüklere, ölü doğum ve yeni doğan ölümünde artışlara neden olmaktadır (So,1997).

Yapılan bazı çalışmalarda kurşunun kanserojen etkisi olduğu gösterilmiştir. Zollinger 1953 yılında sıçanlarda kurşun fosfatın deri altı uygulanmasından sonra, böbrek adenom ve adenokarsinomların oluştuğunu bildirmiştir (So, 1997). Uluslar arası Kanser Araştırmaları Ajansı 2004 yılında kurşun ve bileşiklerinin kanser ile olan ilişkisini yeniden gözden geçirmiş olup, kurşunun "İnsanlar için olası kanserojenler" arasında yer almasına karar verilmiştir (Tüzün 2007).

1.2.2. Kadmiyum

Simgesi “Cd” olan kadmiyum, periyodik cetvelin II B grubunda yer alır. Kadmiyum 1817 yılında keşfedilmiş yumuşak, gümüş-beyaz renkli ağır metaldir. Kadmiyumun, atom numarası 48 ve atom ağırlığı 112,40’dır. Kadmiyum doğada genellikle saf metal olarak bulunmamaktadır (IARCH 1993; ATSDR, 1999). Kadmiyum elementi ve kadmiyum elementine ait temel özellikler aşağıda Resim 1.2. ve Tablo 1.3.’ de belirtilmiştir. Kadmiyum Toksik Madde ve Hastalık Kayıt Ajansı’nın en son 2016’da bildirdiği öncelikli tehlikeli maddeler içerisinde ilk 10’a giren toksik ağır metaldir (ATSDR 2015).



Resim 1.2. Kadmiyum Elementi (Wikipedi 2016 b)

Tablo 1.3. Kadmiyum elementinin özellikleri (Evcimen 2015).

KADMIYUM	
Temel Özellikleri	
Sembol	:Cd
Atom numarası	: 48
Element serisi	: Geçiş metalleri
Grup, periyot, blok	: 2, 4, d
Görünüş	: Metalik gri
Atom Ağırlığı	: 112.41 g/mol
Özgül Ağırlığı	: (20 °C): 8.65 g/cm ³
Molar Hacmi	: 13.01 cm ³ /mole
Elektron dizilimi	: Ar5s ¹ 3d ¹⁰
Fiziksel Özellikleri	
Maddenin Hali	: Katı
Yoğunluk	: 7,86 g/cm ³
Sıvı haldeki yoğunluğu	: 6,98 g/cm ³
Erime noktası	: 321 °C
Kaynama noktası	: 767 °C
Ergime ısı	: 13,81 kJ/mol
Buharlaştırma ısı	: 340 kJ/mol
Atom Özellikleri	
Kristal yapısı	: Hacim merkezli kübik
Yükseltgenme seviyeleri	: 2, 3, 4, 6
Elektronegatifliği	: 1,83 Pauling ölçeği
İyonlaşma enerjisi	: 762,5 kJ/mol
Atom yarıçapı	: 140 pm

Doğada kadmiyum oksitler, sülfürler; çinko, kurşun ve bakır cevherlerindeki karbonatlarla kompleksler yapar. Başlıca Cd tuzları CdS, CdCl₂ ve CdSO₄'tür. Cd ve bileşikleri oldukça zehirlidir. Hemen hemen bütün çinko filizlerinde bulunduğu için çinko elde ederken yan ürün olarak kadmiyum da elde edilir. Klorür ve sülfat olan kompleksleri çok nadir bulunur. Kadmiyum bileşiklerinin her formu suda çözünmez,

farklı formlar suda farklı oranlarda çözünürler. Bu formlarlardan özellikle klorür ve sülfatla yaptığı bileşikler suda en kolay çözünen formlarıdır. Kadmiyum doğada çok değişik formlara dönüşebilir ama asla kaybolmaz (Buckler ve ark., 1986; Yaşar 2009).

1.2.2.1. Kadmiyum ve Maruziyet Kaynakları

İnsan yaşamını etkileyen önemli kadmiyum kaynakları sigara, elektrik endüstrisi, su boruları, kömür yanması, seramik, lastik, cam, tekstil, deri sektörü, kadmiyum içeren boyalar, plastikler, kadmiyumlu piller, rafine edilmiş yiyecek maddeleri, meyveler, kahve, çay, kabuklu deniz ürünleri gibi ürünlerdir (Karaöz 2014).

Hava ve suda bulunan kadmiyum renksiz ve kokusuz olduğundan fark edilemez. Yıllık 30000 ton kadmiyum kayaların aşınması ile nehirlere ve oradan denizlere salınmaktadır. Orman yangınları ve volkanik aktivite de atmosfere kadmiyum salınmasına katkıda bulunmaktadır. Her yıl, 4000 ile 13000 ton arasında kadmiyum, kömür ve petrol gibi fosil yakıtların kullanımı, çöplerin yanması ve madencilik faaliyetleri ile doğaya salınmaktadır. Özellikle kadmiyum içeren gübreleri kullanılması toprağa ve suya kadmiyum bulaşmasına, sonuç olarak tarım ürünlerinin kadmiyumla kontamine olmasına yol açarak kadmiyum alımının artmasına neden olabilmektedir. Özellikle kadmiyum ile kontamine toprakta yetişen lifli yeşillikler, patates, havuç, kereviz gibi köklü sebzeler, pirinç, buğday gibi tahıllarda, yağlı tohumlarda yüksek konsantrasyonda kadmiyum bulunur. Ayrıca kabuklu deniz hayvanlarında, yumuşakçalarda, hayvan sakatlarında (özellikle yaşlı hayvanların karaciğer ve böbreklerinde), yabani mantarlarda kadmiyum düzeyi yüksektir. Ancak burada kadmiyumun formu önem taşır çünkü her formu kolaylıkla suda çözünmez. Kadmiyum bileşikleri atmosferde partikül halinde veya diğer partiküllere yapışık halde bulunabilir. (Chung ve ark., 1986; Jarup ve ark., 1998; Järup ve Akesson, 2009; Örün ve Yalçın 2011).

Diğer yandan sigara içmek kadmiyum maruziyetinin önemli kaynaklarından. Sigara kullananlarda kadmiyum maruziyeti hem oral hem de solunum yoluyla olmaktadır. Bir paket sigara ile 20-40 µg, bir adet sigara ile 1-2 µg kadmiyumun solunum yolu ile alındığı; besinlerle, sigara, hava ile günde yaklaşık olarak 18-200 µg kadmiyum alındığı saptanmıştır (Karaöz 2014).

1.2.2.2. Kadmiyumun Toksik Etkileri

Kadmiyum vücuda oral yoldan, solunum yoluyla veya deriden alınabilir. Kadmiyum ağızdan verildikten sonra sindirim kanalından az miktarda emilir (%5-8). Protein, demir ve kalsiyum noksanlığında bağırsaklardan emilimi artar. Kadmiyum kan dolaşımında proteinelere ve kan hücrelerine bağlanarak taşınır. Kadmiyum vücutta kolayca penetre olabilir ve hücre membranlarını kalsiyum kanallarından geçerek sitoplazmaya ulaşır. Daha sonra hücre içi biyomoleküllere bağlanarak hücre içinde birikebilir, metabolik transformasyona neden olabilir veya vücuttan atılabilir. Kadmiyum intoksikasyonu böbrek, kemik ve akciğerlerde hasara neden olabilir. Başlıca karaciğer ve böbreklerde birikir. Bu dokulardaki yoğunluğu diğer dokuların 10 ile 100 misline kadar çıkabilmektedir. Ayrıca alyuvar ve kemik dokuda da depolanır (Kaya ve Akar 2002, Yalçın 2009, Berk ve ark. 2016). Kadmiyum vücutta başlıca idrarla terk eder, vücuttaki yarı ömrü 7-30 yıl arasında değişir. Yaşlanma ile vücutta kadmiyum yükü artarken atılan miktar genellikle değişmez. Kadmiyum az miktarda ter, süt, dışkı ve kıllarla da atılır. Kadmiyum toksikasyonunda akut ve kronik toksisite gelişebilir (Kaya ve Akar 2002, Berk ve ark. 2016).

Gıdalarla alınan yüksek düzeylerde kadmiyum akut toksikasyona neden olur. 16 mg/lt kadmiyum içeren suların içilmesi ile abdominal ağrı, kusma ve bulantı gibi semptomlar şekillenir. Kadmiyumun teneffüs edilmesi ile de akut pnömoni ve pulmoner ödem oluşur (Tezcan 2011). Solunum havasıyla alınan kadmiyumun %40 kadarı emilebilir. Bu durum sigara dumanında bulunan kadmiyum bakımından önem taşır. Kadmiyum oksit dumanına maruz kalanlarda “Metal dumanı ateşi” sendromu

gelişebilir. Bu sendrom da burun ve boğazda irritasyon, kuruluk, öksürük, baş ağrısı, halsizlik, titreme, ateş vardır. Diğer yandan akut zehirlenmenin bir diğer sonucu akut bronkopnömoni veya kimyasal pnömonidir. İlk başta metal dumanı ateşi gibi seyreden durum, birkaç saat sonra akut üst solunum yolu enfeksiyonuna benzeyen semptomlarla takip eder; burun ve boğazda irritasyon, kuruluk, öksürük, baş ağrısı, baş dönmesi, halsizlik, ateş, göğüs ağrısı olur. Pulmoner ödem ve solunum yetmezliğine kadar ilerleyebilir. Akut maruziyetten günler sonra pulmoner ödeme bağlı ölüm görülebilir. Hayatta kalanlarda interstisiyel fibrozis ve amfizem gelişir (Berk ve ark. 2016).

Kronik zehirlenmelerde kan dolaşımındaki kadmiyumun %90 kadarı kan hücrelerinde bulunur (Kaya ve Akar 2002). Düşük miktarda kadmiyum alınmasına bağlı olarak kronik obstrüktif akciğer hastalıkları, amfizem ve kronik renal tübüler bozukluklar şekillenir. Ayrıca kardiyovasküler sistem ve iskelet sisteminde de bozukluklar oluşur (Tezcan 2011). Kronik zehirlenme sonucu nefropati gelişebilir. Klasik olarak fonksiyonel bozulma proksimal tüpleri etkiler ve tübüler tipte proteinüriye neden olur. Proteinüriye glukozüri, aminoasitüri, bozulmuş asit atılımı, böbreklerin idrarı konsantrasyon kapasitesinin bozulması, Cd ve P atılımının artması ve plazma kreatinin düzeyinde artış eşlik edebilir. Kalsiüriye bağlı olarak böbrek taşları oluşabilir. Bununla birlikte, kronik zehirlenmeye bağlı olarak kemiklerde demineralisyon-osteomalazi, osteoporoz, spontan kırıklar gibi kemik lezyonları ile kemik ağrıları da (Japocada 'Itai Itai' hastalığı) gelişebilir (Berk ve ark. 2016). Japonya da 1946 yılında görülen "İtai-İtai" hastalığı kadmiyumdan kaynaklı bir hastalıktır. Hastalığın görüldüğü bölgede bulunan Jintzu Nehri'nin, çinko, kurşun ve kadmiyum filizlerinin çıkarıldığı maden ocaklarının atık suları ile kontamine olduğu belirlenmiştir. Bu bölgede yaşayanların bu suları sulama ve günlük ihtiyaçlarında kullanması sonucu şiddetli romatizmal ağrılarla karakterize hastalık tablosunun ortaya çıktığı kaydedilmektedir (Castaing ve ark. 1986). Diğer yandan kadmiyum nazal mukoza ülserlerine, diş boynunda sarı renklenmelere, mikrositik hipokromik anemiye, karaciğer fonksiyon bozukluklarına da neden olabilir. Testiküler dokuyu hızla tahrip eder, akciğer ve prostat kanseri oluşumuna neden olabilir (Kaya ve Akar 2002; Berk ve ark. 2016).

Vücutta çeşitli organ ve dokulardaki birikiminde kadmiyumu bağlayan küçük molekül ağırlıklı bir protein olan metallothionein rol oynar. Bu protein diğer metalleri bağlayabilen sistein bakımından çok zengindir. Metallothioneinlerin iki fonksiyonu vardır: birincisi esansiyel metalleri yapısına katmak ve depolamak, ikincisi ise toksik metallerin detoksifikasyonu ve depolanmasıdır, özellikle Cd, Hg, Cu, ve Zn gibi metallere bağlanarak detoksifikasyon işleminde önemli rol oynar. Kadmiyum vücuda girişinden sonra ilk 6 saat içinde karaciğere ulaşır, metallothionein'e bağlanır. Karaciğerde meydana getirilen kadmiyum metallothionein kompleksi (CdMT) düşük molekül ağırlıklı olduğu için plazma içinde serbest hareket eder. Glomerüler membrandan kolayca taşınır ve öncelikli olarak böbrek olmak üzere diğer organlara da geçerek bu dokularda birikir ve hasar oluşturur. Diğer yandan kadmiyumun vücutta sülfhidril içeren enzimlerin etkinliğini engelleyerek etki gösterdiği sanılmaktadır (Kaya ve Akar 2002). Yüksek Cd miktarları, hücre içinde bulunan glutatyon (GSH), sülfhidril içeriği zengin çözünür proteinler ve metallothioneinler tarafından bağlanarak hücre içi ve hücre dışı sıvılardaki düzeyi düşürülmeye çalışılır. Ağır metaller organizmada oksidatif strese neden olarak serbest oksijen radikallerinin (ROS) açığa çıkmasına neden olmaktadır. Biyolojik bir sistemde kadmiyum'un meydana getirdiği oksidatif stres lipid peroksidasyonun artmasına ve antioksidan savunma sisteminde değişikliklere neden olmaktadır (Yalçın, 2009).

Kadmiyum'un insanda karsinojen etki yaptığı 1976 yılında gösterilmiş ve 1993 yılında, IARC (International Agency for Cancer Research) tarafından Tip 1 karsinojen olarak sınıflandırılmıştır (IARC, 1998). Meslek gereği kadmiyumla karşılaşma prostat, deri, akciğer, özofagus, burun kanserlerine neden olmaktadır. Aslında kadmiyum bileşiklerinin hepsi potansiyel olarak insanda karsinojendir ama belli hedef bölgelerin karsinojeniteye duyarlı olması sıklıkla tür, ırk, yaş ve cinsiyetle ilişkili olmaktadır (Casalino, 2002). Kadmiyumla indüklenmiş karsinojenite, direkt veya indirekt yolla DNA ile bağlantılıdır. Direkt ilişki kadmiyumla DNA arasında kovalent bağlanmayı gerektirirken indirekt ilişki DNA' da oksidatif hasar, hücrel oksidanlarında artma ve serbest radikallerde artma meydana getirmektedir (Hayes, 1997, Fang ve ark. 2001, Verougstrate ve ark., 2002) .

.3. Gıda İle Temas Eden Seramik Malzemelerden Kadmiyum ve Kurşun Geçişi

Sırlanmış seramik sofraya eşyalarından besin maddeleri içerisinde zehirli metalleri salınabilmekte ve sağlık tehdidi oluşabilmektedir (Omolaoye ve ark., 2010). 1970'li yıllarda çok sayıda bu tür zehirlenme vakaları rapor edilmiştir (Velayudhan 2013). Bu nedenle birçok ülkede kurşun sırlı toprak kaplar olası kurşun ve diğer toksik metallerin yayılımı yönünden izlenmekte ve değerlendirilmektedir (Belgiad 2003). Birleşik Amerika Gıda ve İlaç İdaresine (FDA)'ne göre kurşun sırla kaplanmış ve hasar görmüş seramik ürünler Amerika'da besinsel kaynaklı Pb'nin en önemli kaynağıdır (Türközü ve Şanlıer 2012). Birleşik Amerika Gıda ve İlaç İdaresi ithal edilen ve ABD de yapılan yemek takımları için gıdaya geçmesine izin verilen maksimum kurşun konsantrasyonları yemek takımının tipine bağlı olmakla birlikte 0,5-3,0 µg /ml olarak belirlemiştir. Amerika'nın Kaliforniya eyaletinde yemek takımlarındaki kurşun sızıntısı için daha sıkı düzenlemeler yapılmış ve izin verilen maksimum değerleri 0.1 ve 0.23 µg/mL arasında belirlenmiştir (Belgiad, 2003).

Bu konuda Avrupa ve Japonya'da daha hoşgörülü düzenlemeler yapılmıştır. Avrupa Birliği kurşun ve kadmiyum içeren yemek takımlarını denetleme kararı almış ve yiyecekler için kullanılan seramik kaplarda bulunan kurşun ve kadmiyumun standart limitinin belirtildiği bir 84/500/EC Yönetmeliği oluşturmuştur. Avrupa Konseyi 84/500/EC yönergesine göre seramik sofraya gerecin tipine göre değişmekle birlikte izin verilen maksimum sınırlar kurşun için 1,5 ile 4 mg/l ve kadmiyum için 0,1 ile 0,3 mg/l olarak belirlenmiştir. Kurşun ve kadmiyumun dışında sırlanmış seramik sofraya gereçlerinden çinko, bakır ve diğer ağır metallerinde yiyeceklere geçebildiği bildirilmiştir. Bu tür kaplar düzgün kullanılmadığı takdirde bir sağlık tehlikesi oluşturmaktadır (Ajmal et al., 1997; Sheets, 1997, 1998).

Bu konuda Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığınca ülkemizde son haliyle gıda ile temas etmesi beklenen veya gıda ile temas etmekte olan veya bu amaç için üretilmiş olan seramik malzemelerden, gıdaya kurşun ve kadmiyumun muhtemel migrasyonunu belirlemek amacıyla "Gıda İle Temas Eden Seramik Malzemeler Tebliği" (Gıda İle Temas Eden Seramik Malzemeler Tebliği, 2012) hazırlanarak

yürürlüğe konulmuştur. Gıda İle Temas Eden Seramik Malzemeler Tebliği ne göre izin verilen seramik malzemelerden geçen kurşun ve kadmiyum maksimum limitleri aşağıda Tablo 1.4 de verilmiştir.

Tablo 1.4. Seramik Malzemelerden Geçen Kurşun ve Kadmiyum Limitleri (Gıda İle Temas Eden Seramik Malzemeler Tebliği, 2012)

Kategoriler	Pb	Cd
Kategori 1:İç derinlikleri, en üst köşe boyunca geçen yatay yüzeyin en düşük noktasından ölçülmüş olan ve ölçüleri 25 mm'yi geçmeyen, doldurulamayan ve doldurulabilen malzemeler	0,8 mg/dm ²	0,07 mg/dm ²
Kategori 2: Doldurulabilen diğer tüm malzemeler	4,0 mg/L (4000 µg/L)	0,3 mg/L (300 µg/L)
Kategori 3: Pişirme kapları; 3 litreden daha fazla bir kapasiteye sahip olan paketlenme ve saklama kapları	1,5 mg/L	0,1 mg/L

2. MATEYAL ve METOD

2.1. Araç ve Gereçler

Çalışmamızda Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Ana Bilim Dalı ve Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Teşhis ve Analiz Laboratuvarında bulunan ve aşağıda özellikleri verilen cihazlar ve laboratuvar malzemelerinden yararlanılmıştır.

- *ICP-MS (Agilent 7700)*
- *Vorteks (Nüve. NM 110)*
- *Hassas terazi (Precisa. 205 ASC. 0,0001 g'a duyarlı)*
- *Su banyosu (Nüve. BM 402)*
- *Istııcı tabla (Nüve. HP 221)*
- *Shaker (Nüve. SC 350)*
- *Dijital pH metre (Inolab)*
- *Çeker Ocak*
- *Ultra Distile Su Cihazı – Elga DV 25*
- *Değişik hacimlerde otomatik pipet (Ependorf, Scorex)*
- *Farklı boyutlarda deney tüpü, balon joje ve beher glas (Isolab)*

2.2. Kimyasal Maddeler






Afyonkarahisar' da satılan seramik bardaklarda kurşun ve kadmiyum migrasyonunun belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada “Gıda İle Temas Eden Seramik Malzemeler Tebliği” ne (Gıda İle Temas Eden Seramik Malzemeler Tebliği, 2012) göre test prosedürü gerçekleştirilmiş olup kullanılan kimyasal maddeler aşağıda verilmiştir:

- Glacial Asetik asit (Sigma KN: 27225)
- ICP-MS kalibrasyon Sıvısı (Multi-element calibration Standart. Part: 8500-6940)






2.3. Araştırmada Kullanılan Seramik Materyal

Bu tez çalışmasında; Gıda İle Temas Eden Seramik malzemelerden gıdaya geçen kurşun ve kadmiyum miktarı belirlemek amacıyla, Afyonkarahisar ilinde halk arasında “ Bir milyoncu”, “Japon Pazarı” ya da “Ucuzluk Pazarı” olarak tanımlanan ve genellikle uzak doğu menşeli ürünlerin satışının yapıldığı ticaret hanelerden temin edilen farklı renklerde ve hacimlerde 25 adet farklı seramik bardak/kupa kullanılmıştır. Çalışmamızda toplanan seramik kupalara ait bilgiler aşağıda Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2. 1. Çalışma materyalini oluşturan seramik kupalara ait bilgiler

NO	Örnek	Örnek Resmi	Üretici Bilgileri ve Renk
1	Kupa		Üretim Yeri: BELİRSİZ Gıda ile Temas Eden Yüzey Rengi: BEYAZ
2	Kupa		Üretim Yeri: BELİRSİZ Gıda ile Temas Eden Yüzey Rengi: BEYAZ
3	Kupa		Üretim Yeri: BELİRSİZ Gıda ile Temas Eden Yüzey Rengi: BEYAZ
4	Kupa		Üretim Yeri: ÇİN Gıda ile Temas Eden Yüzey Rengi: BEYAZ
5	Kupa		Üretim Yeri: BELİRSİZ Gıda ile Temas Eden Yüzey Rengi: BEYAZ

Tablo 2.1 (Devam).

NO	Örnek	Örnek Resmi	Üretici Bilgileri ve Renk
6	Kupa		Üretim Yeri: ÇİN Gıda ile Temas Eden Yüzey Renği: BEYAZ
7	Kupa		Üretim Yeri: ÇİN Gıda ile Temas Eden Yüzey Renği: BEYAZ
8	Kupa		Üretim Yeri: ÇİN Gıda ile Temas Eden Yüzey Renği: BEYAZ
9	Kupa		Üretim Yeri: ÇİN Gıda ile Temas Eden Yüzey Renği: BEYAZ
10	Kupa		Üretim Yeri: ÇİN Gıda ile Temas Eden Yüzey Renği: BEYAZ

Tablo 2.1. (Devam).

NO	Örnek	Örnek Resmi	Üretici Bilgileri ve Renk
11	Kupa		Üretim Yeri: RUSYA Gıda ile Temas Eden Yüzey Rengi: BEYAZ
12	Kupa		Üretim Yeri: BELİRSİZ Gıda ile Temas Eden Yüzey Rengi: BEYAZ
13	Kupa		Üretim Yeri: BELİRSİZ Gıda ile Temas Eden Yüzey Rengi: BEYAZ
14	Kupa		Üretim Yeri: ÇİN Gıda ile Temas Eden Yüzey Rengi: BEYAZ
15	Kupa		Üretim Yeri: BELİRSİZ Gıda ile Temas Eden Yüzey Rengi: BEYAZ

Tablo 2.1. (Devam).

NO	Örnek	Örnek Resmi	Üretici Bilgileri ve Renk
16	Kupa		Üretim Yeri: RUSYA Gıda ile Temas Eden Yüzey Rengi: BEYAZ
17	Kupa		Üretim Yeri: ÇİN Gıda ile Temas Eden Yüzey Rengi: BEYAZ
18	Kupa		Üretim Yeri: ÇİN Gıda ile Temas Eden Yüzey Rengi: BEYAZ
19	Kupa		Üretim Yeri: ÇİN Gıda ile Temas Eden Yüzey Rengi: BEYAZ
20	Kupa		Üretim Yeri: BELİRSİZ Gıda ile Temas Eden Yüzey Rengi: BEYAZ

Tablo 2.1. (Devam).

NO	Örnek	Örnek Resmi	Üretici Bilgileri ve Renk
21	Kupa		Üretim Yeri: ÇİN Gıda ile Temas Eden Yüzey Rengi: BEYAZ
22	Kupa		Üretim Yeri: ÇİN Gıda ile Temas Eden Yüzey Rengi: BEYAZ
23	Kupa		Üretim Yeri: ÇİN Gıda ile Temas Eden Yüzey Rengi: BEYAZ
24	Kupa		Üretim Yeri: ÇİN Gıda ile Temas Eden Yüzey Rengi: SARI
25	Kupa		Üretim Yeri: BELİRSİZ Gıda ile Temas Eden Yüzey Rengi: BEYAZ

2.4. Örneklerin Hazırlanması

Gıda İle Temas Eden Seramik malzemelerden gıdaya geçen kurşun ve kadmiyum miktarı belirlemek amacıyla çeşitli kaynaklardan toplanan numuneler öncelikle musluk suyu ile yıkandı. İlk yıkamanın ardından yaklaşık 40 °C sıcaklıkta, ev tipi sıvı deterjan içeren bir çözelti ile tekrar yıkanarak, önce musluk suyunda daha sonra ultra distile su kullanılarak durulandı. Herhangi bir paslanmayı önlemek için ortamda bulunan su uzaklaştırıldı ve numuneler açık havada kurutuldu. Numunelerin yüzeyleri temizlendikten sonra numunelere bir daha dokunulmamaya azami özen gösterildi.

2.5. % 4 Asetik Asit Testi

Gıda İle Temas Eden Seramik malzemelerden gıdaya geçen kurşun ve kadmiyum miktarı belirlemek amacıyla “Gıda İle Temas Eden Seramik Malzemeler Tebliğinde (Gıda İle Temas Eden Seramik Malzemeler Tebliği, 2012) bildirilen % 4 asetik asit testi gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada kadmiyum ve kurşun migrasyon düzeylerinin belirlenmesi için çeşitli kaynaklardan toplanan numuneler yıkanıp kurutulmuştur. Numuneler 22 ± 2 °C oda ısısının ve tam karanlığın sağlanabildiği laboratuvar ortamına alınmıştır.

Çalışmada Sigma Aldirch firmasından temin edilen 27225 katalog nolu Glasial asetik asid ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$) kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan asetik asidin taze hazırlanması gerektiği için çalışmanın hemen öncesi % 4'lük Asetik asit (hacim/hacim) sulu çözeltisi hazırlandı. % 4'lük (hacim/hacim) Asetik asit çözeltisi hazırlamak için herhangi bir şekilde kontamine olmamış laboratuvar ekipmanı kullanılarak 40 mL glasiyel asetik asit su ile 1000 mL'ye tamamlanarak % 4'lük Asetik asit çözeltisi elde edilmiştir.

Analiz edilecek 25 adet bardak/kupa, % 4'lük asetik asit çözeltisi ile taşma noktasını 1 mm'den daha fazla aşmayacak düzeyde doldurulmuş ve buharlaşmanın önüne geçmek için numuneler para-film ile sıkıca kapatılmıştır. Numuneler karanlık laboratuvar ortamında $24 \pm 0,5$ saat bekletilmiştir. 24 saat beklemenin ardından kurşun ve kadmiyum tayini için test çözeltisini almadan önce, numune içerikleri herhangi bir çözelti kaybına veya test edilen yüzeyin aşınmasına neden olmayacağı şekilde homojenize edilmiştir. Daha sonra numune içerikleri falcon test tüplerine alınarak Agilent 7700 seri ICP-MS ile kadmiyum ve kurşun düzeyleri her örnek için ikişer okuma gerçekleştirilerek belirlenmiştir.

3. BULGULAR

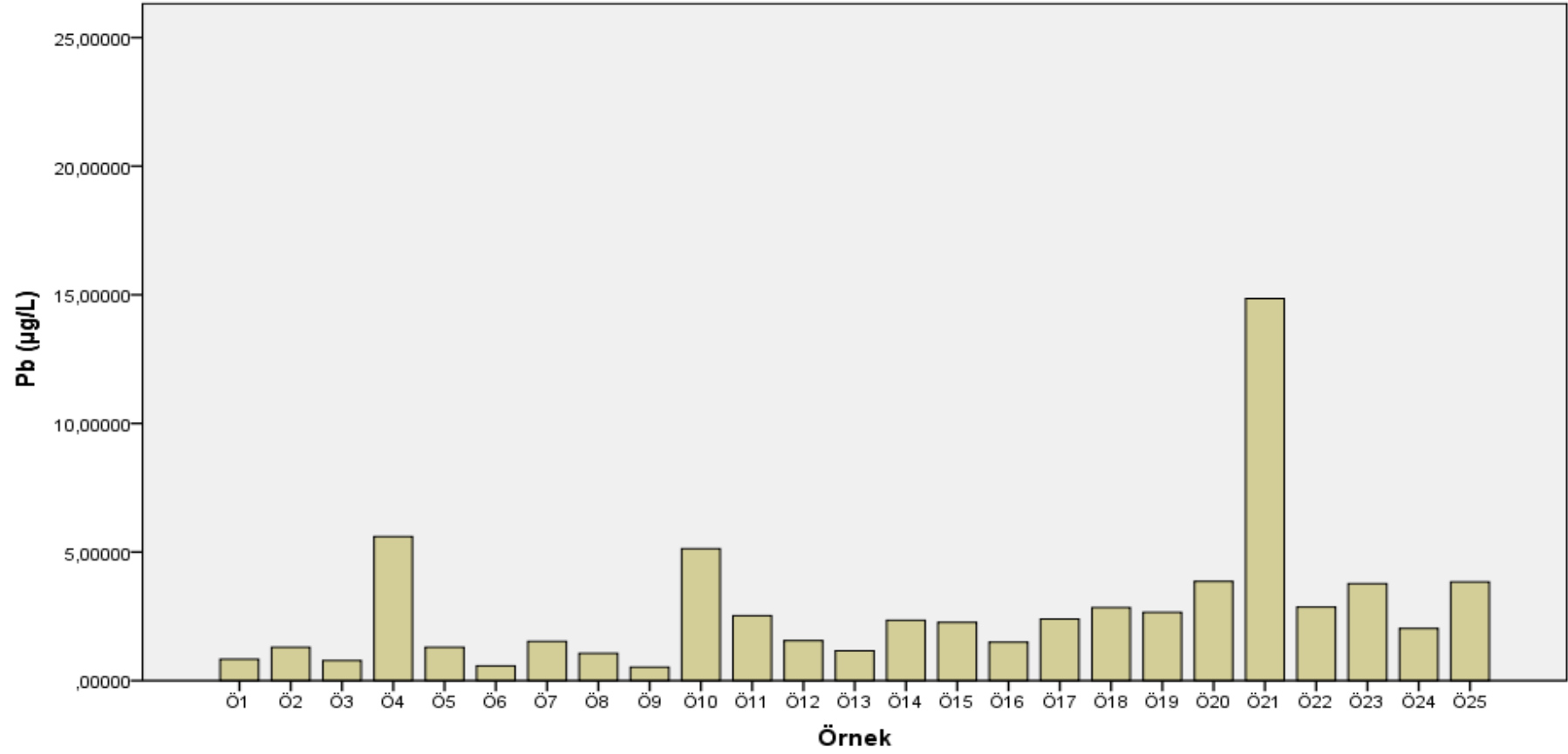
Gıda İle Temas Eden Seramik malzemelerden gıdaya geçen kurşun ve kadmiyum miktarı belirlemek amacıyla gerçekleştirdiğimiz bu çalışmada Afyonkarahisar ilinden değişik kaynaklardan toplanan farklı renklerde ve hacimlerde 25 adet farklı seramik bardak/kupa kullanılmıştır. Toplanan numunelerde “Gıda İle Temas Eden Seramik Malzemeler Tebliğine (Gıda İle Temas Eden Seramik Malzemeler Tebliği, 2012) göre kadmiyum ve kurşun geçiş miktarı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 3.1 ve Çizelge 3.1. ile Çizelge 3.2.’ de gösterilmiştir.

Bir numaralı örnek için % 4 asetik asit testi sonucu elde edilen kurşun ve kadmiyum geçiş miktarları sırasıyla $0,8355\pm 0,0160$ ve $0,02233\pm 0,0032$ 'dir. İki Numaralı örnek için kadmiyum ve kurşun geçiş miktarları sırasıyla $1,2965\pm 0,1210$ ve $0,0854\pm 0,0132$ 'dir. Üç numaralı örnek için kadmiyum ve kurşun geçiş miktarları sırasıyla $0,7800\pm 0,0095$ ve $0,0324\pm 0,0067$ 'dir. . Dört numaralı örnek için kadmiyum ve kurşun geçiş miktarları sırasıyla $5,5980\pm 0,0415$ ve $4,4037\pm 0,0495$ 'dir. Beş numaralı örnek için kadmiyum ve kurşun geçiş miktarları sırasıyla $1,3005\pm 0,0020$ ve $0,01555\pm 0,0033$ 'dir. Altı numaralı örnek için kadmiyum ve kurşun geçiş miktarları sırasıyla $0,5730\pm 0,0635$ ve $1,4637\pm 0,0905$ 'dir. Yedi numaralı örnek için kadmiyum ve kurşun geçiş miktarları sırasıyla $1,5255\pm 0,0210$ ve $0,3962\pm 0,0013$ 'dir. Sekiz numaralı örnek için kadmiyum ve kurşun geçiş miktarları sırasıyla $1,0640\pm 0,0105$ ve $0,4044\pm 0,0258$ 'dir. Dokuz numaralı örnek için kadmiyum ve kurşun geçiş miktarları sırasıyla $0,5260\pm 0,0035$ ve $0,7207\pm 0,0082$ 'dir. On numaralı örnek için kadmiyum ve kurşun geçiş miktarları sırasıyla $5,1305\pm 0,1090$ ve $8,0607\pm 0,1055$ 'dir. On bir numaralı örnek için kadmiyum ve kurşun geçiş miktarları sırasıyla $2,5245\pm 0,0280$ ve $0,2175\pm 0,0013$ 'dir. On iki numaralı örnek için kadmiyum ve kurşun geçiş miktarları sırasıyla $1,5535\pm 0,0140$ ve $1,0572\pm 0,0080$ 'dir. On üç numaralı örnek için kadmiyum ve kurşun geçiş miktarları sırasıyla $1,1577\pm 0,6222$ ve $0,9436\pm 0,0362$ 'dir. On dört numaralı örnek için kadmiyum ve kurşun geçiş miktarları sırasıyla $2,3460\pm 0,0030$ ve $1,7450\pm 0,0400$ 'dir. On beş numaralı örnek için kadmiyum ve kurşun geçiş miktarları sırasıyla $2,2625\pm 0,0515$ ve $0,4037\pm 0,0165$ 'dir.

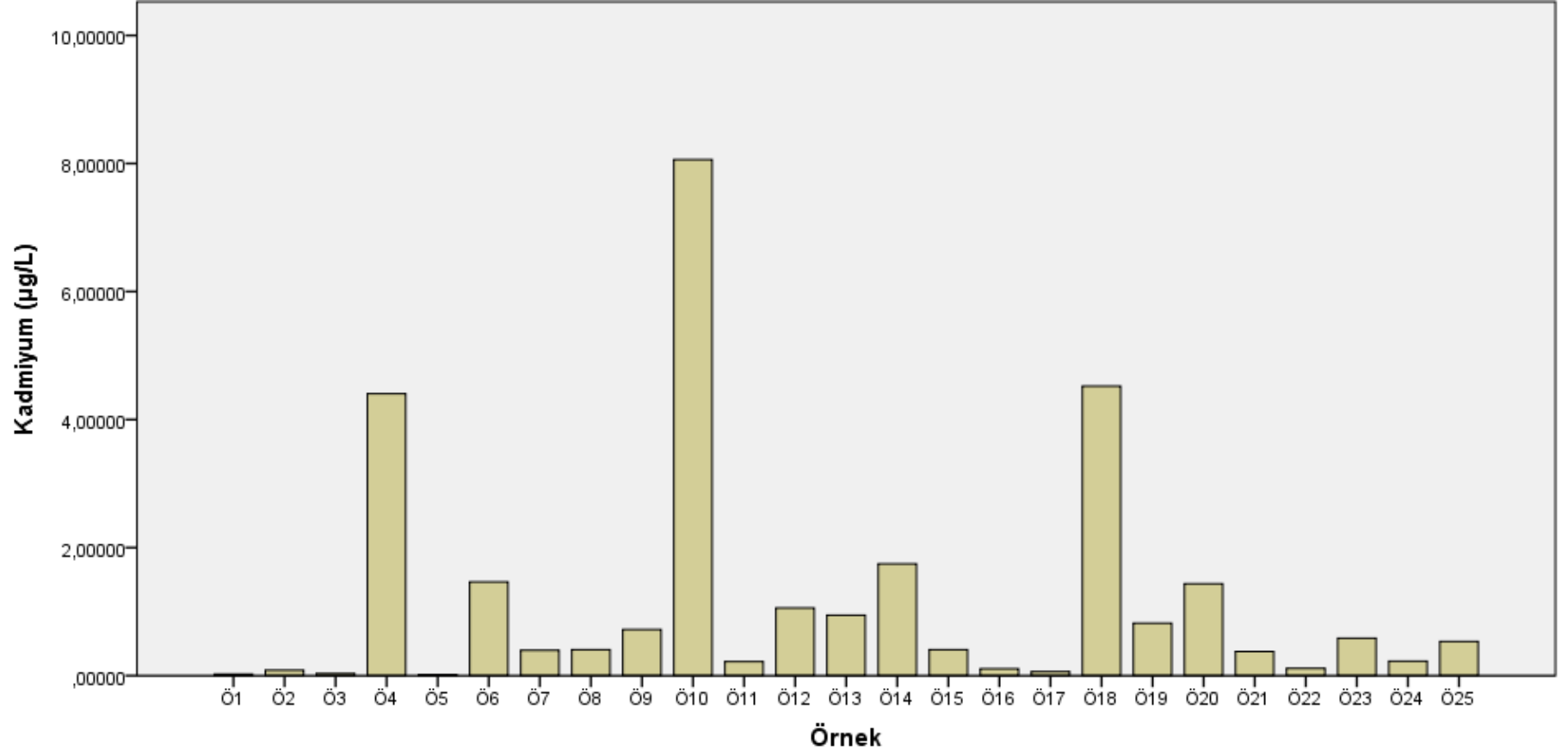
On altı numaralı örnek için kadmiyum ve kurşun geçiş miktarları sırasıyla $1,4950 \pm 0,0110$ ve $0,1052 \pm 0,0023$ 'dir. On yedi numaralı örnek için kadmiyum ve kurşun geçiş miktarları sırasıyla $2,3995 \pm 0,0175$ ve $0,0618 \pm 0,0015$ 'dir. On sekiz numaralı örnek için kadmiyum ve kurşun geçiş miktarları sırasıyla $2,8430 \pm 0,0100$ ve $4,5220 \pm 0,0220$ 'dir. On dokuz numaralı örnek için kadmiyum ve kurşun geçiş miktarları sırasıyla $2,6530 \pm 0,0140$ ve $0,8205 \pm 0,0267$ 'dir. Yirmi numaralı örnek için kadmiyum ve kurşun geçiş miktarları sırasıyla $3,8565 \pm 0,0645$ ve $1,4335 \pm 0,0005$ 'dir. Yirmi bir numaralı örnek için kadmiyum ve kurşun geçiş miktarları sırasıyla $14,8500 \pm 0,5700$ ve $0,3769 \pm 0,0191$ 'dir. Yirmi iki numaralı örnek için kadmiyum ve kurşun geçiş miktarları sırasıyla $2,8630 \pm 0,0440$ ve $0,1126 \pm 0,0060$ 'dir. Yirmi üç numaralı örnek için kadmiyum ve kurşun geçiş miktarları sırasıyla $3,7665 \pm 0,0035$ ve $0,5849 \pm 0,0015$ 'dir. Yirmi dört numaralı örnek için kadmiyum ve kurşun geçiş miktarları sırasıyla $2,0250 \pm 0,1110$ ve $0,2242 \pm 0,0079$ 'dur. Yirmi beş numaralı örnek için kadmiyum ve kurşun geçiş miktarları sırasıyla $3,8345 \pm 0,0635$ ve $0,5340 \pm 0,0043$ 'dür.

Tablo 3.1. % 4 Asetik Asit Testi Sonucu Elde Edilen Kadmiyum ve Kurşun Geçiş Miktarları.

Örnek No	Menşei	Kurşun (µg/L)	Kadmiyum (µg/L)
1	Belirsiz	0,8355±0,0160	0,02233±0,0032
2	Belirsiz	1,2965±0,1210	0,0854±0,0132
3	Belirsiz	0,7800±0,0095	0,0324±0,0067
4	Çin	5,5980±0,0415	4,4037±0,0495
5	Belirsiz	1,3005±0,0020	0,01555±0,0033
6	Çin	0,5730±0,0635	1,4637±0,0905
7	Çin	1,5255±0,0210	0,3962±0,0013
8	Çin	1,0640±0,0105	0,4044±0,0258
9	Çin	0,5260±0,0035	0,7207±0,0082
10	Çin	5,1305±0,1090	8,0607±0,1055
11	Rusya	2,5245±0,0280	0,2175±0,0013
12	Belirsiz	1,5535±0,0140	1,0572±0,0080
13	Belirsiz	1,1577±0,6222	0,9436±0,0362
14	Çin	2,3460±0,0030	1,7450±0,0400
15	Belirsiz	2,2625±0,0515	0,4037±0,0165
16	Rusya	1,4950±0,0110	0,1052±0,0023
17	Çin	2,3995±0,0175	0,0618±0,0015
18	Çin	2,8430±0,0100	4,5220±0,0220
19	Çin	2,6530±0,0140	0,8205±0,0267
20	Belirsiz	3,8565±0,0645	1,4335±0,0005
21	Çin	14,8500±0,5700	0,3769±0,0191
22	Çin	2,8630±0,0440	0,1126±0,0060
23	Çin	3,7665±0,0035	0,5849±0,0015
24	Çin	2,0250±0,1110	0,2242±0,0079
25	Belirsiz	3,8345±0,0635	0,5340±0,0043



Çizelge 3. 1. % 4 asetik asit testi sonucu elde edilen kurşun geçiş miktarları.



Çizelge 3. 2. % 4 asetik asit testi sonucu elde edilen Kadmiyum geçiş miktarları.

4. TARTIŞMA

Günümüzde gerek doğal dengeyi, gerekse insan ve hayvan sağlığını tehdit eden en önemli tehlikelerin başında çevre sorunları gelmektedir. Sanayileşme, fosil yakıtların büyük miktarlarda ve gelişigüzel kullanımı ile endüstriyel kimyasal atıklar, ekosistem üzerinde değişik olumsuz etkilere ve önemli miktarda metal birikimine neden olmuştur (Valadez-Vega ve ark., 2011). Çevre kirliliğine neden olan faktörlerden en önemlisi ağır metallerdir (Stresty ve Madhava Rao, 1999). Metaller her ne kadar ekosistemin bir parçası olsalar da evsel ve endüstriyel süreçler sonucu açığa çıkan fazlalık dengesizliklere yol açmaktadır. Yaşadığı çevrede ağır metal düzeyinin artması çoğu canlılarda doku ağır metal düzeylerinin artmasına yol açmıştır. Doğal koşullarda ekosistemde bulunan kobalt, demir, krom, çinko ve mangan gibi birçok metal tüm yaşam formları üzerinde önemli roller oynar. Bu yüzden bitkiler ve hayvanlar için çok önemlidir. Ancak kurşun ve kadmiyumun da arasında bulunduğu birçok ağır metalin insanlar, bitkiler ve hayvanlar için herhangi bir fizyolojik fonksiyonu olmadığı belirlenmiş, hatta arsenik ve kurşun gibi metallerin düşük miktarlarının bile ciddi toksik etkilere neden olabileceği bildirilmiştir (Dietz ve ark., 2009; Valadez-Vega ve ark., 2011).

Çevrenin, dolayısıyla besin zincirinin kirlenmesine yol açan metaller arasında arsenik, civa, kadmiyum, kurşun ve çinko, kirlenme özelliklerine göre ilk sırada yer almaktadırlar. Metaller ve diğer artıklardan oluşan kirlenmeler çok çeşitli kaynaklardan ortaya çıkabilmeleri, yaygın kirlenme nedeni oluşturmaları, çevre koşullarına dayanıklı olmaları, daima biyolojik sistemlere yönelik etki göstermeleri, kolaylıkla besin zincirine girmeleri canlılarda artan yoğunluklarda birikebilmeleri nedeniyle diğer kimyasal kirlenmeler arasında ayrı bir önem taşırlar (Dietz ve ark., 2009; Baş ve Demet 1992).

Toksik Madde ve Hastalık Kayıt Ajansı'nın 2015'de bildirdiği öncelikli tehlikeli maddeler içerisinde kurşun 2. sırada, kadmiyum ise 7. sırada yer alan toksik ağır metallerdir (ATSDR, 2015). Kurşun temel toksik etkilerini sinir sistemi,

hematopoetik sistem, gastrointestinal sistem, böbrekler ve genetik materyal üzerine gösterdiği için, en tehlikeli metaller arasında kabul edilmektedir (So, 1997; Valadez-Vega ve ark., 2011). Kurşunla zehirlenmelerde beyin hasarı ve ölüm, bebekler ve çocukların çok duyarlı olduğu kronik kurşun zehirlenmesi vakalarında ise zekâ geriliği, öğrenme bozuklukları ve hiperaktivite ile kan basıncı yüksekliği, kronik anemi, periferik sinir hasarı görülebilmektedir (Çağlarırnak ve Hepçimen, 2010). Canlıların hali hazırda büyük bir sanayi kullanımı nedeniyle maruz kaldıkları kadmiyum ise kurşundan 10 kat daha toksik ve tehlikeli bir ağır metaldir. Kadmiyumun, akciğer kanseri de dahil olmak üzere solunum yollarlı problemlerine, gastrointestinal sorunlara prostat kanserlerine, karaciğer zedelenmesine, kemik erimesine, hipertansiyona, mutajenik etkilere ve DNA tamir mekanizması inhibisyonuna neden olduğu bildirilmiştir (Sorahan ve Esmen, 2004; Dai ve ark. 2009; Erkmen 2010; Abraham ve ark., 2011; Valadez-Vega ve ark., 2011).

Gıda kontaminantları; gıdalara istenilerek katılmadığı halde üretim, işleme, hazırlama, depolama, ambalajlama, taşıma veya çevre kirlenmesi sonucunda bulaşan maddeler olarak tanımlanmaktadır (CAC, 2013). Günümüzde sağlığı tehdit eden en önemli gıda kontaminantlarından birisi ağır metal kontaminasyonudur. Ağır metallerle kontamine olmuş bir gıdanın tüketilmesiyle, maruz kalınan ağır metaller, konsantrasyon, dokularda tutulma ve birikme miktarı gibi faktörlere bağlı olarak çeşitli kanser türleri, organ yetmezlikleri, nörolojik hastalıklar, iskelet sistemi hastalıkları gibi kronik sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Toksik etki gösteren ağır metaller, yetişkinlere göre vücut ağırlıkları başına daha fazla ağır metale maruz kalmaları nedeniyle, fetüsler ve infantlar için daha ciddi sağlık sorunlarına neden olmaktadır (Türküzü ve Şanlıer, 2012).

Gıdalar çok çeşitli yollarla ağır metal kontaminasyonuna maruz kabilmektedir. Gıda işleme ekipmanlarının, ağır metal kontaminasyonun önemli kaynaklarından biri olduğunu modern işleme ekipmanları kullanımı ile kontaminasyonun önemli ölçüde önüne geçildiğini, ancak ekipmanları temizlemek amacıyla kullanılan bazı deterjan türlerinin paslanmaz çelik yüzeylerden kurşun ve

kadmiyum çözünmesine yol açarak kontaminasyonlara neden olabildiği bildirilmektedir (Conor, 2006).

Diğer yandan pişirme araç ve gereçleri ağır metal kontaminasyonu için önemli kaynaklardan biridir. Özellikle bakır tavalarda gıdalardaki ağır metallerin en önemli kaynaklarından biridir. (Matsha ve ark., 2009). Güney Afrika Transekeide yaptıkları araştırmada, geleneksel olarak kullanılan dökme demir çaydanlıkları ve ev yapımı biraları, demir toksisitesi ve kanser vakalarıyla ilişkilendirilmektedirler. Karaciğerde aşırı miktarda bakır birikimi ile oluşan Hint çocukluk sirozunun çocukların mamalarının hazırlandığı pirinç kaplarla ilişkili olduğu bildirilmiştir (Conor, 2006).

Paketleme ve Kutulama işlemi de ağır metal kontaminasyonunun bir diğer sebebidir. Her ne kadar gelişmiş tekniklerin kullanımı sonucunda kontaminasyon sorunu büyük ölçüde çözülmüş olsa da risk az da olsa devam etmektedir (Türközü ve Şanlıer, 2014).

Ağır metal kontaminasyonu için diğer önemli kaynaklardan biri de günümüzde son derece popüler olan seramik pişirme araç ve gereçleridir. Sırlanmış seramik malzemelerden kurşun, kadmiyum, krom, kobalt ve baryum gibi metallerin gıdalara ya da içeceklere sızması sonucu birçok sağlık riski ortaya çıkmaktadır (Valadez-Vega ve ark., 2011). Uygun şartlarda üretilmeyen ve kötü yapılmış olan seramik ürünlerinin pek çok potansiyel zehirli elementin kontaminasyonuna neden olabileceği bildirilmektedir (Bolger, 1996). Kurşun zehirlenmelerinin önemli bir nedeninin toprak çömlük ve sırlı seramiklerde saklanan asitli içeceklerin tüketiminden kaynaklandığı (Mohamed et al., 1995), FDA tarafından da kurşun sırla kaplanmış ve hasar görmüş seramik ürünlerin Amerika'da gıda kaynaklı Pb'nin en önemli kaynağı olduğu bildirilmiştir (Conor, 2006).

Seramik malzemeler genel olarak kil veya topraktan yapılmış, "pişmiş toprak" olarak ifade edilen materyal olarak kabul edilir (Erman, 2012). Bununla

birlikte özellikle günümüzde seramik, metal ve alaşımları dışında kalan, inorganik sayılan tüm mühendislik malzemeleri ve bunların ürünlerinden olan materyaller seramik olarak tanımlanmaktadır (Arcasoy, 1983). Seramik malzemelerin önemli bir yapısı “Sır” dır. Sır, seramik çamurunu ince bir tabaka şeklinde kaplayan cam veya camsı oluşumdur. Özellikle kurşun içeren sırlar seramik malzemenin yüzeyini korumak ve dayanıklılığı arttırmak, güzel ve parlak bir yüzey oluşturmak için seramik üretiminde kullanılmıştır. Genel olarak düzgün hazırlanmış ve mühürlenmiş bu sırlar sağlık için herhangi bir tehdit oluşturmazken kötü yapılmış, doğru fırınlanmamış veya hasar görmüş sırlar sağlık için önemli bir tehdit unsuruna dönüşebilmektedir. Seramik gövde ve sır doğru fırınlanmadığı durumlarda yeterince kaynaşmamakta ve glasifikasyon ve vitrifikasyon meydana gelmemektedir. Özellikle kurşun toprak çömlek ve sırlı seramiklerde saklanan gıda maddelerine sızabilmektedir. Asit tabiatlı gıdalar ve sıcaklık da kurşunun sızmasını artırmaktadır (Omolaoye ve ark., 2010).

On sekizinci yüzyılın sonlarından bu yana, özellikle asidik ya da alkalın gıdaların kullanılmasıyla, seramik sırlar, gıdaya kurşun sızmasının potansiyel kaynakları olarak kabul edilmiştir. 1970'lerden sonra, seramik malzemelerde kurşun sır kullanımı ve gıdalara kurşun sızması üzerine çalışmalar yoğunlaşmıştır. Seramik malzemelerden gıdaya ağır metallerin sızma eğilimi genel olarak sır bileşimine, fırınlama koşullarına, pH'a, sıcaklığa, gıdanın fiziksel özelliklerine ve temas süresi gibi faktörlere göre değişmektedir. Ayrıca, renkli sırların kullanılması kurşun, kadmiyum, krom, çinko, bakır ve diğer ağır metallerinden gıdalara sızmasına neden olabilmektedir. Bu durum seramik çanak çömlek yapımcıları ve tüketiciler için potansiyel bir sağlık tehlikesi oluşmaktadır (Belgiad, 2003).

Seramik malzemelerden gıdaya ağır metallerin sızma eğiliminde gıdanın pH'ı ayrı bir önem taşımaktadır. Meksika'da uzun yıllardan beri küçük aile işletmeleri tarafından üretilen fırınlanma ısıları düşük kurşun sırlı, seramik malzemeler kullanılmaktadır. Araştırmalar bu tür seramik malzemelerin kullanıldığı bölgelerde yaşayan çocukların kanlarında yüksek kurşun düzeyleri olduğunu göstermiştir. Çalışmada farklı pH değerine sahip konserve domates (pH=4.1), konserve siyah

fasulye (pH=6.0) ve konserve sarı mısır (pH=6.3) gibi gıdalar yerel olarak temin edilen seramik kaplarda beş dakika pişirilmiş, daha sonra pişen gıda homojenize edilmiş, laboratuvar şartlarında mikrodalgada nitrik asitle yakılmış ve ICP cihazı ile kurşun düzeyleri belirlenmiştir. Yüksek asit karakterli konserve domates gibi gıdaların konserve siyah fasulye ve konserve sarı mısıra göre seramik kaplardan daha fazla kurşun salınmasına neden olduğu bildirilmiştir (Lynch ve ark., 2008).

Bir başka çalışma, Meksika'da gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada asidik karakterli domates sosu (salsa), ve nohut püresi, cam-kil kaplar içinde 4 ° C sıcaklıkta 24 saat için depolanmıştır. Daha sonra gıdalar homojenize edilmiş, laboratuvar şartlarında hidrojen peroksit ve konsantre nitrik asitle yakılmış ve ICP-OES ile kadmiyum, kobalt ve kurşun düzeyleri araştırılmış, asitliğin artması ile gıdaya ağır metal salınımının arttığı bildirilmiştir. Diğer yandan kapların kullanım sayısı arttıkça gıdaya sızan kurşun miktarının arttığından da bahsedilmektedir (Valadez Vega ve ark., 2011). Mohammed ve ark. yaptığı çalışmada asidik karakterli gıdaların seramik sofrta malzemelerinden kurşun salınımını arttırdığını bildirmişlerdir (Mohamed ve ark., 1995).

Yapılan çalışmalar, seramiklerde kullanılan belirli metal oksitleri içeren pigmentlerin, birçok toksik elementin migrasyonunda önemli rol oynadığını ortaya koymuştur (Demont ve ark., 2012). Seramik malzemelerde dekoratif amaçlı kullanılan pigmentlerin kurşun, kadmiyum ve krom gibi toksik ağır metalleri içerdiği bildirilmektedir (Sheets, 1998). Buldini, kurşun, çinko ve kromojenik oksitleri içeren seramik sır üzerine % 4 asetik asit çözeltisinin etkisini araştırdığı çalışmada bakırın ve krom oksitlerin kurşun ve çinko salınımını arttırdığını, kadmiyum, bakır ve demirin kobalt, manganez ve nikel oranla daha yüksek düzeyde sızdığını göstermiştir (Buldini, 1977, 1978). Bu durum seramik sofrta malzemelerinin sırlarından kurşun salınımını artırdığı için seramik malzemelerin bakır bileşenleri ile renklendirilmemesi gerçeğini ortaya koymaktadır (Hamilton, 1977).

Gould ve ark., (1982), % 4 asetik asit ile yüksek sıcaklıkta yaptıkları kurşun ve kadmiyum sızma testinde, oda ısısına göre artan sıcaklığın migrasyonu kadmiyum için 4 ile 15 kat, kurşun için 8 kat daha fazla artırdığını bildirmişlerdir. Bu durum yüksek ısıda seramik malzemelerden daha fazla kadmiyum ve kurşunun seramik yüzeyden gıdalara sızdığı anlamına gelmekte ve potansiyel bir sağlık sorunu oluşturmaktadır.

Halefoğlu ve ark. (2006)'nın yapmış oldukları çalışmada Gaziantep ilinde seramik atölyelerden satın aldıkları seramik çanak çömleklerde %4 asetik asit deneyi sonucu ve yüksek düzeyde kurşun migrasyonu tespit etmişlerdir.

Küreselleşme ve hızlı nüfus artışı sonucu artan ihtiyaç dünyanın her yerinden nasıl üretildiği bilinmeyen ve bileşimi hakkında herhangi bir bilgi olmayan seramik malzemelerin ithaline ve pazarlanmasına neden olmaktadır. Sonuç olarak seramik malzemelerden gıdalara sızabilen kurşun ve kadmiyumun sağlık üzerine olası tehlikesini ortadan kaldırmak ve bu konuda standartları ortaya koymak için birçok ülke kendi yasal düzenlemelerini hazırlamıştır. Yine de dünyanın standartlarını oluşturmayan ve sıkı takip edilmeyen bölgelerinde bu durum hala önemli bir sağlık riski oluşturmaktadır (Demont ve ark., 2012).

1972'den bu yana FDA, bu konuyu takip altına almış, ithal edilen ve ABD de yapılan seramik sofra gereçleri için gıdaya geçmesine izin verilen maksimum kurşun ve kadmiyum konsantrasyonlarını ortaya koymuştur. FDA'ya göre kurşun için maksimum kabul edilebilir üst sınır seramik sofra malzemesinin tipine bağlı olmakla birlikte 0,5-3,0 µg /ml olarak belirlemiştir. Aynı kararda seramik bardak ve kupalar için kurşunun maksimum kabul edilebilir üst sınırının 0,5 µg /ml (500 µg/L) olarak belirlenmiştir. Kadmiyum için ise maksimum kabul edilebilir üst sınır seramik sofra malzemesinin tipine bağlı olarak 0,25-0,5 µg/ml aralığında belirlemiştir. Aynı kararda 1.1 litreden küçük kapasiteli doldurulabilir seramik malzemeler için kadmiyumun maksimum kabul edilebilir üst sınırı 0,5 µg /ml (500 µg/L) olarak belirlenmiştir (Manual of Compliance Policy Guides a,b, 2016).

Kaliforniya eyaleti FDA'nın yasal düzenlemelerini kendi vatandaşları için yeterince güvenli bulmamış, bu konuda California Proposition 65 (CA 65) olarak bilinen yönetmeliği yürürlüğe koymuştur (Sheets, 1999). CA 65 in kabul ettiği maksimum kabul edilebilir üst sınırları FDA'ya göre daha katıdır. CA 65'e göre kurşun için maksimum kabul edilebilir üst sınır seramik sofr malzemesinin tipine bağlı olmakla birlikte 0,1-0,226 µg /ml olarak belirlemiştir. Aynı yönetmelikte seramik bardak ve kupalar için kurşunun maksimum kabul edilebilir üst sınırı 0,1 µg/ml (100 µg/L) olarak belirlenmiştir. Kadmiyum için maksimum kabul edilebilir üst sınır seramik sofr malzemesinin tipine bağlı olarak 0,049-3,164 µg /ml aralığında belirlemiştir. Aynı yönetmelikte seramik bardak ve kupalar için kadmiyumun maksimum kabul edilebilir üst sınırı 0,189 µg /ml (189 µg/L) dir (CA65, 1986).

Bu konuda Japonya'da uygulanan yönergede, 1,1 litreden küçük kapasiteli doldurulabilir seramik malzemeler için kadmiyumun maksimum kabul edilebilir üst sınırı 0,5 µg /ml (500 µg/L) olarak, kurşunun maksimum kabul edilebilir üst sınırı 2 µg /ml (2000 µg/L) olarak bildirilmiştir (Bureau Veritalis, 2016).

Avrupa Birliğinin bu konuda yürürlüğe koyduğu 84/500/EC nolu direktifinde ise seramik sofr gerecinin tipine göre değişmekle birlikte izin verilen maksimum sınırlar kurşun için 1,5 ile 4 µg /ml ve kadmiyumu için 0,1 ile 0,3 µg /ml olarak belirlenmiştir. Aynı yönetmelikte seramik bardak ve kupalar için kurşunun maksimum kabul edilebilir üst sınırı 4 µg /ml (4000 µg/L) olarak, kadmiyumun kabul edilebilir üst sınırı 0,3 µg /ml (300 µg/L) olarak belirlenmiştir (Demont ve ark., 2012) .

Ülkemizde ise Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı gıda ile temas etmesi beklenen veya gıda ile temas etmekte olan veya bu amaç için üretilmiş olan seramik malzemelerden, gıdaya kurşun ve kadmiyumun muhtemel migrasyonunu belirlemek amacıyla Gıda İle Temas Eden Seramik Malzemeler Tebliğini (2012/30) 2012 yılında yürürlüğe koymuştur. Gıda İle Temas Eden Seramik Malzemeler Tebliği ne

göre izin verilen seramik malzemelerden geçen kurşun ve kadmiyum maksimum limitleri, Katogori 2’de doldurulabilen diğer tüm malzemeler için kurşunun maksimum kabul edilebilir üst sınırının 4 µg/ml olarak, kadmiyum için ise maksimum kabul edilebilir üst sınırının 0,3 µg/ml olarak belirlenmiştir (Gıda İle Temas Eden Seramik Malzemeler Tebliği, 2012).

Yaptığımız araştırmada Afyonkarahisar ilindeki değişik pazarlama kaynaklardan toplanan farklı renklerde ve hacimlerdeki 25 adet farklı seramik bardak/kupa, Gıda İle Temas Eden Seramik Malzemeler Tebliğinde belirtilen % 4 asetik asit testine tabi tutulmuştur. Analiz edilen numunelerin 9 tanesinin menşesine ait her hangi bir bilgiye numune üzerinde rastlanmamıştır. 14 tanesinin Çin’de, 2 tanesinin ise Rusya’da üretildiği ürün üzerinde bulunan etiketten anlaşılmıştır.

Tablo 3.1 de ve Çizelge 3.1 ve 3.2’de görüleceği gibi %4’lük asetik asit testi sonucu sızan kurşun ve kadmiyum miktarları gerek FDA nın bildirdiği üst limitlerin gerekse Kaliforniya eyaletinde, Japonya da, Avrupa Birliğinde ve Türkiye de yürürlükte olan yönergelerde belirtilen kabul edilebilir üst sınırların altında olduğu izlenmiştir. Diğer yandan Tablo 3.1 de ve Çizelge 3.1 ve 3.2 incelendiğinde; Çin menşeli örnek 4, örnek 10 ve örnek 21 den elde edilen kurşun sızma miktarlarının diğer örneklere göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Yine Çin menşeli örnek 4, örnek 10 ve örnek 18 den elde edilen kadmiyum sızma miktarlarının ise diğer örneklere göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum Çin’de üretilen seramik bardakların diğer örneklere göre toksik ağır metaller açısından daha riskli olabileceği düşüncesini akla getirmektedir.

Çalışmamızda % 4lük asetik asit testi sonucu elde ettiğimiz bulgular her ne kadar kurşun ve kadmiyum için sızma miktarlarının çeşitli ülkelerde yürürlükte olan yönergelerde belirtilen kabul edilebilir üst sınırların altında bulunmuş olsa da bu konuda dünyada yeni güncellemelere gidilmektedir. Avrupa Birliğinin “COMMISSION REGULATION (EU) on ceramic materials and articles intended to come into contact with food” başlıklı 2012 yılında görüşe sunduğu taslağında, kurşun

ve kadmiyum için yeni sınırların ortaya konulacağı gözükmektedir. Bu taslakta Katogori II. de bulunan doldurulabilir seramik malzemeler için kurşun ve kadmiyumun kabul edilebilir üst sınırlarının, kurşun için 10 µg/L (0.01 µg/mL), kadmiyum için ise 5 µg/L (0.005 µg/mL) olarak önerildiği görülmektedir (EU DRAFT COMMISSION REGULATION 2012). Bu taslağa göre elde ettiğimiz sonuçlar değerlendirildiğinde; incelenen 25 örnekten 21 numaralı örneğin %4 lük asetik asit testi sonucu sızan kurşun miktarının 14,8500±0,5700 µg/L olduğu ve taslakta belirtilen üst sınırdan fazla olduğu görülmektedir. Yine kadmiyum için değerlendirildiğinde; incelenen 25 örnekten 10 numaralı örneğin %4 lük asetik asit testi sonucu sızan kurşun miktarının 14,8500±0,5700 µg/L olduğu ve taslakta belirtilen üst sınırdan fazla olduğu görülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Seramik malzemedan yapılmış, bardak, tabak gibi ürünler, insanlar tarafından kullanılan önemli gereçlerdir. Ancak bu tür seramik malzemelerin gerekli standartlara sahip olmaması sağlık için potansiyel bir tehlikedir. Standartlara uyulmadan üretilen seramik malzemelerden, kadmiyum, kurşun veya diğer ağır metallerin temas ettikleri gıda maddesine fazla miktarda sızmasına neden olabilmektedir ki bu ağır metallere kadmiyum veya kurşunun düşük dozda alınması dahi yüksek oranda zehirlenmeye sebep olabilir. Bu nedenle gerek dünyanın birçok ülkesinde gerekse ülkemizde bu konuda, kabul edilebilir maksimum seviyeler bakımından birbiriyle uyumlu olmasa da yasal düzenlemeler yürürlüğe konmuştur. Ancak ürün ve süreç kalitesi takip edilmeyen ürünlerin kullanılması hala önemli bir sorundur.

Afyonkarahisar'da satılan seramik bardaklarda kurşun ve kadmiyum migrasyonunun belirlenmesi amacıyla gerçekleştirdiğimiz bu çalışmada satışı yapılan seramik bardakların ne kadar güvenilir olduğu hakkında bir veri oluşturulmuştur. Araştırılan örneklerden %4'lük asetik asit deneyi sonucu elde ettiğimiz bulgular, Türkiye'de halen yürürlükte olan yasal düzenlemelerde kurşun ve kadmiyum için bahsi geçen maksimum yasal sınırların altında kalmıştır. Ancak gelecekte bu konuda yeni yasal düzenlemelerin ve daha düşük kabul edilebilir üst sınırların ortaya konacağı görülmektedir. Bu çalışma ilimizde bu konuda yapılan ilk çalışma olma özelliğindedir. Umarız ki bu çalışmadan elde edilen veriler ileride yapılacak olan çalışmalara ışık tutacak ve alınacak tedbirlere katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak; yaptığımız bu çalışma ile kurşun ve kadmiyum gibi toksik metallerin doğal ekolojik döngü sürecinde besin zincirine girişine karşı tavizsiz önlemlerin alınmasının zorunlu olduğu kanaatine ulaşılmaktadır. Yaygın kontaminasyon kaynaklarının belirlenerek kurşundan ari (lead free) ve kadmiyumdan ari (cadmium free) gibi standartların oluşturulması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- ABRAHAM, K.S., ABDEL-GAWAD, N.B., MAHMOUD, A.M., EL-GOWAILY, M.M., EMARA, A.M., HWAÏHY, M.M. (2011). Genotoxic effect of occupational exposure to cadmium. *Toxicol. Ind. Health.* **27**: 123–127.
- AHAMED, M., SİDDİQUİ, M.K.J. (2007). Low Level Lead Exposure and Oxidative Stress: Current Opinions. *Clinica Chimica Acta.* **383**(1-2): 57-64.
- AJMAL, M., KHAN, A., NOMANİ, A.A., AHMED, S.(1997). Heavy metals: leaching from glazed surfaces of tea mugs. *Science of the Total Environment.* **207**, 49–54.
- AKINCI, Ö., (1995). Seramik Killeri ve Jeolojisi, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara. Erişim :[http://dergi.mta.gov.tr/mtadergi/70_4.pdf]. Erişim Tarihi: 18.04.2016
- ARCASOY, A. (1983). Seramik Teknolojisi, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları No:2.
- ATSDR (1999). Toxicological profile for cadmium. U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
- ATSDR (2015). Agency for Toxic Substances and Disease Registry CERCLA Priority List of Hazardous Substances. U.S.Department of Health and Human Services. Atlanta, GA. Erişim: [<http://www.atsdr.cdc.gov/spl/>].Erişim Tarihi: 20.02.2016.
- ATSDR. (2007). Toxicological Profile for Lead. Atlanta, Georgia, USA: ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry
- AYHAN,B., EKMEKÇİ, Y., TANYOLAÇ, D.(2006). Bitkilerde Ağır Metal Zararları Ve Korunma Mekanizmaları. *Anadolu Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi Anadolu University Journal Of Science And Technology.* **7**: 1, 1-16.Derleme/Review.
- BAŞ A.L., DEMET, Ö. (1992). Çevresel Toksikoloji Yönünden Bazı Ağır Metaller. *Çevre dergisi.* **5**:42-46.
- BELGIAD, J. E., 2003. Release of heavy metals from Tunisian traditional ceramic ware. *Food and Chemical Toxicology.***41**: 95-98.
- BERK M., ÜNAL, B.N., ERGUN, R.A., VİDİNLİ, N.S., KAPLAN, E. (2016). Meslek Hastalıkları ve iş ile ilgili hastalıklar Tanı Rehberi. Türkiye’de İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Koşullarının İyileştirilmesi Projesi - TR0702.20-01/001 Erişim: [http://www.isgum.gov.tr/rsm/file/isgdoc/isgip/isgip_saglik_tani_rehberi.pdf].erişim tarihi: 04.04.2016.
- BİRBEN, A. (2011). Çin Porselen Sanatı “Toprağın Ateşle Dansı”. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sinoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- BOLGER, P. M., YESS, N. J., GUNDERSON, E. L., TROXELL, T. C., CARRINGTON, C. D.(1996) Identification and reduction of sources of dietary lead in the United States. *Food additives and contaminants.* **13**(1):53-60.
- BUCKLER HM, SMITH WD, REES WD. (1986). Self poisoning with oral cadmium chloride. *BrMed J.* **292**: 1559-1560.

- BULDINI, P. L. (1977). Influence of coloring oxides on heavy metals release from ceramic glazes. *Bull. Am. Ceram. Soc.*, **56** (11):1012-14.
- BULDINI, P. L. (1978). Influence of coloring oxides on there lease of silicon and bor on from ceramic glazes. *Butt. Am. Ceram. Soc.*, **57**(4):430-1.
- BUREAU VERITALIS, (2016). Proposed Revision of Migration Specifications for Cadmium and Lead in Food-use Containers in Japan Erişim : [http://www.bureauveritas.com/wps/wcm/connect/6515f7804b58d1e2998a9b1d88542a4e/Bulletin_08B-124.pdf?MOD=AJPERES]. Erişim Tarihi:18.04.2016.
- CA65, (1986) California Environmental Protection Agency. Title 22 California Code of Regulations, Section 12705,Ch.3.Safe drinking water and toxicen for cementact of 1986, Article 7, No significant risks. State of California: Office of Environmental Health Hazard Assessment,
- CAC (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION).(2013).Procedural Manual, Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Rome.sayfa 23. Erişim: [http://www.fao.org/3/a-i3243e.pdf]. Erişim Tarihi:18.04.2016.
- CASALINO, E, CALZARETTI, G., SBLANO, C., LANDRISCINA, C.(2002). Molecular inhibitory mechanisms of antioxidant enzymes in rat liver and kidney by cadmium. *Toxicology*. **179**: 37-50.
- CASTAING, P., ASSOR, R., JOUANNEAU, J.M., WEBER, O.(1986). Heavy Metal Origin And Concentration İn The Sediments Of The Pointe A Pitre Bay (Guadeloupe-LesserAntilles). *Environ. Geol. WaterSci*. **8**, (4), 175-184.
- CHUNG, J., NARTEY, N.O., CHERIAN, M.G. (1986). Metallothione in levels in liver and kidney of Canadians*/a potential indicator of environmental exposure to cadmium. *Arch. Environ. Health*, **41**: 319-323.
- CONOR, R. (1980). "Metal Contamination of Food", *Applied Science Publishers*. **3**: 55-63, 5:90-91.
- CONOR, R.(2006) Pollutants in Food? MetalsandMetalloids-Mineral Components in Foods, In *Chemical&Functional Properties of Food Components*, pp. 363-88, CRC Press
- ÇAĞLARIRMAK N.,HEPÇİMEN A.Z. (2010). Ağır Metal Toprak Kirliliğinin Gıda Zinciri ve İnsan Sağlığına Etkisi. *Akademik Gıda*. **8** (2): 31-35.
- ÇAYLAK, E.(2010) Çocuklarda Kurşun Zehirlenmesi, Oksidatif Stres ve Tiyoil Bileşiklerin Antioksidan Etkisi. *Çocuk Dergisi*. **10**(1):13-23, doi:10.5222/j.child.2010.013.
- ÇELİK, A. (2012). Adıyaman İlinin Tarım Dışı Alanlarındaki Tuğla-Seramik Hammadde Kaynaklarının Kullanım Potansiyellerinin Belirlenmesi. *Toprak Bilimi Ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.*
- ÇETİN, S. (2005). Dalı Bazalt Tüfü Kullanılarak Yapılan Firitlerin Endüstriyel Ve Sanatsal Sırlarda Kullanımı, Fiziksel Ve Kimyasal Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Seramik Anasanat, Adana.
- ÇEVİKEL, Ü. İ. (2010). Özel Betonarme Yüzme Havuzlarında Kaplama Malzemesi Olarak Pvc, Cam Mozaik Ve Seramik Karoların Uygulama Yönünden Karşılaştırılması. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- DAI, W.; DU, H.; FU, L.; JIN, C.; XU, Z.; LIU, H. (2009).Effects of dietary Pb on accumulation, histopathology, and digestive enzyme activities in the digestive system of tilapia (Oreochromis niloticus). *Biol. Trace Elem. Res.* **127**: 124–131.

- DEDEOĞLU, R. (1987). Sır ve Dekorasyon Teknolojisi. Çitosan Teknik Yayınlar, Ankara.
- DEMONT, M.; BOUTAKHRIT, K.; FEKETE, V.; BOLLE, F.; VAN LOCO, J. (2012). Migration of 18 trace elements from ceramic food contact material: Influence of pigment, pH, nature of acid and temperature. *Food and Chemical Toxicology*, **50**: 734-743.
- DIETZ, R., OUTRIDGE, P.M., VE HOBSON, K.A. (2009). Anthropogenic contributions to mercury levels in present-day Arctic animals--a review. *Sci Total Environ.* **407**(24):6120-31.
- DİP A. (2008). Otopsi Olgularında Alınan Kalp Dokusu Örneklerinde İz Element Ve Toksik Metal Düzeyleri. Disiplinler arası Adli Tıp Anabilim Dalı Adli Kimya Ve Adli Toksikoloji Programı, Doktora Tezi.
- DPT (2001). Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu, Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Toprak Sanayi Hammaddeleri Çalışma Grubu Raporu, DPT:2611-ÖİK:622, Ankara.
- DUFFUS, J. H. (2002) Heavy metals a meaning less term? IUPAC Technical Report. *Pure and Applied Chemistry*. **74**:793-807.
- DÜNDAR Y, ASLAN R. (2005). Yaşamı Kuşatan Ağır Metal Kurşunun Etkileri. *The Medical Journal of Kocatepe* **6**: 1-5. Mayıs Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- DÜNDAR, O. S. (2005). Sektörel Araştırmalar Seramik Sofra Ve Süs Eşyası Araştırma Müdürlüğü, ANKARA. Erişim [http://www.kalkinma.com.tr/data/file/raporlar/ESA/SA/2005-SA/SA-05-09-26_Seramik_Sofra_ve_Sus_Esyasi_Sektoru.pdf]. Erişim Tarihi: 10.04.2016.
- EISLER R. (1984). Trace Metal Changes Associated with Age of Marine Vertebrates. *Biol. Trace Elem. Res.* **6**: 165-180.
- EPA, (1980). Ambient Water Quality Criteria for Lead. U.S. Environ. Protection Agency Rep. 151 p. Avail. From Natl. Tech. Infor. Serv., 5285 Port Royal Road, Springfield, Virginia.
- ERGÜN, H. (2009). Afyonkarahisar Bölgesi Andezitlerinin Seramik Çamur Ve Sır Bünyelerinde Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Afyonkarahisar.
- ERKMEN, O. (2010). Gıda kaynaklı tehlikeler ve güvenli gıda üretimi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*. **53**(3):220-35.
- ERMAN, O. D. (2012). Türk Seramik Sanatının Gelişimi: Toprağın Ateşle Dansı. *Online Thematic Journal of Turkic Studies*, 1. [www.actaturcica.com].
- ERTÜRK, K. (2011). Seramik Sanatı'nda Bir Tasarım İlkesi Olan Koram'ın İncelenmesi Ve Kişisel Yorumlar, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Seramik Anasanat Dalı Yüksek Lisans Tezi, Afyonkarahisar.
- EU DRAFT COMMISSION REGULATION 2012. "DRAFT COMMISSION REGULATION (EU) on ceramic materials and articles intended to come into contact with food". Erişim: [<http://fera.co.uk/aboutus/nationalReferenceLaboratory/materialsContact/documents/draftCommissionRegulationCeramicMaterials.pdf>]. Erişim Tarihi: 18.04.2016.
- EVCİMEN M. (2015). Kadmiyum Toksikasyonuna Maruz Bırakılan Ratlarda Polydatin ve Üzüm Çekirdeği Ekstraktının Kan, Karaciğer, Böbrek, Beyin ve Testis Dokularına Etkilerinin Histopatolojik ve Oksidan-Antioksidan Göstergelerle Araştırılması. Doktora Tezi, Veteriner Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı.

- FANG, M. Z., KIM, D. Y., LEE, H. W., CHO, M. H. (2001). Improvement of in vitro two-stage tests for mutation assay and determination of the promotional effect of cadmium. *Toxicology in Vitro*. **15**: 225-231.
- GIDA İLE TEMAS EDEN SERAMİK MALZEMELER TEBLİĞİ, (2012). Türk Gıda Kodeksi Gıda İle Temas Eden Seramik Malzemeler Tebliği (TebliğNo: 2012/30) Erişim: [http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/04/20120419-11.htm]. Erişim Tarihi:18.04.2016.
- GİRAY, H, SOYSAL A. (2007). Türkiye’de gıda güvenliği ve mevzuatı. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*. **6**: 485-490.
- GOULD, J.H., MOSS, R.I., R.I. (1982). Comparison of oven hot-leach method with room temperature release of lead and cadmium from glazed and enameled ware. *Am. Ceram. Soc. Bull.* **61** (12): 1307–1310.
- GRANDJEAN, P.(1992). “Health Significance of Metals-Lead”, Maxcy-Rosenau Last Public Health and Preventive Medicine. Ed. Last JM, Wallace RB., 13. Baskı.
- HALEFOĞLU, Z.Y., EVLİYA, H. KILINÇ N. (2006). Heavy Metals Leaching From, Low Temperature Glazed Turkish Traditional Ceramic Wares Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi.15:1,165-170
- HAMILTON, D. (1977). Glazes. In The Thames and Hudson Manual of Pottery and Ceramics. Thames and Hudson Ltd. London, UK, pp 124-4.
- HAYES, R.B.(1997). Cadmium. *Cancer Causes and Control*. **8**: 374-380.
- HIGHT, S. C. (2001). Determination of lead and cadmium in ceramic ware leach solutions by graphite furnace atomic absorption spectroscopy: Method development and interlaboratory trial. *Journal of AOAC International*. **84**, 861-872.
- HIŞİL, Y. (1989). Metalik Kontaminasyon ve minerel Madde Korunumu Yönünden Çift Tabanlı Çelik Tencerelerin Diğer Tencerelerle Karşılaştırılması. *GIDA*. **14**: (6)363-369.
- IARC (1998). Ninth Report on Carcinogens, Cadmium and Cadmium Compounds, Known to be human carcinogen, First Annual Report on carcinogens as Reasonably Anticipated to be Human Carcinogens, 1-8.
- IARC. (1993). Cadmium and cadmium compounds. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum, **58**: 119–237. PMID:8022055
- İPEK, H. (2003). Seramik Hammaddede Karışımlarının Öğütülebilirlik Özelliklerinin Belirlenmesi. Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Mayıs, Eskişehir, 247 s.
- JÄRUP, L. (2003). Hazards of heavy metal contamination. *British medical bulletin*. **68**(1):167-82
- JÄRUP, L., ÅKESSON, A. (2009). Current status of cadmium as an environmental health problem. *Toxicol Appl Pharmacol*. **1**; **238**(3):201-8.
- JÄRUP, L., BERGLUND, M., ELINDER, C.G., NORDBERG, G., VAHTER, M. (1998). Health effects of cadmium exposure—A review of the literature and a risk estimate. *Scand. J. Work. Environ. Health*., (Suppl.1). **24**: 1– 51
- KARAÖZ, B.(2014). Farelere Kadmiyum Uygulamasının Fertilite Parametreleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kadın Sağlığı Ve Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı, İzmir.

- KAYA, S., AKAR. F. (2002) Metaller, Diğer İnorganik Ve Radyoetkin Maddeler. Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji. Editörler: Sezayi Kaya, İbrahim Pirinççi, Ali Bilgili. Medisan Yayınları, 224-225.
- KİBİCİ, Y. (2002). Seramik Hammaddeleri ve Teknolojik Özellikleri. Afyon Kocatepe Üniversitesi Yayınları, Yayın No; 41, ISBN: 975-7150-52-5.
- KOROGLU, Ç. (2007). Ağaçlı-Bolluca (İstanbul) Yöresi Seramik Killerinin Malzeme Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- LEHMAN, R. L. (2002). Lead glazes for ceramic food ware. Internet. Research Triangle Park, NC: International Lead Management Center.
- LYNCH, R., ELLEDGE, B., PETERS, C. (2008) An assessment of lead leach ability from lead glazed ceramic cooking vessels. *Journal of environmental health*. **70**:36.
- Manual of Compliance Policy Guides (a) 2016. CPG Sec. 545.450 Pottery (Ceramics); Important Domestic – Lead Contamination:[<http://www.fda.gov/ICECI/ComplianceManuals/CompliancePolicyGuidanceManual/ucm074516.htm>]. Erişim Tarihi:18.04.2016.
- Manual of CompliancePolicyGuides (b) 2016: CPG Sec. 545.400 Pottery (Ceramics); Important Domestic –Cadmium Contamination. Erişim:[<http://www.fda.gov/ICECI/ComplianceManuals/CompliancePolicyGuidanceManual/ucm074515.html>]. Erişim Tarihi :18.04.2016.
- MATSHA, T., BRINK, L., VAN RENSBURG, S., HON, D., LOMBARD, C., ERASMUS, R.(2009).Traditional home brewed beer consumption and iron status in patientswithesophagealcancerandhealthycontrolsfromTranskei. *South Africa. Nutritionand Cancer*.**56**(1):67-73
- MAY, T.W., MCKINNEY, G.L. (1981). Cadmium, Lead, Mercury, Arsenic, and Selenium Concentrations in FreshwaterFish, 1976-77 NationalPesticideMonitoring Program. *Pestic. Monitor. J.*,**15**: 14-38.
- MEGEP (Mesleki Eğitim Ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi) (2007). Seramik Ve Cam Teknolojisi. Erişim [http://mebk12.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/34/16/964652/dosyalar/2012_12/08011046_seramik_ve_cam.pdf]. ANKARA]. Erişim Tarihi:10.04.2016.
- MEGEP (Mesleki Eğitim Ve Öğretim Sisteminin. Güçlendirilmesi Projesi) (2008). Kimya Teknolojisi Metaller 1, ANKARA.Erişim [<http://hbgm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/-kimya/moduller/Metaller1.pdf>]. Erişim Tarihi: 10.04.2016.
- MOHAMED, N. Y. M. CHİN & F. W. POK. (1995). Leaching of lead from local ceramic table ware.*FoodChemisrn*. **54**: 245-249.
- MUCUR, T. (2010). Vitrikiye Seramik Üretiminde Kullanılan Döküm Kilinin Dispersiyon/Akışkanlık Şartlarının Optimizasyonu Ve Bunun Ham Ve Pişmiş Ürün Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Seramik Mühendisliği Anabilim Dalı.
- MUTLU, N. (2009). Farede (MusMusculus) Kurşun Toksikitesine Karşı Kafeik Asit Fenetil Esterin (Cape) Koruyucu Etkisinin Histopatolojik Olarak Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı.
- OMOLAOYE, J. A., UZAIRU, A., GIMBA, C. E.(2010). Heavy metal assessment of some ceramic products imported in to Nigeria from China. *Archives of Applied Science Research*. **2**: 120-125. Erişim : [<http://scholarsresearchlibrary.com/archive.html>]. Erişim Tarihi:18.04.2016.

- ÖNDER, S. (2011). Seramik Cam Birlikteliğinin Araştırılması Ve Uygulanması. Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü Seramik Anasanat Dalı Yüksek Lisans.
- ÖRÜN, E., YALÇIN, S.S. (2011). Kurşun, Civa, Kadmiyum: Çocuk Sağlığına Etkileri ve Temasın Belirlenmesinde Saç Örneklerinin Kullanımı Lead, Mercury, Cadmium: Effects on Child Health and Using Hair Samples in Determination of Exposure. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*. **3**: 2, 73-81.
- ÖZÇELİK, D., TOPLAN, S., DARIYERLİ, N., GÜLYAŞAR, T., DURSUN, Ş. (2000). The effect of lead concentration on blood viscosity and erythrocyte osmotic resistance. *Cerrahpaşa J Med.* **31** (3): 129-133.
- ÖZDEMİR, A. D. (2005). Kâğıt Katkılı Seramik Bünyeler Ve Uygulamaları. Eskişehir Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sanatta Yeterlilik Tezi, Seramik Ana Sanat Dalı.
- RHODES, D., HOPPER, R. (2000). Clay and Glazes for the Potter, Revised Edition, Lola, WI: Krause Publications.
- ROONEY, BL., HAYES, EB., ALLEN, BK., STRUTT, PJ. (1994). Development of a screening total for prediction of children at risk for lead exposure in a Midwestern Clinical Setting. *Pediatrics*. **93**: 183-187.
- SHEETS, RW. (1997). Extraction of lead, cadmium and zinc from over glaze decorations on ceramic dinner ware by acidic and basic food substances. *Science of Total Environment*. **167**: 167–175.
- SHEETS, RW. (1998). Release of heavy metals from European and Asian porcelain in dinner ware. *Science of Total Environment*. **212**: 107–113.
- SHEETS, RW. (1999). Acid extraction of lead and cadmium from newly-purchased ceramic and melamine dinner ware. *Sci Total Environ*. **234**(1–3): 233–237.
- SO, T. A. (1997). Release of lead from ceramic food ware and crystal glassware Master of Science in Environmental Management. [<http://hdl.handle.net/10722/36780>]. Erişim Tarihi: 18.04.2016.
- SORAHAN, T., ESMEN, N. (2004). Lung cancer mortality in UK nickel-cadmium battery workers, 1947–2000. *Occup. Env. Med.* **61**: 108–116.
- SÖZBİLİR BAYŞU, N., BAYŞU, N. (2008). “Biyokimya” Güneş Tıp Kitabevi. ISBN : 978-975-277-171-0.
- STRETY, T.V.S. AND MADHAVA RAO, K.V. (1999). Ultra structural alterations in response to zinc and nickel stress in the root cell of pigeonpea. *Environmental and Experimental Botany*. **41**: 3-13.
- SÜMER, G. (1976). Seramik Sanayinde Üretim Teknolojisi. *Madencilik Dergisi*. **15** (3): 37-43. Erişim [www.maden.org.tr/resimler/ekler/09696910bdd874a_ek.pdf]. Erişim Tarihi: 10.04.2016.
- SÜMER, G. (1988). Seramik Sanayi El Kitabı. Anadolu Üniversitesi Yayınları. No: 308. Eskişehir.
- ŞANLI, C., HIZEL, S., ALBAYRAK, M. (2005). Kurşun ve Çocuk Sağlığı (Lead and Child Health), *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi (STED)*. **14**: (4), 70. Erişim: [<http://www.ttb.org.tr/STED/-sted0405/kursun.pdf>]. Erişim Tarihi: 18.04.2016.
- ŞEN, G. (2010). Seramik Ve Cam Materyallerin Sanat Objelerinde Birlikte Kullanım Olanaklarının Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Seramik Anasanat Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.

- TATAR, P. Ç. (2014). Kurşun Maruziyetinin İş Sağlığı Ve Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi (Akü, Maden Ve Metal İşyerlerinde). Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara. Erişim:[<https://www.csgeb.gov.tr/media/1999/-caglapinartatar.pdf>]. Erişim Tarihi:18.04.2016.
- TEZCAN, Ö. (2011). Kadmiyum'un İnsan Eritrositleri Üzerine InVitro Toksik Etkisi Ve Vitamin C Ve E'nin Koruyucu Rolü. Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yozgat.
- TÖZÜN, M. (2007). Eskişehir'de Kurşunla Çalışan İşyerlerinde Kurşun Maruziyeti. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi, Eskişehir,
- TÜRKÖZÜ D., ŞANLIER, N.(2012). Gıdalardaki Ağır Metal Kontaminasyonları: Güncel Bakış. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*. **26** (4): 73-80 ISSN:1309-0550
- TÜRKÖZÜ, D., ŞANLIER, N. (2014). Heavy Metal Contamination of Food: Sources of Contamination, Health Risks and National/International Standards. *Electronic Journal of Food Technologies*. **9**(3) 29-46.
- TÜZÜN, D.(2007). "Kurşuna Maruz Kalan İşçilerin Tadevisinde Kullanılan Şelatör Ajanların Değerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- ÜNAL, O. Yapı Malzemesi Ders Notları. Erişim [http://teknolojikarastirmalar.com/egitim/yapi_malzemesi/icerik/seramik.htm]. Erişim Tarihi: 10.04.2016.
- VALADEZ-VEGA, C., ZUNIGA-PEREZ, C., QUINTANAR-GOMEZ, S., MORALES-GONZALEZ, J. A., MADRIGAL-SANTILLAN, E., VILLAGOMEZ-IBARRA, J. R., SUMAYA-MARTINEZ, M. T., GARCIA-PAREDES, J. D.(2011). Lead, cadmium and cobalt (Pb, Cd, and Co) leaching of glass-clay containers by pH effect of food. *Int. J. Mol. Sci.* **12**: 2336-2350.
- VELAYUDHAN, V.P.(2013). Studies of Leaching of Metals from Food Ceramics .Master of Science in Chemistry, The University of Waikato.
- VEROUGSTRATE, V., LISON, D, HOTZ, P.(2002). A systematic review of cytogenetic studies conducted in human populations exposed to cadmium compounds. *Mutation Research*, **511**: 15-43.
- VİKİPEDİ (2016 a). Erişim <https://tr.wikipedia.org/wiki/Kur%C5%9Fun>. Erişim Tarihi: 15.04.2016.
- VİKİPEDİ (2016b). Erişim:[<https://en.wikipedia.org/wiki/Cadmium>]. Erişim Tarihi: 15.04.2016.
- VURAL, H.(1993). Ağır metal iyonlarının gıdalarda oluşturduğu kirlilikler, *Çevre Dergisi*. **8**: 3-8.
- WHO. (1995). Environmental Health Criteria 165-Inorganic lead, Geneva, World Health Organization. Erişim:[<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc165.htm>]. Erişim Tarihi: 18.04.2016.
- YALÇIN, M. (2009). Ratlarda Kadmiyumun Böbrekteki Hasarına Karşı Karnitinin Koruyucu Etkisinin Işık Mikroskopik Düzeyde İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Histoloji – Embriyoloji (Tıp) Anabilim Dalı.
- YAPICI, G., CAN, G., ŞAHİN, Ü. (2002). Çocuklarda Asemptomatik Kurşun Zehirlenmesi. *Cerrahpaşa Tıp Derg.* **33** (3): 197-204. 7.

YAŞAR, Ü. (2009). *Cercis Siliquastrum* L. Subsp. *Siliquastrum* (Fabaceae)' Un Ağır Metal Kirliliğinde Biyomonitor Olarak Kullanımı. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, İstanbul.

ÖZET

Afyonkarahisar’da Satılan Seramik Bardaklarda Kurşun ve Kadmiyum Migrasyonunun Belirlenmesi

Seramik mutfak gereçleri kurşun ve kadmiyum zehirlenmesinin önemli bir kaynağı olarak kabul edilmektedir. Kurşun, kadmiyum ve diğer ağır metaller ciddi sağlık sorunlarına neden olabilecek konsantrasyonlarda seramik mutfak gereçlerinden gıdalara sızabilmektedir. Bu çalışma Afyonkarahisar ilinde satılan seramik bardaklardan kurşun ve kadmiyum migrasyonunu belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada toplam 25 adet seramik Afyonkarahisar ilinde değişik kaynaklardan satın alınmıştır. Bu ürünlere Gıda İle Temas Eden Seramik Malzemeler Tebliğinde’de (2002/32) belirtilen, 24 saatlik % 4’lük asetik asit testi uygulanmış ve ICP-MS ile kurşun ve kadmiyum konsantrasyonları tespit edilmiştir.

Araştırılan örneklerden %4lük asetik asit deneyi sonucu elde ettiğimiz bulgular, Amerika Birleşik Devletlerinde, Japonya da, Avrupa Birliği ülkelerinde ve Türkiye de halen yürürlükte olan yasal düzenlemelerde kurşun ve kadmiyum için bahsi geçen maksimum yasal sınırların altında bulunmuştur. Ancak gelecekte bu konuda yeni yasal düzenlemelerin ve daha düşük kabul edilebilir üst sınırların ortaya konacağı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bardak, kurşun, kadmiyum, migrasyon, seramik

SUMMARY

Determination of Lead and Cadmium Migration from Ceramic Cups Sold in Afyonkarahisar, Turkey

Ceramic kitchenwares has long been recognized as important a source of lead and cadmium poisoning. Lead, cadmium and other heavy metals are found to leach from ceramic kitchenwares in concentrations high enough to result serious health hazards. The aim of the this study was to determine the migration of lead and cadmium from ceramic cups sold in Afyonkarahisar.

A total of 25 ceramic cups were purchased from different sources in Afyonkarahisar. These products were applied for 24 hours in 4% acetic acid test as directed in “Turkish Food Codex –Communiqué on Materials and Articles that are in Contact with the Foodstuffs (2002/32)” and lead and cadmium concentrations were determined by ICP-MS.

The results of 4% acetic acid tests was found lower than legal limits of ABD, Japanese, European Union and Turkey policy. However, the future new legislation on this issue is coming with lower acceptable limits for aforementioned countries.

Key Words : Ceramic, Cups, Cadmium, Lead, Migration

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Yasemin KARABULUT

Doğum Yeri : Gölhisar/Burdur

Doğum Tarihi : 1976

Medeni Hali : Evli iki çocuklu

Yabancı Dili İngilizce

:

Eğitim Durumu

İlköğretim : Dalaman Atakent İlköğretim Okulu

Lise : Ortaca Lisesi

Lisans : Kafkas Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi,
Kimya Bölümü (1999)

İş Tecrübesi

Öğretmen : **1999-2007** Afyon Savran Kazım Özer İlköğretim
Okulu

Öğretmen : 2007-2014 yılları arası Işıklar Kocatepe
İlköğretim Okulu

Öğretmen : 2014- Antalya İli, Döşemealtı Killik İlköğretim
Kurumu