

**T.C.
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**KURŞUN MARUZİYETİNİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ
AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ
(AKÜ, MADEN VE METAL İŞYERLERİNDE)**

Çağla Pınar TATAR

(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi /Araştırma)

ANKARA-2014

**T.C.
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**KURŞUN MARUZİYETİNİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ
AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ
(AKÜ, MADEN VE METAL İŞYERLERİNDE)**

Çağla Pınar TATAR

(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi /Araştırma)

**Tez Danışmanı
Ahmet ERSOY**

ANKARA-2014

T.C.

**Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü**

O N A Y

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü
İş Sağlığı ve Güvenliği Uzman Yardımcısı Çağla Pınar TATAR,
İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanı Sn. Ahmet ERSOY danışmanlığında tez başlığı “**Kurşun
Maruziyetinin İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi (Akü, Maden ve
Metal İşyerlerinde)**” olarak teslim edilen bu tezin tez savunma sınavı/....../2014 tarihinde
yapılarak aşağıdaki jüri üyeleri tarafından “**İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi**” olarak
kabul edilmiştir.

İmza

Unvanı Adı Soyadı
JÜRİ BAŞKANI

İmza

Unvanı Adı Soyadı
ÜYE

İmza

Unvanı Adı Soyadı
ÜYE

İmza

Unvanı Adı Soyadı
ÜYE

İmza

Unvanı Adı Soyadı
ÜYE

Yukarıdaki imzaların adı geçen kişilere ait olduğunu onaylıyorum.

Kasım ÖZER
İSGGM Genel Müdürü

TEŐEKKÖR

İŐ Saęlıęı ve Gűvenlięi Genel Műdűrlűęű ve İSGŪM’de İSG uzman yardımcısı olarak çalıŐmaya baŐladıęımızdan beri, mesleki ve tecrűbe açısından çalıŐmalarımnda destek olan ve tamamlamıŐ olduęum bu tez çalıŐmamı hazırlama aŐamasındaki deęerli katkılarından dolayı Genel Műdűrűm Sayın Kasım ŐZER’e, Genel Műdűr Yardımcılarım Sayın Dr. H. N. Rana GŪVEN’e, Sayın İsmail GERİM’e, Sayın Ahmet ÇETİN’e, İSGŪM Műdűrűm Sayın Halil POLAT’a, İSGŪM Műdűr Yardımcım Sayın Cemil AGAH’a, mesleki bilgileriyle çalıŐmalarıma katkıda bulunan deęerli birim Őefim Sayın Hediye Őzgen TİMUÇİN’e, deęerli yorumlarıyla tezime yűn veren tez danıŐmanım Sayın Ahmet ERSOY’a, űlűm ve analizlerim sırasında bana destek olan Sayın Bahar TİRİYAKİ BOęA’ya ve Sayın Eray BOęA’ya ve elbette bu sűre içinde beraber çalıŐmaktan mutluluk duyduęum ve her zaman deęerli kakılarıyla yanımda olan aileme ve tűm çalıŐma arkadaŐlarıma en derin duygularımla teŐekkűr ederim.

ÖZET

TATAR, Çağla Pınar

**Kurşun Maruziyetinin İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi
(Akü, Maden ve Metal İşyerlerinde)**

**Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü Müdürlüğü
İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi /Araştırması**

Ankara - 2014

Kurşun doğada yaygın olarak bulunan, endüstride oldukça fazla kullanılan aynı zamanda insan sağlığını tehdit eden zehirli bir metaldir. Bu nedenle kurşun kullanımının yüksek olduğu belirlenen akü imalat ve bertarafı, metal ve maden endüstrilerinde maruziyetin değerlendirilmesi ve azaltılması önem taşımaktadır.

Yapılan bu çalışma ile akü imalatı ile bertarafı, metal ve maden sektörlerinde araştırma kapsamında belirlenen işyerlerinde çalışanların işyeri ortam havası kurşun konsantrasyonları ile kanda kurşun konsantrasyonları tespit edilmiş, sonuçlar maruziyet sınır değerlerle karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Bu amaçla seçilen 22 işyerinde belirlenen 175 noktadan işyeri ortam havası numuneleri alınmıştır. Bununla beraber kurşunun sağlık üzerine etkilerinin daha iyi değerlendirilebilmesi için üç sektörde belirlenen işyerlerinde 50 çalışandan hava numuneleri ile birlikte kan örnekleri alınmış ve TS ISO 8518 Kurşun ve Bileşiklerinin Tayini - Atomik Absorbsiyon Metodu kullanılarak analiz edilmiştir. Tespit edilen işyeri ortam havası kurşun konsantrasyon değerleri maruziyet sınır değeri olan $0,15 \text{ mg/m}^3$ ile karşılaştırıldığında akü ve metal işyerlerinde toplam 15 noktada sonuçlar sınır değer üzerinde tespit edilmiştir. Kanda kurşun tayini sonuçları akü işyerlerinde 3 noktada maruziyet sınır değeri olan $40 \mu\text{g}/100 \text{ ml kan}$ 'ın üzerinde tespit edilmiştir. Yapılan analizler karşılaştırıldığında genel olarak işyeri ortam havası kurşun konsantrasyonu ile kanda kurşun konsantrasyonu arasında pozitif bir ilişki olduğu gözlenmiştir. Tespit edilen sonuçlar yorumlandığında her üç sektördeki işyerlerinde işyeri ortam havası kurşun konsantrasyonlarının büyük bir kısmının OSHA, NIOSH ve ACGIH'in belirlediği referans sınır değeri olan $0,05 \text{ mg/m}^3$ 'ün üzerinde olduğu görülmüştür.

Bu sonuçlar; işyeri ortamında kurşun kullanımı olan proseslerde tüm aşamalarda çalışanların yoğun bir maruziyete uğradıklarını ve alınacak önlemlerin gerekliliğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Maruziyet sınır değeri, kurşun maruziyeti, kurşun konsantrasyonu

SUMMARY

TATAR, Çağla Pınar

Evaluation of Lead Exposure in Terms of Occupational Health and Safety

(Battery, Mine and Metal Workplaces)

Ministry of Labour and Social Security, Directorate General of

Occupational Health and Safety

Thesis of Occupational Health and Safety Expertise

Ankara - 2014

Lead is a toxic metal that can be found widely in nature and quite commonly used in the industry. Therefore assessment and reduction of lead exposure is of high importance in battery manufacturing and disposal, metal and mining industries.

The aim of this study is to identify workplace air and blood concentrations of lead and evaluate these results by comparing with exposure limit values. To this end 175 predetermined workplace air samples are collected from 22 selected workplace of battery manufacturing and disposal, metal and mining industries. However to better evaluate the health effects of lead exposure blood samples of lead are obtained with air samples from 50 selected working area. Samples are analyzed by the method of TS ISO 8518 Determination of Particulate Lead and Lead Compounds – Atomic Absorption Spectroscopic Method. Detected workplace air concentration of lead values are compared with exposure limit values which is 0,15 mg/m³ and results of 15 working area of battery and metal industry are determined over the exposure limit values. Additionally blood concentrations of lead samples in 3 working area of battery industry are determined over the exposure limit which is 40 µg /100 ml blood. Compared blood and workplace air sample results indicate a positive relation in many sampled working area. Besides nearly all workplace air sample results are found over the exposure limit of 0,05 mg/m³ which is determined by OSHA, NIOSH and ACGIH although those are under 0,15 mg/m³.

Results of this study indicate that workers of all stages of lead processing are significantly expose to lead and also emphasized the importance of measures to be taken in order to reduce lead exposure.

Keywords: Exposure limit value, lead exposure, lead concentration

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
SUMMARY	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGE VE KISALTMALAR.....	v
GİRİŞ VE AMAÇ	1
GENEL BİLGİLER.....	3
KURŞUN.....	3
KURŞUNUN SANAYİDEKİ ÖNEMİ VE KULLANIM ALANLARI	4
KURŞUNA ALTERNATİF OLARAK KULLANILAN MADDELER	8
TÜRKİYE’DE KURŞUN MADENCİLİĞİ VE KURŞUN YATAKLARININ OLUŞUMU ..	9
KURŞUN MARUZİYETİ.....	10
KURŞUNUN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ	15
KURŞUN ZEHİRLENMESİ.....	23
KURŞUN MARUZİYETİNİN TESPİT EDİLMESİ.....	27
KURŞUN MARUZİYETİNİN ÖNLENMESİ VE AZALTILMASI	30
AKÜ, MADEN VE METAL İŞYERLERİNDE KURŞUN MARUZİYETİ.....	39
GEREÇ VE YÖNTEMLER.....	45
İŞYERİ ORTAM HAVASINDA KURŞUN KONSANTRASYONUNUN BELİRLENMESİ	47
KANDA KURŞUN KONSANTRASYONU TAYİNİ.....	50

BULGULAR	56
İŞYERİ ORTAM HAVASI KURŞUN KONSANTRASYONU ÖLÇÜM SONUÇLARI ...	56
KANDA KURŞUN KONSANTRASYONU TAYİNİ ÖLÇÜM SONUÇLARI.....	65
İŞYERİ ORTAM HAVASI VE KANDA KURŞUN KONSANTRASYON DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	69
TARTIŞMA.....	78
SONUÇLAR.....	84
KAYNAKLAR.....	87
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	91
TABLolar LİSTESİ	93
ÖZGEÇMİŞ.....	95
EKLER	96

SİMGELER VE KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
AAS	Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi
DSÖ	Dünya Sağlık Örgütü
DT05	Kurşun ve Kurşun Bileşiklerinin Tayini-Atomik Absorpsiyon Metodu Deney Talimatı
DT07	Kanda Kurşun Tayini-Grafit Fırın Atomik Absorpsiyon Metodu Deney Talimatı
EDTA	Etilendiamintetraasetat (Oral Şelatlayıcı Ajanlar)
ILO	International Labour Organization
IARC	Uluslararası Kanser Araştırma Kurumu
İSGÜM	İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü Müdürlüğü
KKD	Kişisel Koruyucu Donanım
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
OSHA	European Agency for Safety and Health at Work
PPM	Milyonda bir (Part/million)
PPB	Milyarda bir (Part/billion)
SGK	Sosyal Güvenlik Kurumu
TÜRKAK	Türkiye Akreditasyon Kurumu
TWA	Zaman Ağırlıklı Ortalama Sınır Değer

GİRİŞ VE AMAÇ

Antik çağlardan bu yana metal cevherleri işlenerek kullanılmış ve kullanılan bu metaller insan faaliyetleri sonucunda doğal çevrimler dışında atmosfere, hidrosfere ve pedosfere yayılmaya başlamışlardır. Yüzyıllar boyunca insanlar ağır metalleri sağlık ve çevresel etkilerini bilmeden takı, silah, su borusu vb çeşitli amaçlar için kullanmışlardır. Sanayileşme ile birlikte ağır metal içeren kömürlerin yakılmaya başlanması ile endüstri bölgelerindeki ağır metal kirliliği aşırı boyutlara ulaşmış ve bunun sonucunda ağır metal kirliliğinden kaynaklanan ilk tanımlanan zehirlenmeler Japonya’da ortaya çıkmıştır. Ağır metal ifadesi fiziksel özellik açısından yoğunluğu 5 g/cm^3 ’ten yüksek olan metaller için kullanılır. Bu grubu kurşun, kadmiyum, krom, kobalt, bakır, nikel, çinko, cıva olmak üzere 60’den fazla metal oluşturmaktadır. Bu grupta bulunan metallerin belirli bir zaman aralığında canlı organizmada diğer metallere kıyasla akümülyasyonunun fazla olması ve bunun sonucunda oluşan negatif etkinin giderek artması nedeniyle “nispeten yüksek yoğunluğa sahip ve düşük konsantrasyonlarda bile zehirleyici olan metal” anlamına gelen ağır metal ifadesi sıklıkla kullanılmaktadır [1].

Kurşun doğada yaygın olarak bulunan ve kolay işlenebilir bir metal olması nedeniyle endüstride oldukça fazla kullanılan, bu nedenle endüstrileşmiş toplumlarda insan sağlığını tehdit eden zehirleyici bir ağır metaldir. Yaygın kullanımı nedeniyle çok çeşitli kaynaklardan kurşuna maruziyet söz konusudur. Ülkemizde son yıllarda yasal düzenlemeler ile zararlı etkileri bilinen kurşuna yönelik işyerlerinde düzeltici teknik önlemler alınmış ve maruziyet azaltılmaya çalışılmıştır. Ancak kurşunun insan vücudunda akümüle olarak birikmesi ve ilerleyen zaman içerisinde çeşitli rahatsızlıklara sebebiyet

vermesi nedeniyle kurşun maruziyetinin akut ve kronik etkileri ve bu etkilerin değerlendirilmesi yüksek önem taşımaktadır [2,3].

Sektörel araştırmalar kurşun maruziyeti ve bunun sonucunda oluşan sağlık etkilerinin kurşun kullanımının en üst düzeyde olduğu akü imalat ve gerikazanım sanayisi ile maden ve metal sektörlerinde yapılan işler sonucunda meydana geldiğini göstermektedir. Bu nedenle yapılan bu çalışma ile akü üretimi ile gerikazanımı yapılan işletmelerde, kurşun maruziyetinin olduğu bilinen madenlerde ve kurşunla çalışılan metal işletmelerinde belirlenen 175 noktadan işyeri ortam havası numuneleri alınmış ve bu numuneler laboratuvar ortamında analizlenerek kurşun konsantrasyonları tespit edilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda bulunan değerler sektörel olarak karşılaştırılmıştır. Kurşun maruziyetinin çalışanın sağlığı üzerine olan etkilerinin daha detaylı belirlenmesi amacıyla kurşunla çalışan kişilerden kan numunelerinin alınması ve kanda kurşun tayininin yapılması gerekmektedir. Bu işyeri ortam havası kurşun maruziyetinin daha sağlıklı olarak değerlendirilmesini sağlamaktadır. Bu amaçla çalışılan üç sektör içerisinde belirlenen işyerlerinde işyeri ortam havası kurşun numunelerinin alındığı noktalarda çalışan 50 kişiden kan numuneleri de alınarak kanda kurşun konsantrasyonları tayin edilmiş, bu değerlerin birbiriyle olan ilişkisi araştırılmıştır.

Yapılan bu tez çalışması ile araştırma kapsamında incelenen akü, maden ve metal işyerlerinde işyeri ortam havası ve kanda kurşun maruziyet değerleri tespit edilmiş, birbiriyle olan ilişkileri değerlendirilmiş, maruziyetin çalışan sağlığına olan etkileri incelenmiş ve bu işyerlerinde alınması gereken sağlık önlemleri araştırılmıştır. Yapılan çalışmanın kurşun maruziyetini vurgulayarak sektörel olarak alınacak önlemlerde yol gösterici olması hedeflenmiştir.

GENEL BİLGİLER

KURŞUN

Kullanılmakta olan en eski metallere biri olan kurşun, atom numarası 82 ve atom kütlesi 207,19 olan mavi gümüş rengi karışımı bir elementtir. Saf halde parlak görünümlü, yumuşak, oldukça ağır ve korozyona dayanıklı, kolayca şekillendirilebilme özelliğine sahiptir. Kurşunun son katmanında 4 açık elektron olmasına rağmen, genellikle bileşiklerinde +4 yerine +2 değerlik alır. Çünkü kalan son 2 elektron kolayca iyonize olabilir. Bu sebeple kurşunun inorganik bileşiklerindeki oksidasyon durumu +4 yerine +2 dir. Doğada daha çok galen adlı kurşun sülfür formunda veya demir, bakır, çinko, antimon ve gümüş metalleriyle birleşik olarak bulunur [4].

Ağır metaller arasında korozyona en dayanıklı olması yanında yassılaşıma ve tel çekme özelliğine de sahip bir metal olan kurşun, PbO, Pb₂O₃, PbO₄, PbO₂ ve Pb₂O olmak üzere 5 tipte oksitli bileşik oluşturur. Bunlar içerisinde en dayanıklısı PbO'dur. Kurşun metaline ait atomik, mekanik ve kütle özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir [5,6].

Tablo 1. Kurşuna İlişkin Temel Bilgiler [5,6]

Atomik Özellikleri		Kimyasal Özellikleri	
Atom Ağırlığı	207,21g/mol	Yoğunluk	11,34g/cm ³
Atom Numarası	82	Erime Noktası	327,46 °C
Periyodik Durumu	4. Grup; 6. Periyot	Kaynama Noktası	1749 °C

Kurşun yaygın olarak metal ürünleri, kablolar ve boru hatları alanlarında, boya ve pestisitlerde kullanılmaktadır. Saf metal olarak kurşun, levha, yapı kaplamaları, tel ve kablo imalatında kullanılmaktadır.

Sık ve yaygın olan bileşikleri ise, nemlenmeye karşı astar boya olarak sülüğen; patlayıcı fitili olarak kurşun dioksit; boya imalatında kurşun klorür; kauçuk sanayinde ve üstübeç olarak kurşun beyazı; lastik endüstrisinde yapıştırıcı olarak kurşun sülfat ve oksitleri; kurutucu olarak kurşun naftenattır. Endüstride kullanılan organik kurşun bileşikleri ise motorlarda patlama önleyici olması nedeniyle benzine katılan tetraetil ve tetrametildir. Akü imalatında da kurşun alaşımları kullanılmaktadır.

Kurşunun endüstriyel ürünlerin üretiminde yoğun olarak kullanılmasıyla birlikte endüstriyel meslek hastalığına sebep olduğu ortaya çıkmıştır. Kurşun maruziyeti nedeniyle ortaya çıkan kurşun zehirlenmesi ile ilgili bilinen ilk etkilenmeler Roma İmparatorluğu döneminde ucuz olması sebebiyle su borularında kurşun kullanılmasıyla ortaya çıkmıştır.

Ayrıca kurşun kaplar içinde saklanan şarap ve diğer üzüm içeceklerin kronik kurşun zehirlenmesine yol açtığı ve Roma İmparatorlarının davranış ve sinir sistemi yönünden anormallikler göstermelerinin sebebinin de kurşun zehirlenmesi olabileceği belirtilmiştir [1].

KURŞUNUN SANAYİDEKİ ÖNEMİ VE KULLANIM ALANLARI

Değişik fiziksel ve kimyasal kombinasyonlarıyla kurşun, sanayide birçok alanda kullanılmaktadır. Yumuşak olması, işlenme kolaylığı, yüksek özgül ağırlığı, yüksek kaynama noktası, düşük erime noktası, aşınmaya karşı direnci, enerji absorpsiyonu ve kısa dalga ışınları geçirmeme özellikleri ona birçok kullanım alanında üstün bir yer yaratmaktadır. Son yıllarda kurşun yerine çeşitli malzemeler kullanılmaya başlanmış olmasına rağmen, akü imalatı, maden sektörü, metal sektörü ve metal alaşımı olarak kullanımı, boya ve kimya sanayinde kullanımı olarak sanayi sektörünün önemli bir girdisini oluşturmaktadır [6].

Kurşunun ana kullanım alanı akü imalatı olup bunu maden ve metal sektöründeki kullanımları ile yeraltı haberleşme kablolarının kurşunla izolasyonu, diğer önemli tüketim alanlarıdır.

Korozyonu önleyen kurşun oksit boyalar, kabloların kaplanmasında, kurşun tetraetil ve tetrametil formlarında benzin içinde oktan ayarlayıcı bileşikler olarak, radyasyonu en az geçiren metal olması nedeniyle x ışınlarından korunmada, renkli televizyon tüplerinin yapımında ve mühimmat imalinde önemli kullanım alanları bulmuştur. Kurşunun sanayide en fazla kullanıldığı sektörler Tablo 2’de gösterilmiştir [6].

Tablo 2. Kurşunun kullanım alanları [6]

Kullanım Alanı	Tüketim Oranı (%)
Akü İmalatı	60.0
Demir Çelik / Metal Sektörü	8.0
Kablo İzolasyonu	5.5
Mühimmat	2.5
Alaşımalar	4.0
Kimyasal Maddeler / Pigmentler	13.0
Benzin Katkısı	3.0
Diğer	4.0

Akü İmalatı: Kurşun aküleri yalnız otomobillerde değil, ışıklandırma, haberleşme sistemleri ve elektrik enerjisi depo edilecek birçok endüstriyel ve askeri sistemlerde kullanılmaktadır. Kurşun-asit akülerinin plakaları kurşun alaşımından dökülmüş levhalardır. Bu alaşım; %6-12 antimon ve az miktarda arsenik, kalay ve diğer elementleri içermektedir.

Tetraetil kurşun (Pb(C₂H₅)₄): Benzin içindeki oktanı ayarlamak yani otomobillerde vuruntuyu önlemek için kullanılan bileşimlere antinock denir. Tetraetil (tetrametil) kurşun bu bileşimin aktif maddesini oluşturur. Süper benzin, bir galonda (3,6 litre) 2-4 ml; normal benzin ise 0,5-1,5 ml tetraetil kurşun içerir.

Litarj (Kurşun oksit): Akülerin pozitif ve negatif levhalarının yapımından başka seramik, kurşun kromat, vernik, böcek ilacı, lastik imalatı ve petrol rafinerisinde kullanım alanları vardır. Ayrıca altının ateş analizi (Fire Assay) yönteminde eritme için kullanılan ana kimyasaldır.

Kurşun Kılıfı: Telefon ve telgraf haberleşmelerinde, elektrik iletici ve dağıtıcı kablolarda kurşun kaplaması kullanılır. Kurşun kılıfının başlıca fonksiyonu; nem ve tahrip edici diğer etkenlere karşı dayanıklı olmasıdır. Bu özelliği ile yer altı kablolarının yapımında kullanılır.

Kalafat Kurşunu: Aşındırıcı etkenlere karşı direnci, esnekliği, düşük erime noktası ile kurşun su borularının eklem yerlerinde kullanılır.

Kurşun Yünü: Erimiş kurşunun elekten geçirilmesi ile kurşun iplikleri elde edilir. Bu iplikçikler petrol kuyularının musluklarında sızıntıyı önlemek için kullanılır.

Lehim: Genel olarak lehim %30-40 kurşun, %60-70 kalay içerir.

Milyatağı alaşımları: Makinenin hareketli ve sabit bölümleri arasında bağlantı sağlayan ve hareketli bölüme destek olarak kullanılan bu malzemeler kurşun, kalay ve bakır esaslı alaşımlardır.

Ergiyen Alaşımlar: Çapa kalıbı, mıknatıs, zımba, gaz silindirlerini kompreslemek için tıpa ve ateşe dayanıklı kapı yapımı ve benzeri alanlarda kullanılır.

Kurşun Yaprak: Kalınlığı 0,01 mm kadardır. Bazı tip elektrik kondansatörlerde kullanılır. Neme ve radyasyona karşı direnci nedeni ile tıpta paketlemede ve fotofilmde, dışçilikte ve radyografi endüstrisinde kullanılmaktadır. Ayrıca askeri alanda ordonat malzemesinin ışık ve nemden korunmasında, iyi kaliteli çayların paketlenmesinde kullanılır.

Radyasyon kalkanı: Kurşunun tehlikeli radyasyonu özellikle de gama ışınlarını azaltma özelliği vardır. Gama ve nötron ışınları iyonize özellikleri dolayısıyla canlı dokuları bozarlar, kurşun bu ışınları absorbe eder.

Titreşim Önleyici: çeşitli duyarlı aletler kurşun bloklar üzerinde monte edilir veya kurşun kılıflarla kaplanarak titreşimlerden korunur. Gemilerde boru sistemi yerleştirilirken makine titreşimini önlemek için borular kurşun kayışlarla yalıtılır.

Cam, sır ve cila: Kırmızı kurşun, beyaz kurşun, litarj ve kurşun silikatlar cam, sır ve cilada kullanılırlar.

İşlenebilir Pirinç: Pirinç ortalama %61,5 Cu, %3 Pb ve %35,5 Zn içerir. Pirinçlerin işleme özelliğini artırmak için %0.25-6 arasında kurşun ilave edilir. Alüminyum ve çeliğin işlenebilme özelliğini artırmak için de kurşun ilave edilir. Kurşunlu kırmızı ve sarı pirinçler boru takımları, madeni eşyalar, karbüratörlerde kullanılır.

Yarı iletken kurşun: Termoelektrik kurşun tellürid nükleer reaksiyon ısısından doğrudan doğruya elektrik elde etmekte kullanılır [6].

Kurşun içeren boyalar: Boyalarda kullanılan kurşun oranının son yıllarda kısıtlanmış olmasına rağmen yapılan ölçümler birçok işyerinde içeriğinde kurşun ihtiva eden boyaların kullanıldığını göstermektedir.

Beyaz Kurşun (üstübeç): Kaba formülü $2PbCO_3.Pb(OH)_2$ dir. Bazik kurşun karbonat veya beyaz kurşun çömlek sırrı cila ve camcı macunu yapımında kullanılan beyaz bir boyadır.

Kırmızı Kurşun (sülüğen): Demir köprüler, çelik yapılar, gemi tekneleri, su ve yakıt tanklarında aşınma ve pasa engel olmak üzere kullanılan standart bir boya cinsidir.

Orange Mineral: Parlak kırmızı bir kayaç olup renk vermede ve baskı mürekkebi yapımında kullanılır.

Kurşun Kromat: ($PbCrO_4$) Parlak sarı bir kayaç olup kurşun asetat veya nitrat çözeltisini potasyum veya sodyum bikromat ilavesiyle çökelek oluşturulur.

Bazik Kurşun Kromat: Amerikan kırmızısı, çin kızılı veya krom kırmızısı gibi isimler alır ve beyaz kurşundan yapılır.

Bazik Kurşun Slikat: Kurşun oksit ve silisin kompleks bir tuzunu oluşturan boya litarj, silis ve sülfirik asitle yapılır.

Bazik Kurşun Sülfat: Beyaz opak bir boyadır. Bazı plastikleri stabilize edici olarak kullanılır.

Mavi Kurşun: Mavimsi gri renge sahiptir. Pas önleyici olarak kullanılır [6].

KURŞUNA ALTERNATİF OLARAK KULLANILAN MADDELER

Bazı alanlarda kurşun yerine kullanılan çeşitli maddeler bulunmaktadır. Örneğin akülerde kurşun yerine, nikel-kadmiyum, civa, nikel-çinko, gümüş-çinko, demir ve karbon-çinko bileşimleri kullanılabilir. Ancak bunların elektrik özellikleri farklı olup, elde edildikleri hammadde kaynakları da yeterli değildir. Ayrıca birçoğu kurşundan daha pahalıdır. Yalnız yüksek enerjinin gerektiği özel uygulamalarda, büyük hacimli kurşun-asit akülerin yerine daha pahalı olan diğer maddeler tercih edilebilir. Elektrik araçlarında muhtemel kullanımlar için geliştirilmekte olan aküler arasında lityum sülfür, sodyum sülfür ve çinko klorür aküleri, kurşun-asit akülerine göre teorik olarak daha çok enerji kapasitesine sahiptir. Ancak lityum sülfür ve sodyum sülfür tipleri yüksek sıcaklıklarda (300 °C'nin üzerinde), çinko klorür tip ise düşük sıcaklıklarda (0-10 °C) daha verimlidir. MMT denilen bir manganez bileşiği ise benzin katkısı olarak kullanılmaktadır. Diğer bazı metal bileşikler de katkı malzemesi olarak kurşun yerine kullanılabilir. Ancak bunlar kurşuna oranla daha az elverişli, çok daha pahalıdır ve çevre sorunları yaratmaktadır. Rafinerilerde oktan derecesi artırılabilir, ancak kurşun ilave edilmezse benzin verimi düşer [6].

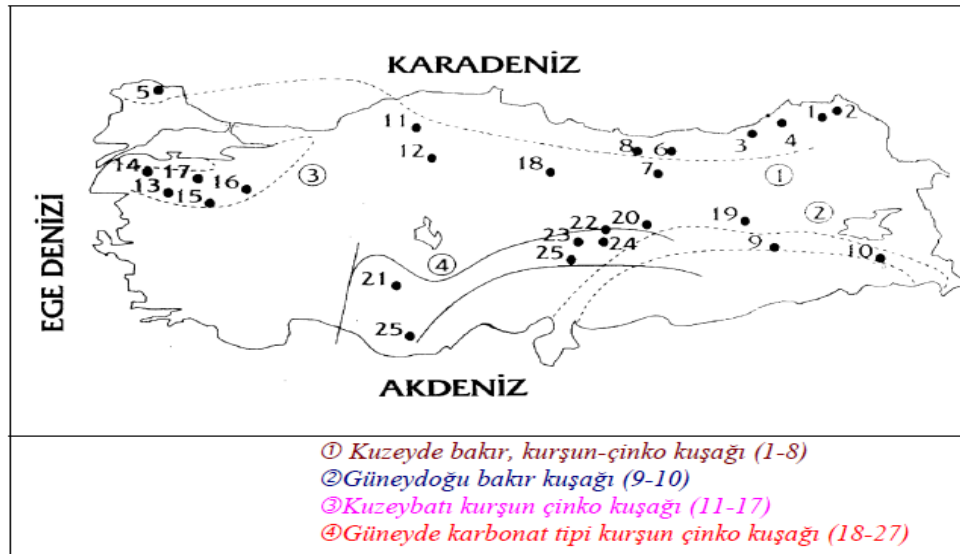
1974 yılından beri kurşunsuz benzin kullanacak şekilde otomobil tasarımları yapılmakta, kurşunsuz benzin ticareti gittikçe artmakta ve bütün yakıtlardaki ortalama kurşun oranları düşürülmektedir. İç cephe boyalarında, zehirli etkileri nedeniyle, artık kurşun kullanılmamaktadır. Dış boyalarda da titanyum ve çinko tercih edilmektedir. İnşaat ve karayollarında paslanma ve korozyona karşı dayanıklılığı nedeniyle kurşun boyaları temel malzeme olma özelliğini korumaktadır. Yüksek korozyonun bir sorun oluşturmadığı yeraltı ve haberleşme kablolarında kurşun yerine polietilen ve metalik veya organik malzemelerin bileşikler kullanılmaktadır. İnşaat kurşun, plastikler, galvanize çelik, bakır ve alüminyum ile rekabet etmektedir. Plastik ve asbest çimentolu borular da kurşun boruların yerini almıştır. Aşındırıcı kimyasal ortamlarda, kurşun yerine, paslanmaz çelik, titanyum, plastikler ve çimento, kalafatlama ve eklemelerde ise plastikler kullanılmaktadır. Demir ve çelik, cephanelerde kurşunun yerini almıştır. Tüp ve benzeri kaplarda, plastikler, alüminyum, kalay ve cam tercih edilmektedir [6].

TÜRKİYE'DE KURŞUN MADENCİLİĞİ VE KURŞUN YATAKLARININ OLUŞUMU

İnsanlığın kullandığı en eski metallere biri olan kurşun, medeniyetlerin gelişimde, metal ve alaşımlar halinde yaygın kullanım alanları bulmuştur. Anadolu'da kurşun ve çinko madenciliği MÖ 400 yıllarında başlamıştır. Önce Yunanlılar, Romalılar, daha sonra Bizanslılar, Selçuklular ve Osmanlılar bu madenleri zaman zaman işletmişlerdir. Bu dönemde yataklardan kurşun ve gümüş üretimi gerçekleştirilmiştir. Bolkardağ, Akdağmadeni, Gümüşhacıköy, Gümüşhane, Balya ve Anamurda eski çağlara ait curuflar bulunmaktadır. Türkiye'de ilk kurşun madeni üretimi Balıkesir'de Balya-Karaaydın madeninde olmuştur. Bu yataklardan en yüksek üretim seviyeleri 19 yy. sonları ile 20 yy. başlarında Fransız ve Yunan imtiyazındayken gerçekleştirilmiştir.

Bu işletmelerin çoğu 1918-1922 yılları arasında kapanmıştır. Türkiye'de kurşun, çinko, bakır yatakları:

- Kuzey Türkiye bakır, kurşun, çinko kuşağı,
- Güneydoğu Türkiye ofiyolit kuşağı,
- Kuzeybatı Türkiye kurşun-çinko kuşağı,
- Güney Türkiye karbonat tipi çinko-kurşun kuşağı, olmak üzere 4 metalojeni kuşağında yer almaktadır. Bu kuşakların dağılımı Şekil 1'de gösterilmektedir [6].



Şekil 1. Türkiye Kurşun-Çinko-Bakır Yatakları Dağılımı [6]

KURŞUN MARUZİYETİ

Maruziyet Kaynakları

Kurşun insan faaliyetleri ile ekolojik sisteme en önemli zararı veren ilk metal olma özelliği taşımaktadır. Çalışma ortamında izin verilen sınır değeri $0,15 \text{ mg/m}^3$ olan kurşun atmosfere metal veya bileşik olarak yayıldığından ve her durumda toksik özellik taşıdığından çevresel kirlilik yaratan en önemli ağır metaldir. Sanayide sıkça kullanılan kurşunun başlıca maruziyet kaynakları hava, su, toprak ve toz ile yiyecek ve içecekler olarak sıralanabilir.

Hava çevresel kurşun sirkülasyonunun en önemli yoludur. Endüstriyel öğütme işlemleri sırasında oluşan tozlar ve kurşun içeren yakıt dumanları havadaki kurşunun önemli kaynaklarıdır. Çok küçük partiküler yapısı, burun ve solunum yollarındaki bariyerlere takılmadan alveoler ortama ulaşmasını sağlar. Bununla birlikte yakma fırınları, madenlerin erime noktası farkından yararlanılarak ayrımının yapıldığı kalhaneler ve buna benzer yakıt olarak fosil yakıtların kullanıldığı endüstriyel prosesler kurşunun atmosfere yayılımını sağlayan diğer kaynaklardır.

Ev ortamında soluduğumuz havadaki kurşunun kaynağı ise kurşun içeren boyalarla boyanmış yüzeyler ve ev ortamında sigara içilmesinden kaynaklanabilmektedir. Erişkinlerde mesleksel olmayan kurşun maruziyeti için önemli bir kaynak da yiyecek ve içeceklerdir. Genellikle bütün yiyecek ve içeceklerle karışmış eser element olarak vücuda alınan ve besinsel değeri olmayan toksik bir maddedir. Kurşun toprakta bulunur ve topraktan yiyecek ürünlerinin yetişmesi sırasında transfer olur. Kökler, gövde ve yapraklardan daha fazla kurşun içerir. Tohum ve meyvelerde ise en düşük konsantrasyondadır. Havada bulunan kurşun, yapraklı sebzelere yapışabilir. Şehir merkezi veya çok yakın bölgelerde bulunan bu sebzelerde kurşun konsantrasyonu daha da artmaktadır. Besinlerin işlenmesi de kurşun kontaminasyonunu arttırabilir. Yerleşim yerlerine yakın olan kurşun işleme tesisleri ve madenler de kurşun konsantrasyonunu ve maruziyet kaynaklarını artıran etkenler arasında bulunmaktadır. Ayrıca yerleşim

merkezlerinde kullanılan suyun kurşun borularla taşınması ve kurşun depolarda bekletilmesiyle özellikle kalsiyum ve magnezyumca fakir yumuşak sularda kurşun konsantrasyonunun artacağı belirtilmiştir [1].

Kurşun toksisitesi bakımından tehlike altında olanlar, şu şekilde sıralanabilir;

- Çocuklar, gençler ve kadınlar,
- Anemisi olanlar,
- Tüberkülozlar, amfizemliler,
- Nazal (genizsel) solunumu bozuk olanlar (kurşun tozlarının tutulamaması nedeni ile),
- Alkolikler,
- Kurşunla çalışılan işletmelerde iş esnasında sigara içenler (kurşunun ellerden ağza geçmesi nedeni ile),
- Kronik konstipasyonu (kabızlık) olanlar,
- Akut ve kronik enfeksiyonları olanlar,
- Daha önceden kurşun zehirlenmesi geçirmiş olanlar [7].

Kurşunun Vücuda Alım Yolları / Absorpsiyonu

Kurşunun insan vücuduna en önemli ve sık gözlemlenen giriş yolu solunum ve sindirim sistemleridir. Bunun yanı sıra kurşun absorpsiyonu deri yolu ile de gerçekleşebilir. Endüstriyel kurşun zehirlenmelerinde solunum sistemi ile olan etkilenmeler daha önemli olmakla birlikte genel nüfus için sindirim sisteminin etkisi daha büyüktür. Kurşunun solunum ve sindirim sistemleriyle vücuda girmesinde parçacık büyüklüğü, maddenin fiziksel ve kimyasal özellikleri, kişinin yaşı, fizyolojik durumu, beslenme ve hijyen alışkanlıkları gibi özelliklerinin önemli etkileri vardır [8].

Solunum Yolu ile Absorpsiyon

Kurşunun organizmaya en belirgin ve sık görülen giriş yolu solunumdur. Kurşun buharı ve tozları solunum yolu ile akciğerlere ulaşır ve akciğerlerden kana geçer. Alveollere kadar inemeyen iri partiküllerin bir kısmı mukozada erir bir kısmı ise geri atılır. Kalan partiküller ise yutulmak sureti ile sindirim sistemine girer. Gastrointestinal kanaldan absorpsiyon ise vücuttaki kalsiyum, demir, yağ ve protein seviyelerine bağlı olarak değişir.

Kurşun zehirlenmelerinde solunum yolu ile maruziyet çok önemlidir. Çünkü alınan kurşunun %30-40 kadarı kan dolaşımına geçer. Tozların solunum sistemine girişi toz partiküllerinin büyüklüğüne ve bireylerin solunum kapasitelerine bağlı olarak değişir. Toz partiküllerin çapının 1,0 µm'den küçük olması durumunda veya işgücünün artması ile hızlı ve derin nefes alıp verme sonucunda emilim artar. Ayrıca havadaki toz aerosollerin fiziksel ve kimyasal özellikleri de maruziyet için önem taşır. Ayrıca absorpsiyon değerlendirilirken maruz kalan bireyin yaşı, beslenme alışkanlıkları ve genetik özellikleri de dikkate alınmalıdır [8].

Sindirim Yolu ile Absorpsiyon

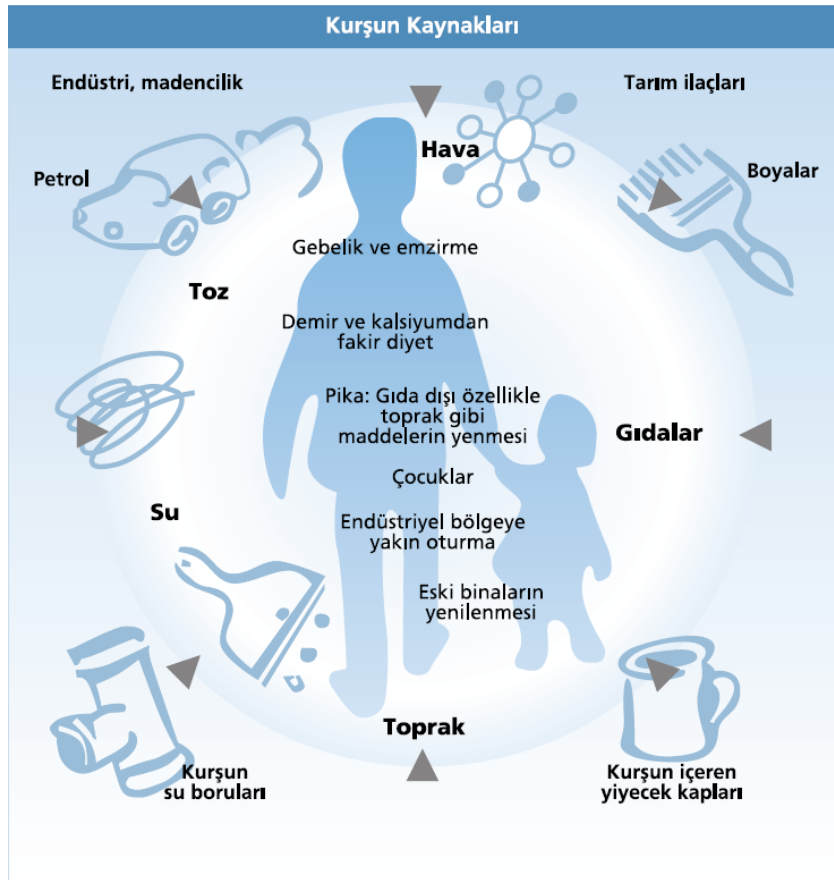
Sindirim sistemi yolu ile absorpsiyon, üst solunum yollarında tutulan parçacıkların yutulmasıyla ya da besinler, sigara veya parmak üzerinde bulunan kurşunun ağızdan alınmasıyla gerçekleşir.

İçme sularının kurşun kontaminasyonunun en belirgin birincil kaynağı su depoları ve taşıma tankerleridir. Alkollü içecekler saklandıkları fıçı ve varillerin tamirinde kullanılan kurşun lehimler, kurşun kapsülde tıkaçlar ya da üzüm yetiştirilirken toprağa atılan kurşun arsenat pestisitleri ile kontamine olabilir. Alkollü içecekler asidik özellikte olduğu için büyük miktarda kurşun; hazırlama, depolama ve servis sırasında çözünebilmektedir. Kurşun oksit boyalarla sırlanan kil kaplara asidik yiyecek ve içecekler konulması çocuklarda fatal intoksikasyona yol açabilecek miktarda kurşun serbest hale geçebilir. Bu kaplarda saklanan asitli gıdalardaki kurşun seviyeleri zamanla doğru orantılı olarak artış göstermektedir [7].

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından yapılan bir çalışmayla kişilerin besinler yoluyla aldıkları kurşun miktarının günlük 20-400 µg civarında olduğu belirtilmiştir. Bu yolla alınan kurşun miktarının %10 kadarı absorbe edilerek kan dolaşımına geçerken, geri kalanın büyük bir kısmı absorbe olmadan dışkı ile atılır. Çocuklarda ise kurşunun sindirim sisteminden %40-53 gibi çok yüksek oranlarda absorbe edildiği yapılan çalışmalarla gösterilmiştir [7].

Deri Yolu ile Absorpsiyon

Kurşunun deri ile emilimi daha çok organik kurşun bileşikleri için söz konusudur. Boyalara katılan kurşun oksit ve kurşun bileşiklerinin çalışanlara temas yoluyla geçtiği bilinmektedir. Genellikle kozmetik ürünler ya da bazı cilt kremlerinde kurşun olduğu bilinmektedir. Kurşun bileşikleri deriye bulaştıklarında özellikle lezyonlu bölgelerden kolay absorbe edilmektedirler. Çeşitli kaynaklardan kurşunun vücuda alınma yolları Şekil 2'de gösterilmiştir [9].



Şekil 2. Kurşunun Vücuda Alınma Yolları [9]

Kurşunun Metabolizması ve Vücuttan Uzaklaştırılması

Kurşun yumuşak bir metal olduğu için erime ve kaynama noktaları oldukça düşüktür. Kurşunun insan sağlığı üzerine etkilei bakımından önemli olan nokta, 500-600 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda kurşunun buharlaşmaya başlamasıdır. Bu buharın ihtiva ettiği mikron düzeyindeki erimiş kurşun partikülleri solunum yolu ile vücuda girerler. Daha az miktarda olan kurşun ise sindirim kanalından alınır [9].

Kurşun vücuda hangi yolla girerse girsin kanda ve çoğunlukla eritrositlerde bulunur ve eritrositlere bağlanan kurşun vücutta bütün organlara taşınır, bazı organlarda depolanır. Dolaşımdaki kurşunun %95 kadarı eritrositlere bağlanmış durumdadır, başlıca hemoglobine bağlanır. %6'sı plazmada albümine bağlı olarak, %0,2'si ise serbest iyonize şekilde bulunur [10]. Organizmaya giren kurşun kan yolu ile öncelikle karaciğer, dalak, kemik iliği, böbrekler, kas, sinir sistemi ve keratenize yapılar gibi çeşitli organ ve dokularda birikir. Daha sonra buralardan serbest hale geçen kurşun, kalsiyum bağımlı olarak kemik dokusunda ve dişlerde çözünmeyen kurşunfosfatları olarak birikir.

Depolanma bakımından kemikler en önemli yerlerdir. Erişkinlerde vücuttaki toplam kurşunun %90'ı iskelette depolanır ve bunun çok büyük bir kısmının kalın kemiklerde bulunduğu belirtilmiştir. Yapılan çalışmalar erkeklerin kemiklerindeki kurşun düzeyinin kadınlara göre 2-3 kat fazla olduğunu göstermiştir. Ayrıca yaş ilerledikçe kemikte toplanma oranı da artar. Çocukların kemiklerindeki kurşun düzeyi yetişkinlere göre daha düşüktür.

Kemik kurşunu inert değildir ve kan kurşununa aktif etkisi vardır. Saç ve tırnaklarda da kurşun bulunmaktadır. Devamlı olarak büyüyen bu dokulardaki kurşun metabolik olarak pasiftir. Kemikler dışında böbrek, karaciğer, pankreas, aort gibi yumuşak dokulardaki kurşun konsantrasyonu da önem taşımaktadır. Böbrek ve bazı dokularda kurşun proteine bağlanarak yoğun ve kurşunca zengin hücre içi "inclusion" cisimciklerini oluşturur. Organik kurşun bileşikleri ise öncelikle beyinde birikme gösterir. Yumuşak dokulardaki kurşun konsantrasyonu 20 yaşa kadar artma gösterir ve erkeklerde kadınlardan %30 daha fazladır. Gebelik sırasında kemikte birikmiş olan kurşun kemiği terk ederek

anneden fôtusa geçer. Fôtusun kurşuna maruziyeti sonucunda erken doğum, düşük doğum ağırlığı, ölü doğum ve bebek ölümlerinde artış görülür.

Vücuda giren kurşun engellenebildiği takdirde eliminasyonu için minimum iki yıl geçmelidir. Bunun nedeni kurşunun biyolojik yarı ömrünün 700-800 gün civarında olmasıdır. Kurşunun kandaki yarı ömrü 25 gün, yumuşak dokulardaki yarı ömrü 35-40 gün kemikte ise 20 yıldan fazladır [9,10].

Kurşunun Sağlık Üzerine Etkileri

Kurşun tipik bir kümülatif zehirdir. Kurşun vücuttan başlıca idrar ve dışkı yoluyla atılır. Absorbe olan kurşunun vücuttan atılma hızı çok yavaştır. Kurşun eliminasyonunun %76'sı idrar, %16'sı feçes (gaita) içeriği, %8'i tükürük, ter ve keratenize dokular yolu ile olmaktadır. Saç ve tırnaklarda biriken kurşun, az da olsa bunların kesilmesi veya dökülmesi ile elimine olabilir. Günde ortalama 38 µg kurşun idrarla elimine olmaktadır. Ayrıca anne sütünde 2 µg/dl kurşun bulunduğu tespit edilmiştir [7].

Kurşunun endüstriyel ürünlerin üretiminde yoğun olarak kullanılmasıyla birlikte endüstriyel meslek hastalığına neden olduğu bilinmektedir. Kimyasal maddelerle meydana gelen meslek hastalıklarının içerisinde kurşun maruziyeti sonucu meydana gelen kurşun zehirlenmeleri önemli yer tutmaktadır. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü'nün hazırlamış olduğu Meslek Hastalıkları Rehberi Bölüm 2'de Kurşun ve Kurşun Bileşiklerine Bağlı Hastalıklar belirtilmiş, kurşunun neden olduğu akut ve kronik etkiler açıklanmıştır [11]. Buna göre kurşunla çalışılan aşağıda sıralanmış işler, kurşun ve kurşun bileşiklerine maruziyetin beklendiği süreçler, işyerleri veya temizleme ve tamir işleri dahil risk değerlendirmesi sırasında dikkate alınmalıdır:

1. Kurşun taşınması depolanması boru, metal levha, çubuk ya da diğer biçimlerde muhafazası,
2. Kapalı taşıyıcılar içerisinde kurşun bileşiklerinin tutulması ve yüklenmesi,

3. Macun ya da katılaştırılmış termoplastiklerdeki kurşun içeren boyalı parlatici, cam ve seramik,
4. Kurşun içeren pigmentli işlem macunları ve baskıları ya da termoplastik olarak kullanılan kurşun içeren boyalar,
5. Kurşun içeren lehim ile lehimleme,
6. Kurşun cevherlerinin ve konsantra kurşun bloklarının eritilmesi (birincil kurşun eritme işlemi)
7. Kurşun içeren atığın ve ikincil ham maddenin geri dönüşüm için eritilmesi (ikincil kurşun eritme işlemi),
8. Kurşun içeren parçacıkların (mavi toz), kül ya da diğer tozlu malzemelerin taşıyıcıya yüklenmesi ve boşaltılması,
9. Kurşunun rafine edilmesi
10. Kurşunlanmış bronz, kurşun pigmentleri, kalay, kurşun tozu ve toz haldeki kurşun bileşikleri üretimi ve işlenmesi,
11. Kurşun kaplama,
12. Kurşun kristal karışımlarının hazırlanması ve yüklenmesi,
13. Kurşun içeren boyaların ya da diğer kurşun içeren ürünlerin püskürtülmesi (restorasyon),
14. Boya (restorasyon), akü (enerji saklama pili) ve plastik nesnelerin üretiminde toz halinde kurşun bileşiklerinin kullanımı,
15. Akü sanayinde şarj taşıyıcılarının üretimi, taşınması ve kurulumu,
16. Kurşun içeren kaplamaların çıkartılması (örnek: yakma işlemi, fırçalama, kumlama ya da kimyasal kullanarak)
17. Kurşun içeren metal parçaların ya da kaplamaların kaynaklanması ya da oksijen kaynağı ile kesilmesi,
18. Kurşun, kurşun alaşımı veya kurşun içeren kaplamaların mekanik (kumlama, parlatma, işleme) ya da termal olarak işlenmesi,
19. Kurşun üretilen ve kurşun işlenen alanlarda tamirat, temizleme ve hizmet verme,
20. Kurşun içeren malzemelerle çatı örtme,
21. Boyama cam, kalaylama (özellikle de tarihi yapıların restorasyonunda),
22. Kurşun içeren eskimiş cihazların sökülmesi (örnek: elektrikli ve elektronik aletler),
23. Kurşun içeren serbest işlenmiş çeliğin üretimi ve işlenmesi,

24. Kurşun içeren patlayıcıların (mühimmat ve özel patlayıcılar) kullanılması ve bu malzemelerin kullanıldığı yerlerin (atış poligonları gibi) temizlenmesi gibi işlerde kurşun maruziyeti dikkate alınmalı ve riskler değerlendirilerek, bu tür çalışmalarda maruziyet en aza indirgenmelidir.

Kurşun içeren malzemelerle çalışılırken çalışanlar tarafından çok küçük miktarda kurşunun bile toz ya da duman olarak alınacağı unutulmamalıdır. Alınan tozun büyük bir kısmı gastrointestinal sistem tarafından alınır (oral yolla alım, elden ağza geçiş). Bu yüzden, işyeri ortamında kurşun değeri düşük olduğunda, dahili kurşun alımı düzeyinin karar verme evresinde önemi vardır. Kandaki kurşun düzeylerinin büyük oranda işyerinin temizliğine, kişinin kendisine ve bireysel davranışlara bağlı olduğu görülmüştür [11].

Meslek Hastalıkları Rehberi aynı bölümde kurşun ölçüm ve analizi ile ilgili bilgiler de verilmiştir. Buna göre kurşun çalışma ortamında ve kanda ölçülür, çalışma ortamında maruziyet sınır değeri $0,15 \text{ mg/m}^3$ (inhale edilebilir aerosol) olarak belirlenmiştir. Kandaki kurşun düzeyi erkek işçilerde $300 \mu\text{g/l}$ ve kadın işçilerde ise $100 \mu\text{g/l}$ değerini geçmemelidir. Kandaki kurşun düzeyi erkek işçilerde $350 \mu\text{g/l}$ ve kadın işçilerde ise $200 \mu\text{g/l}$ değerini geçmesi halinde biyolojik örnekteki kurşun düzeyleri en geç 3 ay içerisinde belirlenmelidir. Kurşunun sağlık üzerine olan akut ve kronik etkileri rehberde belirlenmiştir. Buna göre kurşun esas olarak toz ya da duman biçiminde solunum yolu ve gastrointestinal yolla alınır. Kurşunun özellikle hemoglobin sentezi ve eritropoez, düz kas sistemi, periferik ve santral sinir sistemi ve vasküler sistem üzerinde etkileri bulunmaktadır. Kurşun hemoglobin sentezinde bazı enzimleri inhibe etmektedir. Bu durum δ -aminolevulik asit, koproporfirin III enzimlerinin artmış üriner atılımı ve iki değerlikli demirin protoporfirin IX ve hemoglobin prekürsörü ile kombinasyonunun inhibisyonuna neden olur Vücut tarafından alınan kurşunun bir kısmı tersiyer fosfat olarak (kurşun deposu) kemikte bağlanır. Kurşunun akut etkileri nadir olarak görülmektedir. Bu semptomlar ilk maruziyet sonrasında bir saat içinde ya da günler sonra; iştahsızlık, bulantı ve kusma, uykusuzluk, baş ağrısı ve baş dönmesi, anksiyete, konfüzyon, huzursuzluk, heyecanlanma, tremor, halüsinasyon, kardiyovasküler bozukluklar (hipotansiyon, bradikardi) ve bazı şiddetli olgularda latent dönemin ardından akut psikoz, spazm, deliryum, yüksek ateş, koma şeklinde belirtilerini gösterir.

Kurşun tarafından neden olunan bozukluklar genelde subakut ve kronik olmakla beraber bu bozukluklar genellikle ayırt edilemez ve aşağıdaki evrelerde görülür: Klinik olarak latent prekürsör evrede; kandaki kurşun düzeyinin artması, artan vejetatif kararsızlık, hafif anemi, eritrositlerde bazofilik noktalanma, solgun deri ve mukozalar, genel bitkinlik, anoreksia, başağrıları, zayıflık, bazen uzuvlarda ve eklemlerde ağrılar, gastrointestinal bozukluklar, konstipasyon gibi semptomlar gelişir. Kurşun zehirlenmesi işaretleri ise, bu semptomlardan daha şiddetlidir; kurşun koliği (şiddetli, çoğunlukla kolon kasılmaları ile persistan, bazen kusma ve gaitanın koyun dışkısı şeklini alması) ve solgun deri rengi şeklindedir. Kurşunun kanserojen etkileri bulunduğu dair bilimsel kanıtlar mevcuttur. 400 µg/l değerine kadar biyolojik eşik redüksiyonunun kararı sinir sistemi (beyin) üzerinde etkilere sahiptir. 700 µg/l değerinin altında bile görülen kan kurşun konsantrasyonlarında algı, öğrenme, hafıza, konsantrasyon ve dikkat eksikliği gibi durumların ortaya çıktığı ve ayrıca bilişsel performans, motor fonksiyonlar ve kişilik değişimleri gibi diğer parametrelerin geliştiği de görülmüştür. Renal epitelin yüksek düzeylerde EDTA-kurşun kompleksi ile yüklenme riski nedeniyle mesleki kurşun zehirlenmesi olan kişilerin parenteral ya da oral şelatlayıcı ajanlar (Etilendiamintetraasetat, EDTA) ile tedavisi genellikle kontra endikedir (yani olası zararları yararlarından daha fazladır) [11].

Türkiye’de Kurşun Maruziyeti Kaynaklı Meslek Hastalıkları İstatistikleri

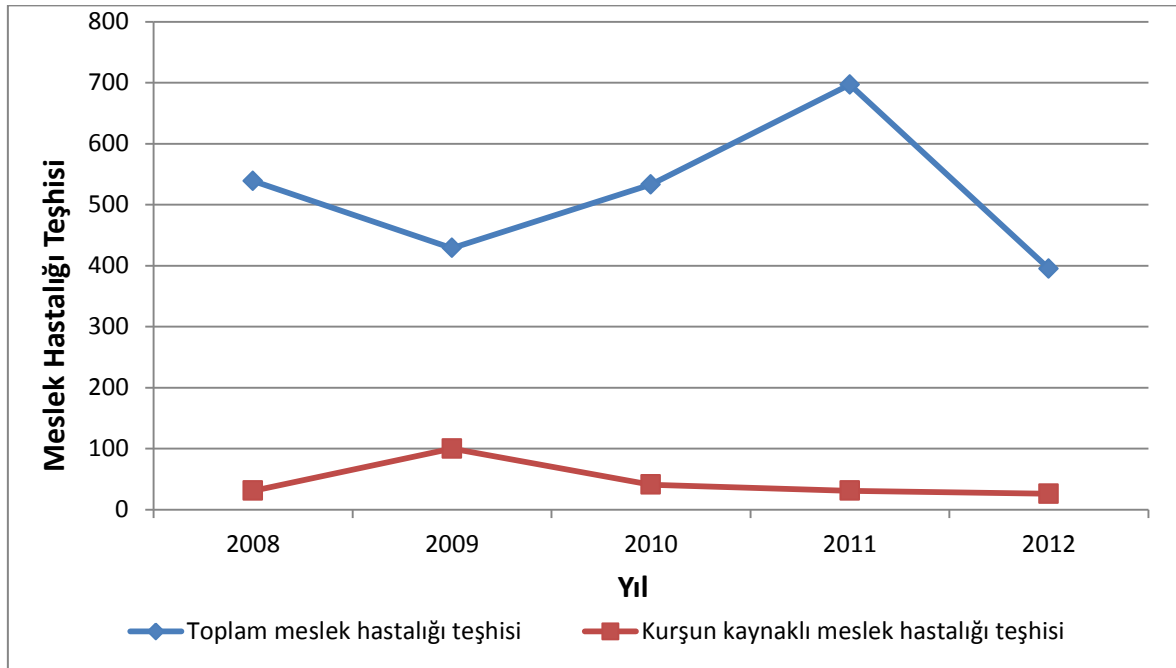
Kurşun maruziyeti sonucu meydana geldiği teşhis edilen meslek hastalıkları SGK tarafından hazırlanan istatistik yıllıklarında meslek hastalıklarının kaynağına göre dağılım tablolarında 17 ve 18 kod numarası altında değerlendirilmiştir.

SGK Meslek Hastalıkları İstatistiklerine göre 2012 yılında toplam 74 iş faaliyeti için teşhisi konulan toplam 395 meslek hastalığı sayısının 26’sı kurşun ve kurşun tozları maruziyeti nedeniyle meydana gelmiştir. Bu da 2012 yılında meslek hastalıklarının yapılan işin türüne göre dağılımında toplam hastalık sayısının % 7’sini oluşturmaktadır. Elde edilen istatistiklere göre kurşun ve kurşun tozları maruziyeti sonucu meydana geldiği teşhis edilen meslek hastalığı oranı toplam 74 iş faaliyeti arasında 2008 yılında %6, 2009 yılında %23, 2010 yılında %8, 2011 yılında %4 ve 2012 yılında %7 olarak açıklanmıştır. Bu

yüzdeler oranlar 74 iş kolu açısından değerlendirildiğinde kurşun maruziyetinin neden olduğu meslek hastalıklarının çok yüksek oranda olduğu açıkça görülmektedir. Kurşun ve kurşun bileşiklerinin sağlık üzerine etkileri araştırılırken bu değerlerin bildirilen kayıtlı meslek hastalığı teşhisleri olduğu da göz önünde bulundurulması gereken bir konudur.

Aynı istatistikler detaylı olarak incelendiğinde kimyasal kaynaklı meslek hastalıkları arasında kurşun maruziyeti sonucu meydana geldiği teşhis edilen meslek hastalığı oranı 47 iş faaliyeti arasında 2010 yılında %13 ile en fazla sayıda, 2011 yılında %8 ile arsenik ve benzen maruziyeti kaynaklı meslek hastalıklarından sonra 3. sırada ve 2012 yılında ise %35 ile yine en fazla meslek hastalığı teşhisi konulan iş faaliyeti olarak belirlenmiştir.

Bu istatistiki bilgileri grafiksel olarak oranladığımızda kurşun maruziyeti sonucu meydana gelen meslek hastalığı oranlarının çok yüksek olduğunu daha detaylı inceleyebiliriz. Şekil 3'te 2008 ve 2012 yılları arasında kurşun maruziyeti kaynaklı meslek hastalıkları sayısındaki değişimler grafiksel olarak gösterilmiştir [12].



Şekil 3. 2008-2012 Yılları Arasında Teşhis Edilen Kurşun Maruziyeti Kaynaklı Meslek Hastalıklarının Toplam Meslek Hastalığı Sayısına Oranı [12]

Bu grafikte 2008-2009 yılları arasında toplam meslek hastalığı sayısı azalırken kurşun ve kurşun tozları maruziyeti nedeniyle meydana gelen meslek hastalığı sayısının arttığını görebiliriz.

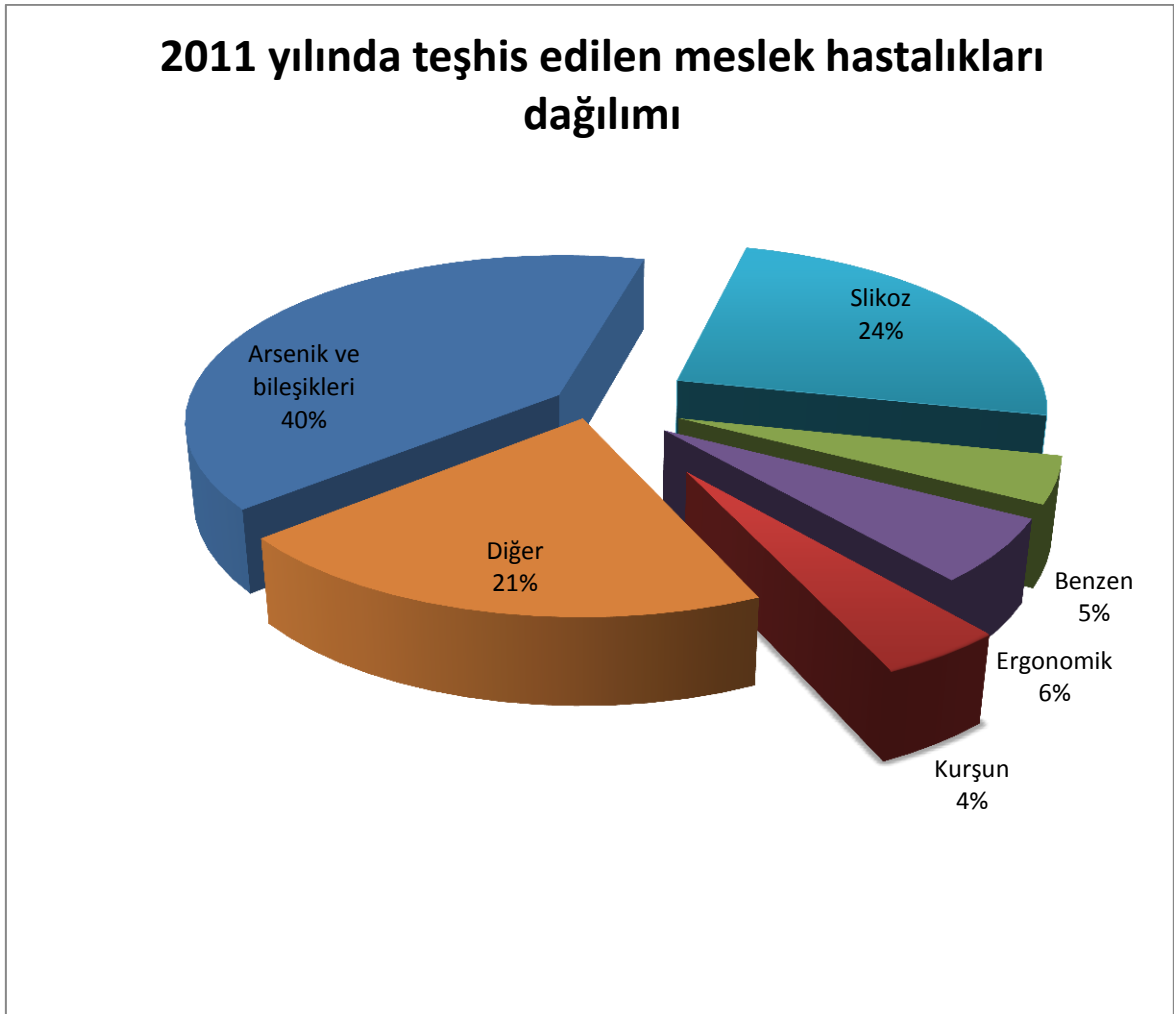
Aynı zamanda 2011 ve 2012 yılları arasında toplam sayı ciddi bir azalma eğilimi gösterirken kurşun kaynaklı meslek hastalıkları sayısında ciddi bir azalma olmamıştır. 2010 yılında teşhis edilen toplam meslek hastalıkları dağılımı ve kurşun maruziyeti kaynaklı meslek hastalığı sayısının oranı Şekil 4’te gösterilmiştir.



Şekil 4. 2010 Yılında Teşhis Edilen Kurşun Maruziyeti Kaynaklı Meslek Hastalıklarının Toplam Meslek Hastalığı Sayısına Oranı [12]

Elde edilen istatistiklere göre kurşun ve kurşun tozları maruziyeti sonucu meydana geldiği teşhis edilen meslek hastalığı oranı toplam 74 iş faaliyeti arasında 2011 yılında %4 olarak açıklanmıştır. Bu yüzdeler oran 74 iş kolu açısından değerlendirildiğinde kurşun maruziyetinin neden olduğu meslek hastalıklarının çok yüksek oranda olduğu açıkça görülmektedir.

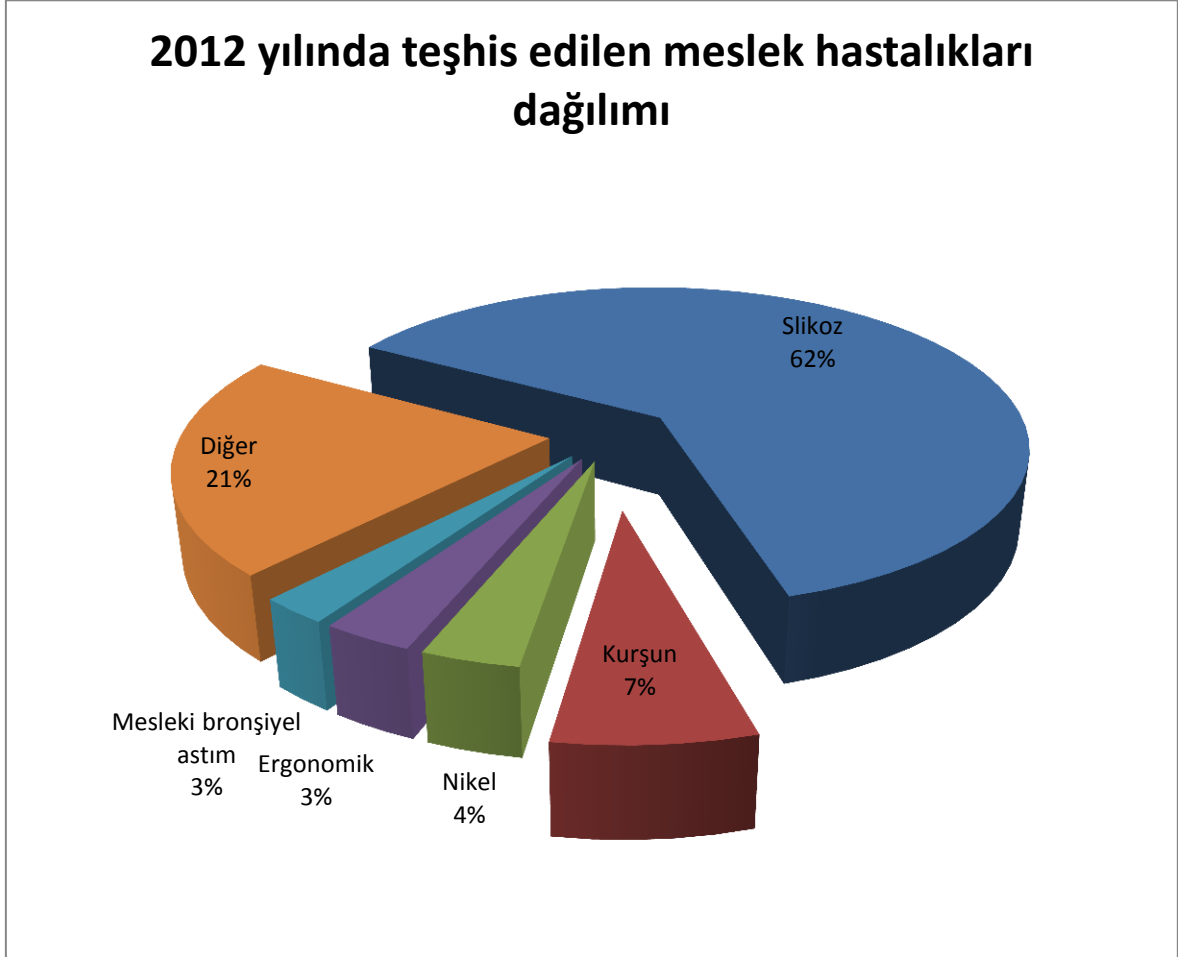
2011 yılında teşhis edilen toplam meslek hastalıkları dağılımı ve kurşun maruziyeti kaynaklı meslek hastalığı sayısının oranı Şekil 5'te grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 5. 2011 Yılında Teşhis Edilen Kurşun Maruziyeti Kaynaklı Meslek Hastalıklarının Toplam Meslek Hastalığı Sayısına Oranı [12]

Aynı istatistiki verilere göre kurşun ve kurşun tozları maruziyeti sonucu meydana geldiği teşhis edilen meslek hastalığı oranı toplam 74 iş faaliyeti arasında 2012 yılında %7 olarak açıklanmıştır. Ancak yukarıda da belirtildiği gibi kimyasal kaynaklı meslek hastalıkları arasında kurşun maruziyeti sonucu meydana geldiği teşhis edilen meslek hastalığı oranı 47 iş faaliyeti arasında 2012 yılında %35 ile en fazla meslek hastalığı teşhisi konulan iş faaliyeti olarak belirlenmiştir. Kurşun ve kurşun bileşiklerinin sağlık üzerine etkileri araştırılırken bu değerlerin bildirilen kayıtlı meslek hastalığı teşhisleri olduğu da göz önünde bulundurulması gereken bir konudur.

2012 yılında teşhis edilen toplam meslek hastalıkları dağılımı ve kurşun maruziyeti kaynaklı meslek hastalığı sayısının oranı Şekil 6'da grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 6. 2012 Yılında Teşhis Edilen Kurşun Maruziyeti Kaynaklı Meslek Hastalıklarının Toplam Meslek Hastalığı Sayısına Oranı [12]

KURŞUN ZEHİRLENMESİ

Kurşun zehirlenmesi kurşuna çevresel olarak maruz kalma sonucu oluşan önlenemez bir durumdur. Yüksek kan kurşun düzeyleriyle ortaya çıkan bu durum özellikle çocuk sağlığında kalıcı hasara neden olabilmektedir [9]. Kurşun vücuda girdikten sonra kan dolaşımı ile bütün organlara ulaşır. Ancak hemen her dokuda kurşun bulunması nedeniyle kurşun zehirlenmesinde çeşitli organ ve sistemlerle ilgili bulgu ve belirtiler görülmektedir.

Zehirlenmeye Etki Eden Faktörler

Çevresel ve kişisel faktörler kurşun zehirlenmesinde önemli rol oynar. Çevresel faktörlerin başında solunum yoluyla maruz kalınan kurşun gelmektedir. Buna neden olan maruziyet kaynakları; kurşun kullanılan benzinin neden olduğu egzoz gazı, kurşunla çalışan akü ve metal işyerleri ile madenler olarak sıralanabilir. Bu maruziyet kaynakları kurşunun ortam havasındaki konsantrasyonunu önemli ölçüde arttırarak kan kurşun düzeyinin artmasına neden olur. Oturma alanlarına yakın çevrede bulunan kurşun madeni veya izabehaneler de havadaki kurşun konsantrasyonunu ve dolayısıyla bu çevrede yaşayan insanların kan kurşun düzeyini arttırmaktadır.

Kişisel faktörlerin başında cinsiyet, yaş, sigara ve alkol alışkanlığı gelmektedir. Kanda kurşun düzeyinin yaşla orantılı olarak arttığı konusunda farklı bulgular olmasına rağmen, pek çok çalışmada kan kurşun düzeyinin erkeklerde kadınlardan yüksek olduğu saptanmıştır. Sigara içme alışkanlığının kan kurşun düzeyine olan etkisine yönelik çeşitli araştırmalar yapılmış ve farklı sonuçlar bulunmuştur. Sigaranın kan kurşun düzeyini arttırıcı etkisinin sigaranın içinde pestisit olarak kullanılan kurşun arsenat bulunması ve bunun sigara dumanıyla vücuda girişi sebebiyle olduğu düşünülmektedir. Ayrıca işçilerin parmaklarında bulunan kurşunun ağız yolu ile vücuda girme olasılığı da ayrıca önemli bir faktör olarak öne sürülmektedir.

Alkol kullanımının ise kurşun etkilenmesine artırıcı bir etkisi olduğu yapılan çalışmalarla gösterilmiştir. Distilasyon ve saklama koşullarının kötü olması sebebiyle içkilere kurşunun kontaminasyonu söz konusu olabileceği gibi karaciğer fonksiyonların bozulmasına yol açtığı için kurşunun safra yoluyla olan absorpsiyonunu azaltacağı ve böylece kan kurşun düzeyini arttırdığı ileri sürülmektedir.

Kurşun Zehirlenmesinin Tanımlanması

Kurşun zehirlenmesinin tanısı bakımından klinik bulgu ve belirtiler önemli olmakla birlikte, hastanın kurşun kullanılan bir işte çalışıp çalışmadığı mutlaka öğrenilmelidir. Hafif anemi, karın ağrısı, baş ağrısı gibi belirti ve bulgular daha pek çok hastalıkta görülebileceği için kurşun maruziyeti öyküsü tanı bakımından çok önemlidir. Tanı bakımından klinik belirti ve bulgular yönlendiricidir. Kurşun absorpsiyonu ve kurşundan etkilenmenin tanısında en etkili kriter kanda kurşunu tayinidir. Kurşunla teması olmayan bir kişide kan kurşun düzeyi sıfır veya sıfıra çok yakın bir değerdir (0-0.40µg/100 ml kan). Besinler ve su ile alınan kurşun veya havadaki kurşunun solunum yolu ile vücuda girmesi sonucu kanda çok düşük düzeylerde kurşun olabilir. Kan kurşun düzeyinin 100 ml kanda 50 µg veya daha üzerinde olması zehirlenme olarak kabul edilir. Kanda kurşun tayininin yanında idrarda kurşun, dokularda (saç, tırnak, kemikler) kurşun, kandaki ALA-D (delta amino levülinik asit) aktivitesi gibi testler yapılmaktadır [11].

Kurşun Zehirlenmesinin Etkileri

Kurşun zehirlenmesi vücudun hemen hemen her yanını etkileyebilmesine rağmen etkileri en çok merkezi sinir sistemi ve böbreklerde görülmektedir. Ağızda metalik tad, künt karın ağrıları, karında huzursuzluk hissi, iştahsızlık ve kabızlık oldukça sık rastlanılan belirtilerdir. Bununla birlikte diş etlerinde kurşun sülfür çökmesine bağlı olarak Burton çizgisi görülebilir. Bu çizgi kronik zehirlenmelerde diş etinden 1mm uzaklıkta oluşan koyu gri mavi renktedir ancak bu bulgu günümüzde nispeten azalmıştır. Bazen barsak düz adalelerinin kasılması sonucu çok şiddetli karın ağrıları da (kurşun koliği) meydana

gelebilir. Bu şiddetli ağrı tablosu “akut karın” tablosu ile karıştırılabilir ve bu durumdaki bazı hastalar cerrahi müdahale de geçirebilirler [13,14].

Kurşun bilişsel gelişmeyi bozabilmekte, öğrenme ve davranış sorunlarına yol açabilmektedir. Akut maruziyet kurşun zehirlenmesi ensefalopati, şiddetli karın ağrısı, kusma, ishal, koma, kasılmalar ve bazı olgularda ölüme neden olabilmektedir. Kronik maruziyet güçsüzlük, uzun süreli karın ağrısı, anemi, bulantı, kilo kaybı, bitkinlik, baş ağrısı ve bilişsel fonksiyonların kaybına neden olabilmektedir. Kurşuna uzun süre, düşük düzeyde maruziyet böbrek işlevleri kötüleşmeye başlayana kadar belirti vermeyebilmektedir [9]. Kurşuna gerek akut gerekse kronik maruziyetlerde, büyük oranda vücuttan atılımın böbreklerden olması nedeniyle böbreklerde fonksiyonel hasarlar oluşturmaktadır. Böbrekte fonksiyonel hasar kurşunun böbrek üzerindeki başlıca etkileridir. Kronik böbrek yetmezliği olan bireyler daha yüksek kurşun seviyelerine sahiptir. Yaklaşık olarak yetişkinlerde 100 µg/ml çocuklarda ise 80 µg/ml kan kurşun değerlerinde ciddi böbrek hasarlarının olduğu belirlenmiştir [8].

Kurşunun sinir sistemi üzerinde görülen etkileri oldukça önemlidir. Periferik ve merkezi sinir sistemi ile ilgili belirti ve bulgular meydana gelir. Periferik sinirlerle ilgili tipik bozukluk motor felçlerdir. En çok sağ elde radial sinir felci şeklinde olan bu tabloda duyu bozukluğu olmaz. Felcin sağ el ve radial sinirde olması bu adalenin, dolayısı ile bu sinirin çok kullanılmasına bağlanır. Kurşun kan-beyin bariyerini aşır beyine ulaşır ise, burada depolanan kurşun ödeme yol açabilmektedir. Bu durum baş ağrısı ile kendini gösterir. Beyinde ödemin ileri derecede olması halinde bilinç bulanıklığı, konvulsiyon ve koma olabilir, bu durum ölüme sonuçlanabilir. Merkezi sinir sistemi belirtileri “kurşun ensefalopatisi” olarak adlandırılır. Çocuklarda kan-beyin bariyeri tam gelişmemiş olduğundan çocuklardaki kurşun zehirlenmesi olgularında merkezi sinir sistemi belirtileri daha ön plandadır.

Kurşun zehirlenmesi durumunda hematopoetik sistem (kan hücreleri yapıcı doku ve organların oluşturduğu sistem) ile ilgili belirti ve bulgular da oldukça sık görülür. Bu sistemin etkilenmesi durumunda anemi bulguları görülebilmektedir. IARC (International

Agency for Research on Cancer, Uluslararası Kanser Araştırma Kurumu) kurşunun kanserojenlik sınıfını 2B olarak belirlemiştir.

Kardiyovasküler sistemde kurşun zehirlenmesinde etkilenen sistemler arasında sayılabilir. Hipertansiyon ile kurşun arasında ilişki olabileceği şeklinde bilgiler de bulunmaktadır [9].

Bütün bunların yanı sıra kurşun zehirlenmesi hiçbir belirti vermeden sessizce seyredebilir çünkü etkiler nonspesifiktir. Çoğu kez tanı konulamaz ve tedaviden yoksun kalınır. Bu nedenle anemi, konvülziyon, mental retardasyon, belirgin davranış bozuklukları veya karın ağrısı gibi semptomların görüldüğu durumlarda kurşun zehirlenmesi akla gelmelidir. Toksik etkiler daha çok 1-5 yaşındaki çocuklarda gözlenir. Çünkü bu yaş çocukları toprak, boya ve kurşunla bulaşmış çeşitli materyalleri ağızlarına götürmeye yatkındır. Kurşun zehirlenmesinin belirtileri erişkinlerde birkaç hafta, çocuklarda ise, birkaç gün içinde ortaya çıkar. Belirtiler çocuklarda daha şiddetli olarak görülür [5].

KURŞUN MARUZİYETİNİN TESPİT EDİLMESİ

Kurşun maruziyetini kesin olarak belirleyebilmek için kanda kurşun konsantrasyon değeri ve işyeri ortam havasında kurşun konsantrasyon değerinin tespit edilerek birlikte değerlendirilmesi önem arz etmektedir. İşyeri ortam havasında kurşun konsantrasyonun belirlenmesi ile çalışma ortamında mevcut olan kurşun değerinin referans sınır değeri aşıp aşmadığı belirlenmektedir. Kurşun maruziyetinin sağlık üzerine etkisini belirlemek ve kanda kurşun konsantrasyonunu tespit etmek amacıyla kullanılan testler ise absorpsiyon ve kurşun intoksikasyon testleri olmak üzere ikiye ayrılır. Absorpsiyon testleri o anda dokularda bulunan kurşunu, intoksikasyon testleri ise kurşun absorpsiyonunun yükselmesi ile görülen zararlı etkileri ölçmektedir [15,16].

İşyeri Ortam Havasında Bulunan Kurşun Bileşiklerinin Tayini

İşyeri ortam havasında tanecik halinde bulunan kurşun ve kurşun bileşiklerinin zaman ağırlıklı ortalama kütle derişimlerinin alevli ve elektrotermal atomik absorpsiyon spektrofotometresi kullanılarak tayin edilmesidir. Tespit edilen değerler referans sınır değerlerle karşılaştırılarak işyeri ortam havası kurşun konsantrasyonu belirlenmektedir.

12.08.2013 tarihli ve 28733 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik” ile işyerinde bulunan, kullanılan veya herhangi bir şekilde işlem gören kimyasal maddelerin etkilerinden kaynaklanan mevcut veya ortaya çıkması muhtemel risklerden çalışanların sağlığını korumak ve güvenli bir çalışma ortamı sağlamak için asgari şartların belirlenmesi amaçlanmıştır. Yönetmelik Ek-1’de belirtilen sınır değerlerine göre inorganik kurşun ve kurşun bileşikleri için 8 saatlik mesleki maruziyet sınır değeri $0,15 \text{ mg/m}^3$ olarak belirtilmiştir [17].

Kurşun Absorbsiyon Testleri

Kanda kurşun

En güvenilir olan test olarak uygulanmaktadır. Bu metot kan numunelerinin içerisinde bulunan kurşun miktarının kantitatif olarak atomik absorpsiyon spektrofotometresi kullanılarak tayinini kapsamaktadır. Laboratuvar yöntemlerinin gelişmesiyle yapılan tarama muayenelerinde, periyodik muayenelerde kolaylıkla ve çok sayıda kişiye uygulanabilir olması, daha önce kullanılan diğer laboratuvar testlerinden ziyade kanda kurşun testini kullanımını arttırmıştır.

12.08.2013 tarihli ve 28733 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik” Ek-2’de belirtilen biyolojik sınır değeri bulunan tehlikeli kimyasal maddelerle çalışmalarda, aynı ek’teki prosedüre uygun sağlık gözetimi yapılır. Çalışanlar bu işe başlamadan önce bu durumdan haberdar edilir. Belirtilen kandaki kurşun seviyesi biyolojik sınır değeri 70 µg Pb/100 ml kan’dır. Bu değer NIOSH’da 60 µg Pb/100 ml kan olarak kabul edilmiştir. Bu değere ek olarak eğer çalışanlardan herhangi birinin kanındaki kurşun değeri 40 µg Pb/100 ml kan’ı geçerse tıbbi gözetim altına alınacaktır hükmü yer almaktadır [17].

İdrarda kurşun

Kanda kurşun analizlerinin rutin olarak kullanılması olanağı doğduktan sonra kullanımını nisbeten azalmış olan kurşun konsantrasyon belirleme testidir.

Kurşun İntoksikasyon Testleri

Kanda delta amino levülinik asit dehidraz

Kurşun maruziyetinin belirlenmesinde yardımcı test olarak kullanılabilir. Kurşunun etkisiyle bu fermentin aktivitesi azalır. Sonuçların kesinliği netlik kazanmadığı için günümüzde pek fazla tercih edilmemektedir.

İdrarda delta amino levülinik asit (ALA)

Kanda kurşun konsantrasyonu tespitine yardımcı olarak kullanılmaktadır ancak tek başına ölçüt olarak alınması yanıltıcı olabilir. Ayrıca, idrarda yapılan diğer testlerde de olduğu gibi, kesinlikle böbrek fonksiyon testi (kreatinin klirens) sonucuna göre düzeltilmelidir. Yoksa böbreğin konsantrasyon işlevinin kişisel farklılığı sonucu yanlış sonuçlara varılır. Bu nedenlerle, testin kullanımı pratik değildir ve giderek azalmaktadır.

Alyuvarlarda protoporfirin IX

Tarama muayenelerinde ve periyodik muayenelerde kolay uygulanabilir olması nedeniyle tercih edilebilen bir testtir. Kanda kurşun konsantrasyonu ile korrelasyonu oldukça iyidir. Riskli yanı, akut zehirlenmelerde yükselmemesi ve tedaviden sonra da uzun süre yüksek kalmasıdır.

İdrarda koproporfirin III

Kan kurşunu ile korrelasyonunun düzenli olmamasının anlaşılması nedeniyle bugün artık kullanılmamaktadır.

KURŞUN MARUZİYETİNİN ÖNLENMESİ VE AZALTILMASI

Kurşun maruziyeti sonucu meydana gelen sağlık etkileri (zehirlenmeler, kurşun toksikasyonu) önemli bir halk sağlığı sorunudur. Bireyler, günlük yaşamlarında dahi kurşunun zararlı etkilerine karşı duyarlı ve bilinçli olmalıdır. Anne, baba ve çocuklar kurşunun zararlarından korunma ve kontaminasyon potansiyeline karşı bilgilendirilmelidir. Kurşun kaynakları dikkate alınarak çeşitli önlemler alınmalıdır.

Su taşıma ve depolama sistemleri fabrika atıklarıyla taşınabilen kurşun için en kolay maruziyet kaynağını oluşturmaktadır. Bu yüzden taşıma sistemleri çağdaş kalite standartlarındaki metal içermeyen malzemelerle güncellenmelidir. Uzun süre kullanılmamış, lehimli veya kurşun borulara bağlı olan musluklar için gerekli önlemler alınmalıdır. İşlem görmemiş kaynak suyu alışkanlığı önemli bir korunma yöntemidir. Su kaynatılarak kullanılacak ise, beş dakikalık bir kaynatma süresi yeterlidir. Seramik ve cam malzemelerin uluslararası kalite standartlarına uygunluğu aranmalıdır. Kurşun ihtiva edebilen antik, otantik tava, tencere, tabak gibi eşyalar sadece dekoratif amaç dışında yemek pişirmek ve gıda saklamak amaçlı kullanılmamalıdır.

Alkollü içkiler ve sigara kullanımı önemli düzeyde kurşun alımına yol açan alışkanlıklardır. Sirke, meyve suyu gibi asidik gıdalar uzun süre bekletilmemelidir. Kurşun ve bileşiklerinin ilaç ya da başka bir kimyasal olarak tarım ve hayvancılıkta kullanımı önlenmelidir. Sebze ve meyvelerin bol su ile yıkanması, gıdaların ağzı sıkıca kapalı kaplarda saklanması yararlı olacaktır. Konserveler kurşun lehimle kapatılmış ambalajlarda ise tercih edilmemelidir.

Boyalı zeminler ve eskimiş boyalı malzemelere elle temas ve boya katmanlarının kopartılması sakıncalıdır. Kurşun bazlı boyalarla boyanmış zeminler, kurşun içermeyen boyalarla yenilenmeli, ya da üzeri kaplanmalıdır. Boyalı ve matbu malzemelerin ambalajlama ve gıdaların saklanması kullanılması sakıncalıdır. Saç boyalarında önemli düzeyde kurşun asetat bulunması nedeniyle bu boyalardan uzak durulması önerilmektedir.

Toprakta birikmiş tonlarca kurşunun daha da artmaması ve solunumla kurşun alımının azaltılabilmesi için kurşunsuz benzin ve diğer petrol ürünlerinin kullanımının hızla zorunlu hale getirilmesi gerekmektedir. Başlıca risk gurubu olan çocukların el temizliği, tırnak yeme alışkanlıkları dikkatle izlenmelidir. Özellikle çocuklarda kişisel temizlik faktörlerinin iyileştirilmesi kurşun maruziyetini oldukça azaltmaktadır. Yoğun trafikle iç içe olan cadde, sokak ve parkların oyun ve dinlenme için uygun yerler olmadığı bilincine varılmalıdır [16].

Kurşun maruziyetinin meslek hastalığına yol açtığı yapılan literatür araştırmalarında belirlenmiştir. Aynı şekilde SGK istatistiklerinde de kurşun kaynaklı maruziyetlerin meslek hastalığına neden olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle kurşunla yapılan çalışmalarda maruziyet kaynaklarının tespit edilmesi ve azlatılmasında işyerlerinde yapılacak ola Risk Değerlendirmeleri büyük önem taşımaktadır.

Kurşunla çalışılan işyerlerinde Risk Değerlendirmesi yapılırken 20.06.2012 tarihli ve 28339 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan “İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu” İkinci Bölüm’de belirtilen Risk değerlendirme, kontrol, ölçüm ve araştırma ile ilgili bölümler dikkate alınmalı, aynı zamanda 29.2.2012 tarihli 28512 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan “İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği” ile belirlenen hususlar uygulanmalı, yönetmelikte istenen yükümlülükler yerine getirilmelidir. Bu şekilde kurşun maruziyeti kaynağında önlenabilir, riskli çalışma ortamları belirlenerek yaratacağı meslek hastalıklarının önüne geçilebilir [18,19].

Kurşunla yapılan çalışmalarda çalışma saatlerinin düzenlenmesi de önem arz etmektedir. 16.07.2013 tarihli ve 28709 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Sağlık Kuralları Bakımından Günde Azami Yedi Buçuk Saat veya Daha Az Çalışılması Gereken İşler Hakkında Yönetmelik” ile belirtilen işlerde, çalışanların sağlık kuralları bakımından, çalışabilecekleri azami çalışma sürelerinin düzenlenmesi amaçlanmıştır. Yönetmelik Bölüm 2 Madde 4’te kurşunla yapılan aşağıda sıralanmış olan çalışmalarda için ancak yedi buçuk saat çalışılabilecek işler belirtilmiştir [20].

1) Kurşun üretilen galenit, serüzit, anglezit gibi cevherlerin çıkarılmasına ilişkin maden ocağı işleri.

2) Kurşunlu madenlerden yahut içinde kurşun bulunan kül, maden köpüğü, kurşun fırın kurumu, üstübeç artığı ve benzeri maddelerden kurşun üretimi için yapılan izabe işleri.

3) Antimuan, kalay, bronz ve benzeri maddelerle yapılan kurşun alaşımı işleri.

4) Kurşun levha ve lehimlerin alevle kesilmesi, kurşunlu boyaların alevle yakılması işleriyle levha, tel, boru, akümülatör, şişe kapsülü, yapımı gibi kurşun veya kurşun alaşımıyla çalışılan işler.

5) Üstübeç, sülüğen, kurşun tetraetil gibi zehirli ve kimyasal kurşun veya arsenikli bileşiklerin hazırlanması işleri.

6) İçinde kurşun ve arsenik bulunan boya ve vernik gibi maddelerin kullanıldığı emaye, güderi, meşin, kauçuk, çini, cam, yapma süs taşları, yapma çiçek ve oyuncak yapımı işleriyle bina, dokuma ve otomobil boyacılığı ile dar mekanlarda, iç mekanlarda veya sağlığa uygun olarak havalandırılmayan mekanlarda yapılan boyacılık, renkli baskı ve harf matbaacılığı (tipografi) işleri.

7) Kurşun levhaları birbirine kaynatma işleri [20].

Kurşun yayılımı olabilecek endüstrilerde, bu yayılımın en aza indirilmesi için gerekli teknolojik gelişmeler takip edilmelidir. Bütün meslek hastalıklarında olduğu gibi kurşun zehirlenmesinde de korunma olanaklıdır. Mesleki kurşun maruziyetinin önlenmesi için alınacak tedbirleri teknik ve tıbbi önlemler olarak iki grupta toplamak uygun olacaktır.

Teknik Önlemler

Korunma için öncelikle kaynağa yönelik önlemler uygulanmalıdır. Bunlar mühendislik ve yönetsel önlemler ile desteklenmelidir. Alınması önerilen teknik önlemler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

İkame: Eğer mümkünse kurşun yerine, daha az zararlı olan veya tamamen zararsız olan ve kurşunun yerine geçecek başka bir maddenin kullanılması gerekir.

Ayrırma: Kurşunun ve oksitlerinin kullanıldığı bölümün, diğer işlemlerin yapıldığı bölümlerden ayrılmasıdır. Böylece, kurşunla çalışmayanların, kurşun buharına ve kurşun oksit tozlarına maruz kalmaları önlenecek ve kontrol imkanları daha kolay ve etkili bir şekilde kullanılacaktır.

Kapalı Sistem: Kurşunun eritilmesi, kurşun oksitlerinin üretilmesi ve kullanılması, tamamen kapalı sistemde olması durumudur. Sistemde arıza ve kaçak olmadığı sürece, korumada en etkili sistemdir.

Havalandırma/Aspirasyon: Kurşunla çalışılan işyerlerinde kesinlikle genel (seyreltme) aspirasyon kullanılmamalıdır. Bunun yerine, lokal aspirasyon sistemi kurulmalıdır. Böylece, kurşun tozu ve buharları işyeri ortam havasına karışmadan, uzaklaştırılmış olacaktır. Ancak, lokal aspirasyonla işyeri ortamından emilen kirli havanın, atmosfere serbest bırakılmadan önce su banyosundan geçirilmesi, kurşunla çevrenin kirlenmesinin önlenmesi bakımından çok önemlidir. Bu nedenle sistem kurulurken her yönüyle tam olarak kurulmalıdır.

İşyeri Ortam Analizleri: İşyeri ortam havasında bulunabilecek kurşun buharı ve toz miktarları periyodik olarak ölçülmeli, ölçüm sonuçlarına göre gerekenler yapılarak işyeri ortam havasının daima temiz olmasına özen gösterilmelidir [16]. İşyeri ortam havasındaki kurşun miktarı $0,15 \text{ mg/m}^3$ 'ü aşmamalıdır [17].

İş Yeri Zemin Kontrolü: Zemin, düzgün ve pürüzsüz malzeme ile kaplanmış olmalı, yıkanabilmeli ve sürekli olarak nemli tutulmalıdır. Duvarlarda ve köşelerde toz birikmesine imkan verecek çıkıntı ve oyuklar bulunmamalıdır.

Kişisel Koruyucu Donanım Kullanımı (Maskeler): Yapılan işe uygun maske ve eldiven kullanımı maruziyeti azaltmak için önem arz etmektedir. Bu nokta önemli olan husus çalışma ortamına ve yapılan işe uygun maske kullanımınıdır. Bu durum göz ardı edildiğinde çalışanlar maskeyi vereceği sıkıntı nedeniyle kullanamaz veya uygun olmayan maske kullanımı verim düşmesine neden olabilir. Maskelerde kullanılan filtrelerin işyeri ortamında bulunan kurşun buharı ve tozlarının yoğunluğuna bağlı olarak sık sık değiştirilmesi gerekmektedir. Kişisel koruyucu donanım kullanımı her ne kadar yüksek derecede önem arz etse de, işyerinde yapılacak olan fiziksel iyileştirmelere daha büyük önem verilmelidir.

İş Elbiseleri: Kurşunla çalışılan işyerlerinde giyilen elbiseler; cepsiz, derin dikiş izleri olmayan ve yüzeyi tüylenmeyen sentetik kumaşlardan yapılmış olmalıdır. İş elbiseleri işyerinden dışarıya çıkartılmamalı, temizliği işyerinde yapılmalıdır. İş elbiseleri, diğer elbiselerden ayrı bir dolapta bulundurulmalıdır.

Hijyen: Çalışanlar, çalışma sırasında kirli ellerle ve ağız, el ve yüz temizliğini tam yapmadan hiçbir şey yiyip içmemelidirler. İş günü bitiminde, işyerinde banyo yapıp iyice temizlendikten sonra işyerinden ayrılmaları sağlanmalıdır. Bu sağlanmadığı takdirde üzerlerindeki kurşun tozlarını evlerine de taşıyabilirler ve yapılan araştırmalar bu tür durumlarda ev halkının da kurşundan etkilenebildiğini göstermektedir [16].

Kurşunla yapılan çalışmalarda alınacak tıbbi önlemler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

Tıbbi Önlemler

Korunmada tıbbi uygulamalar olarak işe giriş ve aralıklı kontrol muayeneleri ile sağlık eğitimi önem arz eder. İşe giriş muayenesinde kurşun etkilenmesi bakımından

sakınca yaratabilecek durumlar (kan yapıcı sistem, böbrekler, sinir sistemi vb. ile ilgili rahatsızlığı olanlar) saptanarak bu kişilerin kurşun kullanılan işlerde çalışmaları önlenmelidir. Ayrıca, kurşuna karşı duyarlılığı olanlar, alkol müptelaları kurşun ve bileşiklerinin kullanıldığı veya üretildiği işlerde çalıştırılmamalıdır.

Sağlıklı olarak işe alınan çalışanların belirli aralıklarla sağlık kontrollerinden geçirilmesi gerekmektedir. Kurşunla çalışan işyerlerinde çalışanların, her üç ayda bir olmak üzere fizik muayenelerinin ve laboratuvar tetkiklerinin yaptırılması ve elde edilen sonuçların değerleriyle birlikte dosyalarında saklanması gerekir. Aralıklarla yapılacak muayenelerde hastalığa ait belirtiler (karın ağrısı, ağızda metalik tad, kabızlık v.s) teşhis edilerek, radial sinir etkilenmesi bakımından özellikle sağ kol eksantör kaslarının kuvveti kontrol edilmeli, idrar muayenesi yapılmalıdır.

Kurşunun vücutta birikme özelliğine sahip olması nedeniyle etkilenmenin başlangıcının tespitinde kan kurşun düzeyindeki değer artışları en önemli ipucudur. Bu nedenle, tespit edilen değerler mutlaka kayıtlara geçirilmelidir. Kurşunla çalışılan işyerlerinde çalışanların, rotasyonla çalıştırılması sağlanarak maruziyet süreleri kısaltılabilir. Bu işlem geçici bir çözüm yoludur. Çünkü kurşun vücutta birikmektedir. En doğru hareket, işyerinde fiziksel iyileştirmenin yapılmasıdır.

Kurşunla çalışılan işyerlerinde çalışanlardan kurşundan etkilenmiş olanların veya vücutlarında kurşuna karşı hassasiyet oluşmaların, kurşunun bulunduğu bölgelerden uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu tür kişiler, işyerinin başka kısımlarında, kurşun maruziyetinden uzak yerlerde çalıştırılabilirler. Sağlık eğitiminde kurşunun sağlık üzerine olan etkileri ile ilgili bilgiler verilmeli, özellikle kurşunun vücuda giriş yolları, vücutta birikimi, başlıca belirtileri ve korunma yolları üzerinde durulmalıdır. Yemekten önce ellerin yıkanması, kurşunun kullanıldığı bölümlerde bşeyler yenilip içilmemesi, ortamda bulunan ve ellere bulaşmış olan kurşunun ağız yolu ile alınmasını önlemek bakımından önemlidir.

Sonuç olarak, kurşun ve bileşikleriyle çalışılan yerlerde öncelikle, tüm fiziksel ve teknik önlemler alınmalı, daha sonra belli aralıklarla işyeri ortam analizleri yapılmalı, yine çalışanların periyodik sağlık kontrolleri düzenli olarak yaptırılmalıdır [16].

Alınacak olan teknik ve tıbbi önlemlere ek olarak yürürlükten kaldırılmış olan İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü Bölüm 3'te Kimyasal Etkilerle Ortaya Çıkabilecek Meslek Hastalıklarına Karşı Alınacak Özel Tedbirler belirtilmiştir. Buna göre kurşun veya bunun suda eriyen bileşiklerinin eritilmesi, dökümü, hamur haline getirilmesi, temizlenmesi, eğelenmesi, kurşunlu yağlı boya ve enektisitlerin hazırlanması, hurda kurşun ile temas ve benzeri kurşun ve bileşikleriyle yapılan çalışmalarda, zehirlenmeden korunma tedbirlerinin esasını teşkil eden kurşundan, toz, duman ve buharından arınmış bir çevrenin sağlanması için, planlama sırasında veya sonradan yapılacak değişikliklerde aşağıdaki tedbirlerin alınması maruziyetin azaltılması açısından etkili olmaktadır [21].

1) Kurşunlu çalışmalar sonucu meydana gelecek toz, duman ve buharın kaynaklarında zararsız hale getirilmeleri için, etkili aspirasyon sistemleri kurulacak ve sürekli olarak bakımı yapılmalıdır.

2) Kurşunla çalışmaların yapıldığı oda veya bölümlerin tabanları, su geçirmez, kaygan olmayan ve kolay yıkanabilir malzemedir yapılmalı, duvar ve tezgahların üzerleri, kolay yıkanıp temizlenebilir durumda olacak, iyi çalışan direnç sistemi kurulmalıdır.

3) Kurşunla çalışmalar yapılan işyerlerinde, adam başına 15 metreküp hacim düşmeli ve 4 metreden fazla tavan yükseklikleri, bu hesaba katılmamalıdır.

4) Kurşunla çalışmalar yapılan işyerlerinde, işçilerin el, yüz, ağız temizliği gibi kişisel temizliklerine dikkat edilerek, her yemekten önce vardiyadan sonra, ellerini yıkamaları sağlanmalıdır.

5) İşçiler, kurşunla çalışılan yerlerde yiyip içmeyecek, sigara kullanmamalıdır. Yemek ve dinlenmek için, özel yerler bulundurulmalıdır.

6) Kurşunla çalışmalar yapılan işyerlerinde, kişisel korunma araçları olarak, iş elbisesi, önlük, uygun ayakkabı, lastik eldiven sağlanacak ve gerektiğinde kullanılmak üzere, toz ve gaz maskeleri ile solunum cihazları bulundurulmalıdır.

7) İşyeri havasından, periyodik olarak numuneler alınarak kurşun miktarı tayin edilecek ve bu miktarın 0, 15 mg/m³'ü geçmemesi sağlanmalıdır.

8) Kurşunla çalışacak işçiler, işe alınırken klinik ve laboratuvar usulleri ile genel muayeneleri yapılmalı, kan, kan yapıcı sistem, karaciğer ve böbreğin durumu incelenerek, kurşuna hassas olanlar ve alkolikler, bu işlere alınmamalıdır.

9) Kurşunla çalışan işçiler, her üç ayda bir, sağlık muayenesine tabi tutulmalıdır. Bu muayeneler ile kurşun absorpsiyonunun ilk belirtileri, klinik ve laboratuvar usulleri ile tespit edilmelidir. İşçinin hazım şikayetleri olup olmadığı, diş etlerinde burton çizgisi bulunup bulunmadığı, kolların ekstansiyon durumları incelenmelidir. İdrarda kopraporfirin aranacak ve kanda hemogloblin yüzdesi ölçülmeli, bazofil granülasyonlu eritrosit sayımı yapılmalıdır. Gerekğinde kanda ve idrarda kurşun aramak üzere numuneler, ihtisas laboratuvarlarına gönderilmelidir.

10) Kurşun absorpsiyonu veya zehirlenmesi tespit edilen işçiler, yaptıkları işten, bir süre için ayrılmalı ve kontrol altında tedavi edilmelidir.

11) Kurşunla çalışan işçiler arasında, kurşun absorpsiyonu veya zehirlenmesi görüldüğü takdirde, işyerinde araştırma yapılacak, zehirlenme kaynağı bulunmalı ve gereken teknik tedbirler alınmalıdır.

12) Her işçi için, işyerinde, bir sağlık sicili kartı tutulmalı ve bu karta, işe giriş ve periyodik muayene bulguları kaydedilmelidir [21].

Türkiye'de kurşunla çalışan işyerlerinde işyeri ortam havasında bulunan mesleki maruziyet sınır değeri Kimyasal Maddelerle Çalışmada Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik ile 0,15 mg/m³ olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte haftada 40 saat çalışma süresine göre hesaplanmış, zaman ağırlıklı ortalama konsantrasyon değeri ise 0,075 mg/m³ olarak belirlenmiştir [17].

Ancak bu değerler ülkelere göre değişebildiği gibi OSHA ve NIOSH gibi kurumlarda da farklılık gösterebilmektedir. Türkiye'de, diğer ülkelerde ve çeşitli enstitülerde kullanılan kurşun mesleki maruziyet sınır değerleri Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Kurşun Mesleki Maruziyet Sınır Değerlerin Karşılaştırılması
[17,21,22,23,24]

Ülke / Enstitü	TWA, mg/m ³
Türkiye	0,15
Avustralya	0,15
Avusturya	0,1
İngiltere	0,15
Belçika	0,15
Kanada	0,05
Danimarka	0,05
Fransa	0,1
Almanya	0,15
Macaristan	0,15
İrlanda	0,15
İtalya	0,15
Japonya	0,1
Letonya	0,005
Yeni Zelanda	0,1
Polonya	0,05
Singapur	0,15
Güney Kore	0,05
İspanya	0,15
İsveç	0,1
İsviçre	0,1
NIOSH	0,05
OSHA	0,05
ACGIH	0,05

AKÜ, MADEN VE METAL İŞYERLERİNDE KURŞUN MARUZİYETİ

Akü İmalatı / Bertarafı

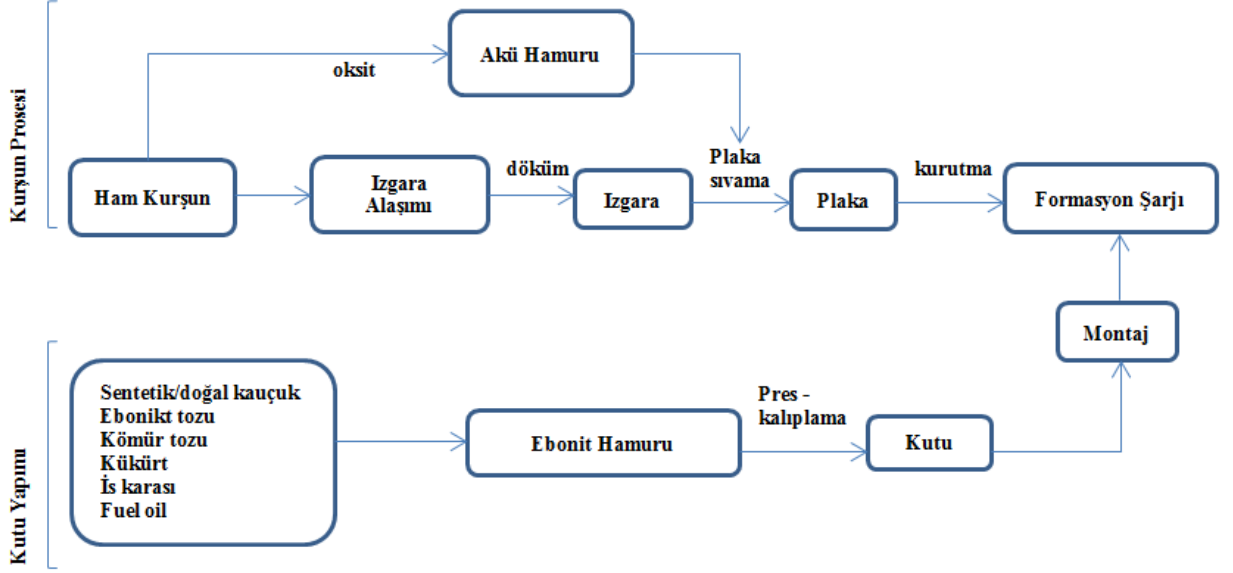
Akümülatör kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine elektrik enerjisini de kimyasal enerjiye dönüşümlü olarak birçok sefer çevirebilen bir cihazdır. Kurşun-asit akümülatörlerinde elektrot olarak kurşun ve kurşun oksitleri, elektrolit olarak seyreltilmiş sülfürik asiti kullanılır. Şarjlanmış bir aküde artı (+) elektrodta kurşundioksit, eksi (-) elektrodta ise süngerimsi gözenekli yapıya sahip kurşun bulunur. Akümülatörde; kutu ve kapaklar, plakalar, ayıraçlar, kutup başları, gaz kapakları ve elektrolit kısımları bulunmaktadır.

Akümetatörlerin enerji vermesini sağlayan en önemli parça, plakalardır ve plakalar kurşundan üretilir. Plakanın iskeleti ızgaradır. Izzaralar düşük miktarlarda antimuan veya kalsiyum içeren alaşım kurşundan dökülür veya genişletilmiş metal teknolojisini ile kalsiyumlu şeridin ezilerek genişletilmesi sonucunda üretilirler. Izzaranın üretim yöntemi ve kalıp tasarımı plakanın özelliklerini etkileyen faktörlerdir.

Ayıraçlar eksi ve artı plakaların birbirine değerek kısa devre olmasını engelleyen ve aynı zamanda da elektriğı taşıyan iyonların geçişine engel olmayan levha veya torba şeklinde plastik ayırıcılardır. Akümülatörün üretiminde kullanılan alaşımın özelliğine bağlı olarak her zaman hidrojen ve oksijen gazı çıkışları vardır. Akü içerisindeki basıncın belirli değerlerin altında kalması gerekir. Bu amaçla gazın dışarıya çıkmasını sağlayan delikli gaz kapaklarına buşon denir.

Elektrolit plakaların içerisine batırıldığı iyonların artı kutuptan eksi kutuba taşınmasını sağlayan sulandırılmış sülfürik asittir. Elektrolitin yoğunluğu akünün özelliklerini etkiler. Yüksek yoğunluklarda akü yüksek voltaj verir ancak kısa sürede yıpranmaya neden olur. Düşük yoğunluklu elektrolitler ise volt ve marş basma gücünün azalmasına neden olurlar [25].

Akümülatör imalatı akış şeması Şekil 7’de gösterilmiştir [25].



Şekil 7. Akümülatör imalatı akış şeması [25]

Izgara Döküm Bölümü: Kurşun külçelerinin eritildiği bölümdür. Külçe halinde işletmeye getirilen kurşun döküm tezgahlarında 480-520 °C’ye kadar ısıtılarak eritilir. Eğer yarı kapalı sistem ise ya da kapalı sistem olup kaçak varsa çalışma ortamı havasına kurşun buhar ve dumanı karışabilir.

Oksit Üretimi: Kurşun oksit üretiminin yapıldığı bölümdür. Kurşun eritilip, bilyeler şeklinde dökülen kurşun değirmende öğütülerek toz haline getirilir ve kurşun oksit üretimi yapılır. Çalışma ortamına kurşun tozları karışabilir.

Hamur Üretimi: Öğütülen kurşun tozları saf su ve sülfirik asitle hamur haline getirilir.

Sıvama Bölümü: Kurşun ızgaralar, sıvama istasyonu ve kurutma tüneline oluşan sıvama-kurutma makinalarında kurşun-oksit hamuru ile sıvanır ve sıvanmış plakalar tünel fırından geçirilerek el ile alınmaya, taşınmaya, istiflenmeye elverecek kadar kurutulurlar. Bu aşamada kurşun tozları çalışma ortamı havasına karışabilir. Sıvanmış ve ön kurutmaya tabi tutulmuş plakalar nemi ve sıcaklığı kontrol edilen özel kür odalarında 24 ila 48 saat

tutularak plaka bünyesinde bulunan aktif madde içerisindeki serbest kurşunun da oksitlenmesi ve aktif maddenin ızgaraya iyice tutunması sağlanır.

Formasyon Bölümü: Akü kutularına plakaların yerleştirildiği bölümdür. Formasyon, yani şarj işlemi kuru şarjlı akümülatör üretiminde kür aşamasından sonra plakalara uygulanır. Yaş akümülatör üretilecekse çığ plakalar kullanılarak montajı tamamlanan akümülatörlere sülfürik asit ilave edildikten sonra bu akümülatörler formasyon devrelerine bağlanarak formasyon işlemi yapılır. Plakalar sülfirik asitin içine daldırılır.

Kesme, Fırçalama Bölümü: Izgaralar kesilip fırçalanır.

Zarflama Bölümü: Bu bölüme gelen plakalar (+) ve (-) olarak gruplandırılır.

Montaj Hattı: Akü kutularına plakalar yerleştirilerek akü haline getirilir.

Cos Bölümü: Grup kaynaklarının yapıldığı ve akü üst kapaklarının kapatıldığı bölümdür.

Ambalajlama Bölümü: Akülerin ambalajlandığı kısımdır [25].

Kurşun maden olarak genellikle çinko ile birlikte çıkarılmaktadır. Türkiye’de kurşun çinko yatakları Artvin, Balıkesir, İzmir, Kütahya, Kayseri ve Elazığ yörelerinde bulunmaktadır, ancak son yıllarda kurşun madeni çıkarılmamakta ve kurşun geri kazanım yoluyla elde edilmektedir. Hammaddesi ise hurda aküdür. Türkiye’de çıkan kurşun cevheri ise yurt dışında Bulgaristan, İtalya, Belçika gibi ülkelerde işlenerek %99,995 saf kurşun olarak ithal edilir.

Hurda aküden yumuşak kurşun 99,60 ve 99,80 olarak sadece reverber ocakta yapılır. Bu ocaktan kurşun almak için sadece hurda akü ve %20 kömür tozu kullanılır. Atılan hurda akünün ancak %40 ile %46 arası yumuşak kurşun alınır. Geriye kalan curufun içerisindeki %60 ve %70 kurşun ihtiva eden kurşunlu taştır. Bu taş ancak döner fırında 1300 derecede yanarak eritilir. Bu taştan çıkan kurşunun kalitesi antımuian ihtiva eden %97 ve %98 kalite sert kurşundur.

Yapılan literatür araştırmaları, işyeri ortam havası ölçüm sonuçları ve kanda kurşun değerleri bu bölümler içinde kurşuna en fazla maruz kalınan kısımların ızgara, hamur karma, şerit kesme, plaka sıvama ve plaka yerleştirme ile montaj kısımları olduğunu göstermiştir [25].

Maden Sektörü

Kurşun üretiminde temel cevherler galen (PbS), anglezittir (PbSO₄) ve serüzittir (PbCO₃). Çoğu cevherde %10'dan az miktarda kurşun bulunur. İçinde %3'ten çok kurşun bulunan cevherler ekonomik olarak kurşun elde etmeye müsaittir. Bu cevherler önce kırıcı ve öğütücüden geçirilir. Daha sonra köpüklü yüzdürme işleminden geçirilerek kurşun oranı %70'in üzerine çıkarılır. Sülfütlü cevherler kavurma işlemine sokulur. Bu işlem sonucunda cevher kurşun-oksit, kurşun-sülfat ve silikatlara ayrılır.

Elde edilen kurşun-oksit maden eritme ocağında ergitilir ve indirgemeye uğrar. Bu işlem sonunda cevherde bulunan kurşunun büyük bir kısmı metalik hale gelir. İşlem sonunda erimiş metalik kurşun tabakasının üzerine 3 ayrı tabaka daha çıkar. Bu tabakalarda cüruf (%1,5 civarın kurşun içeren silikatlar), %15 kurşun içeren sülfütlü ve demir veya bakır arsenit bulunur. İşlemin yan ürünü olan bu tabakalardan ekonomik olarak faydalanabilir olarak bakır, çinko, kadmiyum ve bizmut bulunur.

Elde edilen asıl ürün olan metalik kurşun eriyiğinde ise hala önemli miktarda arsenik, antimon, bizmut, çinko, bakır, gümüş ve altın bulunur. Eriyik hava, buhar ve sülfürlü bir fırından geçirilerek gümüş, altın ve bizmut dışındaki diğer safsızlıklar okside edilir. Oksitlenen metaller eriyiğin üstüne çıkar ve böylece kurşundan ayrıştırılır. Kurşunun içinde kalan gümüş ve altın Parkes işlemi ile ayrıştırılır. Böylece kurşunun saflığı arttırılırken bu metaller de elde edilir. Kurşun son olarak Betterton-Kroll işleminde

metalik kalsiyum ve magnezyum ile işlenerek bizmattan ayrıştırılır. Eritilmiş kurşun elektrolitik Betts işlemine sokularak çok saf kurşun elde edilebilir. Bu işlemde silika-florit elektrolit sıvısında anot olarak saf olmayan kurşun, katot olarak da saf kurşun kullanılır [14,15,16].

Kurşun hurda ya da külçe olarak ergitme ocağında eridiğinde maden olarak kendini yenileyen ve geri dönüşümü sağlanabilen bir malzemedir. Burada önemli olan kurşunun analizidir. Kurşunun kalitesi, yumuşaklığı veya sertliği analize bağlıdır. Yumuşak kurşun gri tondadır. Sert kurşun ise antimuan ihtiva ettiği için beyazdır ve parlaktır [14,15,16].

Yapılan literatür araştırmaları, işyeri ortam havası ölçüm sonuçları ve kanda kurşun değerleri bu bölümler içinde kurşuna en fazla maruz kalınan kısımların kurşun eritme, cevher zenginleştirme ve laboratuvar gibi bölümler olduğunu göstermiştir.

Metal Sektörü

Kurşun metal sektöründe çok çeşitli amaçlarla kullanılır ve bunun sonucunda kurşun maruziyeti meydana gelir. Metal sektöründe kurşunla yapılan işler şu şekilde sıralanabilir;

- Kurşun taşınması depolanması boru, metal levha, çubuk ya da diğer biçimlerde muhafazası,
- Kurşun içeren lehim ile lehimleme,
- Kurşun kaplama,
- Kurşun içeren kaplamaların çıkartılması (örnek: yakma işlemi, fırçalama, kumlama ya da kimyasal kullanarak)
- Kurşun içeren metal parçaların ya da kaplamaların kaynaklanması ya da oksijen kaynağı ile kesilmesi,
- Kurşun üretilen ve kurşun işlenen alanlarda tamirat, temizleme ve hizmet verme,
- Kurşun içeren serbest işlenmiş çeliğin üretimi ve işlenmesi,

- Kurşun, kurşun alaşımı veya kurşun içeren kaplamaların mekanik (kumlama, parlatma, işleme) ya da termal olarak işlenmesi,
- Boyama cam, kalaylama (özellikle de tarihi yapıların restorasyonunda),
- Kurşunlanmış bronz, kurşun pigmentleri, kalay, kurşun tozu ve toz haldeki kurşun bileşikleri üretimi ve işlenmesi gibi işler.

Kurşun içeren malzemelerle çalışılırken çalışanlar tarafından çok küçük miktarda kurşunun bile toz ya da duman olarak alınacağı unutulmamalıdır. Alınan tozun büyük bir kısmı oral yolla alım ya da elden ağıza geçiş olan gastrointestinal sistem tarafından alınır. Bu yüzden, işyeri ortamında kurşun değeri düşük olduğunda, dahili kurşun alımı düzeyinin karar verme evresinde önemi vardır. Kandaki kurşun düzeylerinin büyük oranda işyerinin temizliğine, kişinin kendisine ve bireysel davranışlara bağlı olduğu görülmüştür [16].

Yapılan literatür araştırmaları, işyeri ortam havası ölçüm sonuçları ve kanda kurşun değerleri bu bölümler içinde kurşuna en fazla maruz kalınan kısımların lehim, döküm ve metal kaplama işlemlerinin yapıldığı alanlar olduğunu göstermiştir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Yapılan literatür araştırmaları ve İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yapılan ölüm ve analiz sonuçlarının incelenmesi sonucunda en fazla kurşun maruziyetinin olduğu belirlenen ve araştırma kapsamında incelenen Ak retimi ile Gerikazanımı, Maden ve Metal işyerlerinde 175 noktada işyeri ortam havasında bulunan kurşun konsantrasyonları tespit edilmiş ve bulunan değerler referans sınır değerlerle karşılaştırılarak sonuçlar yorumlanmıştır. Tespit edilen ortam havası kurşun konsantrasyon değerleri birbirleriyle karşılaştırılarak sektörel kurşun maruziyetinin maksimum seviyede olduğu işler belirlenmiştir. Aynı zamanda bu işyerlerinde işyeri ortam havası numunelerinin alındığı bölümler arasından belirlenen 50 noktada çalışanlardan kan numuneleri alınarak kanda kurşun konsantrasyonları tayin edilmiş ve bu değerler işyeri ortam havasındaki değerler ile karşılaştırılarak aralarındaki ilişki araştırılmıştır. Tez alışması kapsamında belirlenen işyerlerinde ölüm yapılacak çalışan sayısı; havada ve kanda ağır metal numunesi alma talimatı TS ISO 8518 ve NIOSH 7082 prosedürüne göre belirlenmiştir. Buna göre işyerindeki her bölümdeki emisyon kaynaklarına göre çalışanlar homojen alt gruplara ayrılmış ve on çalışan arasından en az bir çalışan seçilerek numune alınmıştır.


Saha alışması için seçilen numune alma yöntemi ve analizlerde kullanılan cihaz ve yöntemler İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü Müdürlüğü'nde (İSGÜM) belirlenen prosedür ve standartlara göre uygulanmıştır. Yapılan işyeri ortam havasından kurşun

numunesi alma çalışmaları ve analizleri için seçilen metod TS ISO 8518 Havada Kurşun ve Kurşun Bileşikleri Tayini olarak belirlenmiştir. Kanda kurşun numunesi alma ve analiz çalışmaları ise TS ISO 8518 ve NIOSH 7082 metodları kapsamında yapılmıştır.

İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü Müdürlüğü, 3 Ekim 2013 tarihi itibarıyla söz konusu metod kapsamında Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) tarafından akredite olmuş ve çalışmaları denetim altında devam ettirmektedir. Aynı zamanda İSGÜM, İş Sağlığı ve Güvenliği alanında ölçüm ve analiz hizmetleri veren ve TÜRKAK tarafından akredite olan tek devlet kurumu olarak çalışmaktadır.

Bu yapılan numune alma çalışmaları ve analizlerin doğruluk ve güvenilirliğinin en üst düzeyde olduğunu göstermektedir. TÜRKAK akreditasyon belgesi ve ortam havası numune alma ve analiz için akredite olunan metod Şekil 8’de gösterilmiştir.

Akreditasyon Kapsamı

 Test TS EN ISO/IEC 17025 AB-0493-T	T.C. ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI İş Sağlığı Ve Güvenliği Enstitüsü Müdürlüğü (İ S G Ü M) Ankara Merkez Laboratuvarı Akreditasyon No: AB-0493-T Revizyon No: 00 Tarih: 03-Ekim-2013	
	Deney Laboratuvarı	
	Adresi : İstanbul Yolu 14. km No:464 Köyler 06370 ANKARA / TÜRKİYE	Tel : 0312 257 16 90 Faks : 0312 257 16 11 E-Posta : halil.polat@csgeb.gov.tr Website : www.isgum.gov.tr
Deneyi Yapılan Malzemeler / Ürünler	Deney Adı	Deney Metodu (Ulusal, Uluslararası standartlar, işletme içi metodlar)
Gürültü	Kişisel Gürültü Maruziyeti Ölçümü	TS EN ISO 9612
Ortam Havası (Numune Alma ve Analiz)	Havada Kurşun ve Kurşun Bileşikleri Tayini	TS ISO 8518

Şekil 8. TÜRKAK Akreditasyon Belgesi

İŞYERİ ORTAM HAVASINDA KURŞUN KONSANTRASYONUNUN BELİRLENMESİ

İşyeri ortam havasında kurşun konsantrasyonunun belirlenmesi için İSGÜM'de belirlenen Kurşun ve Kurşun Bileşiklerinin Tayini-Atomik Absorpsiyon Metodu Deney Talimatına (DT05) göre numuneler alınmış ve analizlenerek kurşun konsantrasyonu tespit edilmiştir [Ek 2].

Bu talimat işyeri ortam havasında tanecik halinde bulunan kurşun ve kurşun bileşiklerinin zaman ağırlıklı ortalama kütle derişimlerinin alevli atomik absorpsiyon spektrofotometresi kullanılarak tayinini kapsamaktadır.

İşyeri Ortam Havası Numune Alma ile Laboratuvar Analizlerinde Kullanılan Cihazlar ve Sarf Malzemeleri

- 1) SKC Deluxe kişisel toz toplama pompası
- 2) Selüloz Ester Membrane Filtre (37 mm çapında, 0.8 µm pore size)
- 3) Filtre Taşıma Kasetleri
- 4) Mars Microwave Accelerated Reaction System - Mikrodalga Fırın (CEM)
- 5) Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi (AAS)
- 6) Deiyonize Saf Su Cihazı
- 7) % 65'lik Nitrik Asit Çözeltisi
- 8) Kurşun Referans Malzemesi - Stok Çözeltisi (1000 ppm, NİST)
- 9) Kurşun Lambası (Hallow Cathode Lamp)

İşyeri Ortam Havası Kurşun Numunesi Alma Yöntemi

Kurşun maruziyetinin olduğu belirlenen akü üretimi ile gerikazanımı yapan işyerleri, madenler ve kurşunla çalışan metal işletmelerinden kurşun kullanımı olan üretim aşamalarının tümünü kapsayacak şekilde kişisel maruziyeti tespit etmek amacıyla çalışanların solunum mesafesinden ve bununla beraber ortam maruziyetini belirlemek amacıyla işyeri ortamında sabit noktalardan SKC kişisel örnekleme pompaları kullanılarak siklon başlıklara yerleştirilen MCE filtreler üzerine hava numuneleri alınmıştır. Numuneler işyeri ortam havasından ağır metal numunesi alma formuna [Ek 1] ve DT05'e uygun olarak alınmış, cihazlar cihaz kullanım talimatında belirlenen şekilde [Ek 2] kalibre edilmiştir. Buna göre 2,0 L/dk akış hızına ayarlanan pompalarla ağır metal numunesi alma prosedürüne uygun olarak 2 saat süreyle örnekleme yapılmıştır. Aynı yerlerden kör numune alınmasına dikkat edilmiştir ve filtreler pompalardan çıkarılarak özel kasetlerde laboratuvar ortamına taşınmış ve analizleri yapılmıştır. Kişisel örnekleme pompaları Şekil 9'da gösterilmiştir.



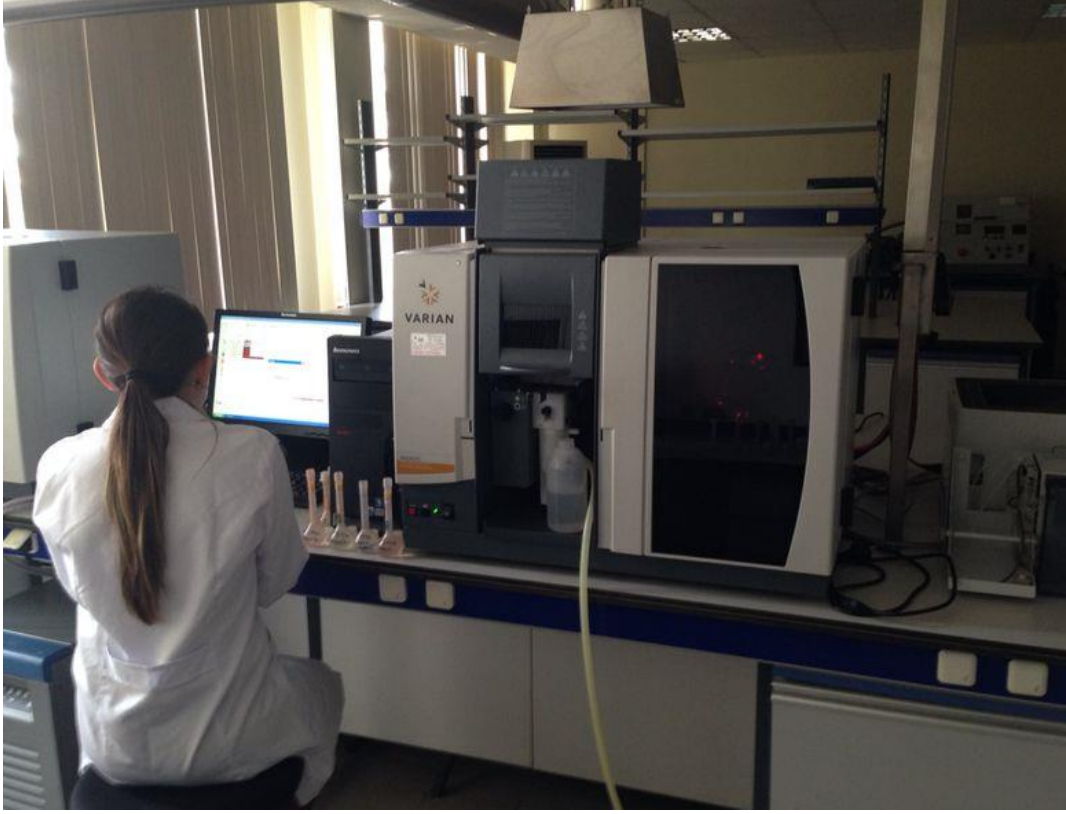
Şekil 9. Kişisel Örnekleme Pompası, Siklon Başlık, MCE Membran Filtre ve Numune Kaseti

İşyeri Ortam Havası Kurşun Numunelerin Analizi ve Kurşun Konsantrasyonunun Tespit Edilmesi

Atomik absorpsiyon spektrofotometrisinde yapılacak olan analizlerde, analiz edilecek numunenin yapısındaki tüm organik maddeler yıkılarak inorganik hale getirilir. Bunun için membran filtrelerle toplanmış olan toz haldeki kurşun belirli derişimdeki nitrik asit çözeltisiyle sıvı faza geçirilir ve mikrodalga fırında yakılarak numuneler analiz için hazır hale getirilir. Bu işleme numunelerin çözülmesi (digestion) adı verilir. Numune hazırlama için kullanılan değişik yöntemler bulunmaktadır. Bu çalışmada mikrodalga ile hızlandırılmış reaksiyon yöntemi kullanılmıştır.

İşyeri ortamında havada kurşun konsantrasyonu tayininde kullanılan tüm cam ve polietilen malzemeler kontaminasyonu önlemek üzere %20'lik HNO₃ çözeltisinden geçirilmiş ve ardından deiyonize suyla asitten arındırılıncaya kadar yıkanmıştır. Temizlenen numune kaplarına öncelikle ortam havasının analizi için örneklemede kullanılmış olan MCE filtreler konularak üzerine 5 ml %65'lik nitrik asit çözeltisi eklenerek kapakları kapatılmıştır.

Kabın dış yüzeyine koruyucu ceketler geçirildikten sonra kafeslere yerleştirilmiş ve anahtar yardımıyla kafes kapakları da kapatıldıktan sonra mikrodalga fırına yerleştirilmiş ve kurşun için ayarlanan yakma programı uygulanarak politetrafloroetilen kaplarda basınç altında nitrik asit ile yakılarak numuneler analize uygun hale getirilmiş ve Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi cihazında analizlenerek kurşun konsantrasyonları tespit edilmiştir. Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi cihazı ve numune analizi Şekil 10'da gösterilmiştir [32].



Şekil 10. Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi Cihazı ve Numune Analizi

KANDA KURŞUN KONSANTRASYONUNUN BELİRLENMESİ (KANDA KURŞUN KONSANTRASYONU TAYİNİ)

Kanda kurşun konsantrasyonu tayini kan numunelerinin içerisinde bulunan kurşun miktarının kantitatif olarak atomik absorpsiyon spektrofotometresi kullanılarak tespit edilmesidir. Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre cihazı ile kurşun konsantrasyonu tayini, yüksek sıcaklıkta gaz halinde bulunan element atomlarının elektromagnetik (UV veya görünür) ışınları absorplaması ilkesi üzerine kurulmuştur. Kanda kurşun konsantrasyonu tayini İSGÜM’de belirlenen Kanda Kurşun Tayini-Grafit Fırın Atomik Absorpsiyon Metodu Deney Talimatı (DT07) kullanılarak gerçekleştirilmiştir [Ek 3]. Metod deney numunesinin, sertifikalı standart maddeler kullanılarak, içerisindeki kurşun konsantrasyonunun elektrotermal atomik absorpsiyon spektrofotometre cihazlarını kullanarak kantitatif olarak tespit edilmesini kapsamaktadır.

Kanda Kurşun Tayini Numunesi Alma ile Laboratuvar Analizlerinde Kullanılan Cihazlar ve Sarf Malzemeleri

- 1) 2 ml'lik EDTA'lı tüp
- 2) 25, 50, 100 ml'lik Polietilen balon joje
- 3) Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi (AAS)
- 4) Kurşun Lambası (Hallow Cathode Lamp)
- 5) Otomatik pipet
- 6) Polietilen Auto-sampler vialleri (Tek kullanımlık, 2 cc'lik)
- 7) Polietilen Enjektörler (5 cc'lik)
- 8) Standart Kurşun Çözeltisi

Kanda Kurşun Numunesi Alma, Numunelerin Analizi ve Kanda Kurşun Tayini

Kan numuneleri hijyenik koşullar altında sağlık personeli tarafından EDTA'lı tüplere 2 ml tam kan alınarak buzdolabı koşullarında saklanarak laboratuvar ortamına getirilmiştir. Bu tüplerin içerdiği öncelikli antikoagülan Etilendiamintetraasetat (EDTA)'dır. EDTA, kalsiyum iyonunu bağlayarak kanın pıhtılaşmasına engel olur. Kanın pıhtılaşması için kalsiyum gereklidir, kalsiyum bağlandığında pıhtılaşma önlenmiş olur.

Temizlenen numune kaplarına öncelikle kan analizi için EDTA'lı tüplere alınan 1 ml tam kan konularak üzerine 10 ml %65'lik nitrik asit eklenmiş ve kapakları kapatılmıştır. Kaplar havada kurşun tayini için kullanılan prosedür DT05 ile aynı şekilde mikrodalga fırında yakılarak numuneler analize uygun hale getirilmiş ve Grafit Fırın Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi cihazında analiz edilerek kanda kurşun konsantrasyonları tespit edilmiştir [33].

Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi (AAS)

Atomik absorpsiyon spektroskopisi, gaz halindeki ve temel enerji düzeyinde bulunan atomların, UV ve görünür bölgedeki ışığı absorplaması ilkesine dayanır. Işıma şiddetindeki azalma ortamda absorpsiyon yapan elementin derişimi ile doğru orantılıdır.

Absorpsiyon spektrofotometresi ışığın absorpsiyonu ile madde arasındaki ilgiye dayalı bir ölçüm yöntemidir. Madde üzerine düşen ışık enejsisi absorblandığında atom, molekül ve iyonlar uyarılmış hal denen üst enerji seviyesine atlarlar. Bunlar temel hale dönerken uyarılmış ve temel hal arasındaki enerjiyi geri verirler. Spektroskopi bu yayılan enerjinin ölçümüne dayanır. Atomik absorpsiyon spektrofotometresinin bileşenleri; ışığı yayan ışık kaynağı, atomlaştırıcı, dalga boyu seçicisi (monokromatör) ve dedektör'dür [21].

Işık Kaynakları

AAS' de kullanılan ışık kaynaklarından biri olan ve en fazla tercih edilen oyuk katot lambası düşük basınçta neon veya argon gibi asal bir gazla doldurulmuştur. Lamba silindir şeklindedir ve içerisinde anot ve katot bulunmaktadır. Katot analizi yapılacak olan elementten yapılmıştır. Anot ise tungsten veya nikelden yapılmıştır. Anot ile katot arasında bir gerilim uygulanır ve lamba içerisindeki asal gazın iyonlaşması sağlanır. Ortamdaki iyon ve elektronlar katoda çarparak, yüzeyden metal atomlarını kopararak uyarırlar. Uyarılmış eneji düzeyinde bulunan atom kararsızdır ve temel enerji düzeyine dönmek isteyecektir. Bu atom temel enerji düzeyine dönerken katot elementine özgü dalga boyunda ışıma yapacaktır. Yani hangi elementin analizi yapılacak ise o elemente ait oyuk katot lambası kullanılmalıdır. Elementlerin sahip olduğu atomların konsantrasyonu absorblanan ışık miktarından hesaplanır. Atomların konsantrasyonu arttıkça absorblanan ışık miktarı artar [21].

Atomlaştırıcılar

Elde edilen çözeltiliyi gaz halindeki atomlarına dönüştürecekle bir atomlaştırıcıya ihtiyaç vardır. AAS'de alevli ve elektrotermal olmak üzere iki çeşit atomlaştırıcı kullanılmaktadır. Alevli atomlaştırıcıda kullanılan alev, yanıcı ve yakıcı gazların belirli hacimlerde kullanılması ile elde edilir. Yanıcı ve yakıcı gazlar analizi yapılacak elementin atomlaşma sıcaklığına göre şeçilmelidir. Kurşun analizlerinde yanıcı gaz olarak asetilen, yakıcı gaz olarak hava kullanılır çalışma sıcaklığı ise 2300 °C olarak belirlenir.

Diğer bir atomlaştırıcı olan elektrotermal atomlaştırıcı grafit fırındır. Bu yöntemde; numune sıcaklığı basamaklı olarak elektrik enerjisiyle artırılarak kurutma işlemi yapılır, ardından küleme işlemiyle numunedeki matriks uzaklaştırılır ve atomizasyonla element serbest atomlarına ayrılır.

Metodun prensibi; yüksek sıcaklıkta gaz halinde bulunan element atomlarının elektromanyetik ışınları (genellikle görünür alan ve UV ışınlarıdır) absorblaması temeline dayanır. Alevli sistemlere göre daha pahalı fakat daha avantajlıdır. Özellikle ağır metal elementlerinin analizinde ppb düzeyine kadar inebildikleri için daha fazla tercih edilmektedir [21].

Numunelerin Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi'nde Analizi

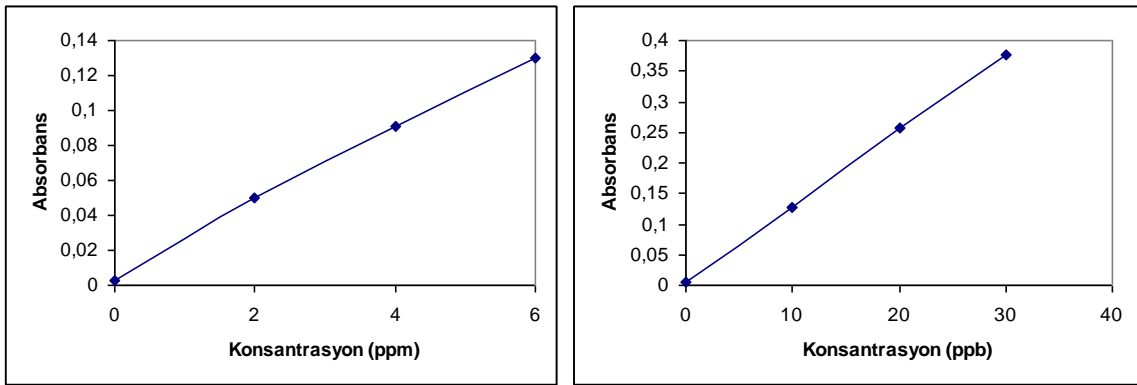
Mikrodalgada yakma işleminin ardından numuneler AAS cihazında analize hazır hale getirilmiş ve elde edilen homojen çözeltiler polietilen şişelere aktarılmıştır. Ölçüme hazır hale gelen çözeltiler analiz edilinceye kadar buzdolabında +4 °C de bekletilmiştir, analizden sonra da herhangi bir analiz hatası ihtimaline karşı numuneler buzdolabında tutulmuştur.

İşyeri ortam havasındaki kurşun konsantrasyon tayini alevli atomik absorpsiyon spektrofotometresi yöntemi, kanda kurşun konsantrasyon tayini ise grafit fırın absorpsiyon spektrofotometresi yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

Alevli AAS'de işyeri ortam havasındaki kurşun konsantrasyonunun belirlenmesi için standart çözeltilerinin hazırlanması gerekmektedir. Bunun için 1000 ppm'lik ($\mu\text{g/ml}$) Merck marka kurşun stok çözeltisinden 1ml alınarak 100 ml'lik polietilen balon jojeye aktarılmış ve %1 nitrik asitli deiyonize su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan 10 ppm'lik ara stok çözeltilerden ise 5, 10, 15 ml alınarak 25 ml'lik polietilen balon jojelere aktarılmış ve %1 nitrik asitli deiyonize su ilavesiyle 25 ml'ye tamamlanarak 2, 4 ve 6 ppm'lik çalışma standartları hazırlanmıştır. Grafit Fırın AAS yönteminde ise cihaz verilen stok çözeltilerden istenen standart çözeltileri (10, 20, 30 ppb) kendi hazırlamıştır.

Her iki analize de başlamadan önce cihazların lamba akımı, ışık yolu, bek yüksekliği optimize edilmiştir.

Sistem tümüyle analize hazır hale getirildikten sonra öncelikle hazırlanan standart çözeltilerin absorbans ölçümleri yapılarak kalibrasyon eğrisi çizdirilmiş ve daha sonra numunelerin absorbansları okutularak çizilen kalibrasyon eğrisi yardımıyla konsantrasyon tayinleri yapılmıştır. Çalışma standart çözeltilerinden elde edilen kalibrasyon eğrileri aşağıda Şekil 11 ve 12'de gösterilmiştir.



Şekil 11, 12. Alevli AAS (solda) ve Grafit Fırın AAS (sağda) İçin Kalibrasyon Eğrileri

Hava ve kan numunelerindeki kurşun konsantrasyonları tespit edilirken yukarıdaki şekillerde verilen kalibrasyon eğrilerinden yararlanılarak aşağıdaki formüller kullanılmıştır.

Hava kurşun numunelerindeki kurşunun kütlece derişimi (C), mg/m^3 olarak aşağıdaki denklem kullanılarak bulunur [26,27].

$$C = \frac{(C_{pb1}-C_{pb2}) \cdot V_1 \cdot F}{V}$$

C_{pb1} = Numune çözeltisindeki kurşun derişimi, mg/L

C_{pb2} = Kullanılmamış (kör) filtrenin yakılmasıyla elde edilen çözeltideki kurşun derişimi mg/L

V_1 = Numune çözeltisinin seyreltildiği hacim, L

F = Seyreltme faktörü

V = Hava numunesinin hacmi, m^3

Kan numunesindeki kurşunun kütlece derişimi (C), mg/100 ml kan olarak aşağıdaki denklem kullanılarak bulunur [26,27].

$$C = \frac{(C_{pb1}-C_{pb2}) \cdot V_1 \cdot F}{V}$$

C_{pb1} = Numune çözeltisindeki kurşun derişimi, $\mu\text{g/L}$

C_{pb2} = Kör numune çözeltisindeki kurşun derişimi $\mu\text{g/L}$

V_1 = Numune çözeltisinin seyreltildiği hacim, ml

F = Seyreltme faktörü

V = Teflon kaba alınan kan numunesinin hacmi (1 ml).

BULGULAR

İŞYERİ ORTAM HAVASINDA KURŞUN KONSANTRASYONU ÖLÇÜM SONUÇLARI

Yapılan saha çalışmasında kurşun maruziyetinin olduğu belirlenen ve araştırma kapsamında incelenen akü üretim ile gerikazanımı, metal ve maden endüstrilerinde faaliyet gösteren toplam 22 işyerinde TS ISO 8518 Standardına göre sayıları belirlenen 175 noktada işyeri ortam havasından kişisel örnekleme metodu ile kurşun ölçümleri yapılmış ve alınan numuneler laboratuvarında analizlenerek bulunan değerler 8 saatlik maruziyet değerleri (TWA) mg/m^3 cinsinden hesaplanmıştır.

Kimyasal Maddelerle Yapılan Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Yönetmeliği Ek-2'de belirtilen tehlikeli kimyasal maddelerle çalışmalarda işyeri ortam havasındaki kurşunun, haftada 40 saat çalışma süresine göre hesaplanması gerektiği belirtilmiştir. Buna göre değerlerin yüksek çıkması öngörülen bir akü fabrikasında 20 farklı noktada kurşun ölçümleri yapılmış ve alınan numuneler laboratuvarında analizlenerek bulunan değerler 40 saatlik maruziyet değerleri (TWA) mg/m^3 cinsinden hesaplanmıştır.

Tablo 4, 5 ve 6'da ölçüm yapılan bölümler ve işyeri ortam havasında tespit edilen kurşun konsantrasyon değerleri gösterilmiş ve sınır değer üzerinde tespit edilen değerler altı çizili olarak belirtilmiştir.

Tablo 4. Araştırma Kapsamında İncelenen Akü Üretim ve Gerikazanım İşyerlerinde İşyeri Ortam Havaşında Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değerleri

Ölçüm Yapılan Bölüm		İşyeri Ortam Havaşında Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değeri (TWA) (mg/m ³)
1. İşletme	İmalat	0,0785
	Macun Hazırlama	0,0650
	Izgara Sıvama	0,0060
	Izgara Döküm	<u>0,1750</u>
	şerit Kesme	0,1152
	Oksit	0,0078
	Montaj Hat 1	0,0052
	Montaj Hat 2	0,0048
	COS	0,0875
2. İşletme	Izgara	0,0050
	Oksit	0,0050
	Sıvama	0,1281
	şerit Kesme	0,1241
	Hamur Karma	<u>0,7267</u>
	Kesme - Fırçalama	0,0873
	Zarflama	0,0446
	COS	0,0696
	Montaj Hat	0,0017
	Sulu şarj	0,0125
	Formasyon Negatif Kurutma	0,0400
	Kür Odası	0,0200
Referans Değer [Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik]		0,15

Tablo 4. Araştırma Kapsamında İncelenen Akü Üretim ve Gerikazanım İşyerlerinde İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değerleri (Devam)

Ölçüm Yapılan Bölüm		İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değeri (TWA) (mg/m ³)
3. İşletme	Asit Hazırlama Bölümü	0,0021
	Sulu Şarj Bölümü	0,0085
	Etiketleme Bölümü	0,0005
	Mekanik Bakım Bölümü	0,0094
	Depo Stok-Sevkiyat Alanı	0,0005
	Forklift Operatörü	0,0350
	Kalite Operatörü	0,0450
	Yedek Parça- Depo Bölümü	0,0004
	Kür Odaları-Plaka Bölümü	0,0050
4. İşletme	Pota	0,0300
	Kalıplama	0,0600
	Kazan	0,0210
	Fırın	0,0500
	Kazan Yanı Depo	0,0200
5. İşletme	Ayrıştırma	0,0300
	Ergitme 1	0,1200
	Ergitme 2	0,1400
	Rafine	0,0100
	Pota	0,0100
Referans Değer [Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik]		0,15

Tablo 4. Araştırma Kapsamında İncelenen Akü Üretim ve Gerikazanım İşyerlerinde İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değerleri (Devam)

	Ölçüm Yapılan Bölüm	İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değeri (TWA) (mg/m³)
6. İşletme	Döküm	0,0226
	Döküm	0,0122
	Döküm	0,0218
	Eritme	<u>0,2601</u>
	Döküm	0,0103
	Döküm	0,0090
	Döküm	0,0242
	İzabe	<u>11,799</u>
	İzabe	<u>1,4799</u>
	İzabe	<u>0,5198</u>
	İzabe	0,0921
	Çapak Alma	0,1258
	Çapak Alma	<u>0,2813</u>
	İnce İşleme	<u>1,1724</u>
	İnce İşleme	0,1051
	İnce İşleme	0,1148
	İnce İşleme	0,0321
	Pasta Hazırlama	<u>0,4384</u>
	Pasta Hazırlama	<u>0,7697</u>
	Pasta Hazırlama	0,1480
	Plaka Temizleme	<u>0,2378</u>
	Plaka Temizleme	<u>0,2920</u>
	Referans Değer [Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik]	

Tablo 5. Araştırma Kapsamında İncelenen Maden İşyerlerinde İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değerleri

	Ölçüm Yapılan Bölüm	İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değeri (TWA) (mg/m³)
1. İşletme	Döküm Odası	0,1200
	Döküm Sahası	0,0450
	Üretim Panosu	0,0385
	Yenileştirme Bölümü	0,0249
	Proses Bakım	0,0494
	Laboratuvar	0,0225
	Cevher Zenginleştirme	0,0870
	Açık Ocak	0,0050
2. İşletme	Arama Galerisi	0,0035
	Hazırlık Galerisi	0,0085
	Üretim Panosu	0,0520
	Cevher Zenginleştirme	0,0980
	Laboratuvar	0,1230
3. İşletme	Altın Odası	0,0027
	Kırıcı Ünitesi	0,0035
	Döküm Sahası	0,0350
	Değirmen	0,0455
	Açık Ocak	0,0035
	Laboratuvar	0,1025
4. İşletme	Yenileştirme Bölümü	0,0049
	Bakım Bölümü	0,0255
	Cevher Zenginleştirme	0,0950
	Döküm Sahası	0,0875
	Laboratuvar	0,0985
Referans Değer [Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik]		0,15

Tablo 5. Araştırma Kapsamında İncelenen Maden İşyerlerinde İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değerleri (Devam)

Ölçüm Yapılan Bölüm		İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değeri (TWA) (mg/m ³)
5. İşletme	Kırıcı Bölümü	0,0150
	Üretim Sahası	0,0470
	Cevher Odası	0,1350
	Laboratuvar	0,1027
	Açık Ocak	0,0036
6. İşletme	Kırıcı	0,0320
	Kırıcı / Öğütme	0,0130
	Flotasyon	0,0030
	Flotasyon	0,0130
	Atık Filtre	0,0330
	Filtre Dolum	0,0260
	Filtre Dolum	0,0110
Referans Değer [Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik]		0,15

Tablo 6. Araştırma Kapsamında İncelenen Metal İşyerlerinde İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değerleri

Ölçüm Yapılan Bölüm		İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değeri (TWA) (mg/m ³)
1. İşletme	Lehim Atölyesi 1	0,1440
	Lehim Atölyesi 2	<u>0,1500</u>
	Avyonik Sistemler Atölyesi	0,0830
	Bakım Atölyesi	0,0100
	Kaynak Atölyesi	0,0750
	Montaj	0,0025
Referans Değer [Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik]		0,15

Tablo 6. Araştırma Kapsamında İncelenen Metal İşyerlerinde İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değerleri (Devam)

	Ölçüm Yapılan Bölüm	İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değeri (TWA) (mg/m³)
2. İşletme	Onarım Postası	0,0045
	Motor Montaj	0,0078
	Kaynak	0,0750
	Boya 1	0,0655
	Boya 2	0,0545
	Dökümhane	0,1256
	Kaplama	<u>0,1485</u>
	İndüksiyon Ocağı	0,0860
3. İşletme	Pirinç Döküm	0,0570
	Metal Pres	0,0750
	Metal Kaplama	0,1354
	Boyahane	0,0785
	Dökümhane 1	0,1145
	Dökümhane 2	0,1350
	Montaj	0,0045
4. İşletme	Kaynak	0,0890
	Yenileştirme	0,0420
	Kaporta	0,0950
	Dökümhane	0,1270
	Metal Kaplama	0,1060
6. İşletme	Marangozhane 1	0,0095
	Marangozhane 1	0,0070
	Döşeme Atölyesi	0,0040
	Boyahane 1	0,0020
	Boyahane 2	0,0030
Referans Değer		0,15
[Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik]		

Tablo 6. Araştırma Kapsamında İncelenen Metal İşyerlerinde İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değerleri (Devam)

	Ölçüm Yapılan Bölüm	İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değeri (TWA) (mg/m ³)
7. İşletme	Kuylama Hol 1	0,1240
	Kuylama Hol 2	0,1135
	Kuylama Hol 4	0,1025
	Kuylama Hol 5	0,0980
	Açık Kuylama	0,0754
	Kaynakhane	0,0980
	Toz Boya	0,0560
8. İşletme	Mekanik Atölyesi	0,0086
	Bobinaj Atölyesi	0,0049
	Galvaniz	0,1065
	Isıl İşlem	0,0970
	Buji Atölyesi	0,0085
	Motor Deneme	0,1135
	Kaynak	0,1350
	Raylı Sistemler	0,0856
	Metal Kaplama	0,0675
9. İşletme	Tesviye	0,0195
	Dökümhane	<u>0,3060</u>
	Tesviye	0,0246
	Boyahane	0,0481
	Dökümhane	<u>0,3648</u>
10. İşletme	Marangozhane	0,0001
	Boyahane	0,0020
	Döşeme Atölyesi	0,0040
	Marangozhane	0,0070
	Boyahane	0,0030
Referans Değer [Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik]		0,15

Kimyasal Maddelerle Yapılan Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Yönetmeliği Ek 2’de belirtilen biyolojik sınır değeri bulunan tehlikeli kimyasal maddelerle çalışmalarda aynı ek’teki prosedüre uygun sağlık gözetimi yapılır. Buna göre; havadaki kurşunun, haftada 40 saat çalışma süresine göre hesaplanması, zaman ağırlıklı ortalama konsantrasyonu 0,075 mg/m³ ten fazla ise, çalışanların tıbbi gözetim altında tutulması gerekmektedir.

Bu amaçla kurşun maruziyetinin yüksek olduğu bilinen bir akü fabrikasında 10 işgünü çalışma süresini kapsayacak şekilde 20 farklı bölümde mesai süresini kapsayacak ve mesai süresince maruz kalınan kimyasal faktörlerin zaman ağırlıklı ortalama konsantrasyon (TWA) tespiti için numuneler alınmış ve 40 saatlik kurşun maruziyeti hesaplanmıştır. Yapılan analizler sonucu tespit edilen 40 saatlik kurşun maruziyet değerleri Tablo 7’de gösterilmiş, sınır değer üzerinde olan değerler altı çizili olarak belirtilmiştir.

Tablo 7. Araştırma Kapsamında İncelenen Akü Fabrikasında İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen 40 Saatlik Kurşun Maruziyet Değerleri

Ölçüm Yapılan Bölüm	İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen 40 Saatlik Kurşun Maruziyet Değeri (TWA) (mg/m³)
Asit Hazırlama Bölümü	0,0021
Sulu Şarj Bölümü	0,0085
Etiketleme Bölümü	0,0005
Mekanik Bakım Bölümü	0,0094
Depo Stok-Sevkiyat Alanı	0,0005
Forklift Operatörü	0,0350
Kalite Operatörü	0,0450
Yedek Parça- Depo Bölümü	0,0004
Kür Odaları - Plaka Bölümü	0,0050
Exmet Sıvama Bölümü	0,0077
Referans Değer [Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik]	0,075

Tablo 7. Araştırma Kapsamında İncelenen Akü Fabrikasında İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen 40 Saatlik Kurşun Maruziyet Değerleri (Devam)

Ölçüm Yapılan Bölüm	İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen 40 Saatlik Kurşun Maruziyet Değeri (TWA) (mg/m³)
Izgara Bölümü	0,0050
şerit Bölümü	<u>0,1150</u>
Hamur Karma	<u>0,1745</u>
Oksit Bölümü	0,0146
Kesme Fırçalama Bölümü	<u>0,0871</u>
Zarflama Makinası	0,0215
COS Makinası	0,0071
Kalan Montaj Hatları	0,0246
Döküm Sıvama	0,0282
Formasyon Bölümü (Diğer Fabrika)	0,0184
Referans Değer [Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik]	0,075

KANDA KURŞUN KONSANTRASYONU TAYİNİ SONUÇLARI

İşyeri ortam havasından kurşun numuneleri alınan akü, maden ve metal işyerlerinde kurşun maruziyetinin çalışan sağlığı üzerine olan etkilerinin daha iyi anlaşılabilmesi için hava ölçümlemesi yapılan 50 noktadan işyeri ortam havası numuneleri ile birlikte kan numuneleri de alınmış ve kanda kurşun konsantrasyonları tayin edilmiştir.

Kanda kurşun numunesi alınan işyerleri, işçilerin çalıştıkları bölümler ve tespit edilen kanda kurşun konsantrasyonları Tablo 8, 9 ve 10'da gösterilmiştir. Buna göre akü işyerlerinde belirlenen kanda kurşun konsantrasyon değerleri Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8. Araştırma Kapsamında İncelenen Akü İşyerlerinde Kanda Kurşun Konsantrasyonu Tayin Sonuçları

Ölim Yapılan Bölüm	Kanda Kurşun Konsantrasyonu (µg /100 ml kan)
Oksit	35,50
Sıvama	39,40
şerit Kesme	32,22
Hamur Karma	29,45
Kesme - Fırçalama	34,20
Zarflama	13,76
COS	31,71
Montaj Hat	17,72
Sıvama	<u>55,10</u>
Formasyon Negatif Kurutma	16,07
şerit Kesme	<u>52,82</u>
Sulu şarj	35,40
Kür Odası	33,29
Izgara	<u>43,50</u>
Oksit	18,99
Kalite	15,01
Montaj Hat	13,92
Referans Değer [Kimyasal Maddelerle alışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik]	40

Araştırma kapsamında belirlenen maden işyerlerinde kanda kurşun konsantrasyon değerleri Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9. Araştırma Kapsamında İncelenen Maden İşyerlerinde Kanda Kurşun Konsantrasyonu Tayin Sonuçları

Ölçüm Yapılan Bölüm	Kanda Kurşun Konsantrasyonu (µg /100 ml kan)
Kırıcı / Öğütme	4,05
Flotasyon	3,00
Flotasyon	2,37
Filtre Dolum	5,43
Atık Filtre	5,69
Filtre Dolum	4,87
Flotasyon / Yüzdürme	4,13
Atık Filtre	5,77
Filtre Dolum	4,32
Filtre Dolum	2,80
Kırıcı	5,04
Kırıcı	3,43
Atık Filtre	4,45
Flotasyon	5,41
Flotasyon	3,85
Kırıcı / Filtre / Öğütme	5,72
Flotasyon	4,73
Referans Değer [Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik]	40

Araştırma kapsamında belirlenen metal işyerlerinde kanda kurşun konsantrasyon değerleri Tablo 10'da gösterilmiştir. Bu tabloya bir işletmeye ait 6 ay aralıklarla tekrarlanmış 3 ölçüm sonucu da eklenmiştir. Bu; ölçüm değerlerin takibinin yapılması açısından önemli bir gösterge olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 10. Araştırma Kapsamında İncelenen Metal İşyerlerinde Kanda Kurşun Konsantrasyonu Tayin Sonuçları

Ölçüm Yapılan Bölüm	Kanda Kurşun Konsantrasyonu Aralık, 2012 (µg /100 ml kan)	Kanda Kurşun Konsantrasyonu Mayıs, 2012 (µg /100 ml kan)	Kanda Kurşun Konsantrasyonu Aralık, 2013 (µg /100 ml kan)
Lehim Atölyesi	2,43	4,60	1,55
Avyonik Sistemler Atölyesi	15,93	12,00	8,01
Bakım Atölyesi	1,79	0,50	0,87
Kaynak Atölyesi	10,86	11,20	7,09
Montaj	2,61	4,10	3,00
Dökümhane	6,32	5,60	3,38
Metal Kaplama	9,29	11,00	5,65
Metal Kaplama	6,49	5,80	4,96
Boyahane	2,65	5,90	0,61
Boyahane	9,70	5,40	6,68
Kaynak Atölyesi	8,53	3,30	3,63
Marangozhane	-	-	1,97
Boyahane	-	-	1,92
Döşeme Atölyesi	-	-	2,35
Marangozhane	-	-	2,26
Boyahane	-	-	2,07
Referans Değer [Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik]	40	40	40

İŞYERİ ORTAM HAVASINDA VE KANDA TESPİT EDİLEN KURŞUN KONSANTRASYON DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Hava kurşun konsantrasyonunun çalışanların kan kurşun değerleri ile ilişkilerini araştırmak için bölümlere göre tespit edilen işyeri ortam havası kurşun konsantrasyon değerleri ve bu bölümlerde çalışanların kanda kurşun konsantrasyon değerleri Tablo 11, 12 ve 13'te birlikte gösterilmiştir.

Tablo 11. Araştırma Kapsamında İncelenen Akü İşyerlerinde İşyeri Ortam Havasında ve Kanda Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değerlerinin Karşılaştırılması

Ölçüm Yapılan Bölüm	İşyeri Ortam Havası Kurşun Konsantrasyonu (TWA) (mg/m ³)	Kanda Kurşun Konsantrasyonu (µg /100 ml kan)
Izgara	<u>0,1750</u>	<u>43,50</u>
Şerit Kesme	0,1241	<u>52,82</u>
Oksit	0,0050	35,50
Sıvama	0,1281	<u>55,10</u>
Hamur Karma	<u>0,7267</u>	29,45
Kesme/Fırçalama	0,0873	34,20
Zarflama	0,0446	13,76
COS	0,0696	31,71
Montaj Hat	0,0017	17,72
Sulu Şarj	0,0125	35,40
Formasyon Neg. Kurutma	0,0400	16,07
End. Akü	0,0483	39,40
Kür Odası	0,0200	33,29
Kalite Personeli	0,0183	15,01
Referans Değer [Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik]	0,15	40

Tablo 12. Araştırma Kapsamında İncelenen Maden İşyerlerinde İşyeri Ortam Havasında ve Kanda Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değerlerinin Karşılaştırılması

Ölçüm Yapılan Bölüm	İşyeri Ortam Havası Kurşun Konsantrasyonu (TWA) (mg/m ³)	Kanda Kurşun Konsantrasyonu (µg /100 ml kan)
Kırıcı / Öğütme	0,013	4,05
Flotasyon	0,0003	3,00
Flotasyon	0,012	2,37
Filtre Dolum	0,026	5,43
Atık Filtre	0,011	5,69
Filtre Dolum	0,033	4,87
Flotasyon / Yüzdürme	0,017	4,13
Atık Filtre	0,015	5,77
Filtre Dolum	0,035	4,32
Filtre Dolum	0,042	2,80
Kırıcı	0,032	5,04
Kırıcı	0,028	3,43
Atık Filtre	0,027	4,45
Kırıcı / Filtre / Öğütme	0,016	5,72
Referans Değer [Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik]	0,15	40

Tablo 13. Araştırma Kapsamında İncelenen Metal İşyerlerinde İşyeri Ortam Havasında ve Kanda Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değerlerinin Karşılaştırılması

Ölçüm Yapılan Bölüm	İşyeri Ortam Havası Kurşun Konsantrasyonu (TWA) (mg/m ³)	Kanda Kurşun Konsantrasyonu (µg /100 ml kan)
Marangozhane	0,0001	1,97
Boyahane	0,0020	1,92
Döşeme Atölyesi	0,0040	2,35
Marangozhane	0,0070	2,26
Boyahane	0,0030	2,07
Referans Değer [Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik]	0,15	40

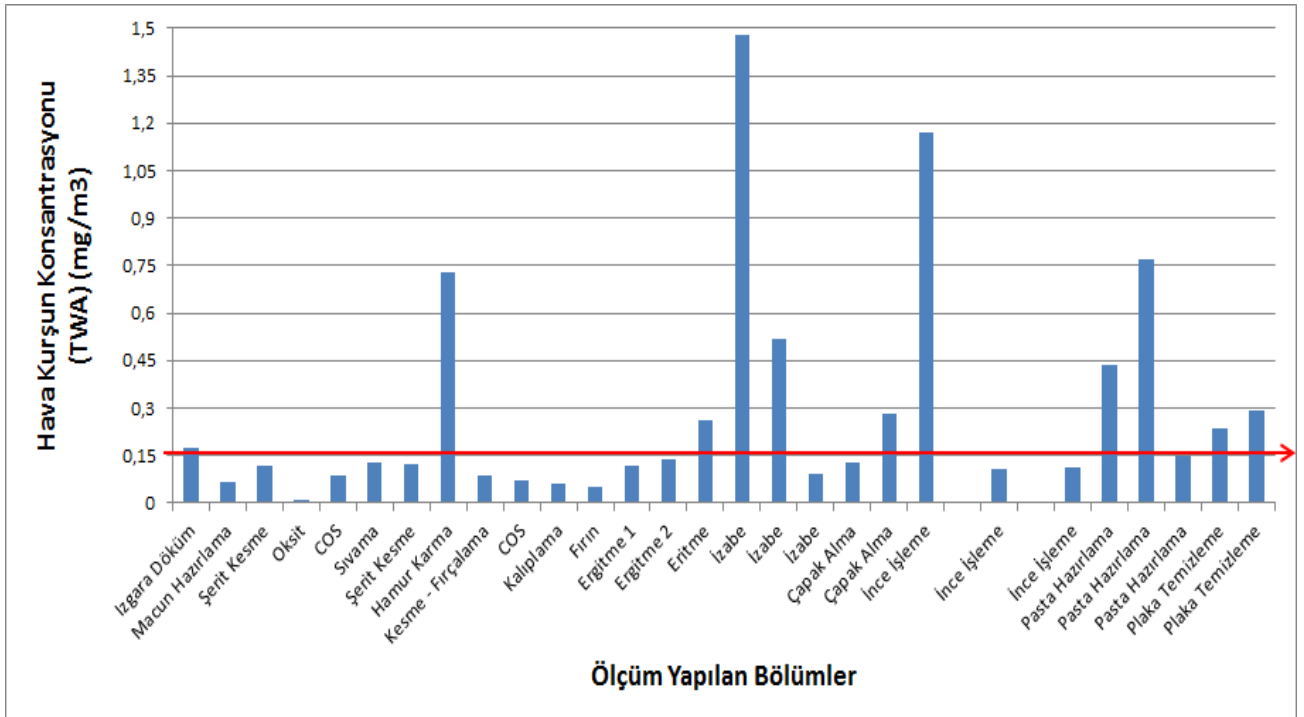
Yapılan literatür araştırmalarında elde edilen veriler kullanılarak bir akü fabrikasında 2004 yılında yapılmış olan işyeri ortam havası ve kanda kurşun konsantrasyon değerleri aynı noktalarda alınan numuneler ile tekrarlanmış ve tespit edilen konsantrasyonlar 2008 verileriyle karşılaştırılarak Tablo 14'te gösterilmiş, referans sınır değerin üzerinde ve yakın olarak tespit edilen değerler kalın renklerle belirtilmiştir.

Tablo 14. 2008 ve 2014 Yıllarında Araştırma Kapsamında İncelenen Akü Fabrikasında Tespit Edilen İşyeri Ortam Havası ve Kanda Kurşun Konsantrasyon Değerleri Karşılaştırma Tablosu [28]

Ölüm Yapılan Bölüm	2008		2014	
	İşyeri Ortam Havası Kurşun Konsantrasyonu (TWA) (mg/m ³)	Kanda Kurşun Konsantrasyonu (g/100 ml)	İşyeri Ortam Havası Kurşun Konsantrasyonu (TWA) (mg/m ³)	Kanda Kurşun Konsantrasyonu (g/100 ml)
Izgara	0,076	34,4	0,005	43,5
Oksit	0,074	47,7	0,050	35,5
Sıvama	0,060	37,6	0,128	55,1
Negatif Kurutma	0,049	29,8	0,040	16,3
Kesme Fırçalama	0,152	29,3	0,087	34,2
Zarflama	0,166	43,7	0,045	13,7
COS	0,266	39,2	0,069	34,7
Montaj	0,067	29,4	0,002	13,9
Sulu şarj	0,068	30,7	0,013	35,4
şerit Hattı	0,164	37,6	0,124	52,8
Referans Değer [Kimyasal Maddelerle alışmalarda Sağlık ve Güvenlik nlemleri Hakkında Yönetmelik]	0,15	40	0,15	40

Yapılan analizler grafiksel olarak değerlendirildiğinde sonuçlar daha net olarak anlaşılmaktadır. Araştırma kapsamında incelenen akü üretim ve gerikazanım işyerlerinde işyeri ortam havasında tespit edilen kurşun konsantrasyon değerleri incelendiğinde referans sınır değer üzerinde tespit edilen değerler Şekil 13'te grafiksel olarak gösterilmiştir.

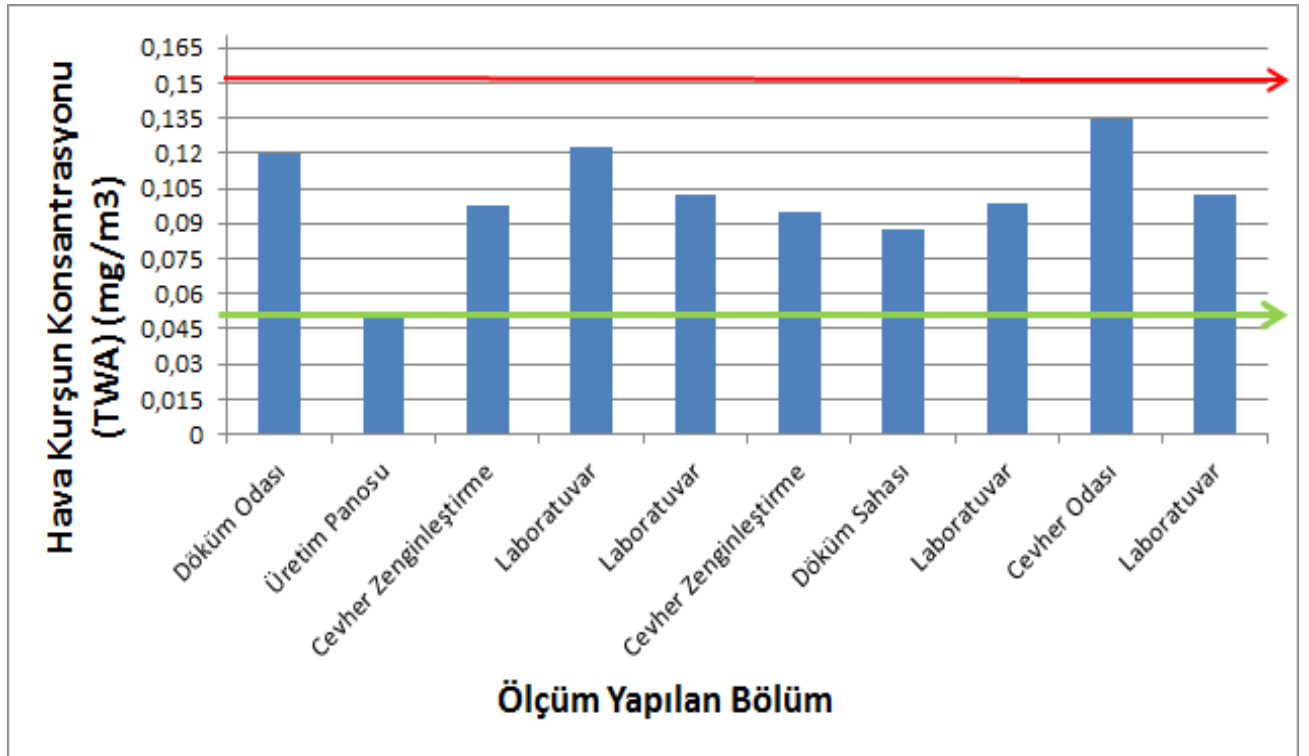
Buna göre kurşun konsantrasyon değeri Şekil 13'te kırmızı çizgi ile belirtilen maruziyet limit değeri olan 0,15 mg/m³'ün üzerinde tespit edilen bölümler ızgara döküm, hamur karma, ergitme, izabe, çapak alma, ince işleme, pasta hazırlama ve plaka temizleme bölümleri olarak belirlenmiş ve grafik üzerinde gösterilmiştir. Ancak aynı zamanda grafikte gösterilen bütün bölümlerde kurşun konsantrasyon değeri NIOSH, OSHA ve ACGIH gibi enstitülerce belirlenen maruziyet sınır değeri olan 0,05 mg/m³'ün çok üzerinde tespit edilmiştir. Bu yapılan literatür araştırmalarında da belirtildiği gibi akü işletmelerinde kurşun maruziyetinin yüksek olduğunu ve bu işletmelerde çalışanlar için meslek hastalığına yakalanma riskinin önemli seviyede olduğunu göstermektedir.



Şekil 13. Araştırma Kapsamında İncelenen Akü Üretim ve Gerikazanım İşyerlerinde İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyonları

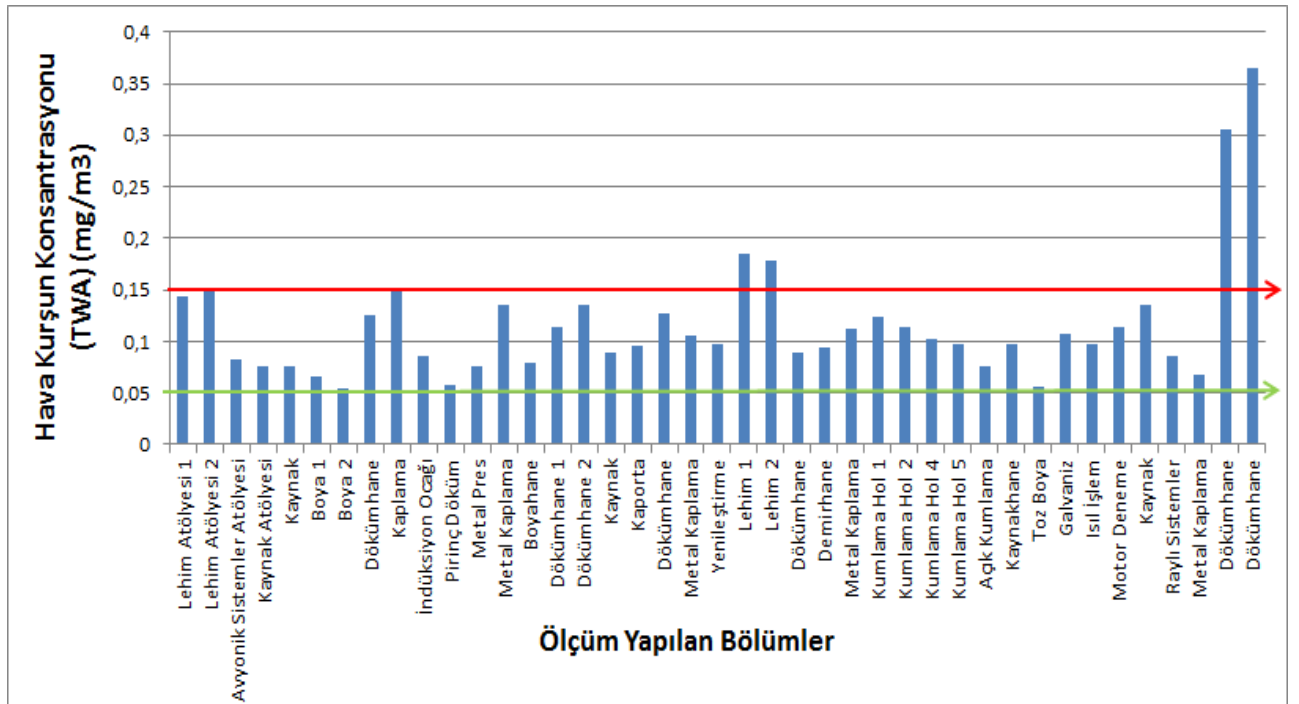
Şekil 14'te maden işletmelerinde işyeri ortam havasında tespit edilen kurşun konsantrasyon değerleri gösterilmiş mevzuatımızda belirlenen maruziyet sınır değeri kırmızı çizgi ile NIOSH, OSHA ve ACGIH gibi enstitülerce belirlenen maruziyet sınır değeri ise yeşil çizgi ile belirtilmiştir. Tespit edilen kurşun konsantrasyon değerleri incelendiğinde referans sınır değerinin üzerinde değer tespit edilmediği belirlenmiş ve Şekil 14'te grafiksel olarak gösterilmiştir.

Bu maden işletmelerinde kurşun maruziyetinin az olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilmemelidir. Bulunan değerler Türkiye'de belirlenen maruziyet sınır değerinin altında fakat NIOSH, OSHA ve ACGIH gibi enstitülerce belirlenen maruziyet sınır değeri olan $0,05 \text{ mg/m}^3$ 'ün üzerinde tespit edilmiştir.



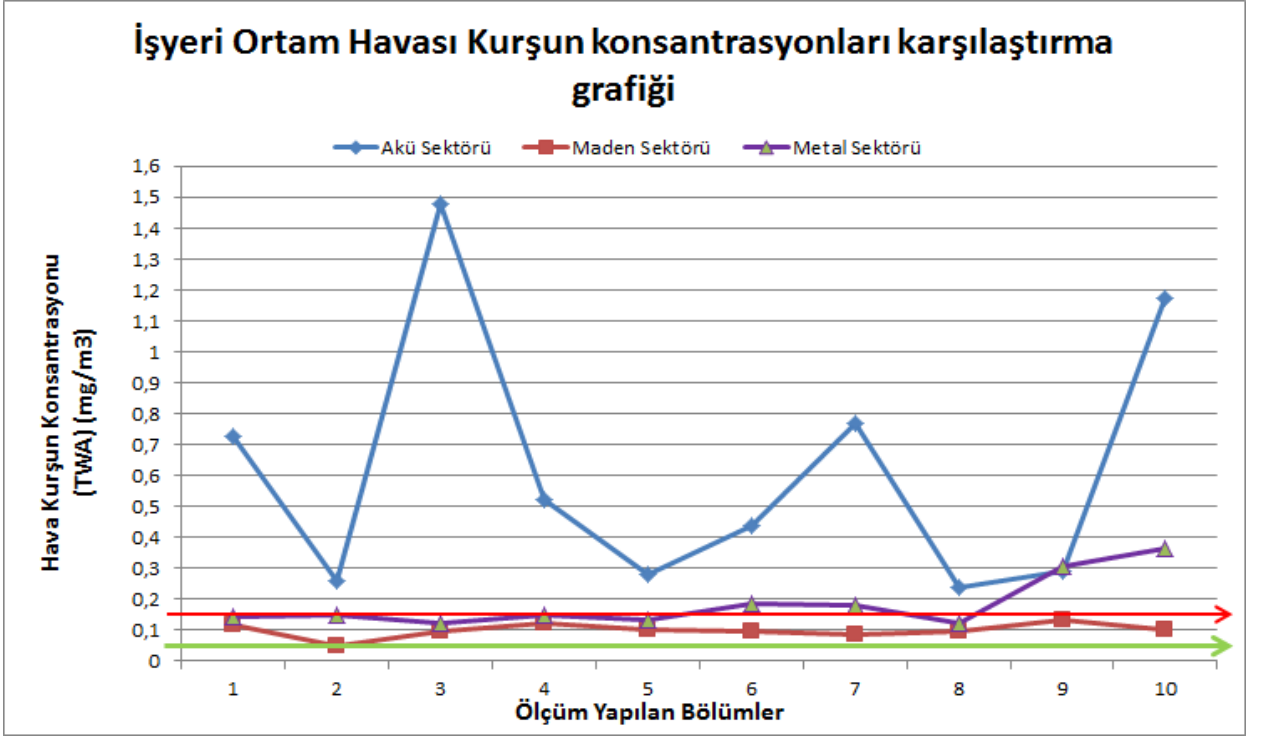
Şekil 14. Araştırma Kapsamında İncelenen Maden İşyerlerinde İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyonları

Metal işletmelerinde işyeri ortam havasında tespit edilen kurşun konsantrasyon değerleri Şekil 15'te grafiksel olarak gösterilmiştir. Grafik incelendiğinde kurşun konsantrasyonu referans sınır değer olan 0,15 mg/m³'ün üzerinde tespit edilen bölümlerin lehim ve kaplama işleri yapılan bölümler ve dökümhaneler olduğu görülmüştür. Ancak bununla birlikte birçok alanda kurşun kullanımı olan metal işletmelerinde çoğu noktada tespit edilen kurşun konsantrasyonu NIOSH, OSHA ve ACGIH gibi enstitülerce belirlenen maruziyet sınır değeri olan 0,05 mg/m³'ün üzerinde tespit edilmiştir.

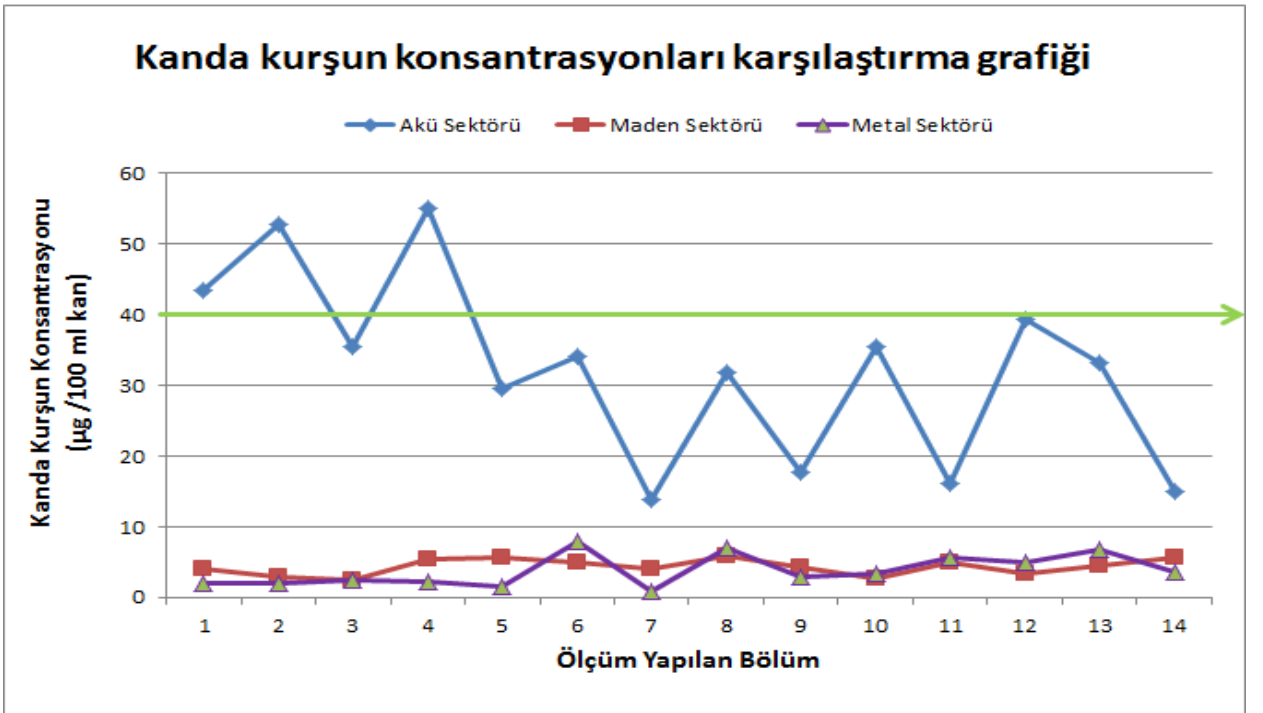


Şekil 15. Araştırma Kapsamında İncelenen Metal İşyerlerinde İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyonları

İşyeri ortam havasından akü, maden ve metal işletmelerinde tespit edilen kurşun konsantrasyon değerlerini birbiriyle karşılaştırdığımızda yapılan analizler akü işletmeleri için kurşun maruziyet değerlerinin çok daha yüksek çıktığını göstermektedir ki bu sonuç yapılan literatür taramalarıyla da örtüşmektedir. Aynı şekilde kanda kurşun konsantrasyonları üç işletmede karşılaştırıldığında limit değerinin sadece akü işletmelerinde aşıldığı görülmektedir. Buna göre bu üç işletmede belirlenen işyeri ortam havası ve kanda kurşun konsantrasyonları karşılaştırma değerleri Şekil 16 ve 17'de gösterilmiştir.



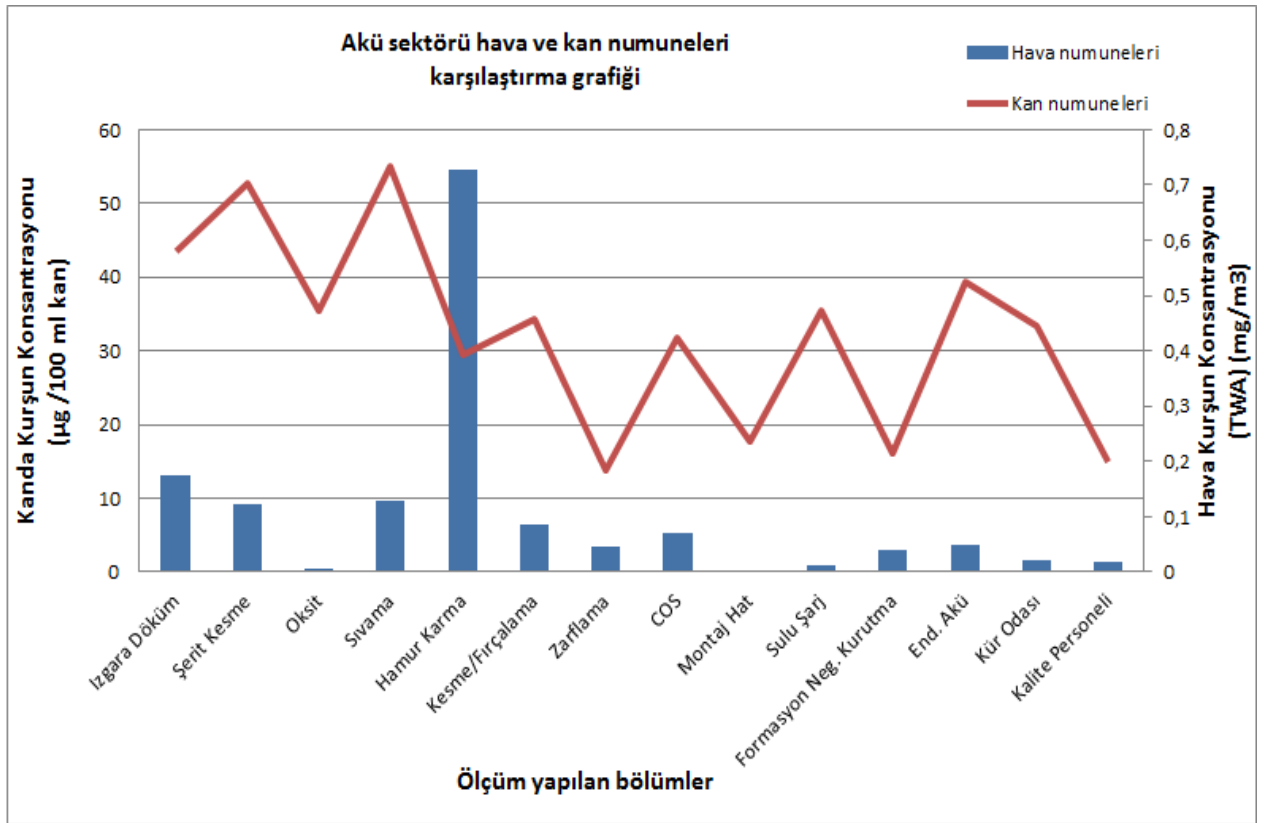
Şekil 16. Araştırma Kapsamında İncelenen Akü, Maden ve Metal İşyerlerinde İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyonlarının Karşılaştırılması



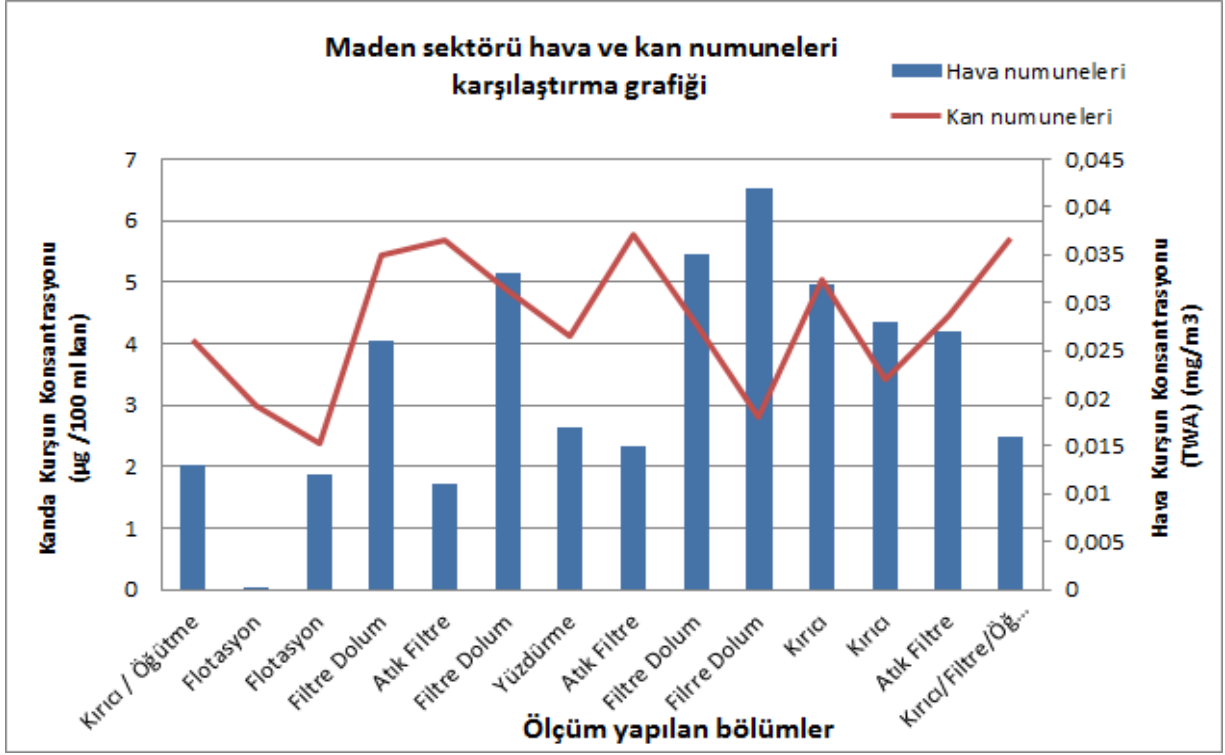
Şekil 17. Araştırma Kapsamında İncelenen Akü, Maden ve Metal İşyerlerinde Tespit Edilen Kanda Kurşun Konsantrasyonlarının Karşılaştırılması

İşyeri ortam havasında bulunan kurşun maruziyet değerleri araştırma kapsamında incelenen akü, maden ve metal işletmeleri için tespit edilmiş ve değerler Şekil 13, 14 ve 15'te grafiksel olarak gösterilmiştir. Ancak kurşun maruziyetinin sağlık üzerine etkilerinin daha net olarak anlaşılması için ortam havasından alınan numunelerin yanı sıra aynı ortamda çalışanların kanda kurşun numuneleri de alınmış ve kanda kurşun tayini yapılarak kurşun konsantrasyon değerleri karşılaştırılmıştır.

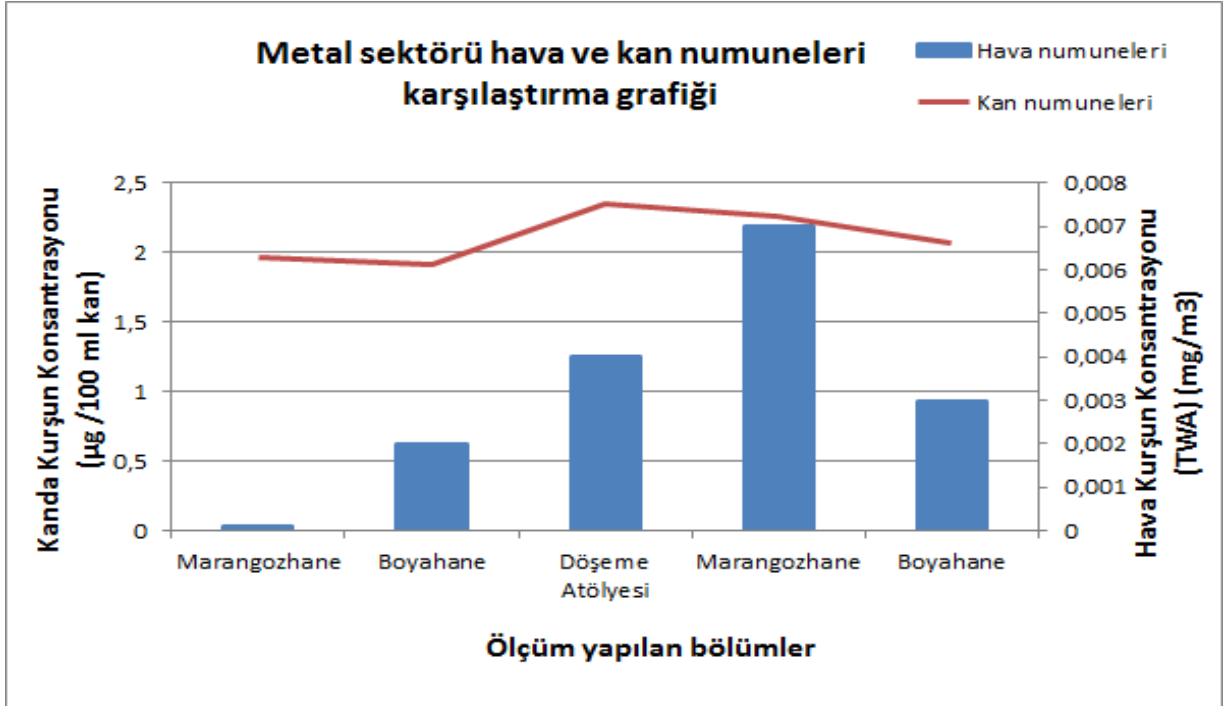
Akü, maden ve metal işletmelerinde alınan işyeri ortam havası ve kanda kurşun numuneleri karşılaştırma değerleri sırasıyla Şekil 18, 19 ve 20'de grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 18. Araştırma Kapsamında İncelenen Akü İşyerlerinde Tespit Edilen İşyeri Ortam Havası ve Kanda Kurşun Konsantrasyonlarının Karşılaştırılması



Şekil 19. Araştırma Kapsamında İncelenen Maden İşyerlerinde Tespit Edilen İşyeri Ortam Havası ve Kanda Kurşun Konsantasyonlarının Karşılaştırılması



Şekil 20. Araştırma Kapsamında İncelenen Metal İşyerlerinde Tespit Edilen İşyeri Ortam Havası ve Kanda Kurşun Konsantasyonlarının Karşılaştırılması

TARTIŞMA

Bu tez çalışması kurşun kullanımının ve maruziyetinin en yüksek düzeyde olduğu belirlenen ve araştırma kapsamında incelenen akü imalatı ile bertarafı, maden ve metal endüstrilerinde faaliyet gösteren işletmeler baz alınarak yapılmıştır. Yapılan çalışma kapsamında belirlenen işletmelerde çalışanların kurşun kullanımı sonucunda çalıştıkları bölüm bazında kurşun maruziyetlerini değerlendirmek amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak üç endüstri kolunda belirlenen işyerlerinde farklı bölümlerde çalışan işçilerden TS ISO 8518 çalışma ortamından kurşun numunesi alma prosedürüne göre belirlenen işyeri ortam havası kurşun numuneleri alınarak toplamda 175 farklı proses noktasında çalışanların soluduğu işyeri ortam havası kurşun konsantrasyon değerleri tespit edilmiştir.

İşyeri ortam havası kurşun numuneleri için yapılan analizler sonucunda elde edilen değerler Tablo 4, 5 ve 6'da gösterilmiş ve mevzuatta belirlenen maruziyet sınır değer olan $0,15 \text{ mg/m}^3$ 'ü aşan bölümler tablolarda altı çizili olarak belirlenmiştir. Tespit edilen değerler arasından OSHA, NIOSH, ACGIH gibi enstitülerce belirlenen maruziyet sınır değer olan $0,05 \text{ mg/m}^3$ 'ün üzerinde olanlar Şekil 13, 14 ve 15'te grafiksel olarak ifade edilmiş ve burada $0,15 \text{ mg/m}^3$ 'ü aşan bölümler grafiklerde gösterilmiştir. İşyeri ortam havası kurşun konsantrasyonları karşılaştırıldığında beklendiği gibi akü işletmelerinde numune alınan noktaların %44'ü $0,05 \text{ mg/m}^3$ 'ün üzerinde, %20'si ise ülkemizde geçerli olan maruziyet sınır değer olan $0,15 \text{ mg/m}^3$ 'ün üzerinde tespit edilmiştir. Bu bölümler; Izgara Döküm, Hamur Karma, İzabe, Ergitme ve Plaka Temizleme olarak belirlenmiştir.

Araştırma kapsamında incelenen maden işletmelerinde toplam 36 noktada tespit edilen sonuçlar değerlendirildiğinde numune alınan noktaların %33'ü 0,05 mg/m³'ün üzerinde çıkmıştır. Ancak elde edilen sonuçların tümü 0,15 mg/m³'ün altında tespit edilmiştir. Maden işletmelerinde en yüksek kurşun konsantrasyonu; Cevher Hazırlama Odası ve Kalite Kontrol Laboratuvarlarında tespit edilmiştir. Bu bölümlerde elde edilen değerlerin 0,13 - 0,10 mg/m³ aralığında olduğu belirlenmiştir. Bu değerler ülkemizde geçerli olan maruziyet sınır değerinin altında olmasına rağmen nispeten yüksek değerler olarak kabul edilmektedir. Metal işletmelerinde tespit edilen sonuçlar ise numune alınan noktaların %72'sinin yani büyük bir kısmının 0,05 mg/m³'ün üzerinde olduğunu göstermektedir. Ancak Lehim ve Dökümhane gibi kurşun çalışmalarının ağırlıklı olduğu dört noktada kurşun konsantrasyonu 0,15 mg/m³ olan maruziyet sınır değerinin üzerinde tespit edilmiştir.

Kimyasal Maddelerle Yapılan Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Yönetmeliği Ek-2'de belirtilen biyolojik sınır değeri bulunan tehlikeli kimyasal maddelerle çalışmalarda aynı ekte belirtilen prosedüre uygun sağlık gözetimi yapılması gerektiği açıklanmıştır. Buna göre; havadaki kurşun konsantrasyonunun haftada 40 saat çalışma süresine göre hesaplanması, zaman ağırlıklı ortalama konsantrasyon değeri maruziyet sınır değeri olan 0,075 mg/m³'ten fazla ise, çalışanların tıbbi gözetim altında tutulması gerekmektedir. Bu amaçla kurşun konsantrasyon değerlerinin yüksek olduğu tespit edilen bir akü fabrikasında her bir çalışan için 5 işgünü ve günlük 8 saat çalışma süresini kapsayacak şekilde 20 farklı bölümde kurşun maruziyetinin zaman ağırlıklı ortalama konsantrasyon (TWA) tespiti için hava numuneleri alınmış ve 40 saatlik kurşun maruziyeti hesaplanmıştır.

Yapılan analizler sonucu tespit edilen 40 saatlik kurşun maruziyet değerleri Tablo 7'de gösterilmiştir. Buna göre hamur karma, şerit hattı ve kesme-fırçalama bölümleri referans sınır değeri olan 0,075 mg/m³'ün üzerinde tespit edilmiştir. Hamur karma, şerit hattı ve kesme-fırçalama bölümlerinde bulunan sonuçlar Tablo 4'te belirlenen sonuçları desteklemektedir. Ölçüm yapılan diğer noktalar arasındaki farkın ise numunelerin aynı anda alınamaması, işyerindeki iş yoğunluğunun değişken olabilmesi ve mevsimsel şartların maruziyet değerlerini etkilemesi gibi nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kurşun maruziyetinin sağlık üzerine etkileri değerlendirilirken sadece işyeri ortam havasından alınan kurşun örneklerinin değerlendirilmesi yeterli değildir. Kurşun maruziyetinin çalışan sağlığına olumsuz etkileri üzerinde maruz kalınan partiküllerin büyüklüğü, kurşun bileşiğinin kimyasal yapısı, iş yükü, maruziyet süresi ve kişisel duyarlılık gibi faktörler önemli rol oynamaktadır. Bu yüzden maruziyetin belirlenmesinde hava ölçümlerinin yanında klinik testlerin de düzenli olarak yapılması gerekmektedir. Bu amaçla kurşun maruziyetinin çalışan sağlığı üzerine etkilerini karşılaştırabilmek ve detaylı olarak değerlendirebilmek için araştırma kapsamında incelenen akü, maden ve metal işletmelerinde işyeri ortam havası numuneleri alınan bölümlerde çalışanlardan toplam 50 kişiden kan numuneleri de alınarak kanda kurşun tayinleri yapılmış ve bulunan değerler Tablo 11, 12 ve 13'te gösterilmiştir.

Sonuçlar incelendiğinde akü işletmelerinde sıvama, şerit ve ızgara bölümlerinde çalışan kişilerin kanda kurşun konsantrasyonları referans sınır değer olan 40 µg /100 ml kan değerinin üzerinde tespit edilmiştir. Ancak yapılan literatür araştırmalarının da desteklediği gibi akü üretimi yapan işyerlerinde kanda kurşun konsantrasyonlarının maden ve metal işletmelerine oranla çok daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Ölçüm yapılan işletmelerde; işyeri ortam havası ve kanda kurşun konsantrasyonları sektörel olarak değerlendirilmiş ve Şekil 16 ve 17'de grafiksel olarak gösterilmiştir. Sonuçlar bu üç iş kolu arasında işyeri ortam havasında kurşun maruziyetinin ağırlıklı olarak akü üretimi yapan işletmelerde ve metal işyerlerinde olduğunu göstermiştir. Kanda kurşun maruziyeti ise akü üreten işletmelerde yüksek çıkmıştır. Maden ve metalde ise kanda kurşun konsantrasyonları 10 µg /100 ml kan değerinin altında tespit edilmiştir. Ölçüm ve analizi yapılan her üç işkolunda da işyeri ortam havası ve kanda kurşun konsantrasyonları karşılaştırılmış ve sonuçlar Tablo 11, 12 ve 13'te gösterilmiştir. Buna göre işyeri ortam havası kurşun konsantrasyonları yüksek çıkan bölümlerde kanda kurşun konsantrasyonlarının da yüksek çıktığı belirlenmiştir. Bu sonuç; iki değer arasında genel anlamda pozitif bir bağıntı olduğunu göstermektedir.

İşyeri ortam havası kurşun konsantrasyonları ve kanda kurşun konsantrasyonları karşılaştırma grafikleri Şekil 18, 19 ve 20’de detaylı olarak gösterilmiştir. Araştırma kapsamında incelenen akü işyerlerinde işyeri ortam havası kurşun konsantrasyonları yüksek çıkan Şerit Kesme ve Sıvama gibi bölümlerde kanda kurşun konsantrasyonlarının da maruziyet sınır değerinin üzerinde tespit edildiği görülmektedir. Ancak işyeri ortam havasındaki kurşun değerinin düşük olduğu tespit edilen Sulu Şarj ve Endüstriyel Akü gibi bölümlerde kandaki kurşun değerleri yüksek olarak belirlenmiştir. Bu farkın kurşunun vücutta depolanabilen ve etkilerini uzun sürede gösterebilen bir ağır metal olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca kurşun maruziyeti sonucu oluşan etkilenmede kişisel hassasiyetin ve çalışma alışkanlıklarının (iş elbisesi ve KKD kullanımı vb.) önemli olduğu iddiasını desteklemektedir.

Bu durum aynı zamanda sadece çalışma havasındaki kurşun konsantrasyonunun tespit edilmesinin maruziyeti belirlemede yeterli olmadığını da göstermektedir. Bu konuyla ilgili, Nesrin Kocabıyık tarafından 2005 yılında yoğun kavşaklarda çalışan trafik polislerinin kurşun maruziyetlerinin belirlemesi amacıyla tez çalışması yapılmıştır. Çalışmanın sonuçları açık havada çalışmalarına rağmen trafik polislerinin kanda kurşun konsantrasyonlarının yüksek düzeyde çıktığını göstermektedir [30]. Aynı durumun tersi de söz konusu olabilmektedir. Araştırma kapsamında incelenen akü, maden ve metal işletmelerinde yapılan analizler karşılaştırıldığında işyeri ortam havasındaki kurşun değerinin yüksek olduğu tespit edilen bazı bölümlerde kandaki kurşun değerleri düşük olarak belirlenmiştir. Bu durum ise çalışma ortamında maruziyeti azaltmaya yönelik önlemlerin alındığını, havalandırma ve fiziki koşulların iyileştirildiğini ve çalışanların uygun KKD kullandığını göstermektedir.

Buna benzer bir çalışma; Hamdiye Arda Sürücü ve arkadaşları tarafından 2012 yılında otopark çalışanlarında kanda kurşun, kadmiyum, krom ve total antioksidan düzeyinin değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmada Diyarbakır kent merkezinde kapalı ve açık otopark çalışanlarının kanda kurşun, kadmiyum, krom ve total antioksidan kapasiteleri değerlendirilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde kapalı otopark çalışanlarında kanda kurşun seviyeleri açık otopark çalışanlarına göre daha yüksek çıkmıştır. Ancak açık otopark çalışanlarında değerlerin daha düşük çıkması beklenirken limit değerlerin üzerinde

sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar yapılan tez çalışmasının sonuçlarını da destekler niteliktedir. Sonuçta kurşun açık havada çalışılsa dahi kanda birikebilmekte ve insan sağlığını tehdit edecek değerlere çıkabilmektedir. Sürücü ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada kapalı ve açık otoparktaki kanda kurşun değerleri arasında büyük bir fark olduğuna da değinilmiştir [35]. Bu durumda işyeri ortam havası ve kanda kurşun ölçüm sonuçlarının beraber değerlendirilmesinin daha doğru sonuçlar ortaya çıkarabileceği sonucuna varılabilir. Yapılan tez çalışmasında buna değinilmiş ve bu nedenle işyeri ortam havası ölçümleri yapılan noktalardan kanda kurşun numuneleri de alınarak sonuçlar karşılıklı değerlendirilmiştir.

Chuang ve arkadaşlarının, 1999 yılında bir akü fabrikasında çalışanların kanda kurşun konsantrasyonları ve kişisel alışkanlıkları arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi amacıyla yaptıkları çalışmada; kişisel hijyen alışkanlıklarının iyileştirilmesi sonucunda çalışanların kanda kurşun konsantrasyonlarında önemli bir düşüş gözleendiği tespit edilmiştir. Bu amaçla işyerinde sigara içme gibi alışkanlıkların engellenmesi ile kanda kurşun konsantrasyonlarında düşme gözlenmiştir. Ancak kurşun maruziyetinin çok yüksek olduğu bilinen bölümlerde kanda kurşun konsantrasyonunda önemli bir düşüş gözlenebilmesi için mühendislik önlemleri, havalandırma ve fiziki koşulların iyileştirilmesinin önemli olduğuna değinilmiştir [29].

Nadi ve Leyla Gedik Bakırcı tarafından 2007 yılında bir akü fabrikasında çalışan işçilerde kurşun maruziyetinin değerlendirilmesi amacıyla yapılan çalışmada; akü fabrikasında çalışan tüm işçilerin % 68,5'inin, kurşun işlenen bölümlerde çalışan işçilerin ise %89,7'sinin kanda kurşun konsantrasyonlarının zehirlenme sınırının üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları tez araştırması kapsamında akü işyerlerinde elde edilen sonuçlar ile paralellik göstermiştir. Aynı zamanda bu çalışmada yapılan araştırmalarda ve İSGÜM'ün önceki yıllarda yaptığı sağlık taramalarında kurşuna yıllarca maruz kalan kişilerde kurşun değerlerinde azalma olduğuna rastlanmıştır. Maruz kalım süresinin uzamasına bağlı olarak artışın görülmemesi kandaki kurşun düzeyinin son dönemdeki kurşuna maruziyetin süre ve şiddetiyle değişebilir olması, kişisel metabolizma farklılıkları ve uzun süreli kurşun maruziyetinin kurşun kinetiği üzerindeki etkisi ile açıklanabilmektedir. Yapılan araştırmanın sonuçları beklendiği gibi akü işiyle uğraşan

işçilerin kurşun maruziyetlerinin yüksek olduğunu ve sonuçlara işyerinin fiziksel koşullarının da etki edebileceğini göstermiştir [2].

Tez araştırması kapsamında yapılan tüm ölçüm sonuçları içerisinde işyeri ortam havası ve kanda belirlenen kurşun konsantrasyon sonuçları karşılaştırıldığında yapılan literatür araştırmalarının da desteklediği gibi en yüksek değerler akü işletmelerinde elde edilmiştir. Bu amaçla seçilen bir akü fabrikasında 2008 yılında alınan hava ve kan numuneleri ile 2014 yılında alınan numuneler Tablo 14'te karşılaştırılmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde Şerit Hattında 2008 yılında $0,164 \text{ mg/m}^3$ olarak tespit edilen değer 2014 yılında yapılan ölçümde $0,124 \text{ mg/m}^3$ olduğu yani maruziyet sınır değeri aştığı belirlenmiştir. Aynı bölümde kanda kurşun konsantrasyonu $37,6 \text{ } \mu\text{g} /100 \text{ ml}$ kan bulunan değer 2014 yılında $52,8 \text{ } \mu\text{g} /100 \text{ ml}$ kan olarak bulunmuş, bu değerinde sınır değeri aştığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte yüksek çıkan bölümlerde farklılıklar olduğu gözlenmiştir. 2008 yılında hava ve kanda kurşun konsantrasyonları sınır değerlerin altında bulunan Sivama bölümünde 2014 yılında yapılan ölçüm ve analiz sonucunda işyeri ortam havası ve kanda kurşun konsantrasyonlarının her ikisinin de sınır değeri aştığı gözlenmiştir. Bunun yanı sıra 2008 yılında değerleri yüksek çıkan Kesme-fırçalama, COS ve Zarflama bölümlerinde işyeri ortam havası kurşun konsantrasyon değerlerinin nispeten azaldığı, aynı şekilde kanda kurşun konsantrasyonlarının da azaldığı tespit edilmiştir.

Kurşun konsantrasyonlarında tespit edilen bu azalmanın, fabrikada yapılan bant ve cihaz yenileme çalışmaları, teknoloji yenilenmesi ile süreçlerde yapılan iyileştirme faaliyetleri sonucunda olduğu düşünülmektedir. İşyeri ortamı havası ve kanda kurşun konsantrasyon değerlerinin mevzuatta belirlenen sınır değerinin altında olması bu bölümlerdeki kurşun maruziyetinin önemsiz olduğu anlamına gelmemektedir. Düşük dozda fakat uzun süreli maruziyetlerde de kurşunun kronik etkilerinin görüldüğü bilinen bir gerçektir.

SONUÇLAR

Yapılan bu tez çalışması kapsamında akü, maden ve metal endüstrilerinde kurşunun yoğun olarak kullanıldığı işyerlerinde işyeri ortam havasında ve kanda kurşun konsantrasyonları belirlenmiş, sonuçlar maruziyet sınır değerler ile karşılaştırılmış ve bu değerlerin birbiriyle olan ilişkisi incelenmiştir. Bu amaçla akü, maden ve metal sektörlerinde hizmet veren işyerleri belirlenerek toplam 22 işyerinde ölçüm ve analizlerde kullanılan TS ISO 8518 ve NIOSH 7082 prosedürlerine göre belirlenen 175 noktadan işyeri ortam havası kurşun numuneleri, aynı şekilde üç sektörü de kapsayan 50 noktadan kan numuneleri alınmış ve numuneler laboratuvar ortamında analizlenerek kurşun konsantrasyonları tespit edilmiştir.

İşyeri ortam havası kurşun konsantrasyonları belirlenirken İSGÜM’de uygulanan ve TÜRKAK tarafından akredite olan TS ISO 8518 Havada Kurşun ve Kurşun Bileşikleri Tayini metodu kullanılmıştır. Bu şekilde ulusal ve uluslararası geçerliliği olan bir metod ile numuneler alınmış ve aynı şekilde analizleri yapılmıştır. Bu yapılan tez çalışmasının sonuçlarının güvenilirliğini ve kesinliğini de sağlamıştır. Metoda uygun olarak “Metod Ölçüm Belirsizliği” değeri de hesaplanmış ve bu değer %19 olarak tespit edilmiştir. Bu belirsizlik değeri hesaplanırken numunenin alınması, taşınması, laboratuvar ortamında hazırlanması ve analiz edilmesi gibi faktörlerden gelen belirsizlik değerleri hesaplanmıştır. Metod Ölçüm Belirsizliği değeri; hesaplanan TWA değerine $\pm\%19$ kadarının etki edebileceği anlamına gelmektedir. Buradan tespit edilen işyeri ortam havası kurşun

konsantrasyon değerlerinin $\pm\%19$ olarak değerlendirilebileceği anlaşılmaktadır. Yapılan saha çalışmasının daha verimli ve aydınlatıcı olması için belirlenen üç işkolu için büyük ölçekli fabrikaların yanında; akü endüstrisinde yalnızca akü imalatı değil geri dönüşümün de sağlandığı tesisler, metal sektöründe ise kurşun kullanımının olduğu küçük ve büyük ölçekli firmalar ile jandarma bakımevleri de çalışmaya katılmıştır. Böylece sonuçlar karşılaştırılırken elde edilen verilerin çeşitli olması sağlanmıştır.

Sonuçlar değerlendirildiğinde tez araştırması kapsamında incelenen akü, maden ve metal işletmeleri içerisinde kurşun maruziyetinin akü işyerlerinde sınır değerleri geçtiği ve çalışanların sağlıklarını etkileyecek boyutlarda olduğu tespit edilmiştir. Ancak kapsam içerisinde incelenen maden ve metal işyerlerinde elde edilen verilerin büyük bir kısmı her ne kadar AB direktiflerinde belirlenen ve mevzuatımıza uyarlanan maruziyet sınır değerinin altında tespit edilmiş olsa da Amerika, Avusturya, Danimarka, Fransa, Japonya gibi birçok ülkede belirlenen maruziyet sınır değerinin üzerindedir. Bu da çalışan sağlığı üzerine olan etkilerinin bilindiği ve meslek hastalığına yol açabilen bir ağır metal olan kurşunun kullanımında alınacak sağlık önlemlerinin önemini göstermektedir.

Ölçüm ve analizler için tez kapsamında belirlenen işyerlerinde fiziksel koşullar da göz önünde bulundurulmuştur. Numune alınan işyerlerinin mevzuatlarda belirlenen asgari şartları yerine getirdiği ve maruziyeti azaltmak için çeşitli önlemler aldığı gözlenmiştir. Ancak buna rağmen maruziyetin tamamen engellenemediği ölçüm sonucunda tespit edilen konsantrasyon değerlerinden görülmektedir. Endüstride geniş kullanım alanına sahip olan kurşuna maruziyetin azaltılması ve maruziyet sonucu oluşabilecek tehlikelerin en aza indirgenmesi için işyerlerinde önleyici mühendislik önlemleri alınmalıdır. Bu önlemler öncelikle çoğunlukla solunum ve temas yoluyla vücuda alınan kurşun ve kurşun bileşiklerinin ortam konsantrasyonunu azaltmak ve son koruyucu katman olan çalışanlara uygun KKD'nin temin edilmesi ve kullanımının kontrolü olmalıdır. 2008 ve 2014 yıllarında işyeri ortam havası ve kanda kurşun konsantrasyonları tespit edilerek karşılaştırılan akü fabrikasının ölçüm ve analiz sonuçları da bu öneriyi ve sonuçlarını desteklemektedir. Fabrika, 2011 yılından itibaren yapılan teknik mühendislik çalışmalarıyla düzenlenmiş, otomasyon ve teknolojik proses süreçleri kullanımı ile fabrikada iyileştirme yapılmıştır. Bu alanlarda yapılan ölçüm sonuçlarında önemli ölçüde bir düşüş olduğu gözlenmiştir.

Sonuç olarak kurşunla çalışılan işyerlerinde;

- İşyeri ortam havası kurşun konsantrasyon ölçümleri ve sağlık taramaları ile belirlenen kanda kurşun tayini ölçümleri belirlenen periyotlarda yaptırılmalı ve çalışanların sağlığı kontrol altında tutulmalıdır.
- Kanda kurşun tayini; zamanla vücutta birikime neden olabilen ve meslek hastalığına yol açtığı bilinen kurşun maruziyetinin çalışanlara yıllar içinde yansıttığı birikimi tespit etmektedir. Bu nedenle sadece çalışanların kanda kurşun konsantrasyonlarına bakılarak işyerinde ivedi bir önlem alınamaz. Çünkü bu değer ilk yıllarda düşük çıkarken ani bir yükselme ile değişim gösterebileceği gibi, kişinin fiziksel yapısı, yaşam şekli, beslenme alışkanlıkları gibi birçok faktörden de kolayca etkilenebilmektedir.
- İşyeri ortam havası kurşun konsantrasyonu tespiti ise; çalışma ortamında mevcut kurşun maruziyetini gösterdiği için buna göre bir karar verilebilmesini, kullanılan KKD'nin ya da uygulanan havalandırma sisteminin verimliliğini görülmesini ve yapılacak iyileştirmelerin önceliği hakkında daha ivedi bir karar verilebilmesini sağlar. Şüphesiz ki hava ve kan değerlerinin birlikte analiz edilerek yorumlanması en doğru sonuçlara ulaşmayı sağlamaktadır.
- Kurşun maruziyetinin ve çalışan üzerinde oluşturacağı sağlık etkilerinin önceden belirlenmesi, bu amaca uygun olan mühendislik önlemlerinin alınarak prosesin iyileştirilmesi, teknolojik olarak maruziyeti en aza indirgeyen sistemlerin kullanımının geliştirilmesi önerilmektedir.
- Yapılan risk değerlendirmelerinde kurşun maruziyetinin de kapsam içerisine alınması ve bu kapsamda gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.
- Maruziyetin yüksek olduğu belirlenen çalışma ortamlarında çalışanlar kurşunun tehlikeleriyle ilgili bilgilendirilmeli ve farkındalığın artırılması sağlanmalıdır.
- 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliğine önleyici bir sistem yaklaşımı getirilmiştir. Bu yaklaşım tehlikelerin önlenmesinin yanında risklerin öngörülmesi, değerlendirilmesi ve bu risklerin tamamen ortadan kaldırabilmesi ya da zararlarını en aza indirilebilmesi için yapılacak çalışmaları da içermektedir. 6331 sayılı İSG Kanunu risk değerlendirmesi ve çalışma ortam koşullarının iyileştirilmesi ile ilgili faktörlerin etkilerini de kapsayan genel bir önleme politikası geliştirilmesini ilke edinmektedir.

KAYNAKLAR

1. Kahvecioğlu Ö., Kartal G., Güven A., Timur S., “Metallerin Çevresel Etkileri I”, İTÜ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, TMMOB Metalurji Mühendisleri Odası Metalurji Dergisi, 2003,137: 47-53.

2. Bakırcı N., Bakırcı L.G., “Bir Akü Fabrikasında Çalışan İşçilerde Kurşun Maruziyetinin Değerlendirilmesi”, Marmara Medical Journal, 2007, 20 (2); 66-74.

3. Ibiebele D.D.,”Airandbloodleadlevels in a Battery Factory” Center for Resource Management and Environmental Studies, University of the West Indies, Bridgetown, Barbados, 1994.

4. Wikipedia, "Kurşun (Pb), Özellikleri", Erişim Tarihi: 2014.

<http://tr.wikipedia.org/wiki/Kur%C5%9Fun>

5. Dünder Y., Aslan R., “Yaşamı Kuşatan Ağır Metal Kurşunun Etkileri”, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Kocatepe Tıp Dergisi, 2005, 6: 1-5.

6. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu, Metal Madenler Alt Komisyonu Kurşun-Çinko Kadmiyum Çalışma Grubu Raporu, 2001, 1-84, Erişim Tarihi: 2014.

<http://ekutup.dpt.gov.tr/madencil/metalmad/oik639.pdf>

7. Aykanat B., “Kurşunun Yol Açtığı Çevre Kirliliğinin Süt Dişlerinde AAS Tekniği İle Biyoizlenmesi”, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Farmasötik Toksikoloji Anabilim Dalı, 2004.

8. Civelek E., “Kurşuna Maruz Akü Fabrikası İşçilerinde Genotoksik Hasarın Challenge Tekniği İle Araştırılması”, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Farmasötik Toksikoloji Anabilim Dalı, 2001.

9. Centro Laboratuvarları, "Kurşun Zehirlenmesi", Lab Tests Online, Erişim Tarihi: 2014.

<http://www.labtestsonline.org.tr/understanding/conditions/leadpoison/start/3>

10. Yapıcı G., Can G., Şahin Ü., “Çocuklarda Asemptomatik Kurşun Zehirlenmeleri”, Cerrahpaşa J Med, 2002.
11. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Meslek Hastalıkları Rehberi, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, 2011, 77-85.
12. Sosyal Güvenlik Kurumu, "İş Kazaları ve Meslek Hastalıkları İstatistikleri", İstatistik Yıllıkları 2008-2012.
13. Prof. Dr. Bilir N., Dr. Yıldız A. N., “İş Sağlığı Ve Güvenliği”, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 2004.
14. Dr. Bilir V., “Meslek Hastalıkları”. Türk-iş Yayınları, 2004.
15. Alakabak C., “ Değişik Atomik AbsorpsiyonSpektrofotometri Yöntemleriyle Kurşun Düzeylerinin Araştırılması”, Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 1993.
16. Uysal H., “Akümülatör Üreten İşyerlerinde Hava Kurşun Konsantrasyonu ile Kişilerin Kurşundan Etkilenmesini Belirlemede Kullanılan Bazı Parametreler Arasındaki Bağınının Araştırılması”, Hacettepe Üni.Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 1987.
17. Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, Sayı: 28733, Tarih: 12.08.2013.
18. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, "6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu", Sayı: 28339, Tarih: 30.12.2012.
19. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, " İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği ", Sayı: 28512, Tarih: 29.12.2012.
20. Sağlık Kuralları Bakımından Günde Azamiyedeki Buçuk Saat Veya Daha Az Çalışması Gereken İşler Hakkında Yönetmelik, Sayı: 28709, Tarih: 16.07.2013.
21. Occupational Safety and Health Administration, "Lead", OSHA, Erişim Tarihi: 2014.
<https://www.osha.gov/SLTC/lead/>

22. Centers for Disease Control and Prevention, "Lead", NIOSH, Erişim Tarihi: 2014.
<http://www.cdc.gov/niosh/topics/lead/>
23. Occupational Safety and Health Administration, "Regulations and Guidelines Applicable to Lead and Lead Compounds", OSHA, 2014, 403-413.
24. Institut Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), "GESTIS, , International Limit Values", 2014.
25. Yiğit Akü, "Akümülatör Eğitim El Kitabı", 2008, Erişim Tarihi: 2014.
<http://site.yigitbattery.com>
26. Türk Standartları Enstitüsü, " TS ISO 8518 Kurşun ve Kurşun Bileşiklerinin Tayini, Alevli Atomik Absorpsiyon Metodu", 2014.
27. Türk Standartları Enstitüsü, "TS ISO 8518 – NIOSH 7082, Kanda Kurşun Tayini, Grafit Fırın Atomik Absorpsiyon Metodu", 2014
28. Çakar İ., "Endüstride Kurşunun Kullanım Alanları ve Bu Sektörlerde Çalışanların Kan Kurşun Değerleri ile Ortam Analizlerinin İlişkilendirilmesi (Akü İmalatı Örneği)", İş Sağığı ve Güvenliğı Uzmanlık Tezi, 2008.
29. Chuang H.Y., Lee M.T., Chao K.Y., Wang J.D., Hu H., "Relationship of Blood Lead Levels to Personal Hygiene Habits in Lead Battery Workers" Taiwan, American Journal of Industrial Medicine; 35; 6: 1991-1997.
30. Kocabıyık N., "İzmir'de Yoğun Trafik Kavşaklarındaki Polis Memurlarında Kurşuna Maruziyet", Halk Sağığı Ana Bilim Dalı, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, 2005.
31. Lai J.S., Wu T.N., Liou S.H., Shen C.Y., Guu C.F., Ko K.N., Yun C.H. and Chang P.Y., "A Study of the Relationship Between Ambient Lead and Blood Lead Among Lead Battery Workers", International Archives of Occupational and Environmental Health, 69 (4), 1997.
32. NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), "Lead by Flame AAS", 7082, 4th Edition, 1994.

33. NIOSH Manual of Analytical Methods, (NMAM), “Lead by GFAAS”, 7105, 4th Edition, 1994.

34. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü Müdürlüğü, “Akü işçilerinde kurşun zehirlenmesi taraması”, İSGÜM Basımevi, Ankara, 1990.

35. Sürücü, H.A., Kale, E., Ertem, M., Canoruç, N., “Otopark Çalışanlarında Kan Kurşun, Kadmiyum, Krom Ve Total Antioksidan Düzeyinin Değerlendirilmesi”, Türk Aile Hek. Derg. 2012; 16(2): 61-67.

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Türkiye Kurşun-Çinko-Bakır Yatakları Dağılımı.....	9
Şekil 2. Kurşunun Vücuda Alınma Yolları	13
Şekil 3. 2008-2012 Yılları Arasında Teşhis Edilen Kurşun Maruziyeti Kaynaklı Meslek Hastalıklarının Toplam Meslek Hastalığı Sayısına Oranı.....	19
Şekil 4. 2010 Yılında Teşhis Edilen Kurşun Maruziyeti Kaynaklı Meslek Hastalıklarının Toplam Meslek Hastalığı Sayısına Oranı.....	20
Şekil 5. 2011 Yılında Teşhis Edilen Kurşun Maruziyeti Kaynaklı Meslek Hastalıklarının Toplam Meslek Hastalığı Sayısına Oranı.....	21
Şekil 6. 2012 Yılında Teşhis Edilen Kurşun Maruziyeti Kaynaklı Meslek Hastalıklarının Toplam Meslek Hastalığı Sayısına Oranı.....	22
Şekil 7. Akümülatör İmalatı Akış Şeması	40
Şekil 8. TÜRKAK Akreditasyon Belgesi	46
Şekil 9. Kişisel Örnekleme Pompası, Siklon Başlık, MCE Membran Filtre ve Numune Kaseti	48
Şekil 10. Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi Cihazı ve Numune Analizi.....	50
Şekil 11. Alevli AAS için Kalibrasyon Eğrileri	54
Şekil 12. Grafit Fırın AAS için Kalibrasyon Eğrileri.....	54
Şekil 13. Araştırma Kapsamında İncelenen Akü Üretim ve Gerikazanım İşyerlerinde İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyonları.....	72
Şekil 14. Araştırma Kapsamında İncelenen Maden İşyerlerinde İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyonları	73
Şekil 15. Araştırma Kapsamında İncelenen Metal İşyerlerinde İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyonları	74
Şekil 16. Araştırma Kapsamında İncelenen Akü, Maden ve Metal İşyerlerinde İşyeri Ortam Havası Kurşun Konsantrasyonlarının Karşılaştırılması	75
Şekil 17. Araştırma Kapsamında İncelenen Akü, Maden ve Metal İşyerlerinde Kanda Kurşun Konsantrasyonlarının Karşılaştırılması.....	75
Şekil 18. Araştırma Kapsamında İncelenen Akü İşyerlerinde İşyeri Ortam Havasında ve Kanda Tespit Edilen Kurşun Kurşun Konsantrasyon Değerlerinin Karşılaştırılması	76

Şekil 19. Araştırma Kapsamında İncelenen Maden İşyerlerinde İşyeri Ortam Havasında ve Kanda Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değerlerinin Karşılaştırılması	77
Şekil 20. Araştırma Kapsamında İncelenen Metal İşyerlerinde İşyeri Ortam Havasında ve Kanda Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değerlerinin Karşılaştırılması	77

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Kurşuna İlişkin Temel Bilgiler	3
Tablo 2. Kurşunun Kullanım Alanları	5
Tablo 3. Kurşun Mesleki Maruziyet Sınır Değerlerin Karşılaştırılması.....	38
Tablo 4. Araştırma Kapsamında İncelenen Akü Üretim ve Gerikazanım İşyerlerinde İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değerleri.....	57
Tablo 5. Araştırma Kapsamında İncelenen Maden İşyerlerinde İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değerleri	60
Tablo 6. Araştırma Kapsamında İncelenen Metal İşyerlerinde İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değerleri	61
Tablo 7. Araştırma Kapsamında İncelenen Akü Fabrikasında İşyeri Ortam Havasında Tespit Edilen 40 Saatlik Kurşun Maruziyet Değerleri	64
Tablo 8. Araştırma Kapsamında İncelenen Akü İşyerlerinde Kanda Kurşun Tayini Sonuçları.....	66
Tablo 9. Araştırma Kapsamında İncelenen Maden İşyerlerinde Kanda Kurşun Tayini Sonuçları.....	67
Tablo 10. Araştırma Kapsamında İncelenen Metal İşyerlerinde Kanda Kurşun Tayini Sonuçları.....	68
Tablo 11. Araştırma Kapsamında İncelenen Akü İşyerlerinde İşyeri Ortam Havasında ve Kanda Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değerlerinin Karşılaştırılması	69
Tablo 12. Araştırma Kapsamında İncelenen Maden İşyerlerinde İşyeri Ortam Havasında ve Kanda Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değerlerinin Karşılaştırılması	70

Tablo 13. Araştırma Kapsamında İncelenen Metal İşyerlerinde İşyeri Ortam Havasında ve Kanda Tespit Edilen Kurşun Konsantrasyon Değerlerinin Karşılaştırılması	70
Tablo 14. 2008 ve 2014 Yıllarında Araştırma Kapsamında İncelenen Akü Fabrikasında Tespit Edilen İşyeri Ortam Havası ve Kanda Kurşun Konsantrasyon Değerleri Karşılaştırma Tablosu.....	71

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Çağla Pınar TATAR
Doğum Tarihi : 20.07.1986
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Doktora : ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü
Mikro Nanoteknoloji Bölümü (2012- ...)
Yüksek Lisans : Ege Üniversitesi
Kimya Mühendisliği Bölümü (2009 - 2011)
Lisans : Ankara Üniversitesi
Kimya Mühendisliği Bölümü (2004 - 2009)
Lise : Bornova Anadolu Lisesi (1997 - 2004)

İş Tecrübesi

T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
İş Sağlığı ve Güvenliği Merkezi Müdürlüğü (2011 - ...)
Akdeniz Kimya A.Ş. Kemalpaşa – İzmir (2010 - 2011)

EKLER

EK-1. Ağır Metal Numunesi Alma Formu

EK-2. Kurşun ve Kurşun Bileşiklerinin Tayini – Alevli Atomik Absorpsiyon Metodu

EK-3. Kanda Kurşun Tayini – Grafit Fırın Atomik Absorpsiyon Metodu