

T.C.
BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
HALK SAĞLIĞI ANABİLİM DALI

**MADEN İŞKOLUNDA ÇALIŞAN KAYNAK İŞÇİLERİNDE KAN AĞIR
METAL DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Dr. Esin SAYIN

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Ferruh Niyazi AYOĞLU

ZONGULDAK

2015

T.C.
BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
HALK SAĞLIĞI ANABİLİM DALI

**MADEN İŞKOLUNDA ÇALIŞAN KAYNAK İŞÇİLERİNDE KAN AĞIR
METAL DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Dr. Esin SAYIN

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Ferruh Niyazi AYOĞLU

ZONGULDAK

2015

ÖNSÖZ

Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı'nda sürdürdüğüm uzmanlık eğitimim süresince hiçbir konuda desteğini esirgemeyen ve beni teşvik edip yönlendiren sayın hocalarıma, başta tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Ferruh Niyazi AYOĞLU'na, tez çalışmalarımda katkıları olan Dr. Atınç KAYINOVA, Yrd. Doç. Dr. Bilgehan AÇIKGÖZ, Doç. Dr. Murat CAN'a en içten teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Dr. Esin SAYIN
ZONGULDAK, 2015

TEZ ONAY TUTANAĞI

Tezin Teslim Edildiği Üniversite/Fakülte: Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi

Tez Başlığı : Maden İşkolunda Çalışan Kaynak İşçilerinde Kan Ağır Metal Düzeylerinin Değerlendirilmesi

Tez Yazarı : Arş. Gör. Dr. Esin SAYIN

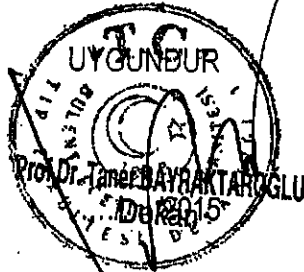
Tez Savunma Tarihi : 24/02/2015

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Feriuh Niyazi AYOĞLU

Prof.Dr. Feriuh Niyazi AYOĞLU
Jür. Başkanı

Prof.Dr. Mustafa Necmi LHAH

Yrd. Doç. Dr. Bilgehan AÇIKGÖZ



ÖZET

Esin Sayın, Maden İşkolunda Çalışan Kaynak İşçilerinde Kan Ağır Metal Düzeylerinin Değerlendirilmesi, Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Tezi. Zonguldak, 2015.

Kaynakçılık büyük küçük birçok işletmede kullanılan bir iş koludur. Çalışma koşulları nedeniyle çok çeşitli sorunlara maruz kalan kaynakçılık mesleğinde metallerin kesme ve diğer yöntemlerle işlenmesi esnasında çalışanların sağlığı açısından zararlı olabilecek dumanlar, gazlar, tozlar gibi hava kirleticiler meydana gelmekte ve ortama karışmaktadır. Kaynak dumanında bulunan ağır metaller çeşitli yollarla vücuda girerek sağlığı olumsuz etkileyebilmektedir. Bu çalışmada kömür madeni ocaklarında çalışan kaynak işçilerinin kan ağır metal düzeylerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Kesitsel tipteki araştırmanın katılımcıları Zonguldak ilindeki dört özel maden ocağında çalışan 20 kaynak işçisi, 40 yeraltı işçisi ve 39 yerüstü işçisinden oluşmaktadır. Ortalama yaş kaynak işçilerinde 36.1±6.1 yıl, yerüstü işçilerinde 40.1±9.0 yıl ve yeraltı işçilerinde 34.5±5.4 yıldır. Kaynakçılarda meslekte geçirilen süre 14.2±6.5 yıldır. Kan ve serum metal düzeyleri değerlendirildiğinde serum alüminyum, bakır, çinko, krom, magnezyum, mangan, nikel ve kan kurşun düzeyleri açısından gruplar arasında anlamlı fark vardır. Kaynakçılarda serum nikel düzeyleri diğer iki gruba göre daha düşükken, kan kurşun düzeyleri daha yüksektir ($p<0.05$). Sigara içen ve içmeyen kaynak işçileri arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Metal düzeyleriyle yaş arasında anlamlı bir ilişki bulunmazken, mesleki deneyim ile kurşun düzeyleri arasında zayıf pozitif yönde bir ilişki vardır ($r=0.241$, $p=0.016$). Kapalı ortamda çalışan kaynakçılarda açık ortamda çalışanlara göre kan kurşun düzeyleri anlamlı olarak daha yüksektir ($p<0.05$). Kaynak işçilerinde koruyucu maske kullananlarla kullanmayanlar arasında metal düzeyleri açısından anlamlı fark yoktur. Maden iş kolunda kaynak işçilerinin görece az sayıda olması, kaynak işlerinin süreklilik arz etmemesi nedeniyle söz konusu işçi grubuna yönelik çalışmaların sürdürülmesine gereksinim vardır.

Anahtar Kelimeler: Kaynak, Metal, Mesleksel Maruziyet, Biomonitörizasyon

ABSTRACT

Esin Sayin, Evaluation of the Blood Content of Heavy Metals Among Welding Workers in the Mining Business, Bülent Ecevit University Faculty of Medicine, Thesis in Public Health. Zonguldak, 2015.

Welding is a profession that has widespread use in various small to large sectors. In the welding business, due to harsh conditions during the production and processing of metallic compounds, various gases and particles which are air pollutants are constantly dissipated among the workspace. Heavy metals that are produced by welding smoke can enter the human body and effect health in various negative ways. In this study, the content of heavy metals in the bloodstream of welding workers within mining facilities were evaluated. A cross-sectional study was carried out using test subjects who work in 4 different mining areas in the city of Zonguldak. These subjects are composed of 20 welding workers, 40 pitmen and 39 above-ground workers. Average ages of the subjects are 36.1 ± 6.1 years for welding workers, 40.1 ± 9.0 years for above-ground workers and 34.5 ± 5.4 years for pitmen. Welding workers have been working in this business for 14.2 ± 6.5 years. The quantification of blood and serum levels, serum aluminium, copper, zinc, chrome, magnesium, manganese, nickel and blood lead levels were found to be statistically different between the groups. Within the welding workers, serum nickel levels were less than the other two groups while the blood lead levels were more ($p < 0.05$). There was not a meaningful correlation between workers who smoked cigarettes and the ones who didn't ($p > 0.05$). While there was no statistically significant correlation between metal content and age, there was a weak positive correlation between work experience and lead levels ($r = 0.241$, $p = 0.016$). Workers who worked in closed workspace had statistically significant increase in blood lead content compared to workers in above-ground workspace ($p < 0.005$). There was no statistically significant difference in the blood metal content between workers who wore a protective mask and the ones who didn't. Due to the small number of welding workers in the mining business and due to the fact that welding not being a permanent occupation among many workers, there has been a lack of research involving these types of workers and their workspace. For this reason, it is necessary to carry out more studies in this field.

Keywords: Welding, Metals, Occupational Exposure, Biomonitoring

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
TABLO DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kaynağın Tanımı ve Tarihçesi	3
2.2. Kaynak İşlerinde Oluşan Tehlikeler	5
2.3. Çalışma Ortamı Hava Kirliliği ve Metallere Maruziyet.....	5
2.4. Kaynak İşlerinde Maruz Kalınan Metaller	8
2.4.1. Alüminyum (Al)	8
2.4.2. Bakır (Cu)	9
2.4.3. Baryum (Ba)	11
2.4.4. Berilyum (Be)	12
2.4.5. Çinko (Zn).....	14
2.4.6. Demir (Fe).....	15
2.4.7. Kadmiyum (Cd)	16
2.4.8. Krom (Cr)	18
2.4.9. Kurşun (Pb).....	19
2.4.10. Magnezyum (Mg)	20
2.4.11. Manganez (Mn).....	21
2.4.12. Molibden (Mo).....	22
2.4.13. Nikel (Ni).....	23
2.5. Kaynak İşlerinde Kullanılan Kişisel Koruyucu Malzemeler	25
3. GEREÇ VE YÖNTEM	26
3.1. Araştırmanın Yeri.....	26
3.2. Araştırma Evreni ve Örneklem Seçimi	26
3.3. Araştırmanın Tipi	27

3.4. Araştırmanın Değişkenleri	27
3.4.1. Bağımsız Değişkenler	27
3.4.1.1. Sosyo-Demografik Değişkenler	27
3.4.1.2. Çalışma Hayatı ve Çalışma Koşulları İle İlgili Değişkenler	27
3.4.1.3. Kaynakçıların Çalışma Ortamı ve Çalışma Koşulları İle İlgili Değişkenler.....	28
3.4.2. Bağımlı Değişkenler	28
3.4.2.1. Kan ve Serum Metal Düzeyleri	28
3.5. Araştırmanın Değişkenlerine Ait Tanım ve Ölçütler	28
3.5.1. Sosyo-Demografik Değişkenlere Ait Tanım ve Ölçütler	28
3.5.2. Çalışma Hayatı ve Çalışma Koşulları İle İlgili Değişkenlere Ait Tanım ve Ölçütler	29
3.5.3. Kaynakçıların Çalışma Ortamı ve Çalışma Koşulları İle İlgili Değişkenlere Ait Tanım ve Ölçütler.....	29
3.5.4. Kan ve Serum Metal Düzeylerine Ait Tanım ve Ölçütler	29
3.6. Veri Toplama Yöntemi.....	29
3.6.1. Anket Formu	30
3.6.2. Biyolojik Numune Değerlendirmesi.....	30
3.7. Araştırmanın Ön Çalışması	31
3.8. Verilerin Değerlendirilmesi.....	31
3.9. Araştırmanın Kısıtlılıkları	32
3.10. Etik Konular	32
4. BULGULAR.....	33
4.1. Sosyo-Demografik Değişkenlere Ait Bulgular	33
4.2. Çalışma Hayatı ve Çalışma Koşulları İle İlgili Değişkenlere Ait Bulgular	33
4.3. Kaynakçılarla İlgili Değişkenlere Ait Bulgular.....	34
4.4. Kan ve Serum Metal Düzeylerine Ait Bulgular	35
5. TARTIŞMA	42
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	46
6.1. Sonuçlar.....	46
6.2. Öneriler.....	47
7. KAYNAKLAR	48

8. EKLER.....	63
Ek 1: Anket Formu	63
Ek 2: Etik Kurul Onayı.....	66

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

dB	: Desibel
FCAW	: Özlü Telle Ark Kaynağı
HDL	: High Density Lipoprotein (Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein)
IARC	: International Agency For Research On Cancer (Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı)
MAK	: Müsaade Edilen Azami Konsantrasyon
MIG	: Metal İnerit Gaz Kaynağı
mg/ m ³	: 20°C sıcaklıkta ve 101,3 KPa. (760 mm civa basıncı) basınçtaki 1 m ³ havada bulunan maddenin mg cinsinden miktarı
µm	: 1 µm (mikrometre) = 1 x 10 ⁻⁶ m
µg	: 1 µg (mikrogram) = 1 x 10 ⁻⁶ g
MÖ	: Milattan Önce
Na ⁺ /K ⁺ ATPaz	: Sodyum Potasyum Adenozin Trifosfataz
OSHA	: Occupational Safety And Health Administration (İş Sağlığı Ve Güvenliği İdaresi)
PEL	: Permissible Exposure Limit (İzin Verilebilir Maruziyet Sınırı)
PH	: Potansiyel Hidrojen
ppm	: µg/ml = µg/ cm ³ = mg/ m ³
° C	: Santigrat Derece
SMAW	: Elektrik Gaz Kaynağı
TIG	: Tungsten İnerit Gaz Kaynağı
TLV	: Threshold Limit Value (Eşik Sınır Değer)
TWA	: Time Weighted Average (Zaman Ağırlıklı Ortalama)
%	: Yüzde

TABLO DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 4.1. Katılımcıların Sosyo-demografik Özellikleri.....	33
Tablo 4.2. Katılımcıların Çalışma Hayatına İlişkin Bazı Özelliklerinin Dağılımı ...	34
Tablo 4.3. Kaynak İşçilerinin Çalışma Ortamı ve Çalışma Koşullarına İlişkin Özellikleri.....	35
Tablo 4.4. Kaynak İşçilerinde Kan ve Serum Metal Düzeyleri (ppb).....	36
Tablo 4.5. Yerüstü İşçilerinde Kan ve Serum Metal Düzeyleri (ppb).....	36
Tablo 4.6. Yeraltı İşçilerinde Kan ve Serum Metal Düzeyleri (ppb).....	37
Tablo 4.7. Metallerin Ortalama Kan ve Serum Düzeyleri (ppb).....	38
Tablo 4.8. İşçiler Arasında Sigara Kullanma Durumuna Göre Kan ve Serum Metal Düzeyleri (ppb).....	39
Tablo 4.9. Kaynakçılarda Kaynak Yapılan Ortama Göre Kan Ve Serum Metal Düzeyleri (ppb).....	40
Tablo 4.10. Kaynakçılarda Koruyucu Maske Kullanma Durumuna Göre Kan ve Serum Metal Düzeyleri (ppb).....	41

1. GİRİŞ

Metal malzemelerin ateş yardımıyla birbirine birleştirilme işlemi insanlık tarihinin dönüm noktalarından biridir. İlk başlangıçta ateşle yapılmaya başlanan bu işlem, teknolojinin gelişmesiyle çeşitlenmiş; elektrik ark kaynağı, gaz altı kaynağı, elektrik direnç kaynağı gibi çeşitli yöntemlerle yapılmaya başlanmıştır (1). Kaynak; metal ya da metal olmayan materyallerin dolgu malzemesi kullanarak ya da kullanmadan ısı aracılığıyla eritilerek ya da basınç altında bırakılarak birbirine birleştirilme işlemidir. Kaynak işlemi başlıca metal üretimi ve tamirinin yapıldığı işlerde kullanılmakla birlikte inşaat sektöründe, gemi ve köprülerin yapımında, televizyon, buzdolabı, mutfak dolapları, bulaşık ve benzeri ürünlerin üretiminde, tarım ekipmanlarının imalatı ve onarımında, madencilik sektöründe, kazanların, fırınların, demiryolu arabaların üretiminin yapıldığı pek çok küçük ve büyük işletmede yaygın olarak kullanılmaktadır (2). Seksenden fazla tipte kaynak türü vardır (3). Kaynak işlemi sırasında en yaygın olarak kullanılanlar elektrik ark kaynağı (SMAW), metal inert gaz kaynağı (MIG), tungsten inert gaz kaynağı (TIG) ve özlü telle ark kaynağıdır (FCAW) (4).

Kaynakçılık, çalışma koşulları nedeniyle çeşitli sorunlara maruz kalan meslek gruplarından biridir (5). Kaynaklı imalat atölyelerinde üretim süreci sırasında yapılan işin niteliğinden kaynaklanan çeşitli riskler meydana gelmektedir. Bu riskler uygulanan kaynak yöntemine göre değişmekle birlikte kaynak yapılan ana malzemenin kimyasal yapısı, ana malzeme üzerindeki kaplamalar ve boyalar, kaynak sarf malzemeleri, kaynak ekipmanlarının niteliği, kaynak elektrodunun yapısı gibi etmenlerden de etkilenmektedir (6). Kaynak işlemi sırasında metallerin kesme ve diğer yöntemlerle işlenmesi esnasında çalışanların sağlığı açısından zararlı olabilecek dumanlar, gazlar ve tozlar gibi hava kirleticiler oluşmakta ve ortama karışmaktadır. Kaynak dumanında krom, nikel, manganez, berilyum, kadmiyum, kobalt, bakır, kurşun, çinko gibi ağır metaller bulunmaktadır. Çalışma ortamında bulunan bu dumanlar ve tozlar vücuda çeşitli yollarla girerek sağlığı olumsuz etkileyebilmektedir (7).

Ağır metal tanımı fiziksel açıdan yoğunluğu 5 g/ cm³'ten daha yüksek olan metaller için kullanılır. Kurşun, kadmiyum, krom, demir, kobalt, bakır, nikel, civa, çinko olmak üzere 60'tan fazla metal bu grupta yer almaktadır (8,9). İnsanlar ağır

metallere endüstriyel süreçler, doğal kaynaklar, kontamine sular ve gıdalar yoluyla maruz kalır. Vücuda giren ağır metaller kükürt, oksijen ya da azotla kompleks oluşturarak enzim inhibisyonu ve protein yapısını değiştirme gibi yöntemlerle toksik etkilerini gösterir. Toksisitenin şiddeti; maruz kalım miktarı, maruz kalım süresi, metalin kimyasal özelliği ve bireysel faktörlere göre değişebilmektedir (10).

Çok tehlikeli işyerleri listesinde yer alan madencilik sektörü; farklı mesleklerin bir arada bulunduğu, farklı işlerin yapıldığı bir sektördür. Çeşitli riskleri içinde barındıran kömür madeni ocaklarında riskli meslek gruplarından biri de kaynakçılıktır. Kömür madeni ocaklarında çalışan kaynak işçileriyle ilgili çalışmalar görece sınırlıdır. Bu çalışmada, gelecekte yapılacak çalışmalara katkı sağlayabilmek için kömür madeni ocaklarında çalışan kaynak işçilerinde kan ağır metal düzeylerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kaynağın Tanımı ve Tarihçesi

Kaynak iki parçanın ısı aracılığıyla eritilerek ya da basınç altında bırakılarak birbirine birleştirilme işlemidir (11). Bir başka deyişle metallerin kesilmesi, dövülmesi ve lehimlenmesidir. Kaynak işleminin temel prensibi, kaynaklaştırılacak parçaların dokunma yerlerini ergime derecelerine kadar ısıtarak kendi aralarında birleştirilmesi ya da aynı bileşimli malzemeden dolgu maddesi kullanılarak birbirlerine eklenmesidir (12,13).

Günümüzde yaygın kullanım alanı bulunan kaynak işleminin ilk temelleri M.Ö 4000 yılında Sümerlerin altını altınla birleştirmesine dayanmaktadır. İlk çağlarda başlayan bu basit birleştirmeler zamanla bilimsel çalışmaların da etkisiyle bugünkü seviyesine ulaşmıştır (14). Kaynak fikri 1880-1885 yıllarında Amerika'da Coffin, Rusya'da ise Bernardo tarafından karbon elektrodlar kullanılarak oluşturulan ark sayesinde gerçekleştirildiğinden bugün uygulanan kaynak teknolojisinin temelleri ilk olarak Amerika ve Rusya'da uygulama alanı bulmuştur. Bin sekizyüzlü yılların son çeyreğinde (1890 – 1892 yılları arasında) Amerika'da Coffin ve Rusya'da da Slavianoff Çıplak Telli Metal Ark yöntemini bulmuş, ancak erimiş metal banyosunun, havanın olumsuz etkilerinden korunamıyor olması, oluşturulan kaynak metalinin fiziksel ve yapısal özelliklerinin kötü olmasına neden olmuştur. Bugünkü anlamda örtülü elektrod kaynağının keşfi İsveçli Oscar Kjellberg'in 1907 yılında yaptığı çalışmalar ile mümkün olmuştur. Arthur Strohmenger'in 1909'da mavi asbesti kaynak teli üzerine sarması ile yarı ark elektrodu üretmesi, gelişmeleri hızlandırmıştır (15).

Savaşlar sırasında metal kaynakları ile ilgili ciddi gelişmeler sağlanmıştır. Örneğin, Birinci Dünya Savaşı sırasında Alman denizaltıların saldırısı nedeniyle Amerika'da yarı-ark elektrodunun bulunamaması nedeni ile A. O. Smith çelik tel etrafına sodyum silikata batırılmış kağıt sarıp ilk selülozik elektrodu üretmiştir. Ancak metal kaynaklarında asıl gelişme İkinci Dünya Savaşı döneminde olmuştur. Bu dönemde özellikle hafif metallerin kullanılmaya başlanmasıyla (uçaklar vb.) TIG (Tungsten Inert Gas) ve MIG (Metal Inert Gas) kaynaklarının temelleri atılmıştır. En

önemli uygulamalar ve araştırmalar ise gemi, özellikle de savaş gemilerinin üretilmesinde olmuştur (15).

Kaynak yönteminin tarihsel gelişimi ile ilgili başlıca aşamalar Oğuz tarafından řu şekilde özetlenmiştir: (16).

- 1880-1885: Rusya’da Bernardo, Amerika’da Coffin tarafından karbon ark kaynağının geliştirilmesi.

- 1890-1892: Rusya’da Slaviaoff, Amerika’da Coffin tarafından çıplak telli metal ark kaynağının geliştirilmesi.

- 1902: Cari Von Linde tarafından ucuz oksijen üretilmesi.

- 1903: Avrupa’da oksii-asetilen kaynağının icat edilip kullanılmaya başlanması.

- 1907: İsveçte Kjelberg tarafından örtülü elektrod geliştirilmesi.

- 1911: Amerika’da otomatik alev kesmenin kullanıma girmesi ve kaynak teknolojisinde otomatikleşmenin başlaması.

- 1918: A. O. Smith tarafından sodyumsilikata batırılmış kağıdın çelik tel etrafına sarılmasıyla selülozik elektrodun geliştirilmesi ve Amerika’da, savaş nedeniyle bulunamayan asbest sarılı İngiliz “yarı-ark” elektrodunun yerine kullanılması.

- 1920: Cammel Laird tarafından teknesi tamamen kaynakla yapılan ilk geminin denize indirilmesi.

- 1922: Amerika’da direnç dikiş kaynağı tekniğı ile boruların birleştirilmesi.

- 1925: A. O. Smith tarafından Amerika’da kalın çeperli tamamen kaynaklı ilk basınç kabının imal edilmesi ve denenmesi.

- 1926: A. O. Smith tarafından metal ark elektrodlarında kullanılmak üzere ekstrüzyonla kaplama tekniğinin oluşturulması.

- 1938: Anlaşmalardaki ağırlık sınırı nedeniyle ağırlıktan kazanmak isteyen Almanların “cep” savaş gemilerine büyük ölçüde kaynak uygulaması.

- 1940: “Liberty” tipi kaynaklı gemilerin yapımına başlanması, ancak gemilerde meydana gelen sorunlar nedeniyle kaynaklı strüktürlerde gevrek kırılma problemlerine dikkati çekilmesi.

- 1941: Amerikan uçak sanayisinde asal-gaz-tungsten (TIG) ark kaynağının geliştirilmesi.

- 1942: İsveç'te olasılıkla dünyanın tamamen kaynakla yapılmış ilk denizaltısının yapılması.
- 1943: Hollanda'da Philips tarafından demir tozlu yüksek verim veren elektrod geliştirilmesi.
- 1948: Amerika'da Air Reduction Company tarafından asal gaz metal-ark (MIG) kaynağının geliştirilmesi.

2.2. Kaynak İşlerinde Oluşan Tehlikeler

Endüstrinin birçok alanında kullanılan kaynak ve kesme işlemi sırasında insan sağlığını etkileyen birçok risk etkeni bulunmaktadır. Bunlar hava kirliliği, elektrik çarpması, yangın ve patlamalar, yanıklar, radyasyon ve gürültü şeklinde gruplandırılmaktadır (17). İlerleyen bölümlerde çalışma konusu ile doğrudan ilintili olan hava kirliliği olgusu ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

2.3. Çalışma Ortamı Hava Kirliliği ve Metallere Maruziyet

Metallerin kaynak işlemi, kesme ve diğer yöntemlerle işlenmesi esnasında çalışanların sağlığı açısından zararlı olabilecek dumanlar, gazlar, tozlar gibi hava kirleticiler oluşmakta ve ortama karışmaktadır. Kaynaklı imalatın yapıldığı atölyelerdeki risklerin başında gelen kaynak dumanlarını esas olarak metal ve diğer oksitler oluşturmaktadır. Kaynak ve kesme işlemi sırasında kaynak arkı ile metaller yüksek sıcaklıkta buharlaşır, meydana gelen bu buharlar ortam havası ile temas ederek oksitlenir ve yoğunlaşarak metal oksit dumanlarına dönüşür. Metal oksitler oluşan kaynak dumanının en önemli bileşenleridir (18). Kaynak dumanındaki metal oksitlerde florid ve klorit gibi okside olmamış metal ve birleşiklerde mikro ve nanopartiküller vardır. 1µm'den küçük kaynak dumanı partikülleri akciğerlerde emilebildiğinden dolayı sağlık sorunlarına neden olmaktadır (19). Kaynak dumanı içinde yer alan katı partiküller (çinko, bakır, kadmiyum, kurşun vs.), çeşitli elektrot, lehim ve kaynak çubuğu ile üzerinde kaynak veya kesme işleminin yapıldığı ana malzeme ve ana malzeme üzerinde bulunan boya, galvaniz gibi kaplamalardan çıkan parçacıklardan meydana gelmektedir (20). Kaynaklı imalat atölyelerinde kaynak

ağzının açılması, metal malzemelerin taşınması, kesilmesi, kaynak ağzının taşlanması gibi işlemler sonucu çalışma ortamı havasına tozlar karışmakta ve oluşan bu tozlar genellikle çökerek işyeri tabanı ve kaynak ekipmanları üzerinde birikmektedir. Oluşan metal oksit dumanları ise uzun süre havada asılı kalarak hava devinimleri ile işyeri ortamında çeşitli yerlere dağılabilmektedir.

Kaynak ve kesme işlemlerinde oluşan toz, duman ve gazların miktar ve bileşimi; kaynak sarf malzemesi ve ana malzemenin kimyasal yapısına, kaynak yöntemine, yanma gazı, akım şiddeti, ark gerilimi, ark boyu, kaynak hızı ve süresine bağlıdır (18). Çok değişik yapı ve özelliklerdeki bu etmenler çalışanlar üzerinde kısa veya uzun vadede çeşitli sağlık sorunlarına neden olmaktadır (21-23). Kaynak dumanları, görünen kaynak dumanları ve görünmeyen kaynak dumanları olmak üzere iki komponentten oluşur. “Görünen kaynak dumanları” birçok küçük partikülden oluşmakla birlikte duman olarak görünür ve “partiküler duman” olarak adlandırılır. “Görünmeyen kaynak dumanları” ise bir miktar gaz karışımından oluşur ve görünmezler, “gaz dumanı” olarak adlandırılırlar (24).

Maruziyette düşünülen zararlı bir maddenin çevresel ortamda bulunan miktarının değerlendirilmesi ve yorumlanması amacıyla sık kullanılan iki temel kavram söz konusudur. Bunlardan biri MAC değeridir (Maximum Allowable Consantration, Müsaade Edilen Azami Konsantrasyon, İzin Verilen Azami Değer). MAC değeri herhangi bir zararlı maddenin çalışma süresi içerisinde izin verilen en yüksek miktarını, başka bir ifade ile asla aşılmaması gereken düzeyi yansıtır. Akut etki gösteren etkenler için daha sık kullanılır. Kavramlardan ikincisi TLV değeridir (Threshold Limit Value, ESD, Eşik Sınır Değer). Kimyasallar için, çalışma ortamında bulunmasına izin verilen, yineleyici ve uzun süreli maruziyet halinde zararlı etki göstermediği düşünülen değeri ifade eder. TLV değeri TLV-TWA, TLV-STEL ve TLV-Ceiling olarak 3 kategoride ifade edilir: 1) TLV-TWA (TLV-Time Weighted Avarage, Eşik Sınır Değer Zaman Ağırlıklı Ortalama) çalışma saatlerinde miktarı değişkenlik gösterebilen bir etkenin belirlenmiş bir zaman dilimindeki zaman ağırlıklı ortalama değerini yansıtır. 2) TLV-STEL (TLV-Short Term Exposure Limit, Eşik Sınır Değer Kısa Süreli Maruziyet Sınırı), özellikle bir zaman belirtilmemişse, 15 dakikalık süre ile aşılmaması gereken değeri ifade eder. 3) TLV-Ceiling (Eşik

Sınır Değer Tavan Değeri) çalışma gününün herhangi bir anında aşılması gereken değeri tanımlar.

Kaynak işlemleri yapılan yerlerde izin verilen değerlerden daha fazla miktarda kirletici bulunması ve çalışanların buna maruz kalması sonucunda, maruziyet süresi ve yoğunluğuna göre değişmekle birlikte nefes darlığı, ağız ve burun mukozasında tahriş, gözlerde irritasyon, çeşitli kanserler, kronik bronşit, kan hastalıkları, baş ağrısı, akciğer problemleri, metal dumanı ateşi gibi rahatsızlıklar oluşabilmekte, ayrıca böbrek, karaciğer, merkezi sinir sistemi etkilenebilmekte, kan ve kemik yapısında hasar oluşabilmektedir (25). Oluşacak hasar kirleticinin özelliklerine de bağlıdır. Örneğin, karbon, kalay, demir, alüminyum düşük düzeyde risk oluştururken, kadmiyum, krom, kurşun, mangan, civa, molibden, nikel, titanyum ve çinko ise iritan ve toksik etkileri ile daha büyük sağlık sorunlarına yol açmaktadır (18).

Metallerin bazıları organizma tarafından yabancı madde olarak algılanırken, bazılarının belirli bir miktarı vücut için gereklidir (26). Metallerin vücudun tümünde veya bazı bölgelerinde birikmesiyle mesleki hastalıklar meydana gelmektedir (27).

Metallerin vücutta toksik etki gösterebilmeleri için belli bir düzeye ulaşması gerekir. Toksik maddelerin vücuda girme hızı absorpsiyon hızına, yani vücut membranlarını geçebilme hızına bağlıdır. Toksik maddelerin membranları geçebilmesi iki yolla olur: Difüzyon (pasif transport) ve özel transport. Difüzyon, membranın iki yüzü arasındaki konsantrasyon farkına dayanır, çok yoğun konsantrasyonlardan az yoğun konsantrasyonlara doğru molekül geçişi olur. Difüzyon, vücut içinde filtrasyon ve basit difüzyon olmak üzere iki şekilde gerçekleşir. Özel transport türlerinden biri aktif transporttur ve toksik madde özel taşıyıcı ile kompleks yaparak hücre membranını geçer. Bir diğer aktif transport türü kolaylaştırılmış difüzyondur. Herhangi bir basınç farkına, enerjiye gereksinim olmadan taşıyıcı yardımıyla çok yoğun ortamdaki az yoğun ortama difüzyon şeklinde geçiş olur. Diğer özel transport yöntemi endositozda membran molekülü içine alarak hücre içine geçirir (28).

Metaller deri, solunum ve oral yolla insan vücuduna girer. Toksik maddelerin inhalasyon yolu ile alınmasında söz konusu madde ağız ve burun boşluğundan alınır, alveollere ulaşarak kan ve lenf dolaşımına geçer. Aerosol ve taneciklerin

absorbsiyonu, gazlar ve buharlardan farklı olarak taneciklerin büyüklüğü, elektrik yükü, difüzyon özellikleri gibi birçok faktöre bağlıdır (29).

Deri, birçok madde için geçirgen olmamakla birlikte bazı kimyasal maddeler az ya da çok miktarda deriden emilerek toksik etki gösterebilir. Kimyasal maddelerin PH'sı, iyonizasyon derecesi, molekül büyüklüğü, lipid ve sudaki çözünürlüğü gibi faktörler deri yoluyla emilimde önemli etkenlerdir (29). Yüksek kutupsal özellikleri nedeniyle metallerin bu yolla vücuda alınimleri daha azdır (30).

Kimyasal maddelerin absorpsiyonunda diğer bir önemli yol da gastrointestinal sistemdir. Kapiller sistem bağırsakları çok yakından sardığı için bağırsak epitelinden emilen maddeler kolaylıkla dolaşım sistemine geçer, mide ve bağırsaktan venöz kana geçen maddeler, hepatik portal vene ve oradan da detoksikasyon için karaciğere ulaşır. Bağırsaklardan absorpsiyon gastrointestinal sistemde en etkin yoldur. Toksik maddelerin midede uzun süre kalmaları durumunda mideden de emilim olabilmektedir (29).

2.4. Kaynak İşlerinde Maruz Kalınan Metaller

2.4.1. Alüminyum (Al)

Alüminyum, gümüş renginde sündürülebilen, işlenebilen suda çözünmeyen, alkali ve asitte çözünebilen bir metaldir (31). Isı ve elektriği iyi iletir. Kolay kaynak yapılır. Bu özelliklerinden dolayı endüstride sıkça kullanılır. Hava ve suyla temas ettiğinde üzerinde korozyona karşı koruyucu alüminyum oksit tabakası oluşur (32). Alüminyumun atom numarası 13, atom ağırlığı 26.98, erime noktası 660.25 °C, kaynama noktası 2467 °C'dir. Periyodik tabloda Grup III B'de yer almaktadır (33).

Alüminyum ve bileşikleri; petrol, tekstil ve kozmetik sanayisinde, kauçuk ve yağ üretiminde, kağıt ve baskı mürekkeplerinin yapımında, kumaş boyamasında, su geçirmez kumaşlarda, dezenfektan ve ahşap koruyucu malzemesi olarak, otomotiv sanayinde, ilaç sanayinde, deri tabaklamada, lamba üretiminde, gıda katkı maddesi ve katalizör olarak çeşitli sanayi kollarında kullanılmaktadır (34). Alüminyum üretimi yapan, tozlarını kullanan işyerlerinde, dökümhanelerde, oral alım söz konusu olabilir. Mesleksi maruziyette vücuda ana giriş yolu solunum yoluyla olur (35).

Alüminyum ve bileşikleri sindirim sistemi ve solunum sistemi yoluyla da vücuda girer. Vücuda alınan alüminyum ve bileşiklerinin absorpsiyonu oldukça zayıftır. Gastrointestinal absorpsiyon mekanizması tam açıklanamamakla birlikte elementin PH'sı, iyonik kuvveti gibi kimyasal özellikleriyle ilişkili olduğuna dair değişik sonuçlar bulunmaktadır. Solunum yoluyla alınan alüminyum partikülleri mukosilier sistem tarafından temizlenerek oral yolla yutulabilir (36). Absorbe olan alüminyum plasmada transferrine bağlanarak vücuttan hızlı atılması önlenmiş olunur (37). Alüminyum ve bileşiklerinin vücuttan atılımı başlıca idrarla olmaktadır. Oral alımların %83'ü idrarla vücuttan atılırken, %1.8'i, feçesle atılabilmektedir. On yıldan daha uzun süre kaynak yapan işçilerde yarılanma ömrü 6 ay ve daha uzun süre olup alüminyum idrarda tespit edilebilir (36). Yüksek dozlarda alüminyum maruziyetinde sağlık problemleri görülmektedir. Fazla miktarda alüminyum tozlarının solunum yoluyla alınması sonucu akciğer problemleri, öksürük ve radyolojik değişiklikler, sinir sisteminin fonksiyonlarında azalma görülebilir (38). Böbrek hastalığı olan kişilerde alüminyumun atılımındaki yetersizlik nedeniyle vücutta alüminyum birikerek kemik ve nörolojik hastalıklara neden olabilir (39).

Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı'ı (IARC) tarafından alüminyum üretimi kanserojen (Grup I) olarak sınıflandırılmıştır (40). OSHA tarafından alüminyum ve tozları için verilen maruziyet sınırı (PEL) 15 mg/m³ TWA'dır (41).

2.4.2. Bakır (Cu)

Bakır kırmızı kahverengi renkte, oldukça yumuşak ve kolaylıkla şekillendirilebilen bir metaldir (42). Nitrik asit ve sülfürik asit içinde kolaylıkla çözünür (43). Bakırın atom numarası 29, atom ağırlığı 63.54, erime noktası 1084 °C, kaynama noktası 2567 °C'dir. Periyodik tabloda Grup IB'de yer almaktadır (33).

Bakır kayalarda, toprakta, suda, tortu ve düşük seviyelerde havada doğal olarak oluşur. Metal çıkarılan madenler, bakır ve bileşiklerini kullanan fabrikalar, atık depoları, evsel atık suları, fosil yakıtlarının yanması, fosfat gübre üretimi ve doğal kaynaklar aracılığıyla çevreye yayılır. Hava, su, gıda ve cilt yoluyla vücuda alınır (44). Bakır insanlar için essansiyeldir. Birçok enzimatik reaksiyonda görev alır (45). Mitokondrial enerji jenerasyonunda (sitokrom-c-oksidad), demir homeostazında,

serbest oksijen detoksifikasyonunda, konnektif doku formasyonunda, dopamin ve melanin biyosentezinde rol oynar (46).

Dayanıklılık, yumuşaklık, esneklik, ısı ve elektrik iletkenliği gibi özellikler nedeniyle bakırın kullanım yelpazesi oldukça geniştir. Dünya genelinde yıllık bakırın %65'i elektrik telleri, kabloları ve diğer elektrik endüstrisinde kullanılmaktadır. Çatı kaplama, cephe giydirme gibi yapı endüstrisi, araç radyatörleri, musluklar, vanalar, su armatörleri, pestisitler, makine parçaları, ahşap koruyucularının üretimi, pigment üretimi bakır ve bileşiklerinin diğer kullanım alanlarıdır. Mesleksi bakır maruziyeti bakır ve bakır bileşenlerinin partiküllerinin emilimi ve dumanına maruz kalım şeklindedir. Bakır dumanlarına ve tozlarına maruziyet eritme, lehim, kaynak, kesme, bakır ve pirinç doğrama işlemlerinin yapıldığı işlerde görülebilmektedir (47).

Bakırın vücuda en önemli giriş yolu ağız yoluyla olmakla birlikte sanayide buhar, toz ve dumanlar solunum yoluyla alınır. Ağız yoluyla vücuda alınan bakır mide ve ince bağırsaklardan emilir (48). Plazmadaki bakırın çoğu seruloplazmine, %15'i albümine, %10'u transcupreine ve az bir miktarı da peptitlere ve amino asitlere bağlı olarak taşınır. Tüm vücuda dağılan bakır en fazla karaciğerde toplanır. Beyin dokusu da bakır bakımından zengindir. Normal fizyolojik şartlarda, bakırın %98'i safra yoluyla, %2'si idrar yoluyla vücuttan atılmaktadır (49).

Bakırlı kapların kullanılması, bakır içeren gıdaların yanlışlıkla alınması sonucu kusma, ishal, dispepsi gibi akut gastrointestinal belirtiler görülebilir. Suisid amaçlı oral alımlarda bu gastrointestinal belirtilere ek olarak metalik tatta görülebilmektedir. Solunum yoluyla mesleksi maruziyette gribal belirtiler, ateş, kas ağrısı, aşırı terlemeyle giden metal dumanı ateşi, solunum yollarında tahrişler, uzun süreli maruziyette burun mukozasında atrofi, amfizem, akciğerlerde fibrosiz, göğüs ağrısı, nefes darlığı görülebilen bulgulardır. Ciddi zehirlenmelerde karaciğer ve böbrek hasarı, akut intravasküler hemoliz, mide ve bağırsak kanaması görülebilmektedir (49).

Uluslararası Kanseri Araştırma Ajansı (IARC) tarafından Bakır 8-hidroksikinolin kanserojen olarak sınıflandırılmayan (Grup III) grupta yer almaktadır (40). OSHA tarafından bakır tozları için izin verilen maruziyet sınırı (PEL) $1 \text{ mg/m}^3 \text{ TWA}$, bakır dumanı için izin verilen sınır değeri (PEL) $0.1 \text{ mg/m}^3 \text{ TWA}$ 'dır (50,51).

2.4.3. Baryum (Ba)

Oda sıcaklığında gümüş beyazı renginde, havayla temas ettiğinde gümüş sarısı rengine dönüşebilen, genellikle kokusuz bir metaldir. Nemli havada okside olur ve su ve dilue asitle reaksiyona girerek hidrojen gazı açığa çıkartır. Baryum ortamda metal olarak bulunmadığından (diğer elementlerle birlikte bulunur) yüksek reaktiviteye sahiptir. Bu yüzden toz haline getirilmiş formda, hava ile şiddetli bir şekilde reaksiyona girer. Baryum asetat, baryum klorit, baryum siyanür, baryum hidroksit ve baryum oksit, suda çözünebilen baryum bileşikleridir. Baryum karbonat ve sülfatın sudaki çözünürlüğü oldukça azdır (52). Yanıcı değildir, ancak ayrıştırılmak için ısıtıldığında korozif ve toksik duman meydana getirir. Baryum bileşikleri doğada çeşitli şekillerde görülmektedir. Genellikle doğada bulunan iki formu baryum sülfat ve baryum karbonattır (53). Baryumun atom numarası 56, atom ağırlığı 137.32, erime noktası 729 °C, kaynama noktası 1898 °C'dir. Periyodik tabloda Grup IIA'da yer almaktadır (33).

Baryum ve baryum bileşikleri günümüzde pek çok alanda kullanılmaktadır. Petrol ve gaz endüstrisi genellikle kullanım alanlarıdır. Baryum sülfat boya, tuğla, kiremit, cam, kauçuk ve diğer baryum bileşikleri yapmak için kullanılırken, baryum karbonat, baryum klorit ve baryum hidroksit gibi bazı baryum bileşikleri, seramik, böcek ilacı, yağ ve yakıtlarda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (54). Ayrıca baryum alaşımların üretiminde, cam, beton, radyografi, ilaç, işaret fişekleri, havai fişekler, kalıcı mıknatısların yapımında, özel ark kaynağında, şeker rafineleri, kağıt kaplama sanayinde kullanılmaktadır.

Çözünür baryumun endüstriyel kullanımında atmosferik kirlenme nadirken, baryum içeren elektrotların kullanıldığı ark kaynağında mesleksi maruziyet görülebilmektedir (55). Çözünür baryum solunum yolunun tüm segmentlerinden kolaylıkla emilebilir. Solunum yoluyla alınan baryum akciğerler yoluyla ya da direkt olarak burun mukozasından emilerek kana karışır. Baryum sülfat gibi çözünmeyen bileşikler akciğerlerde birikerek siliyer aktiviteyle temizlenir (56). Diyetle alınan baryumun emilebilirliği baryum tuzlarının çözünebilirliğine, diyetteki alıma göre değişebilmektedir (55). Baryum alım yoluna göre değişmekle birlikte idrar ve dışkıyla vücuttan atılır (56).

Solunum ya da oral yolla baryumun vücuda alınması ve kanda aşırı artması sonucunda hipokalemi görülebilir. Bu da kas-iskelet sisteminde ve kardiyovasküler sistemde ritim bozukluğu, hipotansiyon ve/veya hipertansiyon, kaslarda güçsüzlük, felç gibi olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Oral yolla aşırı miktarlarda çözünür baryum bileşiklerinin alımında bulantı, kusma, karın ağrısı, sulu ishal gibi gastrointestinal semptomlar görülmektedir. Titreme, nöbet, midriyazis şiddetli zehirlenmelerde görülen nörolojik belirtilerdir. Baryum ve çözünür baryum bileşiklerine kronik maruziyette renal yan etkiler görülebilmektedir (53).

Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı'ı (IARC) tarafından yapılan listede baryum yer almamaktadır (40). OSHA tarafından çözünebilir baryum tuzları için izin verilen maruziyet sınırı (PEL) $0.5 \text{ mg} / \text{m}^3 \text{ TWA}$ 'dır (57).

2.4.4. Berilyum (Be)

Berilyum gümüş-grisi, grimsi-beyaz rengi olan bir elementtir. Asit ve bazlarda çözünebilir. Isı ve elektriği iyi iletir, ancak manyetik değildir. Alaşımlarda berilyum, sertliği, elektrik ve ısı iletkenliğini, korozyon ve aşınmaya karşı direnci artırır. Berilyumun atom ağırlığı 9.01, erime noktası $1287 \text{ }^\circ\text{C}$, kaynama noktası $2970 \text{ }^\circ\text{C}$, $20 \text{ }^\circ\text{C}$ 'deki yoğunluğu 1.85'tir. Suda çözünürlüğü yoktur. Periyodik tabloda Grup II A da yer almaktadır (58,59).

Kayalarda (1-15 mg / kg düzeylerinde) doğal olarak bulunur. Kimyasal olarak alüminyuma benzerlik gösterir. Be(0) ve Be(+2) yaygın olarak görülen yükseltgenmiş (oksidasyon) formlarıdır. Yüksek reaktiviteye sahip olduğundan doğada serbest olarak bulunmazlar. Berilyumun yaklaşık olarak 45 mineralize formu bulunmaktadır. Beryl ($\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$) ve Bertrandit ($\text{Be}_4\text{Si}_2\text{O}_7(\text{OH})_2$) önemli berilyum mineralleridir (60). Genel popülasyon hava, su ve gıdalarla berilyuma düşük düzeyde maruz kalırken; berilyum madenin çıkarılmasında, metallerin, alaşımların işlenmesinde, diğer kimyasallara maruziyetlerde vb. sektörlerde çalışan işçilerde yüksek seviyelerde berilyum maruziyeti görülebilmektedir (61).

Elektrik ve ısıyı iletmesi, erime noktasının yüksek olması, aşınmaya karşı dayanıklı olması nedeniyle günümüzde birçok alanda berilyum kullanılmaktadır. Endüstrinin büyümesi nedeniyle berilyumun toz ve duman formuna maruz kalan kişi

sayısı her geçen gün giderek artmaktadır. Maruz kalanların %2-6'sında hastalık gelişirken bu oran bazı endüstri alanlarında %17'lere kadar yükselmektedir. Berilyuma maruz kalınan başlıca iş kolları uzay endüstrisi, maden cevherinin çıkartılması, otomotiv sanayi, nükleer enerji, medikal ve elektronik endüstrisidir. Berilyum alaşımların (Bakır, nikel, alüminyum, magnezyum) üretiminde, seramik ürünlerinin ve metal tuzlarının üretiminde, ark yapmayan kesicilerin üretiminde, elektrik ve telekomünikasyon gibi birçok sanayi kolunda, bilgisayar, röntgen-floresan-lazer tüplerinin yapımında, vakum elektrotları, ısıtıcı katotları ve nükleer reaktörlerde kullanılmaktadır (48).

Berilyumun vücuda ana giriş yolu solunum sistemidir. Sindirim yoluyla vücuda giren berilyumun çok az kısmı emilir. Sağlam ciltten vücuda giriş olmaz. Vücuda giren berilyum proteinlere bağlanarak karaciğer, dalak ve kemikte depolanır. Solunum yoluyla alınan berilyumun bir kısmı akciğerleri geçemez ve burada kalır. Vücut sıvılarında erimeyen berilyum bileşiklerinin akciğerlerde kalma oranı eriyen bileşiklerinkinden daha fazladır. Atılım yolu idrarladır. İdrarla atılım çok yavaş olduğundan berilyum vücutta uzun süre kalabilmektedir (62).

Berilyum ve bileşiklerine maruziyette, dermatit, akut pulmoner inflamasyon ve kronik berilyum hastalığı görülebilmektedir. Berilyum sağlam deri yoluyla girememesine rağmen çözünebilir berilyum tuzları ödemli deri reaksiyonlarına, eriteme ve papüloveziküler dermatite neden olabilir. Bu değişiklikler maruziyet ortadan kalktığında kaybolur. Çözünmeyen berilyum tuzlarının deriye penetrasyonu nedeniyle granümatöz nekrotik değişiklikler ve ülserler de gözlenebilmektedir. Genellikle berilyum konsantrasyonu $> 25 \text{ ug/m}^3$ olduğunda akut toksite karşımıza çıkmaktadır. Deri, göz, burun ve boğazda tahrişler, üst ve alt solunum yollarında inflamasyon, pulmoner ödem ve ($>100 \text{ ug/m}^3$) kimyasal pnömoni akut toksitede görülebilmektedir. Kronik berilyum hastalığı (kronik akciğer granümatozü, berilyosiz) berilyum maruziyetinde en sık görülen sağlık problemlerinden biridir. Konik berilyum hastalığı akciğerlerde granümatöz değişikliklerle giden sistemik bir hastalıktır. İnterstisyel akciğer dokusunda farklı düzeylerde lenfosit infiltrasyonları vardır; granülomlar çoğunlukla bronşiyollerde görülmekle birlikte

karaciğer, cilt, lenf nodları ve kaslarda da bulunabilmektedir. Mesleki berilyum maruziyeti olanlarda fazla sayıda akciğer kanseri olgusuyla karşılaşmıştır (63).

Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı'ı (IARC) tarafından berilyum ve berilyum bileşikleri kanserojen (Grup I) olarak sınıflandırılmıştır (40). OSHA tarafından berilyum ve bileşikleri için izin verilen maruziyet sınırı (PEL) 0.5 mg / m³ TWA'dır (64).

2.4.5. Çinko (Zn)

Çinko mavi çizgileri olan gümüş beyazı renğinde suda çözünmeyen, asit ve alkalide çözünebilen bir metaldir. En önemli çinko cevheri Sfalerrittir (ZnS). Çinko kuru havada stabilken nemli havada üzeri daha fazla oksitlenmesini önlemek için koruyucu bazik bir karbonat tabakayla örtülüdür. Havada ısıtıldığında yeşil – mavi renkte alev şeklinde yanar ve çinko oksidi meydana getirir. Atom numarası 30, atom ağırlığı 65.38, erime noktası 419.58 °C, kaynama noktası 907 °C'dir. Periyodik tabloda Grup II B'de yer almaktadır. Doğada beş stabil, on dokuz radyoaktif izotopu bulunur (65).

Çinko hava, su ve toprağa doğal süreçler ve insan faaliyetleri aracılığıyla yayılır. Genellikle çinko; madencilik, kurşun ve kadmiyum cevherinin arıtma işlemlerinde, çelik üretiminde, kömür ve atıkların yakılması esnasında ortama karışır (66). Çinkonun sanayide birçok kullanım alanı bulunmaktadır. En çok demir ve çelik gibi metallerin galvanizlenmesinde kullanılır. Çinko alaşımları öncelikli olarak döküm ve dövme işlemlerinde uygulanırken, inşaat sektörü diğer bir kullanım alanıdır. Çinko ve bileşikleri ahşap koruyucu, katalizör, su yalıtımı, antiseptiklerde sabitleyici, elektroliz, altın çıkarma işlemi, dental malzemeler, kozmetik sektörü, ilaçlar, cam üretimi, seramik gibi birçok alanda da kullanılabilir (67). Metalik çinko ve çinko bileşiklerine mesleki maruziyette madencilik, kaynakçılık, eritme, çinko ve bileşiklerini kullanan iş kolları risk altındadır (68).

Çinkonun akut etkileri kısa süreli yüksek doz maruziyet sonucu oluşurken kronik etkileri düşük dozda uzun süreli maruziyette görülmektedir (69). Çinko tuzları koroziv nitelikte olup yutulması sonucu ağızda, boğazda ve midede ciddi hasar oluşturur. Ağızda ve farenkte yanma ve kusmaya eroziv farenjit, özofajit ve gastrit

eşlik edebilmektedir. Mide ve bağırsaklarda kanama, akut pankreatit görülebilen komplikasyonlardır (68). Kronik maruziyette anemi, karaciğer hasarı, düşük HDL seviyelerine neden olabilir (69). Çinko toz ve dumanının inhalasyonu sonucu metal dumanı ateşi görülebilir. Metal dumanı ateşinde boğaz kuruluğu ve metalik tat gibi erken belirtileri grip benzeri semptomlar, titreme, ateş, aşırı terleme, baş ağrısı ve halsizlik eşlik edebilmektedir.

Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı'ı (IARC) tarafından yapılan listede çinko yer almamaktadır (40). OSHA tarafından çinko oksit için izin verilen maruziyet sınırı (PEL) $5 \text{ mg/ m}^3 \text{ TWA}$ 'dır (70).

2.4.6. Demir (Fe)

Demir gri beyaz renkte, yumuşak, dövülebilen, işlenebilen, kolayca tel ve levha hâline getirilebilen bir metaldir (71). Yerkabuğunda en fazla bulunan element ve ağır metaldir. Demirin en çok görülen değerlikleri +2 ve +3' tür. En önemli ticari demir cevherleri manyetit [Fe_3O_4], siderit [FeCO_3], limonit [$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{ H}_2\text{O}$] ve hematittir [Fe_2O_3] (72). Demirin atom numarası 26, atom ağırlığı 55.84, erime noktası $1535 \text{ }^\circ\text{C}$, kaynama noktası $2750 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Periyodik tabloda Grup VIII B'de yer almaktadır (33). İçinde %1,5'ten fazla karbon bulunduran demire ham demir, %1,5'ten az karbon bulunan demire çelik denir. Ham demir döküm işlerinde kullanılırken çelik demir levha ve tel yapımında, demir yolları ve buhar kazanları gibi araçların yapımında, jilet, delici araçlar, ameliyat aletleri ve yay yapımında kullanılmaktadır (71).

Demir katalizör olarak görev yaptığından organizma için oldukça değerli bir elementtir. Oksijen taşınması, elektron transferi, DNA sentezi gibi önemli yerlerde görev almaktadır. Büyüme ve hayatın idamesi için essansiyeldir. Parenteral aşırı doz demir alımı, ya da genetik bozukluklar nedeniyle demirin emiliminin artması gibi sebeplerden demir yüklenmesi görülebilir. Bunun sonucu demir karaciğer, pankreas, kalp dahil olmak üzere birçok organda birikir ve siroz, diyabet, kalpte fonksiyon bozukluğuyla karşımıza çıkabilir (73).

Demir normal sıcaklıkta kuru havadan etkilenmezken nemli havada CO_2 'nin etkisiyle yüzeyden kolayca oksitlenir ve üzeri kırmızı demir (III) oksitle kaplanır (paslanma) (71). Demir oksit kaynak işlemi esnasında meydana gelmektedir (74).

Demir oksit dumanı veya tozunun solunması sonucu siderosis denilen mesleki akciğer hastalığı görülebilir (75). Röntgen sonuçları silikosiz ile benzer olmasına karşın hayati bir sağlık sorunu oluşturmaz (74).

Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı'ı (IARC) demir ve çeliğin dökülmesini mesleki maruziyete bağlı kanserojen (Grup I), demir-dekstran bileşiklerini olasılıkla kanserojen (Grup IIB), demir-dekstrin bileşiklerini kanserojen olarak sınıflandırılmayan (Grup III) grupta sınıflandırılmıştır (40). OSHA tarafından demir oksit için izin verilen maruziyet sınırı (PEL) 10 mg/m^3 TWA'dır (76).

2.4.7. Kadmiyum (Cd)

Kadmiyum gümüş beyazı renginde, yumuşak, iyi şekillendirilebilen bir metaldir. Buhar basıncı yüksektir. Kadmiyum hemen her zaman iki değerlikli olup; kimyasal olarak çinko ile benzerdir ve çinko cevherlerinin isomorf değişimiyle elde edilir (77). Başlıca kadmiyum bileşikleri kadmiyum asetat, kadmiyum klorür, kadmiyum nitrat, kadmiyum oksit, kadmiyum sülfat ve kadmiyum sülfürdür (78). Kadmiyum sülfat, karbonat ve oksit su içerisinde çözünmeyen bileşiklerdir. Asitlerin ve oksijenin etkisiyle suda çözünmeyen bileşikler kadmiyum sülfat, nitrat gibi suda çözünebilir tuzlara dönüştürülebilir (79). Kadmiyumun atom numarası 48, atom ağırlığı 112.4, erime noktası $321 \text{ }^\circ\text{C}$, kaynama noktası $767 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir (80).

Kadmiyum, bileşikleri ve alaşımları endüstride birçok alanda kullanılmaktadır. Kadmiyum bileşiklerinin kullanım alanlarını; Nikel-kadmiyum pillerin inaktif elektrot malzemeleri (toplam kadmiyum kullanımının %70'i); plastik, seramik ve camlarda kullanılan pigmentler (%12); ısı ve ışığa karşı polivinilklorür (PVC) stabilizatörü (%17); kaplama sanayi (%8) ve çeşitli özel alaşımların bileşenleri (%2) şeklinde beş ana başlık altında sınıflandırılabilir. Kadmiyum klorürün ticari olarak kullanımı azalmakla birlikte kadmiyum sülfat yapımında, özel ayna üretiminde ve boyamada halen kullanılmaktadır. Güneş pilleri ve yarı iletken elektronik cihazların üretimi kadmiyum sülfür ve kadmiyum tellürün başlıca kullanım alanlarıdır (81). Kadmiyum madencilik, arıtım ve üretim tesisleri, fosfatlı gübre uygulamaları, fosil yakıtların yakılması, atık yakma tesisleri aracılığıyla hava, su ve toprağa karışmaktadır. Doğal bir element olması ve kullanımı çok yaygın

olması nedeniyle hemen hemen her insan hava, su ve gıdalar yoluyla kadmiyuma maruz kalabilir. Sigara ve sigara ürünlerinin kullanımında da kadmiyum maruziyeti söz konusudur. Çevreye kadmiyum yayan endüstri kuruluşlarının yakınında yaşayan kişiler hariç kadmiyumun solunum yoluyla ciddi sorunlar oluşturması beklenmemektedir. Mesleki maruziyette risk yapılan işe göre değişmekle birlikte kadmiyumun ısıtıldığı eritme ve galvanik işlemlerinde maruziyet riski en fazladır. Maruz kalım toz ve dumanın solunması ya da kirli eller ve yiyecekler yoluyla oral yolla alınması ya da sigara kullanımına bağlıdır (82). Primer ve sekonder kadmiyum eritilmesi, kadmiyum kaplama endüstrisi, alkalin pil fabrikaları, kadmiyum pigment yapımı, kadmiyum alışımları, kullanıcıları ve kaynakçılar risk altında bulunan iş kollarıdır (48).

Kadmiyumun cilt yoluyla emilimi ihmal edilecek kadar azdır. Daha çok vücuda giriş ağız ve solunum yoluyla olur. Solunum yoluyla alınan kadmiyumun %10-50'si akciğerlerde alveollerde ve trakeobronşiyal mukoza üzerinde birikir. Akciğerlerdeki birikim partikül çapıyla ters orantılıdır. Trakeobronşiyal mukoza üzerinde biriken çözünmeyen partiküller siliyar aktivite ile temizlenerek farenkse oradan da gastrointestinal sisteme alınır. Ağız yoluyla alınan kadmiyumun ancak %5-10'u emilebilmektedir. Kalsiyumun, çinko ve demir eksikliğinde bağırsaklardan emilimi artmaktadır. Kadmiyum plasmada metalotiyoneine bağlanarak dokulara taşınır. Uzun yarılanma ömrü (10-30 yıl) nedeniyle kas, böbrek ve karaciğer dokusu gibi dokularda kadmiyum birikimi söz konusudur. Başlıca idrar ve feçesle vücuttan atılır. Günlük idrar ve feçesle atılan kadmiyum miktarı toplam kadmiyum miktarının %0.01-0.02'sini içerir (83).

Kadmiyum maruziyetinde kontamine olmuş yiyecek ve içeceklerin aşırı miktarlarda tüketilmesi sonucu kusma, ishal gibi akut gastrointestinal belirtiler ortaya çıkabilmektedir. Kadmiyumun sistemik etkileri özellikle solunum sistemi ve böbrekler üzerinde olmaktadır. Lehim ve kaynak dumanı gibi kadmiyumun akut olarak inhalasyonu sonucu kimyasal pnömoni gelişebilmektedir. Ayrıca uzun süreli ve düşük düzeyde kadmiyum maruziyetinde kronik obstrüktif akciğer hastalığı ve akciğer kanseri gelişme olasılığı artmaktadır. Yüksek miktarlarda kronik maruziyetlerde renal tubuler hasar meydana gelmektedir. Böbrek hasarının ilk belirtisi düşük molekül ağırlıklı proteinürüdür. Uzun süreli oral alımda özellikle

postmenopozal kadınlarda olmak üzere kalsiyum metabolizmasını bozar, osteomalazi ve osteoporoz yapar.

Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı'ı (IARC) tarafından kadmiyum ve kadmiyum bileşikleri insanlar için kanserojen (Grup I) olarak sınıflandırılmıştır (40). OSHA tarafından kadmiyum için izin verilen maruziyet sınırı (PEL) 5 µg/ m³ TWA'dır (84).

2.4.8. Krom (Cr)

Krom beyaz renkte, sert, aşınmaya dayanıklı bir elementtir (85). Kokusuzdur. Atom ağırlığı 52.0, erime noktası 1900 °C (3452°F), kaynama noktası 2642.2 °C (4788 °F)'dir. Suda çözünürlüğü yoktur (86,87).

Krom kayalarda, hayvanlarda, bitkilerde, toprakta, volkanik tozlarda ve gazlarda bulunabilen, doğal olarak oluşan bir elementtir. Ortamda çeşitli değerliklerde bulunabilir. En yaygın olarak bulunan formları Cr (0), Cr+3 (kromik), Cr+6 (kromat) değerlikli olanlarıdır. İnsan ve hayvanlarda Cr+3 esansiyeldir; glukoz, yağ ve protein metabolizmasında rol almaktadır (88).

Krom ve bileşiklerinin başlıca kullanım alanları metalürji ve kimya endüstrisidir. Metalürji endüstrisinde krom paslanmaz çeliklerin üretimi ve kaynakçılığı, alaşım dökme demirlerin, demir dışı alaşımların ve diğer çeşitli materyallerin üretiminde kullanılırken, kimya endüstrisinde Cr+3 (kromik) ve Cr+6 (kromat) pigment olarak kullanılmaktadır. Ahşap koruma, metal kaplamacılığı, katalizör, deri tabaklama, manyetik bantlar, fotokopi tonerlerinin yapımı krom ve bileşiklerinin diğer kullanım alanlarıdır (89).

Krom hava, su ve gıdalarla insan vücuduna alınmaktadır. Krom ve bileşikleri kullanıldığı endüstriler aracılığıyla, doğalgaz, petrol ve kömürün yanması sonucu çevreye yayılır; toprak ve suda birikir (90). Kromun vücuda en önemli giriş yolu akciğerlerdir. Krom ve bileşiklerinin cilt yoluyla vücuda alımı ihmal edilecek kadar azdır. Solunum yoluyla vücuda alınan kromun bazı bileşikleri birkaç yıl ya da daha uzun süre akciğerlerde kalabilmektedir. Oral yolla alınan kromun çok az bir kısmı sindirim sisteminden vücuda girmektedir (91). Atılım başlıca idrar ve feçes yoluyla olmaktadır (92).

Krom ve bileşiklerine solunum yoluyla maruziyette burun akıntısı, burun mukozasında tahrişler, astım, öksürük, nefes darlığı, hırıltılı solunum, gibi belirtiler görülebilmektedir. Krom bileşikleri alerjik reaksiyonlara neden olduğundan nefes darlığı ve cilt döküntüleri görülen diğer bulgulardır. Ratlarda yapılan çalışmalarda Cr+6 bileşiklerinin oral yolla alınması sonucu mide ve bağırsaklarda tahrişlere, ülserasyonlara ve anemiye neden olduğu rapor edilmiştir. Yine ratlarda yapılan çalışmalarda Cr+6 bileşiklerinin sperm hasarı yaparak üreme sistemini etkilediği bulunmuştur (91).

Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı'ı (IARC) tarafından Cr+6 (kromat) insanlar için kanserojen (Grup I) olarak sınıflandırılmıştır (40). OSHA tarafından krom ve çözülmeyen tuzları için izin verilen maruziyet sınırı (PEL) 1 mg/ m³ TWA'dır (93).

2.4.9. Kurşun (Pb)

Kurşun mavi gri renkte, yumuşak, işlenebilir bir metaldir. Suda çözünmez, zayıf asit içeren sularda, seyreltik nitrik asitte çözünebilmektedir (90). Kurşun doğada doğal olarak oluşan ve nadir olarak bulunan bir elementti (94). Kurşunun ²⁰⁴Pb, ²⁰⁶Pb, ²⁰⁷Pb, ²⁰⁸Pb olmak üzere dört izotopu bulunmaktadır (95). Kurşunun atom numarası 82, atom ağırlığı 207.2, erime noktası 327.6 °C, kaynama noktası 1740 °C'dir. Periyodik tabloda Grup IV A'da yer almaktadır (33).

Kurşun yüksek yoğunluğu, düşük erime noktası, asitlere karşı dirençli olması, üretim kolaylığı, sülfürik asitle elektrokimyasal reaksiyon vermesi, havada, suda, toprakta kimyasal açıdan kararlı olması nedeniyle ticari olarak büyük öneme sahiptir. Kurşun araba aküleri, rulmanlar, bazı lehimlerde kullanılan alaşımlar, nükleer ve X-ray koruyucu levhalar, kablo döşemeleri, gürültü kontrolü malzemeleri, mühümmat yapımı, cam yapımı, sırlama, plastik yapımı ve boyalarda kullanılmaktadır (96). Mesleki maruziyette işçiler üretim, kullanım, bakım, geri dönüşüm, kurşun malzeme ve ürünlerin atılması işlemleri sırasında kurşuna maruz kalmaktadır. OSHA sanayi iş kolunda 804.000, inşaat iş kolunda 838.000 işçinin kurşun maruziyetiyle karşı karşıya kaldığını tahmin etmektedir (97). Kurşun metal madenleri, kurşunu, kurşun

alaşımalarını ve bileşenlerini üreten ya da kullanan fabrikalar, kömür, petrol ve atıkların yakılması sonucu çevreye karışır; hava, su ve gıdalarla insan vücuduna alınır.

Kurşun başlıca solunum yoluyla ve ağız yoluyla vücuda alınmaktadır. Solunum yoluyla alınan kurşun, akciğerlerden kana geçerek tüm vücuda yayılır. Akciğerler tarafından tutulan büyük partiküller öksürük yoluyla akciğerlerden atılarak oral yollarda alınabilmektedir. Oral yolla alınan kurşunun çok az kısmı emilerek kana karışır ve vücuda dağılır. Vücuda alınan kurşun idrar ve feçes yoluyla vücuttan atılır (98).

İnorganik kurşun zehirlenmesinde bulantı, kusma, karın ağrısı gibi gastrointestinal belirtiler, anemi, myalji, renal tubuler hasar, santral sinir sistemi bulguları görülebilir, kronik zehirlenmelerde dişetlerinde mavi çizgilenmeler görülebilmektedir (48).

Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı'ı (IARC) tarafından kurşun insanlar için olası kanserojen (Grup IIB), kurşun bileşikleri ve inorganik kurşun kuvvetli olası kanserojen (Grup IIA) olarak sınıflandırılmıştır (40). OSHA tarafından inorganik kurşun için izin verilen maruziyet sınırı (PEL) $0.05\text{mg}/\text{m}^3\text{TWA}$ 'dır (98).

2.4.10. Magnezyum (Mg)

Magnezyum gümüş beyazı renkte, hafif bir elementtir. Atom numarası 12, atom ağırlığı 24.30, erime noktası $649\text{ }^\circ\text{C}$, kaynama noktası $1090\text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Periyodik tabloda Grup II A'da yer almaktadır (33). Doğada saf olarak bulunmayan magnezyumun bütün bileşikleri +2 değerlikli olarak bulunur. Deniz suyu ve manyezit (MgCO_3) minerali iki önemli magnezyum kaynağıdır. Dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) ve manyezit (MgCO_3) fazla miktarlarda çıkartılırken, brüsit ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) ve carnallite ($\text{KMgCl}_3 \times 6(\text{H}_2\text{O})$) az miktarlarda çıkartılan magnezyum mineralleridir. Magnezyum hem bitkiler için hem de hayvanlar için essansiyeldir (99). Magnezyum, protein sentezi, sinir ve kas fonksiyonu, kan şekeri ve kan basıncı regülasyonu dahil vücuttaki çeşitli biyokimyasal reaksiyonları düzenleyen 300'den fazla enzim için kofaktördür (100).

Hafif bir metal olması nedeniyle yapı malzemelerinde alaşımlarıyla birlikte kullanılır. Ayrıca fotoğraf makinelerinin gövde ve flaş kaplamalarında, işaret fişeklerinde ve yangın bombalarında, alüminyumdan üçte bir oranında daha hafif

olması nedeniyle alaşımları uçak ve füze sanayinde, eczacılıkta, itici özellikteki bileşiklerin yapısında, döküm demir yapımında ve uranyum başta olmak üzere çeşitli metallerin tuzlarından saflaştırılması işleminde, şömine tuğlalarının, aydınlatma ampullerinin, renk maddelerinin ve filtrelerin yapımında magnezyum kullanılmaktadır (101).

Çelik alaşımlarında ve elektrodda bulunan ve toksik etkilere sahip magnezyum oksit kaynak dumanında bol miktarda bulunmaktadır. Başlıca zehirlenme belirtileri mukoza tahrişleri, baş dönmesi, kas krampları, bayılma ve unutkanlıktır. Metal buharı ateşi de yapan magnezyum oksit sinir sistemi ve solunum yolları üzerinde de etkilidir (102).

Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı'ı (IARC) tarafından yapılan listede magnezyum yer almamaktadır (40). OSHA tarafından magnezyum oksit için izin verilen maruziyet sınırı (PEL) $15 \text{ mg/ m}^3 \text{ TWA}$ 'dır (103).

2.4.11. Manganez (Mn)

Mangan çelik grisi renkte, bileşikleri değişik renklere olabilen, sert, dilue asitte çözünebilen bir metaldir (104). Atom numarası 25, atom ağırlığı 54.93, erime noktası $1244 \text{ }^\circ\text{C}$, kaynama noktası $1962 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Periyodik tabloda Grup VII B'de yer almaktadır (33).

Manganez bileşikleri çeşitli kullanım alanlarına sahiptir. Metalik manganez (ferromanganez) sertlik, sertliği ve mukavemeti arttırmak için çelik üretimi amacıyla kullanılırken, pil, kibrit, havai fişek üretimi, cam ve seramik endüstrisi, hayvan yemleri, gübre ve pestisid üretimi manganez ve bileşiklerinin diğer kullanım alanlarıdır (105).

Manganez insanlar için essansiyeldir. Büyümede, bağ dokusu ve kemik oluşumunda, karbonhidrat ve lipid metabolizmasında, embriyonik gelişimde ve glukozamin-serin katalizörü olarak görev yapar. Başlıca vücuda alım solunum ve oral yolla olur. Organik manganez bileşikleri cildi geçebilirken, inorganik bileşikleri ciltten geçememektedir. Mukosilyar aktiviteyle temizlenen manganez partiküllerinin bir kısmı yutularak gastrointestinal sisteme geçer. Gastrointestinal absorpsiyon oldukça düşüktür. Absorbe edilen manganez plazmada beta1-globulin ve büyük

olasılıkla transferrine bağı olarak taşınır tüm vücuda yayılır. Mitokondiriden zengin organlarda birikir, kan-beyin bariyerini ve plasentayı geçebilir. Vücuttan atılım başlıca safra yoluyladır. İnorganik manganez bileşikleri başlıca feçes yoluyla atılmaktadır (106).

Mesleksen maruziyette madenler, manganez cevherini işleyen iş kolları, alaşımlarını kullanan endüstriler, pil endüstrisi ve kaynakçılık risk altındadır (106). Özellikle mesleki ortamlarda inhalasyon yoluyla uzun süreli maruziyetlerde nörolojik ve nöro-davranışsal etkiler görülebilmektedir. Manganez maruziyetinde akciğerler ikinci hedef organdır. Yüksek konsantrasyonlarda manganez dioksit veya tetroksit ile maruziyette kimyasal pnömoni, inflamatuvar yanıt karşımıza çıkmaktadır. Düşük düzeyde maruziyetlerde bronşit, pnömoni gibi akut akciğer hastalıkları görülmektedir (107).

Uluslararası Kanser Araştırma Ajans'ı (IARC) tarafından yapılan listede manganez yer almamaktadır (40). OSHA tarafından manganez bileşikleri ve dumanı için verilen maruziyet sınırı (PEL) 5 mg/m³ TWA'dır (108).

2.4.12. Molibden (Mo)

Molibden gümüş beyazı renkte, sert bir elementtir. Atom numarası 42, atom ağırlığı 95.94, erime noktası 2617 °C, kaynama noktası 4612 °C'dir. Periyodik tabloda Grup VI B'de yer almaktadır (33). Molibdenin bilinen 50'den fazla inorganik formu bulunmaktadır. Amonyum molibdat, kalsiyum molibdat, molibdik oksit, sodyum molibdat ve molibden trioksit çözünebilir, molibden disülfür, kurşun molibdat çözünmeyen molibden bileşikleridir (109).

Molibden çeşitli cevherlerde doğal olarak bulunur. Molibden trioksit demir ve manganez alaşımlarında, kimyasal maddelerde, katalizörlerde, seramikte ve pigment olarak kullanılırken, molibden disülfür yağlama maddesi olarak, metalik molibden ise elektronik parçalarında, indüksiyonlu ısıtma elemanlarında ve elektrotların yapımında kullanılmaktadır (110).

Molibden önemli bir eser elementtir. Elektron taşınmasında ve biyolojik süreçlerde kofaktör olarak görev almaktadır. Suda çözünebilir molibden bileşikleri, solunum ve oral yolla vücuda alınır. Akciğerlerden ve gastrointestinal sistemden

absorbe edilen molibden başlıca karaciğer, böbrek, dalak, kemik olmak üzere vücutta dağılır (111). Gastrointestinal yoldan absorbe edilen molibdenin %70'i feçesle atılırken %30'u idrarla vücuttan atılmaktadır (112).

İnsanlarda molibden toksisitesiyle ilgili veriler oldukça sınırlıdır. Toprakta molibden düzeyleri yüksek olan bir yerde yapılan bir çalışmada yetişkinlerin kanında ve idrarında ürik asit konsantrasyonları yüksek bulunmuş, atralji, eklem deformitesi, eritem ve ödem gibi gut belirtilerine rastlanılmıştır (110). Yine başka bir çalışmada kronik olarak molibdene maruz kalan madenci ve metalurji işçilerinde yorgunluk, baş ağrısı, iştahsızlık, eklem ve kas ağrısı gibi non-spesifik semptomların arttığı bildirilmiştir (113). Hayvanlarda yapılan çalışmalarda molibden trioksitin gözlerde, burunda ve boğazda tahriş edici etkisi olduğu, molibdenin metal dumanına maruziyette böbrek ve karaciğer hasarı yaptığı bildirilmiştir. Ayrıca çözünmeyen molibden bileşiklerine maruziyet sonucu özellikle obstrüktif akciğer hastalığı olanlarda tahriş edici etkisi nedeniyle alevlenmeler görülebilmektedir (114).

Uluslararası Kanser Araştırma Ajans'ı (IARC) tarafından yapılan listede molibden yer almamaktadır (40). OSHA tarafından molibden ve çözünmeyen bileşikleri için izin verilen maruziyet sınırı (PEL) $15 \text{ mg/m}^3 \text{ TWA}$ 'dır (115).

2.4.13. Nikel (Ni)

Nikel gümüş beyazı renğinde, sert, işlenebilir, kokusuz ve korozyona karşı oldukça dayanıklı bir elementtir (116). Doğada silika, sülfür ve arsenit cevherlerinin bir bileşeni olarak bulunur. Nikel klorür, nikel sülfat, nikel nitrat çözünebilir nikel tuzlarıdır (117). Atom numarası 28, atom ağırlığı 58.69, erime noktası $1453 \text{ }^\circ\text{C}$, kaynama noktası $2732 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Periyodik tabloda Grup VIII B'de yer almaktadır (33).

Korozyona karşı ve ısınmaya karşı dirençli olması, sert ve dayanıklı olması nedeniyle nikel öncelikli olarak alaşımlarda kullanılır. En büyük kullanım alanı paslanmaz çelik üretimidir. Bakır-nikel alaşımları endüstride sıhhi tesisat, denizcilik ekipmanları, petrokimya ekipmanları, ısı değiştirici, pompa, kaynak elektrotları, nikel-krom alaşımları; rezistans yapımı, nikel-demir-krom alaşımları; mukavemet ve aşınmaya karşı direnç sağlamak için kullanılmaktadır. Nikel tuzları elektrokaplama, seramik yapımında, pigment olarak ve katalizör olarak kullanılırken, nikel-

kadmiyum (NiCd) ve nikel-metal hidrür (NiMH) pilleri nikelin diğeri bir kullanım alanıdır (118). Nikel nikel alaşımları ve bileşiklerini kullanan iş kolları, kömür kullanan santraller ve atık yakma tesisleri aracılığıyla atmosfere, endüstriyel atıklarla sulara ve toprağa karışır; hava, su ve gıdalarla insan vücuduna alınır (119).

Nikel solunum, cilt ve oral yolla vücuda alınmaktadır. Cilt yoluyla emilim oldukça azdır ancak aşırı duyarlılık oluşabilmektedir. Emilim bileşiğin çözünürlüğüne göre değişir. Absorbe edilen nikel kanda albümine bağlı olarak taşınır. İdrar, safra, ter, gözyaşı, süt, ve mukosilier sıvı dahil tüm vücut salgıları ile vücuttan atılır. Emilemeyen nikel bileşikleri feçesle vücuttan atılmaktadır (120). Mesleki maruziyette kaynakçılık, taşlama, madencilik, nikel rafineleri ve çelik sanayinde vs. çalışan işçilerde nikel toz ve duman maruziyeti görülebilmekte, kötü kişisel hijyen nedeniyle nikel tozlarının oral alımında söz konusu olabilmektedir. Pil üreticileri, nikel-katalizör yapımcıları, seramik üreticileri makine işçileri, boyacılar, elektronik işçileri mesleki cilt maruziyeti görülebilen iş kollarıdır (121).

Nikel ve suda çözünen bileşiklerine maruziyette alerjik kontak dermatit gelişebilmektedir (121). Nikele bağlı allerji toplumun %30'unda görülebilen yaygın bir hastalıktır. Nikelle cilt teması sonrası ürtiker, egzama, eritem ve kaşıntı gibi deri reaksiyonları görülebilmektedir. Kronik nikel inhalasyonu hipertrofik rinit, sinüzit, nazal polip, nazal septum perforasyonu, epitelyal displaziye neden olabilmektedir. Nikel karbonil intoksikasyonlarına özellikle akciğerler ve beyin oldukça duyarlıdır. Kas ağrısı, yorgunluk, halsizlik, deliryum, konvülsiyon, dispne, öksürük, pnömoni, akut respiratuar distres sendromu nikel karbonil intoksikasyonlarında görülebilen belirtilerdir. Nikele maruz kalan işçilerde nazal sinüs ve solunumsal kanserler rapor edilen kanserler arasındadır. Kanserojen etkiden sülfidler ve oksitler sorumlu tutulmuştur (122).

Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı'ı (IARC) tarafından nikel bileşikleri kanserojen (Grup I), nikel, metalik nikel alaşımları insanda olası kanserojen (Grup IIB) olarak sınıflandırılmıştır (40). OSHA tarafından nikel ve çözünmeyen bileşikleri için izin verilen maruziyet sınırı (PEL) 1 mg/m³ TWA'dır (123).

2.5. Kaynak İşlerinde Kullanılan Kişisel Koruyucu Malzemeler

İşçi sağlığı ve iş güvenliği alanının hemen her alanında olduğu gibi kaynak işlerinde de kişisel koruyucu malzeme kullanılması önemli korunma yöntemleri arasındadır. 29.11.2006 tarihli ve 26361 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanan Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği Ek-3'e göre koruyucu gözlükler, yüz siperlikleri veya elle tutulan yüz koruyucuları, el, kol ve yüz korunması için ateşe dayanıklı koruyucu giysi, deri önlükler, eldivenler, kaynak işlerinde kullanılması gereken kişisel koruyucu donanımlardır (124). Kaynak işleminde kullanılacak kişisel koruyucu malzemenin standartları 25.07.2012 tarihli, 28364 sayılı Kişisel Koruyucu Donanımlarla İlgili Uyumlaştırılmış Ulusal Standartlara Dair Tebliğ'e göre belirlenmiştir. Bu tebliğe göre kaynakçılıkla ilgili aşağıdaki standartlar yer almaktadır (125).

- TS EN 169:Kişisel Göz Koruması - Kaynakçılık ve İlgili Teknikler İçin Filtreler - Geçirgenlik Özellikleri ve Tavsiye Edilen Kullanım
- TS 6860 EN 175:Personel Koruyucuları-Kaynak ve Benzeri İşlemler Sırasında Gözü ve Yüzü Koruma Teçhizatı
 - TS EN 379+A1:Kişisel Göz Koruması-Otomatik Kaynak Filtreleri
 - TS EN ISO 11611:Kaynak ve İlgili İşlemlerde Kullanılan Koruyucu Giysiler
 - TS EN 12477:Kaynakçılar İçin Koruyucu Eldivenler
 - TS EN 12477/A1:Kaynakçılar İçin Koruyucu Eldivenler
 - TS EN ISO 20349:Kişisel Koruyucu Donanım -Kaynak ve Döküm Sırasında Ergimiş Metal Sıçramasına ve Isıl Risklere Karşı Koruyucu Ayakkabı-Özellikler ve Deney Metodu (124).

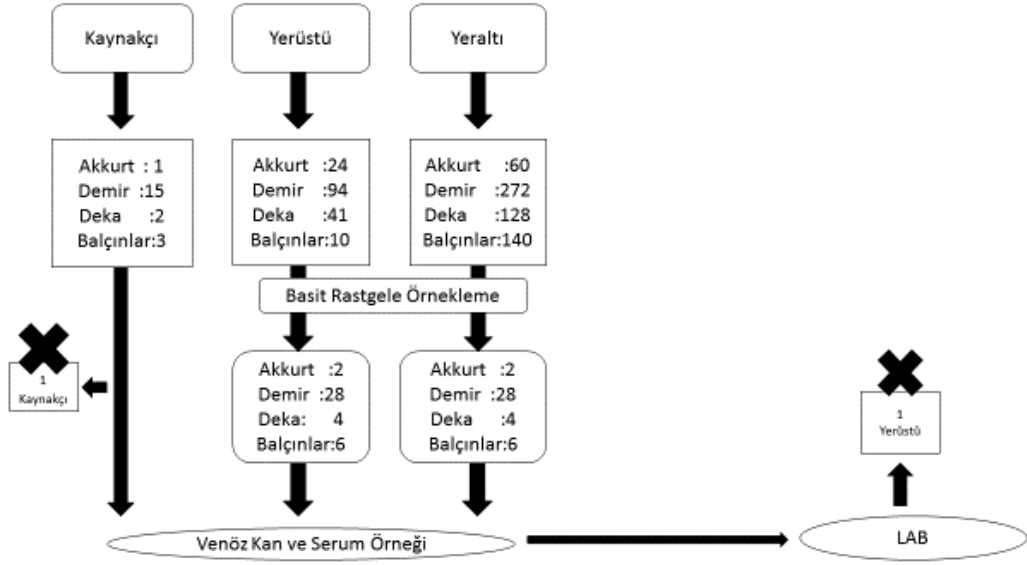
3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Yeri

Çalışma Zonguldak ilindeki rödevanslı sahalarda üretim yapan Deka, Balçınlar, Demir ve Akkurt Madencilik işletmelerine ait maden ocaklarında yapılmıştır.

3.2. Araştırma Evreni ve Örneklem Seçimi

Araştırmanın yapıldığı tarihte Akkurt Madencilik'te 1'i kaynakçı olmak üzere, 24 yerüstü, 60 yeraltı, toplam 85 işçi, Demir Madencilik'te 15'i kaynakçı olmak üzere, 94 yerüstü, 272 yeraltı, toplam 381 işçi, Deka Madencilik'te 2'si kaynakçı olmak üzere, 41 yerüstü, 128 yeraltı, toplam 171 işçi, Balçınlar Madencilik'te 3'ü kaynakçı olmak üzere, 10 yerüstü, 140 yeraltı, toplam 153 işçi çalışmaktadır. Araştırmada söz konusu işyerlerinde kaynakçı olarak çalışan işçiler ile yeraltı ve yerüstü işçilerinden oluşan üç grup oluşturulmuştur. Kaynakçıların seçiminde herhangi bir örnekleme yöntemi kullanılmadan tümüne ulaşılması hedeflenmiş, çalışmanın gerçekleştirildiği dönemde raporlu olduğu için işyerinde bulunmayan bir işçi dışındaki 20 kaynak işçisine ulaşılmıştır. Yeraltı ve yerüstü işçi gruplarından her bir grupta kaynakçı işçi sayısının iki katı olacak şekilde basit rastgele yöntemle seçilen işçiler yer almıştır. Yerüstü işçilerinin bulunduğu gruptaki bir işçinin laboratuvar analizleri tamamlanamadığı için çalışmadan çıkartılmış, araştırma 20 kaynak işçisi, 40 yeraltı işçisi ve 39 yerüstü işçisi ile tamamlanmıştır. Araştırma tasarımı aşağıda görselleştirilmiştir.



3.3. Araştırmanın Tipi

Araştırma, kesitsel tipte karşılaştırmalı bir çalışmadır.

3.4. Araştırmanın Değişkenleri

3.4.1. Bağımsız Değişkenler

3.4.1.1. Sosyo-Demografik Değişkenler

- Yaş
- Cinsiyet
- Öğrenim Durumu
- Medeni Durum
- Sigara Kullanım

3.4.1.2. Çalışma Hayatı ve Çalışma Koşulları İle İlgili Değişkenler

- Maden ocağındaki görevi
- Bu işyerindeki çalışma süresi,
- Yaptığı işi ne kadar süredir yaptığı

- Günde ortalama kaç saat çalıştığı,
- Haftada kaç gün çalıştığı

3.4.1.3. Kaynakçıların Çalışma Ortamı ve Çalışma Koşulları İle İlgili Değişkenler

- Kullanılan kaynak tekniği
- Kaynak yapılan ortamla ilgili özellikler
- Çalışma sırasında kişisel koruyucu donanım kullanma durumu,
- Kaynağın sağlık üzerine etkileriyle ilgili bir eğitim alıp almadığı

3.4.2. Bağımlı Değişkenler

3.4.2.1. Kan ve Serum Metal Düzeyleri

- Kan ve serumdaki Al, Ba, Be, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Mg, Mo, Ni, Zn, Mn, metal düzeyleri

3.5. Araştırmanın Değişkenlerine Ait Tanım ve Ölçütler

3.5.1. Sosyo-Demografik Değişkenlere Ait Tanım ve Ölçütler

- Kişinin yaş bilgisi için doğum tarihi ölçüt alındı. Yaş hesaplandı. Ortalama yaş olarak verildi.
- Kişinin cinsiyeti erkek, kadın şeklinde soruldu. Sayı ve yüzde olarak verildi.
- Kişinin öğrenim durumu en son bitirdiği okul göz önüne alınarak incelendi. Analizinde ilkokul, ortaokul, lise, üniversite ve üzeri olarak değerlendirildi.
- Kişinin medeni durumu evli, bekar, dul (eşi ölmüş) ve boşanmış olarak değerlendirildi. Sayı ve yüzde olarak verildi.
- Sigara kullanma durumu evet kullanıyorum, bıraktım, hayır kullanmıyorum şeklinde soruldu. Bıraktı ise kaç yıldır/aydır içmediği, kaç yıl içtiği ve günde kaç tane içtiği, halen içiyor ise kaç yıldır içtiği ve günde kaç adet içtiği açık uçlu olarak soruldu. Yıl olarak değerlendirildi. Sayı ve yüzde olarak verildi.

3.5.2. Çalışma Hayatı ve Çalışma Koşulları İle İlgili Değişkenlere Ait Tanım ve Ölçütler

- Kişinin mesleği açık uçlu olarak soruldu.
- Bu işyerindeki çalışma süresi, yaptığı işi ne kadar süredir yaptığı yıl olarak, günde ortalama kaç saat çalıştığı, haftada kaç gün çalıştığı açık uçlu olarak soruldu. Sayı ve yüzde olarak verildi.

3.5.3. Kaynakçıların Çalışma Ortamı ve Çalışma Koşulları İle İlgili Değişkenlere Ait Tanım ve Ölçütler

- Kullanılan kaynak tekniği gaz, MAG, MIG, TIG, elektrik, punto, lazer, toz altı olarak çoktan seçmeli soruldu. Sayı ve yüzde olarak verildi.
- Kaynak yapılan ortam açık ve kapalı diye değerlendirildi. Sayı ve yüzde olarak verildi.
- Çalışma sırasında kişisel koruyucu gözlük kullanma durumu hiç, nadiren, bazen, her zaman şeklinde değerlendirildi. Sayı ve yüzde olarak verildi.
- Çalışma sırasında kişisel koruyucu maske kullanma durumu hiç, nadiren, bazen, her zaman şeklinde değerlendirildi. Sayı ve yüzde olarak verildi.
- Kaynağın sağlık üzerine etkileriyle ilgili bir eğitim alıp almadığı, hayır, evet şeklinde soruldu. Sayı ve yüzde olarak verildi.

3.5.4. Kan ve Serum Metal Düzeylerine Ait Tanım ve Ölçütler

Bu kapsamda çalışma grubunun tam kanda kadmiyum ve kurşun, serumda alüminyum, bakır, baryum, berilyum, çinko, demir, krom, magnezyum, manganez, molibden, nikel düzeyleri ppb (mikrogram/l) cinsinden değerlendirilmiştir.

3.6. Veri Toplama Yöntemi

Araştırma verileri iki ana başlıkta toplanmıştır:

3.6.1. Anket Formu

Verilerinin toplanmasında bireysel özellikler, çalışma hayatı ve kaynak işleme ile ilgili soruları içeren 3 bölümden ve 20 sorudan oluşan anket formu kullanılmıştır (EK 1). Anket araştırmacı tarafından yüz yüze görüşme ile uygulanmıştır. Anket uygulanması öncesinde katılımcılara araştırma hakkında bilgilendirme yapılarak araştırmaya katılım için onamları alınmıştır.

3.6.2. Biyolojik Numune Değerlendirmesi

Biyolojik numune değerlendirilmesi amacıyla kişilerden serum örneği için Becton Dickinson (Franklin Lakes, NJ, USA) markalı 6 ml hacimli vakumlu eser element tüplerine (Lot No:2090042), tam kan örneği için Becton Dickinson (Franklin Lakes, NJ, USA) markalı 6 ml hacimli vakumlu K2-EDTA içeren eser element tüplerine (Lot No:2090043) venöz kan örneği alındı. Serum için alınan kan örneği 3000 rpm'de 6 dakika santrifüj edildikten sonra elde edilen serum örneği nitrik asit ile muamele edilerek demineralize edilmiş polistiren tüplere aktarıldı. Polistiren tüplere aktarılan serum örnekleri ve tam kan örnekleri soğuk zincir kurallarına uygun olarak analizlerin yapılacağı laboratuvara taşındı ve analiz edilene kadar - 80 ° C'de derin dondurucuda (TELSTAR Igloo Terrassa, Spain) saklandı.

Analizler Bülent Ecevit Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde yapıldı. Serum ve tam kan örneklerinde belirlenmiş olan elementlere yönelik ölçümler İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektroskopisi (ICP-MS, InductivelyCoupledPlasma-MassSpectrometer) ile ölçüldü. Ölçümler CETAC markalı ADX-500 model otosampler (Omaha, Nebraska, USA) ve kuantznebülizatör kullanarak NexION 300D ICP-MS cihazında (Perkin Elmer-SCIEX, Shelton, CT, USA) yapıldı. Nebülizatör gaz akışı ve lens voltajı standart moda günlük olarak NexION SETUP (Perkin Elmer Life andAnalyticalSciences, Shelton, CT, USA) solüsyonu kullanılarak yapıldı. Kullanılan reaksiyon gazlarının saflığı %99.999 (Linde, Turkey) idi. Stok standartlar Al, Ba, Be, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Mg, Mo, Ni, Zn, Mn, VHG firmasında (Manchester New Hampshire, USA) temin edildi. Tüm solüsyon ve reaktifleri hazırlamak için ZEENER Power I cihazında (Millipore,

Milford, MA, USA) elde edilen ultra saf su (18.3 MΩ-cm) kullanıldı. Ultrasaf nitrik asit Merc firmasından (Darmstadt, Germany) temin edildi. Kalite kontrol materyalleri olarak Seronorm markalı (Trace element control, Billingstad, Norway) serum (Lot No: 903106-903107) ve tam kan (Lot No: 1103128-1103129-1112691) kontrol numuneleri kullanıldı. Serum, tam kan, standartlar ve kontrol örnekleri Bocca ve arkadaşlarının yöntemiyle çalışıldı. Elde edilen kalibrasyon eğrileri kullanılarak elementlerin ve kontrollerin konsantrasyonları hesaplandı ppb(mikrogram/l) cinsinden raporlandı.

3.7. Araştırmanın Ön Çalışması

Araştırmanın ön çalışması, örnekleme seçilmeyen 10 maden işçisinde yapılmış, ön çalışma sonrasında gerekli düzenlemeler yapılarak Ek-1'de sunulan anket formu kullanılmıştır.

3.8. Verilerin Değerlendirilmesi

Veriler SPSS 19.0 (Chicago, Illinois, 2012, customer no:114094) istatistik paket programı ile analiz edildi. Tanımlayıcı verilerin sunumunda sayı, yüzde, aritmetik ortalama \pm standart sapma, ortanca, en az ve en yüksek değerler kullanıldı. Normal dağılıma uygunluk Shapiro Wilk testi, homojenite One-Way ANOVA testiyle değerlendirildi. Gruplar arası karşılaştırmalarda parametrik koşullar sağlandığında One-Way ANOVA ve Independent Samples T Test, sağlamayanlarda Kruskal Wallis ve Mann Whitney U testi kullanıldı. Anlamlı fark bulunanlarda gruplar Tukey ve Dunn testiyle ikili olarak karşılaştırıldı. Gruplar arası ilişkilerin değerlendirilmesinde Spearman ve Pearson testleri kullanılarak korelasyon analizleri yapıldı. Analiz sonuçları %95 güven aralığında değerlendirildi.

3.9. Araştırmanın Kısıtlılıkları

Kaynak işlemlerinin endüstriyel üretimde yaygın olarak kullanılmasına karşın, madenlerde çalışan kaynakçı sayılarının görece sınırlı olması çalışma sonuçlarının genellenmesi aşamasında dikkatli yorumlanmasını gerektirmektedir.

3.10. Etik Konular

Araştırma ile ilgili etik kurul onayı Bülent Ecevit Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı tarafından verilmiş olup, ilgili kurulun 11/02/2014 tarih ve 2014-41-11/02 protokol nolu onay belgesi Ek-2’de sunulmuştur. Ayrıca, araştırma kapsamında gerçekteştirilen laboratuvar analizlerine ait sonuçlar ilgili işletmelerin işyeri sağlık birimleri ile paylaşılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Sosyo-Demografik Değişkenlere Ait Bulgular

Araştırmaya katılanların sosyo-demografik özellikleri Tablo 4.1’de verilmiştir. Araştırmaya katılanların tamamı erkektir, en küçüğü 24, en büyüğü 59 yaşındadır. Ortalama yaş kaynakçılarda 36.1 ± 6.1 , yerüstü işçilerinde 40.1 ± 9.0 , yeraltı işçilerinde 34.5 ± 5.4 , tüm grup için 37.0 ± 7.5 ’tir. Katılımcıların %42.4’ü (n=42) ilkokul, %29.3’ü (n=29) ortaokul, %21.2’si (n=21) lise, %7.1’i (n=7) üniversite mezunu, %87.9’u (n=84) evli, %9.1’i (n=9) bekar, %3’ü (n=3) boşanmıştır. Katılımcıların %52.5’i (n=52) sigara kullanmaktadır.

Tablo 4.1. Katılımcıların Sosyo-demografik Özellikleri.

Sosyo-demografik Özellikler		Kaynak İşçisi		Yerüstü İşçisi		Yeraltı İşçisi		Toplam*	
		Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Yaş	Ort \pm SS	36,1 \pm 6,1		40,1 \pm 9,0		34,5 \pm 5,4		37,0 \pm 7,5	
Öğrenim durumu	İlkokul	10	23,8	15	35,7	17	40,5	42	42,4
	Ortaokul	4	13,8	10	34,5	15	51,7	29	29,3
	Lise	6	28,6	8	38,1	7	33,3	21	21,2
	Üniversite	-	-	6	85,7	1	14,3	7	7,1
Medeni durum	Evli	17	19,5	32	36,8	38	43,7	84	87,9
	Bekar	3	33,3	5	55,6	1	11,1	9	9,1
	Boşanmış	-	-	2	66,7	1	33,3	3	3,0
Sigara	Kullanmayan	6	13,6	18	40,9	20	45,5	44	44,4
	Kullanan	12	23,1	21	40,4	19	36,5	52	52,5
	Bırakmış	2	66,7	-	-	1	33,3	3	3,1

*sütun yüzdesi verilmiştir.

4.2. Çalışma Hayatı ve Çalışma Koşulları İle İlgili Değişkenlere Ait Bulgular

Araştırmaya katılanların halen çalışmakta olduğu iş yerinde çalışma süreleri 1-20 yıl arasında değişmekte olup, ortalama olarak kaynakçılarda 8.6 ± 4.4 yıl, yerüstü işçilerinde 8.7 ± 5.9 yıl, yeraltı işçilerinde 8.3 ± 4.8 yıldır. Yaptığı işi ne kadar süredir yaptığı sorulduğunda kaynakçılar 14.2 ± 6.5 yıldır, yerüstü işçileri 11.6 ± 6.8 yıldır,

yeraltı işçileri 9.9±5.6 yıldır bu işi yaptıklarını belirtmişlerdir; bu süre 1-28 yıl arasında değişmektedir. Katılımcıların çalışma hayatına ilişkin özellikleri Tablo 4.2.'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Katılımcıların Çalışma Hayatına İlişkin Bazı Özelliklerinin Dağılımı

Çalışma Hayatına İlişkin Özellikler	Grup	Sayı	Ort ± SS	En az	En yüksek
Yaptığı işi (kaynakçılık, diğer) yapma süresi (yıl)	Kaynakçı	20	14.2±6.5	3	28
	Yerüstü	39	11.6±6.8	1	23
	Yeraltı	40	9.9±5.6	1	28
Halen çalışmakta olduğu işyerinde çalışma süresi (yıl)	Kaynakçı	20	8.6±4.4	1	18
	Yerüstü	39	8.7±5.9	1	20
	Yeraltı	40	8.3±4.8	1	18

4.3. Kaynakçılarla İlgili Değişkenlere Ait Bulgular

Araştırmaya katılan kaynakçıların %27,8'i (n=10) gaz (oksi-asetilen) kaynağı, %5,6'sı (n=2) MIG, %5,6'sı (n=2) TIG, %8,3'ü (n=3) MAG, %50'si (n=18) elektrik, %2,7'si (n=1) punto kaynağı kullanmaktadır; katılımcılar birden fazla kaynak türünü işaretlemişlerdir. İşçilerin %70'i (n=14) kaynak işlemini kapalı ortamda yaptığını ve çalıştıkları ortamda havalandırma bulunmadığını belirtmiştir. Kişisel koruyucu malzeme kullanma durumuyla ilgili olarak katılımcıların maske kullanımı için %60'ı, gözlük için de yine %60'ı her zaman kullandığını belirtmiştir. Hiçbir zaman kullanmama maske kullanımı için %35, gözlük kullanımı için %15'dir. Kaynak işçilerinin %25'i kaynak işleminin sağlık üzerine etkileriyle ilgili herhangi bir eğitim almadıklarını belirtmiştir. Kaynak işçilerinin çalışma ortamı ve çalışma koşullarına ilişkin özelliklerinin dağılımı Tablo 4.3.'de verilmiştir.

Tablo 4.3. Kaynak İşçilerinin Çalışma Ortamı ve Çalışma Koşullarına İlişkin Özellikleri

Kaynakçıların Çalışma Koşulları ve Çalışma Ortamına İlişkin Bazı Özellikleri		Sayı	%
Kullanılan kaynak tekniği	Gaz(oksi-asetilen)kaynağı	10	27.8
	MIG	2	5.6
	MAG	3	8.3
	TIG	2	5.6
	Elektrik	18	50.0
	Punto	1	2.7
Kaynak yapılan ortam	Kapalı	14	70,0
	Açık	6	30.0
Kaynak yapılan ortamda havalandırma	Yok	14	70.0
	Var	6	30.0
Koruyucu maske kullanma durumu	Hiç	7	35.0
	Bazen	1	5.0
	Her zaman	12	60.0
Koruyucu gözlük kullanma durumu	Hiç	3	15.0
	Nadiren	2	10.0
	Bazen	3	15.0
	Her zaman	12	60.0
Kaynak işleminin sağlık üzerine etkileriyle ilgili eğitim alma durumu	Hayır	5	25.0
	Evet	15	75.0

4.4. Kan ve Serum Metal Düzeylerine Ait Bulgular

Araştırmada yer alan kaynak işçileri, yeraltı işçileri ve yerüstü işçilerinin kan ve serum metal düzeylerine ait ortalama, ortanca, en az ve en yüksek değerleri tablo 4.4, tablo 4.5 ve tablo 4.6’da sunulmuştur.

Tablo 4.4. Kaynak İşçilerinde Kan ve Serum Metal Düzeyleri (ppb)

	Ortalama	Ortanca	En az	En yüksek
Alüminyum	6.9±1.4	6.6	4.4	10.8
Bakır	1160.3±163.4	1162.5	955.0	1458.0
Baryum	0.9±0.2	0.8	0.5	1.5
Berilyum	0.001±0.0005	0.001	0.001	0.003
Çinko	1104.5±209.3	1150.5	614.0	1403.0
Demir	1352.5±365.5	1470.0	759.0	1852.0
Kadmiyum	0.3±0.1	0.3	0.1	0.8
Krom	1.5±0.2	1.5	1.2	2.0
Kurşun	10.3±2.4	9.8	6.7	15.8
Magnezyum	17317.1±1686.8	17060.0	15236.0	21581.0
Manganez	0.5±0.2	0.4	0.1	1.1
Molibden	0.6±0.2	0.5	0.3	1.2
Nikel	0.6±0.1	0.6	0.4	0.9

Tablo 4.5. Yerüstü İşçilerinde Kan ve Serum Metal Düzeyleri (ppb)

	Ortalama	Ortanca	En az	En yüksek
Alüminyum	8.3±1.8	7.9	4.4	13.8
Bakır	1233.1±220.2	1261.0	858.0	1544.0
Baryum	0.8±0.1	0.8	0.5	1.2
Berilyum	0.001±0.0007	0.001	0.001	0.004
Çinko	1157.0±168.5	1148.0	812.0	1484.0
Demir	1305.0±297.9	1284.0	708.0	1870.0
Kadmiyum	0.39±0.34	0.3	0.1	2.0
Krom	1.6±0.2	1.7	1.0	2.0
Kurşun	7.4±2.1	7.5	4.2	12.2
Magnezyum	18063.9±1527.7	17679.0	15479.0	22143.0
Manganez	0.6±0.3	0.6	0.2	1.6
Molibden	0.7±0.3	0.7	0.2	1.6
Nikel	1.0±0.4	0.9	0.5	2.1

Tablo 4.6. Yeraltı İşçilerinde Kan ve Serum Metal Düzeyleri (ppb)

	Ortalama	Ortanca	En az	En yüksek
Alüminyum	8.0±2.4	7.6	3.8	14.8
Bakır	1093.9±191.0	1070.5	617.0	1469.0
Baryum	0.9±0.2	0.8	0.3	1.4
Berilyum	0.001±0.0005	0.001	0.001	0.004
Çinko	850.1±174.4	829.5	575.0	1294.0
Demir	1245.6±376.1	1259.0	597.0	2415.0
Kadmiyum	0.3±0.2	0.2	0.1	1.4
Krom	1.4±0.2	1.4	0.9	1.8
Kurşun	8.3±5.2	7.7	3.8	37.4
Magnezyum	19620.1±2656.7	19556.0	14569.0	25807.0
Manganez	0.8±0.3	0.7	0.2	1.9
Molibden	0.7±0.2	0.6	0.2	1.4
Nikel	1.1±0.4	1.1	0.5	1.9

Gruplar arası metal düzeylerinin karşılaştırma sonuçları tablo 4.7’de sunulmuştur. Gruplar değerlendirildiğinde serum baryum, berilyum, demir, molibden ve kan kadmiyum değerleri yönünden gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır.

Ortalama alüminyum değeri kaynak işçilerinde 6.9 ± 1.4 , yeraltı işçilerinde 8.0 ± 2.4 , yerüstü işçilerinde 8.3 ± 1.8 idi ($p:0.008$). Gruplar ikişerli olarak karşılaştırıldığında yerüstü işçilerinin serum alüminyum düzeylerinin kaynak işçilerinden anlamlı olarak yüksek olduğu gözlemlendi ($p:0.043$).

Ortalama bakır değeri kaynak işçilerinde 1160.3 ± 163.4 , yeraltı işçilerinde 1093.9 ± 191.0 , yerüstü işçilerinde 1233.1 ± 220.2 idi ($p:0.023$). Gruplar ikişerli olarak karşılaştırıldığında yerüstü işçilerinin serum bakır düzeylerinin yeraltı işçilerinden anlamlı olarak yüksek olduğu gözlemlendi ($p:0.018$).

Ortalama çinko değeri kaynak işçilerinde 1104.5 ± 209.3 , yeraltı işçilerinde 850.1 ± 174.4 , yerüstü işçilerinde 1157.0 ± 168.5 idi ($p<0.001$). Gruplar ikişerli olarak karşılaştırıldığında yerüstü ($p<0.001$) ve kaynak işçilerinin ($p<0.001$) serum çinko düzeylerinin yeraltı işçilerinden anlamlı olarak yüksek olduğu saptandı.

Ortalama krom değeri kaynak işçilerinde 1.5 ± 0.2 , yeraltı işçilerinde 1.4 ± 0.2 , yerüstü işçilerinde 1.6 ± 0.2 idi ($p<0.001$). Gruplar ikişerli olarak karşılaştırıldığında

yerüstü işçilerinde serum krom düzeylerinin yeraltı işçilerinden ($p<0.001$) ve kaynak işçilerinden ($p:0.005$) anlamlı olarak yüksek olduğu gözlemlendi.

Ortalama magnezyum değeri kaynak işçilerinde 17317.1 ± 1686.8 , yeraltı işçilerinde 19620.1 ± 2656.7 , yerüstü işçilerinde 18063.9 ± 1527.7 idi ($p:0.001$). Gruplar ikişerli olarak karşılaştırıldığında yeraltı işçilerinin serum magnezyum düzeylerinin yerüstü işçilerinden ($p:0.004$) ve kaynak işçilerinden ($p<0.001$) anlamlı olarak yüksek olduğu saptandı.

Ortalama manganez değeri kaynak işçilerinde 0.5 ± 0.2 , yeraltı işçilerinde 0.8 ± 0.3 , yerüstü işçilerinde 0.6 ± 0.3 idi ($p:0.003$). Gruplar ikişerli olarak karşılaştırıldığında yeraltı işçilerinin serum manganez düzeylerinin yerüstü ($p:0.030$) ve kaynak işçilerinden ($p:0.005$) anlamlı olarak yüksek olduğu gözlemlendi.

Ortalama nikel değeri kaynak işçilerinde 0.6 ± 0.1 , yeraltı işçilerinde 1.1 ± 0.4 , yerüstü işçilerinde 1.0 ± 0.4 idi ($p<0.001$). Gruplar ikişerli olarak karşılaştırıldığında kaynak işçilerinin serum nikel düzeylerinin yeraltı işçilerinden ($p<0.001$) ve yer üstü işçilerinden ($p:0.002$) anlamlı olarak düşük olduğu bulundu.

Ortalama kurşun değeri kaynak işçilerinde 10.3 ± 2.4 , yeraltı işçilerinde 8.3 ± 5.2 , yerüstü işçilerinde 7.4 ± 2.1 idi ($p=0.001$). Gruplar ikişerli olarak karşılaştırıldığında kaynak işçilerinin kan kurşun düzeylerinin yeraltı işçilerinden ($p:0.001$) ve yerüstü işçilerinden ($p<0.001$) anlamlı olarak yüksek olduğu saptandı.

Tablo 4.7. Metallerin Ortalama Kan ve Serum Düzeyleri (ppb)

	Kaynak İşçileri	Yeraltı İşçileri	Yerüstü İşçileri	P ¹	P ²	P ³	P ⁴
Al	6.9±1.4	8.0±2.4	8.3±1.8	0.008	0.132	0.043	0.809
Cu	1160.3±163.4	1093.9±191.0	1233.1±220.2	0.023	0.723	0.844	0.018
Ba	0.9±0.2	0.9±0.2	0.8±0.1	0.866			
Be	0.001±0.0005	0.001±0.0005	0.001±0.0007	0.714			
Zn	1104.5±209.3	850.1±174.4	1157.0±168.5	<0.001	<0.001	0.540	<0.001
Fe	1352.5±365.5	1245.6±376.1	1305.0±297.9	0.501			
Cr	1.5±0.2	1.4±0.2	1.6±0.2	<0.001	0.818	0.005	<0.001
Mg	17317.1±1686.8	19620.1±2656.7	18063.9±1527.7	0.001	<0.001	0.398	0.004
Mn	0.5±0.2	0.8±0.3	0.6±0.3	0.003	0.005	0.950	0.030
Mo	0.6±0.2	0.7±0.2	0.7±0.3	0.552			
Ni	0.6±0.1	1.1±0.4	1.0±0.4	<0.001	<0.001	0.002	0.999
Cd	0.3±0.1	0.3±0.2	0.39±0.34	0.727			
Pb	10.3±2.4	8.3±5.2	7.4±2.1	0.001	0.001	<0.001	0.999

P¹: Üç grup arasında. P²: Kaynakçılar ve yeraltı işçileri arasında. P³: Kaynakçılar ile yerüstü işçileri arasında. P⁴: Yeraltı ve yerüstü işçiler arasında.

Sigara kullanma durumunun kaynakçılarda, yerüstü ve yeraltı işçilerinde ağır metal düzeylerine etkisi değerlendirildiğinde, kaynakçılarda sigara içenlerle ve içmeyenlerde metal düzeyleri arasında anlamlı fark bulunmazken, yeraltı işçilerinde sigara içenlerde kadmiyum ve nikel düzeyleri, yerüstü işçilerinde kadmiyum düzeyleri içmeyenlere göre daha yüksek, yerüstü işçilerinde sigara içenlerde bakır düzeyi anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur. Araştırmaya katılan işçiler arasında sigara kullanma durumunun kan ve serum metal düzeyleri üzerine etkisi Tablo 4.8.'de verilmiştir.

Tablo 4.8. İşçiler Arasında Sigara Kullanma Durumuna Göre Kan ve Serum Metal Düzeyleri (ppb)

	Sigara*	Kaynakçı (H:8 E:12)		Yerüstü (H:18 E:21)		Yeraltı (H:21 E:19)	
		Ort ± SS	P	Ort ± SS	P	Ort ± SS	P
Al	Hayır	6.9±1.8	0.999	8.1±2.0	0.646	8.1±2.4	0.783
	Evet	6.9±1.2		8.5±1.6		7.9±2.5	
Cu	Hayır	1162.1±157.9	0.999	1324.0±204.1	0.016	1113.0±196.9	0.513
	Evet	1159.0±173.9		1155.2±207.2		1072.8±187.2	
Ba	Hayır	0.9±0.3	0.999	0.8±0.1	0.859	0.9±0.3	0.822
	Evet	0.9±0.2		0.8±0.1		0.8±0.2	
Be	Hayır	0.001±0.0004	0.999	0.001±0.0004	0.213	0.001±0.0008	0.893
	Evet	0.001±0.0006		0.001±0.0008		0.001±0.0005	
Zn	Hayır	1110.1±220.8	0.792	1104.2±163.8	0.070	871.5±178.2	0.422
	Evet	1100.8±211.1		1202.2±162.7		826.4±171.7	
Fe	Hayır	1391.8±335.7	0.910	1227.1±280,5	0.132	1233.4±354.3	0.957
	Evet	1326.3±396.4		1371.8±302.6		1259.0±408.2	
Cr	Hayır	1.6±0.2	0.999	1.6±0.2	0.856	1.4±0.2	0.927
	Evet	1.4±0.1		1.6±0.1		1.4±0.2	
Mg	Hayır	17779.8±1765.8	0.473	17934.1±1518.4	0.630	19433.6±2015.8	0.647
	Evet	17008.5±1634.2		17679.0±1564.2		19826.2±3269.9	
Mn	Hayır	0.5±0.2	0.999	0.6±0.3	0.594	0.7±0.2	0.270
	Evet	0.5±0.2		0.5±0.3		0.9±0.4	
Mo	Hayır	0.6±0.2	0.999	0.6±0.3	0.126	0.6±0.2	0.666
	Evet	0.6±0.2		0.8±0.3		0.7±0.2	
Ni	Hayır	0.6±0.1	0.999	1.0±0.4	0.646	0.9±0.3	0.020
	Evet	0.6±0.1		1.1±0.5		1.2±0.4	
Cd	Hayır	0.2±0.1	0.999	0.1±0.08	<0.001	0.2±0.09	<0.001
	Evet	0.3±0.2		0.5±0.3		0.5±0.3	
Pb	Hayır	9.9±2.3	0.999	6.8±2.2	0.165	7.2±1.8	0.215
	Evet	10.6±2.6		7.8±1.9		9.5±7.1	

*bırakmış ve sigara kullanmayanlar hayır olarak kabul edilmiştir.

Katılımcılar birlikte değerlendirildiğinde, metal düzeyleriyle yaş arasında anlamlı bir ilişki bulunmazken, mesleki yıl ile kurşun düzeyleri arasında zayıf pozitif yönde anlamlı bir ilişki saptanmıştır (r :0.241 p:0.016).

Kaynakçılarda çalışma ortamı değerlendirildiğinde kapalı ortamda çalışanlarla açık ortamda çalışanlar arasında alüminyum, bakır, baryum, berilyum, çinko, demir, krom, magnezyum, manganez, nikel ve kadmiyum düzeyleri arasında anlamlı fark yoktur. Kapalı ortamda çalışan kaynakçılarda açık ortamda çalışanlara göre kan kurşun düzeyleri anlamlı olarak daha yüksektir (p:0.033). Araştırmaya katılan kaynakçılarda kaynak yapılan ortama göre kan ve serum metal düzeyleri 4.9.'da verilmiştir.

Tablo 4.9. Kaynakçılarda Kaynak Yapılan Ortama Göre Kan Ve Serum Metal Düzeyleri (ppb)

Metaller	Kaynak Yapılan Ortam		P
	Kapalı (n = 14)	Açık (n= 6)	
Al	7.0±1.2	6.9±1.4	0.968
Cu	1198.1±190.9	1104.4±148.5	0.968
Ba	0.8±0.1	1.0±0.3	0.091
Be	0.001±0.0004	0.001±0.0008	0.397
Zn	1051.5±221.9	1228.3±110.0	0.109
Fe	1392.0±363.1	1260.5±387.8	0.397
Cr	1.5±0.2	1.5±0.1	0.547
Mg	17241.5±1752.4	17493.5±1752.4	0.602
Mn	0.5±0.2	0.5±0.3	0.779
Mo	0.6±0.2	0.6±0.3	0.602
Ni	0.6±0.1	0.7±0.08	0.239
Cd	0.3±0.1	0.2±0.1	0.239
Pb	11.1±2.4	8.6±1.3	0.033

Kaynakçılarda koruyucu maske kullanma durumu değerlendirildiğinde kullananlarla kullanmayanlar arasında alüminyum, bakır, baryum, berilyum, çinko, demir, krom, magnezyum, manganez, nikel, kadmiyum ve kurşun düzeyleri arasında anlamlı fark yoktur. Araştırmaya katılan kaynakçılarda koruyucu maske kullanma durumuna göre kan ve serum metal düzeyleri Tablo 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.10. Kaynakçılarda Koruyucu Maske Kullanma Durumuna Göre Kan ve Serum Metal Düzeyleri (ppb)

Metaller	Koruyucu Maske Kullanma		P
	Hayır (n = 7)	Evet (n=13)*	
Al	11.5±3.1	9.7±1.8	0.757
Cu	1194.4±207.7	1141.9±140.1	0.699
Ba	0.8±0.2	0.9±0.2	0.183
Be	0.001±0.0004	0.001±0.0006	0.699
Zn	1075.2±298.9	1120.3±154.7	0.938
Fe	1392.7±296.3	1330.9±407.7	0.817
Cr	1.4±0.2	1.5±0.2	0.643
Mg	17076.2±1762.9	17446.7±1702.6	0.643
Mn	0.5±0.1	0.5±0.3	0.757
Mo	0.5±0.2	0.7±0.2	0.056
Ni	0.6±0.1	0.6±0.1	0.393
Cd	0.3±0.2	0.3±0.1	0.588
Pb	11.5±3.1	9.7±1.8	0.241

*bazen ve her zaman kullananlar evet olarak kabul edilmiştir.

5. TARTIŞMA

Kaynak işlemleri yapılan işyerlerinde çalışan işçiler çok sayıda ve farklı içerikte iş sağlığı ve güvenliği sorunları ile karşı karşıyadır. Kaynak işleminin sağlık etkilerine ilişkin yapılmış çok sayıda araştırma bulunmaktadır (126-134). Çalışmalar kaynak dumanına maruziyetin sağlık üzerine etkileri ve maruziyetin gösterilmesinde biyomarkırların kullanılmasını destekler niteliktedir. Bununla birlikte, ülkemizde konuya yönelik çalışmalar sınırlıdır.

Li ve arkadaşlarının (135) Pekin’de bir otomobil fabrikasında çalışan 37 kaynakçı ve 52 kontrolde yaptığı, kanda ve idrarda ağır metal düzeylerinin değerlendirdiği çalışmada kaynakçılarda serum demir ve manganez düzeyleri, kan kurşun düzeyleri kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde yüksek ($p<0.01$) bulunurken, serum çinko düzeyleri kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde düşük ($p<0.01$) bulunmuştur. Serum bakır düzeyleri açısından ise anlamlı fark saptanmamıştır. Çalışmada ayrıca kaynakçıların mesleki deneyim süreleri ile manganez, demir, çinko, bakır, kurşun düzeylerinde arasında ilişki saptanmamıştır.

Wang ve arkadaşlarının (136) inşaat sektöründe kullanılmak üzere çelik malzeme üreten ve petrol taşıma tanklarının üretimini yapan iki ayrı fabrikada 49 kaynakçı ve 33 kontrolde bakır, çinko, kadmiyum ve kurşun düzeylerinin tükürük ve serumdaki konsantrasyonlarını değerlendirdiği çalışmada kaynakçılarda serum bakır ve manganez düzeylerinin anlamlı olarak yüksek, serum çinko düzeylerinin anlamlı olarak düşük olduğu ve 5-10 yıldır kaynakçılık yapanlarda 5 yıldan az kaynakçılık yapanlara göre tükürük ve serum manganez düzeylerinin anlamlı olarak yüksek olduğu bulunmuştur.

Lu ve arkadaşlarının (137) Pekin’de bir otomobil fabrikasında çalışan 91 kaynakçı ve 91 kontrolde serumda demir, manganez, ferritin ve transferrin düzeylerini değerlendirildiği çalışmada kaynakçıların serum demir ve manganez düzeylerinin anlamlı biçimde yüksek olduğu, kaynakçılıkta geçirilen süre ile serum demir düzeyleri arasında anlamlı ilişki olduğu saptanmıştır.

Sjögren ve arkadaşlarının (138) yaptığı alüminyum ve manganeze maruz kalan kaynakçılarda kanda ve idrarda alüminyum, manganez ve nörolojik etkilerinin değerlendirildiği çalışmada, alüminyum kaynakçılarında kontrol grubuna göre

idrarda 7 kat daha fazla alüminyum tespit edilirken, merkezi sinir sistemi semptomlarının kaynakçılarda daha fazla olduğu, kan alüminyum konsantrasyonları ile maruz kalım süresi arasında anlamlı ilişki olmadığı, manganeze maruz kalan kaynakçılarda kan manganez düzeyleri yüksek değilken, motor fonksiyonlarında azalma olduğu tespit edilmiştir.

Ellingsen ve arkadaşlarının (139) Rusya'daki bir tersanede ve makine üretimi yapan bir fabrikada çalışan kaynakçılarda ve kontrol grubunda kanda, serumda, idrarda ve havada manganez, demir ve kobalt konsantrasyonlarını değerlendirildiği çalışmada, biyolojik sıvılarda manganez konsantrasyonları yüksek bulunurken, kan ve serum kobaltı, serum demiri kaynakçılarda anlamlı düzeyde düşük bulunmuş, bu sonucun kobalt, demir ve manganezin DMT1 ile taşınmasına ve yüksek manganez düzeylerinin demir alımlarını inhibe etmesine bağlı olabileceği belirtilmiştir.

Larmarcovai ve arkadaşları (140) çalışmalarında koruyucu ekipman bulunmayan alanlarda çalışan kaynakçılarda kan kadmiyum, kobalt ve manganez, idrar alüminyum, kobalt ve çinko, koruyucu ekipman bulunan alanlarda çalışan kaynakçılarda kan kadmiyum ve kobalt, idrar çinko düzeylerinin kontrollere göre anlamlı olarak yüksek bulunduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, çalışmada, gruplar arasında sigara kullanımı yönünden farklılık olmadığı ve sigara içenlerde kadmiyum düzeyi daha yüksek olduğu ifade edilmiştir.

Sjögren ve arkadaşları (141) tarafından yapılan başka bir çalışmada alüminyuma maruz kalınan endüstriyel süreçlerde (elektrolit, alüminyum tozu, alüminyum sülfat üretimi, kaynak) çalışan işçilerin kan ve idrar alüminyum düzeyleri değerlendirilmiş, alüminyum düzeyleri kaynakçılarda, alüminyum sülfat ve alüminyum tozu üretiminde çalışan işçilerde kontrollere göre yüksek bulunurken, elektrolit üretiminde çalışan işçilerde alüminyum düzeylerinin idrarda yüksek olduğu, kanda ise yüksek seviyelerde olmadığı tespit edilmiştir.

Stridsklev ve arkadaşlarının (142) MAG kaynak tekniğini kullanan 7 kaynakçıda havada, idrarda ve kanda krom ve nikel düzeylerini, kişisel koruyucu ekipman ve sigara alışkanlıklarını değerlendirdiği çalışmada, krom ve nikel düzeylerinin çalışılan yere göre değişmekte olduğu ve çalışma ortamı havasındaki Cr (VI) düzeyleri ile vücut sıvılarındaki krom düzeyleri arasında ilişki bulunduğu saptanmıştır.

Danadevi ve arkadaşlarının (143) elektrik ark kaynağı kullanan (SMAW) 51 kaynakçı ve 49 kontrolde tam kanda nikel ve krom düzeyleri ve genotoksik etkilerin değerlendirildiği çalışmada kaynakçılarda tam kan krom, nikel düzeyleri ve DNA hasarı kontrol grubuna göre anlamlı olarak yüksek bulunmuştur.

Edmeâ ve arkadaşlarının (144) Fransa'da sekiz fabrikada çalışan 116 paslanmaz çelik kaynakçısı, 30 hafif çelik kaynakçısı ve 32 kontrol grubunda havada, tam kanda, plasmada ve idrarda krom düzeylerini değerlendirdiği çalışmada krom düzeylerinin en yüksek paslanmaz çelik kaynakçılarında, en düşük kontrol grubunda olduğu bulunmuş, gruplar arasında tam kan krom düzeyleri, idrar krom düzeyleri ve plasma krom düzeyleri açısından fark saptanmıştır. İdrar ve plasma krom düzeylerinde fark üç gruptan kaynaklanırken, tam kan krom düzeyleri açısından fark paslanmaz çelik kaynakçılardan kaynaklanmaktadır. Ayrıca, çalışmada, kaynakçılar arasında sigara kullanımı yönünden farklılık olmadığı ve sigara içenlerde krom düzeyi daha yüksek olduğu ifade edilmiştir.

Araştırmamızda kan ve serum metal düzeyleri değerlendirildiğinde, serum alüminyum, bakır, çinko, krom, magnezyum, mangan, nikel, kan kurşun düzeyleri açısından gruplar arasında anlamlı fark vardır. Yer altı işçilerinde serum çinko, kaynakçılarda serum nikel düzeyleri diğer iki gruba göre daha düşükken, yer altı işçilerinde serum magnezyum ve mangan düzeyleri, kaynakçılarda kan kurşun düzeyleri, yer üstü işçilerinde serum krom düzeyleri diğer iki gruba göre daha yüksektir. Çalışmada, yaş ile metal düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmazken, mesleki yıl ile kurşun düzeyleri arasında pozitif yönde zayıf bir ilişki saptanmıştır; kapalı ortamda çalışan kaynakçılarda açık ortamda çalışanlara göre kan kurşun düzeyleri anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur.

Kaynak işinde kullanılan metallerin etkileri işin yapılış şekli, süresi ve ortam özellikleri gibi etkenler ile artabilmekte ya da azalabilmektedir. Kaynakçılık yapan işçilerde gözlemlenmesi olası etkilenimler dikkate alındığında farklı çalışmalarda farklı vurgular yapıldığı görülmektedir. Ancak, bu durum çalışmaların karşılaştırılmasında belirgin bir zorluk yaratsa da, çelişki olarak algılanmamalıdır; kaynak işinin çalışma günü içerisinde daima süreklilik göstermemesi, farklı işyerlerindeki maruziyetin farklı boyutlarda gerçekleşebilmesi, etkilenim sürelerinin standardize edilememesi temel zorluklardır. İşyerlerinde kaynakçı olarak çalışan

işçilerin görece az sayıda olması da diğer bir zorlaştırıcı etken olarak dikkat çekmektedir. Çalışmalar arasında gözlemlenen farklı vurguların bir nedeni de, farklı işyerlerinde çalışan kaynakçılarının gün içerisinde yaptığı işin yoğunluğudur. Örneğin, madencilik işkolunda kaynakçı işçiler çoğu zaman diğer işlerde de üretime katılırlar ve gerek duyulan zamanlarda kaynak işi yaparlar.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma kapsamında Zonguldak ilindeki dört özel maden ocağında çalışan kaynakçılarda, yeraltı ve yerüstü işçilerinde alüminyum, bakır, baryum, berilyum, çinko, demir, kurşun, kadmiyum, krom, magnezyum, manganez, molibden ve nikel düzeylerinin kandaki ve serumdaki düzeyleri değerlendirilmiştir.

6.1. Sonuçlar

- 1- Araştırmaya katılanların tamamı erkektir, en küçüğü 24, en büyüğü 59 yaşındadır. Ortalama yaş kaynakçılarda 36.1 ± 6.1 , yerüstü işçilerinde 40.1 ± 9.0 , yeraltı işçilerinde 34.5 ± 5.4 , tüm grup için 37.0 ± 7.5 'tir.
- 2- Kaynakçılar 14.2 ± 6.5 yıldır, yerüstü işçileri 11.6 ± 6.8 yıldır, yeraltı işçileri 9.9 ± 5.6 yıldır bu işi yapmaktadır; bu süre 1-28 yıl arasında değişmektedir.
- 3- Araştırmaya katılan kaynakçıların %50'si (n=18) elektrik kaynağı kullanmaktadır.
- 4- Kaynakçıların %60'ı her zaman koruyucu maske ve gözlük kullanmaktadır. Kaynak işçilerinin %25'i kaynak işleminin sağlık üzerine etkileriyle ilgili herhangi bir eğitim almamıştır.
- 5- Kan ve serum metal düzeyleri değerlendirildiğinde serum alüminyum, bakır, çinko, krom, magnezyum, mangan, nikel ve kan kurşun düzeyleri açısından gruplar arasında anlamlı fark vardır.
- 6- Kaynakçılarda kan kurşun düzeyleri diğer iki gruba göre anlamlı olarak daha yüksektir.
- 7- Sigara içen ve içmeyen, koruyucu maske kullanan ve kullanmayan kaynak işçileri arasında metal düzeyleri açısından anlamlı fark bulunmamıştır.
- 8- Kapalı ortamda çalışan kaynakçılarda açık ortamda çalışanlara göre kan kurşun düzeyleri anlamlı olarak daha yüksektir.
- 9- Metal düzeyleriyle yaş arasında anlamlı bir ilişki bulunmazken, mesleki deneyim ile kurşun düzeyleri arasında zayıf pozitif yönde bir ilişki vardır.

6.2. Öneriler

Maden ocaklarında çalışan kaynak işçilerinin kurşun maruziyeti açısından daha dikkatli değerlendirilmesi gerekmektedir. Tehlikeler tanımlanmalı, düzenli aralıklarla ve işlem değişikliklerinde risk değerlendirmesi yapılmalıdır. Bu değerlendirmelerle işyeri ortam ölçümleri düzenli aralıklarla tekrar edilmelidir. Çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanım düzeyleri artırılmalıdır. Çalışanlar işyeri ortam faktörleri, çalışma koşulları, tehlike ve riskler, alınması gereken önlemler konusunda bilgilendirilmeli ve eğitim verilmelidir. Kaynak yapılan kapalı ortamlarda uygun havalandırma sistemleri kullanılmalıdır. Ağır metallere maruziyette mesleksi maruziyetin doğru ve güvenilir bir biçimde değerlendirilmesi ve yorumlanması için çalışma yaşamı dışında kalan çevresel maruziyetler de düzenli olarak izlenmelidir. Araştırmamızda kurşun dışındaki diğer metal düzeyleri kaynakçılarda artmış olarak gözlenmemiş olmakla birlikte, çalışma grubunun görece küçük olması nedeniyle daha ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

7. KAYNAKLAR

- 1- Yıldız A., Metalin Ateşle Buluşması: Kaynak, Mühendis ve Makine Cilt:48 Sayı:573 sf:57-73
- 2- El-Zein M., Respiratory and Systemic Health of Apprentice-Welders; A Prospective Study, McGill University Joint Departments of Epidemiology, Biostatistics and Occupational Health Faculty of Medicine, Montreal, 2003
- 3- Antonini J.M., Taylor M.D., Pulmonary Responses to Welding Fumes: Role of Metal Constituents, Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A, 67:233–249, 2003
- 4- Taube F., Manganese in Occupational Arc Welding Fumes—Aspects on Physiochemical Properties, with Focus on Solubility, Ann. Occup. Hyg., Vol. 57, No. 1, 2013, pp. 6–25
- 5- Müezzinoğlu A., Ocaktan M.C., Ve Ark., Kaynak Çalışanları İçin Sağlık Gözetim Programı Önerisi, Makine Magazin Dergisi Nisan 2011
- 6- Yılmaz G., Kaynak İmalat Atölyelerinde Sağlık ve Güvenlik, Çalışma Ortamı Dergisi, Sayı:51 Temmuz-Ağustos 2000 sf:11-13
- 7- Kahraman F., Sever K. ve ark., Kaynaklı İmalatta İnsan Sağlığı, Mühendis ve Makine Dergisi Sayı: 520, 2003
- 8- Şener Ş., Çevre İçin Jeoloji; Ağır Metallerin Çevresel Etkileri, SDUGEO e-dergi Cilt:1, Sayı: 3, 2010, sf:33-35
- 9- Kahvecioğlu Ö., G. Kartal, A. ve ark. Metallerin Çevresel Etkileri I, TMMOB Metalurji Mühendisleri Odası Dergisi, Sayı: 136, 2004, sf:47-53
- 10- Ibrahim D., Froberg B., et al., Heavy Metal Poisoning: Clinical Presentations and Pathophysiology, Clinics Laboratory Medicine 26 (2006) pp:67–97)

- 11- National Occupational Health And Safety Commission, WELDING: FUMES AND GASES, Australian Government Publishing Service, Canberra, WAP 90/034 GS 015-1990 pp:1-6
- 12- National Institute for Occupational Safety and Health. Division of Standards Development and Technology Transfer, Criteria for a recommended standard welding, brazing, and thermal cutting, Cincinnati, OH:DHHS(NIOSH) Publication, 1988, pp: 88–110
- 13- Luo J.C., Hsu K.G., Et Al., Pulmonary Function Abnormalities And Airway Irritation Symptoms Of Metal Fumes Exposure On Automobile Spot Welders American Journal Of Industrial Medicine 49:407–416 (2006)
- 14- Oğuz A., Karakaya Ç., Üniversite Düzeyindeki Kaynak Teknolojisi Eğitiminin Dünyadaki Ülkemizdeki Durumu, Mühendis ve Makine Cilt 50 sayı 599, 2009 sf:2-3
- 15- Komaç E., Teknik Eğitim El Kitabı, Askaynak, 2009
- 16- Oğuz B., Ark kaynağı, Oerlikon Yayınları 1989 sf:1-3
- 17- American Welding Society, Welding Safety In Education And Schools, Safety And Health Fact Sheet No. 35, 2013
- 18- Yılmaz G., Kaynak Atölyelerinde Çalışanların Etkilendiği Riskler, Çalışma Ortamı Sayı: 52 Eylül - Ekim 2000 Sf:5-7
- 19- Konarski P., Iwanejko I., et al., Core–shell morphology of welding fume micro- and nanoparticles, Vacuum Volume 70, Issues 2–3, 2003, pp. 385–389
- 20- American Welding Society, Welding Safety, Fumes and Gases Safety and Health Fact Sheet No. 1, 2005
- 21- Wang X, Yang Y, et. al., The effect of occupational exposure to metals on the nervous system function in welders. *J Occup Health*, 2006,48 (2):100-106
- 22- Christensen SW, Bonde JP, et.al. A prospective study of decline in lung function in relation to welding emissions. *JOccup Med Toxicol*, 2008,3:6

- 23- Fishwick D, Bradshaw L, et.al. Respiratory symptoms, across-shift lung function changes and lifetime exposures of welders in New Zealand Scand J Work Environ Health 1997;23:351-358
- 24- The Manchester Metropolitan Universty, Welding And Cutting Of Metal Using The Electric Arc, pp:4
- 25- Yılmaz G., Kaynak İşlerinde Sağlık ve Güvenlik, TMMOB Makine Mühendisleri Odası. İş Güvenliği, Yayın No: MMO/2003/294/2, Özkan Matbaacılık, Ankara, 2003 sf:143-157
- 26- Hu H., Exposure To Metal, Occupational And Environmental Medicine, Volume Number 4 December 2000 pp:983
- 27- Orhun H., İş Hekimliği Ders Notları TTB Yayınları 1. Baskı, 1989, Ankara
- 28- Güner U., Toksikoloji Ders Notları, Trakya Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, 2008, Sf:38-40
- 29- Vural N., Toksikoloji, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları No:73 Ankara 2005 sf.22-32
- 30- Sonçağ A., Yurdakök K., İntrauterin Toksik Ağır Metal Etkilenimi. Çocuk Sağlığı Ve Hastalıkları Dergisi 2010;53 sf. 145-158
- 31- Health Council of the Netherlands. Aluminium and aluminium compounds. Health-based recommended occupational exposure limit. The Hague: Health Council of the Netherlands, 2010; publication no. 2010/05OSH
- 32- Sjögren B., Iregren A., Aluminum, Ed: Nordberg G.F., Fowler B.A, et al., Handbook on The Toxicology of Metals 3rd. Edition, U.S.A., 2007, pp.339-352
- 33- Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), Periyodik Tablo. 10.12.2014, Erişim: <http://www.biltek.tubitak.gov.tr/bilgipaket/periyodik/>

- 34- O'Neil MJ, Smith A, Heckelman PE, et al.. Aluminum and aluminum compounds. The Merck index. An encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals. Whitehouse Station, NJ: Merck & Co.,Inc., 2001, pp: 59-65
- 35- Rossbach B., Buchta M., et.al., Biological monitoring of welders exposed to aluminium, *Toxicology Letters* 162, 2006, 239–245
- 36- Habs H., Simon B., *et al.* “Aluminum” (Environmental Health Criteria; 194). Report No. 194. World Health Organization, Geneva, 1997
- 37- Yokel, R.A., McNamara, P.J., 2001. Aluminium toxicokinetics: an updated minireview. *Pharmacol. Toxicol.* 88, 159–167
- 38- Keith S., Jones D., et al., Toxicological Profile for Aluminum, U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry Atlanta, Georgia, 2008, pp:5
- 39- Elinder C.G., Ahrengart L., Evidence of aluminium accumulation in aluminium welders, *British Journal of Industrial Medicine* 1991;48:735-738
- 40- IARC. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk to Human Geneva: World Health Organization, International Agency for Research on Cancer, 10.12.2014, Erişim: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>
- 41- OSHA Occupational Safety&Health Administration Aluminum (as Al), Metal (Total Dust), 10.12.2014, Erişim: https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_217980.html
- 42- Dorsey A., Ingerman L., et al., Toxicological Profile for Copper, U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, Georgia, 2004 pp:105-110
- 43- Georgopoulos P. G., Roy A., Copper, Environmental Dynamics And Human Exposure Issues, The International Copper Association, 2001, pp:27

- 44- Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Division of Toxicology and Human Health Sciences, Copper (2004), 10.12.2014 Erişim: <http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp132-c1-b.pdf>
- 45- Health Canada Environmental and Workplace Health, Copper (1992), 10.12.2014, Erişim: http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/water-eau/copper-cuivre/copper-cuivre-eng.pdf
- 46- Gral V., Wilson Hastalığı. Gncel gastroenteroloji dergisi. 14 (2): 66-74, 2010
- 47- Dameron C.,Howe D., “Copper” (Environmental Health Criteria; 200). Report No. 200.World Health Organization, Genevra, 1998
- 48- zer K., Meslek Hastalıkları ve İşle İlgili Hastalıklar Tanı Rehberi, Trkiye’de İşyerlerinde İş Sağlığı ve Gvenliği Koşullarının İyileştirme Projesi, SGB,
- 49- Dag G. Ellingsen D.G., Horn N., et al.Copper, Ed: Nordberg G.F., Fowler B.A, et al., Handbook on The Toxicology of Metals 3rd. Edition, U.S.A., 2007 pp :529-546
- 50- OSHA Occupational Safety&Health Administration, Copper Dusts and mists (as Cu) 10.12.2014, Erişim: <https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH229300.html>
- 51- OSHA Occupational Safety&Health Administration, Copper Fume (as Cu) 10.12.2014, Erişim:https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_229400.html
- 52- Moffett D., Smith C., et al., Toxicological profile for barium and barium compounds, U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, Georgia, 2004 pp:89-110
- 53- Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Barium and Barium Compounds, General Information sf:1-20 10.12.2014 Erişim: <http://www.atsdr.cdc.gov/MHMI/mmg24.pdf>

- 54- Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Division of Toxicology and Human Health Sciences, Barium 2007 sf:1-6 10.12.2014 Erişim: <http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp24-c1-b.pdf>
- 55- Oskarsson A., Reeves A.L., Barium, Ed: Nordberg G.F., Fowler B.A, Et Al., Handbook On The Toxicology Of Metals 3rd. Edition, U.S.A., 2007, Pp:407-414
- 56- U.S.National library of medicine TOXNET Toxicology Data Network, Barium compounds 10.12.2014 Erişim: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search/a?dbs+hsdb:@term+@DOCNO+6934>
- 57- OSHA Occupational Safety&Health Administration, Baryum, soluble compounds 10.12.2014 Erişim: https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_219900.html
- 58- National Toxicology Program(NTP), National Institute of Environmental Health Sciences, Report on Carcinogens, Thirteenth Edition 2014
- 59- Bencko V., Choudhry A.W., et al. "Beryllium" (Environmental Health Criteria; 106). Report No. 106. World Health Organization, Geneva, 1990
- 60- Ingerman L., Amata R., et al., Toxicological profile for beryllium, U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, Georgia, 2002 pp:137-142
- 61- Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Division of Toxicology ToxFAQs™ Beryllium 2002 sf:1-2 10.12.2014 Erişim: <http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts4.pdf>
- 62- Erkan C., İş Sağlığı Ve Meslek Hastalıkları, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınları 1984, Sf:162
- 63- Jakubowski M., Palczynski C., Beryllium Ed: Nordberg G.F., Fowler B.A, et al., Handbook On The Toxicology Of Metals 3rd. Edition, U.S.A., 2007, pp 415-431

- 64- OSHA Occupational Safety&Health Administration, Beryllium and beryllium compounds, 10.12.2014 Erişim: https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_220600.html
- 65- Hettich S., Wibbertmann, A., Wagner, D., et al. "Zinc" (Environmental Health Criteria; 221). Report No. 221. World Health Organization, Geneva, 2001
- 66- Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Division of Toxicolog, Zinc, 2005, 10.12.2014. Erişim:<http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp60-c1-b.pdf>
- 67- Roney N., Smith C.V., et al. Toxicological Profile for Zinc U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, Georgia, 2005, pp.10-137
- 68- Harold H. Sandstead H.H., Au W. , Zinc, Ed: Nordberg G.F.,Fowler B.A, Et Al., Handbook On The Toxicology Of Metals 3rd. Edition,U.S.A., 2007,,Pp:925-946
- 69- Nriagu, J. Zinc Toxicity in Humans. Elsevier Publication,(2007), pp: 1-7
- 70- OSHA Occupational Safety&Health Administration, Zinc Oxide Fume, 10.12.2014 Erişim: https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_277000.html
- 71- MEB Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Kimya Teknolojisi Metaller II Ankara 2008 sf:78-90
- 72- Health Canada Environmental and Workplace Health, Iron, 10.12.2014, Erişim:http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/water-eau/iron-fer/iron-fer-eng.pdf
- 73- Ponka P.,Tenenbein M., et al., Iron, Ed: Nordberg G.F., Fowler B.A, et al., Handbook On The Toxicology Of Metals 3rd. Edition,U.S.A., 2007 pp:577-598
- 74- Tan O., Kaynaklı İmalatta Çalışma Ortamını ve Çalışanın Sağlığını Etkileyen Tehlikeler ve Önlemleri. Oktay Tan (Msc) YTÜ. MYO. Syf:10-16

- 75- Doherty M.J., Healy M., et. al., Total body iron overload in welder's siderosis, *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 2004;61:82–85
- 76- OSHA Occupational Safety&Health Administration, Iron Oxide Fume, 10.12.2014 Erişim: https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_247400.html
- 77- Health Canada Environmental and Workplace Health, Cadmium, 10.12.2014, Erişim:<http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/cadmium/index-eng.php>
- 78- Dunnick J.K., Cadmium Oxide, National Toxicology Program Toxicity Report Series Number 39, NIH Publication 95-3388 March 1995, pp:13-16
- 79- Friberg L., Elinder C.G., et al. "Cadmium" (Environmental Health Criteria; 134). Report No. 134. World Health Organization, Geneva, 1992
- 80- U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, Occupational Health Guideline for cadmium dust(as cadmium) ,1978
- 81- Faroon O., Ashizawa A., et al. Toxicological Profile for Cadmium U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, Georgia, 2012 pp:257-266
- 82- Agency for Toxic Substances and Disease Registry Division of Toxicology and Human Health Sciences Cadmium, 2005, 10.12.2014, Erişim: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp5-c1-b.pdf>
- 83- Nordberg G.F., Nogawa K., et. al., Cadmium, Ed: Nordberg G.F.,Fowler B.A, Et Al., *Handbook On The Toxicology Of Metals* 3rd. Edition,U.S.A., 2007 pp: 445-481
- 84- OSHA Occupational Safety&Health Administration, Cadmium 10.12.2014 Erişim: https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_223897.html
- 85- Bilir N., Yıldız A.N., İş Sağlığı ve Güvenliği ,Hacettepe Yayınları 2013, s.2.

- 86- CDC, NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards, Chromium metal, 10.12.2014, Erişim: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0141.html/>
- 87- Occupational health Guideline for Chromium Metal and Insoluble Chromium Salts, 10.12.2014 Erişim: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/81-123/pdfs/0141.pdf>
- 88- Rodriguez M., NIOSH Health Hazard Evaluation Reports, HETA #2003-0328-2935, Pasadena, Texas, 2004 Sf:6-7
- 89- Wilbur S., Abadin H., et al., Toxicological Profile for Chromium, U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, Georgia, 2012 pp::358-361
- 90- HSDB. Chromium Compounds. Hazardous Substances Data Bank. National Library of Medicine 10.12.2014, Erişim: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search2>
- 91- Agency for Toxic Substances and Disease Registry Division of Toxicology and Human Health Sciences:Chromium 2012, 10.12.2014 Erişim: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp7-c1-b.pdf>
- 92- Langård S., Costa M., Chromium, Ed: Nordberg G.F.,Fowler B.A, Et Al., Handbook On The Toxicology Of Metals 3rd. Edition,U.S.A., 2007 pp:487-510
- 93- OSHA Occupational Safety&Health Administration, Chromium, Metal and Insoluble Salts 10.12.2014, Erişim: https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_228700.html
- 94- Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Lead, ToxFAQs, 10.12.2014, Erişim: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tfacts13.pdf>
- 95- Albert L.A., Elias R., et al. "Lead" (Environmental Health Criteria; 85). Report No. 85.World Health Organization, Geneva, 1989.

- 96- Abidin H., Ashizawa A., et al., Toxicological Profile for Lead, U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, Georgia, 2007 pp:294-299
- 97- OSHA, Occupational Safety&Health Administration, Safety and Health Topics, Lead, 10.12.2014 Erişim: <https://www.osha.gov/SLTC/lead/>
- 98- Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Division of Toxicology and Human Health Sciences Lead 2007, 10.12.2014 Erişim: <http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp13-c1-b.pdf>
- 99- Halka M., Nordstrom B., Magnesium Alkali &Alkaline Earth Metals, Infobase Publishing, 2010, pp:68-78
- 100- NIH, National Institutes of Health, Magnesium, 10.12.2014 Erişim: <http://ods.od.nih.gov/factsheets/Magnesium-HealthProfessional/>
- 101- Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Magnezyum Kullanım Alanları, 10.12.2014 Erişim:<http://www.biltek.tubitak.gov.tr/bilgipaket/periodik/kullanim1.html#Mg>
- 102- Turhan M., Gaz Metal Ark Kaynağında Çalışma Ortamına Metal Oksit Dumanları (Mod) Ve Gaz Yayılması, Mühendis ve Makine Cilt:37, Sayı: 432 sf:39-43
- 103- OSHA Occupational Safety&Health Administration Magnesium Oxide Fume 10.12.2014 Erişim: https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_249900.ht ml
- 104- Mildred W. J, Manganese And Its Compounds, Concise International Chemical Assessment Document 12 WHO 1999 Ceneva
- 105- Williams M., Todd G.D., et al., Toxicological Profile for Manganese, U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry 2012, Atlanta, Georgia pp:379-382
- 106- Cikt M., van Esch G.J., et al. "Manganese" (Environmental Health Criteria; 17). Report No. 17. World Health Organization, Geneva, 1981

- 107- Šaric M., Lucchini R., Manganese, Ed: Nordberg G.F., Fowler B.A, et al., Handbook On The Toxicology Of Metals 3rd. Edition, U.S.A., 2007, pp:645-674
- 108- OSHA Occupational Safety & Health Administration Manganese Fume, Manganese Compounds 10.12.2014, Erişim: https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_250200.html, https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_250190.html
- 109- Turnlund J.R., Friberg L.T., Molybdenum, Ed: Nordberg G.F., Fowler B.A, et al., Handbook On The Toxicology Of Metals 3rd. Edition, U.S.A., 2007 pp: 730-739
- 110- Opresko D. M, (1993) Formal Toxicity Summary for Molybdenum Risk Assessment Information System, Toxicity Profiles, 10.12.2014, Erişim: http://rais.ornl.gov/tox/profiles/molybdenum_f_V1.html
- 111- TOXNET Toxicology Data Network, Molybdenum, Compounds, 10.12.2014, Erişim: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search/a?dbs+hsdb:@term+@DOCNO+7540>
- 112- Schaller K.H., The MAK Collection for Occupational Health and Safety, Molybdenum and its compounds, except Molybdenum trioxide 2010, , Published Online: 31 JAN 2012 sf:110-113
- 113- CDC, NIOSH Publications and Products, Molybdenum (soluble compounds, as Mo), 10.12.2014, Erişim: <http://www.cdc.gov/niosh/idlh/moly-mo.html>
- 114- U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, Occupational Health Guideline for Molybdenum and Insoluble Molybdenum, 1978
- 115- OSHA Occupational Safety & Health Administration Molybdenum (as Mo), Insoluble Compounds (Total Dust), 10.12.2014, Erişim: https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_255100.html

- 116- HSDB, Hazardous Substances Data Bank. National Library of Medicine, Nickel, Elemental 10.12.2014, Erişim:<http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search2/f?./temp/~2YLIXg:1>
- 117- U.S. Environmental Protection Agency. Health Assessment Document for Nickel. EPA/600/8-83/012F. National Center for Environmental Assessment, Office of Research and Development, Washington, DC. 1986
- 118- Fay M., Wilbur S., et al., Toxicological Profile for Nickel, U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry 2005, Atlanta, Georgia pp:202-203
- 119- Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Division of Toxicology ToxFAQs™, Nickel, 2005, 10.12.2014, Erişim:<http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts15.pdf>
- 120- TOXNET Toxicology Data Network, Nickel Compounds, 10.12.2014, Erişim:<http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search/a?dbs+hsdb:@term+@DOCNO+6933>
- 121- Hertel R.F., Maass T., et al. "Nickel" (Environmental Health Criteria; 108). Report No. 108. World Health Organization, Geneva, 1991
- 122- Klein C., Costa M., Nickel, Ed: Nordberg G.F., Fowler B.A, et al., Handbook on The Toxicology of Metals 3rd. Edition, U.S.A., 2007., pp.743-758
- 123- OSHA Occupational Safety & Health Administration Nickel, Metal and Insoluble Compounds (as Ni), 10.12.2014, Erişim: [https://www.osha.gov/dts/chemical sampling/data/CH_256200.html](https://www.osha.gov/dts/chemical%20sampling/data/CH_256200.html)
- 124- Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği (2013). T.C. Resmi Gazete, Sayı:26361, 29 Kasım 2006.
- 125- Kişisel Koruyucu Donanımlarla İlgili Uyumlaştırılmış Ulusal Standartlara Dair Tebliğ (2013) T.C. Resmi Gazete, Sayı:28364, 25 Temmuz 2012

- 126- Bowler M.R, Roels A.H., et. al., Dose–effect relationships between manganese exposure and neurological, neuropsychological and pulmonary function in confined space bridge welders, *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 2007;64:167–177
- 127- Weissa T., Pescha B., et. al., Levels and predictors of airborne and internal exposure to chromium and nickel among welders—Results of the WELDOX study, *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 216 (2013) 175– 183
- 128- Flynn M.R., Susi P., Manganese, Iron, and Total Particulate Exposures to Welders, *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 7: 115–126
- 129- Juan C.L., Tamrin S.B.M., et.al., Relationship between Nickel Exposure and the Level of Carcinoembryonic Antigen among Welders in an Automotive Plant, *American Journal of Applied Sciences* 6 (12): 2078-2084, 2009
- 130- Bradshaw L.M., Fishwick D., Chronic bronchitis, work related respiratory symptoms, and pulmonary function in welders in New Zealand, *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 1998;55:150–154)(Racette B.A., Criswell S.R., et.al., Increased risk of parkinsonism associated with welding exposure, *NeuroToxicology* 33 (2012) 1356–1361
- 131- Laohaudomchok W., Lin X., et. al., Neuropsychological effects of low-level manganese exposure in welders, *NeuroToxicology* 32 (2011) 171–179
- 132- El-Zein M., Malo J.L., et.al., Prevalence and association of welding related systemic and respiratory symptoms in welders, *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 2003;60:655–661
- 133- Erdelya A., Salmen-Muniza R., et.al., Relationship between pulmonary and systemic markers of exposure to multiple types of welding particulate matter, *Toxicology* 287 (2011) 153– 159
- 134- Luo J.J., Hsu K. et.al., Pulmonary Function Abnormalities and Airway Irritation Symptoms of Metal Fumes Exposure on Automobile Spot Welders, *American Journal of Industrial Medicine* 49 (2006) 407–416

- 135- Li G.J.,Zhang L., Occupational Exposure to Welding Fume among Welders: Alterations of Manganese, Iron, Zinc, Copper, and Lead in Body Fluids and the Oxidative Stress Status, *J Occup Environ Med.* 2004 March; 46(3): 241–248
- 136- Wang D., Dua X., et. al., Alteration of saliva and serum concentrations of manganese, copper, zinc, cadmium and lead among career welders, *Toxicology Letters* 176 (2008) 40–47
- 137- Lu L., Zhang L., et. al., Alteration of Serum Concentrations of Manganese, Iron, Ferritin, and Transferrin Receptor Following Exposure to Welding Fumes Among Career Welders, *Neuro Toxicology* 26 (2005) 257–265
- 138- Sjögren B., Iregren A., Effects on the nervous system among welders exposed to aluminium and manganese, *Occupational and Environmental Medicine* 1996;53:32-40
- 139- Ellingsena D.G., Chashchinb M., et. al., Biomarkers of iron status and trace elements in welders, *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* 28 (2014) 271–277
- 140- Larmarcovai G., Sari-Minodie I., et. al., Risk assessment of welders using analysis of eight metals by ICP-MS in blood and urine and DNA damage evaluation by the comet and micronucleus assays; influence of XRCC1 and XRCC3 polymorphisms, *Mutagenesis* 2005;20(6): 425–432
- 141- Sjögren B., Lundberg I., et. al., Aluminium in the blood and urine of industrially exposed workers, *British Journal of Industrial Medicine* 1983;40:301-304
- 142- Stridsklev IC1, Schaller KH, et al., Monitoring of chromium and nickel in biological fluids of stainless steel welders using the flux-cored-wire (FCW) welding method, *International Archives of Occupational and Environmental Health* November 2004, Volume 77, Issue 8, pp 587-591
- 143- Danadevi K., Rozati R., et. al. Genotoxic evaluation of welders occupationally exposed to chromium and nickel using the Comet and micronucleus assays, *Mutagenesis* vol. 19 no. 1 pp. 35-41, 2004

144- Edmeâ J.L., Shirali P. Et al., Assessment of biological chromium among stainless steel and mild steel welders in relation to welding processes, Int Arch Occup Environ Health (1997) 70: 237-242

8. EKLER

Ek 1: Anket Formu

Maden İşkolunda Çalışan kaynak İşçilerinde Kan Ağır Metal Düzeylerinin Değerlendirilmesi

Verdiğiniz bilgiler bilimsel amaçlar dışında kullanılmayacaktır. Soruları okuyarak en uygun yanıtı yuvarlak içine alarak işaretleyin, seçeneksiz sorularda yanında boşluk olan yerlere açık olarak yazınız.

1-Doğum tarihiniz (yıl olarak) :

2-Cinsiyetiniz: 1) Erkek 2) Kadın

3-Medeni durumunuz: 1)Evli 2)Bekar 3)Dul (eşi ölmüş) 4) Boşanmış

4-Eğitim durumunuz: 1)İlkokul 2)Ortaokul 3)Lise 4)Üniversite ve üzeri

5-Kilonuz:.....(kg) **Boyunuz:**.....(cm)

6-Doktor tarafından tanı konulmuş bir hastalığınız var mı?

0)Hayır 1)Evet ise hastalığınız nedir aşağıdaki hastalık bölümüne ile işaretleyin

2)Sağlık yakınmanız varsa aşağıdaki yakınma bölümüne ile işaretleyiniz.

7-Sürekli kullandığınız bir ilaç var mı? 0)Hayır 1)Evet ise nedir?.....

1. Çalışma yaşamı boyunca ve buradaki işi süresince doktor tarafından tanısı konmuş hastalıklarınız nelerdir?				2.Sağlıkla ilgili yakınmaları olup olmadığı:			
Hastalık	var	Hastalık	var	Yakınma	var	Yakınma	var
Anemi (Kansızlık)		Ülser		Baş dönmesi		Göğüste sıkışma	
Kalp hastalığı		Cilt hastalığı		Baş ağrısı		Nefes darlığı	
Kronik Bronşit		Gastrit		Bulantı-kusma		Öksürük	
Astım		Kanser		İshal		Balgam	
KOAH (nefes darlığı)		Böbrek hastalığı		Karın ağrısı-kramp		Hırıltılı soluma(whezing)	
Pnömoni(zatüre)		Karaciğer hastalığı		Kas ağrısı		Çarpıntı	
Diğer:		Diğer:		Ses kısıklığı		İstahsızlık	
				Ateş		Kilo Kaybı	
				Titreme		Metalik tat	
				Diğer:		Halsizlik	
				Diğer:			

8- Sigara kullanıyor mu sunuz ? 0)Hayır 1)Evet Günde.....adet.....yıldır içiyorum 2)Bıraktım:....aydır yadayıldır içmiyorum Günde.....adet.....yıl kullandım

9-Daha önce çalıştığınız işler

Çalıştığı yer	Yapılan İş	Çalışılan süre
1.....		
2.....		
3.....		
4.....		

10-Bu işyerinde çalışma süreniz:.....ay yada.....yıl

11-Bu işyerinde yaptığınız iş: 0)Kaynakçı 1)Diğer ise nedir?.....

12-Yaptığınız işi (kaynakçılık, diğer iş) ne kadar süredir yapıyorsunuz:ay veya...yıldır

13- Yaptığınız işi (kaynakçılık, diğer iş) günde kaç saat yapıyorsunuz:saat/gün

14-Haftanın kaç günü çalışıyorsunuz?.....gün

15-Kullandığınız kaynak tekniği nedir?(15. soru ve sonraki soruları sadece kaynak işi yapanlar cevaplayacaktır.)

Gaz(oksi-asetilen)kaynağı		Elektrik ark kaynağı	
Metal aktif gaz kaynağı(MAG)		Punta kaynağı	
Metal inert gaz kaynağı(MIG)		Lazer kaynağı	
Tungsten inert gaz kaynağı(TIG)		Tozaltı kaynağı	

16-Kaynak işini kapalı ortamda mı yapıyorsunuz? 0)Hayır 1)Evet

17-Kaynak işlemini yaptığınız alanda havalandırma var mı?

0)Hayır 1)Evet

18- Kaynak yaparken koruyucu maske kullanıyor musunuz?

0-Hiç 1-nadiren 2-bazen 3-her zaman

19- Kaynak yaparken koruyucu gözlük kullanıyor musunuz?

0-Hiç 1-nadiren 2-bazen 3-her zaman

20-Kaynak işleminin sağlık üzerine etkileriyle ilgili bir eğitim aldınız mı?

0)Hayır 1)Evet

Teşekkür Ederiz.

Ek 2: Etik Kurul Onayı



**T.C.
BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı**

TOPLANTI TARİHİ : 11/02/2014
TOPLANTI NO : 2014/03

KARARLAR :

35-B.E.Ü. Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı öğretim üyesi Doç. Dr. Ferruh Niyazi AYOĞLU'nun sorumluluğunda yürütülecek olan 2014-41-11/02 Protokol no'lu "Maden İşkolunda Çalışan Kaynak İşçilerinde Kan Ağır Metal Düzeylerinin Değerlendirilmesi" konulu çalışmanın Etik Kurul İlkelerine uygun olduğuna,

Oy birliği ile karar verildi.

A S L I G İ B İ D İ R

Doç. Dr. Günür ÖZBAKIŞ DENGİZ
B.E.Ü. Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanı