T.C.
YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

KAYNAK İŞÇİLERİNDE TOKSİK METAL MARUZİYET DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

DENİZ KARACA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman: Doç. Dr. Vugar Ali TÜRKSOY

OCAK – 2025

YOZGAT

T.C.
YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

KAYNAK İŞÇİLERİNDE TOKSİK METAL MARUZİYET DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

DENİZ KARACA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman: Doç. Dr. Vugar Ali TÜRKSOY

OCAK – 2025

YOZGAT

	YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ **LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ** **LİSANSÜSTÜ TEZ ONAY FORMU**

T.C.

YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Enstitümüzün İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı 91123721023 numaralı öğrencisi Deniz KARACA'nın hazırladığı "**Kaynak İşçilerinde Toksik Metal Maruziyet Düzeylerinin Değerlendirilmesi** " başlıklı tezi ile ilgili tez savunma sınavı, Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri gereğince 22/01/2025 tarihi Çarşamba günü saat 11:00 'da yapılmış, tezin onayına oy birliği/oy çokluğu ile karar verilmiştir.

Başkan : ……

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Vugar Ali TÜRKSOY

(Danışman)

Jüri Üyesi :……

ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun ……../……../….. tarih ve …… sayılı Enstitü Yönetim Kurulu Kararı ile onaylanmıştır.

…...../……../.....

Prof. Dr. Ümit BUDAK

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan eder, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

İmza

Deniz KARACA

22/01/2025

ÖN SÖZ

Bu tez, sanayi sitelerinde çalışan kaynak işçilerinin toksik metal maruziyet düzeylerini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirildi. Araştırmamız kapsamında, Yozgat ili Yerköy ilçesinde yer alan Organize sanayi sitesinde, farklı işyerlerinde çalışan toplam 51 kaynak işçisinden saç ve idrar numune örnekleri toplanacaktır. Toplanacak olan saç ve idrar örneklerinden yola çıkarak numuneler toksik metal analizleri için laboratuvar ortamında incelenecektir. Bu doğrultuda maruziyeti ortaya koymak, oluşabilecek hastalıkları irdelemek ve alınması gerekli önlemleri belirlemek bu çalışmanın amacına hizmet etmektedir. Çalışma sonunda elde edilen veriler ışığında işverenler ve çalışanlar, alınması gerekli olan önlem ve kişisel koruyucu donanımlar konusunda bilgilendirilecektir.

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde başta danışman hocam Doç. Dr. Vugar Ali TÜRKSOY'a, tezim için veri toplamamda bana yardım eden değerli arkadaşlarım Betül BEYTAŞ ve Müsemmanur GÜRGEN' e teşekkürlerimi borç bilirim.

Özellikle her zaman yanımda olan, bana inanan ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli aile üyelerim; babam, annem, abim ve ablalarıma, sonsuz şükranlarımı sunuyorum. Onların sabri, konsepti ve teşviki içeriği olmasaydı bu çalışma tamamlanamazdı.

Son olarak bu tezin, iş sağlığı ve güvenliği alanında önemli katkılar sağlama ve toksik metal maruziyet seviyesinin azaltılmasına yönelik tasarrufların iyileştirilmesine yardımcı olacağına inanıyorum. Kaynak işçilerinin maruz kaldığı toksik metallerin sağlık üzerindeki mevcut olup olmadığını daha iyi anlamamıza ve bu alanda alınacak önlemlerin belirlenmesine katkı sağlamasını diliyorum.

Deniz KARACA

22/01/2025

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KAYNAK İŞÇİLERİNDE TOKSİK METAL MARUZİYET DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

DENİZ KARACA

YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. VUGAR ALİ TÜRKSOY

Metallerin belli sıcaklık değerlerinde eritilerek birbirine kaynamasını sağlayan kaynak işlemi kullanıldığı metallerin yapısına göre işlem sırasında zararlı toksik duman çıkartırlar. Oluşan bu duman insan sağlığına ciddi şekilde akut veya kronik zararlar verir ve geri dönüşü olmayan etkiler meydana getirebilir. Kaynak işleri ve etkileri adına araştırma yaparak toplanan verilere baktığımızda toksik etkiye neden olan kaynak işleriyle ilgili pek fazla çalışma yapılmamış veya çalışılan toksik metal sayısı sınırlı kalmıştır ve solunum sistemi özellikle hedef organ durumundadır.

Yozgat İli Yerköy ilçesinde Organize sanayi sitesinde farklı işyerlerine gidildi ve her birinde kaynak işleri ile uğraşan kaynakçılara önce anket uygulanıp daha sonra her birinden idrar ve saç örneği toplandı. Çalışanların idrar ve saçında ağır metal ölçümü gerçekleştirmek üzere analizler, İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresinde (ICP-MS) yapıldı ve tüm veriler SPSS paket programı yardımı ile değerlendirildi. Sonuçlara bakıldığında, Mangan idrarda 51 kişiden 48'inde limit değerin üzerinde çıkmıştır ve saç numunelerinde toplamda 40 kişide yine üst seviyelerde görülmüştür. Kurşun seviyeleri idrarda 19 kişide yüksek çıkarken, saçta 6 kişide yüksek çıkmıştır. Kadmiyum idrarda 12 kişide limit değerlerin üzerinde ve saçta 2 kişide yüksek, Krom seviyeleri idrarda 2 kişide, saçta ise 1 kişide limit değerin üzerindedir. Alüminyum ise 1 çalışanın idrarında yüksek miktarda görülmektedir. Çinko idrarda 9 kişide yüksek çıkmıştır. Kobalt idrarda 4 kişide, Arsenik, çalışanlardan 7 kişinin saçında sınır üstündedir. Nikel, çalışanlarda 3 kişinin idrarında görülmüştür. Kaynak işleri için iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin alınması, düzenli risk analizlerinin yapılması, çalışanların eğitimi, bilgilendirilmesi ve kişisel koruyucu donanımların kullanılması ve gözetimi çok önemlidir.

2025, xv + 83 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Kaynak, Toksik metal, Analiz, İş sağlığı ve güvenliği, Kümülatif risk, Sağlık.

ABSTRACT

MASTER THESIS

ASSESSMENT OF TOXIC METAL EXPOSURE LEVELS IN WELDING WORKERS

DENİZ KARACA

YOZGAT BOZOK UNIVERSITY

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

HEAD OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY DEPARTMENT

SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR VUGAR ALİ TÜRKSOY

The welding process, which allows metals to melt and boil together at certain temperature values, emits harmful toxic fumes during the process depending on the structure of the metals used. This fume causes serious acute or chronic damage to human health and may cause irreversible effects. When we look at the data collected by conducting research on welding works and their effects, not many studies have been conducted on welding works that cause toxic effects or the number of toxic metals studied has been limited and the respiratory system is especially the target organ.

Different workplaces in an industrial site in Yozgat province were visited and a questionnaire was first applied to welders engaged in welding work in each of them and then urine and hair samples were collected from each of them. In order to measure heavy metals in the urine and hair of the workers, the analyses were performed in Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) and all data were evaluated with the help of SPSS package program. The results showed that Manganese was above the limit value in 48 out of 51 people in urine and in 40 people in hair samples. Lead levels were elevated in urine in 19 people and in hair in 6 people. Cadmium levels were above the limit in 12 people in urine and 2 people in hair, Chromium levels were above the limit in 2 people in urine and 1 person in hair. Aluminum was found in high amounts in the urine of 1 employee. Zinc was elevated in urine in 9 people. Cobalt was above the limit in the urine of 4 people, Arsenic was above the limit in the hair of 7 employees. Nickel was found in the urine of 3 employees.It is very important to take occupational health and safety measures for welding works, to conduct regular risk analyses, to train and inform employees, and to use and monitor personal protective equipment.

2025, xv + 83 Sayfa

Keywords: Welding, Toxic metal, Analysis, Occupational health and safety, Cumulative risk, Health.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

LİSANSÜSTÜ TEZ ONAY FORMU ii

TEZ BEYANI iii

ÖN SÖZ iv

ÖZET v

ABSTRACT vi

İÇİNDEKİLER vii

TABLOLAR LİSTESİ x

ŞEKİLLER LİSTESİ xi

RESİMLER LİSTESİ xii

GRAFİKLER LİSTESİ xiii

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ xiv

1. GİRİŞ 1

1.1. Sınırlılıklar 2

2. GENEL BİLGİLER 3

2.1. Kaynak İşlerinin Tanımı ve Önemi 3

2.2. Kaynak İşi Türleri 4

2.2.1. Elektrik Ark Kaynağı 4

2.2.2. Nokta (Punta) Kaynağı 5

2.2.3. Gaz Altı Kaynağı 5

2.2.3.1. Eriyen Elektrotla Gaz Altı Kaynağı (MİG)-(MAG) 5

2.2.3.2. Erimeyen Elektrotla Yapılan Gaz Altı Kaynağı (TİG) 6

2.2.4. Toz Altı Kaynağı 6

2.2.5. Elektron Işın Kaynağı 7

2.2.6. Lazer Kaynağı 8

2.2.7. Oksijen-Gaz Kaynakları 8
2.3. Kaynak İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği 9
2.3.1. Kaynak İşleri ile İlgili İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Faktörleri 9
2.3.1.1. Fiziksel Riskler 9
2.3.1.1.1. Isı ve Yanık 9
2.3.1.1.2. Tozlar 10
2.3.1.1.3. Gürültü 10
2.3.1.1.4. Titreşim 10
2.3.1.1.5. Işık ve Radyasyon 11
2.3.1.2. Elektrik ile İlgili Riskler 11
2.3.1.3. Ergonomik Riskler 12
2.3.1.4. Biyolojik Riskler 13
2.3.1.5. Psikososyal Riskler 13
2.3.1.6. Kimyasal Riskler 13
2.3.1.6.1. Kaynak Dumanı Bileşimi 13
2.3.1.6.2. Gazlar 14
2.3.1.6.3. Kaynak İşlerinde Görülen Ağır Metallerin Toksisitesi ve Sağlık Etkileri 15
2.3.1.7. Diğer Etkenler 27
2.3.1.7.1. Kapalı Ortamda Çalışma 27
2.3.1.7.2. Kaynak Yaparken Kullanılan Gazlardan Kaynaklı Tehlikeler 27
2.3.1.7.3. Mekanik Etkenler 27
2.3.1.7.4. Yüksekte Yapılan Kaynak Çalışmaları 27
2.3.1.8. Kümülatif Risk Bakış Açısı 28
2.4. Türkiye de Gerçekleşen Kaynak Kazalarına Genel Bir Bakış 29
2.5. Kaynak İşlerinde Alınacak İş Güvenliği Önlemleri 29

2.5.1. Toz, Duman ve Gazlardan Korunmak İçin Alınması Gereken Önlemler 31
2.5.1.1. Genel Havalandırma 32
2.5.1.2. Lokal Havalandırma 33
2.6. Kaynak İşlerinde Kullanılan Temel Kişisel Koruyucu Donanım (KKD)' lar 33
2.6.1. Koruyucu Giysiler 34
2.6.2. El ve Kol Koruyucu Donanımlar 35
2.6.3. Ayak ve Bacak Koruyucu Donanımlar 36
2.6.4. Göz ve Yüz Koruyucu Donanımlar 37
2.6.5. Solunum Koruyucular 39
2.6.6. Diğer Sağlık ve Güvenlik Önlemleri 41
3. GEREÇ VE YÖNTEM 43
4. BULGULAR 46
4.1. Anket Veri İstatistik Sonuçları 46
4.2. KKD Kullanımı Dağılımları 54
4.3. Metal Sonuçları 55
5. TARTIŞMA 61
6. SONUÇ VE ÖNERILER 65
7. KAYNAKLAR 67
EKLER 78
Ek - 1 İzin Formu 78
Ek - 2 Anket 81

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo **Sayfa**

Tablo 2.1. Gazların özellikleri ve insan sağlığı üzerindeki etkileri 15
Tablo 2.2. ACGIH' nin Krom ve bileşikleri için belirlediği madde konsantrasyon sınırları 18
Tablo 2.3. ACGIH' nin Arsenik için belirlediği madde konsantrasyon sınırları..... 19
Tablo 2.4. ACGIH' nin Alüminyum için belirlediği madde konsantrasyon sınırları .. 20
Tablo 2.5. ACGIH' nin Bakır için belirlediği madde konsantrasyon sınırları..... 20
Tablo 2.6. ACGIH' nin Baryum için belirlediği madde konsantrasyon sınırları..... 21
Tablo 2.7. ACGIH' nin Berilyum için belirlediği madde konsantrasyon sınırları 22
Tablo 2.8. ACGIH' nin Çinko için belirlediği madde konsantrasyon sınırları..... 22
Tablo 2.9. ACGIH' nin Kadmiyum için belirlediği madde konsantrasyon sınırları ... 23
Tablo 2.10. ACGIH' nin Kalay için belirlediği madde konsantrasyon sınırları..... 24
Tablo 2.11. ACGIH' nin Kobalt için belirlediği madde konsantrasyon sınırları..... 24
Tablo 2.12. ACGIH' nin Kurşun için belirlediği madde konsantrasyon sınırları..... 25
Tablo 2.13. ACGIH' nin Mangan için belirlediği madde konsantrasyon sınırları 26
Tablo 2.14. ACGIH' nin Nikel için belirlediği madde konsantrasyon sınırları..... 26
Tablo 2.15. ACGIH' nin Alüminyum için belirlediği madde konsantrasyon sınırları 26
Tablo 4.1. Yaş ve beden kitle indeksi durumuna ait tanımlayıcı istatistikler..... 46
Tablo 4.2. Medeni durum ve eğitim durumuna ait tanımlayıcı istatistikler..... 46
Tablo 4.3. Aynı işyerinde çalışma süresi 48
Tablo 4.4. Amalgam dolgu bilgileri..... 50
Tablo 4.5. Kırmızı et, balık ve deniz ürünleri, meyve-sebze ve beyaz et tüketim bilgilerine ait tanımlayıcı istatistikler 51
Tablo 4.6. Süt ürünleri tüketimi, yumurta ve bakliyat tüketimi bilgilerine ait tanımlayıcı istatistikler..... 52
Tablo 4.7. Fastfood, abur cubur, konserve ve maden suyu tüketim bilgilerine ait tanımlayıcı istetistikler..... 53
Tablo 4.8. Günlük şeker ve tuz tüketim bilgilerine ait tanımlayıcı istatistik..... 54
Tablo 4.9. Kaynak işçileri metal sonuçları 55
Tablo 4.10. Metal düzeyleri korelasyonu 57
Tablo 4.11. Yaş ve BKİ düzeylerinin metal düzeyleri ile korelasyonları..... 60
Tablo 5.1. Kuzeydoğu Britanya Kolombiyası' ndaki 29 hamile kadının idrar ve saçlarındaki eser metal konsantrasyonları 63
Tablo 5.2. Pekin'de araç üretici kaynakçılarından ve kontrol deneklerinden alınan tam kanlarındaki metallerin konsantrasyonları..... 63

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 2.1. Elektrik ark kaynağı gösterimi. 4
Şekil 2.2. Nokta kaynağı. 5
Şekil 2.3. Tig kaynak yönteminin şematik gösterimi 6
Şekil 2.4. Toz altı kaynak yöntemi 6
Şekil 2.5. Toz altı kaynağı 7
Şekil 2.6. Elektron ışın kaynağı 7
Şekil 2.7. Lazer kaynağı yöntemi 8
Şekil 2.8. Oksi- Gaz kaynak sistemi 8
Şekil 2.9. Taşlama için kullanılan kesici disk 11
Şekil 2.10. Krom deliği 18
Şekil 2.11. Kroma bağlı alerjik dermatit 18
Şekil 2.12. Oksijen kaçağına yağlı elle temas sonucu yaşanan kaza örneği 27
Şekil 2.13. Yozgat ili hava kalitesi 28
Şekil 2.14. Tavsiye edilen genel havalandırma örnekleri 32
Şekil 2.15. Tavsiye edilmeyen genel havalandırma örneği. 33
Şekil 2.16. Lokal havalandırma 33
Şekil 2.17. Kaynakçı koruyucu donanımlarda yer alan piktogram 34
Şekil 2.18. Deri kaynakçı önlüğü ve 34
Şekil 2.19. Isı alev ve kaynak sıçramalarına karşı koruyucu elbise. 35
Şekil 2.20. Deri kaynakçı eldiveni 36
Şekil 2.21. Deri kaynakçı kolluğu 36
Şekil 2.22. Çelik burunlu kaynakçı ayakkabısı 37
Şekil 2.23. Deri kaynakçı tozluğu 37
Şekil.2.24. Kaynak işleri için kullanılan gözlük. 38
Şekil 2.25. Kaynak maskesi 38
Şekil.2.26. Kaynakçı vizörü 38
Şekil 2.27. Otomatik kaynak başlığı, vizör, baret, solunum koruması……..…..…39
Şekil 2.28. Partikül solunum maskesi 40
Şekil 2.29. Mevcut havayı filtreleyen maskeler 40
Şekil 2.30. Yarım yüz solunum maskesi 40
Şekil 2.31. Hava beslemeli solunum koruyucu 41

RESİMLER LİSTESİ

Resim **Sayfa**

Resim 2.1. Zorlayıcı pozisyonda çalışma 13
Resim 3.1. İdrar numuneleri.....44
Resim 3.2. Saç numuneleri.....44
Resim 3.3. Nitrik asitlenmiş saç numunesi 44
Resim 3.4. Vorteksleme işlemi 45

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik **Sayfa**

Grafik 4.1. Çalışılan kaynak birimi istatistikleri 47
Grafik 4.2. Günlük çalışma süresi istatistikleri 47
Grafik 4.3. Tehlike sınıfı bilgi düzeyi 48
Grafik 4.4. Sigara kullanım bilgileri.....49
Grafik 4.5. Alkol kullanım bilgileri.....49
Grafik 4.6. Gıda takviyesi kullanım bilgileri 50

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
°C	**:** Santigrat Derece
dB	**:** Desibel
dk	**:** Dakika
m^3	**:** Metreküp
mA	**:** Miliamper
mg	**:** Miligram
mg/m^2	**:** Volt
ppm	**:** Parts per million
V	**:** Volt

Kısaltmalar	Açıklamalar
ATSDR	**:**Agency For Toxic Substances and Disease Registry (Toksik Maddeler ve Hastalık Kayıt Defteri Ajansı)
AWS	**:** American Welding Society (Amerikan Kaynak Topluluğu)
CE	**:** Conformite Europeenne (Avrupa Normlarına Uygunluk)
ÇSGB	**:** Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
DHHS	**:** Department Of Health and Human Services (ABD Sağlık ve İnsan Hizmetleri Bakanlığı)
EPA	**:** (Environmental Protection Agency) Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı)

IARC **:** Internatıonal Agency For Research On Cancer (Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı)

ICP-MS **:** Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometer (İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi)

İSG **:** İş Sağlığı ve Güvenliği

İSGÜM **:** İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü

LPG **:** Liquefied Petroleum Gas (Sıvılaştırılmış Petrol Gazı)

MAG **:** Metal Aktif Gaz

MAK **:** Müsaade Edilen Azami Konsantrasyon

MİG **:** Metal İnert Gaz

NIOSH **:** National İnstitute For Occupational Safety and Health (Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü)

OSHA **:** Occupational Safety and Health Administration (Mesleki Güvenlik ve Sağlık İdaresi)

STEL **:** Short Term Exposure Level (Kısa Süreli Maruziyet Sınır)

TIG **:** Tungsten İnert Gaz Kaynağı

TLV-TWA **:** Treshold Limit Value (Ortalama Eşik Değer)-Time Weighted Avarage (Zaman Ağırlıklı Ortalama)

TS EN **:** Türk Standardları Enstitüsü

TÜİK **:** Türkiye İstatistik Kurumu

WHO **:** World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

1. GİRİŞ

Kaynak işçiliği, birçok endüstride önemli bir yere sahiptir ve metal yapıların birleştirilmesinde yaygın olarak kullanılan bir tekniktir (Dueck vd., 2021). Günümüzde kaynak işleri, endüstrinin de hızla yaygınlaşmasıyla beraber üretimde hayati bir rol oynamaktadır. Ancak bu iş kolu kaynak işçilerini önemli ölçüde metal dumanına maruz bırakmaktadır. Kaynak işlemi sırasında oluşan toz, toksik duman ve buharlar solunum sistemi aracılığıyla bu zararlı maddelerin vücutlarına alınmalarına neden olur (OSHA, 2024b). Bu metaller arasında arsenik, kurşun, cıva, kadmiyum ve nikel gibi elementler öne çıkmaktadır. Bunlar insan sağlığı üzerinde ciddi akut ve kronik etkiler yaratabilmektedir. Örneğin, kurşuna maruz kalmak Anomaliye yol açarken, kadmiyum akciğer ve böbrek fonksiyonlarını olumsuz etkileyebilmektedir (Dueck vd., 2021). Kaynak işleriyle uğraşan işçilerin bu tür toksik metallere sürekli temas halinde olması iş sağlığı ve güvenliği açısından önemli riskler doğurmaktadır (NIOSH, 2024).

Bu çalışmanın amacı, kaynak işleminin yapıldığı iş kollarından biri olan sanayi sitelerindeki kaynakçılarda görülen toksik metal maruziyet seviyelerini belirlemek, bu maruziyetin sağlık üzerindeki etkilerinin mevcut olduğunu görmek ve bu konuda iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin alınmasına katkı sağlamaktır.

Araştırma konusunu oluşturan Yozgat İli sanayi sektörü ile uğraşan işyerlerinde çalışan 51 kaynak işçisinden saç ve idrar örnekleri toplanacak ve araştırılacaktır. Toplanan numuneler soğuk zincir ortamında Yozgat Bozok Üniversitesi Multidisipliner Araştırma Laboratuvarına getirilip ön hazırlık işlemleri gerçekleştirilecektir. Daha sonra analizler Yozgat Bozok Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde ICP-MS (İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi) cihazında yapılacaktır. Sonrasında sonuçlar SPSS 20.0 paket programıyla değerlendirilecektir. Elde edilen veriler, toksik metallerin belirlenmesinde ve maruziyetin olası sağlık etkilerinin değerlendirilmesinde kullanılacaktır.

Literatür araştırması yapılarak elde edilen veriler sonucunda kaynak işlerinde toksik metal maruziyetiyle alakalı ülke çapında bilimsel anlamda çalışmalar kısıtlıdır. Var olan çalışmalara bakıldığında analizi yapılan toksik metallerin sayısı birkaç adet ile sınırlı kalmıştır. Bu yüzden bu çalışma bilimsel manada yararlanılabilecek kapsayıcı kaynak özelliği taşıyacak ve literatüre katkı sağlayacaktır.

Araştırma sonuçlarının, iş sağlığı ve güvenliği alanına önemli katkılar sağlaması beklenmektedir. Verilerin analizi, iş sağlığı ve güvenliği bakımından değerlendirileceği için işyerinde işçilerin korunması ve maruziyet seviyelerinin azaltılması için alınması gerekli önlemler, kullanılması gerekilen kişisel koruyucu donanımlar bakımından da işveren ve işçiler için ayrıca bir farkındalık oluşturacaktır.

1.1. Sınırlılıklar

Araştırma, kavramsal olarak iş sağlığı ve güvenliği (İSG) uygulamaları bakımından sınırlı kalabilir. Yöntem olarak bu çalışma örneklem açısından biraz kısıtlı olabilir. Çalışma, Yozgat bölgesindeki 51 kaynak işçisi ile sınırlandırılmıştır ve daha geniş bir bölüme genellenememektedir. Çünkü örneklem büyüklüğü bu çalışmanın doğruluğunu ve genelliliğini etkilemektedir. Bu araştırma, kesitsel bir çalışma olup uzun vadeli etkileri bakımından değerlendirilmemiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kaynak İşlerinin Tanımı ve Önemi

Kaynak işleri, metal parçalarının birleştirilmesi, kesilmesi veya tamir edilmesi amacıyla ısı veya basınç kullanılarak yapılan işlemler bütünüdür. Kaynak işlemleri, endüstriyel üretimin temel bir parçası olup, birçok sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu işlem, metalin ergitilmesi ve ardından soğutulması yoluyla metal parçaların kalıcı olarak birleştirilmesini içerir (Dueck vd., 2021). Dünya genelinde, özellikle sanayileşmiş ülkelerde otomotiv, inşaat, gemi yapımı, havacılık ve enerji sektörlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Türkiye'de de kaynak işleri sanayi üretiminin önemli bir parçasıdır. Türk sanayi sektörü, otomotiv üretimi, inşaat projeleri ve gemi yapımında kaynak teknolojilerini yoğun şekilde uygulamaktadır (TÜİK, 2020).

Yapılan kaynak işlemi sırasında birçok duman ve gaz açığa çıkmakta ve işçilerin sağlığı üzerinde çok ciddi olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Bu duman ve gazlar, metal oksitleri, karbon monoksit, azot oksitleri ve ozon gibi zararlı bileşenleri içerir. Özellikle kapalı alanlarda yapılan kaynak işlemleri, bu zararlı maddelerin yoğun şekilde birikmesine yol açabilir (OSHA, 2024b). Açığa çıkan dumanlar, Kurşun (Pb), Kadmiyum (Cd), Krom (Cr), Nikel (Ni), ve Mangan (Mn) gibi ağır metalleri de içerebilir. Bu metallerin solunması ile birlikte işçilerin sağlığı üzerinde ciddi toksik etkilere neden olabilir. Bu sorunlar arasında solunum yolu hastalıkları, akciğer kanseri, cilt hastalıkları ve nörolojik bozukluklar yer almaktadır. Özellikle uzun süreli maruziyet, kronik sağlık etkilerine yol açabilir ve işçilerin yaşam kalitesini ciddi şekilde düşürebilir. Örneğin, kurşun nörolojik hasarlara, kadmiyum akciğer kanserine ve krom cilt irritasyonlarına yol açabilir (Jaishankar vd., 2014a; OSHA, 2024b).

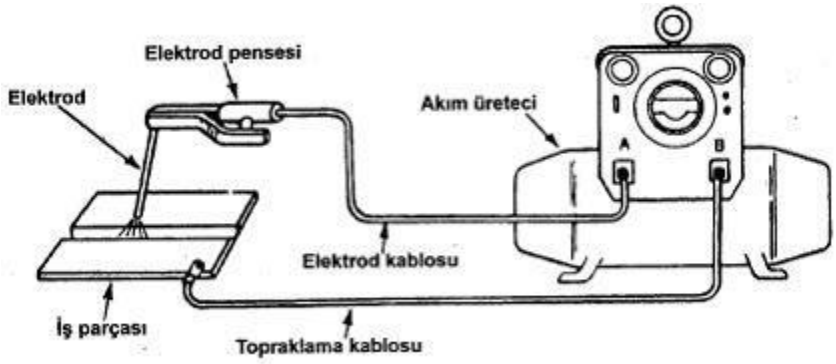
Kaynak işlemlerinin önemi; sağlam, dayanıklı ve güvenilir yapısal bağlantılar oluşturmasında yatmaktadır. Bu işlemler, büyük yapıların ve makinelerin üretiminde hayati bir rol oynayıp, malzeme verimliliğini artırarak ve üretim süreçlerini hızlandırarak sanayi üretiminde ekonomik ve teknik avantajlar sağlar (OSHA, 2024b).

2.2. Kaynak İşi Türleri

Kaynak işleri çeşitlilik bakımından aşağıdakileri içermektedir:

2.2.1. Elektrik Ark Kaynağı

Elektrik ark kaynağı, kaynak yapılacak metal parçaların birleşme noktalarına elektrik arkı oluşturularak yapılan bir kaynak türüdür. Elektrik arkı, bir elektrot ve kaynak yapılacak malzeme arasındaki elektrik akımının yarattığı yüksek sıcaklık sayesinde, metallerin eriyerek birleşmesini sağlar. Bu yöntem, güçlü ve dayanıklı kaynak dikişleri oluşturmak için kullanılır ve birçok endüstride yaygın olarak tercih edilir (İldeniz, 2018; Bayar, 2023).

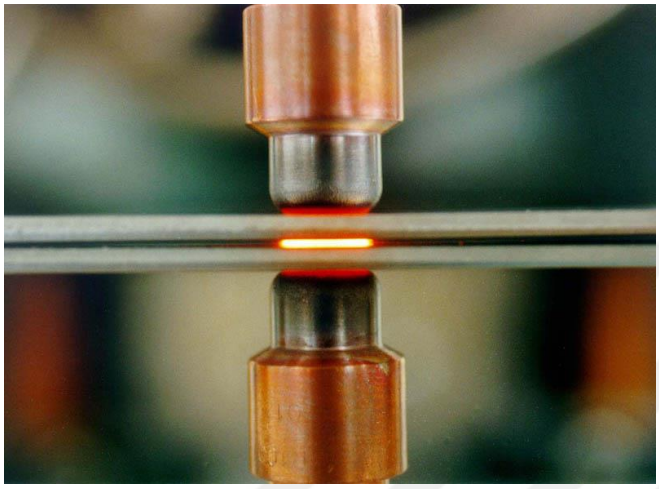


Şekil 2.1. Elektrik ark kaynağı gösterimi (Kaynak: Bilgiustam, 2024).

Elektrik arkı, yaklaşık 3.600°C'ye kadar ulaşan yüksek sıcaklıklar üretebilir. Tüketilen veya tüketilmeyen elektrotlar kullanılır. Tüketilen elektrotlar, kaynak dikişine eklenir ve dolgu malzemesi olarak işlev görür. Tüketilmeyen elektrotlar ise sadece ark oluşturur. Kaynak işlemi sırasında erimiş metalin oksidasyon ve kirlenmeye karşı korunması için bir koruyucu gaz kullanılır. Bu gaz, kaynak dikişinin kalitesini artırır. Bu yöntem İnşaat, otomotiv, gemi yapımı, boru hatları gibi birçok sektörde kullanılır (AWS, 2024; Egerland vd., 2023).

2.2.2. Nokta (Punta) Kaynağı

Punta kaynağında birleştirilecek parçalar, iki adet bakır elektrot arasına koyulup belirli bir baskı oluşturularak elektrik akım geçişi sağlanır. Kaynak süresi boyunca, akım bir elektrottan diğer elektrota geçerken iki yüzey arasında oluşan direnç en yüksek seviyeye ulaşır ve kaynak işlemi yapılacak malzeme bu noktada ergimeye başlar. Akım kesildikten sonra malzeme soğuyarak katılaşır ve malzeme birleştirilmiş olur.



Şekil 2.2. Nokta kaynağı (Kaynak: Merkezi, 2024).

Çoğunlukla otomotiv endüstrisinde, özellikle ince ve eşit kalınlıkta yumuşak saç plakalarını ilave metal olmadan birbirine eklemek için kullanılan bir kaynak türüdür (Tan, 2008; Yılmaz, 2015).

2.2.3. Gaz Altı Kaynağı

Gaz altı kaynağı, kaynak için gereken ısının tükenen bir elektrot ile malzeme arasında açığa çıkan arkla yapılan bir işlemdir. Elektrot ve örtü amaçlı inert ve aktif gazlar veya bunların çeşitli oranlardaki karışımları kullanılır. Koruyucu gaz olarak Helyum (He) ve Argon (Ar) gibi soy gazlar, Karbondioksit (CO_2) gibi aktif gazlar kullanılmaktadır. İnert ve aktif gaz kullanım amacı, kaynak dikişi içinde Oksijen (O_2) molekülünün kalmamasını sağlayarak hatasız kaynak yapmayı sağlamaktır (Kaymaz, 2014; Yılmaz, 2015).

Bu kaynak yöntemi elektrotun türüne göre alt gruplara ayrılır.

2.2.3.1. Eriyen Elektrotla Gaz Altı Kaynağı (MİG)-(MAG)

Kaynak işleminde elektrot erir ve kaynak maddesi oluşur. Koruyucu gaza göre MİG ve MAG ismini alırlar.

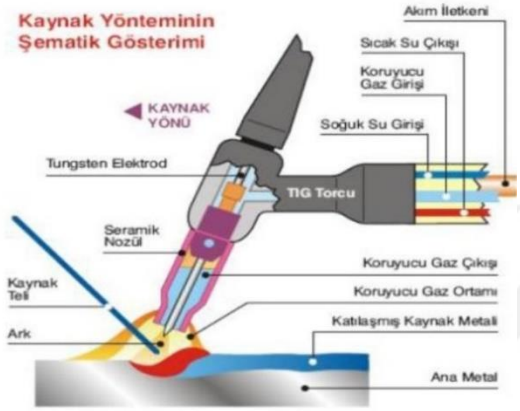
MİG: Metal inert gaz altı kaynağı, (helyum veya argon)

MAG: Metal aktif gaz altı kaynağı, (karbondioksit ve karışım gazlar)

2.2.3.2. Erimeyen Elektrotla Yapılan Gaz Altı Kaynağı (TİG)

Kaynak işlemi sırasında tungsten elektrotu erimez. Sağlanan ısı tükenmeyen tungsten elektrot ile iş parçası arasında oluşan ark yoluyla olur ve iki metal birbirine kaynar.

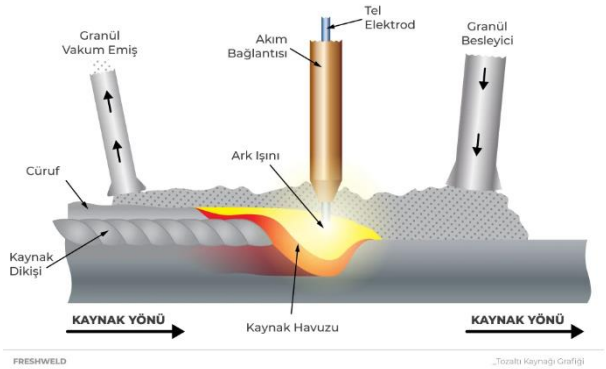
TİG: Tungsten inert gaz altı kaynağı (Kaymaz, 2014; Yılmaz, 2015).



Şekil 2.3. Tig kaynak yönteminin şematik gösterimi (Kaynak: Sparker, 2018).

2.2.4. Toz Altı Kaynağı

Otomatik olan bu kaynak yöntemi kaynak sırasında eriyen elektrot telinin ve kaynağın granül halindeki toz örtü ile kaplanması esasına dayanır. Bu sayede etrafa ısı ve ışık yayılması engellenmiş olur. Bununla birlikte kaynak bölgesinin hava ile olan teması kesildiği için kaynağın içerisinde oluşabilecek oksitlenmenin de önüne geçilmiş olur. Kimya endüstrisi ve nükleer enerji tesislerinde geniş kullanım alanına sahiptir (Tan, 2008; Kaymaz, 2014).



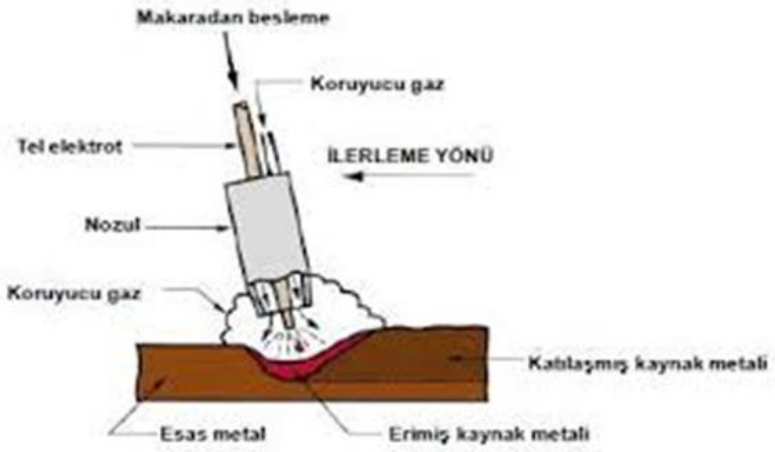
Şekil 2.4. Toz altı kaynak yöntemi (Kaynak: FRESHWELD, 2024).



Şekil 2.5. Toz altı kaynağı (Kaynak: Metaluzmanı, 2024b).

2.2.5. Elektron Işın Kaynağı

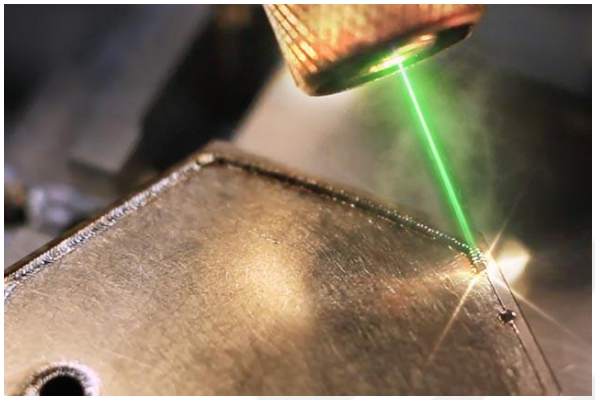
Hızlandırılmış elektronların vakum ortamında bir metal yüzeyine çarparak onu ergitmesiyle gerçekleşen bir kaynak yöntemidir. Yüksek enerji yoğunluğu ve derin penetrasyon sağladığından kalın metallerin hassas ve güçlü bir şekilde birleştirilmesinde kullanılır. Vakum ortamı sayesinde çok temiz kaynaklar elde edilir ve diğer kaynak yöntemlerine göre ısı dağılımı çok düşük olur. Bu yöntem, havacılık, otomotiv, nükleer enerji ve mikroelektronik alanlarında yaygın olarak kullanılır (Lancaster, 1980; AWS, 2024).



Şekil 2.6. Elektron ışın kaynağı (Kaynak: Askaynak, 2018).

2.2.6. Lazer Kaynağı

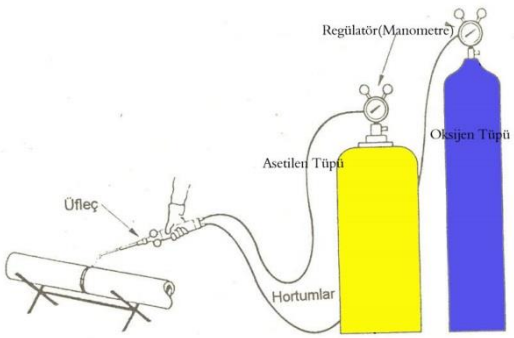
Yoğun bir lazer ışını kullanarak malzemeleri ergitip birleştiren bir yöntemdir. Yüksek hassasiyet, dar ısı etkili bölge ve hızlı kaynak avantajları sunar. İnce ve hassas parçalar üzerinde kullanılsa da, güçlü lazerlerle kalın malzemeler de kaynaklanabilir. Otomotiv, uçak ve elektronik sektörlerinde yaygın bir uygulamadır. Lazer kaynağı, temas gerektirmediğinden ve hızlı olduğu için endüstride sık tercih edilir (Tsukamoto, 2003; Chaturvedi ve Arungalai Vendan, 2021).



Şekil 2.7. Lazer kaynağı yöntemi (Kaynak: Alexmachine, 2024).

2.2.7. Oksijen-Gaz Kaynakları

Yaygın olarak genellikle oksi-asetilen kaynağı olarak da bilinen bu kaynak yönteminde, parçaların birleşme yerlerini ergime sıcaklığına ulaştırmak için asetilen, hidrojen, metan, propan vb. gibi yanıcı gazların karışımıyla meydana çıkan alev, şaloma ile püskürtülerek oluşur. Kolay temini açısından ve yüksek ısı vermesi dolayısıyla yanıcı gaz olarak asetilen gazı ve LPG (sıvılaştırılmış petrol gazı) tercih edilmektedir (Kaymaz, 2014; İldeniz, 2018).



Şekil 2.8. Oksi- Gaz kaynak sistemi (Kaynak: Metaluzmanı, 2024a).

2.3. Kaynak İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği

İş yerlerinde işin yürütülmesi anında, farklı nedenlerden kaynaklanan sağlığa zarar verebilecek koşullardan korunmak amacıyla yapılan sistemli ve bilimsel çalışmalara "İş Sağlığı ve Güvenliği" (İSG) denilmektedir. Bu çalışmaların da amacı, çalışanların iş yerlerinde güvenli şekilde çalışmalarını sağlamaktır. Bunun yanı sıra, iş yerindeki risklerin en aza indirilmesi ve iş kazalarının önlenmesi de İSG'nin hedefleri arasındadır. Temel amaç, işçilerin, işyerinin ve üretimin korunmasıdır. Ülkemizde 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununda düzenlenmektedir (Akıllı, H; Aydoğdu, 2013).

Kaynak işleri, işçilerin farklı fiziksel, kimyasal, biyolojik vb. risklere maruz kaldığı tehlikeli meslek gruplarından biridir. Kaynak makinalarının neden olduğu elektrik kazaları, işlem sırasında ısı nedeniyle oluşan yanıklar, solunum yoluyla vücuda giren partiküller ve metal içerikleri ve özellikle kaynak dumanları ve metal buharları, çalışanlarda ciddi sağlık sorunlarına neden olabilecek kimyasal maruziyet riskini artırmaktadır. Dolayısıyla iş sağlığı ve güvenliği, kaynak işleri için kritik bir öneme sahip olup işçilerin güvenli bir şekilde çalışmasını sağlamak, bu riskleri en aza indirerek çalışanları korumak ve üretkenliği artırmak için gereklidir (Antonini vd., 2004; İldeniz, 2018; WHO, 2024).

Bu bölümde, kaynak hatalarını belirleyen, fiziksel, biyolojik, kimyasal, kümülatif riskler ve diğer bazı tehlikeler incelenecektir. Konunun önemi açısından özellikle toksik metal maruziyetine yönelik havalandırma sistemleri, kişisel koruyucu donanımlar ve düzenli sağlık kontrolleri gibi önlemler üzerinde durulacaktır.

2.3.1. Kaynak İşleri ile İlgili İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Faktörleri

Kaynak işleri iş güvenliği ve işçinin sağlığı hususunda birçok tehlike ve risklerle karşılaşılan bir meslek grubudur. Kaynak imalat işlerinde kaynak tipine göre işlem sırasında açığa çıkabilecek olan dumanlar, tozlar, ışın, radyasyon, elektrik yaralanmaları ve gazlar gibi tehlikeli durumlar hem işin güvenliği hem de çalışanın güvenliği ve sağlığı açısından birçok önem arz etmektedir (Health vd., 2017).

2.3.1.1. Fiziksel Riskler

2.3.1.1.1. Isı ve Yanık

Kaynak işlemleri sırasında yüksek sıcaklıklar oluşur. Akkor halindeki sıcak metalin, yüze ve vücuda sıçraması, ciltte yanıklara, aşırı ısınmaya veya ısı stresine maruz kalmanın nedeni olabilir. Ark kaynağında oluşan akıma temas edilmesi halinde deride nokta tarzı

yanıklara neden olur (Karadağ, 2001). Elektrik ark kaynağında yüksek sıcaklık değerlerinde işlem yapılmaktadır. Sonuçta metal ısınmakta, şaloma ile işlem yapılan (kesme, ısıtma) yüzey arasında ve oksijen kaynağı sırasında yüksek ısılar ortaya çıkarak ciddi yanıklar oluşmaktadır (Turan, 2015).

2.3.1.1.2. Tozlar

Kaynak işlemi sırasında ortam havasına karışan tehlikelerden biri de tozlardır. Genelde kaynak ağzı açılması, metal taşınması, kesilmesi, taşlama işlemi yapılmasından kaynaklı oluşmaktadır. Tozlar genellikle işyeri ortamına, iş yeri zeminine ve ekipmanların üzerine birikmektedir. Bu tozlar cilt rahatsızlıkları, alerjik rahatsızlıklara neden olur. Kaynak işlerinde sağlık etkisi gösteren toz çeşitlerinden olan toksik tozlar vücutta sinir sistemi dahil karaciğer, böbrek, mide vb. organlar ile solunum sistemine de zarar vererek zehir etkisi yapar. Yüksek düzeylerde ve yoğun maruziyetlerde öksürük, metal dumanı ateşi, nefes darlığı gibi rahatsızlıklara neden olabilir. Tekrarlayan kısa ve orta düzey maruziyetlerde ise aylar, yıllar sonra hatta kaynak işçisi işten çıktıktan sonra da sorunlar baş gösterebilmektedir (Kaymaz, 2014).

2.3.1.1.3. Gürültü

Gürültü istenmeyen rahatsız edici sesler olarak tanımlanabilir. Kaynak çeşidine bağlı olarak gürültünün düzeyi değişmektedir. Genel anlamda kaynak işlerinde ortalama olarak 85–105 dB seviyesinde gürültü oluşmaktadır. En yüksek gürültü çıkaran elektrik ark kaynağı ile plazma ark kaynağı yöntemleridir. Bunun yanında MIG ve MAG kaynağında da gürültü seviyeleri 120 dB' ye ulaşabilmekte ve bu gürültü düzeyinde çalışan kaynak işçisinde geçici sağırlığa neden olabilmektedir.

Uzun vadede yüksek seviyelerde gürültülere maruz kalma, örneğin 90 dB'nin üstündeki sese maruz kalan kaynak işçilerinde geçici veya sürekli işitme kaybı oluşmaktadır. Düzey arttıkça işitme kaybı da artar ve sürekli işitme kaybı genellikle 90 dB üzerindeki gürültü seviyelerinde meydana gelir (Kaymaz, 2014; Teker T, 2020; Bayar, 2023; OMÜ,2024).

2.3.1.1.4. Titreşim

Kaynak işleri genel anlamda el hassasiyeti gerektiren bir iştir. Kaynak işçisinin tecrübesi, el yatkınlığı gibi faktörler, kaynak dikişinin düzgün ve sağlam olmasını etkilemektedir. Çeşitleri bakımından kaynak işi el-kol titreşimine yol açacak bir titreşime yol

açmamaktadır. Eğer yol açsaydı kaynak kalitesi bozulacağından ya da kalite azalacağından, bu yöntemlerin kullanılması mümkün olmazdı.

Kaynak işlerinde yukarıda bahsedilen durumun tek istisnası da operatörün kaynak sonrası kullandığı el aletleridir ve bu el aletlerinin en başı cüruf temizliğinde kullanılan taşlama makinesidir. Bu makine kaynağın yüzeyinde oluşan pürüzleri gidermek için kullanılıp çok ciddi el-kol titreşimine neden olmaktadır. Bu da zamanla kaynak işçisinin asli görevini tam anlamıyla yerine getirememesi sonucunu oluşturmaktadır. Burada anlatılan durum ise aslında hem kaynak işini hem de taşlama işini aynı kişinin yapması durumunda geçerlidir (Bayar, 2023).



Şekil 2.9. Taşlama için kullanılan kesici disk (Kaynak: Turan, 2015).

2.3.1.1.5. Işık ve Radyasyon

İşlem sırasında %60 kızıl ötesi (infrared), %30 parlak (görünen), %10 mor ötesi ışınlar (ultraviyole) ve bunlardan yayılan radyasyonlar meydana gelmektedir (Turan, 2015). Bu ışınlar göz ve deriye ciddi zararlar vermektedir (Salvador, 2023). Gözlerde hafiften zamanla şiddetliye kadar değişen oranlarda kum dolmuş hissi oluşup ağrılar meydana getirerek, ışığa karşı hassasiyet ve bakamama (fotofobi) durumu gelişebilmektedir.

Kaynaktan dağılan ışınlar, vücudun açık kalan kısımlarına da etki ederek zamanla deride kızarıklık meydana getirir. Yüzün korunmaması nedeniyle ışınların direkt alın ve yüz bölgesine yansıması sonucu zamanla balık pulu diye adlandırılan döküntülere sebebiyet vererek önlem alınamaması sonucu ile de radyosyon kaynaklı yanıkların oluşması olası etkilerdendir (Teker T, 2020).

2.3.1.2. Elektrik ile İlgili Riskler

Kaynak işlemi yapılırken kaynak makinesinde oluşan akımdan kaynaklı elektrik çarpmaları oluşabilir. Çarpılma ise genellikle makine boşta olduğu sırada gerçekleşir.

Bunun sebebi, ark geriliminin kaynak işlemi esnasında 20-30 volt değer aralığında olması ve makine boşta iken de çalışma voltajının 65-100 volt değer aralığında olmasıdır (Kaymaz, 2014; Turan, 2015).

Akım değeri ve vücuda olabilecek etkileri aşağıdaki gibidir:

5-15 mA: Kas krampları, refleks hareketler, denge kaybı, düşme sonucu kazalar,

15-25 mA: Kas krampları, temasın bırakılması mümkün değil,

25-80 mA: Zor nefes alma, şuur kaybı,

80 mA-5A: Ölümle sonuçlanan kas krampları,

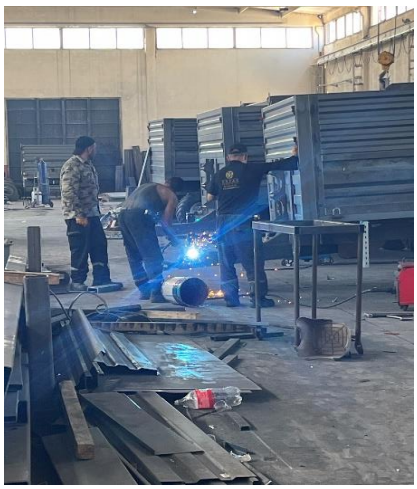
5A ve üzeri: Kalp durması ve yüksek derece yanıklar (Kaymaz, 2014).

2.3.1.3. Ergonomik Riskler

Kaynakçıların uygun olmayan ve yetersiz ekipman ile uzun süreli çalışmaları, sıklıkla bel ve boyun bölgelerinde omurga sorunlarına neden olmaktadır. Statik ve ağır işlerde tekrarlayan hareketlerden kaynaklı parçalanma, zedelenmeler; uygunsuz çalışma koşulları nedeniyle kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına, ağır metal parçalarının kaldırılması sırasında oluşan fiziksel yüke, kas esnekliğine ve ellerde zorlanmaya yol açabilir. Bu da fıtık gibi sorunlara sebep olmaktadır (Kaymaz, 2014; Turan, 2015).

Ergonomik faktörlerden bazıları şunlardır;

- Uzun süre aynı pozisyonda çalışma,
- Ağır yük kaldırma, taşıma,
- Uygun olmayan pozisyon duruşu,
- Tekrarlayan hareketler.



Resim 2.1. Zorlayıcı pozisyonda çalışma

2.3.1.4. Biyolojik Riskler

Kaynak işlerinde, oluşan duman ve gazlardan kaynaklı cilt tahrişi ve Eritem semptomları görülmektedir (Wanjari ve Wankhede, 2020). İşlem sırasında çalışanlar biyolojik etmenlere maruz kalmaktadır. İşlem sırasında kullanılan kirli ekipmanlardan veya ortamdan bulaşan mikroorganizmalar, cilt enfeksiyonlarına yol açabilir. Nemli çalışma ortamlarında küf gelişebilir, bu da solunum yolu hastalıkları ve alerjik reaksiyonlara neden olabilir. Kaynak ekipmanlarının bakımında hayvansal malzeme kullanımı, hayvanlardan insanlara bulaşan hastalıklar (zoonozlar) riski taşır (Gazete R, 2013; İSGÜM, 2024).

2.3.1.5. Psikososyal Riskler

Kaynak işleri esnasında çalışanlar psikolojik ve sosyal etmenlere de maruz kalabilirler. Bunlardan bir kaçı, kaynak işleri sırasında yüksek fiziksel ve psikolojik talepler, tükenmişlik sendromu ve stres yaratabilir. Hızlı üretim talepleri ve düşük dinlenme süreleri, aşırı iş yüküne ve tükenmişliğe neden olabilir. Gece vardiyaları, uyku düzenini bozar, bu da yorgunluk ve dikkat eksikliğine yol açar (OSHA, 2024b).

2.3.1.6. Kimyasal Riskler

Kaynak imalat işlerinde hava kirletici olan birçok duman ve gazlar meydana gelir (Karadağ, 2001).

2.3.1.6.1. Kaynak Dumanı Bileşimi

Isı uygulayarak metalleri birleştirme işlemi olan kaynak, kullanılan yöntem ve malzemelere bağlı olarak değişken bileşimlere sahip çok sayıda duman üretir (Dueck vd.,

2021). Üretilen kaynak dumanı karmaşık bir bileşime sahiptir ve işlem sırasında gaz, toz, duman ve buhar şeklinde tehlikeli kimyasal bileşikler açığa çıkarmaktadır (Pourhassan vd., 2024). Bu duman, kaynak yapılacak ana metal üzerindeki kir, pas, boya, yağ vb. kaplamadan meydana gelen toz taneleridir ve işlem esnasında bu tanecikler çoğunlukla taşlama yapılması, malzeme kesim işlemi gibi işlemlerden sonra ortama karışmaktadır (Health vd., 2017). Tüm bunlar çalışanın sağlığı için risk oluşturmaktadır. Riskin derecesi dumanın bileşimine, dumanın konsantrasyonuna ve maruz kalma süresine göre değişkenlik göstermekle birlikte duman bileşimi, çalışılan malzemeye, işin üzerindeki boya, galvanizleme veya kaplama gibi kaplamalara, yağa veya temizleme ve yağdan arındırma faaliyetlerinden kaynaklanan kirletici maddelere bağlıdır (van der Mee, 2021).

2.3.1.6.2. Gazlar

Metallerin kesme ve kaynak işleri yapılarak işlenmesi sırasında işçilerin sağlıklarını olumsuz yönde etkileyebilecek olumsuzluklardan biri de yapılan yöntemine göre meydana gelen kaynak gazlarıdır. Gazlar da vücuda solunum yolu ile girmektedir. Kapalı alanlarda yapılan kaynak işlerinde de biriken gazlar ortamdaki oksijen seviyesini hızla azaltarak, kaynakçının bayılmasına ve dahası boğulmasına neden olabilmektedir (OSHA, 2024c).

Kaynak işlerinde ortaya çıkan bazı gazların insan sağlığı üzerindeki etkileri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 2.1. Gazların özellikleri ve insan sağlığı üzerindeki etkileri

Gaz	**Özellikler**	**TLV-TWA** (Günlük 8 saat, haftalık 40 saatlik bir çalışma dönemi için çalışanlar için hiçbir etki yaratmayacağı kabul edilen en yüksek konsantrasyon değerleri). **STEL** (Bir çalışanın 15 dakikayı aşmayan kısa süreli maruziyetler için tolere edilebilecek maksimum miktarı).
Karbonmonoksit (CO)	Ortamda yeterli havalandırma yoksa CO birikir. Bunun sonucunda hemoglobinle birleşerek kanın oksijen taşımasını engeller. Yorgunluk, baş ağrısı, çarpıntı ve bayılma gibi belirtiler oluşabilir.	TLV-TWA: 25ppm TLV-STEL: -
Karbondioksit (CO_2)	Genellikle koruyucu gaz olarak kullanılan CO_2, kokusuz, renksiz ve boğucudur. Ortamın havasında %10' u geçerse kanın oksijen taşımasını engelleyerek solunum güçlüğüne, baygınlığa ve yüksek konsantrasyonlarda ölüme yol açabilir.	TLV-TWA: 5000ppm TLV-STEL: 30.000ppm
Fosfin (PH_3)	Kendiliğinden parlayabilen, oldukça toksik bir gazdır. Burun, gözler ve cildi tahriş eder. Solunması ise baygınlık, ishal ve solunumda güçlük sorunlarına yol açabilir.	TLV-TWA: 0.05ppm TLV-STEL: -
Fosgen ($COCl_2$)	Renksiz, uçucu ve kolayca sıvılaşan zehirli bir gaz olma özelliğiyle bilinen bu gaz solunum yolu ile ağız ve boğazda tahrişe neden olur ve ek olarak akciğer ödemi oluşumuna sebep olabilir.	TLV-TWA: 0.02ppm TLV-STEL: -
Azot oksitleri (NO, NO_2)	Renksiz, kokusuz bir gazdır. Yüksek konsantrasyonlarda, akut bronşit ve akciğer ödemine yol açar. Uzun süreli maruziyetlerde dişlerde ve deride sarı renk oluşumu gözlenmektedir.	TLV-TWA: (NO)- 25ppm, (NO_2)- 0,2ppm TLV-STEL: (NO)- 100ppm, (NO_2)- 0,1ppm
Argon (Ar)	Gaz altı kaynak yönteminde koruyucu gaz olarak kullanılır ve havadan ağırdır.	TLV-TWA: - TLV-STEL: -
Propan (C_3H_8)	Bütan ile beraber gaz kaynak yönteminde yanıcı gaz olarak kullanılır. Havadan ağır ve parlayıcıdır.	TLV-TWA: - TLV-STEL: -

(Kaynak: Jaishankar vd., 2014b; Mahurpawar Govt, 2015; ACGIH, 2019).

2.3.1.6.3. Kaynak İşlerinde Görülen Ağır Metallerin Toksisitesi ve Sağlık Etkileri

Bu bölümün odak noktası, kaynak işlemi sırasında oluşan duman içinde yer alabilecek bazı ağır metallerin çeşitli toksikolojik (zehirlenme) mekanizmalarını ve bunların sağlık üzerindeki etkilerini tanımlamaktır. Çalışmanın önemi açısından ağır metal ve toksisite

ayrı ayrı olarak değil, ağır metallerin toksisitesi olarak konu ele alınmıştır. Bu bakımdan toksik metal terimi yer yer kullanılmaktadır.

Kaynak işlemi sırasında meydana gelen kaynak dumanı içindeki toz, duman ve gazlar içinde ağır metaller bulunmaktadır. Ağır metaller, düşük konsantrasyonlarda bile toksiktirler ve organizmaya ağız, solunum ve deri yolu ile girerek çoğu özel bir destek olmadan vücuttan atılamazlar. Bu sebeple büyük bir bölümü vücutta bazı organlarda birikir. Biriken bu metaller kendi etkin dozlarına ulaştıklarında ciddi hastalıklara sebep olabilirler (Özbolat ve Tuli, 2016). Merkezi sinir fonksiyonunu etkileyerek zihinsel bozukluğa neden olabilir, kan bileşenlerine zarar verebilir ve akciğerlere, karaciğere, böbreklere ve diğer hayati organlara zarar vererek çeşitli hastalık durumlarına yol açabilir. Ayrıca ağır metallerin vücutta uzun süreli birikmesi, Parkinson hastalığı ve Alzheimer hastalığı gibi bazı hastalıkları taklit eden fiziksel, kassal ve nörolojik dejeneratif süreçlerin ilerlemesinin yavaşlamasına neden olabilir. Dahası, bazı ağır metaller veya bunların bileşikleri ile tekrarlanan uzun süreli temas, nükleik asitlere zarar verebilir, mutasyona neden olabilir, hormonları taklit ederek endokrin ve üreme sistemini bozabilir ve sonunda kansere yol açabilir (Azeh Engwa vd., 2019). ACGIH ve IARC, kanser ile ilgili olabilecek, kansere neden olabilen veya kanser geliştirme riskini artırabilecek maddeleri ve kimyasallar için gruplara ve kategorilere ayırmıştır (CCOHS, 2024). ACGIH, kimyasalları ve maddeleri aşağıdaki 5 kategori olarak sınıflandırmıştır ve her bir kategorinin anlamı şöyledir;

A1: Onaylanmış insan kanserojeni.

A2: Şüpheli insan kanserojeni.

A3: İnsanlarla bilinmeyen ilişkisi olan onaylanmış hayvan kanserojeni.

A4: İnsan kanserojeni olarak sınıflandırılamaz.

A5: İnsan kanserojeni olduğundan şüphelenilmiyor (CCOHS, 2024).

Amerika İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi (OSHA) kaynak dumanında yer alabilecek bazı metalleri sıralamıştır. Genellikle kaynak dumanında görülen ağır metaller olarak adlandırılan bu metaller şunları içerir: Alüminyum (Al), Arsenik (As), Bakır (Cu), Baryum (Ba), Berilyum (Be), Çinko (Zn), Kadmiyum (Cd), Kalay (Sn), Kobalt (Co), Krom (Cr), Kurşun (Pb), Manganez (Mn), Nikel (Ni) ve Vanadyum (V) olarak gösterilebilir. Bu metaller arasında Cr ve Ni oldukça ön plandadır (OSHA, 2024d).

KROM (Cr): Sanayide en çok kullanılan altı değerli krom bileşikleri (kromatlar-asitkromik ve tuzları)'dir ve işçi sağlığı açısından da dikkat edilmesi gerekenleridir (N.İlhan, 2002). Krom(0) formu olan metalik krom, çelik yapımında kullanılır. Krom(III) ve Krom(VI), krom kaplama, boyalar ve pigmentler, deri tabaklama ve ahşap koruma için kullanılır. İşyerinde kullanım sırasında kirlenmiş işyeri havasını solumak veya ciltle temas etmek işyerinde krom maruziyetlerindendir. Bazı Krom(VI) bileşikleriyle cilt teması cilt ülserlerine neden olabilir. Bazı kişiler Krom(VI) veya Krom(III)'a karşı aşırı duyarlıdır. Ciddi kızarıklık ve ciltte şişmeden oluşan alerjik reaksiyonlar kaydedilmiştir (ATSDR, 2016). Beyaz, sert ve kırılgan bir yapısı vardır. Yüksek alaşımlı malzemeler ve kaplama malzemelerinde, düşük konsantrasyonlarda alerjik reaksiyonlara neden olmaktadır. Yüksek konsantrasyonlarda ise burun zarı tahrişi ve ülserine, kardiyovasküler rahatsızlıklar, solunum ve nörolojik etkilere sebep olmakta ve kanser oluşumunu tetiklemektedir (N.İlhan, 2002). Sağlık ve İnsani Hizmetler Departmanı (DHHS), Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) ve EPA, Krom(VI) bileşiklerinin insanlar için bilinen kanserojenler olduğunu belirlemiştir. İşçilerde Krom(VI) solunmasının akciğer kanserine neden olduğu gösterilmiştir (ATSDR, 2016).

Solunum sistemine akut etki ile mukoza tahrişi ile ödem ve öksürük, nefes daralması gibi etkiler ile kronik maruziyetler sonucu burun septumunda delinme sıkça görülebilmektedir. Koku almada eksiklik ve ağrı gözlenmemiştir. Maruziyetin ortadan kalkmasıyla birlikte kendiliğinden iyileşme görülür ve çoğu kişi septumda oluşan deliğin farkına varmadan yaşar. Akut olarak burun akıntısı ve burun kanaması işçiyi rahatsız eder. Krom ve bileşikleri, deride yara varsa içeri girerek zor iyileşen "Kromat ülseri" yapar. Kronik olarak da korozif etki yaparak "Krom delikleri" gözlemlenir ve bunlar zımba ile delik açılmış gibidir. Krom ülseri de açık kalan vücut kısımlarında (el parmak ucu-sırtı) oluşur. İlerlerse kemiklerde nekroza yol açabilir. Kansere dönüşüm bilgisi yer almamaktadır (N.İlhan, 2002).



Şekil 2.10. Krom deliği (Kaynak: Teker T, 2020).



Şekil 2.11. Kroma bağlı alerjik dermatit (Kaynak: Teker T, 2020).

Mesleki Sağlık ve Güvenlik İdaresi (OSHA), işçilerin 8 saatlik iş günü, 40 saatlik çalışma haftası için maruziyetini ortalama Krom(VI) için 0,005 mg/m³, Krom(III) için 0,5 mg/m³ ve Krom(0) için ise 1,0 mg/m³ ile sınırlandırmıştır (ATSDR, 2016).

Tablo 2.2. ACGIH' nin Krom ve bileşikleri için belirlediği madde konsantrasyon sınırları

Parametre	**TLV/TWA**	**TLV/STEL**	**Kanser Kategorisi**
Cr(0)	0.5 mg/m³,	-	-
Cr(III)	0,003mg/m³	0,0005 mg/m³	A4
Cr(VI)	0,0002 mg/m³	0,0005 mg/m³	A1

(Kaynak: ACGIH, 2024; ATSDR, 2012).

ARSENİK (As): Eritme ve mikroelektronik endüstrileri gibi endüstriyel kaynakları içeren çeşitli yollarla temasa geçer (Azeh Engwa vd., 2019). Yüksek düzeyde inorganik arsenik solumak boğaz ağrısına veya akciğerlerde tahrişe neden olabilir (Registry vd., 2015).

Vücuda gastrointestinal, solunum sistemi ve parenteral yollarla alınır. Emilimin en fazla olduğu organ ince bağırsaktır. Cilt ile emilim çok görülmemektedir. Karaciğer, akciğer, böbrek ve kalpte depolanır. Bu organlardan kısa zamanda temizlense de keratine olan bağlanma eğiliminden dolayı keratince zengin dokularda (saç, tırnak, deri) birikir. İki ya da dört hafta sonra tırnak, saç ve ciltte birikmeye başlar (Özbolat ve Tuli, 2016).

Çeşitli çalışmalar, inorganik arsenik tüketiminin cilt kanseri ve karaciğer, mesane ve akciğer kanseri riskini artırabildiğini göstermiştir. İnorganiklerin solunması arsenik akciğer kanseri riskinin artmasına neden olabilir. Sağlık ve İnsani Hizmetler Departmanı (DHHS) ve EPA, inorganik arseniğin insanlar için bilinen bir kanserojen olduğunu belirledi. Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC), inorganik arseniğin insanlar için kanserojen olduğunu belirlemiştir (Registry vd., 2015).

Arsenik düşük düzeyde maruziyetlerde bulantı ve kusmaya, kırmızı ve beyaz kan hücrelerinin üretiminde azalmaya, eller ve ayaklarda batma ve iğneleme hissine neden olabilir. Çok yüksek seviyelerin yutulması muhtemelen ölümle sonuçlanabilir. Uzun süreli düşük seviyeye maruz kalma, cildin koyulaşmasına ve avuç içi, ayak tabanı ve gövde üzerinde küçük nasırlar veya siğiller oluşmasına neden olabilir (Jaishankar vd., 2014b).

Kanda, idrarda, saçta ve tırnaklarda arseniği ölçmek için testler mevcuttur. İdrar testi son birkaç gün içindeki arseniğe maruz kalmanın belirlenmesinde en güvenilir testtir. Saç ve tırnaklar üzerinde yapılan testler, son 6-12 ay içerisinde yüksek düzeyde arseniğe maruz kalmayı ölçebilir. Bu testler ortalamanın üzerinde arseniğe maruz kalıp kalmadığınızı belirleyebilir. Mesleki Güvenlik ve Sağlık İdaresi (OSHA), 8 saatlik vardiyalar ve 40 saatlik çalışma haftaları için işyeri havasının metreküpü başına 10 mikrogram arsenik (10 μg/m³) olarak izin verilen maruz kalma sınırını belirlemiştir (Registry vd, 2015).

Tablo 2.3. ACGIH' nin Arsenik için belirlediği madde konsantrasyon sınırları

Parametre	**TLV/TWA**	**STEL**	**Kanser Kategorisi**
As	0.01 mg/m³	-	A1

(Kaynak: ACGIH, 2020; ATSDR, 2007).

ALÜMİNYUM (Al): İnsanlar tarafından vücuda girişi soluma, yutma ve deri temasıdır (Jaishankar vd, 2014b). Bazı alaşımların bileşimi, örneğin bakır, pirinç, çelik, magnezyum, çinko ve dolgu malzemelerinde olan alüminyum vücutta yüksek miktarlarda bulunduğunda mide bulantısı, deri döküntüsü, ishal gibi sorunlar oluşturup, uzun etkileri sonucu insanda

sinir sisteminde hasara ve hafıza kaybı, denge sorunları ve de Alzheimer hastalığının oluşumunu tetiklemektedir (Spear E, 2004; İldeniz, 2018). Kaynakçılarda pnömokonyoz hastalığı olan aluminoz rahatsızlığı gelişebilir ve ileri evreleri Amfizem hastalığı ile karakterize olan bir duruma dönüşür (Kaymaz, 2014). Solunum yollarını tahriş eder (P Kumar, 2015). Alüminyum toksisitesi ile ilişkili diğer komplikasyonlardan bazıları akciğer sorunları, anemi, demir emiliminde bozulma, sinir sistemi sorunlarıdır (Jaishankar vd., 2014b).

Tablo 2.4. ACGIH' nin Alüminyum için belirlediği madde konsantrasyon sınırları

Parametre	**TLV/TWA**	**STEL**	**Kanser Kategorisi**
Al	1 mg/m3 (R)	-	A4

(Kaynak: ACGIH, 2025; ATSDR 2008).

BAKIR (Cu): Bronz, pirinç, monel gibi alaşımlar ve bazı kaynak çubuklarında bulunan bakırın akut etkileri yüksek bakır maruziyetinden kaynaklı kusma, karın ağrısı gibi sindirim sistemi rahatsızlıkları gözlenir ve uzun süreli maruziyetlerde ise karaciğer ve böbreklere hasar verebilir. Bakırın karaciğerde birikmesi ile oluşan genetik bir hastalık olan Wilson hastalığına neden olmaktadır. Bakır dumanının solunması vücut ısısının artmasına yol açabilir (Spear E, 2004; Mahurpawar Govt, 2015; Health vd., 2017). Metal dumanı ateşine de neden olmaktadır (P Kumar, 2015). ABD Sağlık ve İnsani Hizmetler Bakanlığı (DHHS), ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) ve Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) bakırın kanserojenliğini (kansere neden olup olmadığını) değerlendirmemiştir (Toxfaqs, 2024).

Tablo 2.5. ACGIH' nin Bakır için belirlediği madde konsantrasyon sınırları

Parametre	**TLV/TWA**	**STEL**	**Kanser Kategorisi**
Cu	0,2 mg/m³(duman) 1 mg/m³(toz-sis)	-	-

(Kaynak: ACGIH, 2025, ATSDR, 2024).

BARYUM (Ba): Baryum oksit içeren dumanlara maruz kalmak, solunum yollarında tahrişlere neden olur (Tan, 2008). Baryumun kansere neden olduğu bilinmemektedir. Kısa süreli maruz kalma kusmaya, karın kramplarına, ishale, nefes almada zorluklara, kan basıncının yükselmesine veya azalmasına, yüz çevresinde uyuşukluğa ve kas güçsüzlüğüne neden olabilir. Çok miktarda baryum alımı, yüksek tansiyona, kalp ritminde değişikliklere

veya felce ve muhtemelen ölüme neden olabilir (Griswold, W. Martin, 2009). Solunan baryum klorür veya baryum sülfatın yaklaşık %50-75'i solunum yolundan emilir. Vücuttaki baryum yükünün yaklaşık %90'ı kemiklerde ve dişlerde bulunur. Amerika Birleşik Devletleri'nde, idrardaki geometrik ortalama baryum konsantrasyonu yaklaşık 1,5 µg/L'dir. Yüksek dozda baryum alımını takiben baskın etki, Ventriküler taşikardi, hipertansiyon ve/veya hipotansiyon, kas güçsüzlüğü ve felç ile sonuçlanabilen hipokalemidir (Populations vd., 2007).

Tablo 2.6. ACGIH' nin Baryum için belirlediği madde konsantrasyon sınırları

Parametre	**TLV/TWA**	**STEL**	**Kanser Kategorisi**
Ba	0,5 mg/m³	1 mg/m³	A4

(Kaynak: ACGIH, 2025, ATSDR, 2007).

BERİLYUM (Be): Hafif ve güçlü olduğundan berilyumun elektronik, havacılık ve savunma endüstrilerinde birçok kullanımı vardır. Berilyumun en önemli maruziyeti işyerindedir. Berilyum üretimi, imalatı veya geri kazanım endüstrilerinde çalışan kişiler daha yüksek maruz kalma riski altındadır (Substances ve Registry, 2023). Metalik veya bileşik hali oldukça toksiktir. Magnezyum ve alüminyum alaşımlarında bulunan berilyum, mesleksel akciğer hastalığı, berilyoz, solunum yolu hasarına sebebiyet verebilmektedir. Kesme, işleme ve ısıtma esnasında ortaya çıkan berilyum parçacıkları çok toksik olmasından kaynaklı, solunması ya da temas edilmesinden dolayı tehlikelidir (Health vd., 2017; İldeniz, 2018). Solunması akciğer hastalığına ve akciğer kanserine yol açabilir. Berilyuma maruz kalmak aynı zamanda berilyum duyarlılığı adı verilen bir şeye de neden olabilir; bu kişi maruz kalmaya devam ederse daha ciddi sağlık sorunlarına yol açabilecek bir bağışıklık tepkisidir. Akut berilyum hastalığının belirtileri arasında akciğerlerde, burunda ve boğazda tahrişin yanı sıra nefes almada zorluk ve yorgunluk yer alır. Kronik berilyum hastalığı olan kişilerde akciğerlerde yara izine yol açabilecek lezyonlar (kitleler) gelişir. Göğüs ağrısı, öksürük ve/veya nefes darlığı yaşayabilirler. Berilyumla cilt teması alerjik tepkiye neden olabilir veya berilyum duyarlılığına yol açabilir. Sağlık ve İnsani Hizmetler Bakanlığı (DHHS), berilyumun bilinen bir insan kanserojeni (kansere neden olan) olduğunu düşünüyor. ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) solunan berilyumu olası bir insan kanserojeni olarak sınıflandırmıştır. EPA, yutulan berilyumun karsinojenitesinin belirlenemediğini, çünkü bu maruz kalma yolunun toksisitesini anlamak için yeterli bilgi

bulunmadığını belirledi. Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) berilyumu insanlar için kanserojen olarak sınıflandırmıştır (Substances ve Registry, 2023).

Tablo 2.7. ACGIH' nin Berilyum için belirlediği madde konsantrasyon sınırları

Parametre	**TLV/TWA**	**STEL**	**Kanser Kategorisi**
Be	0,00005 mg/m³	-	A1

(Kaynak: ACGIH, 2025; ATSDR, 2023).

ÇİNKO (Zn): Galvanizli ve kaplamalı metalin ortak bileşeninde çinko oksit meydana gelir ve bir kaynakçının akut olarak en az bir kere metal dumanı ateşine yakalandığı bilinir (Spear E, 2004; Rahul vd., 2019). Çinkoya mesleki maruziyet, çinko içeren aerosollerin, tozların, dumanların veya buğuların solunması yoluyla meydana gelebilmektedir. Birincil metal endüstrilerinde ve taş, kil ve cam ürünlerinin üretiminde çalışan işçilerde çinko bileşiklerine maruz kalma meydana gelebilir (NIH, 2024). Toksik etki yaratan çinko, emildikten sonra vücuda dağılır ve çoğu (%90) kas ve kemiklerde bulunur. Çinko metabolize edilmez ve emilen çinko, dışkı ve idrar yoluyla elimine edilir. Sağlıklı yetişkinlerde çinko seviyeleri serumda yaklaşık 1 µg/mL ve idrarda 0,5 mg/g kreatinindir. Dışkıda veya idrarda yüksek düzeyde çinko bulunması, yakın zamanda maruz kalındığının göstergesi olabilir (Populations vd., 2005).

Tablo 2.8. ACGIH' nin Çinko için belirlediği madde konsantrasyon sınırları

Parametre	**TLV/TWA**	**STEL**	**Kanser Kategorisi**
Zn	2 mg/m³	10 mg/m³	**-**

(Kaynak: ACGIH, 2025; ATSDR, 2023).

KADMİYUM (Cd): Kadmiyum içeren veya kaplamalı malzemeler içeren paslanmaz çelik, çinko alaşımlarında bulunmaktadır (Spear E, 2004). Kadmiyum hem akut hem de kronik zehirlenmelere neden olabilir. Böbrek için oldukça toksiktir. Kemik hasarlarına ya da böbrek fonksiyon bozukluğu yoluyla kemik mineralizasyonuna neden olabilir. Yüksek seviyelerde kadmiyum solunması akciğer hasarına, düşük konsantrasyonlarda çok uzun maruziyetlerde ise böbreklerde birikime ve sonuç olarak böbrek hastalığına, kırılgan kemiklere ve akciğer hasarına neden olabilir. Yutulması sonucu ise mide hasarı, kusma ve ishal ile sonuçlanabilir. Sigara içenler, içmeyenlere göre kadmiyum zehirlenmesine daha duyarlıdır (Jaishankar vd., 2014a; Pankaj Kumar, 2015). Kadmiyum zehirlenmesinde etkiler nefes almada zorluk, ağız kuruluğu, göğüs ağrıları ve sıcaklık artışıdır (Tan, 2008).

Kadmiyum kanda, idrarda, saçta veya tırnaklarda ölçülebilir. İdrardaki kadmiyumun vücuttaki kadmiyum miktarını doğru bir şekilde yansıttığı gösterilmiştir. Mesleki Sağlık ve Güvenlik İdaresi (OSHA), 8 saatlik iş günü 40 saatlik çalışma haftası için işçilerin maruziyetini ortalama 5 μg/m³ ile sınırlandırmıştır (List ve Agency, 2012a).

Tablo 2.9. ACGIH' nin Kadmiyum için belirlediği madde konsantrasyon sınırları

Parametre	**TLV/TWA**	**STEL**	**Kanser Kategorisi**
Cd	0.01 mg/m³	-	A2

(Kaynak: ACGIH, 2025; ATSDR, 2012).

KALAY (Sn): Bazı lehim alaşımlarında ve bronzlarda kullanılır (Antonini vd., 2004). Kısa süreli fakat yüksek miktarlarda maruziyetlerde ciltte ve göz tahrişine sebep olmaktadır. Uzun süreli maruziyetlerde ise zamanla Stannoz (iyi huylu akciğer hastalığı), tahriş, merkezi sinir sistemi hastalığı görülme riski vardır.

İnorganik kalay bileşikleri genellikle nefes aldıktan veya yedikten sonra vücudunuza hızla girip çıktıklarından genellikle zararlı etkilere neden olmazlar. Ancak araştırmalarda büyük miktarlarda inorganik kalay yutan insanlarda karın ağrısı, anemi, karaciğer ve böbrek sorunları yaşandığı görülmüştür. İnorganik kalay bileşiklerinin kansere neden olduğu bilinmemektedir (Mahurpawar Govt, 2015). Kanser Araştırma Ajansı (IARC) ve EPA, metalik kalay veya inorganik kalay bileşiklerini kanserojenlik açısından sınıflandırmamıştır. EPA, spesifik bir organotin olan tributiltin oksidin insan kanserojenliği açısından sınıflandırılamaz olduğunu belirlemiştir (Tin, 2005). Bazı organotin bileşiklerine soluma (nefes alma), oral (yeme veya içme) veya dermal maruz kalmanın (cilt teması) insanlarda zararlı etkilere neden olduğu gösterilmiştir, ancak asıl etki, söz konusu organotin bileşiğine bağlı olacaktır. Kısa süreliğine belirli organotin bileşiklerine yüksek miktarlarda maruz kalan insanlarda cilt ve göz tahrişi, solunum yolu tahrişi, mide-bağırsak etkileri ve nörolojik problemlere ilişkin raporlar mevcuttur (Mahurpawar Govt, 2015). Mesleki Güvenlik ve Sağlık İdaresi (OSHA), işyerinde organotin bileşikleri için metreküp hava başına 0,1 miligram (0,1 mg/m³) ve oksitler hariç inorganik kalay bileşikleri için 2,0 mg/m³'lük bir sınır belirlemiştir (Tin, 2005).

Tablo 2.10. ACGIH' nin Kalay için belirlediği madde konsantrasyon sınırları

Parametre	TLV/TWA	STEL	Kanser Kategorisi
Sn	0.01 mg/m³	0,2 mg/m³	A4

(Kaynak: ACGIH, 2025; ATSDR, 2005).

KOBALT (Co): Kobalt, oksidasyona dayanıklı, manyetik, sert, gri bir metaldir (Girişken ve Çam, 2022). Kırılgan olabilse de aynı zamanda sünek ve bir şekilde şekillendirilebilir ve doğal manyetik özellikleri diğer metallerle alaşımlanarak arttırılır (Identity ve Properties, 2008). Kobalt metal dumanı ve tozunun solunması, interstisyel fibroz, interstisyel pnömonit, miyokardiyal ve tiroid bozukluklarına ve solunum yolu ve ciltte hassasiyete neden olabilir. Kronik kobalt zehirlenmesi ayrıca polisitemi ve kemik iliğinde hiperplaziye neden olabilir. OSHA, kobalt metali tozu ve dumanı için izin verilen maruz kalma sınırı, 8 saatlik zaman ağırlıklı ortalama (TWA) konsantrasyonu olarak metreküp başına 0,1 miligramdır. Akut maruziyetlerde kobalt metaline, tozuna ve dumanına maruz kalma gözlerde tahriş ve daha az oranda ciltte tahriş ile karakterizedir. Hassas kişilerde maruziyet hırıltılı solunum, bronkospazm ve dispne ile astım benzeri bir atağa neden olur. Kobaltın yutulması mide bulantısı, kusma, ishal ve sıcaklık hissine neden olabilir (U.S.D.O.L, 2024).

Tablo 2.11. ACGIH' nin Kobalt için belirlediği madde konsantrasyon sınırları

Parametre	TLV/TWA	STEL	Kanser Kategorisi
Co	0.005 mg/m³	-	A2

(Kaynak: ACGIH, 2025; Chapter, 2008)**.**

KURŞUN (Pb): Kurşun kaplanmış malzemelerin kaynağında veya kurşun içerikli elektrotların kullanılmasıyla oluşur ve kurşun oksitin solunmasında, baş ağrısı, bayılma ve iştahsizlik görülebilir (Health vd., 2017). Sinir sistemi, sindirim sistemi ve zihinsel kapasiteyi etkiler ve kurşun zehirlenmesine yol açabilir (İldeniz, 2018). Lehim, pirinç ve bronz alaşımlarında yaygındır. Çeliklerin astarında/kaplamasında da bulunabilir (Spear E, 2004). Kurşunun etkileri, solunarak ya da yenilerek vücuda girse de aynıdır. Kurşun vücudunuzdaki hemen hemen her organı ve sistemi etkileyebilir. Çocuklarda ve yetişkinlerde kurşun zehirlenmesinin ana hedefi sinir sistemidir. Uzun süreli maruz kalma, öğrenme, hafıza ve dikkatin azalmasına ve parmaklarda, bileklerde veya ayak bileklerinde zayıflığa neden olabilir. Kurşuna maruz kalmak anemiye (kanda düşük demir) ve

böbreklerde hasara neden olabilir. Özellikle orta yaşlı ve yaşlı bireylerde kan basıncında artışlara da neden olabilir. Yüksek kurşun seviyelerine maruz kalmak beyne ve böbreklere ciddi şekilde zarar verebilir ve ölüme neden olabilir (ATSDR, 2020). ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA), kurşunu insanlar için olası kanserojen olarak sınıflandırmıştır. Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC), inorganik kurşunun insanlar için muhtemelen kanserojen olduğunu ve organik kurşun bileşiklerinin insanlarda kansere neden olup olmayacağını belirlemek için yeterli bilgi bulunmadığını belirlemiştir (EPA, 2024). "Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmeliği'ne göre havadaki kurşun miktarının haftalık 40 saat çalışma süresine göre zaman ağırlıklı ortalama konsantrasyonu 0,075 mg/m³ ten yüksek çıktığı durumlarda ve işçilerin herhangi birinin kanındaki kurşun seviyesi 40 µg Pb/100 ml kandan fazla çıktığı durumlarda çalışanlar ise tıbbı gözetim altına alınır (Mevzuat.gov.tr, 2013).

Tablo 2.12. ACGIH' nin Kurşun için belirlediği madde konsantrasyon sınırları

Parametre	**TLV/TWA**	**STEL**	**Kanser Kategorisi**
Pb	0,05 mg/m³	-	A3

(Kaynak: ACGIH, 2025; ATSDR, 2020).

MANGAN (Mn): Üzerinde çokça araştırma yapılan kaynak dumanları içinde yer alan ve olumsuz etkisi olan diğer metal de mangandır (İldeniz, 2018). Mangan esas olarak çelik üretiminde sertliği ve mukavemeti arttırmak için kullanılır. Yüksek düzeyde mangana maruz kalan işçilerde en sık görülen sağlık sorunları sinir sistemini ilgilendirmektedir. İşyerinde düşük konsantrasyonlara maruz kalan bazı işçilerde, el hareketlerinin yavaşlaması gibi diğer daha az ciddi sinir el hareketlerinin yavaşlaması gibi diğer daha az ciddi sinir sistemi etkileri de gözlemlenmiştir (List ve Agency, 2012b). Çoğu kaynak işleminde bulunan mangana yüksek maruziyet sonucu nörotoksisite gözlenebilir (Azeh Engwa vd., 2019). Merkezi sinir sistemine etki etmekte, akciğer hasarına neden olmakta ve ayrıca kronik manganez maruziyeti, Parkinson hastalığına sebep olmaktadır (Spear E, 2004). Etkileri ve belirtileri arasında metal dumanı ateşi de yer almaktadır (Pankaj Kumar, 2015). Akut maruziyetlerde Mangan pnömonisi gelişebilir (Tokaç, 2018). Kronik olarak mangan zehirlenmelerinde (manganizm) gelişebilir. EPA, mevcut bilimsel bilgilerin aşırı manganezin kansere neden olup olmayacağını belirleyemeyeceği sonucuna vardı. OSHA, işyeri havasındaki manganez için 5 mg/m³'lik bir tavan limiti (maruz kalma sırasında hiçbir zaman aşılmaması gereken konsantrasyon) belirlemiştir (List ve Agency, 2012b).

Tablo 2.13. ACGIH' nin Mangan için belirlediği madde konsantrasyon sınırları

Parametre	TLV/TWA	STEL	Kanser Kategorisi
Mn	0.02 mg/m³-0,1 mg/m³	-	A5

(Kaynak: ACGIH, 2025; ATSDR, 2012).

NİKEL (Ni): Nikel esas olarak paslanmaz çelik yapımında kullanılır. Nikel alerjisinin dünya nüfusunun %4-16'sını etkilediği tahmin edilmektedir. En yaygın sağlık etkisi, kaşıntılı döküntü (kontakt dermatit) şeklinde alerjik reaksiyondur. Bu, cildinizin yüksek nikel salan maddelerle doğrudan ve uzun süreli temas etmesi durumunda meydana gelebilir. Nikel veya nikel bileşiklerine maruz kalan işçilerde solunum etkileri rapor edilmiştir (ATSDR, 2024). IARC metalik nikelin insanlar için muhtemelen kanserojen olduğunu ve nikel bileşiklerinin insanlar için kanserojen olduğunu belirlemiştir (IARC, 2024).

Tablo 2.14. ACGIH' nin Nikel için belirlediği madde konsantrasyon sınırları

Parametre	TLV/TWA	STEL	Kanser Kategorisi
Ni	1,5 mg/m³	-	A5

(Kaynak: ACGIH, 2025; ATSDR, 2024).

VANADYUM (V): Yüksek düzeyde vanadyum pentoksitin solunması akciğer hasarına neden olabilir. Vanadyumun yutulması bulantı ve kusmaya neden olabilir. Bazı vanadyum bileşiklerinde insanlarda mide bulantısı, hafif ishal ve mide krampları rapor edilmiştir (Britannica, 2024). DHHS ve EPA, vanadyumu insanlar için kanserojenlik açısından sınıflandırmamıştır. (OSHA), metreküp başına 0,5 miligramlık (0,5 mg/m³) yasal bir sınır belirlemiştir. Vanadyum pentoksit dumanları için de iş günü boyunca aşılmaması gereken tavan sınırı olarak 0,1 mg/m³ olarak belirlemiştir (ATSDR, 2012).

Tablo 2.15. ACGIH' nin Alüminyum için belirlediği madde konsantrasyon sınırları

Parametre	TLV/TWA	STEL	Kanser Kategorisi
V	0.05 mg/m³	-	A3

(Kaynak: ACGIH, 2025; ATSDR, 2012).

2.3.1.7. Diğer Etkenler

2.3.1.7.1. Kapalı Ortamda Çalışma

Kapalı ortamlarda yapılan kaynak işlerinde kaynak gazının etkisiyle çalışanlarda boğulmalar ve zehirlenmeler yaşanmaktadır (Turan, 2015).

2.3.1.7.2. Kaynak Yaparken Kullanılan Gazlardan Kaynaklı Tehlikeler

Genellikle oksijen, asetilen, LPG ve koruyucu gazlar kullanılıp bu gazlar silindir tüplerde basınçlı bir şekilde bulunmaktadır. Bir sebeple tüpteki ventilin (vana) kırılması ile karşılaşılması durumunda içindeki gaz, basınçlı olmasından kaynaklı hızla boşalacak ve roket etkisi dediğimiz bir durumu meydana getirecektir. Isınmadan kaynaklı da tüpteki gaz genişleyip tüp patlamalarına sebep olabilmektedir. Ayrıca kaynak işlemi esnasında gaz basıncı iyi ayarlanmazsa veya işlem yapılacak yüzey yağlı ise alev geri tepme olayı yaşanabilmektedir (Turan, 2015). Oksijen (yakıcı gaz) ile yağ temas ederse yangın ortaya çıkmaktadır. Aşağıdaki şekil buna bir örnektir.



Şekil 2.12. Oksijen kaçağına yağlı elle temas sonucu yaşanan kaza örneği (Kaynak: Sertkan A, 2010).

2.3.1.7.3. Mekanik Etkenler

Kaynak yaparken kullanılan ya da etrafta bulunabilecek ekipmanlar, işçiler için tehlikeye sebep olabilir. Öğütme, kesme, delme gibi işlemler için kullanılan aletlerin düzgün kullanımı kaynak güvenliği bakımından önem taşımaktadır (Kaymaz, 2014).

2.3.1.7.4. Yüksekte Yapılan Kaynak Çalışmaları

Endüstri alanlarında silo, tank, kazan gibi yapıların imalat sırasında kaynakçılar genellikle yüksekte çalışmak zorunda kalmaktadır. Ancak bu tür çalışmalar sırasında çoğu zaman

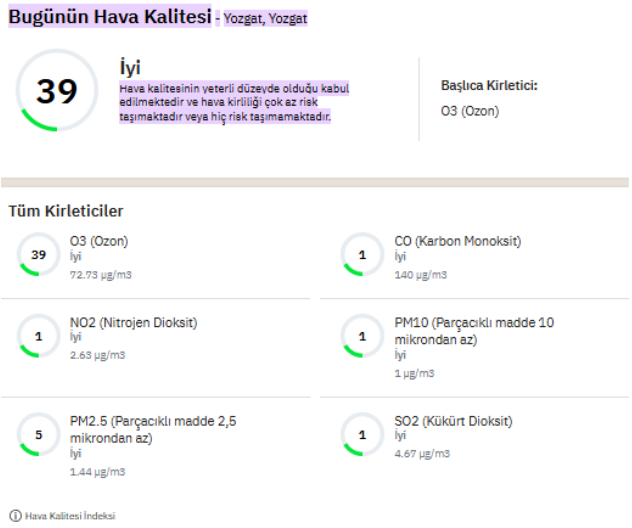
yüksekte çalışma ekipmanlarının kullanılmaması veya düşmeyi önleyici sistemlerin kurulmamış olması, yüksekten düşme kazalarına yol açmaktadır (Turan, 2015).

2.3.1.8. Kümülatif Risk Bakış Açısı

Kümülatif risk, birden fazla tehlike veya maruziyetin birleşik etkilerinin bireylerin sağlığı üzerindeki toplam zararlarını ifade eder. Bu kavram, farklı risk faktörlerinin eş zamanlı veya ardışık olarak etkilerini artırması durumunda ortaya çıkar (Citation, 2009).

Kaynak işlerinde kümülatif risk**,** işçilerin maruz kaldıkları kimyasal, fiziksel, biyolojik, ve ergonomik risklerinin yanında çevresel etkenleri de göz önüne alıp, bir araya gelerek zamanla oluşturduğu birleşik ve uzun vadeli sağlık etkilerini kapsar. Örneğin, kaynak dumanlarındaki ağır metallerin solunması (kimyasal risk) ile aşırı ısı ve radyasyon (fiziksel risk) bir araya gelerek solunum yolu hastalıkları ve cilt yanıkları gibi zararları artırabilir (OSHA, 2024e).

Çevresel etkenler' e örnek olarak şehirlerin yer şekilleri ve iklim koşulları (engebeli araziler, sıcak-soğuk bölgeler), hava kalitesi ve toz maruziyeti (azot oksitler) ve zemin ve yapısal stabilite (engebeli arazi) gibi örnekler verilebilir. Çevresel faktörler, risklerin birikimli etkilerini artırabilir veya yeni riskler ortaya çıkartabilir. Bu nedenle kaynak çalışanlarının çalıştıkları ortamlar ve faktörlere göre **risk analizleri** yapılmalı ve gerekli önlemler alınmalıdır. Sanayi bölgeleri ve yoğun trafik alanları, hava kirliliğini artırarak kaynak dumanları ile birleştiğinde solunum yolunda meydana gelen hasarları daha fazla etkileyebilir. Örneğin havadaki azot oksitler ve karbon monoksit. Aşağıda tez çalışmamın örnekleminin yer aldığı Yozgat ilinin bir günlük hava kalitesi yer almaktadır.



Şekil 2.13. Yozgat ili hava kalitesi (Kaynak: TWC , 25.12.2024, 2024).

2.4. Türkiye de Gerçekleşen Kaynak Kazalarına Genel Bir Bakış

Türkiye'de kaynakçılık sektöründe meydana gelen iş kazaları, özellikle 2015-2018 yılları arasında belirgin bir artış göstermiştir. Bu dönemde kaynakçılar ve oksi-gaz kesimcilerinde yaşanan iş kazaları %66,4 oranında artmıştır. Toplamda 13.560 kaza kaydedilmiş olup, bu kazaların %62'si uzuvları etkilemiş ve %40,9'u ciltte kesik ve sıyrıklara neden olmuştur. Aynı dönemde, toplam kazaların %0,35'i ölümle sonuçlanmıştır (Teker T, 2020). Kazaların gençlerden ve deneyimsiz işçilerden kaynaklandığı bildirilmiştir (Güllüoğlu E, 2019). Türkiye'de kaynak işleri yapılan çok sayıda işletme yer almaktadır. SSK'nın düzenlemiş olduğu kaza istatistiklerine baktığımızda iş kazalarının ve meslek hastalıklarının daha çok küçük çaplı kaynak imalatı yapan işletmelerde yaşandığı görülmektedir (Tokaç, 2018).

2.5. Kaynak İşlerinde Alınacak İş Güvenliği Önlemleri

İş sağlığı ve güvenliği kapsamında iş kazalarını engellemek ve güvenlik anlamında sağlıklı bir çalışma alanı oluşması adına alınması gereken önlemler bulunmaktadır. Ülkemizde yasal dayanak olarak bu uygulamalar 6331 sayılı ve 30.06.2012'de yayınlanan İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununda yer almaktadır (Tokaç, 2018).

6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'na (İSG, 2012) göre;

İşveren ile Çalışanların Görev, Yetki ve Yükümlülükleri

İşverenin genel yükümlülüğü

MADDE 4 – (1) İşveren, çalışanların işle ilgili sağlık ve güvenliğini sağlamakla yükümlü olup bu çerçevede;

a) Mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi dâhil her türlü tedbirin alınması, organizasyonun yapılması, gerekli araç ve gereçlerin sağlanması, sağlık ve güvenlik tedbirlerinin değişen şartlara uygun hale getirilmesi ve mevcut durumun iyileştirilmesi için çalışmalar yapar.

b) İşyerinde alınan iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyulup uyulmadığını izler, denetler ve uygunsuzlukların giderilmesini sağlar.

c) Risk değerlendirmesi yapar veya yaptırır.

ç) Çalışana görev verirken, çalışanın sağlık ve güvenlik yönünden işe uygunluğunu göz önüne alır.

d) Yeterli bilgi ve talimat verilenler dışındaki çalışanların hayati ve özel tehlike bulunan yerlere girmemesi için gerekli tedbirleri alır.

(2) İşyeri dışındaki uzman kişi ve kuruluşlardan hizmet alınması, işverenin sorumluluklarını ortadan kaldırmaz.

(3) Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği alanındaki yükümlülükleri, işverenin sorumluluklarını etkilemez.

(4) İşveren, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin maliyetini çalışanlara yansıtamaz.

Çalışanların yükümlülükleri

MADDE 19 – (1) Çalışanlar, iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili aldıkları eğitim ve işverenin bu konudaki talimatları doğrultusunda, kendilerinin ve hareketlerinden veya yaptıkları işten etkilenen diğer çalışanların sağlık ve güvenliklerini tehlikeye düşürmemekle yükümlüdür.

(2) Çalışanların, işveren tarafından verilen eğitim ve talimatlar doğrultusunda yükümlülükleri şunlardır:

a) İşyerindeki makine, cihaz, araç, gereç, tehlikeli madde, taşıma ekipmanı ve diğer üretim araçlarını kurallara uygun şekilde kullanmak, bunların güvenlik donanımlarını doğru olarak kullanmak, keyfi olarak çıkarmamak ve değiştirmemek.

b) Kendilerine sağlanan kişisel koruyucu donanımı doğru kullanmak ve korumak.

c) İşyerindeki makine, cihaz, araç, gereç, tesis ve binalarda sağlık ve güvenlik yönünden ciddi ve yakın bir tehlike ile karşılaştıklarında ve koruma tedbirlerinde bir eksiklik gördüklerinde, işverene veya çalışan temsilcisine derhal haber vermek.

ç) Teftişe yetkili makam tarafından işyerinde tespit edilen noksanlık ve mevzuata aykırılıkların giderilmesi konusunda, işveren ve çalışan temsilcisi ile iş birliği yapmak.

d) Kendi görev alanında, iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması için işveren ve çalışan temsilcisi ile iş birliği yapmak

Risklerden korunma ilkeleri

MADDE 5 – (1) İşverenin yükümlülüklerinin yerine getirilmesinde aşağıdaki ilkeler göz önünde bulundurulur:

a) Risklerden kaçınmak.

b) Kaçınılması mümkün olmayan riskleri analiz etmek.

c) Risklerle kaynağında mücadele etmek.

ç) İşin kişilere uygun hale getirilmesi için işyerlerinin tasarımı ile iş ekipmanı, çalışma şekli ve üretim metotlarının seçiminde özen göstermek, özellikle tekdüze çalışma ve üretim temposunun sağlık ve güvenliğe olumsuz etkilerini önlemek, önlenemiyor ise en aza indirmek.

d) Teknik gelişmelere uyum sağlamak.

e) Tehlikeli olanı, tehlikesiz veya daha az tehlikeli olanla değiştirmek.

f) Teknoloji, iş organizasyonu, çalışma şartları, sosyal ilişkiler ve çalışma ortamı ile ilgili faktörlerin etkilerini kapsayan tutarlı ve genel bir önleme politikası geliştirmek.

g) Toplu korunma tedbirlerine, kişisel korunma tedbirlerine göre öncelik vermek.

ğ) Çalışanlara uygun talimatlar vermek. (ss.3-12)

İş güvenliğini sağlamak işyerleri için yasal bir zorunluluktur ve bu önlemleri alarak iş kazalarını önlemek ve işçilerin sağlığını korumak gereklidir. Kazaların yoğunluğunu azaltmak için yapılması gerekenler arasında çalışanlar için güvenli çalışma koşulları sağlamak çok önemlidir (Yılmaz, 2024). Wanjari (2021), Hindistan'da kaynak işçileri ile ilgili yaptığı bir çalışmaya göre her yıl 40-50 kaynakçı kaynak dumanından kaynaklanan solunum sorunları nedeniyle hastaneye kaldırılıyor ve bu kaynakçılardan 2'si ölüyor. Her yıl dokuz kaynakçı işle ilgili astım sorunları yaşıyor. Yaralanmalardan sonra kişisel olarak en sık bildirilen etkiler arasında cilt sorunları (%74,3), arkla ilgili sorunlar (%61,3), astım komplikasyonları (%46,7) yer alırken, en az sık görülen durum ise işitme güçlüğü (%35,7) idi. Cilt, göz ve solunum yolu hastalıkları, çeşitli çalışmalarla ilişkilendirilen yaygın sağlık tehlikeleri arasındadır (Wanjari, 2021).

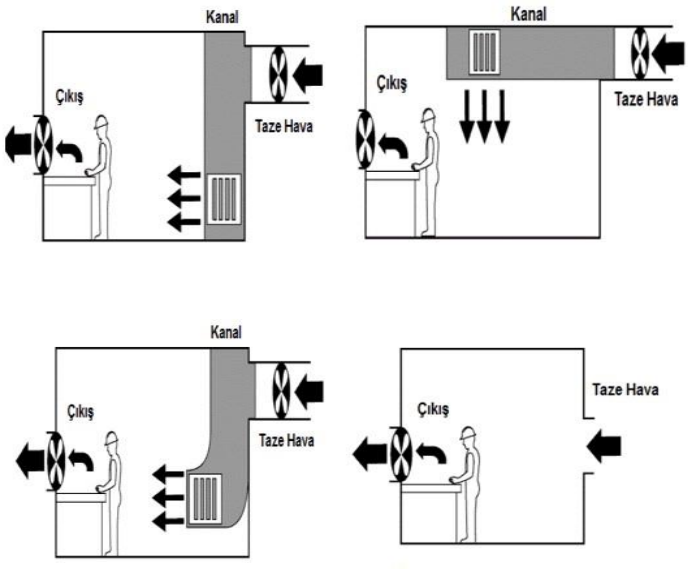
2.5.1. Toz, Duman ve Gazlardan Korunmak İçin Alınması Gereken Önlemler

Kaynak işlerinde oluşan toz, duman ve gaz gibi kirleticilerin ortam havasına yayılımını önlemek gerekir. Bunu sağlamak için genel ve lokal havalandırma gibi metot kullanılmaktadır (Kaymaz, 2014). Yapılan kaynağın türü, niteliği, işyerinin özelliği ve kullanılan ekipmanın türüne uygun şekilde uygun havalandırma sistemleri kullanılmalıdır (Blunt J, 2002). Amaç, ortama yayılabilecek olan kirleticilerin ortamdan uzaklaştırılması ve eşik değerin altında tutulmasını sağlamaktır (Health vd., 2017). Kaynakçılık işlerinde en temel tehlike, havaya karışan toz, duman ve bileşikleridir. İSG Kanunu'na tabi olan ve

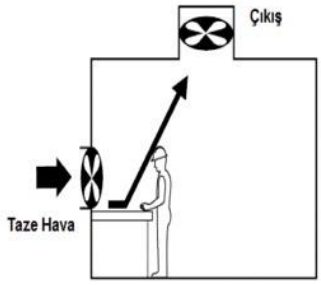
tozlardan korunmak için, toplu korunma önlemlerinden KKD kullanıma kadar bazı zorunlu uygulamalar, alınması gerekli tüm tedbirler Tozla Mücadele Yönetmeliğinde yer almaktadır (Tokaç, 2018). Toplu korunma önlemleri olarak;

2.5.1.1. Genel Havalandırma

Kaynak işlerinin yapıldığı sırada meydana gelen hava kirleticilerini uzaklaştırmak, hava kalitesini iyileştirmek amacıyla kirli havayı dışarı atmak ve yerine temiz hava sağlamak için kullanılan sistemlerin tümüdür. Bu sistem, ortam havasının sıcaklığını, nemini ve hava dolaşımını kontrol ederek çalışanların sağlığını korumayı ve konforlu bir çalışma ortamı oluşturmayı hedefler (Kaymaz, 2014; Yılmaz, 2015). Genel havalandırma, binanın geneline yüksek miktarda temiz havanın içeri girişini sağlayarak kirli havanın tahliye edilmesi prensibine dayanır. Bu sistem genel manada duvar kısımlara, bir odaya ya da binanın çatı kısmına monte edilmiş geniş egzoz fanlarını içerir. Tamamen kirli havayı uzaklaştırmayıp kirli havadan uzak yerde bulunan işçileri de negatif yönde etkileyebilmektedir. Emiş fan, eğer işçinin çalışma bölgesinde ise ve taze hava fanı da işçinin arka kısmına konumlandırılmışsa, kirli havanın tahliyesi daha etkin hale gelebilmektedir (Health vd., 2017; Yılmaz, 2024).



Şekil 2.14. Tavsiye edilen genel havalandırma örnekleri (Kaynak: CB, 2024).



Şekil 2.15. Tavsiye edilmeyen genel havalandırma örneği (Kaynak: CB, 2024).

2.5.1.2. Lokal Havalandırma

Genel havalandırma yardımı ile ortamdaki kirleticilerin eşik değere düşürülemediği ve sağlık açısından riskin önlenemediği durumlarda kaynakçının bulunduğu alanın lokal havalandırma ile kirleticilerin alandan uzaklaştırılması işlemidir. Lokal emiş sisteminin ağzı kaynağın yapıldığı kısma, kirli gaz ve dumanın etrafa yayılmasını önlemek için yakın bulunmalıdır (Kaymaz, 2014). Bu sayede toksik kirletici, kaynakçının nefes alma bölgesinde ulaşmadan önce kontrol edildiğinden dolayı lokal havalandırma sistemi çok daha yararlı bir yoldur (Yılmaz, 2015).



Şekil 2.16. Lokal havalandırma (Kaynak: Güvenler, 2025).

2.6. Kaynak İşlerinde Kullanılan Temel Kişisel Koruyucu Donanım (KKD)' lar

01.05.2019 tarihli ve 30761 sayılı Resmî Gazete' de yayınlanan Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği'ne göre KKD:

1) Kişilerce bir veya birden fazla sağlık ve güvenlik riskine karşı korunmak amacıyla giyilmek veya tutulmak üzere tasarlanmış ve imal edilmiş donanımı,

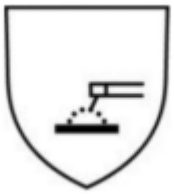
2) Koruma işlevi için gerekli olan, belirtilen donanıma ait değiştirilebilir parçaları

3) Belirtilen donanımlara ait, kişilerce giyilmeyen veya tutulmayan, donanımı bir dış cihaza veya uygun bir ankraj noktasına bağlamak amacıyla tasarlanmış, bir yapıya kalıcı

olarak bağlanmayan ve kullanım öncesinde sabitlenmesine gerek duyulmayan bağlantı sistemlerini, ifade eder (Gazete, 2019), (s.1)

İşveren, toplu koruma önlemleri ile önleyemediği her türlü muhtemel vücut yaralanması ile karşı karşıya olan çalışanlar için yapılan işe uygun korucuyu giyecek temini sağlamakla yükümlüdür (ÇSGB, 2018).

Tüm koruyucu donanımlar, TS EN Standartlarına uygun olmalı ve CE sertifika ibaresi ile ürünün ilgili teknik düzenlemesine uygun olduğunu gösteren işareti barındırmalıdır (TSE, 2023).



Şekil 2.17. Kaynakçı koruyucu donanımlarda yer alan piktogram (Kaynak: Eker, Y, 2016).

2.6.1. Koruyucu Giysiler

Isıl izolasyona karşı koruyucu giysiler, yüksek sıcaklık, alev, ergimiş metal sıçramaları, kesilme, yırtılma, gibi mekanik tehlikelere karşı koruma sağlayan özel giysilerdir. TS EN ISO 6942 standardı ve TS EN ISO 11611 standardı, kaynak işlerinde meydana gelebilecek ısı, ışıma ve yangına karşı gerekli korumayı sağlamaktadır (ÇSGB, 2018).



Şekil 2.18. Deri kaynakçı önlüğü (Kaynak: Elkoruma, 2024).



Şekil 2.19. Isı alev ve kaynak sıçramalarına karşı koruyucu elbise (Kaynak: Elkoruma, 2024).

2.6.2. El ve Kol Koruyucu Donanımlar

Kaynak işçileri, açığa çıkan ışınlar, tozlar ve sıcak metal sıçramalarından dolayı el, kol gibi dışarda kalan bölgelerini oluşabilecek zararlardan korumalıdırlar. Mor ötesi ışınlar pamuk, yün ve sentetik kıyafetlerden oluşan elbiseleri hemen tahrip ettiklerinden dolayı kaynak yaparken deri eldiven, kolluk gibi kişisel koruyucular kullanılmalıdır (Starline, 2024). Kişisel Koruyucu Donanım Kategarizasyon Rehberine Dair Tebliğ' e göre kategori II olarak sınıflandırılmaktadır (Gazete, 2006). TS EN 12477 standardı, el kol donanımları için gerekli korumayı sağlamaktadır ve tüm koruyucu eldivenlerin hepsi TS EN ISO 21420 satandardına uymalıdır (ÇSGB, 2018). Performanslarına göre Tip A (düşük yeterlilik) ve Tip B (yüksek yeterlilik) şeklinde sınıflandırılırlar ve yüksek el becerisi gerektiren TIG kaynak yönteminde Tip B ve diğer kaynak çalışmalarında Tip A eldivenleri kullanılır (ÇSGB, 2018; Starline, 2024).



Şekil 2.20. Deri kaynakçı eldiveni (Kaynak: Elkoruma, 2024).



Şekil 2.21. Deri kaynakçı kolluğu (Kaynak: Elkoruma, 2024).

2.6.3. Ayak ve Bacak Koruyucu Donanımlar

Kaynakçılar, işyerinde fiziksel risklere maruz kalabilirler. Düşme, kayma gibi etkenler ayakların ve bacakların sakatlanmasına neden olabilir. Fakat bu risklerden özellikle ayak koruyucu ekipman giyerek korunabilmek mümkün hale gelebilmektedir. Ayakkabılar sıcak metal sıçramasına karşı uzun konçlu, mekanik etkenlere karşı çelik burunlu olarak yapılmalıdır (Yılmaz, 2024). Emniyet ve elektrik için yalıtkan ve koruyucu özellikli olan ayakkabılar TS EN ISO 20345 ve TS EN ISO 20346 standardına uygun olmalıdır. Ayrıca ayak koruyucu ve donanımlar, ergonomik, anti-statik ve yalıtkan özellikle olmalıdır (ÇSGB, 2018).



Şekil 2.22. Çelik burunlu kaynakçı ayakkabısı (Kaynak: Elkoruma, 2024).



Şekil 2.23. Deri kaynakçı tozluğu (Elkoruma, 2024).

2.6.4. Göz ve Yüz Koruyucu Donanımlar

Kaynak işlemi sırasında ortama yayılan toz, gaz, ışınlar gibi fiziksel, kimyasal, biyolojik etkenlere karşı kullanılan koruyucu donanımlardır. Özellikle TS EN 169 ve TS EN 175 standartları gözleri korumak için gerekli korumayı sağlamaktadır (ÇSGB, 2018).

Kaynak gözlüğü: Kaynak işlerinde meydana gelen yoğun ışınımından dolayı gözlerin korunması gereklidir. Gaz, oksi-asetilen kaynakları gibi işlemlerde kullanılırlar.



Şekil.2.24. Kaynak işleri için kullanılan gözlük (Kaynak: Hakan Saç Metal, 2024).



Şekil 2.25. Kaynak maskesi (Kaynak: Elkoruma, 2024).

Vizörler: Sadece göz kısmını ya da göz ile beraber yüzün tamamını ya da bazı bölgelerini kapsayan koruyuculardır. Hafif darbelere karşı uygundur. Kullanılan kaynak yöntemine göre değişkenlik gösterebilirler. Polikarbonat, asetat gibi malzemelerden elde edilirler.



Şekil.2.26. Kaynakçı vizörü (Topaloğlu, 2024).

Bazı ekipmanlar birçok korumayı bir arada bulundururlar. Aşağıdaki koruyucu ekipman otomatik kararan ve hava beslemeli kaynak başlığı şeklindedir. Baş koruması, solunum korumasını bir arada sunar. Aşırı ısı, ultraviyole radyasyona ve yanıklara karşı optimum koruma sağlar (Elkoruma, 2024).



Şekil 2.27. Otomatik kaynak başlığı, vizör, baret, solunum koruması (Elkoruma, 2024).

2.6.5. Solunum Koruyucular

Çalışanların iş yeri ortamında solunum bölgesinde toz, gaz gibi kirleticilerin bulunması ya da havanın oksijen seviyesinin % 19,5'in altına düşerek diğer kirleticilerin daha yoğun olduğu durumda kullanılması gerekilen donanımlardır. Temelde iki gruba ayrılan solunum koruyuculardan ilki ortamın atmosferine bağımlı olup, mevcut kirli havayı alarak filtreler. Toz maskesi örnek olarak gösterilebilir. Diğeri ise ortamdaki havadan bağımsız olup çalışana temiz hava sağlayan solunum koruyuculardır (ÇSGB, 2018).

a) Mevcut kirli havayı filtreleyen;

Ortamdaki atmosfere bağlı olan solunum koruyucular partikül ve gaz filtreli türleri var olup partikül filtreleri P1 toksik olmayan tozlar, P2 maskeleri mavi yazılı olup kansere neden olabilecek tozlar için, P3 maskeleri ise kırmızı renk yazılı ve tüm toksik tozlar için kullanılan maskelerdir. TS EN 136, TS EN 140, TS EN 143, TS EN 149 standartlarına uygun olmalıdırlar (Certificasyon, 2025).



Şekil 2.28. Partikül solunum maskesi (Kaynak: 3M, 2024).



Şekil 2.29. Mevcut havayı filtreleyen maskeler (Kaynak: (ÇSGB, 2018).

Gaz filtreleri için genel olarak ABEK filtreleri kullanılmaktadır. Metalurji ve metal imalatı, lehim, kimyasal üretim ve uygulama, temizlik çalışmalarında ve zararlı gazların bulunduğu diğer çalışma ortamlarında kullanılır. A kahverengi (organik bileşenlere ait gaz ve buhar), B gri (inorganik gaz ve buharlar), E sarı (sülfürlü gazlar) ve K kırmızı (amonyaklı gazlar) rengi temsil edip bu solunum koruyucular TS EN 14387 standardına uygun olmalıdır (İGE, 2024).



Şekil 2.30. Yarım yüz solunum maskesi (Kaynak: Elkoruma, 2024).

b) Çalışana temiz hava sağlayan;

Yüz korumalı ve solunabilir bir gaz sistemi vardır. “Kapalı Devre Solunum Cihazları” olarak adlandırılabilir. 6 temel gruba ayrılırlar. Bunlar, tahlisiye cihazı, kimyasal reaksiyonlu (oksijen üreten) cihaz, basınçlı oksijen tüplü cihaz, basınçlı temiz hava tüplü cihaz, basınçlı hava sistemine bağlı hortumlu maske ve hava vericisiz hortumlu maskedir. TS EN 137, TS EN 139, TS EN 145, TS EN 12942, TS EN 13794 standartlarına uygun olmalıdırlar (ÇSGB, 2018).



Şekil 2.31. Hava beslemeli solunum koruyucu (Kaynak: Elkoruma, 2024).

Solunum koruyucu kullanımında uygun olanı seçmek önemlidir. Bunun için ortam havasında yer alan tehlikeli maddenin doğru tespiti, konsantrasyonu, maruz kalma sınır değerleri ve solunum koruyucunun nominal koruma faktörü’ nün (NPF) hesaplanması önem arz etmektedir (ÇSGB, 2018).

2.6.6. Diğer Sağlık ve Güvenlik Önlemleri

Kaynak işlerinde oluşabilecek sağlık ve güvenlik sorunları çok çeşitli olduğundan dolayı her biri için o soruna karşı önlem almak gerekmektedir. Burada ise çok sık rastlanılan tehlikelere yönelik alınması gerekli önlemlere değinilecektir (Yılmaz, 2024). Kaynak işlerinde ark kaynağının sebep olabileceği elektrik çarpmasının en sık görülen ciddi ve acil risk nedeni ile karşı karşıyadır. Elektrik çarpması ciddi yaralanmalara veya ölüme neden olabilir (Wanjari, 2021). En yüksek gerilim, kaynak makinesinin boşta iken çalışması nedeniyle olmaktadır. Çünkü kaynak yaparken 20 ile 30 volt arasında oluşan gerilim, makine boşta iken bu değer 65 ile 100 volt arasında değerlere sahip olabilmektedir (Kaymaz, 2014). Bu nedenle kaynak makinesi boşta çalışmamalıdır. Elektrik çarpmasına karşı çalışan, kuru lastik eldiven ile çalışmalı, akımı geçirebilecek tüm parçalar topraklanmalıdır (Yılmaz, 2024).

Kaynak işlerinde kazalara neden olabilecek bir diğer sorun da kapalı alanlarda yapılan kaynak işleridir. Tank, kazan gibi kapalı ve dar alanlar hem hareketi kısıtlayıcı alanlar, hem de oluşabilecek toz, duman ve diğer kirleticiler bakımından yoğun olabilecek alanlardır. Bu da işçinin tehlikelere maruz kalmasına yol açmaktadır. Bu sebeple, dar alanlarda kapaklar sürekli açık kalmalı, fiziksel yaralanmalara neden olabilecek malzemeler kaldırılmalı, içerideki oksijen miktarının yeterli düzeyde olup olmadığı kontrol edilmeli, gerektiğinde lokal havalandırma sistemleri kullanılmalıdır (Tan, 2008).

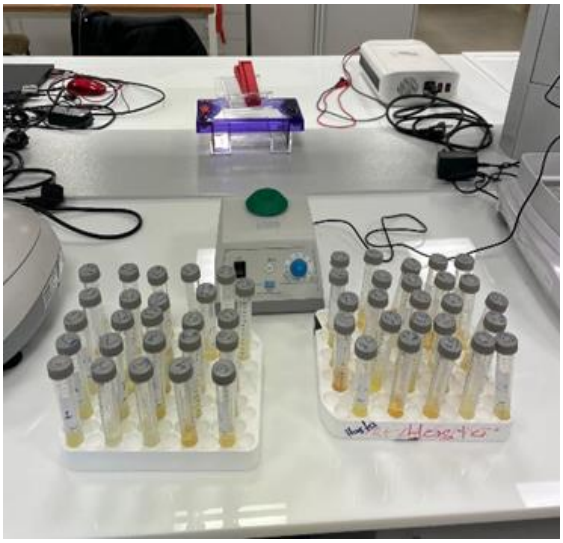
Gürültü, kaynak işlerinde kullanılan yönteme göre şiddeti değişen bir etkendir. 85-105 dB şiddet değerinde gürültü meydana gelebilmektedir. Bu değerler insan sağlığı açısından dikkat edilmesi gerekilen değerlerdir. Öncelikle gürültü düzeyi kaynağında eşik değerin altına düşürülmeli, gürültü maruziyetinin başka yollardan önlenemediği işyerlerinde 80 dB ve üzerinde gürültü seviyesi var ise çalışanlara kulak koruyucu donanımlar verilmeli, gürültü düzeyi 85 dB' yi aşıyor ise bunların mutlaka kullanılması sağlanmalıdır (Sistemi, 2024). Bu koruyucular, gürültü düzeyini 10 ila 20 dB' ye kadar düşürebilmektedir (Yılmaz, 2024).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

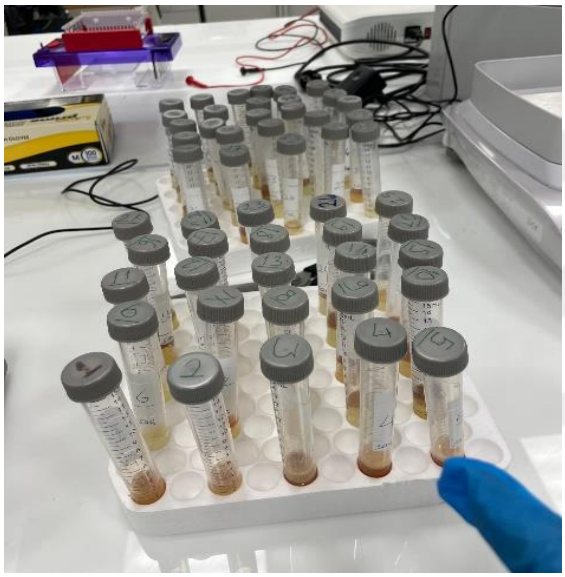
Tez çalışmamızda Yozgat İli Yerköy Organize Sanayi Sitesi'nde 5 farklı iş yerinde kaynak işi yapan, 51 kaynak işçisinden etik kurul onayı ile sanayi sitesi sahipleri ve kaynak işçilerinden izinler alınarak saç ve idrar örneği alındı. Ayrıca 51 kaynak işçisine anket çalışması da yapılarak verilerin analizi ve toplanan numunelerin istatistiksel analizi SPSS 20.0 paket programı kullanılarak sonuçlar değerlendirildi.

Saç numuneleri 51 işçinin ense bölgesinden kök kısmına yakın olacak şekilde çelik makas yardımı ile bir tutam kesilerek zarflara konuldu. Alınan saç örneklerinin, ön analiz işlemleri gerçekleştirilene kadar güneş ışığı görmesi engellenerek karanlık bir ortamda beyaz zarf içerisinde muhafaza edildi. Numunelerin, ön analizleri Yozgat Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi Multidisipliner Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirildi. Saçlar, en az 0,1 gram olacak şekilde tek tek tartılarak hassas terazi kullanılarak 15 ml'lik polipropilen tüplere aktarıldı. Çeker ocak altında her bir tüpe 3 ml nitrik asit (HNO_3) eklenip vorteks işlemi uygulandıktan sonra, saç numunelerinin üzerine 2 ml hidrojen peroksit (H_2O_2) eklendi ve tekrar vorteks işlemi uygulanarak çözümlenme işlemi gerçekleştirildi. Tamamen homojen olan numunelerin üzerine saf su eklenip tekrar vorteks işleminden sonra analiz işlemine kadar +4°C'de buzdolabında bekletildi.

İdrar numuneleri de 51 kaynak işçisinden alınıp her biri 50 ml'lik steril olan idrar kaplarına koyuldu. İdrarlar, -20°C'de Yozgat Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı Multidisipliner Araştırma Laboratuvarı'nda muhafaza edildi. İdrar numuneleri ön işleme tabi olmadan önce homojen hale getirilmek üzere karıştırılıp, ardından her bir numunenin, 15 ml'lik polipropilen tüplere aktarımı gerçekleştirildi. İdrarlara çeker ocak altında 3 ml nitrik asit (HNO_3) eklenip, vorteks işlemi uygulandıktan bir süre sonra çözümlenmesi için her bir tüpe 2 ml hidrojen peroksit (H_2O_2) eklendi ve tekrar vorteks işlemi uygulanarak homojenlik sağlandı. Tamamen homojenleşen numunelere saf su eklenip tekrar vorteks işleminden sonra analiz işlemine kadar +4°C'de buzdolabında muhafaza edildi.



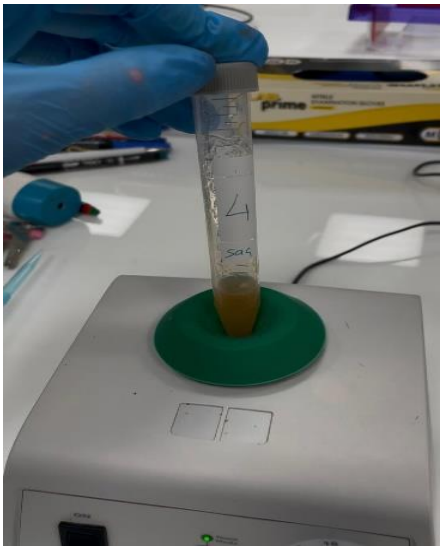
Resim 3.1. İdrar numuneleri



Resim 3.2. Saç numuneleri



Resim 3.3. Nitrik asitlenmiş saç numunesi



Resim 3.4. Vorteksleme işlemi

Çalışmamıza ek olarak 51 kaynak işçisine anket soruları yöneltilerek bazı bilgiler edinildi ve sonuçlar SPSS 20.0 paket programında değerlendirildi.

İstatistiksel analiz: İstatistiksel analizler, SPSS 20.00 (Statistical Package for the Social Sciences SPSS Inc, Chicago, IL) istatistik programı kullanıldı. Tanımlayıcı istatistikler sürekli değişkenler için ortalama ± standart sapma, kategorik değişkenler için % olarak verildi. Grupların normal dağılıp dağılmadı Kolmogorov-Smirnov testi ile tespit edildi. Gruplar arasındaki ölçüm değerlerinde bağımsız gruparda t-testi ve Anova testleri, kategorik değişkenler ise ki-kare testi kullanılarak değerlendirildi. Bununla birlikte, normal dağılmayan gruplarda Mann Whitney U ve Kruskall-Wallis testi kullanıldı. 0,01 ve 0,05'in altındaki p değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1. Anket Veri İstatistik Sonuçları

Yozgat İlinde idrar ve saç numuneleri alınan kaynak işçilerine anket uygulanmıştır ve bu anket sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikler aşağıdaki gibi tablo ve grafik formatlarıyla açıklanmıştır.

Tablo 4.1. Yaş ve beden kitle indeksi durumuna ait tanımlayıcı istatistikler

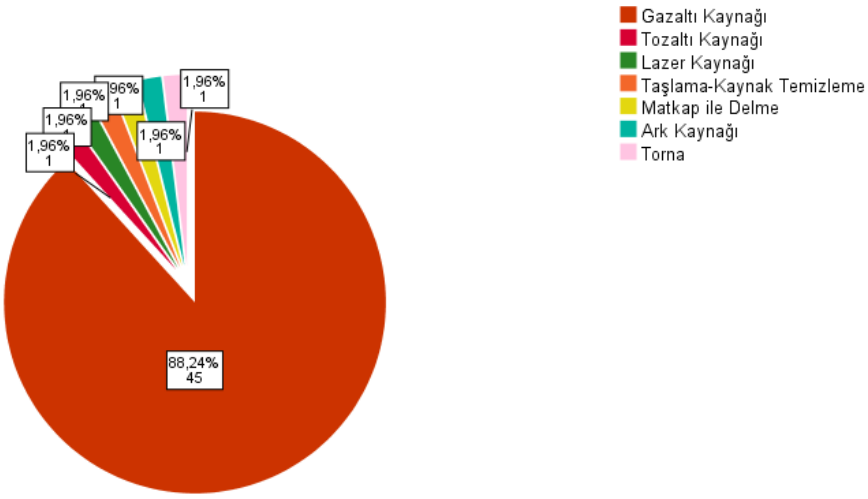
	Ortalama ± SS	**Minimum**	**Maksimum**
Yaş (yıl)	38,00±9,54	21	54
BKİ (kg/boy(m²)	27,52±4,48	19,5	39,8

Tablo 4.1. 51 kaynak işçisine ait anket verilerine göre iş yerinde en küçük yaş 21 iken yaşı en büyük olan kişi 54 yaşındadır. Diğerleri bu iki yaş aralığında yer almaktadır. Beden kitle indeksine göre ise yaş ve boy ortalaması hesaplaması ile minimum indeks 19,5 iken maksimum indeks 39,8 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.2. Medeni durum ve eğitim durumuna ait tanımlayıcı istatistikler

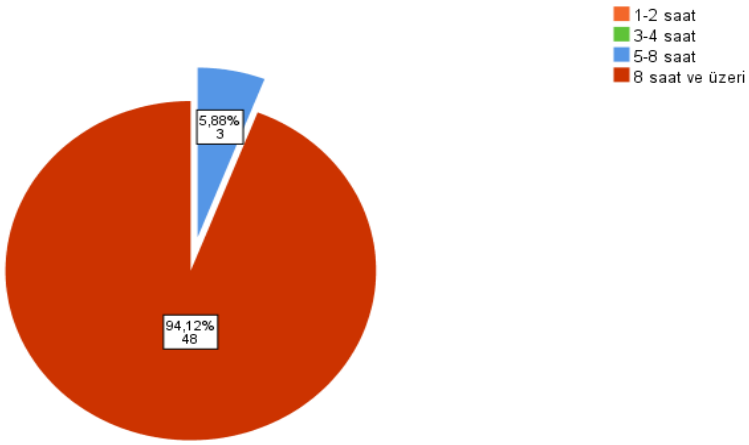
		n	**%**
Medeni Durum	**Bekar**	16	31,4
	Boşanmış	2	3,9
	Evli	33	64,7
Eğitim Durumu	**İlk Okul**	6	11,8
	Orta Okul	15	29,4
	Lise	27	52,9
	Ön Lisans	3	5,9

Tablo 4.2.'de 51 kaynak işçilerine uygulanan anket verilerine göre medeni durum bilgileri 16 bekar (% 31,4), boşanmış 2 (%3,9) ve evli 33 (%64,7)' tür. Eğitim durumu verileri ise ilkokul mezunu 6 (%11,8), orta okul 15 (%29,4), lise 27 (%52,9), ön lisans mezunu 3 (%5,9) olarak gözükmektedir ve kaynakçıların çoğunluğunun lise mezunu olduğu anlaşılmaktadır.



Grafik 4.1. Çalışılan kaynak birimi istatistikleri

Grafik 4.1.'e göre çalışılan kaynak birimi sorusuna yönelik verilen cevaplarda, 45 kişinin (%88,24) gaz altı kaynağıyla kaynak işlemi yaptığı, toz altı kaynak yapan 1 kişi %(1,96), lazer kaynağı yapan 1 kişi (%1,96), taşlama ve kaynak kesimini aynı anda yapan 1 kişi (%1,96), matkap ile delme faaliyetini yapan 1 kişi (%1,96), ark kaynağı ile uğraşan 1 kişi (%1,96) ve torna işi yapan 1 kişi (%1,96) olarak görülmektedir.



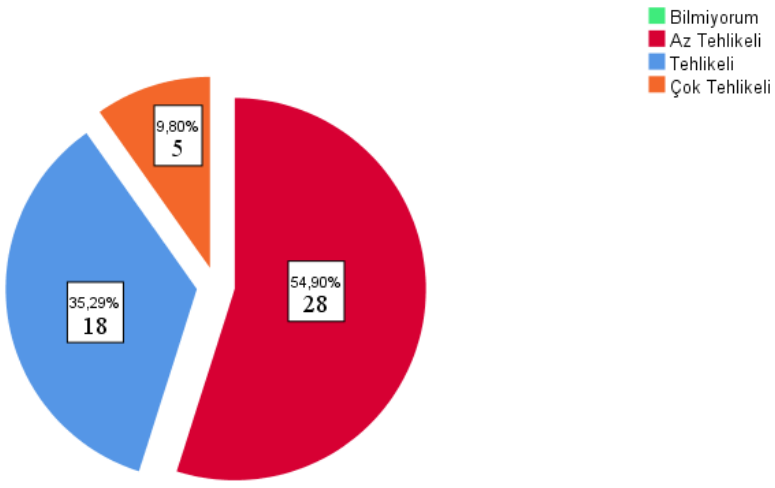
Grafik 4.2. Günlük çalışma süresi istatistikleri

Grafik 4.2.'ye göre günlük çalışma süresini sorduğumuzda 5-8 saat çalışanlar 3 kişi (8%5,9), 8 saat ve üzeri çalışanlar çoğunluk olmak üzere 48 kişi (%94,1) ile cevap vermiştir. Günlük 1-2 saat ve 3-4 saat süre ile kimse çalışmamaktadır.

Tablo 4.3. Aynı işyerinde çalışma süresi

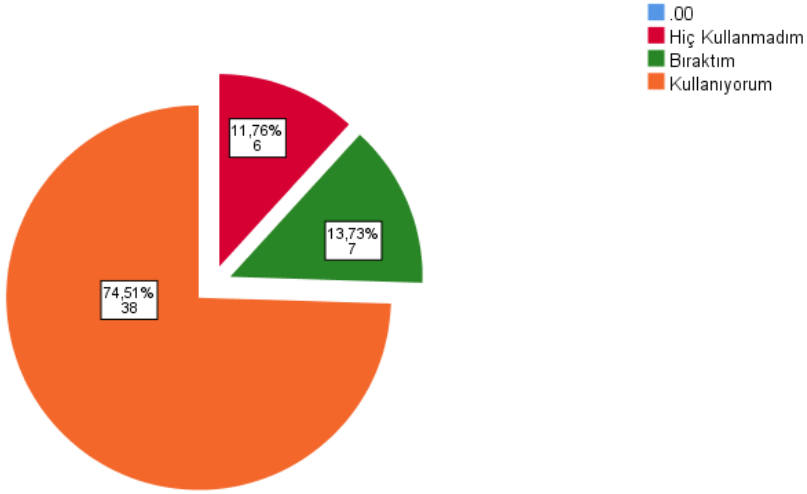
	Süre	**n**	**%**
Aynı İşyerinde Çalışma Bilgisi	**0-2 yıl**	17	33,3
	3-5 yıl	23	45,1
	10 yıl ve üzeri	11	21,6

Tablo 4.3.' te 0-2 yılları arasında aynı işyerinde çalışan 17 kişi (%33,3), en fazla 3-5 yılları arası çalışan 23 kişi (%45,1), 10 yıl ve üzeri çalışan 11 kişi (%21,6) olarak tespit edilmiştir.



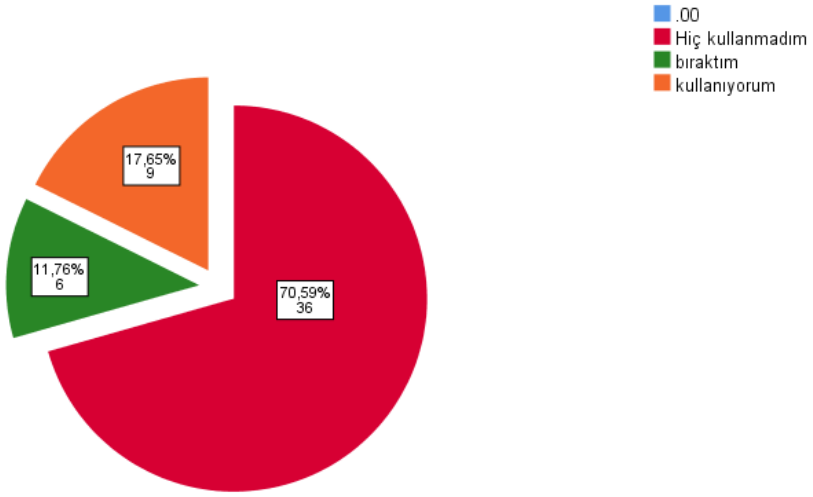
Grafik 4.3. Tehlike sınıfı bilgi düzeyi

Grafik 4.3.' te görüldü gibi tehlike sınıfı bilgi seviyelerini ölçtüğümüzde, yaptığı işin hangi sınıf olduğunu bilme konusunda az tehlikeli cevabı veren 28 kişi (%54,9), tehlikeli cevabı vererek tehlike sınıfını doğru bilen 18 (%35,3) ile çok tehlikeli cevabı verenlerin sayısı da 5 (%9,8)'tir. Bu durumda bilmiyorum cevabı hiç kimse vermemiştir.



Grafik 4.4. Sigara kullanım bilgileri

Grafik 4.4.' te sigara kullanım bilgileri hiç kullanmadım diyenler 6 (%11,76), bıraktım diyen kişi ayısı 7 (%13,73), kullanıyorum diyenler ise 38 kişi (%74,51) olarak cevap vererek çoğunluğun sigara kullandığı anlaşılmaktadır. (r=0,029; p<0,05).



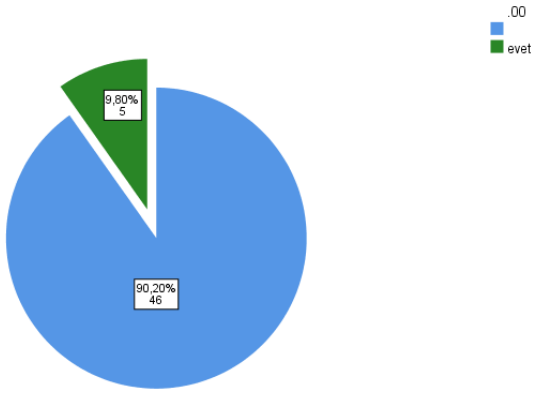
Grafik 4.5. Alkol kullanım bilgileri

Grafik 4.5. çalışanların alkol kullanım bilgileri sırasıyla şöyledir; hiç kullanmadım diyenler 36 kişi (%70,59), bıraktım diyenler 6 (%11,76), kullanıyorum diyenler 9 (%17,65)'dur. İstatistiksel olarak Cu idrar düzeyleri alkolü bırakanlarda en yüksek çıkmıştır ($p<0,05$). Zn idrar düzeyleri alkolü bırakanlarda en yüksek düzeyde tespit edildi ($p<0,05$). Çinko ve bakırın eser element olarak vücutta bulunması birçok metabolik işlevin yerine getirilmesi için önemlidir. Bu sebeple çinko ve bakır gibi elementlerin idrarda yüksek çıkması ve buna bağlı olumlu sağlık etkilerinin göstergesidir.

Tablo 4.4. Amalgam dolgu bilgileri

		n	%
Amalgam (gri) Dolgu Bilgisi	**Hayır**	41	80,4
	Evet	10	19,6
Amalgam (gri) Dolgu Adedi	**1**	7	13,7
	2	2	3,9
	3	2	3,9

Tablo 4.4.'te yer alan amalgam sorusuna karşılık verilen bilgilerine bakıldığında 41 kişinin (%80,4) ağzında gri dolgu bulunmadığı, 10 kişinin (%19,6) amalgam dolguları olduğu görülmektedir. Amalgam adedi olarak 1 adet amalgamı olan 7 kişi (%13,7), 2 adet amalgam dolgusu olanlar 2 kişi (%3,9), 3 adet amalgam dolgusu olanlar ise 2 kişi (%3,9) olarak gözükmektedir. Literatürde amalgam dolgu bulunan bireylerde cıva düzeyinin yüksek olmasına yönelik kabul söz konusudur, fakat çalışmamızda cıva düzeyi çalışılmadığı için bununla ilgili herhangi bir korelasyon söz konusu değildir.



Grafik 4.6. Gıda takviyesi kullanım bilgileri

Grafik 4.6.' da gıda takviyesi kullanım bilgilerine göre 46 kişi (%90,2) hayır cevabını vermiştir. Geri kalan 5 kişi (%9,8) ise gıda takviyesi kullandığını söylemiştir.

İstatistiksel olarak gıda takviyesi kullananlarda Ni idrar düzeyleri kullanmayanlara göre yüksek çıkmıştır ($p<0,05$). Bu bulgu kullanılan gıda takviyelerinin içerisinde Ni bulunabileceğini göstermektedir, bununla birlikte ilgili gıda takviye ürünleri analiz edilmediği için buna yönelik yorum yapmak doğru değildir.

Tablo 4.5. Kırmızı et, balık ve deniz ürünleri, meyve-sebze ve beyaz et tüketim bilgilerine ait tanımlayıcı istatistikler

		n	%
Kırmızı Et Tüketimi	**Tüketmiyorum**	1	2
	Nadir	2	3,9
	Ayda 1-2	9	17,6
	Haftada 1-2	22	43,1
	Haftada 3-4	17	33,3
Balık ve Deniz Ürünleri Tüketimi	**Tüketmiyorum**	15	29,4
	Nadir	22	43,1
	Ayda 1-2	7	13,7
	Haftada 1-2	6	11,8
	Haftada 3-4	1	2
Meyve Sebze Tüketimi	**Tüketmiyorum**	3	5,9
	Nadir	4	7,8
	Ayda 1-2	4	7,8
	Haftada 1-2	16	31,4
	Haftada 3-4	24	47,1
Beyaz Et (Tavuk) Tüketimi	**Tüketmiyorum**	3	5,9
	Nadir	2	3,9
	Ayda 1-2	1	2
	Haftada 1-2	21	41,2
	Haftada 3-4	24	47,1

Tablo 4.5.' te görüldüğü gibi kırmızı et tüketim verilerine göre tüketmiyorum diyen 1 (%2,0), nadir 2 (%3,9), ayda 1-2 diyen 9 kişi (%17,6), haftada 1-2 kez tüketen 22 kişi (%43,1), ve haftada 3-4 kez tüketen 17 kişi (%33,3) olarak belirtilmiştir. Balık ve deniz ürünlerini tüketmiyorum diyen 15 (%29,4), nadir tüketen 22 kişi (%43,1), ayda 1-2 kez tüketen 7 kişi (%13,7) ile haftada 1-2 kez tüketen 6 kişi (%11,8) ve haftada 3-4 tüketen 1 kişi (%2,0) olarak cevap vermiştir. Meyve sebze tüketim bilgileri incelendiğinde ise tüketmiyorum diyenler 3 kişi (%5,9), nadir diyenler 4 (%7,8), ayda 1-2 diyen 4 kişi (%7,8), haftada 1-2 16 (%31,4), haftada 3-4 diyen kişi sayısı ise 24 (%47,1) olarak cevap vermiştir. Beyaz et (tavuk) tüketim bilgilerine göre ise tüketmiyorum diyenler 3 (%5,9), nadir diyenler 2 (%3,9), ayda 1-2 diyenler 1 kişi (%2,0) ve haftada 1-2 diyen kişi 21 (%41,2), haftada 3-4 diyen 24 kişi (%47,1) olarak cevap vermiştir.

Tablo 4.6. Süt ürünleri tüketimi, yumurta ve bakliyat tüketimi bilgilerine ait tanımlayıcı istatistikler

		n	%
Süt Ürünleri Tüketimi	**Tüketmiyorum**	3	5,9
	Nadir	3	5,9
	Ayda 1-2	1	2
	Haftada 1-2	9	17,6
	Haftada 3-4	35	68,6
Yumurta Tüketimi	**Tüketmiyorum**	1	2
	Nadir	5	9,8
	Ayda 1-2	1	2
	Haftada 1-2	11	21,6
	Haftada 3-4	33	64,7
Bakliyat (nohut, mercimek, kuru fasülye vb.) Tüketimi	**Nadir**	2	3,9
	Ayda 1-2	1	2
	Haftada 1-2	29	56,9
	Haftada 3-4	19	37,3

Tablo 4.6. verilerine göre süt ürünleri tüketmiyorum diyenler 3 (%5,9), nadir diyenler 3 (%5,9), ayda 1-2 diyen 1 kişi (%2,0), haftada 1-2 tüketiyorum diyenler 9 kişi (%17,6), haftada 3-4 cevabı verenler 35 kişi (%68,6) ile çoğunluktadır. Yumurta tüketim sıklığı verilerinde tüketmiyorum diyen 1 (%2,0), nadir diyenler 5 (%9,8), ayda 1-2 diyen 1 kişi (%2,0), haftada 1-2 cevabı verenler 11 kişi (%21,6), haftada 3-4 ile 33 kişi (%64,7) ile çoğunluk olarak tüketmektedir. Bakliyat tüketim sıklığı verileri nadir diyen kişi sayısı 2 (%3,9), ayda 1-2 diyen 1 (%2,0), çoğunluk haftada 1-2 diyerek 29 kişi (%56,9) ile haftada 3-4 diyenler 19 kişi (%37,3) olarak tüketmektedir.

Tablo 4.7. Fastfood, abur cubur, konserve ve maden suyu tüketim bilgilerine ait tanımlayıcı istetistikler

		n	%
Fastfood Ürünleri Tüketimi	**Tüketmiyorum**	43	84,3
	Nadir	3	5,9
	Ayda 1-2	2	3,9
	Haftada 1-2	2	3,9
	Haftada 3-4	1	2
Abur Cubur (Çikolata, Cips, Gofret vb.) Tüketimi	**Tüketmiyorum**	14	27,5
	Nadir	14	27,5
	Ayda 1-2	1	2
	Haftada 1-2	15	29,4
	Haftada 3-4	7	13,7
	Total	51	100
Konserve Tüketimi	**Tüketmiyorum**	40	78,4
	Nadir	9	17,6
	Ayda 1-2	2	3,9
Maden Suyu Tüketimi	**Tüketmiyorum**	4	7,8
	Nadir	10	19,6
	Ayda 1-2	2	3,9
	Haftada 1-2	10	19,6
	Günaşırı	11	21,6
	Hergün 2-3 Şişe	14	27,5

Tablo 4.7' ye göre fastfood tüketim sıklığı bilgileri tüketmiyorum diyen 43 kişi (%84,3) ile ilk sırada, nadir diyen 3 kişi (%5,9), ayda 1-2 diyen 2 (%3,9), haftada 1-2 (%3,9) ve haftada 3-4 diyen 1 kişi (%2,0) ile cevap vermiştir. Abur cubur tüketim sıklığı olarak tüketmiyorum diyenler 14 kişi (%27,5), nadir tüketenler 14 kişi (%27,5), ayda 1-2 diyen 1 kişi (%2,0), haftada 1-2 diyen 15 kişi (%29,4) ile ilk sırada, haftada 3-4 diyenler 7 kişi (%13,7) olarak görülmektedir. Konserve tüketim sıklığına göre tüketmiyorum çoğunlukta 40 kişi (%78,4), nadir tüketenler 9 kişi (%17,6) ile ayda 1-2 cevabı verenler 2 kişi (%3,9)' dir. Maden suyu tüketim sıklığı verilerine göre tüketmiyorum diyenler 4 kişi (%7,8), nadir tüketenler 10 kişi (%19,6), ayda 1-2 diyen 2 (%3,9), haftada 1-2 cevabı veren 10 kişi (%19,6) ile günaşırı içenler 11 kişi (%21,6), çoğunluk olarak her gün 2-3 şişe diyen 14 kişi (%27,5) ile cevaplamıştır.

Tablo 4.8. Günlük şeker ve tuz tüketim bilgilerine ait tanımlayıcı istatistikler

		n	%
Şeker Tüketimi	**Kullanmam**	11	21,6
	Az Kullanırım	17	33,3
	Normal Kullanırım	14	27,5
	Çok Kullanırım	9	17,6
Günlük Tuz Tüketimi	**Kullanmam**	7	13,7
	Az Kullanırım	20	39,2
	Normal Kullanırım	16	31,4
	Çok Kullanırım	8	15,7

Tablo 4.8.' de günlük şeker tüketim bilgilerinde kullanmam diyenler 11 kişi (%21,6), az kullanırım diyen 17 kişi (%33,3) en yüksek olmakla beraber, normal kullanırım 14 (%27,5), çok kullanırım 9 kişi (%17,6)'dir. Günlük tuz tüketimine baktığımızda kullanmam cevabı 7 (%13,7), az kullanırım diyen 20 kişi (%39,2), normal kullanırım 16 kişi (%31,4), çok kullanırım diyen 8 kişi (%15,7) olarak yer almaktadır.

4.2. KKD Kullanımı Dağılımları

Çalışanların tamamının kaynak işleri yaparken iş elbisesi, iş eldiveni ve iş ayakkabısı kullandıkları anlaşılmaktadır. Maske kullanımında çalışanların %88,2 (45)'inin maske kullandıkları, işçilerinin %96,1 (49)'i gözlük kullandığı, baret kullananlar %49 (25), cilt koruyucu kullananlar %29,4 (15) ve çalışanların %52,9 (27)'unun ise yüz koruyucu kullandıklarını belirtmişlerdir.

4.3. Metal Sonuçları

Tablo 4.9. Kaynak işçileri metal sonuçları

		Ortalama	SS	Min	Maks	Limit	
İdrar (µg/L)	**Cr(İ)**	8,520	0,933	4,420	11,440	0-10	**2 kişide yüksek**
	As(İ)	5,962	1,359	2,950	12,770	0-35	
	Al(İ)	3,448	1,786	2,000	14,670	0-7	**1 kişide yüksek**
	Cu(İ)	477,706	99,263	288,720	764,780	850-1900	
	Ba(İ)	0,050	0,020	0,015	0,130	0-1,80*	
	Be(İ)	0,001	0,001	0,000	0,005	0-0,01*	
	Zn(İ)	917,643	287,226	588,670	1832,140	660-1100	**9 kişide yüksek**
	Cd(İ)	2,222	1,424	0,770	9,960	0-206	**12 kişide yüksek**
	Sn(İ)	1,618	0,848	0,890	6,180	0-0,32*	
	Co(İ)	1,328	0,487	0,640	3,140	0-2	**4 kişide yüksek**
	Pb(İ)	71,030	31,037	33,590	204,270	0-80	**19 kişide yüksek**
	Mn(İ)	4,432	1,054	0,320	5,390	0-2	**48 kişide yüksek**
	Ni(İ)	3,707	1,008	2,170	6,660	0-6	**3 kişide yüksek**
	V(İ)	0,547	0,197	0,240	1,020	0-0,17*	
Saç (µg/g)	**Cr(S)**	4,107	2,164	0,230	10,210	0-10	**1 kişide yüksek**
	As(S)	0,712	0,381	0,290	2,360	0-1	**7 kişide yüksek**
	Al(S)	0,682	0,054	0,600	0,850	0-7	
	Cu(S)	13,771	2,159	9,920	20,690	85-190	
	Ba(S)	0,013	0,004	0,002	0,024	0-4,69*	
	Be(S)	0,002	0,001	0,000	0,006	0-0,2 *	
	Zn(S)	75,863	20,359	42,690	119,720	66-110	
	Cd(S)	0,608	1,364	0,140	9,650	0-2	**2 kişide yüksek**
	Sn(S)	0,384	0,268	0,000	1,320	0-0,046 *	
	Co(S)	0,136	0,103	0,000	0,560	0-1	
	Pb(S)	3,138	1,416	1,740	9,060	0-4	**6 kişide yüksek**
	Mn(S)	2,671	0,967	0,090	4,370	0-2	**40 kişide yüksek**
	Ni(S)	1,639	1,170	0,000	4,890	0-6	
	V(S)	1,473	1,119	0,200	5,750	0-0,02*	

(İ)=İdrar, (S)=Saç, (*)= İlgili elemente ait limit İSG açısından bulunmamakta olup, çeşitli çalışmalardan derlenmiştir (Goullé vd., 2005; Tinkov vd., 2021).

Limit; ACGIH, BEI' nin belirlediği eşik sınır limitleridir ve buna göre sonuçlar değerlendirilmiştir.

Tablo 4.9' da görüldüğü gibi kaynak işçilerinden alınan idrar ve saç numune sonuçlarına göre sırasıyla ortalama idrarda Cr düzeyi 8,520±0,933µg/L olarak 2 kişide limitin üzerinde çıkmıştır ve saç numune sonuçlarında ise Cr düzeyi 4,107±2,164µg/g olup 1 kişide uluslararası limit açısından yüksek bulunmuştur.

İdrarda As değeri 5,962±1,359µg/L olarak çıkmıştır ve bakıldığında hiç kimsenin As değeri limitlerin üzerinde seyretmemiştir. Ancak saç verilerinde As, 0,712±0,381µg/g olarak görülmekte ve toplamda 7 kişinin saçında limit değerin üzerinde çıkmıştır.

İdrarda Al, 3,448±1,786µg/L olup, 1 kişide normal limitin üzerinde seyretmiştir. Saç verilerine göre 0,682±0,054µg/g olarak hiçbir çalışanda limit değerin üzerine çıkmamıştır.

Cu verilerine bakıldığında idrarda 477,706±99,263µg/L olarak çıkmıştır ve Cu seviyesi tüm çalışanlarda limit değerin altındadır. Aynı şekilde Cu saç sonuçları 13,771±2,159µg/g değerleri arasında olup yine herkesin değerleri limit değerler altındadır.

Zn seviyeleri idrarda şöyledir; 917,643±287,226µg/L değerleri arasında olup toplamda 9 kişide uluslararası limitlerin üzerinde çıkmıştır. Saç Zn seviyeleri saçta, 75,863±20,359µg/g değerleri arasında olup çalışanların hiçbirinde limit değerlerini aşmamıştır.

Cd idrardaki değeri 2,222±1,424µg/L değerleri arasında sonuçlanıp toplamda 12 kişide limitlerin üzerinde seyretmiştir. Cd saç sonuçları 0,608±1,364µg/g arasında değerler almıştır ve 2 kişide limit üstünde çıkmıştır.

Co idrar verileri 1,328±0,487µg/L değerleri arasında olup 4 kişide yüksek çıkmıştır. Saç verilerinde ise Co, 0,136±0,103µg/g arasında değerler alarak kimsenin saçında bu limit aşılmamıştır.

Pb idrarda 71,030±31,037µg/L olarak çıkmıştır ve toplamda 19 kişide kurşun seviyeleri uluslararası limit değerin üzerinde çıkmıştır. Pb saçta 3,138±1,416µg/g değerleri arasındadır ve 6 kişinin saçında limit değerleri aşmıştır.

Mn seviyeleri idrarda çalışanlarda 4,432±1,054µg/L değerleri arasında izlemektedir ve toplam 48 kişide limitlerin üzerinde çıkmıştır. Mn saç verilerine göre ise 2,671±0,967µg/g değerleri arasındadır ve toplamda 40 kişinin saçında limit değerlerin üzerinde çıkmıştır.

Ni seviyeleri idrarda 3,707±1,008µg/L değerleri arasında yer almaktadır ve 3 kişide limit değerin üzerinde çıkmıştır. Ni saç seviyeleri 1,639±1,170µg/g değerleri arasında olup çalışanların saçında limit değerin altında çıkmıştır.

V seviyeleri idrarda 0,547±0,197µg/L arasında değerler alıp çalışanlarda kimsede yüksek çıkmamıştır. V saçta 1,473±1,119µg/g arasındadır ve kimsede limit değerleri aşmamıştır.

Tablo 4.10. Metal düzeyleri korelasyonu

		İdrar (µg/L)													Saç (µg/g)												
		As(İ)	Al(İ)	Cu(İ)	Ba(İ)	Be(İ)	Zn(İ)	Cd(İ)	Sn(İ)	Co(İ)	Pb(İ)	Mn(İ)	Ni(İ)	V(İ)	Cr(S)	As(S)	Al(S)	Cu(S)	Ba(S)	Be(S)	Zn(S)	Cd(S)	Sn(S)	Co(S)	Pb(S)	Mn(S)	Ni(S)	V(S)
İdrar (µg/L)	Cr(İ)	,562**	,263	,492**	,135	,225	,144	,030	,076	,341*	,005	,448**	-,359**	,106	-,231	,122	-,118	,077	,110	,120	,152	-,173	,071	,015	,088	,038	-,252	,260
	As(İ)	1,000	,330*	,221	,078	,132	,001	,128	,162	,368**	,128	,517**	-,324*	,094	-,344*	,209	,030	,118	,172	,038	,042	-,103	,116	-,146	,062	-,010	-,270	,131
	Al(İ)		1,000	,198	-,090	,064	,036	,247	,074	,015	,136	-,090	-,370**	-,103	-,293*	,122	,087	-,031	,032	-,158	,069	-,188	-,163	,037	-,188	-,039	,123	-,082
	Cu(İ)			1,000	-,080	,111	,045	,046	,047	-,049	,114	,032	-,235	,010	-,176	-,097	-,010	-,111	-,234	,012	,123	-,131	-,046	-,152	-,038	,112	-,002	,269
	Ba(İ)				1,000	-,244	,064	-,139	-,126	,204	-,202	,225	-,185	,176	-,168	,047	-,183	-,078	,286*	,046	-,089	-,274	,088	-,094	-,020	,085	-,179	-,123
	Be(İ)					1,000	,190	-,038	,190	-,253	,043	-,030	-,015	-,222	,116	,103	-,033	-,115	-,374**	-,054	,284*	-,087	-,114	,197	-,027	-,156	-,025	-,001
	Zn(İ)						1,000	-,162	,131	-,301*	,059	,279*	-,086	-,046	,012	,117	-,230	-,069	-,043	-,124	-,067	-,332*	,084	,099	-,154	,051	-,075	-,186
	Cd(İ)							1,000	,336*	,018	,826**	-,097	,187	-,341*	-,079	-,064	,310*	-,133	-,210	,367**	-,212	,044	,109	-,246	,071	,233	,127	,185
	Sn(İ)								1,000	-,207	,318*	,161	,045	-,389**	-,180	,145	,158	-,174	-,136	,129	-,061	-,011	,019	,004	-,006	,179	-,075	-,037
	Co(İ)									1,000	-,121	,268	-,183	,264	-,152	,104	,141	,196	,410**	,032	,046	,039	-,062	-,048	,167	-,127	-,139	,173
	Pb(İ)										1,000	-,078	,286*	-,257	,039	-,040	,347*	-,156	-,339*	,327*	-,141	-,091	,215	-,157	-,002	,254	-,071	,072
	Mn(İ)											1,000	-,253	,205	-,247	,046	-,089	,056	,356*	,064	,147	-,037	,118	-,062	,113	-,047	-,343*	,018
	Ni(İ)												1,000	-,004	,533**	-,034	,126	-,094	-,194	,301*	-,050	,159	,208	,089	,165	,175	-,027	,072
	V(İ)													1,000	-,082	-,077	,014	,141	,139	-,233	,170	-,295*	-,076	,140	-,191	,081	-,291*	-,126
Saç (µg/g)	Cr(S)														1,000	,044	-,289*	,113	-,047	-,117	,234	,145	,098	,081	,207	-,269	-,022	-,052
	As(S)															1,000	-,024	-,057	,092	-,121	,028	,249	-,023	-,034	,319*	,129	-,066	-,087
	Al(S)																1,000	,250	,036	,184	-,145	,127	-,044	-,013	,064	,444**	-,130	,013
	Cu(S)																	1,000	,322*	-,088	,080	,141	-,184	,195	,112	-,011	-,297*	-,119
	Ba(S)																		1,000	-,003	,115	,013	,008	-,015	,111	,006	-,101	,051
	Be(S)																			1,000	-,310*	-,028	,445**	,040	,108	,194	-,194	,226
	Zn(S)																				1,000	-,061	-,187	,131	-,057	-,330*	-,304*	-,295*
	Cd(S)																					1,000	-,080	-,019	,737**	-,085	,295*	,374**
	Sn(S)																						1,000	-,001	,111	,025	-,151	,048
	Co(S)																							1,000	,099	-,131	-,437**	-,052
	Pb(S)																								1,000	,083	,173	,407**
	Mn(S)																									1,000	-,013	,076
	Ni(S)																										1,000	,263

Tablo 4.10’ da görüldüğü gibi;

Cr(İ) ile As(İ), Cu(İ), Cu(İ) düzeyleri arasında çok anlamlı pozitif korelasyonlar tespit edildi (sırasıyla, r=0,562, r=0,492, r=0,448; p<0,01).

As(İ) ile Co(İ), Mn(İ) düzeyleri arasında çok anlamlı pozitif korelasyonlar tespit edildi (sırasıyla, r=0,368, r=0,517; p<0,01).

Cd(İ) ile Pb(İ), Be(S) düzeyleri arasında çok anlamlı pozitif korelasyonlar tespit edildi (sırasıyla, r=0,826, r=0,367; p<0,01).

Co(İ) ile Ba(S) düzeyleri arasında çok anlamlı pozitif korelasyonlar tespit edildi (r=0,410; p<0,01).

Ni(İ) ile Cr(S) düzeyleri arasında çok anlamlı pozitif korelasyonlar tespit edildi (r=0,533; p<0,01).

Al(S) ile Mn(S) düzeyleri arasında çok anlamlı pozitif korelasyonlar tespit edildi (r=0,444; p<0,01).

Be(S) ile Sn(S) düzeyleri arasında çok anlamlı pozitif korelasyonlar tespit edildi (r=0,445; p<0,01).

Cd(S) ile Pb(S), V(S) düzeyleri arasında çok anlamlı pozitif korelasyonlar tespit edildi (sırasıyla, r=0,737, r=0,374; p<0,01).

Pb(S) ile V(S) düzeyleri arasında çok anlamlı pozitif korelasyonlar tespit edildi (r=0,407; p<0,01).

Cr(İ) ile Ni(İ) düzeyleri arasında çok anlamlı negatif korelasyon tespit edildi (r=0,359; p<0,01).

Al(İ) ile Ni(İ) düzeyleri arasında çok anlamlı negatif korelasyon tespit edildi (r=0,370, p<0,01).

Be(İ) ile Ba(S) düzeyleri arasında çok anlamlı negatif korelasyon tespit edildi (r=0,374; p<0,01).

Sn(İ) ile V(İ) düzeyleri arasında çok anlamlı negatif korelasyon tespit edildi (r=0,389; p<0,01).

Co(S) ile Ni(S), düzeyleri arasında çok anlamlı negatif korelasyon tespit edildi (r=0,437; p<0,01).

Cr(İ) ile Co(İ) düzeyleri arasında anlamlı pozitif korelasyon tespit edildi (r=0,341; p<0,05).

As(İ) ile Al(İ) düzeyleri arasında anlamlı pozitif korelasyon tespit edildi (r=0,330; p<0,05).

Ba(İ) ile Ba(S) düzeyleri arasında anlamlı pozitif korelasyon tespit edildi (r=0,286; p<0,05).

Be(İ) ile Zn(S)düzeyleri arasında anlamlı pozitif korelasyon tespit edildi (r=0,284; p<0,05).

Zn(İ) ile Mn(İ) düzeyleri arasında anlamlı pozitif korelasyon tespit edildi (r=0,279; p<0,05).

Cd(İ) ile Sn(İ), Al(S) düzeyleri arasında anlamlı pozitif korelasyon tespit edildi (sırasıyla, r=0,336 ve r=0,310; p<0,05).

Sn(İ) ile Pb(İ) düzeyleri arasında anlamlı pozitif korelasyon tespit edildi (r=0,318; p<0,05).

Pb(İ) ile Ni(İ), Al(S), Be(S) düzeyleri arasında anlamlı pozitif korelasyon tespit edildi (sırasıyla, r=0,318, r=0,347, r=0,327; p<0,05).

Mn(İ) ile Ba(S) düzeyleri arasında anlamlı pozitif korelasyon tespit edildi (r=0,356; p<0,05).

Ni(İ) ile Be(S) düzeyleri arasında anlamlı pozitif korelasyon tespit edildi (r=0,301; p<0,05).

As(S) ile Pb(S) düzeyleri arasında anlamlı pozitif korelasyon tespit edildi (r=0,319; p<0,05).

Cu(S) ile Ba(S) düzeyleri arasında anlamlı pozitif korelasyon tespit edildi (r=0,322; p<0,05).

Cd(S) ile Ni(S) düzeyleri arasında anlamlı pozitif korelasyon tespit edildi (r=0,295; p<0,05).

As(İ) ile Ni(İ), Cr(S) düzeyleri arasında anlamlı negatif korelasyon tespit edildi (r=0,324, r=0,344; p<0,05).

Al(İ) ile Cr(S düzeyleri arasında anlamlı negatif korelasyon tespit edildi (r=0,293; p<0,05).

Zn(İ) ile Co(İ), Cd(S) düzeyleri arasında anlamlı negatif korelasyon tespit edildi (sırasıyla, r=0,301, r=0,332; p<0,05).

Cd(İ) ile V(İ) düzeyleri arasında anlamlı negatif korelasyon tespit edildi (r=0,341; p<0,05).

Pb(İ) ile Ba(S) düzeyleri arasında anlamlı negatif korelasyon tespit edildi (r=0,339; p<0,05).

Mn(İ) ile Ni(S) düzeyleri arasında anlamlı negatif korelasyon tespit edildi (r=0,343; p<0,05).

V(İ) ile Cd(S), Ni(S) düzeyleri arasında anlamlı negatif korelasyon tespit edildi (sırasıyla, r=0,295, r=0,291; p<0,05).

Cr(S) ile Al(S) düzeyleri arasında anlamlı negatif korelasyon tespit edildi (r=0,289; p<0,05).

Cu(S) ile Ni(S) düzeyleri arasında anlamlı negatif korelasyon tespit edildi (r=0,297; p<0,05).

Be(S) ile Zn(S) düzeyleri arasında anlamlı negatif korelasyon tespit edildi (r=0,310; p<0,05).

Zn(S) ile Mn(S), Ni(S), V(S) düzeyleri arasında anlamlı negatif korelasyon tespit edildi (sırasıyla, r=0,330, r=0,304, r=0,295; p<0,05).

Tablo 4.11. Yaş ve BKİ düzeylerinin metal düzeyleri ile korelasyonları

	BKİ	İdrar (µg/L)													
		Cr(İ)	As(İ)	Al(İ)	Cu(İ)	Ba(İ)	Be(İ)	Zn(İ)	Cd(İ)	Sn(İ)	Co(İ)	Pb(İ)	Mn(İ)	Ni(İ)	V(İ)
Yaş	0,232	0,121	0,228	0,034	0,1	0,062	-0,122	0,119	0,071	-0,147	0,09	0,176	0,159	-0,167	-0,076
BKİ	1	0,187	0,04	-0,048	0,117	-0,003	0,014	0,056	-0,233	-0,221	0,237	-0,179	0,078	-0,055	-0,018

	BKİ	Saç (µg/g)													
		Cr(S)	As(S)	Al(S)	Cu(S)	Ba(S)	Be(S)	Zn(S)	Cd(S)	Sn(S)	Co(S)	Pb(S)	Mn(S)	Ni(S)	V(S)
Yaş	0,232	0,046	0,141	-0,22	-0,116	0,029	-0,015	-0,095	-0,021	0,098	-0,194	0,088	-0,103	0,023	-0,227
BKİ	1	0,096	0,172	-0,097	0,204	0,19	0,038	-0,052	0,11	0,016	0,241	0,139	-,317*	-0,163	-0,052

Tablo 4. 11'de görüldüğü gibi BKİ ile Mn(S) düzeyleri arasında anlamlı negatif korelasyon tespit edildi. (r=-0,317; p<0,05).

5. TARTIŞMA

Bu tez çalışması sanayi sitelerinde çalışan kaynak işçilerinin toksik metal maruziyetlerinin değerlendirilmesi anlamında Türkiye'de yapılan ilk çalışma niteliğindedir. Var olan çalışmalarda araştırması yapılan toksik metaller birkaç tane ile sınırlı kalmıştır. Uluslararası kaynaklarda bile toksik metal mauziyet çalışmaları birkaç metalle sınırlı kalmıştır. Konunun bütünlüğü açısından kaynak işçilerinde yapılan araştırmalarda yerel ve uluslararası çalışmalarda hem idrar hem de saç örneğinin aynı anda incelendiği ve toksik metallerin ortaya konulduğu bir çalışma yoktur. Var olan çalışmalar genelde hava örneği incelemesi, kan ve idrar incelemelerinin bir tanesi ile sınırlı kalmıştır ya da iki parametrenin bir arada bulunduğu çalışmalar çok azdır. Ayrıca toksik metallerin iş sağlığı ve güvenliği ile beraber değerlendirilmesi açısından bu tez, literatüre önemli katkılar sağlayacaktır.

Tayvan' da (2019) tersane kaynakçılarının idrar numunelerinde bazı ağır metallerin seviyelerini ortaya koymak için bir araştırma yapıldı. Cr, Ni, Cd ve Pb düzeyleri ölçüldü ve tersane kaynakçılarında kaynak dumanına maruz kalmanın hem Cr hem de Ni'si ile ilişkilendirildi. Geometrik ortalamalar Cr için 2.06±1.64µg/L, Ni için 3.13±1.72µg/L, Cd için 0.69±1.75µg/L, Pb için 4.18±2.35µg/L (Su vd., 2019).

Bizim çalışmamızda idrarda bulduğumuz değerler, Cr için 8,52±0,93µg/L, Ni için 3,70±1,01µg/L, Cd için 2,22±1,42µg/L, Pb için ise 71,03±31,04µg/L olarak bulunmuştur. Cr ve Ni arasında ilişki bulunmamaktadır. Kaynak işçilerinde Cr, 2 kişide, Ni ise 3 kişide normal değerlerin üzerinde çıkmıştır. Çalışmamızda Su ve arkadaşlarının çalışmasına göre Cr düzeyi yaklaşık 4 kat daha fazla bulunmuştur. Ni düzeyleri ise birbirine yakın olmakla birlikte bizim çalışmamızda daha yüksek çıkmıştır. Cd değerleri de bizim çalışmamızda Su ve arkadaşlarının çalışmasına göre 2 kat fazla bulunmuştur. Pb düzeyleri ise bizim çalışmamızda yaklaşık 16 kat daha fazla bulunmuştur.

Türksoy ve Kaya.' nın (2013) Ankara' da yaşayan matalürji işçilerinden saç örneği alarak toksik metal ölçümü yaptığı bir çalışmada Arsenik (As) analizinin ülke çapında ortalama bir değer bulunması amaçlanılarak bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Sonuçlarda As düzeyi 2,53±2,47µg/g ve sonuçlar istatistiksel olarak yüksek çıkmıştır (Türksoy ve Kaya, 2013).

Arsenik için bizim çalışmamızda saç değeri 0,71±0,38µg/g olarak bulunmuştur ve toplamda 7 kişide istatistiksel olarak yüksek çıkmıştır. Bizim çalışmamızda As düzeyi Türksoy ve Kaya'nın çalışmasına göre 3,5 kat daha az bulunmuştur.

Birleşik Arap Emirlikleri'nde (2022) yapılan bir çalışmada, kaynakçı çalışanlarında alınan saç numunelerindeki Pb, Ni, Cd ve Mn'ın düzeylerini ölçmek amaçlanmıştır. Cd ve Mn saç örneğinde anlamlı derecede yüksek çıkmıştır. Pb düzeyi 0.74±0.5µg/g, Mn düzeyi 0.67±0.32µg/g, Ni düzeyi 0.53±0.19µg/g ve Cd düzeyi 0.52±0.33µg/g olarak tespit edilmiştir. Çalışmada bu metallerin düşük konsantrasyonlarda olduğu görülmüştür ve bunu sebebinin düzenli Kişisel Koruyucu Donanım (KKD)kullanımından kaynaklı olduğu sonucuna varılmıştır (Nassir vd., 2022).

Çalışmamızda bizim saçta bulduğumuz değerler Pb için 3,13±1,41µg/g, Mn için, 2,67±0,96µg/g, Ni düzeyi 1,63±1,17µg/g, Cd düzeyi 0,60±1,36µg/g olarak sonuçlanmıştır. Çalışmamızda Birleşik Arap Emirlikleri'nde yapılan çalışmaya göre Pb düzeyi 4 kat fazla bulunmuştur. Ni düzeyi 3 kat fazla bulunmuş, Cd düzeyi yakın olmakla birlikte bizim çalışmamızda daha yüksek ve Mn düzeyi de 4 kat daha yüksek bulunmuştur.

Nijerya'da (2012) Maiduguri Metropolü'nde kaynak atölyesinde çalışanlardan saç numunesi alınarak ağır metal ölçümleri yapılmıştır. Zn konsantrasyonları 1,56±4,55µg/g, Pb; 1,33±8,03µg/g, Fe için 0,01±0,66µg/g, Ni için 0,01±0,59µg/g, As için 0,07±2,97µg/g, Cd için 0,01±0,55µg/g, Cr için 0,55±3,06µg/g, Mn için 0,03±0,57µg/g arasında değişmektedir (Abdulrahman vd., 2012). Biz çalışmamızda saç için Zn değerini 75,86±20,35µg/g olarak ölçtük. Pb için 3,13 ±1,41µg/g, Ni için 1,63±1,17µg/g, As için 0,71±0,38µg/g, Cd için 0,60±1,36µg/g, Cr için 4,10±2,16µg/g, Mn 2,67±0,96µg/g olarak bulunmuştur.

Pekin' de (2004) yapılan bir çalışmada 15 yıllık faaliyette olan araç üretici kaynak işçilerinden alınan idrar örneklerinde ağır metal ölçümü yapılmıştır. Mn sonucu 0.28±0.26, Zn için 59.37±8.19, Cu için 75.26±19.14 ve Pb için değerler 3.07±0.24 olarak ölçülmüştür (Li vd, 2004). Mn için bizim idrar değerimiz 4,43±1,054µg/L olarak, Zn için ise 917,64±287,22µg/L olarak ölçülüp, Mn idrarda 48 kişide, Zn ise 9 kişinin idrarında yüksek çıkmıştır. Cu değerleri 477, 70±99,26µg/L ve Pb değeri 71,03±31,03µg/L olarak bulduk. Çalışmamızda Pekinde yapılan çalışmaya göre Mn düzeyi 15 kat daha yüksek, Zn düzeyi 15 kat yüksek, Cu düzeyi 6 kat daha yüksek ve Pb değeri ise 23 kat daha yüksek bulunmuştur.

Bu düzeyler karşılaştırıldığında görülmektedir ki bizim araştırma verilerimiz diğer çalışmalara oranla daha yüksek düzeyde çıkmıştır. Genel anlamda bakıldığında çalışmamızda görülmektedir ki kaynak işçilerinde hem idrarda hem saçta yüksek miktarda

Mn görüşmüştür ve bu da genel anlamda çalışanların Mangana maruz kaldığını göstermektedir.

Aşağıda bazı metal maruziyet çalışmalarına ait tablolar yer almaktadır.

Tablo 5.1. Kuzeydoğu Britanya Kolombiyası' ndaki 29 hamile kadının idrar ve saçlarındaki eser metal konsantrasyonları

Trace elements	Concentrations in urine (μg/L)						Concentrations in hair (μg/g of hair)					
	GM	10th %tile	50th %tile	95th %tile	50th % tile in ref pop	95th % tile in ref pop	GM	10th %tile	50th %tile	95th %tile	50th % tile in ref pop	95th % tile in ref pop
Aluminum[b]	15.29	5.15	7.60	355.00	1.90	11.20	4.88	2.72	4.30	11.31	1.63	5.30
Arsenic[a]	7.40	2.48	5.25	109.23	7.40	73.00	0.011	0.006	0.012	0.037	0.05	0.08
Barium[b]	1.80	0.56	1.52	10.50	0.89	3.85	4.69	2.02	4.48	23.12	0.28	1.58
Beryllium[b]	0.01	0.006	0.008	0.07	0.01	0.04	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0007	0.01
Cadmium[a]	0.12	0.06	0.13	0.61	0.27	3.20	0.005	0.003	0.005	0.014	0.01	0.17
Chromium[b]	0.13	0.02	0.13	0.69	–	–	0.027	0.015	0.026	0.107	0.20	0.52
Cobalt[a]	0.63	0.34	0.63	1.23	0.33	1.20	0.033	0.009	0.039	0.416	0.02	0.14
Copper[a]	6.97	3.62	6.75	49.67	12.00	27.00	19.34	9.74	14.99	58.10	20.30	61.30
Gallium[b]	0.08	0.04	0.10	0.32	0.07	0.28	0.20	0.08	0.19	0.97	0.01	0.07
Iron	6.71	2.90	6.20	21.27	–	–	6.50	4.46	5.64	13.21	–	–
Lead[a]	0.16	0.04	0.16	5.88	0.39	1.70	0.18	0.12	0.18	0.54	0.41	4.57
Lithium[b]	31.92	19.23	29.02	72.38	12.00	219.00	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.02	0.04
Manganese[a]	0.63	0.26	0.49	4.40	<LOD	0.34	0.17	0.06	0.16	1.31	0.07	0.57
Nickel[a]	0.96	0.42	1.04	2.12	1.30	5.30	0.15	0.06	0.17	0.46	0.23	0.90
Selenium[a]	58.19	31.80	57.55	172.96	53.00	140.00	0.53	0.38	0.64	0.75	0.54	1.37
Silver	–	–	–	–			0.21	0.06	0.20	1.09	0.08	1.31
Strontium[b]	144.28	65.51	148.40	435.60	90.00	413.00	4.58	2.03	4.47	28.64	0.89	4.63
Uranium[a]	0.003	0.0007	0.003	0.0069	<LOD	0.002	0.019	0.007	0.019	0.052	0.009	0.03
Vanadium[a]	0.17	0.11	0.17	0.32	<LOD	<LOD	0.03	0.01	0.03	0.08	0.02	0.05
Zinc[a]	239.43	69.31	268.05	611.73	280.00	870.00	160.52	127.84	173.71	303.52	162.00	209.00

GM = geometric mean

%tile = percentile

Ref pop = reference population

[a]urinary concentrations compared to CHMS

[b]urinary concentrations compared to Goullé et al. [27]

(Kaynak: Caron-Beaudoin vd., 2019).

Tablo 5.2. Pekin'de araç üretici kaynakçılarından ve kontrol deneklerinden alınan tam kanlarındaki metallerin konsantrasyonları

TABLE 2

Concentrations of Trace Elements in Sera or Whole Blood of Welders or Control Subjects

Group	No.	Mn	Fe	Zn	Cu	BPb
			(μg/dL)			
Controls	50	0.066 ± 0.038	159.9 ± 78.85	73.45 ± 15.00	74.64 ± 16.13	1.219 ± 0.827
Welders	37	0.286 ± 0.264*	300.2 ± 137.3*	59.37 ± 8.196*	75.26 ± 19.14	3.074 ± 0.244*

Data represent mean ± standard deviation.

* $P < 0.01$ as compared with the controls. Concentrations of manganese, iron, zinc, and copper were determined in sera, whereas lead concentrations were measured in the whole blood.

(Kaynak: Li vd., 2004).

Tablo 5.3. Woburn, Massachusettslı sakinlerin saç örneklerindeki As ve Cr konsantrasyonları

		Arsenic (µg/g)				Chromium (µg/g)			
Group	Number	A-mean ± SD[a]	G-mean (GSD)[b]	Median	Range	A-mean ± SD[a]	G-mean (GSD)[b]	Median	Range
1938–1994, no access	55	0.22 ± 0.30	0.13 (3.0)	0.13	0.009–1.9	2.82 ± 2.59	2.19 (2.0)	2.1	0.34–15
Male	19	0.34 ± 0.44	0.22 (2.6)	0.22	0.009–1.9	3.80 ± 3.81	2.56 (2.5)	2.3	0.34–15
Female	36	0.16 ± 0.16	0.10 (1.7)	0.10	0.018–0.62	2.35 ± 1.40	2.02 (3.0)	1.9	0.73–6.4
1964–1979, with access	27	0.21 ± 0.16	0.14 (2.6)	0.22	0.017–0.63	2.80 ± 2.08	2.29 (1.8)	2.0	0.93–9.5
Male	7	0.28 ± 0.17	0.24 (1.7)	0.23	0.11–0.63	3.00 ± 2.06	2.59 (1.7)	2.3	1.3–7.5
Female	20	0.19 ± 0.15	0.12 (2.8)	0.14	0.017–0.45	2.73 ± 2.14	2.19 (1.9)	1.8	0.93–9.5
1964–1979, no access	9	0.20 ± 0.09	0.18 (1.6)	0.16	0.091–0.34	4.78 ± 5.14	3.11 (2.4)	1.9	1.7–15
Male	6	0.21 ± 0.07	0.20 (1.4)	0.21	0.14–0.31	6.37 ± 5.76	4.37 (2.4)	3.8	1.7–15
Female	3	0.18 ± 0.14	0.14 (1.8)	0.10	0.091–0.34	1.60 ± 0.36	1.58 (1.2)	1.7	1.2–1.9
1964–1979, all samples	36	0.21 ± 0.14	0.15 (2.4)	0.20	0.017–0.63	3.19 ± 3.16	2.47 (2.0)	2.0	0.93–15
Male	13	0.25 ± 0.13	0.22 (1.5)	0.23	0.11–0.63	4.55 ± 4.36	3.30 (2.1)	2.4	1.3–15
Female	23	0.18 ± 0.15	0.12 (2.6)	0.11	0.017–0.45	2.58 ± 2.03	2.10 (1.8)	1.8	0.93–9.5
1938–1963, no access	26	0.35 ± 0.40	0.21 (3.0)	0.20	0.019–1.9	2.51 ± 1.70	2.04 (1.9)	1.8	0.73–6.4
Male	7	0.65 ± 0.61	0.41 (3.0)	0.48	0.046–1.9	2.92 ± 2.04	2.26 (2.1)	2.3	0.78–5.9
Female	19	0.24 ± 0.18	0.16 (2.6)	0.13	0.019–0.62	2.39 ± 1.50	1.95 (1.8)	1.8	0.73–6.4
1982–1994, no access	20	0.10 ± 0.10	0.06 (2.6)	0.07	0.009–0.41	2.43 ± 1.34	2.06 (1.9)	2.2	0.34–5.0
Male	6	0.12 ± 0.07	0.10 (1.7)	0.12	0.009–0.22	2.27 ± 1.57	1.74 (2.3)	2.2	0.34–5.0
Female	14	0.09 ± 0.11	0.05 (2.8)	0.05	0.018–0.18	2.49 ± 1.30	2.19 (1.7)	2.2	0.95–4.8
1938–1994, all samples	82	0.22 ± 0.26	0.13 (2.9)	0.14	0.009–1.9	2.81 ± 2.42	2.22 (1.9)	2.0	0.38–15
Male	26	0.32 ± 0.38	0.23 (2.3)	0.22	0.009–1.9	3.59 ± 3.41	2.57 (2.3)	2.3	0.38–15
Female	56	0.17 ± 0.16	0.10 (2.9)	0.11	0.017–0.62	2.48 ± 1.69	2.08 (1.8)	1.9	0.73–9.5

[a]Arithmetic mean ± standard deviation.
[b]Geometric mean (geometric standard deviation).

(Kaynak: Rogers vd., 1997).

ABD'de 1938 ve 1994 yılları arasında yapılan bir çalışmada arsenik ve krom metallerinin saç numunelerindeki düzeyleri yer almaktadır. Biz çalışmamızda As düzeyini 0,712 µg/g±0,381µg/g olarak bulduk.

Tagurum ve arkadaşlarının 2020 yılında yaptığı bir çalışmada ankete katılanların neredeyse tamamı işyerinde KKD kullandıklarını bildirdi; en çok gözlük %98 kullanıldı, ardından %65,4 ile eldiven, %58 ile çizme ve %36,3 ile tulum geldi (Tagurum vd., 2020). Bizim çalışmamızda yaptığımız ankete göre işçilerin tamamı iş elbisesi, iş eldiveni ve iş ayakkabısı kullandıklarını bildirdi; diğerleri en çok gözlük %96,1 kullanıldı, ardından maske %88,2 ile yüz koruyucu %52,9, baret kullananlar %49 ve cilt koruyucu kullananlar ise %29'dur. Kaynak işleri toz, duman ve buharlar meydana getirip solunum yoluna ciddi zararlar vermektedir. Sonuçlara bakıldığında işçilerin %88,2'si maske kullandıklarını belirtmiştir. Bununla birlikte işçilerin çoğunda Mn maruziyeti olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda işçilerin maskeyi sürekli kullanmadıkları düşünülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda toplam 51 kaynak işçisinden saç ve idrar numunesi toplanarak, çalışanların işyerindeki maruz kalabileceği toksik metal maruziyetlerini ölçtük. Kaynak işlerinde maruz kalınabilecek metaller ve sağlık etkilerini iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirdik. Anket veri istatistiklerine göre kaynak işçileri 21-54 yaş aralığındadır. Beden kitle indeksi 19,53 ile 39.79 aralığındadır. Çalışanların çoğunluğu evli olmakla birlikte eğitim durumu çoğunluk olarak lise mezunudur. İşçilerin %88,24'ü gaz altı kaynağı yapmakta ve çoğunluk 8 saat ve üzeri çalışmaktadır. Tehlike sınıfı bilgi düzeylerini ölçtüğümüzde, tehlike sınıfını doğru bilen kişi sayısı 18'dir. İşçilerin %74,51'i sigara kullanmaktadır. Alkol hiç kullanmayan sayısı daha ağırlıktadır. Amalgam dolgusu olmayan 41 kişidir ve olan 10 kişinin içinde de en fazla amalgam sayısı 3'tür. Sadece 5 kişi gıda takviyesi almaktadır. 22 kişi haftada 1-2 kez kırmızı et tüketiyor. Yine 22 kişi nadir olarak balık ve deniz ürünü tükettiğini söylemiştir. 24 kişi meyve sebze tüketiyor ve tavuk eti tüketimine baktığımızda 24 kişi haftada 3-4 kez yediğini belirtiyor. Süt ve süt ürünleri kullananlar çoğunluk olarak 35 kişi haftada 3-4 kez tükettiğini dile getirmektedir. 33 kişi yine haftada 3-4 kez yumurta tükettiğini belirtmiştir. Bakliyat tüketimine bakıldığında da 29 kişinin cevabı haftada 1-2 olarak yanıtlamıştır. Çalışanların % 84,3'ü fastfood tüketmediğini söylemiştir. Abur cubur kullanım bilgisine bakıldığında ise 15 kişinin nadir olarak tükettiği, 14 kişinin ise abur cubur tüketmediği anlaşılmaktadır. Konserve tüketmeyen 40 kişidir. Maden suyu tüketim verilerinde 2 kişi ayda 1-2 kez, 14 kişi de her gün 2-3 şişe tükettiğini ifade etmiştir. 9 kişinin şekeri çok kullandığı, 17 kişinin ise az kullandığı anlaşılmıştır. Tuz tüketim verilerinde ise 7 kişinin kullanmadığı, 20 kişinin de az kullandığı anlaşılmaktadır. Yemeklerde yağ kullanımında Hayvansal yağlar, Margarin, Ayçiçek yağı, Zeytinyağı ve Mısır yağı kullanım bilgilerinde genellikle tek çeşit yağ kullandıklarını ve çoğunluğun Ayçiçek yağı kullandığı anlaşılmaktadır.

Metal sonuçlarına bakıldığında çalışanların en çok Mn ve Pb'ye maruz kaldıkları görülmektedir. 51 kaynak işçisinin %94'ünün idrarında mangan limit değerin üzerindedir. Aynı şekilde çalışanların %78'inin saçında da Mn limit değerin üzerindedir. Pb, çalışanların %35'inin idrarında ve %11'inin saçında limit değerin üzerinde tespit edilmiştir. Cd seviyelerine bakıldığında idrarda bu seviye çalışanların %23'ünde sınırın üstüne tekabül etmektedir. Zn, çalışanların %17'sinin idrarında da limitin üzerinde görüşmüştür.

Kaynak işleri zararlı gazlar ve dumanlar meydana getirmektedir. Dolayısıyla solunum yolu meruziyeti açısından en çok zarar gören sistem konumundadır. İşçilerin %88,2'si maske kullandıklarını belirtmiş olsalar da sürekli bir kullanımları olduğu düşünülmemektedir. Zira bütün çalışmaya katılan kaynak işçileri için ortalama Mn düzeyleri limit değerlerinin üzerinde bulunmuştur. Diğer KKD kullanım bilgisine bakıldığında ise çalışanların;

İş elbisesi, iş eldiveni ve iş ayakkabısını tüm çalışanların kullandıklarını,

%96,1'i gözlük kullandıklarını,

%52,9'u yüz koruyucu kullandıklarını,

%49'u baret kullandıklarını ve

%29' u ise cilt koruyucu kullandıklarını belirtmişlerdir.

Sonuç olarak görülmektedir ki kaynak çalışanları metallere maruz kalmaktadır. Bu metaller arasında en çok maruz kalınan metallerden en fazla Mn göze çarpmaktadır. Daha sonra Pb, Cd, Zn vd. yer almaktadır. As seviyeleri idrarda görülmese de saç numunelerinde görülmektedir. Araştırma, kaynak işlemleri sırasında oluşan kimyasal, fiziksel ve biyolojik risklerin çalışanlar üzerinde ciddi sağlık sorunlarına yol açtığını ortaya çıkarmaktadır. Özellikle biyolojik numune analizlerinde bazı metallerin sınır değerlerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla işçiler risk altındadır. Çalışma ortamında oluşan toz, gaz, buharların solunum yolu hastalıkları riskini arttırdığı görülmektedir. Sağlık üzerinde ciddi etki yaratabilecek bu ağır metaller için iş sağlığı ve güvenliği önlemleri alınmalıdır. İş yerinde etkili havalandırma sistemlerinin kurulumu ve periyodik risk analizlerinin yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Kişisel koruyucu donanımların (toz maskesi, hava beslemeli solunum cihazları) düzenli ve doğru bir şekilde kullanılmalı, işçilerin sağlık kontrolleri ve biyolojik izlem programlarının takibi izlenmeli, iş yerinin, makine ve teçhizatlarının periyodik muayeneleri yapılmalı, gerekli risk değerlendirmeleri yapılmalı, var olanlar güncellenmeli, gerekli takip ve izleme çalışmaları yapılmalıdır.

7. KAYNAKLAR

Abdulrahman, F. I., Akan, J. C., Chellube, Z. M. & Waziri, M. (2012). Levels of heavy metals in human hair and nail samples from maiduguri metropolis, borno state, *Nigeria*, 2(4), 81–89.

ACGIH (2019). *TLVs and BEIs based on the documentation of the defining the science of occupational and environmental health threshold limit values for chemical substances and physical agents biological exposure ındices*. American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2020). *Lead, Agency for toxic substances and disease register*. 1–2. https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tfacts13.pdf

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2024). *Nickel ToxFAQs*. 1–2.https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tfacts15.pdf

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2016). *Chromium*, (Iii), 1–2, https://www.atsdr.cdc.gov/toxguides/toxguide-7.pdf

Agency for Toxic Substances and Disease Registry, (2023). *Beryllium – ToxFAQs*. https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tfacts4.pdf

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2012). *Cadmium*, 1–2. https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tfacts5.pdf

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2012). *Manganese*, 1–2. https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tfacts151.pdf

Ahmet Sertkan (2010). *Oksijen tüp yangınları (patlamaları) ve nedeni.* https://ahmetsertkan.blogspot.com/2010/07/oksijen-tup-yanginlari-patlamalari-ve.html

Alexmachine (2024). *Lazer kaynak makinesi nedir*,https://www.alexmakina.com/lazer-kaynak-makinesi-nedir-nasil-calisir.

Akıllı, H., & Aydoğdu, Ö. (2013). İş sağlığı güvenliğinin önemi, *MTA*., (16), 245–250.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists Globally Protecting Worker Health (2012). *Toxıcologıcal profile for vanadıum*, 1-2, https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tfacts58.pdf

American Conference of Governmental Industrial Hygienists Globally Protecting Worker Health (2024). *Alumınum metal and ınsoluble compounds*. https://www.acgih.org/aluminum-metal-and-insoluble-compounds/.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists Globally Protecting Worker Health (2024). *Arsenic and Its Inorganic Compounds*. https://www.acgih.org/arsenic-and-its-inorganic-compounds/.

Antonini, J. M., Taylor, M. D., Zimmer, A. T. & Roberts, J. R. (2004). Pulmonary responses to welding fumes: Role of metal constituents, *Journal of Toxicology and Environmental Health - Part A*, 67(3), 233–249.

American Welding Society (2024). *Jobs in welding*. https://www.aws.org/

American Conference of Governmental Industrial Hygienists Globally Protecting Worker Health (2025). *Barıum and soluble compounds*. https://www.acgih.org/barium-and-soluble-compounds/

American Conference of Governmental Industrial Hygienists Globally Protecting Worker Health (2025). *Cadmıum and compounds*. https://www.acgih.org/cadmium-and-compounds/

American Conference of Governmental Industrial Hygienists Globally Protecting Worker Health Cobalt (2025) *Hard metals containing cobalt and tungsten carbide*. https://www.acgih.org/hard-metals-containing-cobalt-and-tungsten-carbide/.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists Globally Protecting Worker Health (2025). *Copper*. https://www.acgih.org/copper/.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists Globally Protecting Worker Health (2025). *Vanadium pentoxide*. https://www.acgih.org/vanadium-pentoxide/.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists Globally Protecting Worker Health (2023) *Beryllium*. https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tfacts4.pdf

American Conference of Governmental Industrial Hygienists Globally Protecting Worker Health (2025) *Tın, organic compounds*. https://www.acgih.org/tin-organic-compounds/.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists Globally Protecting Worker Health (2005) *Tın and tın compounds*,

https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tfacts55.pdf

American Conference of Governmental Industrial Hygienists Globally Protecting Worker Health, (2024), *Copper*.1-2. https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tfacts132.pdf

American Conference of Governmental Industrial Hygienists Globally Protecting Worker Health (2025). *Zınc Oxıde*. https://www.acgih.org/zinc-oxide/.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists Globally Protecting Worker Health (2007). *Barium*. https://www.atsdr.cdc.gov/toxguides/toxguide-24.pdf

American Conference of Governmental Industrial Hygienists Globally Protecting Worker Health (2025). *Lead and Inorganıc Compounds*. https://www.acgih.org/lead-and-inorganic-compounds-3/.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists Globally Protecting Worker Health (2025). *Manganese, elemetal and ınorganıc compounds*. https://www.acgih.org/manganese-elemental-and-inorganic-compounds/.

Askaynak, E. (2018). *Hafif metallerin kullanımı ve elektron ışın kaynağı ile kaynaklanabilirlikleri*, 4Th International Symposium on Railway System Engineering, 644–649.

Azeh Engwa, G., Udoka Ferdinand, P., Nweke Nwalo, F. & N. Unachukwu, M. (2019). *Poisoning in the Modern World - New Tricks for an Old Dog?*. Mechanism and Health Effects of Heavy Metal Toxicity in Humans.

Bayar, U. (2023). *Kaynak işlerindeki fiziksel etkenlere maruziyetin belirlenmesi ve değerlendirilmesi.*(Yayın No: 817734) (Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi) Yükseköğretim Kurumu Ulusal Tez Merkezi.

Bilgiustam (2024). *Elektrik ark kaynağı*. https://www.bilgiustam.com/elektrik-ark-kaynagi-tanimi-bakir-ve-alasimlarinin-elektrik-ark-kaynagi/

Blunt J, B. N. (2002, March 28). *Health and safety in welding and allied processes*. England, Elsevıer.

Britannica (2024) *Services, U.S. department of health and human*. https://www.britannica.com/topic/US-Department-of-Health-and-Human-Services.

Canadian Centre for Occupational Health and Safety (2024). *Are there lists of substances or agents that can cause occupational cancer?*.

https://www.ccohs.ca/oshanswers/diseases/cancer/occupational_cancer.html.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (2016). *Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)*..https://kkdportal.csgb.gov.tr/

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (2018). *Kişisel koruyucu donanimlar (KKD)*.https://kkdportal.csgb.gov.tr/

Caron-Beaudoin, E., Bouchard, M., Wendling, G., Barroso, A., Bouchard, M. F., Ayotte, P., Frohlich, K. L. ve Verner, M. A. (2019)., Urinary and hair concentrations of trace metals in pregnant women from Northeastern British Columbia, Canada: a pilot study, *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 29(5), 613–623.

CB (2024). *İşyeri genel ve lokal havalandırması nasıl olmalıdır?* https://calismabarisi.com/is-guvenligi/is-guvenligi-is-guvenligi/konular/kimyasal/havalandirma/.

Certificasyon, U. (2025). Partikül filtreli yarım yüz maskeleri. Universal Certification

https://www.universalcert.com/partikul-filtreli-yarim-yuz-maskeleri/

Chaturvedi, M. & Arungalai Vendan, S. (2021). Laser Beam Welding and Design, *Advanced Welding Techniques*, 89–131.

Chromıum And Inorganic Compounds (2024). *American Conference of Governmental Industrial Hygienists Globally Protecting Worker Health* https://www.acgih.org/chromium-and-inorganic-compounds/

Citation, S. (2009) Science and decisions: Advancing risk assessment, Science and Washington, *National Library of Medicine, Pub Med,* DOI: 10.17226/12209

Dueck, M. E., Rafiee, A., Mino, J., Nair, S. G., Kamravaei, S., Pei, L. & Quémerais, B. (2021). Welding fume exposure and health risk assessment in a cohort of apprentice welders, *Annals of Work Exposures and Health*, 65(7), 775–788.

Egerland, S. A., Wiesinger, M., Sharma, R. ve Ebert, B. (2023) Experimental study of measures preventing welders from fume exposure, *Welding in the World*, 67(1), 1–20.

Eker, Y, A. (2016), KİŞisel Koruyucu Donanımlar. *Türkiye cumhuriyeti Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Piyasa Gözetimi ve Denetimi Dairesi Başkanlığı. 1-201. 192 sayfa*

KİŞ

Freshweld (2024). *Toz altı kaynak yöntemi ve avantajları*. https://www.freshweld.com.tr/tozalti-kaynak-yontemi-ve-avantajlari/.

Globally Protecting Worker Health (2025). *Beryllium and compounds*. https://www.acgih.org/beryllium-and-compounds/

Güllüoğlu E, G. A. (2019). Türkiye'de metal sektöründe meydana gelen iş kazalarının analizi, *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 31(1), 70–82.

Girişken, İ. & Çam, G. (2022). Boronizing of cobalt based haynes 25 / L-605 superalloy kobalt esaslı haynes 25 / L - 605 Süper alaşımının borlanması boronizing of cobalt based haynes 25 / L-605 Superalloy, *Journal of Characterization, 2*(3), 206-219.

Griswold, W. & Martin, S. (2009).*Environmental Science and Technology Briefs for Citizens Human Health Effects of Heavy Metals*. Center for Hazardous Substance Research. Kansas State University. Issue.

Goullé, J. P., Mahieu, L., Castermant, J., Neveu, N., Bonneau, L., Lainé, G., Bouige, D. & Lacroix, C. (2005). Metal and metalloid multi-elementary ICP-MS validation in whole blood, plasma, urine and hair: Reference values, *Forensic Science International*, 153(1), 39–44.

Güvenler (2025) *Güvenler Havalandırma&İzolasyon Sistemleri*. Akrobat Kol Sistemleri https://www.guvenlerhavalandirma.com.tr/

Health, W., Gas, E. & Methods, F. W. (2017). Ergitmeli kaynak yöntemlerinde açığa çikan gaz ve dumanın çalışan sağlığına etkisi, *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 29(4), 144–150.

Identity, C. ve Properties, C. (2008). Cobalt, 9(Jansen 2003), *Glyphosate*, 119–125.

İnternational Agency for Research on Cancer. (2024). *Cancer topics* https://www.iarc.who.int/.

İlhan, N. (2002). Krom ve Bileşiklerinin Zararlı Sağlık Etkileri ve Korunma, *Dr. Mustafa İLHAN*, 5–7.

İldeniz, A. (2018). *Kaynak işçilerinde mesleki maruziyete bağlı olası toksik etkilerin*

değerlendirilmesi.(Yayın No:513664) (Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

İş Güvenliği Ekipmanları (2024), *İGE İş Güvenliği Ekipmanları Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.*ABEK filtre, https://www.igeltd.com/abek-filtre#:~:text=Gaz maskeleri solunum koruması sağlayan,kapsayacak tek bir filtre yoktur

İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu (2012)., (6331), 151, 10–17. *Resmi Gazete, 30 Haziran 2012 Cumartesi, https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120630-1.htm*

İş Sağlığı ve Güvenliği Merkezi (2024) *İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü*. https://www.csgb.gov.tr/isgum/

Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B. B. & Beeregowda, K. N. (2014a). Bazı ağır metallerin toksisitesi, mekanizması ve sağlık üzerindeki etkileri, *Interdisciplinary Toxicology*, 7(2), 60–72.

Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B. B. & Beeregowda, K. N. (2014b). Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals, *Interdisciplinary Toxicology*, 7(2), 60.

Kumar, P. (2015). Impact of Welding Processes on Environment and Health, *Ijarmet*, 1(1), 17–20.

Kaymaz, Ö. (2014). *Kaynak İşlerinde iş kazası ve işe bağlı sağlık problemlerine neden olan faktörler ve KKD kullanımının bu faktörlere etkileri üzerine çevresel ve teknik araştırma* (Uzmanlık Tezi), Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı

Karadağ, K. (2001). Kaynak işlerinde iş sağlığı ve güvenliği. *Türk Tabipleri Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, 2(8), 27-32

Li, G. J., Zhang, L., Lu, L. & Wu, P. (2004). Occupational exposure to welding fume among welders : alterations of manganese, ıron, zinc, copper, and lead in body fluids and the oxidative stress status, *JOEM*, 46(3), 241–248.

Lancaster, J. F. (1980). *Metallurgy of welding: Mass and heat flow*, (3. Edition). Springer Nature.

Metaluzmanı (2024b). *Tozaltı kaynağı*. https://www.metaluzmani.com/tozalti-kaynagi-uygulama-alanlari/

Metaluzmanı (2024b). Metal ve Kaynak Teknolojileri, *Tozaltı Kaynağı Uygulama Alanları*

https://www.metaluzmani.com/tozalti-kaynagi-uygulama-alanlari/

Metaluzmanı (2024a). *Oksi-gaz kaynak sistemi*. https://www.metaluzmani.com/oksi-gaz-kaynak-sistemi-sematik/.

Merkezi, A. & Üretim (2024). *Punta kaynağı*. https://www.a4teknik.com.tr/punta-kaynagi/.

Mahurpawar Govt, M. (2015). Effects of heavy metals on human health. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 3(9). 1-7.

N.İLHAN (2002), Krom ve bileşiklerinin zararlı sağlık etkileri ve korunma, *Türk tabipleri birliği, Mesleki sağlık ve güvenlik dergisi.* 35-37

Nickel (2025) *Nıckel and Inorganıc Compounds, Including Nıckel Subsulfıde*. https://www.acgih.org/nickel-and-inorganic-compounds-including-nickel-subsulfide/.

NIH (2024) *National library of medicine - national ınstitutes of health*. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK600540/.

National Research Council (2009). *Science and Decisions: Advancing Risk Assessment*. Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/12209.

National Institute For Occupational Safety And Health. (2024). *Welding Fumes and manganese*, https://www.cdc.gov/niosh/welding/about/?CDC_AAref_Val= https ://www.cdc.gov/niosh/topics/welding/default.html.

Nassir, H., Lotah, A., Kumar, A. ve Razia, A. (2022). Heavy metals in hair and nails as markers of occupational hazard among welders working in united arab emirates, *Toxicological Research*, 38(1), 63–68.

Ondokuz Mayıs Üniversitesi (2024). *İş Sağlığı ve Güvenliği ile İlgili Risk Faktörleri*. 1-24 https://www.google.com/search?q=Ondokuz+May%C4%B1s+%C3%9Cniversitesi+(2024).+%C4%B0%C5%9F+Sa%C4%9Fl%C4%B1%C4%9F%C4%B1+ve+G%C3%BCvenli%C4%9Fi+ile+%C4%B0lgili+Risk+Fakt%C3%B6rleri.&oq=Ondokuz+May%C4%B1s+%C3%9Cniversitesi+(2024).+%C4%B0%C5%9F+Sa%C4%9Fl%C4%B1%C4%9F%C4%B1+ve+G%C3%BCvenli%C4%9Fi+ile+%C4%B0lgili+Risk+Fakt%C3%B6rleri.&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzczN2owajmoAgCwAgE&sourceid=chrome&ie=UTF-8

Occupational Safety And Health Administration. (2024b) *Welding cutting, brazing,* https://www.osha.gov/welding-cutting-brazing/hazards solutions#:~:text=Health%20hazards%20from%20welding%2C%20cutting,and%20crushed%20toes%20and%20fingers.

Occupational safety and health administration (2024e) *Welding, cutting, and brazing: health hazards*. https://www.osha.gov/welding-cutting-brazing/health-hazards%0A.

Occupational Safety And Health Administration (2024d). *Module susan harwood Grantee-Developed training by topic* https://www.osha.gov/harwoodgrants/grantmaterials/bytopic.

Occupational Safety And Health Administration (2024c). *Module 16 welding cutting and brazing*. https://www.osha.gov/welding-cutting-brazing

Occupational Safety And Health Administration (2024a) *Health hazards,cobalt dust*, https://www.osha.gov/etools/sawmills/plant-wide-hazards/health-hazards/cobalt-dust

Özbolat, G. & Tuli, A. (2016). Ağır metal toksisitesinin insan sağlığına etkileri, *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 25(23783), 502–521.

Pourhassan, B., Beigzadeh, Z., Nasirzadeh, N. & Karimi, A. (2024). Application of multiple occupational health risk assessment models for metal fumes in welding process, *Biological Trace Element Research*, 202(3), 811–823.

Rogers, C. E., Tomita, A. V., Trowbridge, P. R., Gone, J. K., Chen, J., Zeeb, P., Hemond, H. F., Thilly, W. G., Olmez, I. ve Durant, J. L. (1997) Hair analysis does not support hypothesized arsenic and chromium exposure from drinking water in Woburn, Massachusetts, *Environmental Health Perspectives*, 105(10), 1090-1097. https://doi.org/10.1289/ehp.971051090

Registry, D., Sciences, H. H. ve (2015). American Conference of Governmental Industrial Hygienists Globally Protecting Worker Health Arsenic, *ToxFAQs*, 1–2.

Rahul, M., Sivapirakasam, S. P., Vishnu, B. R., Balasubramanian, K. R. & Mohan, S. (2019). Health issue owing to exposure with welding fumes and their control strategies at the source-A review, *Materials Today: Proceedings*, 46, 9239–9245.

Sparker (2018). *Gazaltı kaynağı nedir*, https://www.sparkerweld.com/tr/teknoloji-detay/gazalti-kaynagi-nedir/11

Su, T. Y., Pan, C. H., Hsu, Y. T. & Lai, C. H. (2019). Effects of heavy metal exposure on shipyard welders: A cautionary note for 8-hydroxy-2'deoxyguanosine, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(23).

Starline (2024). *Kişisel koruyucu donanımlar*, EN Avrupa eldiven standartları rehberi, 1–15. https://www.starlinesafety.com/img/content/tr/eldiven-rehber-en-avrupa-stnd.pdf

Spear E, (2004) Weldıng fume and gas exposure. *J.E. Spear Consulting*, 1-5 https://jespear.com/wp-content/uploads/2024/02/welding-fume-and-gas.pdf

Sjogren, B., Hansen, K. S., Kjuus, H. & Persson, P. (1994). Exposure to stainless steel welding fumes and lung cancer : a meta-analysis, *Bmj Journels*, 3, 335–336. doi: 10.1136/oem.51.5.335

Sistemi, M. B. (2024) *Çalışanların gürültü ile ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmelik*. https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18647&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5

Salvador, D. C. (2023). Welding safety and health : occupational hazards and risk mitigation, *International Journal of Advanced Research in Science Communication and Technology*, 993–997.

Tagurum, Y. O., Gwomson, M. D., Yakubu, P. M., Igbita, J. A., Moses, P. ve Chirdan, O. O. (2020) Awareness of occupational hazards and utilization of PPE amongst welders in Original Research Article Awareness of occupational hazards and utilization of PPE amongst welders in Jos metropolis , Nigeria, (August), 5–12.

Topaloğlu cıvata hırdavat (2024), *yeni kaynak kask arc kaynak kaynakçı lens taşlama maske vizör uv radyasyonu maskeleri*. https://www.topaloglucivata.com/yeni-kaynak-kask-arc-kaynak-kaynakci-lens-taslama-maske-vizor-uv-radyasyonu-maskeleri-pr-id2093.html

Türksoy, V. A. & Kaya, D. (2013). Metalürji işçilerin saç örneklerinden tespit edilen arsenik düzeyleri, *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 70(1), 15–20.

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi (2013) *Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmeliği*, https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18709&MevzuatTur=7&Mevzu

atTertip=5.

Türk Standartları Enstitüsü, (2023). *Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği*, https://www.tse.org.tr/kisisel-koruyucu-donanim/

Türkiye Cumhuriyeti Resmi Gazete (30 Haziran 2012). *İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu* https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120630-1.htm

Türkiye Cumhuriyeti Resmi Gazete (2024). *Biyolojik etkenlere maruziyet risklerinin önlenmesi hakkında yönetmelik*. https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18485&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18485&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5.

Türkiye Cumhuriyeti Resmi Gazete (2019). Kişisel *koruyucu donanım (KKD) yönetmeliği*, https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18540&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5

Türkiye Cumhuriyeti Resmi Gazete (2006). *Kişisel koruyucu donanımların kategorizasyon rehberine dair tebliğ*, https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=15953&MevzuatTur=9&MevzuatTertip=5

Turan, A. (2015). Kaynak işlerinde iş güvenliği, *Mühendis ve Makina*, 57(673).

Tsukamoto, S. (2003). Laser welding, *Welding International*, 17(10), 767–774.

Tokaç, D. (2018). *Kaynak işçilerinde mesleki maruziyete bağlı olası oksidatif stres göstergelerindeki değişikliklerin incelenmesi*. (Yayın no:512786) (Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi) Yükseköğretim Kurumu Ulusal Tez Merkezi.

Tinkov, A. A., Skalnaya, M. G., Ajsuvakova, O. P., Serebryansky, E. P., Chao, J. C., Aschner, M. & Skalny, A. V (2021) Selenium, zinc, chromium , and vanadium levels in serum, hair, and urine samples of obese adults assessed by ınductively coupled plasma mass spectrometry, *Biological Trace Element Research*, 1-12. doi.org/10.1007/s12011-020-02177-w

The Weather Channel (2024). *Bugünün hava kalitesi,* https://weather.com/trTR/forecast/airquality/l/Yozgat+Yozgat?canonicalCityId=7394c7035a022cd76aa3c1cf19f4af64df0f69debdb9a042a5daaf14931e880a

Teker, T., & Gençdoğan, D. (2020). Türkiye'de kaynakçılık mesleğinde meydana gelen iş kazaları ve güvenlik önlemleri. *Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(12), 34-44.

Tan, O. (2008). *Kaynak İşlerinde iş sağlığı ve güvenliği*, (Yıldız Teknik Üniversitesi)1–34. http://www.oktaytan.net/kaynakislerindetehlike.pdf

United States Environmental Protection Agency (2024) *Protect your family from sources of lead, U.S. environmental protection agency*. https://www.epa.gov/lead/protect-your-family-sources-lead.

United States Departmant of Labor (2024). *Cobalt Dust, Signs and symptoms of exposure* https://www.osha.gov/etools/sawmills/plant-wide-hazards/health-hazards/cobalt-dust

U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry, (2005). *Tox Guide for Zinc.* https://www.atsdr.cdc.gov/toxguides/toxguide-60.pdf

Yılmaz, H. (2015). *Kaynak işlerinde maruz kalınan zararlı gazların işyeri ortamında yayılımının fluent hesaplamalı akışkanlar dinamiği yazılımı ile analiz edilmesi*. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, 1-110. https://hakansacmetal.com.tr/urun-gruplarimiz/kaynak-gozlugu

Yılmaz, G. (2009). *Kaynaklı imalat atölyelerinde sağlık ve güvenlik önlemleri.* Risk Mühendislik Eğitim Danışmanlık A.Ş., 50(599), 1-6.

Van der Mee, V. (2021), *Welding exposure scenarios*, *Welding in the World*, 65(12), 2397–2401.

World Health Organization. (2024), *Occupational health*, https://www.who.int/health-topics/occupational-health

Wanjari, M. B. ve Wankhede, P. (2020). Occupational hazards associated with welding work that influence health status of welders, *International Journal of Current Research and Review*, 12(23), 51–55.

EKLER

Ek - 1 İzin Formu

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Kaynak İşçilerinde Toksik Metal Maruziyet Düzeylerinin Değerlendirilmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	2017-KAEK-189_2023.04.28_06

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	**Yozgat Bozok Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu**
	AÇIK ADRESİ:	**Yozgat Bozok Üniversitesi Rektörlüğü, Atatürk Yolu 7. Km 66900 Yozgat**
	TELEFON	**0354 212 44 42**
	FAKS	
	E-POSTA	**kliniketikkurul@bozok.edu.tr**

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Doç.Dr. Vugar Ali TÜRKSOY			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Halk Sağlığı			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Yozgat Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi			
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI	---			
	DESTEKLEYİCİ	Doç.Dr. Vugar Ali TÜRKSOY			
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)	---			
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	---			
	ARAŞTIRMANIN FAZI VE TÜRÜ	FAZ 1	☐		
		FAZ 2	☐		
		FAZ 3	☐		
		FAZ 4	☐		
		Gözlemsel ilaç çalışması	☐		
		Tıbbi cihaz klinik araştırması	☐		
		İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları	☐		
		İlaç dışı klinik araştırma	☐		
		Diğer ise belirtiniz Girişimsel olmayan araştırma			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☒	ULUSLARARASI ☐

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı: Dr. Öğr. Üyesi Ayça ÇAKMAK AYDIN
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Kaynak İşçilerinde Toksik Metal Maruziyet Düzeylerinin Değerlendirilmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	2017-KAEK-189_2023.04.28_06

	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	10.04.2023	01	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐

	Belge Adı		Açıklama
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	SİGORTA	☐	
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☐	
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	☐	
	İLAN	☐	
	YILLIK BİLDİRİM	☐	
	SONUÇ RAPORU	☐	
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐	
	DİĞER:	☐	
KARAR BİLGİLERİ	**Karar No: 2017-KAEK-189_2023.04.28_6**	**Tarih: 28.04.2023**	
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.		

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu, Bozok Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Yönergesi.
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	**Dr. Öğr. Üyesi Ayça ÇAKMAK AYDIN**

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
Dr. Öğr. Üyesi Ayça ÇAKMAK AYDIN	Farmakoloji	Yozgat Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Dr. Öğr. Üyesi Demet AYDOĞAN KIRMIZI	Kadın Hastalıkları ve Doğum	Yozgat Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Uzm. Dr. Ayşen SÜRMEN	Halk Sağlığı	Yozgat İl Sağlık Müdürlüğü	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Doç. Dr. Yavuz Selim İNTEPE	Göğüs Hastalıkları	Yozgat Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Dr. Öğr. Üyesi Levent ALBAYRAK	Acil Tıp	Yozgat Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Doç. Dr. Mehmet HAMAMCI	Nöroloji	Yozgat Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Doç. Dr. Yunus HACIMUSALAR	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	Kayseri Şehir Hastanesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Doç. Dr. Yaşar TURAN	Kardiyoloji	Yozgat Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı: Dr. Öğr. Üyesi Ayça ÇAKMAK AYDIN
İmza:

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Kaynak İşçilerinde Toksik Metal Maruziyet Düzeylerinin Değerlendirilmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	2017-KAEK-189_2023.04.28_06

Dr. Öğr. Üyesi Alaaddin COŞKUN	Biyofizik	Yozgat Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi	E☒	K☐	E☐	H☒	E☒	H☐
Dr. Öğr. Üyesi Dilşad YILDIZ MİNİKSAR	Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	Yozgat Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi	E☐	K☒	E☐	H☒	E☒	H☐
Dr. Öğr. Üyesi Sevgi ULUSOY TANGÜL	Çocuk Cerrahisi	Yozgat Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi	E☐	K☒	E☐	H☒	E☒	H☐
Uzm. Dr. Zeynep ÇILSAL	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	Yozgat Şehir Hastanesi	E☐	K☒	E☐	H☒	E☒	H☐
Av. Fatih DEMİRCİ	Hukuk	Yozgat Barosu	E☒	K☐	E☐	H☒	E☒	H☐
Ziraat Yük. Müh. Harun ASLAN	Ziraat	Yozgat Belediyesi	E☒	K☐	E☐	H☒	E☒	H☐

*:Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı: Dr. Öğr. Üyesi Ayça ÇAKMAK AYDIN
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

Ek - 2 Anket

DEMOGRAFİK BİLGİLER

1. Yaşınızı yazınız.

.....

2. Boyunuzu yazınız.

.....

3. Kilonuzu yazınız.

.....

4. Medeni durumunuz?

a) Evli

b) Bekar

c) Boşanmış

5.Eğitim durumunuz?

a)Lise

c)Önlisans

b)Lisans

c)Yüksek lisans ve üzeri

6. Çalıştığınız kaynak birimini yazınız.

.....

7. İşyerinizde yapmış olduğunuz işi açıklayınız?

.....

.....

.....

8. Günlük çalışma süreniz?

a) 1-2 saat

b) 3-4 saat

c) 5-8 saat

d) 8 saat ve üzeri

9. Kaç yıldır aynı işyerinde çalışıyorsunuz?

a) 0-2 yıl

b) 3-5 yıl

c) 6-10 yıl

d) 10 yıl ve üzeri

10. İşyerinizin tehlike sınıfı aşağıdakilerde hangisidir?

a) Az tehlikeli

b) Tehlikeli

c) Çok tehlikeli

d) Bilmiyorum

11. Sigara kullanıyor musunuz?

a) Hiç kullanmadım

b) Bıraktım

c) Kullanıyorum (gün/adet).....

12. Alkol kullanıyor musunuz?

a) Hiç kullanmadım

b) Bıraktım

c) Kullanıyorum(gün/adet).....

13. Amalgam (gri) dolgunuz var mı?

a) Evet

b) Hayır

14. Amalgam (gri) dolgunuz varsa kaç tane?

.....

15. Çalışma sırasında kkd kullanıyor musunuz?

İş Elbisesi

İş Eldiveni

İş Ayakkabısı

Maske

Gözlük

Baret

Cilt koruyucu

Yüz Koruyucu

Diğer:.....

BESLENME DURUM DEĞERLENDİRMESİ

16. Gıda takviyesi (vitamin, mineral, balık yağı vb.) kullanıyor musunuz?

a) Evet

b) Hayır

17. Kırmızı et tüketiyor musunuz?

a) Haftada 3-4

b) Haftada 1-2

c) Ayda 1-2

d) Nadir

e) Tüketmiyorum

18. Balık ve deniz ürünleri tüketiyor musunuz?

a) Haftada 3-4

b) Haftada 1-2

c) Ayda 1-2

d) Nadir

e) Tüketmiyorum

19. Meyve ve sebze tüketiyor musunuz?

a) Haftada 3-4

b) Haftada 1-2

c) Ayda 1-2

d) Nadir

e) Tüketmiyorum

20. Beyaz et (tavuk eti) tüketiyor musunuz?

a) Haftada 3-4

b) Haftada 1-2

c) Ayda 1-2

d) Nadir

e) Tüketmiyorum

21. Ne sıklıkla süt ve süt ürünleri tüketiyorsunuz?

a) Haftada 3-4

b) Haftada 1-2

c) Ayda 1-2

d) Nadir

e) Tüketmiyorum

22. Ne sıklıkla yumurta tüketiyorsunuz?

a) Haftada 3-4

b) Haftada 1-2

c) Ayda 1-2

d) Nadir

e) Tüketmiyorum

23. Ne sıklıkla bakliyat (nohut, mercimek, kuru fasulye vb.) tüketiyorsunuz?

a) Haftada 3-4

b) Haftada 1-2

c) Ayda 1-2

d) Nadir

e) Tüketmiyorum

24. Ne sıklıkla fast-food ürünleri tüketiyorsunuz?

a) Haftada 3-4

b) Haftada 1-2

c) Ayda 1-2

d) Nadir

e) Tüketmiyorum

25. Ne sıklıkla abur cubur (çikolata, cips, gofret vb.) tüketiyorsunuz?

a) Haftada 3-4

b) Haftada 1-2

c) Ayda 1-2

d) Nadir

e) Tüketmiyorum

26. Ne sıklıkla konserve tüketiyorsunuz?

a) Haftada 3-4

b) Haftada 1-2

c) Ayda 1-2

d) Nadir

e) Tüketmiyorum

27. Ne sıklıkla maden suyu tüketiyorsunuz?

a) Hergün 2-3 şişe

b) Hergün 4-9 şişe

c) Günaşırı

d) Haftada 1-2

e) Ayda 1-2

f) Nadir

g) Tüketmiyorum

28. Günlük şeker tüketiminizi nasıl tanımlarsınız?

a) Kullanmam

b) Az kullanırım

c) Normal kullanırım

d) Çok kullanırım

29. Günlük tuz tüketiminizi nasıl tanımlarsınız?

a) Kullanmam

b) Az kullanırım

c) Normal kullanırım

d) Çok kullanırım

30. Yemeklerde hangi tip yağ kullanırsınız?

a) Hayvansal yağlar (iç yağ, kuyruk yağ vb.)

b) Margarin

c) Ayçiçek yağı

d) Zeytin yağı

e) Mısır yağı