

# Ergitmeli Kaynak Yöntemlerinde Açığa Çıkan Gaz ve Dumanın Çalışan Sağlığına Etkisi

## Effect on Worker Health of Emerging Gas and Fume in Fusion Welding Methods

Yahya BOZKURT<sup>1</sup> (ORCID ID: 0000-0003-1816-5922), Deniz KELEŞ<sup>2</sup> (ORCID ID: 0000-0002-7278-6757)

*Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü  
34722 Göztepe Kampüsü, İSTANBUL*

### Öz

Kaynak işlemi iki metalin ergitilmesi ile yapılmaktadır. Bu ergime esnasında kaynak elektrotunda bulunan bazı maddeler kaynakçı sağlığı açısından zararlı olan gaz ve dumana dönüşebilmektedir. Eğer maruziyet süresi, çalışma ortamı ve kullanılan koruyucu malzeme açısından çeşitli sıkıntılar yaşanırsa bu zararlı gaz ve duman kısa ve uzun vadeli hasarların yanında birçok hastalığı da beraberinde getirmektedir.

Kaynak sırasında açığa çıkan duman içerisinde bulunan demir, alüminyum, berilyum, kurşun, mangan ve nikel tozları gibi metaller zehirlenmelere, solunum yolları tahrişine, solunum yolları hastalıklarına ve kanser oluşumuna sebebiyet verirken kısa süreli olarak da öksürük, solunum daralması, bronşit, göz irritasyonu, iştah kaybı, kramp ve bulantı ya da kusma şeklinde belirtiler gösterebilir. Kaynak sırasında açığa çıkan gaz ise kullanılan yöntemlere göre değişiklik gösterebilir. Bu gazlar gözle görülemez kokulu veya kokusuz şekilde olabilirler. Bu gazlar içinde karbondioksit ve argon gazına aşırı derecede maruz kalınmadıkça, relatif olarak zararsızdır. Ancak ozon, karbonmonoksit ve nitrojen dioksit gibi gazlar son derece toksiktir.

Yukarıda bahsedilen gazlardan ve dumandan korunmanın en etkili yolu lokal aspirasyondur. Gaz ve duman bu yöntem ile kaynakçının solunum seviyesi altından alınarak koruma sağlanabilmektedir. Bu tip aspirasyona uygun olmayan kaynak yöntemlerinde (gazaltı vb.) ise gaz ve dumanın solunmasını engelleyecek, yüzeyinin alev almayacak şekilde üretilmiş TS EN 149 standartına sahip FFP2 kaynak maskesi kullanılmalıdır. Seri imalatın söz konusu olduğu durumlarda diğer çalışanların da korunması için kaynak kabinlerinin kullanılması gereklidir.

**Anahtar Kelimeler:** Kaynak Yöntemleri, İş Güvenliği, İşçi Sağlığı, Kaynak Dumanı

### Abstract

A welding process is that two different or same metals are melted down, and during welding treatment, there are produced harmful wastes such as some gases or reek which are danger for the health of the welder arising from the welding electrode. If some problems are occurred by exposure duration time, field of study and protective materials, the generated of gases and reeks will cause to be damage in short and long time. In addition to these, many disease come into existence because of these detrimental matters.

The welding operation product is the reek which include dust of iron, aluminum, beryllium, lead, mangan and nickel will give rise to poisoning, respiratory irritation and tract diseases, cancer in long period of time, and coughing, bronchitis, dyspnoea, eye irritation, diminishing appetite, cramping, nausea and vomiting are transiently occurred by dust of metals in reek. In additionally, gases that is generated during the welding operation show an alteration with respect to different methods, and these gases will be invisible and fragrant or unscented. If there are not extremely exposed to carbon dioxide and argon gases in product of welding gases by welders, these gases are relatively innocuous. However, due to the fact that some very harmful gases such as ozone, carbon monoxide, and nitrogen dioxide are extremely toxicity effect, these gases are very detrimental matters.

In the light of all of the facts mentioned above, the most effective protection mechanism is the local aspiration from the gases and reek, and protection of the welder's inspiration level provide with using local aspiration because in this method, the gases and reek are absorbed that is no arriving to the welder in welding operation. However, when the other methods which are not unappropriate to the same as local aspiration such as inert gas methods, FFP2 mask which both produce as nonflammable and barrier to the gases and reek have standard of TS EN 149 have to be used. In serial production operation, welding cabin should be used for protecting of the other employees.

**Keywords:** Welding Methods, Work Safety, Worker Health, Welding Smoke

## I. GİRİŞ

Kaynak, imalat sanayisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Genellikle, metal ve alaşımlarının birleştirilmesi için kullanılan bir imalat yöntemidir. Çalışma prensipleri birbirinden farklı olmasına rağmen endüstride en çok tercih edilen imalat yöntemidir. Gaz altı kaynağı (TIG, MIG, MAG) elektrik ark, oksijen-gaz, lazer, elektron ışını, sürtünme, ultra ses dalgaları gibi farklı yöntemleri vardır. Kaynaklı birleştirme yapılırken kaynak operatörü birçok mesleki tehlike ile karşı karşıya gelmektedir. Bu tehlikeler; elektrik çarpması, kaynak ısı, kaynak radyasyonu, kaynak gürültüsü, kaynak dumanı, düşmeler ve kas iskelet sistemi problemleri gibi mesleki tehlikelerdir. Bu mesleki tehlikelerin tesirleri farklı süreler içerisinde gerçekleşmektedir. Elektrik çarpmasının tesiri derhal kendisini gösterirken kaynak dumanı içerisinde bulunan krom yıllar içerisinde hastalıklara yol açmaktadır [1].

Kaynakçılık, iş güvenliği ve işçi sağlığı konusunda birçok sorunla karşılaşılan bir meslek dalıdır. Kaynak işlemi sırasında oluşabilecek olan dumanlar, tozlar ve gazlar gerekli iş güvenliği önlemleri alınmadığında vücudun birçok bölgesinde hastalıklara, kısa ve uzun dönemde ciddi hasarlara sebep olabilmektedir. Bundan dolayı iş güvenliği, işçi sağlığı ve gerekli emniyet koşullarının sağlanması için çeşitli standart ve yönetmelikler yürürlüktedir. Günümüzde birçok işletmede gerekli iş sağlığı ve güvenliği kültürü oluşturulmadığından ve bu durum kurallara dayalı cezai işlemler ile düzeltilmeye çalışılsa da başarılı olunamamaktadır [2].

Tüm kaynaklı imalat işlerinde yanık, yangın ve radyasyon tehlikeleri ile birlikte metal dumanlarının ve diğer kimyasalların solunması riskini taşırlar. Kullanılan kaynak yöntemine göre değişen riskler bulunmaktadır. Bunlar; gürültü, mor ötesi radyasyon, nitrojen dioksit, elektrik yaralanmaları, karbon monoksit, ozon, floridler, basıçlı gaz tankları ve patlamalarıdır. Devasa metal iskeletlere sahip (kule ve köprüler, gemiler, demiryolları vb.) yapılarıdaki kaynak işlemleri çoğunlukla açık havada yapılır. Bu tür kaynak işlerinde oluşabilecek fiziksel yüklenmeler, kas iskelet sisteminde yaralanmalar, uygunsuz pozisyonlarda çalışma sonucu sıkıntılar sık görülebildiği gibi atmosfer koşulları da ek riskler oluşturur. Gerekli güvenlik önlemlerinin alınmadığı durumlarda kaynak yapan işçinin yanı sıra çevresindeki çalışanlarda zarar görebilmektedir. Çalışanların sağlıklarını yitirmesi hem işletme hem de çalışan için zaman ve nakit kaybıdır. Bunun yanı sıra işyerinde gerekli güvenlik önlemleri alınmaması yüzünden çalışanın hastalanması durumunda yaptığı işe karşı ön yargılı olacaktır. Bu da yanında zamanla gözlenen bir performans düşüklüğünü getirecektir. İşverene karşı olan güveni kaybolacak ve zamanla oluşan huzursuzluk artışı gösterecektir. Bu da işçinin performansını etkileyen önemli bir kriterdir [2].

Müezzinoğlu'nun hazırladığı bir tebliğde; kaynak ve sıcak kesme işlerindeki iş kazalarının dağılım oranını şu şekilde ifade etmiştir: Gözde yaralanma %67, göze yabancı cisim kaşması %32, sıcak metal kıvılcım veya alevin elbisenin altına girerek yanık oluşturması %11, korunmamış deri yanığı % 9, elbise üzerinden nüfuz %7, yangın ve patlama %3, elbisenin alev almasının %3 olduğunu belirtmiştir [3].

Ark kaynak yöntemlerinde morötesi ve kızılötesi ışınlar, sağlığa zararlı gaz ve kaynak dumanı, ısı ve gürültü gibi tehlikeler bulunmaktadır. Işımların deri ve gözlerdeki olası olumsuz etkilerine karşı, uygun kişisel koruyucular ve kaynak baş maskeleri kullanarak önlem alınabilmektedir. Karbondioksit, karbon monoksit, ozon, azot oksitler gibi solunması sağlığa zararlı gazların meydana getirdiği kaynak dumanının insan sağlığına olan etkileri önemsenmemekte ve gerekli önlemler alınmamaktadır.

## II. KAYNAK SIRASINDA AÇIĞA ÇIKAN GAZ VE DUMANIN İNSAN SAĞLIĞINA ETKİSİ

Metallerin kesme, kaynak ve diğer metodlarla işlenmesi esnasında çalışan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilecek çeşitli toz, duman ve gazlar gibi hava kirleticileri ortaya çıkmaktadır. Kaynak işlerinde başlıca risklerin başında kaynak dumanını oluşturan tanecikler, metaller ve diğer oksitlerdir. Kaynak dumanı, ana metal üzerindeki kir, pas, boya, yağ vb. kaplamadan açığa çıkan taneciklerden meydana gelmektedir. Kaynak işlemi sırasında ortama karışan bu tanecikler genellikle kaynak ağzı açılması için taşlama yapılması, metalik malzemelerin kesilmesi vb. uygulamalar sonrasında meydana gelmektedir. Metal oksit dumanları uzun süre havada asılı kalıp ortamdaki devinimlerle işyerindeki çeşitli yerlere dağılırken tozlar genellikle çökerek işyeri tabanında birikir [4].

Kaynak işlemi sırasında ortama yayılan toz, duman ve gazlar vücuda solunum yolu ile girerler. Oluşan gazların bileşimi kaynak yöntemine bağlı olarak değişiklik gösterir. Tank, kazan gibi kapalı alanlarda kaynak yapılırken açığa çıkan gazlar ortamın oksijen oranını hızla azaltır. Bu durum kaynak operatörünün bayılmasına ve hatta boğulmasına sebep olabilmektedir. Ayrıca, ortamda izin verilen yoğunluktan fazla kirleticinin bulunması ve maruz kalınan süre ile yoğunluğa göre çeşitli hastalıklar ortaya çıkabilmektedir. Bunlar; kronik bronşit, akciğer ödemi, kan hastalıkları, metal dumanı ateşi, kanser vb. hastalıklardır [5].

Ergime ve buharlaşma sıcaklığı düşük çelik yüzey kaplama malzemeleri eriyen iş parçasından sıvı kaynak havuzuna geçmektedir. Kaynak dumanında bulunan Cr, Ni, Mn, Si, Br, Cd, NO, Karbondioksit (CO<sub>2</sub>), Karbonmonoksit (CO), Asetilen (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>), Etil Bromür (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>Br), Fosgen

(COCl<sub>2</sub>), Hidrojen (H<sub>2</sub>), Helyum (He), vb. boğucu ve zehirli maddelerin solunum yolları ve akciğerlere yerleşerek solunum sisteminin ve diğer vücut sistemlerinin zamanla zarar

görmesine sebep olur [6]. Kaynaklı imalat sırasında oluşan gazların ve dumanların insan sağlığı üzerindeki etkileri sırasıyla, Tablo 1 ve Tablo 2' de belirtilmiştir.

**Tablo 1.** Gazların Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri [9-10-11].

Gaz	Özellikler	MAK (Günde 8 saat içerisinde solunan havada izin verilen en yüksek konsantrasyon) ve TWA (Günlük 8 saat, haftalık 40 saatlik bir çalışma dönemi için çalışanlar için hiçbir etki yaratmayacağı kabul edilen en yüksek konsantrasyon) değerleri
Azot oksitleri (NO, NO <sub>2</sub> )	Kokusuz, renksiz ve tatsız bir gazdır. Alkol ve suda çözünür. Solunum yollarında ve gözde tahrişe sebep olur. Uzun süreli maruziyetlerde diş ve deride sarı renk görülebilir.	MAK: 5 ppm (parts per million veya mm/m <sup>3</sup> ) TWA: 3 ppm
CO	Yeterli havalandırma sağlanmadığı durumlarda kaynak yapılan ortamda CO miktarı yüksek değerlere çıkar. Buna bağlı olarak CO hemoglobin ile birleşerek kanın oksijen taşıma özelliğini ortadan kaldırır. Ortamda yüksek yoğunlukta CO bulunması kaynak işçisinde baş ağrısı, çarpıntı bayılma ve yorgunluk gibi belirtilerin ortaya çıkmasına sebebiyet verebilir.	MAK: 500 ppm TWA: 25 ppm
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	Oksi-gaz kaynağı ve kesme işleminde en çok kullanılan gazlardandır. Saf halde kokusuz ve renksizdir. Piyasa satışa sunulan asetilen gazında bulunan karpiten dolayı sarımsağa benzer bir kokusu vardır. Boğucu ve yanıcı özelliği olan bir gazdır.	MAK: 10 ppm (15 mg/m <sup>3</sup> )
CO <sub>2</sub>	Genellikle koruyucu gaz olarak kullanılır. Kokusuz renksiz ve boğucu bir gazdır. Yeterli havalandırmanın yapılmadığı durumlarda gaz yoğunluğunun %10' un üzerine çıkması sonucunda solunum güçlüğüne, baygınlığa daha yüksek yoğunluklarda ise ölüme sebebiyet verebilmektedir.	MAK: 5000 ppm TWA: 25 ppm
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Br	Alevle veya sıcak yüzeyde, toksik ve aşındırıcı buharlar vererek ayrışır. Havada belli bir yoğunluğun üstünde bulunması durumunda patlama riski taşıyan güçlü oksidanlar, metal tozları ve alkaliler ile şiddetle tepki gösterir. Oksi-gaz kaynağı sırasında açığa çıkar. Renksiz bir gazdır. Solunum yolu ile etkiyen boğucu bir gazdır.	MAK: 200 ppm
COCl <sub>2</sub>	Ark kaynağı sırasında çıkan UV ışınları hidrokarbon solventleri ile reaksiyona girerek fosgen gazı açığa çıkarılır. Renksiz, uçucu ve kolay sıvılaşılabilen zehirli bir gazdır. Solunması durumunda ağızda ve boğaz bölgesinde tahriş ve yanıklar görülebilir. Buna ek olarak akciğer ödemi oluşumuna sebep olabilir.	MAK: 0.1 ppm TWA: 0.1 ppm
Fosfin (PH <sub>3</sub> )	Pas önleyici kaplanmış metallerin kaynağı sırasında açığa çıkan radyasyon ile pas önleyici tepkimeye girerek fosfin açığa çıkarır. Kendiliğinde parlayabilen zehirli bir gazdır. Burunda, gözlerde ve ciltte tahrişe neden olur. Solunması durumunda baygınlık, ishal, halsizlik ve solunumda güçlük görülebilir. Yoğunluğunun 100 ppm üzerinde bulunduğu ortamda kusma, felç, kan basıncında düşme ve koma ile öldürücü etki yapabilir. Kronik zehirlenme durumunda ise sinir sistemi ve böbrekler üzerinde çeşitli etkileri bulunmaktadır.	MAK: 0.3 ppm TWA: 0.3 ppm
H <sub>2</sub>	Bazı koruyucu gaz kaynağı yöntemlerinde kullanılır. Çabuk yanan renksiz, boğucu bir gazdır. Havadan hafiftir.	-
Propan (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	Bütan ile birlikte gaz kaynağında yanıcı olarak kullanılır. Havadan ağır, renksiz, doğal gaz kokusunda, parlayıcı bir gazdır.	- TWA: 1400 mg/m <sup>3</sup>
Ar	Gazaltı kaynak yöntemlerinde koruyucu gaz olarak kullanılır. Havadan ağır bir soy gazdır.	-
He	Gazaltı kaynak yöntemlerinde koruyucu gaz görevi yapar.	-

Tablo 2' de belirtilen PARPAT: Parlayıcı ve patlayıcı, tehlikeli ve zararlı maddelerle çalışılan yerlerde ve işlerde alınacak tedbirler hakkında tüzüğü ifade etmektedir [6].

**Tablo 2. Dumanların Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri [9-11-12].**

Metal dumanı	Özellikler	MAK, TWA ve PARPAT değeri
Baryum oksit (BaO)	Baryum oksidin (BaO) solunması durumunda solunum yolunda tahrişe ve zehirlenmeye neden olur. Bunun yanı sıra baş dönmesi, solunumda güçlük, kusma, ishal, yüz ve boyun bölgesinde kasılma ile kalp rahatsızlıkları şeklinde belirtiler görülebilir.	MAK: 0.5 mg/m <sup>3</sup>
Be	Berilyum ve bileşikleri, yüksek derecede toksik maddeler olduğundan dolayı, toz, duman veya buhar şeklinde dağıldığında, solunulması veya teması durumunda ciddi solunum yolu hastalıklarına sebebiyet verebilmektedirler. Dolayısıyla, işleme, kesme veya ısıtma esnasında ortaya çıkan çok küçük berilyum parçacıkları tehlikeli olabilmektedir.	- TWA: 0.002 mg/m <sup>3</sup>
Kadmiyum oksitler	Oldukça zehirlidir. Kaplanmış malzemelerin kaynağı sırasında kadmiyum oksit oluşur. Ağızda kuruluk, göğüs ağrısı, solunum güçlüğü, öksürük ve vücut sıcaklığının yükselmesi kadmiyum zehirlenmesinin belirtileridir. Bu belirtilerden bazıları bir veya birkaç gün içinde ortaya çıkmaz.	MAK: 0.1 mg /m <sup>3</sup> TWA: 0.05 mg/m <sup>3</sup>
Kalsiyum oksitler	Ortamda yüksek konsantrasyonlarda bulunması mukozada tahrişe neden olur.	MAK: 5 mg/m <sup>3</sup> TWA: 2 mg/m <sup>3</sup>
Cr	Cr alaşım malzemelerin kaynağı sırasında +3 ve +6 değerlikli krom oluşur. +6 değerliğe sahip Cr' nin kanser yapma ihtimali yüksek olan bir maddedir. Ayrıca, solunum yolları, mukoza, akciğer üzerinde tahrişe ve vücut sıcaklığında artışlara neden olabilirler.	- TWA: 0.5 mg/m <sup>3</sup> (Cr metal ve krom +3 bileşikleri için)
Cu	Dolgu metalinde ya da ana metalde bulunan bakırın kaynak dumanına karışması ve bu dumanın solunması durumunda vücut ısısının artmasına sebep olabilir.	- TWA: 0.2 mg/m <sup>3</sup>
F	Düşük ve yüksek alaşım çelikler için ortak elektrot kaplama malzemesi olarak kullanılır. Elektrotlarda örtü görevi yapan florürün açığa çıkmasıyla dumanın solunması durumunda solunum yollarında tahriş, akut ve kronik etkilenmeler görülebilir.	MAK: 0.1 ppm TWA: 2.5 mg/m <sup>3</sup>
FeO	FeO ile uzun süreli maruziyet, akciğer meslek hastalıklarından biri olan siderozis' e sebebiyet verebilir.	MAK: 10 mg/m <sup>3</sup> TWA: 3.5 mg /m <sup>3</sup>
Pb	Kaynak dumanında görülmez. Pb kaplanmış malzemelerin kaynağında ya da Pb içeren elektrotların kullanıldığı işlemler sırasında ortaya çıkabilir. Kurşunoksitin solunması durumunda baş ve ağız ağrıları, bayılma, kramp ve iştahsızlık görülebilir.	MAK: 0.2 mg/m <sup>3</sup> TWA: 0.15 mg/m <sup>3</sup>
MgO	Birleştirilecek malzeme ve alaşımları ile elektrotlarda bulunur. Kaynak dumanında yüksek oranlarda bulunan MgO oldukça zehirlidir. Maruz kalınması durumunda baş dönmesi, bayılma, kas gerilmesi, mukoza tahrişi ve unutkanlık belirtilerinin yanı sıra metal buharı ateşine de neden olabilir. Ayrıca magnezyum oksitin sinir sistemi ve solunum yolları üzerinde olumsuz etkileri olduğu bilinilmektedir.	MAK: 15 mg/m <sup>3</sup> TWA= 10 mg/m <sup>3</sup>
Ni	Paslanmaz çelik, Inconel, Monel, Hastelloy, diğer yüksek alaşım malzemelerde ve kaynak çubuklarında bulunur. Kanserojen olmakla birlikte metal dumanı ateşine de sebebiyet verebilir. Paslanmaz çeliklerin kaynağında ortaya çıkar.	- TWA= 0.1 mg/m <sup>3</sup>

### III. KAYNAKLI İMALATTA OLUŞAN DUMAN VE GAZIN YARATTIĞI SAĞLIK PROBLEMLERİ

**3.1. Metal Dumanı Ateşi:** Kaynak işlemi sırasında metal dumanını soluyan kişilerde görülür. Kalıcı bir sorun olmamakla birlikte dumanın solunmasından 3 ile 10 saat arasında belirtiler gözlemlenmeye başlanır. Gözlemlenen belirtiler yaklaşık 18 saat içinde zirveye ulaşırken 1-2 gün içinde tüm belirtiler ortadan kalkmaktadır. Hastalığın gribe benzer belirtileri olmaktadır. Bunlar; ateş, ağız ağrısı, kırıklık, boğazda tahriş, titreme, terleme, göğüs ağrısı susuzluk hissi gibi sorunlardır. Genellikle yeni başlayan ya da tatilden dönen çalışanlarda görülür. Göğüs muayenesi ve akciğer bulguları genellikle normaldir. 24 saat içinde tamamen iyileşme görülür [7].

**3.2. KOAH (Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı):** Duman ve gazın solunmasının KOAH' a yol açabildiği kesin olarak saptanmıştır. En önemli belirtileri; kronik öksürük, nefes darlığı (eforla), hırıltı ve balgam' dır. Genellikle bronşit ve solunum yetmezliği ile gelişen KOAH için tam tanı konulması solunum fonksiyon testleri ile sağlanabilir. Bu testlerle tanı koymanın yanı sıra hastalığın şiddetinin ve hastalığın seyrinin takibinde de kullanılabilir [7].

**3.3. Siderozis:** Akciğerlerde demir tozunun ve demir oksitleri birikmesi sonucu ortaya çıkan bir pnömokonyoz türüdür. Hastalarda hafif ila orta derecede obstrüktif solunum bozukluğu görülür. Spesifik bir tedavisi olmamakla birlikte demir tozu maruziyetinin kesilmesinden sonra hastalardaki bulgularda azalmalar meydana gelebilir [8].

#### IV. KAYNAK SIRASINDA OLUŞAN GAZ VE DUMANIN GİDERİLMESİ

Kaynak işlemi sonucu oluşan duman ve gazın ortamdaki uzaklaştırılması ve yoğunluğunun uygun değerlere düşürülerek oluşabilecek hasarları minimuma indirmek için belli kurallara uyulmalıdır. Bunlar;

- Kaynakçı, mümkün olduğu kadar dar ve kapalı alanlarda çalışmamalıdır. Çalışması gereken durumlarda ortam lokal havalandırma ile havalandırılmalıdır.
- Tavan yüksekliği 5 metreden fazla olmalıdır.
- Her kaynakçıya en az 284 m<sup>3</sup> hava düşmelidir.
- Havadaki kirletici yoğunluğu 20 mg/cm<sup>3</sup>'den az olmalıdır.
- Kaynak yapılan bölgede gaz ölçüm cihazı bulundurulmalıdır.
- Kaynak işlemi sırasında oluşan kirleticilerin ortamdaki uzaklaştırılması için uygun havalandırma yöntemi seçilerek ortam sürekli havalandırılmalıdır.
- Kaynakçı gerekli eğitimleri almış olmalıdır.
- Kapalı ortamlarda havalandırmanın ve aspirasyonun mümkün olmadığı durumlarda hortumlu veya tüplü solunum cihazları kullanılarak kaynak işlemine devam edilmelidir [5-9].

Gaz ve dumanın olumsuz etkilerini minimuma indirmek ve işçi sağlığını korumak adına genel ve lokal havalandırma teknikleri kullanılmalıdır. Burada dikkat edilmesi gereken hususlar; yapılan işin niteliği, iş yerinin özelliği, ekipmanların yapısı, kirleticilerin nitelik ve konsantrasyonlarına bağlı olarak uygun genel veya yerel havalandırma yöntemleri tasarlanarak kaynak işlemi sırasında kullanılmalıdır. Amaca uygun havalandırma yapılmasındaki ana hedef üretim süreci sırasında ortaya çıkan kirleticilerin hem kaynak yapan işçiye hem de çevresindeki diğer çalışanları ulaşmadan ortamdaki uzaklaştırmak ya da minimum seviyelerde tutmaktır [13].

##### 4.1. Genel Havalandırma

Gaz, duman vb kirleticilerin temiz hava akımı ile atölye içine dağıtmak ve daha sonra ters yönde veya tavandaki emme ağızları ile dışarı atma esasına dayanmaktadır. Bu yöntemin işyerlerinde kullanımı ile belli bir dereceye kadar kirleticiler dağıtılabilmektedir. Bu yöntem kullanılması sonucunda kirlenme kaynağın uzağındaki kişiler olumsuz etkilenebilmektedir. Genel havalandırma yönteminde bir atölye yüzölçümü için 50 m<sup>3</sup>/h hava değişimi öngörülmektedir [14]. Şekil 1' de genel havalandırma sistemi gösterilmektedir.



Şekil 1. Genel havalandırma sistemi [15].

Genel havalandırma kullanan işletmelerde kirletici konsantrasyonunun çok yüksek olmaması ve toksikliğin az olmasına dikkat edilmelidir. Bunun yanı sıra çalışanlar işlerini kirletici kaynağı ile aralarında bir miktar mesafe koyarak yapmalıdır [14].

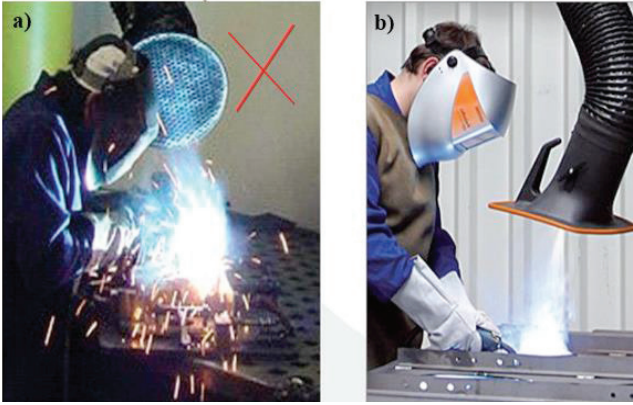
##### 4.1.1. Genel Havalandırmanın Dezavantajları

- Kirleticileri tamamen ortadan kaldırmaz.
- Yüksek yoğunlukta kimyasal bulunan yerler için kullanımı uygun değildir.
- Yüksek miktarlardaki gaz ve buhar için etkili değildir.
- Düzensiz yayınımların dağıtılmasında etkili değildir.

Bu tip havalandırma yöntemleri yüksek tavanlı, kendiliğinden hava sirkülasyonu olan geniş çalışma alanlarında yeterli temizliği sağlayabilir [14].

##### 4.2. Lokal Havalandırma Sistemleri

Lokal havalandırma sistemleri ile genel havalandırmanın yeterli ya da uygun olmadığı durumlarda kullanılır. İşyeri ortamına kirletici yayılmasına sebep olan genel havalandırmanın aksine kirleticileri yakalayarak ortamdaki uzaklaştırılmasını sağlar. Buradaki önemli hususlardan birisi kaynak işlemi yapılırken ortaya çıkan kirleticilerin ortama yayılmasını engellemek için emiş ucu kaynak bölgesine (iş engelleyecek derecede) mümkün olduğunca yakında bulunmalıdır. Şekil 2' de lokal havalandırma sistemi gösterilmiştir. Şekil 2a' da uygun olmayan havalandırma şekli, Şekil 2b' de ise uygun havalandırma şekli gösterilmiştir.



Şekil 2. Lokal havalandırma sistemi; a) Yanlış havalandırma, b) Doğru havalandırma [16].

Lokal havalandırma sistemlerinde genel havalandırmaya göre daha az temiz havaya gereksinim duyulmaktadır. Lokal havalandırma sistemlerinde kirleticiler işçinin solunum bölgesine ulaşmadan kontrol altına alındığından çok daha etkili bir yöntemdir. Lokal havalandırma çoğunlukla;

- Kaynak dumanı ve gazının çalışan üzerinde ciddi sağlık riskleri oluşturduğu,
- Üretilen kirletici yoğunluğunun fazla olması ve
- Soğuk havalarda genel havalandırmanın ciddi ısınma giderlerine sebep olması nedeniyle tercih edilir.

Genel olarak havalandırma uygulanması gereken yerlerde, havalandırmanın şekli, gücü, kullanılan kaynak yöntemi, işin yapısı, atölye konum ve büyüklüğü gibi parametreler dikkatle incelenerek uygun projenin çıkarılması üst seviyede mühendislik becerilerine ihtiyaç duymaktadır. Kurulan sistemin işlevsel olması için mühendislik ve iş güvenliği bilgilerinin bir bütün içinde bulunması ve sıkı ekip çalışmasını gerektirir. Ancak bu şekilde iyi bir havalandırma sistemi kurulabilir [13-14].

Kaynaklı imalat sırasında oluşan gaz ve duman her ne kadar yukarıda bahsedilen havalandırma yöntemleri ile ortamdaki yoğunlukları minimize edilse de bazı durumlarda bu yöntemler bile yeterli olamıyor. Bu sebeple oluşabilecek zararların önüne geçmek için kişisel koruyucu donanımlar kullanılmaktadır.

## V. GAZ VE DUMANA KARŞI KULLANILABİLECEK KORUYUCU EKİPMANLAR

Genel ve lokal havalandırma ile ortamdaki yoğunluğu düşürülen gaz ve dumana çalışanın maruziyetini en aza indirmek için uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Koruyucu ekipmanın seçiminde dikkat edilmesi gerek kriterlerden biri ortamdaki gaz, toz ve dumanın bileşenlerinin

doğru şekilde tespit edilmesidir. Bir diğer kriter ise kullanılacak koruyucu ekipmanın hangi limitler içerisinde kullanılabilirliği ve maruziyet sınırının bilinmesi gereklidir. Oksijenin hacimce %19.5' in altında olduğu ortamlarda temiz hava besleme başlıklı sistemler kullanılmalıdır [17].

### 5.1. Gaz ve Toz Filtreleri

Kaynak işlemi sırasında oluşan gaz, duman ve katı parçacıkları filtreleyerek çalışanın temiz hava solmasına yardımcı olur. İş sağlığı ve güvenliği mevzuatında bulunan zararlı gaz, duman ve partiküllerin yoğunluğunun yüksek olduğu yerlerde kullanılır. Kullanım süresi, havadaki nem, filtreyi kullanan çalışanın soluduğu oksijen miktarına ve ortamda bulunan gaz yoğunluğuna bağlıdır.

Filtrelerin kullanım yerleri havadaki kirleticileri gaz veya partikül olmasına göre farklılık gösterir. Bu nedenle gazlar için kullanılan filtrelere “gaz filtresi” partiküllere karşı kullanılan filtrelere ise “toz filtresi” denir.

Elyaf (P2), Aerosol (P1) ve ön filtre olmak üzere üç farklı filtre bulunmaktadır. Elyaf filtreler; asbest çimento, gübre, metalurji vb. sektörlerde kullanılırlar. Aerosol filtreler; selülozik ya da sentetik liflerden imal edilirler. Havada uçan küçük parçacıklar halindeki toz ve dumanı mekanik olarak filtrelerler. Çoğunlukla zararlı ve zehirli tozlara karşı kullanılırlar. Ön filtre (mekanik filtre) ise; preslenmiş sentetik elyaf arasında bulunan hidrofil pamuktan oluşur. Gaz filtresinin kullanma ömründen önce bitmemesi için kullanılır [18].

### 5.2. Göz ve Yüz Koruyucuları

Gözleri ve yüzü çalışanın çalıştığı ortamdaki kirleticilerden koruyacak şekilde tasarlanmıştır. Genellikle; tozlardan, talaş ve kıvılcımlardan, ultraviyole ve kızılötesi ışıklardan, kimyasal sıçramalar ve erimiş metallere karşı kullanılır [18].

## VI. SONUÇLAR

Kaynak sırasında açığa çıkan gaz ve dumanın insan sağlığı üstünde ciddi etkileri vardır. Gerekli önlemlerin alınmadığı durumlardan hem işveren açısından hem de çalışan açısından vahim tablolar ortaya çıkabilmektedir. Bu tip sorunların ortaya çıkmaması için öncelikle, çalışılan makinalarda ve iş ortamında güvenliğin sağlanması gerekir. Kişisel koruyucu donanımların kullanımı en son düşünülmelidir. Bu güvenlik önlemlerinin iş yerlerinde uygulanabilmesi için hem işverenin hem de çalışanın gerekli iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerini alması ve kaynak işlemi sırasında ortaya çıkan kirleticilerin insan sağlığı üzerindeki etkileri hakkında

bilinçlendirmek gereklidir. Ayrıca bu eğitimlerin yanı sıra denetimlerin sıkı bir şekilde sağlanması gerekir.

Ülkemizde işçi sağlığı ve güvenliği ile ilgili eğitimlerin artırılması, hem firmalara hem de işçilere gerekli olan iş güvenliği kültürünün aşılması, denetimlerin sıklaştırılması ve gerekli durumlarda yapılan cezai işlemlerin ağırlaştırılması gerekmektedir. Bu sayede güvenli ve huzurlu bir çalışma ortamı oluşturulması, standartlara uygun ve kaliteli üretim yapmanın ilk adımlarındandır.

## Referanslar

- [1] Kanagasabi, N. and Krishan, J. (2005). Health and Safety Aspects in Welding, IIW 5th Welding Science and Technology Congress, Mumbai, February 16-19.
- [2] Karadeniz, S., Kahraman, F. ve Sever, K. (2003). Kaynaklı İmalatta İnsan Sağlığı II. İsg Kongresi Bildiriler Kitabı, 186-204
- [3] Müezzinoğlu, A. (2013). Kaynak Alanında Tehlike Değerlendirmesi. Kaynak Kongresi IX. Ulusal Kongre ve Sergisi Bildiriler Kitabı, 405-410.
- [4] Avşaroğlu, A. (2011) Boru Hatlarındaki Kaynaklı İmalat Çalışmalarında İş Güvenliği Risk Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Türkiye, s. 17-41
- [5] Yurtsever, E. ve Özdemir, G. (2009). Kaynak Tekniği Uygulamalarında İş Güvenliği. V. İsg Kongresi Bildiriler Kitabı, 518-530
- [6] Çevik, B., Apay., S. ve Akıncıoğlu, S. (2011). Kaynak Personelinin Sağlığı ve İş Güvenliği. VI. İsg Kongresi Bildiriler Kitabı, 105-109
- [7] Müezzinoğlu, A., Ocaktan M.C. ve Ocaktan, M.E. (2011). Kaynak Çalışanları İçin Sağlık Gözetim Programı Önerisi.
- [8] “Mesleki Solunum Sistemi Hastalıkları”. <https://issuu.com/tepakademi/docs/namee499e4> (Erişim Tarihi: 20 Şubat 2017)
- [9] Tan, O. (2008). Kaynak İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği
- [10] Chemical Industry Association, VNCI, the Netherlands (1991). Chemical Safety Sheets: Working Safely with Hazardous Chemicals, 1.Baskı, Springer Netherlands, s. 396
- [11] Canadian Centre for Occupational Health and Safety, Welding – Fumes And Gases, [https://www.ccohs.ca/oshanswers/safety\\_haz/welding/fumes.html](https://www.ccohs.ca/oshanswers/safety_haz/welding/fumes.html) (Erişim Tarihi: 15 Ekim 2017)
- [12] Yıldız, Y. (2010). Soğuk ve Kriyojenik İşlemlerle Bakır Elektrot ve Berilyum-Bakır Alaşımı İş Parçalarının Elektro Erozyon İşlem Performansına Etkileri. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Türkiye, s. 3
- [13] <http://www.isgforum.net/threads/kaynak-dumanina-kar%C5%9Fi-alinacak-%C3%B6nlemler.7500/>, “Kaynak Dumanına Karşı Alınacak Önlemler”. (Erişim Tarihi: 20 Şubat 2017).
- [14] Eğri, N., İmancı C. Ve Akpolat, M.S. Endüstriyel Havalandırmaya Giriş T.C Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü İş Sağlığı ve Güvenliği Merkezi Müdürlüğü (2011)
- [15] Kaymaz, Ö. (2014) Kaynak İşlerinde İş Kazası ve İşe Bağlı Sağlık Problemlerine Neden Olan Faktörler ve Kkd Kullanımının Bu Faktörlere Etkileri Üzerine Çevresel ve Teknik Araştırma. Uzmanlık Tezi/Araştırma, T.C Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü s. 7-13
- [16] <http://www.egevizyonakademi.com.tr/haber/26/kaynak-ilerinde-kullanilan-kisisel-koruyucu-donanimlar/>, “Kaynak İşlerinde Kullanılan Kişisel Koruyucu Donanımlar”. (Erişim Tarihi: 21 Şubat 2017)
- [17] <http://www.cerciller.com/GenelHavalandirmaSistemleri.aspx> (Erişim Tarihi: 20 Şubat 2017).
- [18] <http://www.kipdasmuhendislik.com/sectorlere-gore-ortam-olcumleri/31-metal-sektoru-ses-toz-i-%C5%9Fyeri-ortam-%C3%B6l%C3%A7%C3%BCmleri.html> (Erişim Tarihi: 20 Şubat 2017).