



# Kaynak İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

Tezsiz Yüksek Lisans

Hatice Begüm Seyhan

Proje Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet Çevik

Ocak 2024

# Kaynak İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları

## Özet

Yüksek ısı ve gerilim içeren kaynak işlemleri beraberinde ciddi tehlike ve riskleri barındırmaktadır. Bu projede kaynak yöntemlerini tanımlayarak kullanıma bağlı oluşan tehlikeler ve riskler değerlendirilmiştir. İş sağlığı ve güvenliğini sağlamak amacıyla uygulanan ulusal ve uluslararası bazı kanunlar, standartlar ve yönergeler belirtilmiştir. Kaynak yöntemleri uygulama şekli, kullanılan gazlar ve içinde bulunulan ortam itibariyle iş kazası yaşanabilecek bir ortamdır. Bu projede Türkiye, İngiltere, Amerika Birleşik Devletleri ve Almanya olmak üzere metal imalatında ve işleminde meydana gelen kazaların istatistikleri karşılaştırılmıştır. Kaynak işlerinde oluşabilecek iş kazalarını önlemek için alınması gereken önlemler değerlendirilmiştir. Uluslararası kuruluşlarca kaynak işlerinde iş kazasını önlemek, uygulama sırasında daha ergonomik bir çalışma yapmak için bazı standartlar belirlenmiştir. Kaynak işlerinde kullanılan çeşitli ekipmanlar ve standartlara göre özellik gereksinimleri belirtilmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Kaynak işleri, iş kazası, kaynak standartları, kontrol önlemleri

# Occupational Health and Safety Practices in Welding Works

## Abstract

Welding processes, which involve high heat and voltage, carry serious dangers and risks. In this project, welding methods were defined and the hazards and risks arising from use were evaluated. Some national and international laws, standards and guidelines implemented to ensure occupational health and safety are specified. It is an environment where occupational accidents may occur due to the application of welding methods, the gases used and the environment. In this project, the statistics of accidents occurring in metal manufacturing and processing in Türkiye, United Kingdom, United States and Germany were compared. The preventive actions to be taken to prevent occupational accidents that may occur in welding works have been evaluated. Some standards have been determined by international organizations to prevent occupational accidents in welding works and to ensure more ergonomic work during application. Various equipment used in welding works and feature requirements according to standards are specified.

**Keywords:** Welding, work accidents, welding standards, control precautions

# İçindekiler

Özet .....	i
Abstract .....	ii
<b>1 Giriş .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Kaynak Çeşitleri .....</b>	<b>4</b>
2.1 Füzyon Kaynağı .....	4
2.1.1 Ark Kaynağı .....	4
2.1.2 Direnç Kaynağı .....	10
2.1.3 Oksi-Yanıcı Gaz Kaynağı .....	10
2.2 Katı Hal Kaynağı .....	11
2.2.1 Difüzyon Kaynağı .....	11
2.2.2 Sürtünme Kaynağı .....	12
2.2.3 Ultrasonik Kaynak .....	12
<b>3 Kaynak İşlerinde İş Kazası ve İşe Bağlı Sağlık Problemlerine Sebep Olan Faktörler .....</b>	<b>14</b>
3.1 Kaynak İşlerinde Oluşan Tehlikeler ve Etkileri .....	14
3.1.1 Kaynak İşlerinde Ortaya Çıkan Toz, Duman ve Gazlar .....	15
3.1.2 Kaynak İşlerinde Oluşan Işınlardan Etkisi .....	20
3.1.3 Gürültü .....	21
3.1.4 Elektrik .....	21
3.1.5 Yangın ve Patlama .....	22
3.1.6 Yanık .....	23
3.2 Kaynak İşlerinde Kaza Oranları .....	23
<b>4 Kaynak İşleri ile İlgili Ulusal ve Uluslararası Yönetmeliğin Gözden Geçirilmesi ve Kaza Sayılarının Karşılaştırılması .....</b>	<b>24</b>

4.1	İş Sağlığı ve Güvenliğinde Ulusal ve Uluslararası Örgütler, Kuruluşlar ve Yönetmelikler .....	25
4.1.1	Türkiye’de İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmelikleri .....	26
4.1.2	Alman Yönetmelikleri .....	27
4.1.3	Amerika’da İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmelikleri .....	28
4.1.4	İngiltere’de İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmelikleri .....	28
4.2	Kaynak ile İlgili Standartlar .....	29
<b>5</b>	<b>Türkiye’de ve Dünyada Kaynak Sektöründe Karşılaşılan Kazalar .....</b>	<b>31</b>
5.1	Kaynak Sektöründe Karşılaşılan Kazalar .....	31
5.2	Kaynak Sektöründe Kaza İstatistikleri .....	36
<b>6</b>	<b>Kaynak İşlerinde Meydana Gelen Kazaların Azaltılmasına Yönelik Öneriler .....</b>	<b>39</b>
6.1	Çalışma Ortamında Alınabilecek Önlemler .....	39
6.1.1	Havalandırma .....	39
6.1.2	Basınçlı Gaz Tanklarında Güvenlik .....	40
6.1.3	Elektrik Çarpma Tehlikesi .....	40
6.1.4	Yangın ve Patlama Riski .....	41
6.1.5	Kaynak Tüpleri .....	41
6.1.6	Elektrik Ark Kaynağında Oluşan Işınlara ve Radyasyon .....	42
6.1.7	Filtreleme .....	42
6.2	Kişisel Koruyucu Donanım Standartları ve Gereklilikleri .....	42
<b>7</b>	<b>Sonuç .....</b>	<b>50</b>
	<b>Kaynaklar .....</b>	<b>52</b>

# Bölüm 1

## Giriş

Kaynak yöntemi, günümüzde uygulandığı şekliyle nispeten yeni bir süreç olarak kabul edilmiş olsa dahi tarihi çok eski zamanlara kadar dayanmaktadır. Kaynak, iki ya da daha fazla materyalin temas yüzeylerine belli bir basınç ve/veya ısı uygulamasıyla birleştirildiği bir malzeme birleştirme işlemidir. Birçok kaynak işlemi, hiçbir basınç uygulanmadan yalnızca ısı ile gerçekleştirilir; diğerleri ısı ve basınç kombinasyonu ve diğer yöntemde dışarıdan ısı sağlanmadan yalnızca basınçla gerçekleştirilir. Bazı kaynak işlemlerinde ise birleşmeyi kolaylaştırmak için dolgu malzemesi eklenir [1].

Kaynakçılığın tarihi gelişim süreci antik çağlara kadar uzanır. En eski bulgular Tunç Çağı'na aittir. Küçük altın yuvarlak kutular, bindirme bağlantılarının birbirine basınçlı kaynaklanmasıyla yapılmıştır. Altın kutuların 2000 yıldan daha önce yapıldığı düşünülmektedir. Demir Çağı'nda Mısırlılar ve Doğu Akdeniz bölgesinde yaşayan insanlar demir parçaları ile kaynak işlerini öğrenmişlerdir. Yaklaşık M.Ö. 1000 yıllarında yapılmış birçok alet bulunmuştur. Orta Çağ'da demircilik sanatı gelişti ve çekiçle kaynak yapılan birçok demir eşya üretildi. Bugün bildiğimiz şekliyle kaynak 19. yüzyıla kadar icat edilmemiştir [2].

En az 5000 yıl önce metal, Şekil 1.1'de görüldüğü gibi üst üste gelen parçaların ısıtılması ve çekiçlenmesiyle kaynaklanmıştır. Aynı prensipler bugüne kadar dövme kaynağında ve 'katı hal kaynağının' diğer modern formlarında kullanılmaktadır [3].



Şekil 1.1: Metal parçasını çekiç ile döven demirci [4]

İkinci Dünya Savaşı ağır imalat sanayine büyük bir ivme kazandırdı ve kaynak teknolojisinin yaygın biçimde benimsendiğinin habercisi olmuştur [3]. Kaynağın geliştirilmesinde önemli rol oynayan savaş zamanlarında hem güç göstermek hem de imkânsızlık içinde olma nedeniyle çeşitli ülkeler metal kaynakları konusunda oldukça önemli araştırmalar ve uygulamalar yapmıştır. Savaş döneminde yaygın olarak hafif metallerin kullanılmaya başlanmasıyla (savaş uçağı vb.) tungsten ve metal koruyucu gaz kaynaklarının temeli atılmıştır [5].

Kaynaklara göre Türkiye'de kaynak işleminin ilk kez 1920 yılında İstinye ve Gölcük tersanelerinde başladığı bilinmektedir. 1929 yılında Makina Kimya Endüstrisinde, 1930 yılında Sümerbank-Hereke Fabrikasında, 1931 yılında Karayolları Merkez Atölyesinde, 1933 yılında Eskişehir Hava İkmal Merkezinde ve 1934 yılında ise Devlet Demir Yolları Eskişehir Fabrikasında kaynağın kullanıldığı görülmüştür [6]. Çeşitli sektörlerdeki üretimin birçoğunu kaynak işlemleri oluşturmaktadır.

Malzemenin metal, plastik ya da kompozit olması fark etmeksizin günlük hayatta kullanılan pek çok üründe kaynaklı bağlantıyı görmek mümkündür. Kaynak işlemi, metal kahve fincanının sapı, uzay araçlarının yakıt tankları, süs eşyaları, köprüler gibi günlük hayatın her alanında kullanılarak yaşam kalitesini arttırmada oldukça önemli

bir rol oynamıştır. Kaynaklı imalat birçok uygulama alanında kullanıldığından tamamından bahsetmek güç olsa da kaynak işleminin büyük ölçüde değer sağladığı ve öne çıktığı sektörler on dört grupta incelenebilir [7]:

- Metal yapılar
- Makina imalat sanayi
- Yakıt depolama tesisleri
- Basınçlı ekipmanlar
- Boru sistemleri
- Karayolu araçları
- Gemiler ve deniz araçları
- Demiryolu taşıtları
- Havacılık ve uzay
- Enerji santral tesisleri
- Petro-Kimya tesisleri

Bu tip yapıların materyallerinin birleştirilmesinde kaynak kilit konumdadır. Bu tür yapıların güvenilirliği doğrudan kaynaklı bağlantıların kalite seviyesine bağlıdır. Çelik veya alüminyum yapılar günümüzde köprü, havalimanı, alışveriş merkezlerinin çatıları, fabrika gibi yüksek tavanlar ve büyük açıklıklara ihtiyaç duyulan yapılarda çoğunlukla kullanılmaktadır. Kaynaklı birleştirmeler küçük el aletleri, büyük iş makinaları, tarım makinaları, gıda fabrikaları gibi birçok makine imalatında kullanılmaktadır. Otomotiv sektöründe kaynaklı bağlantılar olmadan hem yüksek mukavemetli hem de hafif araçların üretilmesi mümkün değildir. Kaynaklı bağlantıların güvenilirliğinin artması ve teknolojik malzemelere uygulanabilirliğinin gelişmesi sayesinde havacılık ve uzay alanında kaynaklı imalatın önemi her geçen gün artmaktadır. Kaynaklı birleştirmeler küçük el aletleri, büyük iş makinaları, tarım makinaları, gıda fabrikaları gibi birçok makine imalatında kullanılmaktadır. Kaynak işleri, sanayinin hemen her sektöründe önemli bir konuma ve öneme sahiptir [7].



## Bölüm 2

### Kaynak Çeşitleri

Günümüzde çeşitli alanlarda kullanılan kaynak yöntemlerinin iki temel kategorisi vardır. American Welding Society tarafından yaklaşık 50 farklı kaynak işlemi türü kataloglanmıştır. Temel olarak kaynak yapılan malzemenin cinsine, kaynak sırasında uygulanan işlemlere ve kaynak işleminin amacına göre sınıflandırma yapılmaktadır [6]. Kaynak çeşitlerini iki ana gruba ayırabiliriz;

- 1) Füzyon Kaynağı
- 2) Katı Hal Kaynağı

#### 2.1 Füzyon Kaynağı

Füzyon kaynağı işlemlerinde ana metali eritmek için ısı kullanılır. Birçok füzyon kaynağı işleminde, işlemi kolaylaştırmak ve kaynaklı bağlantıya hacim ve mukavemet sağlamak için eriyik havuzuna bir dolgu metali eklenir. Hiçbir dolgu metalinin eklenmediği füzyon kaynağı işlemine otojen kaynak denir [1]. Füzyon kaynağında, genel şekilde açıklanabilecek en yaygın kullanılan kaynak işlemler şunlardır; ark kaynağı, direnç kaynağı, oksijenli gaz kaynağı.

##### 2.1.1 Ark Kaynağı

Ark kaynağı, Şekil 2.1'de görüldüğü gibi bir parça ile elektrot arasındaki elektrik arkının ısı ile oluşturulan bir füzyon kaynak yöntemidir. Bazı ark kaynağı işlemleri aynı zamanda işlem sırasında basınç da uygulanır ve çoğunda dayanımı arttırmak için dolgu metali kullanılır [1].



Şekil 2.1: Gaz metal ark kaynağı [8]

### **Ergimeyen Elektrot Kullanılan Ark Kaynağı Çeşitleri**

**Tungsten İnerk Gaz (TIG) Kaynağı:** TIG kaynağında kaynak için gerekli enerji, Şekil 2.2'de gösterildiği gibi erimeyen Tungsten elektrot ile iş parçası arasında oluşturulan elektrik arkı ile sağlanır. Tipik koruyucu gazlar argon, helyum veya bu gaz elemanlarının bir karışımını içerir [1].



Şekil 2.2: TIG kaynağı [9]

**Plazma Ark Kaynağı:** Bu kaynak çeşidi kaynak alanına daraltılmış bir plazma arkının yönlendirildiği özel bir gaz tungsten ark kaynağı şeklindedir. Bu kaynak yönteminde Şekil 2.3'deki gibi yüksek hızlı, yoğun sıcak bir plazma ark akışı oluşturmak için yüksek hızlı bir inert gaz akışını (örneğin, argon veya argon-hidrojen karışımları) ark bölgesine odaklayan özel olarak tasarlanmış bir nozülde bir tungsten elektrot bulunur. Argon, argon-hidrojen ve helyum da ark koruyucu gazlar olarak kullanılır [1].



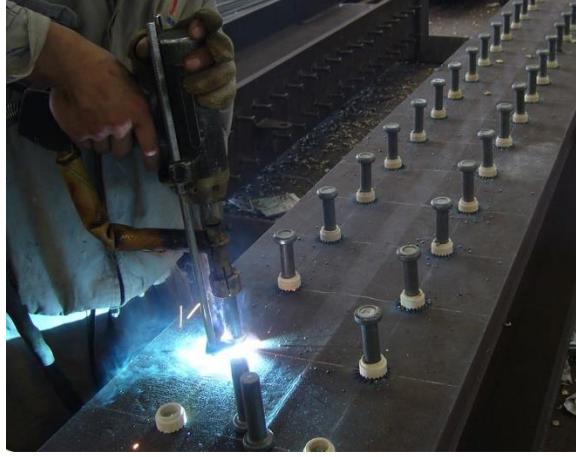
Şekil 2.3: Plazma ark kaynağı [8]

Karbon Ark kaynağı: Karbon ark kaynağı, Şekil 2.4’de görüldüğü gibi tüketilmeyen bir karbon (grafit) elektrotun kullanıldığı bir ark kaynağı işlemidir. Geliştirilmiş ilk ark kaynağı olması sebebiyle tarihsel önemi vardır, ancak günümüzde ticari önemi neredeyse sıfırdır. Karbon ark işlemi, sert lehimleme ve demir dökümlerin onarımı için bir ısı kaynağı olarak kullanılır. Ayrıca bazı uygulamalarda aşınmaya dayanıklı malzemelerin yüzeylere bırakılması için de kullanılabilir. Kaynak için grafit elektrotların yerini büyük ölçüde tungsten almıştır [1].



Şekil 2.4: Karbon ark kaynağı [10]

Saplama Kaynağı: Saplama vb. bileşenlerin ana parçalara kaynatılması için kullanılan özel amaçlı bir ark kaynağı yöntemidir. Saplama özel bir kaynak tabancasına takılarak Şekil 2.5’de görülen sıraya göre kaynak işlemi yapılır. Kaynak tabancası ve güç ünitesi zamanlama ve güç parametrelerini otomatik olarak ayarlar. Yöntemde usta kaynakçı ihtiyacı yoktur. Çalışan sadece kaynak tabancasını iş parçası üzerinde uygun pozisyonda sabitleyip tetiğe basar [1].



Şekil 2.5: Saplama ark kaynağı [11]

### **Ergiyen Elektrot Kullanılan Ark Kaynağı Çeşitleri**

Örtülü Elektrotla Ark kaynağı: Bu kaynak çeşidinde akı ve koruma sağlayan kimyasallarla kaplanmış bir dolgu metal çubuktan oluşan tükenebilir bir elektrot kullanan bir işlemdir. Süreç Şekil 2.6'da gösterilmektedir. Çubukta kullanılan dolgu metali, kaynak yapılacak metalle uyumlu olmalıdır; bileşim genellikle ana metalin bileşimine çok yakındır. Kaplama, bir silikat bağlayıcı ile bir arada tutulan oksitler, karbonatlar ve diğer bileşenlerle karıştırılmış toz halinde selülozdan (yani pamuk ve ağaç tozlarından) oluşur. Dolgu metali miktarını arttırmak ve alaşım elementleri eklemek için bazen kaplamaya metal tozları da dahil edilir. Kaynak işleminin ısısı, kaynak işlemi için koruyucu bir atmosfer ve cüruf sağlamak üzere kaplamayı eritir. Ayrıca arkın stabilize edilmesine ve elektrotun erime hızının düzenlenmesine de yardımcı olur [1].



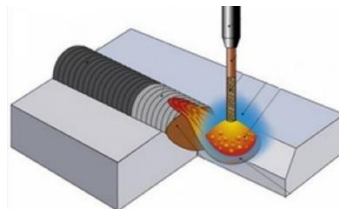
Şekil 2.6: Örtülü elektrot ark kaynağı [12]

Gaz Metal Ark (MIG-MAG Kaynağı): Bu kaynak çeşidi, Şekil 2.7'deki gibi elektrotun tüketilebilir bir çıplak metal tel olduğu ve korumanın, arkın bir gazla doldurulmasıyla gerçekleştirildiği bir işlemdir. Koruma için kullanılan gazlar argon ve helyum gibi inert gazları ve karbondioksit gibi aktif gazları içerir. GMAW'ın kullanıldığı çeşitli metaller ve işlemin kendisindeki değişiklikler, gaz metal ark kaynağı için çeşitli isimlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. İşlem 1940'ların sonlarında ilk kez tanıtıldığında, ark koruması için inert gaz (argon) kullanılarak alüminyumun kaynağına uygulandı. Bu işleme uygulanan isim MIG kaynağıydı (metal inert gaz kaynağı için) ve bir aktif gaz kullanıldığında metal aktif gaz kaynağı (MAG) ismiyle alt başlıklara ayrılmıştır. Aynı kaynak işlemi çeliğe de uygulandığında inert gazların pahalı olduğu ve yerine CO2 kullanıldığı görüldü. Çelik kaynağı için gaz metal ark kaynağındaki iyileştirmeler, CO2 ve argon ve hatta oksijen ve argon dahil olmak üzere gaz karışımlarının kullanılmasına yol açmıştır [1].



Şekil 2.7: MIG/MAG ark kaynağı [13]

Özlü Telle Ark Kaynağı: Çubuk elektrotlarla yapılan kaynak işlemi esnasında ortaya çıkabilecek problemlerin üstesinden gelmek için geliştirilen bir ark kaynağı yöntemidir. Bu yöntemde elektrot Şekil 2.8'deki gibi sürekli eriyen bir tüp şeklinde olup özünde koruyucu toz ve ilave katkı maddeleri içerir. Tipik olarak kullanılan koruyucu gazlar, yumuşak çelikler için karbondioksit veya paslanmaz çelikler için argon ve karbon dioksit karışımlarıdır [1].



Şekil 2.8: Özlü telle ark kaynağı [14]

Elektro Gaz Kaynağı: Elektrogaz kaynağı, erimiş metali içermek için sürekli bir tüketilebilir elektrot (akı özlü tel veya dışarıdan sağlanan koruyucu gazlarla birlikte çıplak tel) ve Şekil 2.9'daki gibi kalıplama pabuçları kullanan bir işlemdir [1].



Şekil 2.9: Elektrogaz ark kaynağı [15]

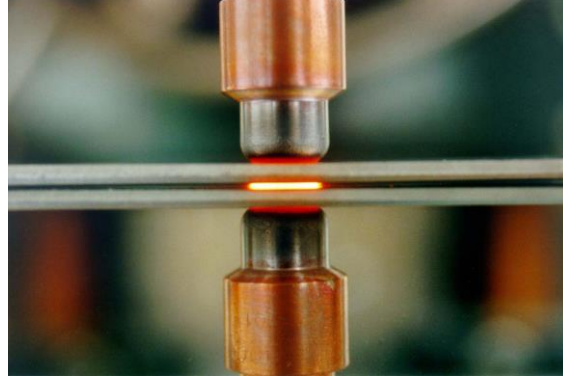
Tozaltı Kaynağı: 1930'lu yıllarda geliştirilen bu kaynak çeşidi, otomatikleştirilen ilk ark kaynağı süreçlerinden biridir. Tozaltı ark kaynağı sürekli, tükenbilir çıplak tel elektrot kullanan bir ark kaynağı işlemidir ve ark koruması, Şekil 2.10'da görüldüğü gibi granüler akı örtüsüyle sağlanır. Üst kısımdaki cüruf ve erimemiş akı granülleri, atmosfere karşı iyi bir koruma ve kaynak alanı için iyi düzeyde bir ısı yalıtımı sağlar. Bu durum nispeten yavaş soğuma, tokluk ve süneklik ile birlikte yüksek kaliteli bir kaynak bağlantısı sağlar [1].



Şekil 2.10: Tozaltı kaynağı [16]

## 2.1.2 Direnç Kaynağı

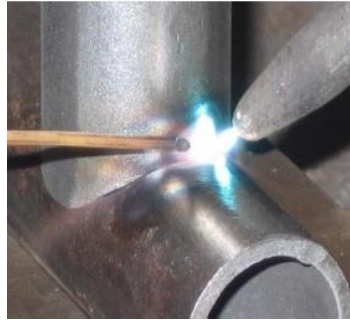
Direnç kaynağı, Şekil 2.11’da gösterilen basınç altında bir arada tutulan iki parçanın aşınan yüzeyleri arasından geçen bir akımın akışına elektrik direncinden gelen ısıyı kullanarak birleştirme sağlar. Direnç kaynağında koruyucu gaz, dekapan veya dolgu metali kullanılmaz. Basınç uygulamak ve elektrik akımını iletmek amacıyla kullanılan elektrotlar ergimez [1].



Şekil 2.11: Direnç kaynağı [17]

## 2.1.3 Oksi-Yanıcı Gaz Kaynağı

Çeşitli yanıcı gazların oksijenle karıştırılarak yakılmasıyla meydana gelen ısının kaynak amacıyla kullanıldığı ergitme kaynak yöntemleridir. (Şekil 2.12) Oksi yanıcı gaz kaynağı yönteminde birkaç farklı yanıcı gaz kullanılır [1]. Bu da grup üyeleri arasındaki temel farklılığı oluşturur. Oksi yanıcı gaz kaynağı, aynı zamanda metal plakaları ve diğer parçaları ayırmak ve kesmek için alevle kesme işleminde de kullanılır. En önemli oksi yanıcı gaz kaynağı yöntemi oksi-asetilen kaynağıdır.



Şekil 2.12: Oksi-Asetilen kaynağı [18]

## 2.2 Katı Hal Kaynağı

Katı hal kaynağı, bağlantının yalnızca basınç uygulanmasıyla veya ısı ve basıncın birleşimiyle oluştuğu birleştirme işlemleridir. Isı kullanılan durumda işlemdeki sıcaklık, kaynak yapılan metallerin erime noktasının altındadır. İlave metal kullanılmaz. Katı hal işlemlerinin çoğunda, baz metallerin çok az erimesiyle veya hiç erimemesiyle metalürjik bir bağ oluşturulur. İki benzer veya farklı metali metalürjik olarak bağlamak için, iki metalin, atomik kuvvetlerinin birbirini çekeceği şekilde yakın temasa getirilmesi gerekir. Başarılı bir katı hal kaynağının temel bileşenleri, iki yüzeyin çok temiz olması ve atomik bağlanmaya izin verecek şekilde birbirleriyle çok yakın fiziksel temasa getirilmesidir [1]. Bu gruptaki temsili kaynak işlemleri şunları içerir:

### 2.2.1 Difüzyon Kaynağı

Genelde kontrollü bir hava ortamında iki yüzey, Şekil 2.13'deki gibi yüksek sıcaklık ve basınç etkisiyle bir arada tutulur ve parçalar katı hal difüzyonu ile birleşir [1]. Bu işlem, birleştirilen parçalar arasında yeterince yüksek bir difüzyon hızına sahip olmak amacıyla yaklaşık  $0,5T$  ( $T_m$ , mutlak ölçekte metalin erime noktasıdır) civarında sıcaklıklar gerektirir. Difüzyon kaynağındaki bağlı arayüz esas olarak ana metalle aynı mekanik ve fiziksel özelliklere sahiptir. Gücü (a) sıcaklığa, (b) basınca, (c) temas süresine ve (d) aşınma yüzeylerinin ne kadar temiz olduğuna bağlıdır.

Difüzyon bağlama özellikle titanyum gibi metaller ve askeri uçaklarda kullanılan süper alaşımlar için uygundur. Tasarım olanakları, pahalı stratejik malzemelerin korunmasına ve üretim maliyetlerinin azaltılmasına olanak tanır [19].

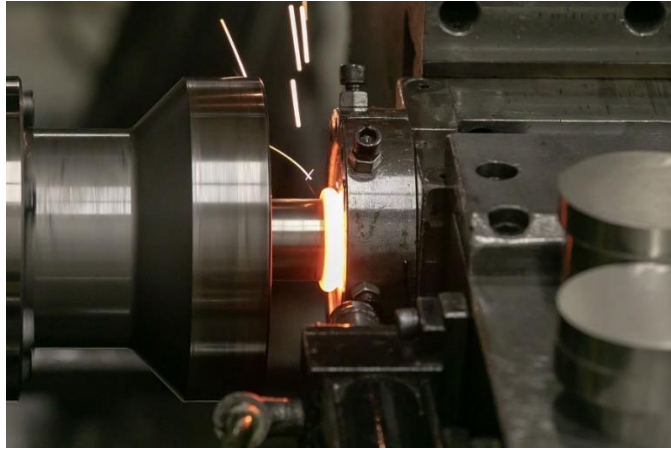


Şekil 2.13: Difüzyon kaynağı [20]



## 2.2.2 Sürtünme Kaynağı

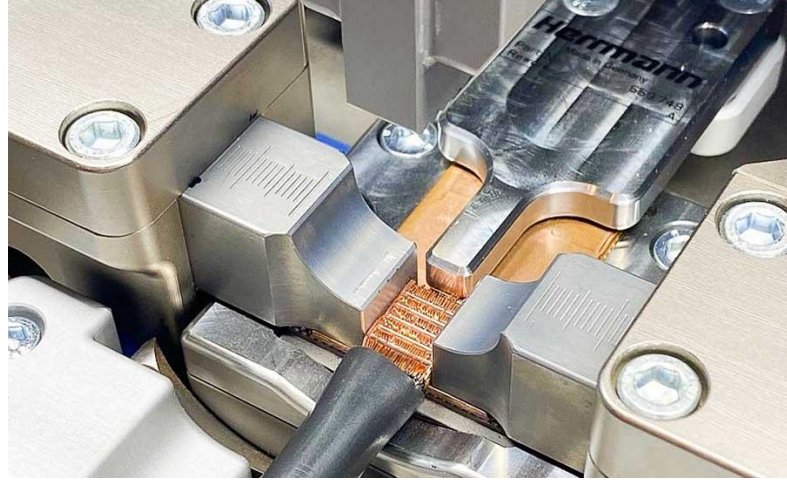
Sürtünme kaynağında birleşme, Şekil 2.14’de gösterilen iki yüzey arasındaki basınç ve sürtünme ısısı ile sağlanır. Sürtünme, bağlantı ara yüzeyindeki sıcaklığı ilgili metaller için sıcak çalışma aralığına yükseltmek için genellikle bir parçanın diğerine göre dönmesiyle iki yüzey arasındaki mekanik sürtünmeyle indüklenir. Eksenel sıkıştırma kuvveti parçaları alt üst eder ve yer değiştiren malzeme tarafından bir parlama meydana gelir. Uygun şekilde uygulandığında aşınan yüzeylerde erime meydana gelmez. Dolgu metali, eritken veya koruyucu gaz kullanılmaz [1].



Şekil 2.14: Sürtünme kaynağı [21]

## 2.2.3 Ultrasonik Kaynak

İki parça arasına Şekil 2.15’deki gibi orta derecede basınç uygulanır ve temas eden yüzeylere paralel yönde ultrasonik frekanslarda bir salınım hareketi kullanılır. Normal ve titreşim kuvvetlerinin kombinasyonu, yüzey filmlerini ortadan kaldıran ve yüzeylerin atomik bağlanmasını sağlayan kayma gerilmeleriyle sonuçlanır. Salınım hareketi, bir ultrasonik dönüştürücüye bağlanan bir sonotrot vasıtasıyla üst çalışma kısmına iletilir. Bu cihaz elektrik gücünü yüksek frekanslı titreşim hareketine dönüştürür. Genelde hafif metal olan alüminyum ve dövülebilir sünek metal olan bakır gibi yumuşak malzemeler üzerindeki bindirme bağlantılarıyla sınırlıdır [1].



Şekil 2.15: Ultrasonik kaynak [22]

## Bölüm 3

# Kaynak İşlerinde İş Kazası ve İşe Bağlı Sağlık Problemlerine Sebep Olan Faktörler

Ağır sanayide etkin olarak kullanılan kaynak işleri, üretimdeki faydalarının yanında bir dizi tehlikeler içermektedir. Tehlikelerin bilinmemesi, risklerin anlaşılmasına anlamına gelecektir. Bu da önlem alınmanın önünde büyük bir bariyerdir [23].

6331 Sayılı İş Kanunu'nda iş kazası; iş yerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen engelli hâle getiren olay, meslek hastalığı; mesleki risklere maruz kalma sonucu ortaya çıkan hastalık olarak tarif edilmektedir [24].

Kaynak üretimi sırasında kullanılan elektrik ve gaz kaynakları çalışanın bilinçsiz veya dikkatsizliği, İş Kanunu gereği işverenin standartlaşmış kişisel koruyucu donanımları sağlamaması veya doğru yönlendirmemesi ciddi kazalara ve meslek hastalıklarına sebebiyet verebilmektedir.

### 3.1 Kaynak İşlerinde Oluşan Tehlikeler ve Etkileri

Kaynak işlerinde oluşabilecek çeşitli tehlikeler aşağıdaki gibidir [25];

- Metal dumanları ve diğer kirlenici kimyasalların solunması
- Koruyucu görevi gören inert gazlar

- Yangın, yanıklar
- Basınçlı gaz tüpleri, patlamalar
- Gürültülü ortam
- Şiddetli yorgunluk, fiziksel güçlük çekme, kas iskelet sistemi hasarı
- Kaynak telleri: kaplamalı kadmiyum ve çinko, hafif çelik tellerde bakır, galvanizli çinko
- Elektriksel tehlikeler
- Ultraviyole radyasyon
- Yüksek sıcaklık
- Kapalı bölgeler
- Boya ve gres

### 3.1.1 Kaynak İşlerinde Ortaya Çıkan Toz, Duman ve Gazlar

Kaynak işlemi esnasında yüksek ısı derecesiyle birlikte meydana gelen ark ana metalin ısınmasına ve yanmasına sebep olur. Dolayısıyla, eriyen metallerin neredeyse tamamı havadan oksijenin ve azotun emilimini sağlar. Erimiş metalde çözülmüş olan bu gazlar, katılaştıran kaynak metalindeki elementler ile birleşerek yeni bileşikler oluşturmaktadır. Bu işlem sırasında, gözle görünen duman ve gözle görünmeyen gazlar ortaya çıkar. Ayrıca, bazı kaynak işlemlerinde kullanılan koruyucu gaz, örneğin helyum, argon gibi soy gazlar da havaya karışır [26].

Kaynak ve kesme işlemleri sırasında açığa çıkan ve insan sağlığına zararlı olabilecek tehlikeli gazlar, metal buharı ve parçaları ve duman solunum yollarına zarar vermektedir. Bu metallerin buhar ve parçacıklarının solunum yollarına ve akciğerlere nüfuz ederek solunum sistemini bir süre sonra işlevsiz hale getirmesi mümkündür. Genel olarak kaynak dumanı;

- Kaynak edilen ana metalden veya kullanılan dolgu metalinden,
- Tüplerden sağlanan koruyucu gazlardan,
- Kaynaklı metal veya kaplı elektrotlar üzerindeki kaplamalar ve boyalardan
- Elektrotun üzerindeki katmandan,

- Ark içerisinde ultraviyole ışınların ve ısının etkisi ile meydana gelen kimyasal reaksiyonlardan,
- Çalışma ortamındaki hava kirliliği, örneğin kaynak öncesi yapılan temizleme ve yağ arındırma işlemleri sonucunda oluşan buhardan kaynaklanmaktadır [27].

Ortaya çıkan gazlar ve dumanlar belirli sürede belirli miktarın üstünde bulunduğu zaman kısa ve uzun vadede sağlık problemleri ortaya çıkmaktadır.

Kaynak dumanı; azot oksit, karbon monoksit, karbondioksit, ozon ve argon, helyum gibi koruyucu gazlardan oluşan ve havaya dağılabilen bir gaz karışımı içerebilir. Duman bulutunun görünen kısmı temel olarak metal, metal oksit ve akı parçacıklarıdır (kullanıldıysa). Dumandan kaynaklanan tam risk seviyesi, işe dahil olan metallerin ne olduğuna bağlıdır, örneğin demir, alüminyum, bakır, kurşun, manganez, krom, nikel ve diğerleri. Bunların her biri vücut üzerinde farklı bir toksik etkiye sahip olabilir, bu yüzden maruz kalmanın etkili bir şekilde kontrol edilmesi gerekir. Havadaki konsantrasyonlar ve bu dumanlara toplam maruz kalma süresi, kaynağının toplam maruziyetini belirlemede de önemli faktörlerdir [28].

Kaynaklı imalatta tozlar, çapı  $1 \mu < D$  olan moleküllerden, metal oksit dumanları ise çapı  $1 \mu > D$  olan moleküllerden oluşmaktadır. Bu moleküller, uzun süre boyunca havada asılı kalır ve hava hareketleri ile kaynak yapılan kısımdan farklı noktalara taşınabilmektedir. Eriyen metal buharları ile oluşan kaynak arkı ortam havası ile temas halinde tepkimeye girer, yoğunlaşır ve oksitlenir. Toz genelde işyeri zemini ve kaynak teçhizatları üzerinde birikirken, metal oksit dumanları uzun süre havada asılı kalır ve hava hareketleri ile işyerinin çeşitli yerlerine dağılabilir [26].

Kaynak tekniği nedeni ile kullanılan gazlar;

a. Argon: Ağırlığı 40 gr/mol olan havadan ağır ve gazaltı kaynağında koruyucu gaz olarak kullanılan ve sıvı metallerde çözünmeyen bir soy (asal) gazdır. Argon inert bir gaz olarak ortamda oksijen azalmasına neden olur.

b. Oksijen: Bilindiği üzere havanın %20,9'u olan oksijen yaşamsal bir gerekliliktir. Yanma nedeni ile ortamda azalmasının yanı sıra, ortama kontrolsüz veya kazara (örneğin hortumdan sızıntı) %35'in üzerine çıkması halinde ortamın yanıcılığını ciddi anlamda

artırarak küçük bir kıvılcımda tüm cisimlerin (insan vücudu dahil) hemen yanmasına neden olur.

c. Asetilen: Alt patlama aralığı ile üst patlama aralığı çok geniş bir gazdır. Yanma enerjisi yüksek olduğunda kaynakçılıkta kullanılır. Ancak aynı özellik kontrolsüz salınımda infilak (detenasyon) seviyesine yakın patlamaya neden olur [23].

MAK Değeri; Çalışma ortam atmosferinde günlük 8 saat süresince bir çalışma için solunan ve bulunmasına izin verilen asgari yoğunlaşma değeridir.

TWA Değeri; Günlük 8 saat, haftalık 40 saat süresince bir çalışma için uzun sürede ve tekrar eden maruziyetlerde çalışanlar için hiçbir sağlık etkisi yaratmayacağı kabul edilen azami yoğunlaşma değeridir.

Tablo 3.1: Kaynak işlemi sırasında oluşan zararlı gazlar [26]

Gaz	Özellikler	MAK ve TWA değerleri
Azot oksit	Rengi tadı kokusu olmayan bir gazdır. Su ve alkol içinde çözünür. Yüksek konsantrasyonda gözde tahriş ve sulanmaya, solunumda akciğerde ödeme sebep olabilir. Uzun süreli maruz kalma durumunda dişlerde ve deride sarı renk oluşumu görülebilir ve diş çürümmesine neden olabilir.	MAK: 5 ml/m <sup>3</sup> TWA: 3 ml/m <sup>3</sup>
Karbonmonoksit	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 ml/m <sup>3</sup> TWA: 25 ml/m <sup>3</sup>
Karbondioksit	Genelde gaz kaynaklarında inert gaz olarak kullanılır. Kokusu, rengi olmayan boğucu bir gazdır. Havalandırılmayan bir ortamda gaz konsantrasyonu %10'u geçmesi halinde nefes almada zorluk ve bayılmaya neden olabilir.	MAK: 5000 ml/m <sup>3</sup> TWA: 25 ml/m <sup>3</sup>
Hidrojen	Gaz kaynağında kullanılır. Suda çözünen, çabuk yanan rengi olmayan, boğucu bir gazdır. Elektrik ve ısıyı ileten bir maddedir. Solunum yoluna zarar verebilir.	Bilinmiyor

Argon	Ark kaynağında inert gaz olarak kullanılır. İşlem esnasında ışığın etkisiyle ortaya çıkan radyasyon uygun kişisel koruyucu donanım kullanılmadığı takdirde yanıklara neden olabilir.	Bilinmiyor
Helyum	Ark kaynağında inert gaz olarak kullanılır. Rengi, patlama etkisi ve tutuşturucu etkisi olmayan bir gazdır.	Bilinmiyor
Propan	Bütan ile birleşiminde gaz kaynağında yakıcı madde olarak kullanılır. Normal gaz kokusunda, rengi olmayan, parlayıcı bir gazdır. Yüksek konsantrasyonda gözde ışığa refleks ve fiziksel hareketsizliğe neden olabilir.	MAK: Bilinmiyor TWA: 1400 mg/m <sup>3</sup>
Bromoetan	Etil bromür olarak bilinen bromoetan; oksijenli kaynak ve alevle kesmede kullanılan gazlardan biridir. Rengi olmayan boğucu bir gazdır. Çalışma ortamında belli bir konsantrasyon üzerine çıkması durumunda havadaki oksijenle reaksiyona girerek patlayıcı etki yaratabilir.	MAK: 200 ml/m <sup>3</sup>
Fosgen	Elektrik kaynağı sırasında yayılan ultraviyole ışınları hidrokarbon solventlerle reaksiyona girerek fosgen gazı açığa çıkarılır. Kolayca sulanan, rengi olmayan, buharlaşma özelliği olan ve zehirli bir gazdır. Solunumu halinde ağız ve boğaz bölgesinde tahriş ve yanıklar meydana gelebilir. Ayrıca akciğer ödemine neden olabilir.	MAK: 0,1 ml/m <sup>3</sup> TWA: 0,1 ml/m <sup>3</sup>
Asetilen	Oksijenli kaynak ve alevle kesmede kullanılan gazlardan biridir. Saf haliyle rengi ve kokusu olmayan bir gazdır. Piyasada satılan asetilen gazı, içerdiği karbür nedeniyle sarımsak benzeri bir kokuya sahiptir. Yanıcı ve boğucu bir gazdır. Asetilen zehirli değildir ancak sızıntılar havadaki oksijen seviyesini %19,5'in altına düşürürse bilinç kaybına ve hatta ölüme neden olabilir.	MAK: 10 ml/m <sup>3</sup>
Fosfamin	Kendiliğinden tutuşabilen, soğuk su, alkol ve eterde çözünebilen oldukça zehirli bir gazdır. Cilt, burun ve gözde iritasyona sebep olur. Teneffüs edildiğinde soluma güçlüğü, ishal, yorgunluk, baygınlık ve baş ağrısı meydana gelir. Yüksek konsantrasyonda ölümcül tesirlere sebep olabilir. Kronik zehirlenmelerde kansızlık ve psikolojik sorunlar ortaya çıkar.	MAK: 0,3 ml/m <sup>3</sup> TWA: 0,3 ml/m <sup>3</sup>

Tablo 3.2: Kaynak işleminde oluşan metal dumanları [26]

Gaz	Özellikler	MAK ve TWA Değerleri
Baryum	Baryum oksit içeren dumanın solunması solunum yollarında tahrişe neden olur. Bununla birlikte kusma, ishal, karın ağrısı, baş dönmesi, kalp sorunları ve kramplar da ortaya çıkabilir.	MAK: 0,5 mg/m <sup>3</sup>
Berilyum	Berilyum metalik veya bileşik formunda (örneğin berilyum oksit) fazlasıyla toksik bir maddedir. Çoğunlukla bakır alaşımlarında bulunan berilyum mesleki akciğer hastalıklarına neden olabilir.	TWA: 0,002 mg/m <sup>3</sup> MAK değer: 0,002 mg/m <sup>3</sup>
Kadmiyum	Korozyon koruyucusu olarak kadmiyumla kaplanan bir malzemenin kaynak işlemi sırasında meydana gelen kadmiyum oksit çok zehirli bir maddedir. Kısa vadede kendini göstermeyen zehirlenme semptomları ağız kuruluğu, nefes almada zorluk, göğüs ağrısı gibi etkilerdir.	TWA: 0,01 mg/m <sup>3</sup>
Kalsiyum oksit	Kaynak işleminde oluşan kalsiyum oksit işlem esnasında doğrudan sağlık problemlerine sebep olmamakla birlikte yüksek konsantrasyonlarda mukozada tahrişlere neden olabilir.	MAK: 5 mg/m <sup>3</sup>
Krom	Paslanmaz çelik gibi krom alaşımlı malzemelerin kaynaklanması sonucu +3 ve +6 değerlikli krom oluşur, her ikisi de mukozada, solunum yollarında ve akciğerlerde tahrişe neden olur. Ayrıca vücut ısısında artış gözlenir. +6 değerlikli krom kansere yol açma riski yüksek bir maddedir.	MAK değer: 0,1 mg/m <sup>3</sup> TWA: 0,5 mg/m <sup>3</sup>
Bakır	Kaynaklı ana metal ve dolgu maddelerinin içerdiği bakırın kaynak dumanı yoluyla solunması vücut sıcaklığının artmasına neden olabilir.	TWA: 0,2 mg/m <sup>3</sup>
Flor	Temel olarak kaynak elektrotları üzerinde kaplama malzemesi olarak bulunan flor bileşiklerinin kaynak işlemi sırasında açığa çıkması ve ortam havasına yayılması solunum yolunda tahrişe neden olabilir. Havalandırmanın yetersiz olduğu bölgelerde ortam havasındaki flor yoğunluğu müsaade edilen başlangıç değerini aşabilir.	MAK: 0,1 ml/m <sup>3</sup> TWA: 2,5 mg/m <sup>3</sup>
Demir	Kaynak işlemi esnasında meydana çıkan demirokside uzun süre maruz kalınması sonucu işçilerde sideroz adı verilen akciğer meslek hastalığı gelişebilmektedir. Röntgen sonuçları silikozise benzese de yaşamı tehdit eden bir sağlık sorunu değildir.	MAK: 10 mg/m <sup>3</sup> TWA: 3,5 mg /m <sup>3</sup>



Kurşun	Kurşun genellikle kaynak dumanında bulunmaz. Ancak yüzeyi kurşunla kaplanmış malzemenin kaynaklanması sırasında veya kurşun içeren yalıtkan malzemeyle kaplanmış elektrotların kullanıldığı işlemlerde metal oksit dumanlarında kurşun bulunabilmektedir. Kurşun oksit dumanlarının solunması bağ ağrısına, kas ağrısına, kramplara, kilo kaybına bayılmaya, iştah kaybına ve yüksek yoğunluklarda hafıza kaybına ve kansızlığa neden olabilir.	MAK: 0,2 mg/m <sup>3</sup> TWA: 0,15 mg/m <sup>3</sup>
Magnezyum	Çelik alaşımlarında ve elektrotlarda bulunan magnezyum oksit toksik etkiye sahiptir. Kaynak dumanında fazlaca bulunan bu maddenin zehirlenmesi sonucunda mukozal tahriş, kas gerginliği, baş dönmesi ve bayılma gibi etkiler ortaya çıkabilir.	MAK: 15 mg/m <sup>3</sup> TWA= 10 mg/m <sup>3</sup> (Magnezyum Oksit için)
Molibden	Molibden içeren metal oksit dumanlarının solunması solunum yollarında tahrişlere neden olur. Başlangıç değerinin üzerindeki konsantrasyonlarda uzun süreli maruziyet karaciğer rahatsızlıklarına neden olabilir.	TWA: 5 mg/m <sup>3</sup>
Nikel bileşikleri	Kanserojen bir madde olan nikel oksit paslanmaz çelik materyallerin kaynak işleminde ortaya çıkar.	(MAK değer: (Çözünebilen bileşikleri için) 5 mg/m <sup>3</sup> TWA= 0,1 mg/m <sup>3</sup>
Çinko oksit	Galvanizli parçaların kaynak işleminde oluşan çinko oksit metal buharı ateşine neden olur.	MAK değer: 1 mg/m <sup>3</sup> TWA: 5 mg/m <sup>3</sup>

### 3.1.2 Kaynak İşlerinde Oluşan Işınlardan Etkisi

Kaynaklı imalat yapan iş yerlerinde ortaya çıkan bir diğer risk faktörü, kesme ve kaynak işlemleri esnasında oluşan ışınlardır. Kaynak yaparken ortaya çıkan ark enerjisinin bir kısmı iş ortamına yayılır. Bu ışınların yaklaşık %60'ı kızılötesi ve %10'u ise morötesi ışınlardır. Bu işlemlerde ışınlardan en çok etkilenen organ çalışanların gözleri ve cildidir. İş parçası ve kaynak ekipmanı yüksek sıcaklığa sahip olduğundan vücuda temas etmesi halinde deri yanıkları oluşabilir [26].

Uzun dalga boyu aralığının üst tarafında yer alan görünür ışınlardır. Bu ışınlar maruz kalan işçi siper veya koruyucu gözlük kullanmaması halinde gözleri zarar görebilir. Görünür ışık bandının en üstünde yer alan ve kısa dalga boylarına sahip olan ultraviyole ışınlar çalışanların gözlerinde zararlı etkiler yaratan ışınlardır. Üstelik bu ışınlar görülemediği için göz refleksleriyle korunma ihtimali de yoktur [23].

Kaynak işlemlerinde iki temel tip radyasyon türü ortaya çıkar:

- İyonize olmuş radyasyon (X ışınları): Elektron ışın kaynağında meydana gelir. Kaynak yapılan bölgede doğru kişisel koruyucu donanımlar kullanılarak onaylanabilir aralıklar içinde tutulabilir. TIG kaynağında kullanılan radyoaktif parça olan toryum tungsten elektrodun kırılıp parçalanması sonucu ortaya çıkar.
- İyonize olmamış radyasyon (Uv ışınlar): Yayılan radyasyon enerjisinin dalga boyu ve yoğunluğu bazı parametrelere göre değişkenlik göstermektedir. Bunlar tercih edilen kaynak çeşidine, kaynak değişkenlerine, elektrot ve iş parçasının birleşmesi sonucu oluşan etkiye, kaynak tozlarına, elektrot örtü ve özlerine ve iş parçası üzerindeki kaplama veya tabakalara göre değişir. Uv ışının yaydığı radyasyon kaynak akımına bağlı artış gösterir. İnert gaz olarak Argon gazının kullanılması farklı gaz kullanımlarına nazaran daha çok miktarda radyasyon oluşturur [27].

### 3.1.3 Gürültü

Kaynak işlemi esnasında sınırlı alanlarda maruz kalınan gürültüler yasalarla sınırlandırılmış olan 85 dB değerini aşabilmektedir. Bunun yanı sıra kaynak dumanları işitme sistemini tahrip edebilir. Her durumda kaynak çalışanı işitme kaybı ile karşılaşabilir [23].

### 3.1.4 Elektrik

Makine boшта çalışırken ark kaynağından dolayı elektrik çarpması meydana gelir. Bu durumun sebebi makine boшта çalışırken, kaynak yaparken kullanılan çalışma voltajından daha yüksek olmasıdır. Bakımsız kaynak makinası ve spiral taşlarının kullanılması ve/veya bu ekipmanların bakım ve tamirleri esnasında enerji ile irtibatının kesilmemesi esnasında meydana gelmektedir. Topraklama sisteminin bulunmaması, bağlantının yanlış yapılması veya hiç yapılmaması durumunda, şebeke geriliminin yanlışlıkla iş parçasına bağlanması durumunda elektrik çarpması meydana gelir. Kaynak ekipmanlarında (kablo, kaynak pensleri vb.) izolasyon bozukluklar, çalışılan ortam (ıslak, metalik, rutubetli vb.) olmasından kaynaklanmaktadır [29].

Elektrik kaynağında 3500 – 4000 derece sıcaklığa ulaşılır. Elektrik akımı 100-250 Amper olur. Elektriğin insan vücuduna etkisi şöyle özetlenebilir;

1-5 mA: Akım vücutta hissedilir

10 mA: Acı hissedilir

100 mA: Sinirler tepki gösterir

100-300 mA: Şok durumu olur [23].

Elektrik çarpmasında bir diğer etken ise kişiden geçen akımın zamanıdır. Bu zaman uzadıkça ciltte yaralar oluşur ve elektrik bu yaralardan daha çabuk geçer. Cildimizden geçen elektrik akımı anında sinir sistemimize etki eder. Beyindeki solunum merkezini felç eder, kalbin ritmini bozar, kalbin durmasına neden olabilir [26].

### 3.1.5 Yangın ve Patlama

Kaynak işleminde elektrik arkı, kaynak gazlarının kullanımı ve taşlama esnasında sıcak kıvılcıklar etrafa yayılmakta bu da yakınında bulunan yanıcı maddelerin tutuşmasına neden olmaktadır. Etrafta olabilecek yanıcı tozlar, yanıcı gazların ya da yanıcı sıvıların buldukları ortamdaki oksijen miktarına bağlı kaynak işlemleri esnasında oluşan kıvılcıklar nedeniyle olarak patlamalar meydana gelebilir. Yanıcı ve parlayıcı maddeler kaynak işlerinin yapıldığı yerden en az 11 metre uzaklıkta bulundurulmalıdır. Kaynak esnasında yangın söndürme cihazları hazır bulundurulmalıdır. Kaynak imalat işleri haricinde yapılan kaynak işleri için sıcak iş prosedürleri uygulanmalıdır. Parlama olayı, endüstriyel tüplerden kaynaklı olarak yaşanmaktadır. Tüplerin sıcak ortamlarda bulunarak genişmesi sonucunda ya da üzerinde elektrik arkı oluşması durumunda tüpler patlayabilir [29].

### 3.1.6 Yanık

Sıcak metalin, sıçrayan akkor halindeki metal parçaları ya da dolgu metalinin gözde ve temas eden diğer organlarda yanıklar oluşturması mümkündür. Ark kaynağında oluşan akım, teması halinde deride nokta tarzında derin yanıklar oluşturulabilir [30].

## 3.2 Kaynak İşlerinde Kaza Oranları

Bazı kaynak çeşitleri işlem cinsine göre farklı riskler barındırmaktadır. Yüksek ısı, akım ve tehlikeli gazlar sebebiyle kazaların gerçekleşme oranı farklılık göstermektedir. Tablo 3.3’de kaynak ekipmanının niteliğine göre kaza oranları gösterilmektedir. En yüksek kaza oranına sahip kaynak tipi Gaz metal ark kaynağıdır.

Tablo 3.3 Kaynak ekipmanının niteliğine göre kaza oranları [29]

Kaynak Çeşidi	Kaza Yüzdesi
Ark Kaynağı	%66
Gaz Metal Ark Kaynağı	%19
Gaz Tungsten Ark Kaynağı	%6
Oksijen-Gaz Kaynağı	%5
Karbon Kaynağı	%4

Tablo 3.4 Kazanın oluş sebebine göre kaza oranları [29]

Kazanın Sebepleri	Kaza Yüzdesi
Göz yaralanması	%67
Kaynağın gözü alması	%35
Gözdeki yabancı cisim	%32
Giysilerin altına sızan ve yanıklara neden olan sıcak metal kıvılcımı veya alev	%11
Korunmasız cilt yanıkları	%9
Giysilere işleyen yanık	%7
Alev alan kıyafetler	%3
Yangın ve Patlama	%3

Tablo 3.4’de belirtilen kaza sebepleri verilere göre en sık görülen kaza göz yaralanması, en az görülen kaza yangın ve patlama ve elbisenin alev almasıdır.

## Bölüm 4

# Kaynak İşleri ile İlgili Ulusal ve Uluslararası Yönetmeliğin Gözden Geçirilmesi ve Kaza Sayılarının Karşılaştırılması

Kaynak işlerinde mevzuatlar ve standartlar teknolojinin gelişmesiyle gelişerek büyüyerek varlığını sürdürmektedir.

19. yüzyılda buharlı makinelerinin üretilip fabrikalarda kullanılmasıyla birlikte işverenler yoğun imalat yapma olanağına kavuşmuş ve yalnızca üretim faktörü ve maliyet unsuru olarak gördükleri çalışanlarını uzun saatler boyunca ve ağır fiziksel koşullar altında çalıştırmaya başlamışlardır. Kârlarını maksimum yapmak için giderleri düşük tutmaya çalışan işverenler, devletin müdahale etmemesiyle işçilerine herhangi bir iş güvenliği önlemi almadan üretimlerine devam etmişlerdir. Bu proses, zaman geçtikçe iş kazalarının ve meslek hastalıklarının artışına neden olmuştur [31].

İş sağlığı ve güvenliğinin önemi, ülkelerin yanı sıra uluslararası kuruluşlar tarafından da bu alanda çalışmaların yapılmasına yol açmıştır. Uluslararası kuruluşların faaliyetleri ile ülke uygulamaları arasında da çok yakın ilişkiler bulunmaktadır. Başta ILO olmak üzere uluslararası kuruluşlar, ulusal mevzuatların ve ülke uygulamalarının oluşturulmasına temel oluşturacak çalışmalar yürütmektedir.

Günümüzde her alanda olduğu gibi İSG konusunda yaşanan gelişmeler, ülkelerin ekonomik gelişmişlik düzeylerine göre tek tek yürüttükleri faaliyetlerin iş kazaları ve

meslek hastalıklarını önlemede yetersiz kalacağını ve bu alanda uluslararası düzeyde iş birliği yapılması gerektiğini ortaya çıkarmıştır [32].

## 4.1 İş Sağlığı ve Güvenliğinde Ulusal ve Uluslararası Örgütler, Kuruluşlar ve Yönetmelikler

### ISO

Uluslararası Standardizasyon Kuruluşu olan ISO, dünya çapında standartları geliştirmek, uluslararası iletişim ve iş birliğini artırmak ve uluslararası ticaretin adil büyümesini teşvik etmek amacıyla 1947 yılında kurulmuş olan bir sivil toplum kuruluşudur. ISO'nun oluşturduğu standartlar dünya çapında uygulanmakta ve gelişmelere ayak uydurmaktadır. ISO standartları mühendislik, tasarım, üretim, test ve imalât ile uğraşan endüstriler, ithalatçılar, ihracatçılar, ticaret uzmanları, uygunluk değerlendirme çalışanları, kamu ve diğer düzenleyici kurumlar tarafından kullanılmaktadır. Uluslararası kabul görmüş bu standartlara genellikle ulusal standardizasyon programlarında atıfta bulunulur ve standartların, ürünlerin ve sistemlerin karşılaştırılmasında temel oluşturulur [33].

### WHO

Dünya Sağlık Örgütü olan WHO, birleşmiş Milletler sistemi içerisinde sağlık konularının koordinasyonunu sağlayan ve yönlendiren bir sistemdir. Dünya çapında sağlık konularında öncülük etmek, sağlık araştırma gündemini organize etmek, normları ve standartları belirlemek, kanıta dayalı politika yollarını belirtmek, ülkelere teknik destek göstermek ve sağlık eğilimlerini izlemek ve değerlendirmekten sorumlu olan bir yapıdır [34].

### ILO

Uluslararası Çalışma Örgütü olan ILO, çalışma barışının refah için şart olduğu yönündeki kurucu misyonunu sürdürerek, kendisini sosyal adaleti ve uluslararası düzeyde tanınan insan ve çalışma haklarını geliştirmeye adanmıştır. Bugün ILO, insana yakışır işlerin yaratılmasının yanı sıra, çalışanlara ve iş adamlarına kalıcı barış, refah ve ilerleme konusunda pay veren ekonomik ve çalışma koşullarının geliştirilmesine

yardımcı olmaktadır. ILO, 1919 yılında, Birinci Dünya Savaşı'nı sona erdiren Versailles Antlaşması'nın bir ögesi olarak, kalıcı ve evrensel barışın ancak sosyal adalet temelinde sağlanabileceği ilkesiyle kuruldu. 1946'da ILO, Birleşmiş Milletler'in uzman kuruluşu haline geldi. Benzersiz üçlü yapısı, işçilere, işverenlere ve hükümetlere eşit söz hakkı vererek, tüm kadınlar ve erkekler için insana yakışır işi teşvik etmek için benzersiz bir platform sağlıyor [24].

CEN

(European Committee for Electrotechnical Standardization), elektrik ve elektroteknik konularında Avrupa Standardı hazırlayan bölgesel bir standart kuruluşudur. Elektroteknik alanındaki standardizasyon faaliyetlerinden sorumlu bir kuruluştur. Ülkeler arasındaki ticareti kolaylaştıran, yeni pazarlar yaratan, uygunluk maliyetlerini düşüren ve Avrupa Pazarının birlik olarak gelişimini destekleyen gönüllü standartlar hazırlar. TSE, CENELEC'e 2012 yılında tam üye olmuştur [35].

#### 4.1.1 Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmelikleri

Türkiye'de 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması, mevcut sağlık ve güvenlik koşullarının iyileştirilmesi amacıyla işveren ve çalışanların görev, yetki, sorumluluk, hak ve yükümlülüklerini düzenlemektedir [36].

Ülkemizde iş sağlığı ve güvenliği konusunda standartlar ve yapılan çalışmalar doğrultusunda yönergeler yayımlayan kuruluşlar vardır. Bunlar; Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Sosyal Güvenlik Kurumu, Çevre ve Orman Bakanlığı. Bu kuruluşlar çeşitli sanayi dallarında eğitimler veren, denetimler yapan, istatistikler tutan kurumlardır. Türk Standartları Enstitüsü; her türlü madde ve mamüller ile usul ve hizmet standartlarını yapmak amacıyla 1960'da kurulmuştur. Türkiye'de ISO'yu tanıyan ilk ve tek yetkili kuruluştur. Kaynak işlerinde çalışma kıstasları, uygulama usülleri ve kullanılan Kişisel Koruyucu Donanımların ISO standartlarına göre güncel halleri Türk Standartları Enstitüsü tarafından onaylanmış ve ülkemizde kullanılmaktadır.

## ISO 45001:2023 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi

ISO 45001'in temel amacı; İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili yasal düzenlemelere istinaden işyerlerindeki riskleri minimuma düşürerek veya ortadan kaldırarak sağlıklı, güvenli bir çalışma hali oluşturmak ve bu ortamı yönetmektir. Başlıca ISO 45001'in hedefleri şu şekildedir:

### 1) İşçileri koruma

### 2) İmalat güvenliğini sağlama

### 3) İşletme güvenliğini sağlama

Birçok kuruluş ve işletme, değişken kanunlara uyum sağlamak ve iş gücünü korumak amacıyla risk yönetiminin bir bölümü olan ISO 45001'i uygulamaktadır. ISO 45001, İSG gerekliliklerini belirlemekle birlikte, kalite ve çevre standartlarına uyum sağlayan uluslararası bir standarttır. Dolayısıyla diğer yönetim sistemlerine kolayca uyum sağlayabilir. Özetle bu yönetim sistemi proaktif yaklaşım modeliyle hasar ve kayıpla sonuç verebilen muhtemel tehlikeler öngörülüp tespit edilerek gereken önlemleri almak için çalışır. Güncel kanunlara uygun olarak hazırlanır ve uygulanır. Sektör ve kapsam gözetmeksizin çeşitli işyerlerinde uygulanabilir [37].

## 4.1.2 Almanya'da İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmelikleri

Almanya'da iş sağlığı ve güvenliği mevzuatında ikili bir yapı bulunmaktadır. Tüm ülke için geçerli olan ve merkezi hükümet tarafından yapılan sağlık ve güvenlik hükümlerinin beraberinde, özerk bölgeler tarafından bölgesel olarak hazırlanan sağlık ve güvenlik hükümleri de bulunmaktadır. Merkezi hükümet iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin yasa ve yönetmelikler yayınlar. Sigorta kurumları, belirlenen yasal çerçevede kendi ihtiyaçlarını belirler, federal ve bölgesel hükümetlerin izniyle kendi düzenlemelerini yapmaktadır. Bölgesel denetim birimleri ve kaza sigortası kurumları mevzuata uygun şekilde kendi bölgelerinde faaliyet göstermektedir. Almanya'da iş sağlığı ve güvenliğine dair ülkede geçerli olan öncül yasalar şunlardır:

- İş sağlığı ve güvenliği yasası



- İş Güvenliği profesyonelleri, güvenlik mühendisleri ve işyeri hekimleri yasası
- Kimyasallar yasası
- Ürün Güvenliği yasasıdır [38].

### 4.1.3 Amerika'da İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmelikleri

Amerika'da kongre 1970 tarihli Mesleki Güvenlik ve Sağlık Yasası ile standartlar belirleyip uygulayarak ve eğitim, sosyal yardım, eğitim ve yardım sağlayarak işçiler için güvenli ve sağlıklı çalışma koşulları sağlamak amacıyla İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Hareketi'ni (OSHA) kurdu. OSHA, Amerika Birleşik Devletleri'nin Çalışma Bakanlığına bağlı bir parçasıdır. OSHA Amerika Birleşik Devletleri'nde işçi sağlığı ve iş güvenliği standartlarının ve bu standartların uygulanması için gereken kanun ve kuralları belirleyen kuruluştur. OSHA dört ana görevi üstlenmiştir. Bunlar; standartları oluşturmak, iş yeri denetimlerinde bulunmak, standartları ihlal eden iş yerlerine ceza kesmek, işverenlere iş yeri tehlikelerini azaltmak amacıyla yardımcı olmaktır [39].

ABD'deki bağımsız, kar amacı gütmeyen kuruluşlar, sektörde kullanılan kaynak kodlarını ve standartlarını belirlemektedir. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki kaynak standartlarının ve kodlarının çoğu, American Welding Society (AWS) tarafından oluşturulmaktadır. Bu gruptaki en yaygın olarak tanınan kod, kaynak kalite kontrolüyle ilgili diğer yayınlanmış belgeler arasında AWS D1'dir [40].

### 4.1.4 İngiltere'de İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmelikleri

Birleşik Krallık'ın geleneksel iş sağlığı ve güvenliği sisteminin 150 yıllık bir geçmişi vardır (HSE Rehberi). Birleşik Krallık'ta çalışma hayatı ve sorunlarına dair denetimi gerçekleştirecek birçok kamu kuruluşu ve kuruluşu bulunsa da yasal düzenleme ve yetki iki ana kurum bünyesinde toplanmıştır. Bunlar; Sağlık ve Güvenlik Komisyonu (HSC) ile Sağlık ve Güvenlik Kurumu'dur. Yürürlüğünü sürdüren mevcut yasa ise 1974 tarihli Sağlık ve Güvenlik Yasası'dır. Basit ve temel ilkeleri kapsayan yasa, tüm dünyada iş sağlığı ve güvenliğini en iyi toparlayan yasal düzenleme olarak sisteme

dahil olmuş ve birçok ülke kendi yasal düzenlemelerini hazırlarken İngiltere'nin iş sağlığı ve güvenliği modelini esas almıştır [41].

Avrupada kaynak standardı: kaynak kuruluşları tarafından geliştirilen Avrupa Standardı ISO 3834, kaynak ürünlerine yönelik kalite standartlarını belirler. Kaynaklı ürünler, Uluslararası Standartlar Organizasyonu'nun Uluslararası Kaynak Enstitüsü ile iş birliği içinde geliştirdiği kalite gerekliliklerini karşılamalıdır. Standartlaştırılmış testler gerektirerek, ISO 3834 kalite gereklilikleri kaynakçıların kaynak görevlerini yerine getirecek niteliklere ve yeterliliğe sahip olmasını sağlar [39].

## 4.2 Kaynak ile İlgili Standartlar

- TS EN ISO 15614-1;2017 Metalik malzemeler için kaynak prosedürlerinin şartnamesi ve vasıflandırılması- kaynak prosedürü deneyi- bölüm 1: çeliklerin gaz ve ark kaynağı, nikel ve nikel alaşımlarının ark kaynağı.
- TS EN ISO 5817;2023: Kaynak- çelik, nikel, titanyum ve bunların alaşımlarında ergitme kaynaklı (demet kaynağı hariç) birleştirmeler- kusurlar için kalite seviyeleri.
- TS EN ISO 3834-2;2021: Metalik malzemelerin ergitme kaynağı için kalite şartları- bölüm 2: kapsamlı kalite şartları.
- TS EN ISO 17662;2016: Kaynak -yardımcı faaliyetler dahil kaynak için kullanılan teçhizatın kalibrasyon, doğrulama ve geçerliliği.
- TS EN ISO 2553;2019: Kaynak ve ilgili işlemler- çizimler üzerinde sembolik gösterimler- kaynaklı birleştirmeler.
- TS EN ISO 14731;2019: Kaynak koordinasyonu -görevler ve sorumluluklar.
- TS EN ISO 14555;2017: Kaynak- metalik malzemelerin saplama ark kaynağı.
- TS EN ISO 13916;2018: Kaynak-ön ısıtma sıcaklığı, pasolar arası geçiş sıcaklığı ve kaynak esnasındaki ön ısıtma idame sıcaklığının ölçme kılavuzu.
- TSE CEN ISO/TR 15608;2017: Kaynak-metalik malzeme gruplandırma sistemi için klavuz.
- TS EN ISO 14731;2019: Kaynak koordinasyonu -görevler ve sorumluluklar.
- TS EN ISO 17662;2016: Kaynak -yardımcı faaliyetler dahil kaynak için kullanılan teçhizatın kalibrasyon, doğrulama ve geçerliliği.

- TS EN ISO 21904-1;2020: Kaynak ve benzeri proseslerde sağlık ve g#venlik – kaynak dumanının yakalanması ve ayrılması i#in kullanılan donanım – b#l#m 1: genel gerekler.
- TS EN ISO 11611;2015: Koruyucu giyecekler- kaynak ve ilgili işlemlerde kullanılan [42].

## Bölüm 5

# Türkiye’de ve Dünyada Kaynak Sektöründe Karşılaşılan Kazalar

### 5.1 Kaynak Sektöründe Karşılaşılan Kazalar

İmalat sektöründe yaygın olarak kullanılan kaynak işlerinde imalat ve bakım onarım sırasında çeşitli kazalar gerçekleşmektedir. Bu kazaların sebepleri başta uygun kişisel koruyucu donanımları kullanmamak olmakla beraber topraklanmayan elektrik hatları, usulüne uygun muhafaza edilmeyen gaz tankları, bakımı yapılmamış ekipmanlar, işlem yapılan ortamın yetersiz havalandırılması sonucu zehirlenme, dikkatsizlik, uykusuzluk gibi sebepler olabilmektedir.

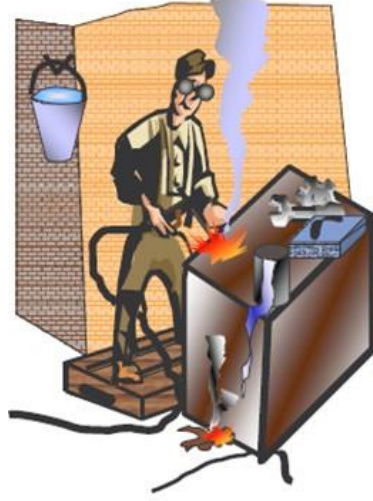
Günaydın’ın orta ölçekli bir organize sanayi bölgesinin kaynaklı imalat yapan bir iş yerinde iş sağlığı ve güvenliği analizine göre katılımcıların iş kazası geçirme sebepleri gerçekleşme sıklık sırasına göre;

- Dikkatsizlik
- Uykusuzluk
- Kaynaklı imalat konusunda eğitimsizlik/acemilik
- Kullanılan kişisel koruyucu donanımların koruyuculuğu
- İş sağlığı ve güvenliği konusunda eğitimsizlik
- Kişisel koruyucu donanım kullanılmaması’dır.

Bu çalışmada kazaların en sık yaşandığı günlerin haftanın ilk ve son günlerinde yaşandığı ve en fazla zarar gören uzuvların göz ve el-kol olduğu tespit edilmiştir [43].

## Kaynak İşleminde Yapılan Bazı Yanlışlar ve Etkileri

- Yüz maskesi yok. Sonuç: Cilt yanıkları.
- Kolların korunmaması. Sonuç: Çıplak cilt üzerinde yanık oluşumu.
- Yanıcı kıyafetler giymek. Sonuç: Kıyafetlerden dolayı tutuşma ve yanma riski.
- Kaynak alanında yanıcı malzemenin bulunması. Sonuç: Zehirli gaz dumanları, patlama, yangın.
- Yakında işçilerle kaynak alanı arasında ayırıcı olmaması. Sonuç: Göz alması ve yanıklar.
- Yangın söndürme kovaşında kum yerine su bulunması. Sonuç: Yangın esnasında elektrik çarpması.
- Ortamdan uzaklaştırılamayan kaynak dumanları. Sonuç: Olası zehirlenme, baş ağrısı.
- Sağlıksız ve tehlikeli topraklama. Sonuç: Elektrik çarpması, tutuşma zorluğu nedeniyle dikkatin dağılması [5].



Şekil 5.1: Şematik kötü çalışma ortamı [5]

Kaynaktan çıkan sıçrama (sıcak metal) ve kıvılcıklar ikinci ve üçüncü seviyede yanıklara neden olabilir ve giysiler de dahil olmak üzere malzemeleri tutuşturabilir. Kaynakçı Parlaması, ark ışımının ürettiği yoğun ultraviyole ışıktan kaynaklanan kaynak yaralanmalarından biridir. Kaynak sırasında maruz kalan ciltte bu radyasyon nedeniyle güneş yanıkları gelişebilir. Uygun göz koruması sağlanmayan veya arktan güvenli bir mesafe bırakılmayan kaynakçılarda, kaynakçı parlaması olarak bilinen

sonuç ortaya çıkabilir. Bu kaynak yaralanmaları aynı zamanda Arc Eye veya Flash Burns olarak da bilinmektedir. Kaynakçı parlamasının belirtileri arasında gözlerde yırtılma, ışık hassasiyeti ve hatta sürekli kuru hissi veren gözlerde yoğun yanma sayılabilir. Duman ve parlama nedeniyle kaynakçılar bazen kafalarını arkın çok yakınına yerleştirir ve kaynakçının parlama riskini artırmaktadır. Beyin hücrelerini yok eden ve sinir yıpranmalarına sebep olan bir element olan manganez, kaynak çubuklarında, elektrotlarda ve tellerde bulunan bir maddedir. Kaynak, daha sonra solunabilen bu toksik manganez moleküllerini açığa çıkarır. ABD Çevre Koruma Ajansı'nın manganez tehlikeleri hakkındaki raporuna göre, "Mangan toksisitesinin birincil hedefi sinir sistemidir ve toksik maruziyetin yaygın semptomları arasında ataksi, demans, anksiyete ve Parkinson hastalığına benzer bir sendrom olan manganizm yer alır [44].

#### Kaynak İşlerinden Kaynaklanan Sağlık Etkileri

Boğazda tahriş ve akciğerlerde tahriş, akut zatürre, akciğer kanseri, cilt kanseri, Koah(astım), kaynakçı akciğeri, kapalı alanda kaynak yaparken boğulma, dermatit, parkinson hastalığı, oküler melanom, işitme kaybı gibi etkiler yaratabilmektedir [45].

#### Kaynak İşleminde Uygunsuz Çalışma Halleri

Kaynak işlerine dolaylı yoldan dahil olan işçiler de kişisel koruyucu donanımları kullanmalıdır (Şekil 5.2).



Şekil 5.2: Kaynak yapan İşçiye Yardım Eden İşçinin Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması [46]

Kişisel koruyucu donanımlar yapılan işe uygun olmalıdır. Şekil 5.3'deki gibi koruyucu gözlük yerine güneş gözlüğü kullanılmamalıdır.



Şekil 5.3: Koruyucu gözlük yerine güneş gözlüğü kullanan kaynakçı [46]

Kişisel koruyucu donanımlar standartlarda bir bütün olarak sınırlandırılmıştır. Şekil 5.4'deki koruyucu gözlükten cam parçasının koparılıp kullanılması uygun bir kullanım şekli değildir.



Şekil 5.4: Koruyucu gözlükten cam parçası koparılıp korunmaya çalışan kaynakçı [46]

Kullanılması gereken kişisel koruyucu donanım eksiksiz ve yapılan işe uygun olmalıdır. Şekil 5.5'de kaynak işi yapan işçinin eldiven kullanmaması ve yanlış maske kullanması doğru bir uygulama şekli değildir. Şekil 5.6'da solunum maskesiz kaynak uygulaması yapan işçi uzun ve kısa vadede solunum rahatsızlıkları yaşayabilir.



Şekil 5.5: Uygunsuz kişisel koruyucu donanım [46]



Şekil 5.6: Kaynak dumanı soluyan kaynakçı [46]

Eldivenle kaynak yapma gerekliliği ısıdan korumasının yanında Şekil 5.7'deki gibi yağ/gresle kaplanmış eller cilt rahatsızlığı olan dermatite neden olabilir.



Şekil 5.7: Eldiven takmadan çalışan kaynakçı [46]



## 5.2 Kaynak Sektöründe Kaza İstatistikleri

Uluslararası Çalışma Örgütü'ne göre iş kazaları ve meslek hastalıkları nedeniyle yaklaşık 3 milyon kişi hayatını kaybediyor. ILO ayrıca dünya çapında 395 milyon işçinin ölümcül olmayan iş yaralanmalarına maruz kaldığını tahmin ediyor.

Türkiye'de iş kazalarının neden olduğu maddi ve manevi kayıplar Avrupa ülkelerine göre oldukça yüksektir. Teknolojinin hızla gelişmesiyle, makineleşmenin artması ve göz önünde bulundurulmayan tehlike ve riskler üzerine alınmayan önlemler sonucu iş kazaları olmaktadır.

Tablo 5.1 Türkiye’de metal sektöründe 2018-2022 istatistikleri [47]

Yıllar	Toplam iş kazası sayısı	Metal sektöründe iş kazası sayısı	İş kazalarında ölen sayısı (Toplam)	Metal sektöründe iş kazalarında ölüm sayısı
2022	589.271	22.777	1.520	32
2021	511.639	21.870	1.394	35
2020	384.605	15.784	1.240	32
2019	422.837	16.419	1.149	19
2018	431.276	17.409	1.542	43

SGK istatistik yıllıklarını incelediğimizde kaynak işleriyle ilgili net veri bulunmamaktadır. Kaynak işinin en çok kullanıldığı metal sektöründeki kaza istatistiklerini incelediğimizde (Tablo 5.1) 2022 yılında toplam 589.271 iş kazası meydana gelmiştir. Bunlardan 22.777 tanesi metal sektöründe meydana gelen iş kazasıdır. Bununla birlikte yaşanan iş kazalarının toplam 1.520 tanesi ölümlerle sonuçlanmıştır. Metal sektöründe ise ölümlerle sonuçlanan 32 iş kazası olmuştur.

Tablo 5.2 İngiltere’de metal sektöründe 2018-2023 istatistikleri [48]

Yıllar	Toplam İş Kazası Sayısı	Metal Sektöründe İş Kazası Sayısı	İş Kazalarında Ölen Sayısı (Toplam)	Metal Sektöründe İş Kazalarında Ölen Sayısı
2022/23	60780	1268	135	5
2021/22	62604	1319	123	5
2020/21	51374	1015	145	7
2019/20	68656	1528	113	2
2018/19	69455	1664	149	7

Tablo 5.2’de İngiltere’de Sağlık Güvenlik Kurumu (HSE) yayımladığı istatistiklere göre toplam ve metal sektöründe meydana gelen iş kazası ve ölümlerle sonuçlanan iş kazaları verilerinin son 5 yılı incelenmiştir. 2022-2023 yılları arasında toplam 60 780 iş kazası meydana gelirken 135 ölümlü iş kazası olmuştur. Kazaların 1.268 tanesi metal sektöründe gerçekleşmiştir. Metal sektöründe gerçekleşen kazaların 5 tanesi ölümlerle sonuçlanmıştır.

Amerika’da ölümcül iş kazalarının yaklaşık yüzde 25’ini kaynak kazaları oluşturmaktadır. Ayrıca ölümcül olmayan etkilerin yaklaşık üçte birini de içermektedir. Çalışma İstatistikleri Bürosu (BLS), kaynak kazalarına ilişkin yaralanma ve hastalık istatistiklerini toplamaktadır. BLS, Amerika Birleşik Devletleri’nde her 100.000 işçiye karşılık 21 kaynak kazasının meydana geldiğini ortaya koymuştur. Kaynak kazaları yaygındır. ABD Çalışma İstatistikleri Bürosu’na göre her yıl 560.000’den fazla işçi kaynak kazaları nedeniyle yaralanıyor. Bunun nedeni kaynağın aşırı ısınmasıdır [49].

Tablo 5.3 Almanya’da metal üretimi ve işleminde 2018-2022 istatistikleri [50]

Yıllar	Toplam İş Kazası Sayısı	Metal Sektöründe İş Kazası Sayısı	İş Kazalarında Ölen Sayısı (Toplam)	Metal Sektöründe İş Kazalarında Ölen Sayısı
2022	183352	7716	54	6
2021	190658	7481	47	1
2020	181880	9287	43	2
2019	198927	8937	55	3
2018	203823	8747	45	4

Alman Sosyal Kaza Sigorta Araştırma Enstitüsü’nün (DGUV) Tablo 5.3’te gösterilen 2022 yılı verilerine göre toplamda 183.352 iş kazası gerçekleşirken bunlardan 7.716 tanesi metal üretimi ve işleminde meydana gelmiştir. Bunlardan altı tanesi ölümlle sonuçlanmıştır.

## Bölüm 6

# Kaynak İşlerinde Meydana Gelen Kazaların Azaltılmasına Yönelik Öneriler

Kaynak teknolojisi günden güne gelişmekte ve uluslararası faaliyet sürdüren üreticiler sürekli bir yenilik ile bir önceki tehlikeli durumu veya oluşumu ortadan kaldırmaya çalışmaktadır [23]. Kaynak işlerinde meydana gelen kazaları azaltmak için alınması gereken önlemleri iki grupta ele alabiliriz. Bunlar;

- Çalışma ortamında alınabilecek önlemler
- Uygun kişisel koruyucu donanımları kullanarak alınan önlemlerdir.

### 6.1 Çalışma Ortamında Alınabilecek Önlemler

#### 6.1.1 Havalandırma

Kaynak atölyesinin özellikle kaynak bölgelerine yakın kapı ve pencereleri demir gibi yanmayan malzemedan yapılmıştır. Kaynak yapılacak alanlarda havalandırma sistemi bulunmalı ve yeterli emiş gücüne sahip olmalıdır. Oksijen ve asetilen üreten aparatlar iş yerinden mümkünse dışardan uzak tutulmalıdır. Kaynak aparatları ve tüpleri üstten ve alttan havalandırma delikleri bulunan, kıvılcım çıkarmayan kapısı olan, üst kısmında hafif çatısı olan ve dayanıklı bir malzemedan ayrı bir bölmede saklanmalıdır. Elektrik kaynağının yapıldığı alanlar bölmeler kullanılarak işin diğer kısımlarından ayrılmalıdır. Açık atölyelerin bir bölümünde çalışılma yapılması gerekiyorsa kaynak alanı, diğer işçilerin çalıştığı yerden en az iki metre yüksekliğinde, ışık geçirmez sabit

veya hareketli perdelerle ayrılmalıdır. Yakınında yanıcı madde depoları veya boyahaneler mevcutsa bunlar bu yerlerden uzaklaştırılmalıdır. Üzerinden taşıma ve geçiş yapıldığında, elektrik besleme ve kaynak kablolarının ezilmemeleri için önlem alınmalıdır. Yangın söndürme cihazları ve uyarı levhaları bulundurulmalı, yangına karşı gerekli tertibat ve önlem (Kapak, kanal içinden geçirme ve benzeri) alınmalıdır. Açık havada yapılan kaynak işlemlerinde kaynakçı rüzgârın yönünü mutlaka dikkate alınmalı ve daima rüzgârı arkasına alarak çalışmalıdır. Ancak çok rüzgârlı havalarda dışarıda MIG/MAG kaynağı yapmak örtücü gazın dağılmasına neden olacağı için önerilemez. Elektrik ark kaynağında duman oluşumu, teneffüs sisteminin dikkatli, bir şekilde korunmasını gerektirir. Hiçbir zaman havadaki duman konsantrasyonunun 20 mg/m<sup>3</sup> ü geçmesine izin verilmemelidir [26].

Kaynakçılar mümkün olduğunca kapalı alanda çalışmamalıdır. Kaynakçının çalıştığı alanlarda hava akışını engelleyen materyaller olmamalıdır. Genel havalandırmanın yanı sıra lokal(bölgesel) havalandırma da kullanılmalıdır. Bakım, onarım, uygun filtre kullanımı ve değişimi yetkili kişiler tarafından düzenli periyotlarla yapılmalıdır [51].

### 6.1.2 Basınçlı Gaz Tanklarında Güvenlik

Gaz ve tanka uyumlu akım düzenleyiciler kullanılmalıdır. Torç düzenli aralıklarla temizlenmelidir. Tank ile torç arasında talimatlara uygun güçlendirilmiş hortumlar kullanılması gerekmektedir. Oksijen ve asetilen tankları yangın ve patlamalara karşı güçlendirilmiş alanlarda ayrı ayrı depolanmalıdır. Tankları ayırmak için renk kodlu etiketler kullanılmalıdır [30].

### 6.1.3 Elektrik Çarpma Tehlikesi

Alçak gerilime dayanıklı ve kuru eldiven kullanılmalıdır. Kaynak kelepçeleri akımı geçirmeyecek şekilde yalıtılmalıdır. Tüm kurulumlar topraklanmalıdır. Kaynak tablalarının sağlam olması, izolasyonlarının kontrol edilmesi gerekmektedir. Kazan, tank gibi dar ve kapalı alanlarda yapılan elektrik ark kaynağında doğru akım kullanılmalıdır. Nemli ve kapalı alanlarda kaynak yaparken kaynakçının metal aksamla temasını önlemek için kauçuk veya tahta plakalar kullanılmalıdır. Kaynak makinesi boştayken elektrot pensesi ahşap bir masa veya askı üzerine

yerleştirilmelidir. Koltuk altına veya omuza koymak gibi tehlikeli durumlardan kaçınılmalıdır. Kaynak tablasını kurarken veya polariteyi değiştirirken makine boşta çalıştırılmamalı, makede akım yokken yapılmalıdır. Kaynak makinesinden alınan elektrik enerjisi, ark ve etrafındaki ısı ile ışığa dönüşür. Toplam enerjinin yaklaşık %15'i ışığa dönüştürülür. Bu ışınların özellikle çalışanların gözleri ve cildi üzerinde zararlı etkileri vardır [26].

#### 6.1.4 Yangın ve Patlama Riski

Sigara İçme Sınırlaması olmalıdır. Açık alev yasaklanmalıdır. Kıvılcım sıçramasına karşın alanın kapatılması veya ayırıcı (seperatör) ile ayrılmalıdır. İş yapılacak ortam yanmaz malzemelerden inşa edilmelidir. Depolama bölgelerinin alttan ve üstten havalandırılan, sundurma alanları olmalıdır. Geri tepme vanaları kontrol edilmelidir. Basınç ve gaz patlamasına karşı tüpler zincirlenmelidir. Oksijen kaçakları önlenmelidir. Yangın söndürme cihazı bulundurulmalıdır [23]. Yetersiz havalandırılan atölyenin görünmeyen kısımlarında gaz dumanının birikmesi mümkündür. Manastırlar, kuyular, çıkmaz koridorlar ve bodrumlar bu açıdan tehlike arz eden bölgelerdir. Bu bölgelerde biriken gaz ve duman nedeniyle oksijen kısmen azalacaktır [30].

#### 6.1.5 Kaynak Tüpleri

Kaynak işlerinde kullanılacak gerek açık sahada gerekse kapalı ortamlarda ve atölyelerdeki tüplerin korunması son derece önemlidir. Tüp taşıyacak kişinin bu iş için gerekli eğitime sahip olması ve çalışırken mutlaka çelik burunlu koruyucu ayakkabı giymiş ve deri eldiven takmış olmalıdır. Tüpler dikey olarak tüp paletlerinde veya tüp arabalarında taşınmalıdır. Taşınma esnasında tüplerin kayışla palete veya zincirle tüp arabasına bağlanması gerekir. Tüpü kapağından tutarak ve tabanı üzerinde yavaşça döndürerek yakın mesafeden yeri değiştirilebilir. Tüpler valflerinden veya koruyucularından tutup taşımak uygun olmamakla birlikte asla ip, zincir veya mknatısla çekerek kullanılmamalıdır. Kısa mesafelerde bile kaldırma işlemi için bir taşıyıcı veya uygun bir araç kullanılır [26].

## 6.1.6 Elektrik Ark Kaynağında Oluşan Işınlr ve Radyasyon

Parlak ışınlar gözleri kamaştırdığından, gözlerin korunması gerekir. Gözlerin korunması da pratikte gözleri koruyucu camı bulunan maskelerle sağlanır. Koruyucu camlar arkın şiddetine göre değişiklik göstermektedir. Kaynakçı, kaynağın türüne ve akım yoğunluğuna bağlı olarak çeşitli tonlarda cam kullanmalıdır [9]. İşçiler uygun eldiven ve kıyafet giyerek radyasyondan korunmalıdır. Kaynak arkından yansıyan ve yayılan ışınlara karşı çalışanlar uyarılmalı ve uygun önlemler alınmalıdır. Bunun için paravan, perde kullanılmalı veya iş yerinin diğer çalışanlara uygun uzaklıkta olması gerekmektedir [27].

## 6.1.7 Filtreleme

Metalin kaynak, kesme ve diğer ilgili yöntemlerle işlenmesinden kaynaklanan kirli hava, boyutları 0,005 ila 100 mikron arasında değişen katı parçacıklar da içerir. Filtre teçhizatlarında bu maddeler çeşitli yöntemler kullanılarak farklı özelliklerdeki filtreler kullanılarak arındırılabilir. Kaynak işlemi sırasında oluşan kirli havanın içindeki zararlı gaz ve buharlar aktif karbon filtrelerde tutularak ortamı havası kirliliği önlenir [52].

## 6.2 Kişisel Koruyucu Donanım Standartları ve Gereklilikleri

Belirli kullanım limitleriyle standartlarla sınırlandırılmış kişisel koruyucu donanımları kullanarak kaynak işlerinde iş kazaları engellenebilmektedir. Kullanılan kaynak yöntemi ve iş ortamına göre kaynak işlerine uygun kişisel koruyucu donanımlar kullanılmaktadır.

### Gözlerin ve Yüzün Korunması

Kaynak işlerinde göz ve yüz koruması ihtiyacını değerlendirdiğimizde, Şekil 6.1'deki gibi özellikle TS EN ISO 16321-2 ve TS 6860 EN 175 gibi başlık ve gözlükler kaynak ışığından koruma standartları gerekliliklerine uygun olan kişisel koruyucu donanımlar gerekli ve yeterli korumayı sağlamaktadır [53].



Şekil 6.1 Otomatik karar gaz altı kaynağı baş maskesi/TS 6860 EN 175 [54]

Kaynak İşleri Gözlükleri: kaynak işlemi esnasında oluşan yoğun radyasyon ışımalarının göze zarar vermesini önlemek için kullanılan göz koruyuculardır. Gaz kaynağı, pirinç kaynağı, oksiasetilen kesme gibi uygulamalarda kullanılması tercih edilir [55]. Tablo 6.1’de kaynak işleminin çeşidine göre gerekli gözlük camı filtre numaraları belirtilmektedir.

Tablo 6.1 Kaynak ve kesim için gerekli gözlük filtre numaraları [52]

<b>Kaynak İşlemi Çeşidi</b>	<b>Filtre Kodu</b>
Koruyucu metal ark kaynağı (4mm elektrot)	10
Koruyucu metal ark kaynağı (4,88 - 6,4 mm elektrot)	12
Koruyucu metal ark kaynağı (6,4 + mm elektrot)	14
Gaz metal ark kaynağı (demir)	12
Gaz metal ark kaynağı (demir olmayan)	12
Atomik hidrojen kaynağı	14
Karbon ark kaynağı	14
Hafif kesme (25 mm)	3-4
Orta kesme (25 - 150 mm)	4-5
Ağır kesme (150 + mm)	5-6
Gaz kaynağı (hafif 3,2 mm)	4-5
Gaz kaynağı (orta 3,2 - 12,7 mm)	5-6
Gaz kaynağı (ağır 12,7 + mm)	6-8



## Oksijen Kaynak Gözlüğü (Çift Maksatlı)

Şekil 6.2’de gösterilen Oksijen Kaynak Gözlüğü Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği hükümlerine uygunluğunu gösteren CE işaretine sahip olmalıdır. UV ışınlarına karşı koruma sağlayacak özellikte olmalıdır. Oksijen kaynak gözlüğü çift maksatlı olmalıdır. Tasarımı sayesinde maske kullanımına engel olmamalıdır. Gözlük çerçeveleri ve lensleri; kaynak kıvılcımlarına karşı koruyucu olmalıdır. Kızılötesi özelliği olmalıdır. Gaz kaynak ve alevle kesme işlerinde kullanılmalıdır. Çerçevesi kadmiyum içermeyen yapıda olmalıdır. Çerçevesi PVC yapıdan üretilmiş olmalıdır. Elastik ayar bandı olmalıdır [54].



Şekil 6.2 Oksijen kaynak gözlüğü [54]

## Kaynakçı Eldivenleri

Kaynakçı eldivenleri TS EN 12477 standardına uygun olmalıdır. Bu standart, elle yapılan metal kaynak, kesme ve alaşımlama işlemlerinde kullanılan koruyucu eldivenlerin özelliklerini ve deney yöntemlerini kapsar [55].



Şekil 6.3 Kaynakçı eldiveni/TS EN 12477 [55]

Kaynak eldivenleri Şekil 6.3'deki gibi, beş parmaklı olmalıdır, yarma deri olmalıdır, avuç içinde ekstra takviye olmalıdır, Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği hükümlerine uygunluğunu gösteren CE işaretine sahip olmalıdır, iç kısmı pamuk astara sahip olmalıdır, eldivenlerin uzunluğu en az 350 mm olmalıdır, aramid veya paraaramid iplik dikişli olmalıdır [54].

#### Kaynakçı Solunum Maskesi

Maskelerin; aktif karbon tabakası altında, organik buharlar, kaynak (TIG-MIG) gazlarına karşı uygun koruma sağlamalıdır. Maskeler üzerinde nefes verme ventili bulunmalıdır. Şekil 6.4'deki gibi maskelerin burun bölgesinde sızdırmazlık sağlamak için burun mandalı bulunmalıdır. Maskeler, polyester ve polizoplen malzemeden imal edilmiş, elastik baş bantlarına sahip olmalıdır. Sıcak ve nemli ortamlarda şeklini koruyabilecek özellikte olmalıdır. Aktif karbonlu solunum maskesi, doğal lateks ve kauçuk içeren bileşimlerden üretilmemiş olmalıdır. Maske çenenin altından başlamalı, ağız ve burnu kapatmalıdır [54].



Şekil 6.4 Kaynakçı solunum maskesi [54]

#### Deri Kaynakçı Başlığı

Deri kaynakçı başlığı TS EN ISO 11611 standardına uygun olmalıdır. Başlık %100 yarma deriden imal edilmelidir. Başlık tek parça halinde olmalıdır. Giyildiğinde Şekil 6.5'deki gibi omuzlara kadar uzanmalıdır. Erimiş metal veya cürüflardan etkilenmeyecek yapıda ve kapalı şekilde olmalıdır [54].



Şekil 6.5 Deri kaynakçı başlığı [54]

### Kaynakçı Tozluđu

Yarma deriden üretilmiş olmalıdır. Şekil 6.6'daki gibi cırt cırt bant özelliğine sahip olmalıdır. Aramid iplik kullanılarak dikilmiş olmalıdır. TS EN ISO 11611:2015 Sınıf 2 standartlarına sahip olmalıdır [54].



Şekil 6.6 Kaynakçı tozluğu [56]

### Kaynakçı Kot Elbisesi

İş Elbisesinde Kullanılacak Kumaşın Özellikleri:

- Karışımı: Kışlık kot 12 ons tamamen pamuk,
- Ağırlığı 420 gr/m<sup>2</sup> – 430 gr/m<sup>2</sup> aralığında olmalıdır.

Kot İş Elbiselerinin Dikimi: İş elbiseleri Şekil 6.7'deki gibi bir adet ceket ve bir adet pantolon olmak üzere iki parça şeklinde, ceketler tek renkte (lacivert) olabilir. Üst

tarafında iki adet kapaklı cep, yanlarda iki adet filotalı yarma cep ve ceketin sol kolunda kalem cebi olmalıdır. Pantolonun bir tarafında komando cebi olmalıdır. Ceketlerin ön ve arka bölümlerine beş cm genişliğinde reflektif şerit dikilmelidir. Ceket fermuarlı olacak ve fermuar üstü çıt çıtla kapatılacaktır. Ceket kol ağzları lastikli olmalıdır. Pantolonların açma kapama yerleri plastik dişli fermuar olacak, ayrıca kemer kısmına bir adet düğme dikilmelidir. Ceket ve pantolonlarda yapılacak cepler kullanışlı, boyutları iş elbisesi boyutlarına uygun olacaktır. Hem ceket hem de pantolonda beden numaralarını gösteren etiket olmalıdır. Dikiş yerlerinde kumaş büzülmesi, iplik atlaması, iplik sarkması ve potluk gibi dikiş hataları ve yırtık delik iplik çekilmesi gibi kumaş hataları kesinlikle olmamalıdır. Elbiseler kaynak kıvılcımlarından yanmayacak şekilde imal edilmelidir [54].



Şekil 6.7 Kaynakçı kot elbisesi [54]

### Kaynak Önlüğü

Kaynakçı önlüğü, Şekil 6.8'deki gibi yarma deriden tek parça (dikişsiz ve birleştirmesiz) olmalı, kullanıcının vücudunun ön kısmını kaplayacak şekilde boyundan asılmalı ve belden arkaya doğru bağlanmalıdır. Kaynakçı önlüğü en az 60 cm genişliğinde ve en az 90 cm uzunluğunda olmalıdır. Kalınlığı minimum 1,2 mm olmalıdır. Kaynakçı önlüğü, TS EN 11611 standartlarına sahip olmalıdır [54].



Şekil 6.8 Kaynak önlüğü [35]

#### Kaynakçı El Maskesi

TS EN ISO 16321-1 ve TS 6860 EN 175 standardına uygun olmalıdır. Şekil 6.9'daki gibi el tutacağı bulunmalıdır. Camı değiştirilebilir özellikte olmalıdır. CE belgeli olmalıdır [54].



Şekil 6.9 Kaynakçı el maskesi [54]

#### Kaynakla İlgili Koruyucu KKDLere İlişkin Standartlar

- TS EN ISO 16321-2;2021: Mesleki kullanım için göz ve yüz koruması- bölüm 2: kaynak sırasında kullanılan koruyucular ve ilgili teknikler için ek gereklilikler.
- TS 6860 EN 175;1999: Personel koruyucuları-kaynak ve benzeri işlemler sırasında gözü ve yüzü koruma teçhizatı.

- TS EN 1247/A1;2007: Kaynakçılar için koruyucu eldivenler.
- TS EN ISO 16321-3; 2022: Mesleki kullanım için göz ve yüz koruması- bölüm 3: elek tipi koruyucular için ilave gereklilikler.
- TS EN 149+A1;2010: Solunumla ilgili koruyucu cihazlar- parçacıklara karşı koruma amaçlı filtreli yarım maskeler- özellikler, deneyler ve işaretleme [35].

# Bölüm 7

## Sonuç

Dünyadaki hemen hemen her endüstri kaynaklı imalat yöntemini kullanmaktadır. Sanayideki bu büyük pazarda gerçekleşen kaynak işlerinde ülkelerdeki iş kazası çeşitleri ve verileri değişiklik göstermektedir. Bu değişiklikte ekonomik, sosyolojik ve kültürel etkiler olabilmektedir. Mesleki yaralanmalar ve iş kazaları insanın bütünlüğünü etkiler, geri dönülemez etkiler yaratabilir ve herhangi bir ülkenin sosyal güvenlik sistemine yüksek maliyetler getirir.

Türkiye’de son beş yılın verileri incelendiğinde dünyada pandeminin yaşandığı 2020 yılında toplam iş kazaları azalma gösterse de sonrasında artış göstermiş, metal sektöründeki iş kazaları artış göstermiş, ölüm sayıları kaza artışlarına oranla yakın sayılarda seyretmiştir. Almanya’da meydana gelen iş kazası oranına göre ölümlü kaza sayısının miktarının az olması dikkat çekmektedir. Yine Amerika’da kaynak işlerinde gerçekleşen iş kazası sayıları Avrupa ülkelerine kıyasla fazladır. İngiltere iş kazası sayıları Almanya’ya göre düşük gibi gözükse de ölümlü iş kazası verileri yakın seyretmektedir. Küçük veya bireysel işyerlerinde bildirilmeyen iş kazalarının da olduğunu göz önünde bulundurursak incelenen verilerin değişiklik göstereceğini söyleyebiliriz. İncelenen dört ülke verilerinden yola çıkarak gelişmiş ülkelerde alınan önlemlerle birlikte, potansiyel tehlike ve riskler olsa dahi bilinçli işçi ve işverenlerle birlikte kuruluşların yaptığı yönlendirmelere, standartlara uygun çalışıldığında yaşanan kazalarda ölüm oranının düşük olabileceği görülmektedir.

Kaynak işlerinde; yapılan işi doğru tanımlayarak, kanun mevzuat ve standartlarla belirlenmiş kıstaslar doğrultusunda çalışarak, kaynak işlerinde çalışanların ve işverenlerin gerekli eğitimi almasını sağlayıp iş sağlığı ve güvenliği konusunda eğitip bilinçlendirerek, işlem esnasında uygun kişisel koruyucu donanım kullanarak, tehlikeleri ve riskleri doğru tespit edip alınması gereken önlemlere dikkat ederek,

geliştirme çalışmaları yapılarak olası iş kazaları ve meslek hastalıkları etkileri minimum seviyede tutulabilmektedir.



# Kaynaklar

- [1] Groover Mikell P. Fundamentals Of Manufacturing: Materials, Processes, and Systems, 4th Ed. John Wiley & Sons, Inc; 2010
- [2] History of Welding [İnternet]. [Erişim tarihi 12.24.2023]. <https://literacy.kent.edu/eureka/EDR/5/Middletown/Industrial%20Fields/History%20of%20Welding.pdf>
- [3] IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 49. [İnternet]. [Erişim tarihi 17.24.2023]. <https://publications.iarc.fr/67>
- [4] John H. Haynes, Storer J. Welding Manual. Haynes North America, Inc. 1994
- [5] Komaç E. Kaynak Tekniği Sanayi ve Ticaret A.Ş. Askaynak Teknik Eğitim El Kitabı; 2009
- [6] Anık S. Kaynak Tekniği El Kitabı. Gedik Eğitim Vakfı, Kaynak Teknolojisi Eğitim Araştırma ve Muayene Enstitüsü.
- [7] Ayan, İ. B. Kaynaklı İmalat Yapan İşletmelerde Uluslararası Sertifikasyon Sistemleri (Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi. İzmir; 2010
- [8] [İnternet]. [Erişim Tarihi 23.01.2024]. [www.metaluzmani.com](http://www.metaluzmani.com)
- [9] [İnternet]. [Erişim Tarihi 23.01.2024]. [www.ekokaynak.com](http://www.ekokaynak.com)
- [10] [İnternet]. [Erişim Tarihi 23.01.2024]. [www.academic-accelerator.com](http://www.academic-accelerator.com)
- [11] [İnternet]. [Erişim Tarihi 23.01.2024]. [www.studkaynak.com](http://www.studkaynak.com)
- [12] [Erişim Tarihi 23.01.2024]. <https://www.merkezkurslari.com/ortulu-elektrot-ve-ark-kaynagi-kursu-meb-onayli.html>
- [13] [İnternet]. [Erişim Tarihi 23.01.2024]. [www.ewm-group.com](http://www.ewm-group.com)
- [14] [İnternet]. [Erişim Tarihi 23.01.2024]. [www.dsweldingfabrication.com](http://www.dsweldingfabrication.com)
- [15] [İnternet]. [Erişim Tarihi 23.01.2024]. [www.wikidataorg.com](http://www.wikidataorg.com)
- [16] [İnternet]. [Erişim Tarihi 23.01.2024]. [www.zetec.com](http://www.zetec.com)
- [17] [İnternet]. [Erişim Tarihi 23.01.2024]. [www.kaynakeitmeni.com](http://www.kaynakeitmeni.com)
- [18] [İnternet]. [Erişim Tarihi 23.01.2024]. [www.guvengaz.com](http://www.guvengaz.com)

- [19] Kalpakjian S, Schmid S. Manufacturing Processes for Engineering Materials 6th Ed. Pearson.
- [20] [İnternet]. [Erişim Tarihi 23.01.2024]. [www.uslularhadde.com](http://www.uslularhadde.com)
- [21] [İnternet]. [Erişim Tarihi 23.01.2024]. [www.mib.org.tr.com](http://www.mib.org.tr.com)
- [22] [İnternet]. [Erişim Tarihi 23.01.2024]. [www.assemblymag.com](http://www.assemblymag.com)
- [23] Anar A. Endüstriyel Tesislerin İnşa Sürecinde Kaynak İşlerinde İşçi Sağlığı Ve Güvenliği. Kaynak Kongresi IX. Ulusal Kongre ve Sergisi Bildiriler Kitabı.
- [24] [İnternet]. [erişim tarihi 20.01.2024]. [https://www.ilo.org/ankara/about-us/WCMS\\_372874/lang--tr/index.htm](https://www.ilo.org/ankara/about-us/WCMS_372874/lang--tr/index.htm)
- [25] Meslek Hastalıkları ve İş ile İlgili Hastalıklar Tanı Rehberi. T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. [İnternet] [Erişim tarihi 17.01.2024]
- [26] Tan O. (MSc) YTÜ. MYO Öğretim Görevlisi. Kaynaklı İmalatta Çalışma Ortamını ve Çalışanın Sağlığını Etkileyen Tehlikeler ve Önlemleri [İnternet]. 2008 [Erişim tarihi 01.01.2024]. <http://www.oktaytan.net/KAYNAKislerindeTehlike.pdf>
- [27] Kahraman F, Sever K, Karadeniz S. Kaynaklı İmalatta İnsan Sağlığı. Mühendis ve Makina 2003; 44(520), 30-40
- [28] Kaynak Dumanının Tehlikeleri Dokümanı. 3M Science. [İnternet]. [Erişim tarihi 17.01.2024]. Haziran 2018. <https://multimedia.3m.com/mws/media/17856370/3m-psd-summary-sheet-welding-fume-tr-pdf.pdf>
- [29] Turan A. Kaynak İşlerinde İş Güvenliği. Kaynak Kongresi IX. Ulusal Kongre ve Sergisi Bildiriler Kitabı.
- [30] Karadağ K. Kaynak İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği. Türk Tabipler Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi. 2001; 2(8), 27-32.
- [31] Karacan E. Erdoğan Ö. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliğine İnsan Kaynakları Yönetimi Fonksiyonları Açısından Çözümsel Bir Yaklaşım. Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 2011; 21(1), 102-116
- [32] Alper Y. Bazı Ülkelerde İşçi Sağlığı İşgüvenliği Uygulamaları ve Türkiye'deki Uygulama ile Karşılaştırılması. 1992; (37), 83- 101
- [33] [İnternet]. [Erişim Tarihi 23.01.2024] <https://onlinebilgi.com.tr/iso/>
- [34] [İnternet]. [Erişim Tarihi 23.01.2024] <https://www.who.int/about/who-we-are>
- [35] [İnternet]. [Erişim Tarihi 23.01.2024] [www.tse.org.tr](http://www.tse.org.tr)

- [36] 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu; 2012.
- [37] ISO 45001 İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÖNETİM SİSTEMİ. [İnternet]  
<https://belgelendirme.ctr.com.tr/iso-45001.html#:~:text=ISO%2045001'in%20temel%20amac%C4%B1,olu%C5%9Fturmak%20ve%20bu%20ortam%C4%B1%20y%C3%B6netmektir.>
- [38] Avrupa Birliği'nde İş Sağlığı ve Güvenliği. T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. Ankara; 2014
- [39] [İnternet]. [Erişim Tarihi 23.01.2024] <https://www.osha.gov/aboutosha>
- [40] AWS Codes and standarts. [İnternet]. [Erişim Tarihi 23.01.2024]  
<https://www.aws.org/Standards-and-Publications/Codes-and-Standards/#numberOfResults=5>
- [41] Olcay Z. Parlak T. İş Sağlığı ve Güvenliği Denetimi: Türkiye ve İngiltere Örneklerinin Karşılaştırmalı İncelenmesi. ABMYO Dergisi;2016, (41), (81-97)
- [42] TSE Standartlar [İnternet]. [Erişim tarihi 22.01.2024].  
<https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/StandardAra.aspx>
- [43] Günaydın B. Orta Ölçekli Bir Organize Sanayi Bölgesinin Kaynaklı İmalat İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Analizi. (Yüksek Lisans Tezi). Hitit Üniversitesi. Çorum; 2022
- [44] Welding Injures In The Workplace. [İnternet]. [Erişim Tarihi 24.01.2024].  
<https://www.ishn.com/articles/103738-welding-injuries-in-the-workplace>
- [45] Kaynaktan Kaynaklanan Sağlık Riskleri. [İnternet]. [Erişim tarihi 22.01.2024].  
<https://www.hse.gov.uk/welding/health-risks-welding.htm>
- [46] Welding and metal work, Caribbean programme on occupational safety, health and the environment [İnternet]. [Erişim Tarihi 23.01.2024].  
[https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---sro-port\\_of\\_spain/documents/presentation/wcms\\_250136.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---sro-port_of_spain/documents/presentation/wcms_250136.pdf)
- [47] SGK İstatistik Yıllıkları. [İnternet]. [Erişim tarihi 22.01.2024].
- [48] Health and safety at work Summary statistics for Great Britain 2023. [İnternet]. [Erişim tarihi 22.01.2024].  
<https://www.hse.gov.uk/statistics/tables/index.htm#riddor>
- [49] How Common Are Welding Accidents & Injuries? (2024 Statistics) [İnternet]. [Erişim tarihi 23.01.2024] <https://waterwelders.com/welding-accidents-statistics/>

- [50] Statistik Arbeitsunfallgeschehen 2018,2019,2020,2021,2022. [İnternet]. [Erişim tarihi 22.01.2024]. <https://publikationen.dguv.de/>
- [51] Kaymaz Ö. Kaynak İşlerinde İş Kazası ve İşe Bağlı Sağlık Problemlerine Neden Olan Faktörler ve KKD Kullanımının Bu Faktörlere Etkileri Üzerine Çevresel ve Teknik Araştırma (İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi/Araştırma). Ankara: 2014.
- [52] Yılmaz G., Kaynaklı İmalat Atölyelerinde Sağlık ve Güvenlik Önlemleri. Mühendis ve Makina; 50(599), (68-73)
- [53] Metal Sektörü Kişisel Koruyucu Donanım Rehberi. T.C. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı [İnternet]. [Erişim tarihi 15.01.2024]. <https://www.csgb.gov.tr/medias/9962/metalsektoeruekkdrehberi-web.pdf>
- [54] 2023 Kişilik Kişisel Koruyucu Donanımlar Teknik Şartnamesi Teknik Özellikler Ve Standartlar. Ankara Büyükşehir Belediyesi Belka Aş Genel Müdürlüğü İş Sağlığı Ve Güvenliği Müdürlüğü. [İnternet]. [Erişim Tarihi 23.01.2024]. [https://www.belkaas.com.tr/koalaroo/2022/08/2022\\_875680\\_Kc%CC%A7u%CC%88lc%CC%A7k-KKD-Teknik-u%CC%82artname.pdf](https://www.belkaas.com.tr/koalaroo/2022/08/2022_875680_Kc%CC%A7u%CC%88lc%CC%A7k-KKD-Teknik-u%CC%82artname.pdf)
- [55] Kişisel Koruyucu Donanımlar. T.C. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı [İnternet]. [erişim tarihi 15.01.2024]. [https://kkdportal.csgb.gov.tr/media/1023/kkd\\_kitabi.pdf](https://kkdportal.csgb.gov.tr/media/1023/kkd_kitabi.pdf)
- [56] [İnternet]. [Erişim Tarihi 23.01.2024]. [www.isguvenlikosgb.com](http://www.isguvenlikosgb.com)