

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**TARIM**

**TEMEL KAYNAK İŞLEMLERİ**

**Ankara, 2017**



AÇIKLAMALAR .....	iii
GİRİŞ .....	4
ÖĞRENME FAALİYETİ - 1 .....	5
1. KAYNAK VE ELEKTRİK ARK KAYNAĞI.....	5
1.1.Kaynağın Tanımı, Önemi ve Sınıflandırılması .....	6
1.2. Malzeme.....	8
1.2.1. Alaşımlar .....	9
1.2.2. Demir .....	10
1.2.3. Dökme Demir .....	11
1.2.4. Çelik.....	11
1.2.5. Demir Olmayan Metaller.....	12
1.3. Elektrik Ark Kaynağı.....	12
1.3.1. Elektrik Ark Kaynağının Önemi ve Özellikleri.....	12
1.3.2. Elektrik Ark Kaynak Makineleri .....	13
1.3.3. Elektrik Ark Kaynağı Yapılırken Kullanılan Donanım ve Yardımcı Elemanlar.....	20
1.4. Kaynak Uygulama Teknikleri.....	34
1.4.1. Kaynak Akımı.....	34
1.4.2. Ark Türleri.....	35
1.4.3. Ark Uygulamasında Akım Ayarı.....	37
1.4.4.Değişik Konumlarda Kaynak Yapmak.....	39
1.4.5. Kaynaklı Birleştirme Çeşitleri .....	43
1.4.6. Kaynaklı Birleştirme Hataları.....	46
1.5. Elektrik Ark Kaynağında İş Güvenliği .....	49
1.5.1. Kazalara Neden Olan Faktörler .....	49
1.5.2.Kaynak Uygulamalarında Dikkat Edilecek Güvenlik Konuları .....	50
DEĞERLER ETKİNLİĞİ - 1 .....	52
UYGULAMA FAALİYETİ .....	53
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	54
ÖĞRENME FAALİYETİ - 2 .....	58
2. OKSİ-ASETİLEN (OKSİ-GAZ) KAYNAĞI.....	58
2.1. Oksijen Kaynağının Tanımı, Önemi ve Özellikleri .....	58
2.2. Oksijen Kaynağında Kullanılan Malzemeler.....	59
2.2.1. Karpit.....	59
2.2.2. Asetilen Gazı .....	59
2.2.3. Oksijen Gazı .....	60
2.2.4. İlave Tel.....	60
2.2.5. Oksijen Tüpleri.....	60
2.2.6. Asetilen Tüpleri .....	61
2.2.7. Asetilen Kazanları .....	62
2.2.8. Basınç Düşürücüler.....	62
2.2.9. Sulu ve Kuru Güvenlikler.....	64
2.2.10. Kaynak Üfleci / Hamlaç / Şaloma .....	65
2.3. Oksijen Kaynağı Donanımları .....	68
2.3.1. Kaynak Gözlüğü.....	68
2.3.2. Kaynak Masası .....	68

2.3.3. Valfler.....	69
2.3.4. Hortumlar.....	69
2.3.5. Önlük ve Eldiven.....	70
2.4. Oksijen Kaynağında Kaynak Uygulama Teknikleri.....	71
2.4.1. Kaynak Alevi.....	71
2.4.2. Kaynak Yönü.....	73
2.4.3. Kaynak Birleştirme Çeşitleri.....	75
2.5. Kaynak Elemanlarının Hazırlanması.....	77
2.5.1. Oksijen ve Asetilen Tüplerinin Kurulması.....	77
2.5.2. Basınç Düşürücülerinin Sökülüp Takılması.....	78
2.6. Oksi-Gaz Kaynağında Güvenlik Önlemleri.....	78
DEĞERLER ETKİNLİĞİ - 2.....	81
UYGULAMA FAALİYETİ.....	82
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	84
ÖĞRENME FAALİYETİ - 3.....	88
3. GAZ ALTI KAYNAĞI.....	88
3.1. Gaz Altı Kaynağının Tanımı ve Önemi.....	88
3.2. Gaz Altı Kaynak Çeşitleri.....	90
3.2.1. MIG.....	90
3.2.2. MAG.....	90
3.2.3. TİG.....	91
3.3. Gaz Altı Kaynak Makineleri.....	91
3.4. Gaz Altı Kaynağının Özellikleri.....	92
3.4.1. Çalışma Prensibi.....	92
3.4.2. Damla İletim Sistemi.....	93
3.5. Donanım.....	94
3.5.1. Kaynak Torcu.....	94
3.5.2. Elektrot Menbaı (Besleme Ünitesi).....	95
3.5.3. Gaz Regülatörü.....	96
3.5.4. Güç Ünitesi.....	96
3.5.5. Elektrot Besleme Ünitesi.....	96
3.6. Tüketilen Malzemeler.....	96
3.6.1. Gazlar.....	96
3.6.2. Elektrotlar.....	97
3.7. İş Parçalarının Kaynağa Hazırlanması.....	98
3.8. Kaynak Uygulama Teknikleri.....	98
UYGULAMA FAALİYETİ.....	100
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	102
MODÜL DEĞERLENDİRME.....	104
CEVAP ANAHTARLARI.....	105
KAYNAKÇA.....	108

<b>ALAN</b>	<b>Tarım</b>
<b>DAL</b>	<b>Tarım Alet ve Makineleri</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Temel Kaynak İşlemleri</b>
<b>MODÜLÜN SÜRESİ</b>	40/24
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	Bireye/öğrenciye temel kaynak işlemlerinin yapılması ile ilgili bilgi ve becerileri kazandırmaktır.
<b>MODÜLÜN ÖĞRENME KAZANIMLARI</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak tekniğine göre elektrik ark kaynağı ile dikiş çekebileceksiniz.</li> <li>2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak tekniğine göre oksii-asetilen kaynağı ile dikiş çekebileceksiniz.</li> <li>3. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak tekniğine göre gaz altı kaynağı ile dikiş çekebileceksiniz.</li> </ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<p><b>Ortam:</b> Atölye, sınıf</p> <p><b>Donanım:</b> İş sağlığı ve güvenliği için gerekli malzemeler, bilgisayar, projeksiyon cihazı, elektrik ark kaynağı avadanlıkları ve elektrik ark kaynak makinesi, oksii asetilen kaynağı avadanlıkları ve oksii asetilen kaynak makinesi, gaz altı kaynağında kullanılan avadanlıklar ve gaz altı kaynak makinesi.</p>
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Materyal içinde yer alan ve her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendirebileceksiniz.

## **Sevgili Öğrencimiz,**

Son elli yıldır kaynak tekniğinde meydana gelen değişim ve gelişme, kaynakla birleştirmenin imalat sektöründe yaygınlaşması ve kaynağa uygun yeni çelik türlerinin imalat sektörünün kullanımına sunulmasına neden olmuştur. İmalat sektöründe çalışan teknik elemanlar kaynağın tasarım, imalat ve kontrol problemleriyle yüz yüze kalmışlardır. Özellikle örtülü elektrotlarla ark kaynağında, kaynak makinelerinin göreceli olarak ucuz ve basit, kaynakçının hareket serbestliğine sahip olması; aynı kaynak makinesiyle sadece elektrot tipini değiştirerek farklı metallerin kaynağının yapılabilmesi bu yöntemin imalatta yaygın biçimde kullanılmasını sağlamıştır.

Oksi-gaz, gazaltı kaynağı ve elektrik ark kaynağı alanında temel bilgiler ve faaliyetler içeren bu materyal, sanayide karşılaşılabileceğiniz sorunlar karşısında sizlere yardımcı olacaktır. Atölye ve sınıftaki teorik ve pratik eğitimleri, sanayide yapacağınız araştırmalarla pekiştirebileceksiniz.

İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak tekniğine uygun şekilde elektrik ark kaynağı ile dikiş çekebileceksiniz.

- Elektrik ark kaynağı hakkında bilgi edininiz.
- Elektrik ark kaynağı ile çalışma öncesi, sırası ve sonrası alınması gereken iş güvenliği tedbirlerini araştırınız, konuyu arkadaşlarınızla grup çalışması yaparak tartışınız.
- Elektrik ark kaynağı çeşitleri hakkında bilgi edininiz.
- Elektrik ark kaynağının nerelerde kullanıldığı hakkında bilgi edininiz.
- Elektrik ark kaynağı ile ilgili resim ve fotoğrafları inceleyiniz.
- Elektrik ark kaynağını İnternet'ten ve satış bayilerinden araştırınız.
- Elektrik ark kaynağının parçalarını, bu parçaların bakımı ve görevlerini araştırınız.
- Edindiğiniz bilgileri resim ve fotoğraflarla destekleyerek uyarıcı panolar hazırlayınız.
- Yaptığınız araştırmalarla elde ettiğiniz bilgilerden sunum hazırlayarak arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

## 1. KAYNAK VE ELEKTRİK ARK KAYNAĞI

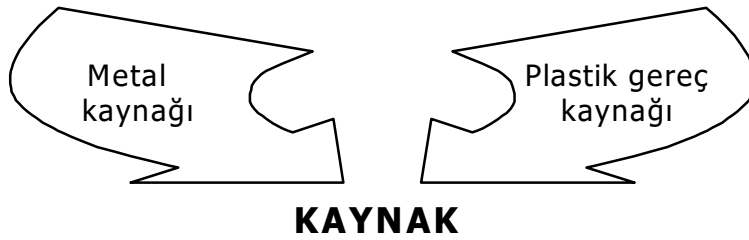
Endüstriyel üretim; biçimlendirme ve birleştirmeler bütünüdür. Örneğin; endüstriyel bir üretim sonucu ortaya çıkan tarım makineleri bir dizi biçimlendirme ve birleştirmenin sonucudur. Meyve sebze kurutmada kullanılan fırın parçaları incelendiğinde motorun bir dizi biçimlendirme (delme, kesme, tornalama) sonucu üretildiği görülür. Fırının bir başka parçası olan dış gövdesi de benzeri özellikler taşır. Gövde bu iş için üretilmiş sacların biçimlendirilmesi (kesilmesi, delinmesi ve preslenmesi) sonucu üretilir. Üretimin değişik aşamalarında bir araya getirilir, birleştirilir ve ortaya ürün çıkar.

Biçimlendirme ya da başka bir deyişle şekillendirme bu materyalin konusu değildir. Birleştirme içinde kaynakları kapsadığı için bu materyalin içinde ele alınmaktadır. Birleştirme, iki veya daha fazla makine parçasını birbirlerine bağlama yöntemidir. Bu yönüyle birleştirme; **sökülebilir ve sökülemez** olmak üzere ikiye ayrılır. **Kaynak sökülemez birleştirmeler içinde yer alır.**

Geçtiğimiz yüzyıl içinde kaynak tekniğinde meydana gelen değişimler, kaynakla birleştirilen tarım makineleri üretim ve onarımında giderek yaygınlaşması ve kaynağa uygun yeni çelik türlerinin sektörün kullanımına sunulmasına neden olmuştur.

## 1.1. Kaynağın Tanımı, Önemi ve Sınıflandırılması

Günümüzde plastik endüstrisindeki gelişmeler, plastiklerin birleştirilmesinde kullanılan yöntemleri de “**plastik kaynağı**” adı altında toplamayı zorunlu kılmaktadır. Özellikle endüstriyel uygulamalarda plastik kullanımı artmaktadır. Bu durum daha önce değişik metaller kullanarak üretim yapan sanayicilerin, plastik işleme yöntemlerini de öğrenmelerine neden olmuştur bu nedenle önce, kaynağı iki ana grup içerisinde toplamak yararlı olacaktır. Böylece kaynak, gerecin cinsine göre gruplanmış olur. Doğal olarak bu iki kaynak ana dalının alt başlıkları da bulunmaktadır.



Metalik özelliklere sahip gereci ısı veya basınç ya da her ikisini birden kullanarak ve aynı cinsten ve ergime aralığı aynı ya da yaklaşık bir gereç katarak ya da katmadan birleştirmeye metal kaynağı adı verilmektedir. Söz konusu iki parçanın birleştirilmesinde, ilâve bir gereç kullanılıyorsa, bu gerece ilâve metal ya da ek kaynak teli adı verilir.

### **Metal kaynağı da alt gruplara ayrılır:**

- **Ergitme kaynağı:** Birleştirme, birleştirilecek iki parçanın bazen bağlantıya ilave metal eklenerek eritilmesiyle gerçekleştirilir. Oksijen, elektrik ark, gaz altı (MIG-MAG, TIG), toz altı en çok bilinenlerdir (Fotoğraf: 1.1).





**Fotoğraf 1.1: Gaz altı (TIG) kaynağının yapılışı**

- **Basınç kaynağı:** Birleştirmeyi oluşturmak için ısı ve basınç kullanılır. Ancak metallerde erime olmaz ve ilave metal kullanılmaz. Direnç, sürtünme ve ocak kaynağı gibi sınıflandırılır (Fotoğraf: 1.2).



**Fotoğraf 1.2: Sürtünme kaynağının yapılışı ve iş parçası**

**Yalın olarak kaynak;** metal ve alaşımlarının ergime derecelerinin üzerindeki sıcaklıklarda ergitilerek birleştirilmesidir. Bu işlem gerçekleştirilirken bir ısı kaynağı gerekir. Çünkü metal, ancak bir ısı kaynağından alınan ısıyla ergime derecesinin üzerindeki sıcaklıklarda ergitilebilir. Elektrik ark kaynağında ısı enerjisi, elektrik akımıyla sağlanır. Isı elde edilmesinde, mutlaka elektrik enerjisinden yararlanmak ve bununla kaynak yapmak zorunluluğu yoktur. Birçok kaynak uygulamasında değişik yöntemler kullanarak ısı elde edilebilir. Örneğin; oksijen kaynağında ısı, yanıcı ve yakıcı iki gazın birleşiminden ve yakılmasından sağlanır; elde edilen ısı, uygun donanımlar yardımıyla kaynak bölgesine iletilir.

Parçaların kaynakla birleştirilmesinin öneminin kavranabilmesi için diğer üretim yöntemleriyle karşılaştırılması gerekir. Her ne kadar her yöntemin üstün olduğu sahalar varsa da birbirine çok yakın oldukları uygulamalar da vardır.

Kaynaklı konstrüksiyonlar, perçin kullanarak veya döküm yöntemi ile gerçekleştirilen konstrüksiyonlara göre büyük üstünlükler göstermektedir.

### **Kaynak ile birleştirme, perçin ile birleştirmeye göre şu üstünlüklere sahiptir:**

- Kaynak, ağırlık ve işçilikten tasarruf sağlar.
- Kaynak, perçine göre daha iyi bir sızdırmazlık temin eder.
- Kaynaklı bağlantıların dayanımı, perçinli birleştirmelerden daha yüksektir.
- Kaynak ile daha ucuz ve kolay konstrüksiyonlar gerçekleştirilebilmektedir.

### **Kaynak ile döküm yönteminin karşılaştırılmasında ise şu farklar göze çarpar:**

- Kaynakta model masrafı yoktur.
- Kaynak tamiratta üstünlük sağlar.
- Alışılmış kuma döküm yönteminde 6 mm'den ince parçaların üretiminin zor olmasına karşın kaynakta 6 mm'den ince parçalarla yapılan konstrüksiyonlarda bir zorluk çıkmaz.
- Kaynak perçinde olduğu gibi dökümde de ağırlıktan tasarruf sağlar.
- Yalnız çok sayıda yapılan üretimde ekonomik açıdan döküm, üstünlük gösterir.

## **1.2. Malzeme**

“Malzeme”nin sözlük anlamı “bir şey yapmak için kullanılması gereken maddeler”dir. Buna göre meslek yaşantısında bir şeyler üretmek için kullanılacak her şey, malzemenin konusu içine girer.

Bir şey yapmada kullanılan maddeye malzeme denilebilmesi için taşınabilir olması gerektiği belirtilmiştir. Buradan yola çıkarak malzemenin tanımını şu şekilde yapmak mümkündür; **taşınabilir ve bir şey yapmak için kullanılması gereken her şeye malzeme denir.**

Endüstri; ham maddeyi işlemek için uygulanan eylem ve bu eylemleri uygulamak için kullanılan araçların tümüne denir. Ham madde ve bunu işlemek için kullanılan araçlar malzeme ise endüstrideki eylemlerin yerine getirilmesi için malzemenin gerekli olduğu sonucuna varılır. Bir bakıma malzeme, endüstrinin olmazsa olmaz girdilerindedir.

Malzemenin tanımında geçen “bir şey yapmak” eylemi meslek gruplarına göre farklılık gösterir. Marangozun mobilya yapımında kullandığı kereste, bir malzemedir. Kerestenin ham maddesi, doğal yollardan üretilen ağaç, bazı işlemlerden geçirilerek kullanılır hâle gelir. Diğer yandan uçak yapımında kullanılan metalik özelliklere sahip alüminyum da bir malzemedir. Alüminyum ilerleyen konularda görüleceği üzere maden filizlerinin işlenmesi sonucunda üretilir.

Malzemenin ilk hâli doğada bulunur. Doğada bulunan malzemelerden başlayarak malzeme sınıflandırması yapıldığında bunu yaşamın diğer alanlarında kullanmak da kolaylaşır. Doğada malzeme, iki ana grup içinde ele alınır; madensel ve madensel olmayan malzemeler.

## 1.2.1. Alaşımlar

**Tablo 1.1: Malzemenin sınıflandırılması**

Doğadaki maddelerin çoğunda atomlar birleşerek molekülleri meydana getirir. Oysa bütün elementlerde olduğu gibi metallerde de atomlar moleküller hâlinde gruplaşmaz, tek başına bulunur. İki ya da daha çok metal elementin bir alaşım oluşturabilmesi için bu element atomlarının bir ölçüde tek tek gruplaşması gerekir. Bazı alaşımlarda bütün atomlar bazılarında yalnızca atomların bir bölümü bu gruplaşmaya katılır.

Tüm bunlar dikkate alınarak alaşımın tanımı şu şekilde yapılır: İki ya da daha çok metalin, bazen bir metal ile bir ametalin (örneğin karbon) birleştirilmesiyle elde edilen metal niteliğindeki maddelere **alaşım** denir.



**Fotoğraf 1.3: Alaşımalar kullanılarak üretilmiş makine parçaları**

Örneğin; iki ayrı metal olan bakır ve çinko birleştirilerek yeni bir metal olan pirinç elde edilir. Diğer yandan metal olan demir ile ametal olan karbon birleştirilerek çelik elde edilir. Her iki örnekte de elde edilen yeni metaller, alaşımı oluşturan elementlerin özelliklerinden farklı özelliklere sahip olarak ortaya çıkar.

Her metalin kendine has özellikleri olduğu bir gerçektir. Ancak ihtiyaçlar farklı özelliklere sahip metallerin, birleşmesiyle yeni özellikler elde edebileceği yeni metallerin bulunması için yeterli zemini oluşturmakta, sayıları artan alaşımları karşımıza çıkarmaktadır.

#### **Genelde aşağıda sıralanan ihtiyaçlar;**

Malzemenin fiziksel ve mekaniksel özelliklerini değiştirerek daha elverişli malzemeler üretilmek istenmesi,

- Çok sayıda ve değişik özelliklerde metaller geliştirerek ihtiyaçlara cevap verilmek istenmesi,
- Isıl işlemlere uygun metaller üretilmek istenmesi,
- Malzemenin maliyetinin düşürülmek istenmesi,
- Malzemenin aşınma ve dış şartların yıpratıcı etkilerinden korunmak **istenmesi** amacıyla alaşım yapılır.

Alaşımın bir başka özelliği de genellikle bileşenlerinden daha sert ve dayanıklı olmasıdır. Demire karbonun yanı sıra başka elementler katılarak özel alaşımlı çelikler elde edilebilir. Söz gelimi krom, çeliğe paslanmazlık özelliği kazandırır. Tungsten, yüksek sıcaklıklarda bile sertliğini koruyan sürtünme ve aşınmaya dayanıklı takım ya da hız çeliklerinin en önemli katkı maddesidir.

### **1.2.2. Demir**

Kimyasal simgesi Fe olan demir, metaller arasında en yaygın kullanılanıdır. Alüminyumdan sonra doğada en çok bulunan metaldir. Demir, özgül ağırlığı  $7,86 \text{ g/cm}^3$  olan, sert gri renkte bir metaldir.  $1535^\circ\text{C}$ 'de erir.

Metal üretiminde kullanılan ham maddelere **filiz** ya da **cevher** adı verilir. Filizler yer kabuğundan çıkarılır. Demir filizleri dünyanın birçok yerinde, yüzeye yakın olduğu için açık tavanlı ocak sistemiyle çıkartılır. Demir üretiminde kullanılan filizler, doğada yaygın olarak bulunur. Metalin bunlardan elde edilmesi oldukça kolaydır. Ham demir yüksek fırın adı verilen tesislerde üretilir.

### 1.2.3. Dökme Demir

Yüksek fırında üretilen ham demir, içyapısında bulunan maddeler nedeniyle direkt kullanılamaz. İçyapısında bulunan ve kullanımını engelleyen en önemli madde fazla orandaki karbon elementidir. Yüksek fırın ürünü olan ham demirin içyapısında % 2,5-4,5 oranında karbon vardır. Karbon fazlalığı ham demirin kırılğan ve sert olmasına neden olur. Bu karbonun kabul edilebilir oranlara indirilmesi, demirin endüstride kullanılması için bir ön şarttır.

Yüksek fırında üretilen ham demirin karbon oranı azaltılarak kullanıldığı **iki ana üretim alanı vardır: Çelik ve dökme demir** yapımı.

Karbon azaltımıyla dökme demir üretimi, endüstrinin ihtiyaçlarına cevap vermez. Bu yüzden başka katkı elementleri ilâve edilerek değişik amaçlar için dökme demir üretilir.

İşlemler sonucunda üretilen dökme demirlerin genel özellikleri şunlardır:

- Düşük sıcaklıkta ergime
- Düşük maliyet
- Döküme elverişlilik
- Yüksek basma dayanımı
- Aşınma direnci

Yukarıda sıralananlar, dökme demirlerin üstünlükleridir. Bunun yanında dökme demirlerin çok önemli olumsuz bir özelliği olan dövülemez olmasıdır.

Çeliğin sıcak ve bazı türleri soğuk olarak biçimlendirilebilirken dökme demirin sıcak olarak bile dövülememesi, sıvı hâlden katı hâle geçerken biçim değiştirme özelliğinin olmamasındandır. Bir bakıma dökme demir sıvı eriyik durumundan bir anda katı duruma geçer. Dökme demir 1147°C'nin üzerinde sıvı, alt sıcaklıklarda ise katı hâdedir. Bu özellik döverek biçimlendirme için gerekli olan plastik kıvamın dökme demirlerde oluşmamasına neden olur.

### 1.2.4. Çelik

Günümüzün en çok kullanılan metali olan çeliği tam olarak tanımlamak güçtür. Çünkü değişik amaçlara hizmet için oldukça fazla çeşitlilik içinde ortak bir paydada birleşip kesin bir tanımlama yapılamaz. Ancak genel ve alışım olarak yapısını oluşturan iki ana madde söz konusu edilerek bir tanımlamaya gidilebilir. Bu iki temel maddeden biri **demir**, diğeri ise **karbon**dur. Bu iki maddeyi birbirinden ayırmak çelik tanımlaması için olanaksızdır. Olaya bu açıdan bakılıp kısa ve öz bir çelik tanımı yapılmak istenir ise **“Çelik, demir ve karbon alaşımıdır.”** biraz daha ayrıntılı bir tanımlamayla **“İçinde %1,7 ye kadar karbon, %1'e kadar mangan, %0,5'e kadar silisyum bulunan kükürt ve fosfor oranı da %0,05'ten az olan demir karbon alaşımıdır.”** denilebilir.

Çelik bir metaldir. Dolayısıyla metalik özelliklere sahiptir. Diğeryandan çelik bir alaşımdır. Çelik alaşımını oluşturanlardan biri demir, diğeryise karbondur. Demir, metal, karbon ise ametal olması nedeniyle çeliğe özelliklerini aktarmıştır. Çeliğin içindeki karbon

miktarı, çeliğin özelliklerinde önemli değişimlere neden olur. Karbon miktarındaki çok küçük değişim bile çeliğin farklı özellikte olması için yeterlidir. Örneğin; çeliğin içine katılan nikel ya da krom çeliğe paslanmaz özellik kazandırır ve paslanmaz çelik diye adlandırılır.

### 1.2.5. Demir Olmayan Metaller

Metalik özelliklere sahip olup madensel malzeme grubu içine giren ancak demir olmayan tüm metaller, demirsiz malzeme olarak adlandırılır. Demirsiz malzemenin saf ya da alaşım olmasının önemi yoktur. Önemli olan içyapısında dikkate değer oranda demir olmamasıdır.

- |             |            |             |          |
|-------------|------------|-------------|----------|
| • Kurşun    | • Wolfram  | • Magnezyum | • Gümüş  |
| • Kalay     | • Krom     | • Kobalt    | • Platin |
| • Alüminyum | • Nikel    | • Vanadyum  |          |
| • Bakır     | • Manganez | • Altın     |          |

Tablo 1.2: Demirsiz madensel malzemeler

## 1.3. Elektrik Ark Kaynağı

Kaynaklı birleştirme için gerekli ısının, elektrotlar arasında oluşturulduğu ve ark yardımıyla sağlandığı ergitme kaynak türüne **elektrik ark kaynağı** denir.

### 1.3.1. Elektrik Ark Kaynağının Önemi ve Özellikleri

Elektrik ark kaynağı, metal kaynaklarından biridir. Sıcaklığın tesiriyle bölgesel olarak (sınırlandırılmış bir kısmın) ergitilip bir ilâve metal katarak ya da katmadan yapılması nedeniyle ergitme kaynağı olarak kabul edilir.

İşleme, bir kaynakçı inisiyatifi ve işlem basamakları doğrultusunda yapıldığından elle ark kaynağı da denilebilir. Arkin elektrik enerjisiyle sağlandığı düşünüldüğünde sadece **ark kaynağı** demek de doğru olacaktır. Materyalde bundan sonraki tüm açıklamalarda işlemin tam adı olan *elle yapılan elektrik ark kaynağı* yerine **ark kaynağı** ifadesi geçecektir.



Fotoğraf 1.4: Ark kaynağında pensin tutuluşu

Teknolojide meydana gelen değişmeler, kaynaklı birleştirmeleri yaygınlaştırmış ve yeni çelik türlerinin üretim sektöründe kullanılmasını sağlamıştır. Üretim sektöründe çalışan teknik elemanlar da giderek artan oranda kaynağın tasarım, üretim ve kontrol problemleriyle yüz yüze kalmışlardır.

Özellikle örtülü elektrotla ark kaynağında, kaynak makinelerinin göreceli olarak ucuz, basit ve kaynakçının önemli ölçüde hareket serbestliğine sahip olması (Kaynak makinelerinden metrelerce uzak noktalarda kaynak yapılabilir.), aynı kaynak makinesiyle sadece elektrot tipini değiştirerek farklı metallerin kaynağını yapılabilmesi bu yöntemin bakım, onarım ve üretimde yaygın biçimde kullanılmasını sağlamıştır.

### 1.3.2. Elektrik Ark Kaynak Makineleri

Elektrik akımı bir elektron hareketidir. Elektronlar uygun ortam sağlandığında çok oldukları yönden az oldukları ya da hiç olmadıkları yöne doğru ilerler. Bu genel elektrik kuralıdır ve elektronlar (-)kutup olarak adlandırılan katottan (+) kutup olarak adlandırılan anoda doğru hareket eder. Elektronların bu hareketine **elektrik akımı**; (+) ve (-) kutuplar arasında elektronları harekete geçiren elektron fazlalığına da **gerilim** denir.

Elektrik akımı tek başına elektrik ark kaynağı yapılması için yeterli değildir. Çünkü günlük yaşantı ve endüstride başka amaçlar için kullanılan elektrik, **elektrik ark kaynağında aşağıda sıralanan olumsuzluklara yol açar**:

Şebeke gerilimi olan 220 ya da 380 volt, kaynak işlemi için çok yüksektir. Bu gerilimin doğrudan kaynak işleminde kullanılması, öldürücü etkisi nedeniyle tehlikelidir. Bu gerilim ile kaynak arkı oluşturulduğunda elektrodun ucundan iş parçasına elektron geçişleri esnasında patlama olabilir veya etrafa metal sıçraması tehlikeli bir biçimde artar.

Tüm bunların nedeni; elektrik şebekesinden geçen elektrik enerjisi geriliminin yüksek, şiddetinin düşük olmasıdır. Oysa elektrik ark kaynağı yapabilmek için gerilimin düşük (25-55 volt), şiddetinin yüksek (10-600 Amper) olması istenir. Bu nedenle elektrik akımının kaynak makinesi adı verilen gerilim üretreçleri tarafından uygun bir elektrik arkı oluşacak şekilde dönüştürülmesi gerekir. Kaynak makinesi elektrik akımının geçtiği elektrik tesisatından (elektrik şebekesi) aldığı elektrik enerjisini, kaynak arkını sürekli kılacak gerilim ve şiddete dönüştürerek kaynak akımını sağlar. Bunu yaparken ya elektrik şebekesinden aldığı alternatif akımdan yararlanır, ya da kendi donanımlarında bulunan ekipman yardımıyla alternatif akımı doğru akıma dönüştürür. Ark kaynağını hem alternatif akım hem de doğru akımla yapmak mümkündür.

#### **Kaynak makineleri**

- Doğru akım veren kaynak makineleri
- Alternatif akım veren kaynak makineleri

Doğru akım veren kaynak makineleri olarak **kaynak jeneratörleri** ve **kaynak redresörleri** kullanılır. Alternatif akım veren makineler ise **transformatör** olarak anılır. Her iki grupta toplanan makinelerin, birbirlerine göre üstünlükleri vardır. İlk satın alma maliyeti

açısından alternatif akımla çalışan makinelerin tartışılmaz üstünlükleri bu tür makinelerin her metal işleri atölyesinde bulunmasının nedenidir.

#### **Doğru akım veren makinelerin üstünlükleri şunlardır:**

- Düşük akım şiddetlerine ulaşmak mümkündür. Bunun anlamı; ince çaplı elektrotlar ile ince kesitli parçaların kaynağının başarıyla sonuçlanmasıdır.
- Doğru akım ile bütün elektrot türlerinin kullanılması mümkündür.
- Doğru akımda arkın tutuşturulması daha kolaydır.
- Kısa ark boyu ile sürekli çalışmak mümkündür.
- Düşük akım şiddetlerinde kaynak yapmak mümkün olduğundan tavan ve dik kaynağı gibi zor konumlarda kaynak yapmak daha kolaydır.
- İnce sacların kaynağı başarıyla sonuçlanır.
- Ark oluşumu esnasında meydana gelen sıçramalar daha azdır.

#### **Alternatif akım veren makinelerin üstünlükleri şunlardır:**

- Alternatif akım hâlinde ark üflemesi nadiren bir sorun oluşturur.
- Alternatif akım ile kalın kesitli parçaların kalın çaplı elektrotlarla kaynağı rahatlıkla yapılabilir.

### **1.3.2.1. Transformatör Kaynak Makineleri**

Alternatif akım veren kaynak makinelerine **transformatör** ya da **kaynak trafosu** denir. Bunların alternatif akımı doğru akıma çevirme gibi bir özelliği yoktur. Sadece şebekeden aldığı akımı kaynak yapılabilecek niteliğe dönüştürür. Bu yönleriyle oldukça yalın makinelerdir (bk. Fotoğraf 1.5).

Kaynak transformatörleri, saclardan oluşmuş bir demir çekirdek ile bu çekirdeğe sarılı iki sargıdan meydana gelir. Sargılardan biri ince, diğeri kalın tellerden oluşturulmuştur. İnce sargının adı **primer**, kalının ise **sekonder**dir. Primer sargıya şebekeden akım gelir ve demir çekirdek aracılığıyla sekonder sargılara, oradan da kaynak alanına iletilir. Genel çalışma prensibi değişmemek kaydıyla değişik biçimlerde demir çekirdek ve sargıya sahip makine konstrüksiyonları üretilmektedir.

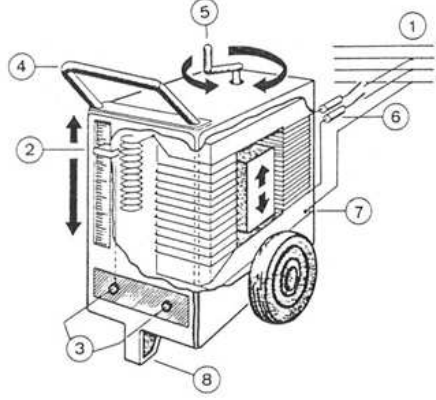


**Fotoğraf 1.5: Kaynak transformatörü ve elemanları**



Transformatör kaynak makinesinin ana parçaları şunlardır:

1. Elektrik şebeke hattı.
2. Kaynak akım regültörü.
3. Kaynak kabloları için bağlantı yerleri.
4. Makineyi taşımak için tutamak.
5. Ayarlanabilir demir çekirdeğini yerleştirmek için kol.
6. Sigorta ve düğmeler.
7. Transformatör.



**Resim 1.1: Kaynak transformatörünün ana parçaları**

Kaynak makinelerinde, boşta çalışma gerilimi adı verilen bir kavram vardır. Bu makinenin, kaynak yapmaya hazır durumda bulunup ancak kaynak yapmadığı zaman kabloların bağlandığı noktalar arasındaki gerilimdir. Boşta çalışma gerilimi olarak açıklanan değer en çok 70 volt'tur. İnsan vücudunun elektrik enerjisinden olumsuz olarak etkilendiği sınırın, bir miktar üzerinde olan bu değer nedeniyle transformatörlerin kullanılma yerleri sınırlandırılmıştır. Özellikle her yanı çelik kaplı yerler, bu sınırlama içindedir. Bu nedenle kaynak transformatörlerinin; kazan, kap, kapalı giriş ve büyük korunakların içinde kullanılmasına izin verilmez. Söz konusu kapalı alanlarda kullanılacak kaynak transformatörlerinin, boşta çalışma geriliminin 52 volt'u aşmaması zorunludur. Her tarafı çelik kaplı olmayan yerlerde sıradan transformatörler ile kaynak yapılması tehlikesizdir.

#### **Kaynak transformatörlerinin özellikleri:**

- İlk edinme maliyetleri düşük, ömürleri uzun ve bakım giderleri azdır.
- Az yer kaplar, hafiftir.
- Verimleri yüksektir (% 75-% 95).
- Boşta çalışma tüketimi düşüktür (en fazla 0,25 kW).
- Fazlar eşit yüklenmez.
- Her tür elektrot için uygun değildir.
- Boşta çalışma gerilimi yüksektir.
- Ark, az üflenir.
- Bakır, hafif metaller ve yüksek alaşımli çeliklerin kaynağı için uygun değildir.
- Alternatif akım tehlikeli olduğu için kapalı alanlarda kullanılması önerilmez.

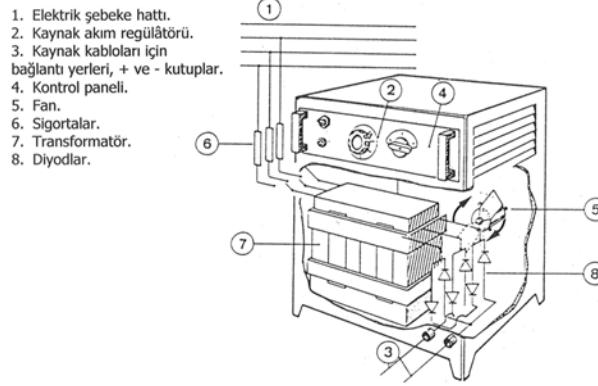
#### **1.3.2.2. Redresör Kaynak Makineleri**

Elektrik şebekesinde bulunan elektrik akımının türü alternatif akımdır. Redresör alternatif akımı doğru akıma çevirir. Bu yönüyle jeneratöre benzetilebilir. Ancak jeneratör gibi dairesel hareket yapan organları olmadığı için sessiz çalışır ve jeneratöre nazaran daha az masraflıdır.

Yalın olarak bir redresör iki ana kısımdan meydana gelir. Birinci kısım bir transformatörden oluşur. Redresör üzerinde bulunan transformatör, şebekeden alınan akımın kaynak yapılabilecek değerlere dönüştürülmesi görevini üstlenmiştir. Yani elektrik akımının gerilimini düşürüp şiddetini artırır. Redresörün ikinci organı olan redresör (doğrultmaç) ise elde edilen bu kaynak akımını doğru akıma çevirme görevini üstlenmiştir.

Jeneratörden birçok bakımdan üstünlüklerinin yanında, doğru akımın sağladığı üstünlüklere de sahiptir. Boşta çalışma tüketimi, bakım gideri düşük, verimliliği yüksektir ve sessiz çalışır. Bu nedenlerden ötürü tercih edilir.

Kaynak redresörün ana parçaları şunlardır:



Resim 1.2: Kaynak redresörünün ana parçaları

### 1.3.2.3. Jeneratör Kaynak Makineleri

Bu gruba giren kaynak makineleri, bir kuvvet makinesi tarafından tahrik ettirilerek kaynak için gerekli elektrik akımını üretir. Tahrik işlemi bir elektrik motoru ile sağlanabildiği gibi bir benzin ya da dizel motoru aracılığı ile de sağlanabilir.

Hangi türde tahrik işlemi sağlanıyorsa makine o isimle anılır. Örneğin; **elektrik motoru tahrikli kaynak jeneratörü** ya da **içten yanmalı motor tahrikli kaynak jeneratörü**. İçten yanmalı motorlar tarafından tahrik edilen jeneratör, atölye türü kapalı alanlarda egzoz gazı çıkardığından kullanılmaz. Bu tür makineler genel olarak elektrik enerjisinin olmadığı şantiye çalışmaları için uygundur. Kaynak jeneratörlerinde akım üretici görevini dinamo yerine getirir. Dinamo tahrik edilir. Tahrik işlemi ya elektrik motoru ya da içten yanmalı motor ile yapılır. Tahrik işlemi sonucunda dinamo rotoru, manyetik alanda döner ve bunun sonucunda da elektrik akımı üretilir. Üretilen elektrik enerjisi, rotor milindeki kolektörden iki adet kömür fırça aracılığıyla çekilir ve kaynak kabloları yardımıyla kullanma yerine gönderilir.



Fotoğraf 1.6: Jeneratör tipi kaynak makinesi

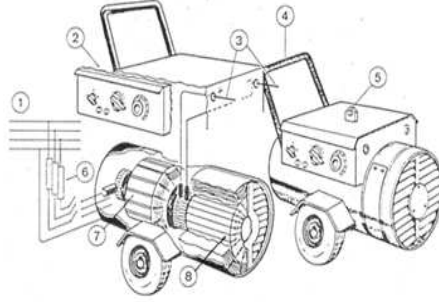
Kaynak jeneratörleri aşağıdaki olumsuzlukları nedeniyle tercih edilmez.

- Bakım giderleri yüksektir.
- Kullanım ömürleri kısadır.
- Maliyetleri yüksektir.
- Verimleri düşüktür(%45-65).
- Boşta çalışma tüketimleri yüksektir.

Ancak özellikle şantiye çalışmalarında, elektrik enerjisini de kendilerinin üretmesi ve doğru akım kullanmanın bütün üstünlüklerine sahiptir.

Elektrik motorlu bir kaynak jeneratörünün kısımları şunlardır:

1. Elektrik şebeke hattı.
2. Kontrol paneli.
3. Kaynak kabloları için bağlantı yerleri (+ve - kutuplar).
4. Makineyi taşımak için tutamak.
5. Kaldırma gözü.
6. Elektrik sigortaları.
7. Elektrik motoru.
8. Jeneratör.



**Resim 1.3: Elektrik motorlu kaynak jeneratörünün kısımları**

#### 1.3.2.4. İnverter Kaynak Makineleri

Örtülü elektrot ile yapılan ark kaynağı, elektrot ile kaynak yapılacak malzeme arasında ark oluşturularak elektrotun erimesini sağlayan ısı sayesinde oluşur. Bu arkı oluşturan etken ise yüksek akım şiddetidir. Örtülü elektrot kaynağında kaynak makinesinin görevi, şebekeden aldığı yüksek voltaj (220 V veya 380 V) – düşük amper şiddetini, düşük voltaj – yüksek amper şiddetine dönüştürmektir. Uzun yıllar örtülü elektrot kaynağında kaynak transformatörleri ve ya kaynak redresörleri alternatifsizdi. Son 15 yılda tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de transformatör ve redresör kaynak makinelerinin yerini inverter kaynak makineleri almaya başlamıştır.



**Fotoğraf 1.7: İnverter TIG kaynak makinesi ve donanımı**

Kaynak transformatörü, bünyesinde bulunan bobin sargılar sayesinde şebekeden aldığı düşük akımı yüksek akıma çevirir. Transformatör kaynak makinesi şebekeden aldığı alternatif akımı (AC) yine alternatif akım olarak kaynak pensesine iletir. Redresör kaynak makinesinde ise transformatörde bulunan amper yükselten bobin sargılara ilave olarak alternatif akımı doğru akıma (DC) çeviren transistörler veya diyotlar bulunur. Redresör kaynak makinelerinin çıkış akımı doğru akımdır.

İnverter kaynak makinesinde ise şebekeden alınan yüksek voltaj (220 V veya 380 V) ve düşük alternatif akım (AC), elektronik devreler sayesinde düşük voltaja ve yüksek doğru akıma (DC) çevrilir. Kısacası inverter kaynak makinesinde çıkış akımı, redresör kaynak makinesindeki gibi doğru akımdır (DC). Kıyaslama yapılırken doğru olan inverter kaynak makinesi ile redresör kaynak makinesini kıyaslamaktır. Bu bilgiler ışığında inverter kaynak makinesinin, redresör kaynak makinesine göre avantaj ve dezavantajları mevcuttur.

#### **İnverter kaynak makinesinin avantajları:**

- Düşük ağırlığı sayesinde kolay taşınabilir.
- Elektronik yapısı sayesinde hassas akım ayarı yapılabilir.
- % 50'ye varan enerji tasarrufu sağlar.
- Fiyatı ucuzdur.
- Vanalı torç ilavesiyle gazlı kaynak yapabilir.

#### **İnverter kaynak makinesinin dezavantajları:**

- Küçük yapısı nedeniyle darbelere dayanıksızdır.

Kaynak makinesi tercihi yaparken inverter kaynak makinesinin avantajları dezavantajları iyi bilinmelidir. Teknoloji, kaynak sektöründe de hızla ilerlemektedir ve maliyeti düşük, verimi yüksek kaynak makineleri öne çıkmaktadır. Bu yüzden inverter kaynak makinesi artık konvansiyonel tip kaynak makinelerinden çok daha fazla tercih edilmektedir.

### **1.3.2.5. Koruyucu Gaz Kaynak Makineleri**

Kaynak akımı için gerekli olan gerilim ve şiddeti oluşturmak amacıyla geliştirilmiş makinelerin tümüne **kaynak makinesi** veya **akım üretici** denir. Ergitme kaynağında kullanılan elektrik ark kaynak makineleri, şebekeden aldığı yüksek gerilim ve düşük akım şiddetindeki elektrik enerjisini, düşük gerilim ve yüksek akıma çevirir. Kaynak makinelerinde kullanılan ark gerilimi 25-55 volt, akım şiddeti ise 10 ila 600 amper arasındadır. Koruyucu gaz kaynağında kullanılan kaynak makineleri doğru ve dalgalı (alternatif) akım türüyle çalışır. Her iki akım türünün kaynak oluşumuna değişik katkı ve üstünlükleri vardır. Yine de akım türünün seçimi kaynak elektrodunun ve donanımının yapısına göre değişiklik gösterir. Ayrıca ark kaynak makineleri karakteristik ark çizgilerine göre de gruplanır. Örtülü elektrot kaynağında fazla eğimli dik düşen karakteristikli çizgiye sahip kaynak akım üreticileri, koruyucu ark kaynağında yatay karakteristikli akım üreticileri kullanılır.

Ark kaynağında kullanılan akım üreteçleri aşağıda verilmiştir:



**Fotoğraf 1.8: TIG kaynağı yapma**

- Kullandıkları akım cinsine göre
  - Jeneratörler
  - Transformatörler
  - Redresörler
- Karakteristik akım çizgilerine göre
  - **Düşen karakteristik çizgili (TIG ve elle elektrik ark kaynak makineleri):** Kısa veya uzun arkta akım şiddeti değişimi önemsiz derecededir. Dolayısıyla ark enerjisi hemen hemen sabit kalmaktadır.
  - **Yatay karakteristik çizgili (MIG-MAG kaynak makineleri):** Kısa ve uzun arkta akım şiddetinin değişimi fazladır. Dolayısıyla akım kaynağı ayarlandığında ark uzunluğu da otomatik olarak ayarlanır (içten otomatik kontrol).

Eriyen elektrot ile yapılan koruyucu gaz kaynaklarında jeneratör ve redresör tipi akım üreteçleri kaynak yapılacak ortama göre tercih edilir. Özellikle şebeke elektriği olmayan şantiye türü yerlerde kendisi için gerekli olan akımı üretebildiğinden dizel veya benzin motoru tarafından tahrik edilerek çalışan jeneratör yeğlenir. Elektrik motoruyla tahrik edilen jeneratör tipleri artık kullanılmamaktadır. Her iki karakteristik ark çizgisini oluşturabilen kaynak üreteçleri, hem örtülü elektrot hem de çıplak elektrot ile çalışmaya uygun olduklarından daha çok tercih edilir.

Kaynak işlemi sırasında gerekli olan ayarlamalar akım şiddeti ve gerilimidir. Yatay karakteristikli makinelerde bu değerler birbirinden bağımsız olarak ayarlanır. Kaynak akım gerilimi makinenin kaba ayar düğmelerinden kademeli olarak bazı tiplerde ise potansiyometreler aracılığıyla kademesiz olarak ayarlanır (bk. Resim 1.12). Kaynak akım şiddeti ise tel verme sistemindeki iletme düğmeleriyle ayarlanır.



**Fotoğraf 1.9: TIG kaynak makinesinin ayar mekanizması**

### 1.3.3. Elektrik Ark Kaynağı Yapılırken Kullanılan Donanım ve Yardımcı Elemanlar

Ark kaynağı tüm yalınlığına rağmen bir dizi işlem basamağını ve ekipmanın kullanılmasını gerektirmektedir. Ekipmanları; **temel** ve **yardımcı elemanlar** olarak iki ana grupta toplamak mümkündür. Temel elemanların içine; kaynak makineleri, pens ve şasesi, maske ve camları, kablolar ve elektrotlar girer. Yardımcı elemanların içine ise; kaynak masası, önlük ve eldiven, kaynak çekici, tel fırça, pens sehпасı, paravanlar ve havalandırma işlemlerinde kullanılan emeç (aspiratör) ve yelleç (vantilatör) girmektedir.



Resim 1.4: Kaynakçının kullandığı elemanlardan bazıları

#### 1.3.3.1. Kaynak Pens ve Şasesi

Gerek elektrotun kavranması gerekse kaynak dikişinin istenilen şekilde biçimlendirilmesi için kaynak pensı adı verilen aperlara ihtiyaç vardır.



Fotoğraf 1.10: Pens ve kablo

Pensler değişik biçimlerde üretilmektedir. Kaynak pensleri, özellikle elle yapılan elektrik ark kaynağında kaynakçının el ile kavrayabileceği biçime sahiptir. Elektrot, kaynak pensine çıplak olan ucundan takılır. Bir mandal prensibiyle çalışan pensin ağzı, elektrodu istenilen açıda sıkıca tutabilecek biçimde tasarlanmıştır. Pensler yüksek bir iletkenliğe sahip, aynı zamanda kaynak sırasında oluşan yüksek sıcaklığa dayanıklı, metalik özelliklere sahip gereçler kullanılarak üretilir. Pensin kaynakçı tarafından el ile tutulan kısımları iyi derecede yalıtılmıştır.

Kaynak penslerinin dengeli ve hafif olmaları, kaynakçının kavrayacağı kısmın el yapısına uygun olması ilk ve önemli özelliğidir.

Kaynak arkının, dolayısıyla da ergimenin oluşabilmesi için kaynak makinesinde üretilen akımın pensten elektrotta, buradan iş parçasına, sonra da kaynak makinesine iletilmesi gerekmektedir. İş parçasıyla kaynak makinesi arasındaki akım iletimi kaynak kablolarıyla sağlanır. Bu kabloya **topraklama kablosu** denir, iş parçasına temasının sağlanmasında, **şase** adı verilen aparatlardan yararlanır.



**Fotoğraf 1.11: Pense elektrot kavrıtma**



**Fotoğraf 1.12: Şase ve şasenin kaynak masasına bağlanması**

Değişik iş parçalarının kaynak edilmesi sırasında, çoğu kez şasenin yer değiştirmesi gerektiğinden şasenin portatif bir düzenekte olması tercih edilir. Yer değiştirmesi kolay olacak bir şase aparatıysa ya mıknatıslı ya da işkence türünde olabilir. Şasenin iş parçasına direkt olarak bağlanma gereği vardır. Bir metal kullanılarak şasenin iletim yapmasına kesinlikle izin verilmemelidir.

### **1.3.3.2. Kaynak Kabloları**

Elektrik ark kaynağında **iki farklı kablo** kullanılmaktadır. Bunlardan **birincisi**; şebeke kablosu olarak adlandırılanı, kaynak makinesiyle şebeke arasındaki elektrik bağlantısını sağlar. 380 volt elektrik akımıyla çalışan kaynak makinesinin şebekeye bağlanmasında, trifaz fiş ya da diğer adıyla üç faz fişi kullanılır. Özellikle küçük güçteki kaynak makineleri, bunlara çoğunlukla çanta tipi kaynak makinesi denmektedir, 220 volt gerilimle çalışır ve ikili fiş ile bağlantı sağlanır. Tüm bu düzenekler kaynak makinesi üreticileri tarafından makine ile birlikte satışa sunulmaktadır ve belli hesaplar neticesinde ölçüleri belirlenmektedir.



Elektrik ark kaynağında kullanılan **ikinci grup** kablolar, **kaynak kablosu** denir. Bu kablolar, kaynak makinesiyle iş parçası arasındaki bağlantıyı gerçekleştirir. Gerek pens gerekse şase ile makine arasındaki bağlantıyı kaynak kabloları sağlar. Hangi amaçla kullanılırsa kullanılsın elektrik kabloları tek ve çok telli olarak çeşitlenmiştir. Ark kaynağında kullanılan kablolar çok telli türden seçilir. Çok telli kablolar kolay bükülerek kaynakçıya rahat çalışma ortamı sağlar.

Kaynak kablolarının dağılması ve tezgâh ayaklarının altında sıkışmasına izin verilmemelidir. Kaynak kablolarının kesiti, kaynak makinesinin gücüyle bağlantılı olarak tespit edilir.

10 metreyi geçmemek kaydıyla kaynak işlerinde kullanılan kabloların, izin verilen kesit ölçüleri şunlardır:

- 250 Ampere kadar, 50 mm<sup>2</sup> kesitli bakır kablo, çıplak tel çapı yaklaşık 9,6 mm
- 400 Ampere kadar, 70 mm<sup>2</sup> kesitli bakır kablo, çıplak tel çapı yaklaşık 11,2 mm
- 550 Ampere kadar, 95 mm<sup>2</sup> kesitli bakır kablo, çıplak tel çapı yaklaşık 13 mm

Verilen değerler kablonun 10 metre uzunluğa sahip olduğu düşünülerek tespit edilmiştir. Kablonun uzunluğu arttıkça değerler de değişir. Kesin değerlere ulaşabilmek için kablo kesitiyle uzunluğu ve kullanılan kaynak şiddeti arasındaki bağlantıyı belirlemek gerekir. Elektrik ark kaynağından beklenen verimin alınması için bu şarttır. Özellikle sürekli aynı değerler ile çalışan atölyelerde bu değerlerin tespiti, işleri daha da kolaylaştırır.

Kaynak kablolarında bakır gereç kullanımı, daha ince kesitlerin elde edilmesi için gereklidir. Genellikle de kaynak kabloları bakır gereç kullanılarak üretilir ve tercih edilir.

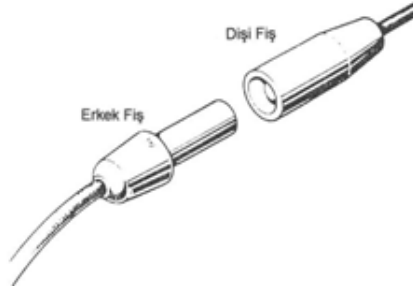
Kaynak Akım Şiddeti (A)	Kaynak Kablosu Uzunluğu (m)				
	10	15	20	25	30
50	25	25	35	35	35
100	25	35	35	50	50
150	35	35	50	70	95
200	35	50	70	95	120
250	50	70	95	120	150
300	70	95	120	150	150

**Tablo 1.3: Bakır kablo kesitleri**

Bunun yanında kabloların üzerinde iyi bir yalıtım sağlanmış olmalıdır. Kaynak kabloları her uzunlukta kullanılacak diye bir kural yoktur. Bunun yerine uzun kaynak



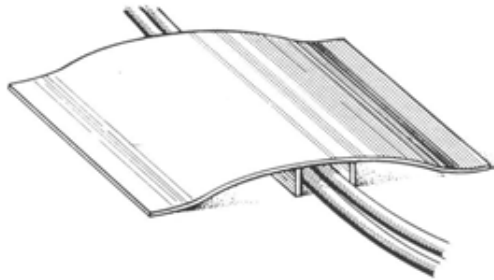
kabloları ve yüksek kaynak akımının büyük bakır kesit alanı; kısa kaynak kabloları ve düşük kaynak akımının ise küçük bakır kesit alanı gerektirdiği unutulmamalıdır. Kaynak kablolarının zorunlu olmadıkça çok uzun tutulması önerilmez. Ancak birçok uygulamada uzun kaynak kablolarına ihtiyaç duyulduğu da bir gerçektir. Kabloların uzatma amacıyla birleştirilmesi gerekiyorsa özel bağlantı parçalarının kullanılması gerekir. Uzatma işleminin de hesaplara dayandığı unutulmamalıdır.



**Resim 1.5: Kabloların birbirine bağlanmasında kullanılan özel bağlantı elemanları**

Kaynak kabloları gerektiğinde birbirlerine ancak özel ekleme parçaları yardımıyla eklenmelidir. Çalışma esnasında kabloların zedelenmemesine özen gösterilmelidir. Yol gibi geçilen yerlerde kabloların kullanılması gerekiyorsa üzeri koruyucu bir sac ile kapatılmalıdır.

Uzun çalışma sürelerinde kablolar vücudun koltuk altına alınmamalıdır. Kaynakçıların karşılaştığı elektrik kazalarıyla ilgili araştırma sonuçlarına göre koltuk altlarının çalışma sırasında ter nedeniyle ıslandığı, bu terin elektrik akımını iletmede bir iletken gibi davrandığı belirlenmiştir. Kaynak kablosunda herhangi bir nedenle oluşmuş kısa devre terli koltuk altlarından kaynakçıyı etkilemekte ve ölümlerle sonuçlanabilen kazalara neden olmaktadır.



**Resim 1.6: Kabloların yol gibi geçilen yerlerde kullanılması durumunda üzerini kapatan koruyucu sac**

### 1.3.3.3. Kaynak Masası

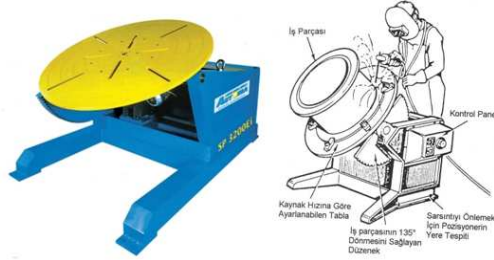
Eğitim görmüş vasıflı bir kaynakçının, her pozisyonda kaynak yapıyor olması şartı vardır. Kaynak işleminin gerçekleştirileceği her iş parçalarının, kaynakçının en rahat kaynak dikişi yapabildiği konumda olacağı düşünülemez. Özellikle büyük iş parçalarında bu durum, daha belirgin olarak ortaya çıkar. Kaynak işleminden istenilen verim alınması, bir bakıma kaynakçının en rahat biçimde çalışmasını da gerektirir. Tüm bunlar dikkate alındığında kaynakçının rahat çalışmasına olanak tanıyacak masa ve aparatların kullanılması faydalı olur.

Kaynak yapılacak iş parçalarının üzerinde konumlandırıldığı ve kaynakçının rahat çalışmasına olanak tanıyacak şekildeki düzenekleri, **masa ve pozisyonerler** olarak gruplamak yerinde olur. Masalar kaynakçının çalışma sırasındaki tüm gereksinimlerini karşılayabilecek niteliklerinin yanında, kaynatılacak iş parçasının boyutlarına da uygun olmalıdır.



**Fotoğraf 1.13: Kaynak masası**

Bütün iş parçalarının masalarda kaynatılması boyutları ve kaynak konumları nedeniyle mümkün olmaz. Bu durumda pozisyoner denilen araçlardan yararlanır. Bu tür donanımlar, iş parçasının istenilen ve kaynakçının en rahat kaynak yapabildiği pozisyona yakın konumlandırabilme yeteneklerine sahiptir.



**Fotoğraf / Resim 1.14: Pozisyoner ve kısımları**

Ayrıca boruların kaynağı da özel düzenekler gerektirir. Boruların eksenlerinde birleştirilmesi ve tam ağızlanmanın sağlanması açısından bu tür araçları zorunlu hâle getirilmiştir.



**Fotoğraf 1.15: Boru pozisyoneri ve çalışma**

#### 1.3.3.4. Önlük ve Eldiven

Kaynak arkının meydana getirdiği enerjinin %85'i ısı, geri kalanı ışık enerjisidir. Isı enerjisinin büyük çoğunluğu kaynak alanının ertilmesinde harcanır. Bir miktarı çevreye yayılır. Çevreye yayılan az miktardaki ısı çalışanın etkilenmesi için yeterlidir. Diğer yandan ışık enerjisinin çıplak gözlere verdiği zararın benzeri, çalışanın derisinde de rahatsızlıklara yol açar. Tüm bunlardan korunmak normal çalışma giysileriyle mümkün değildir çünkü özellikle ultraviyole ışınları tüm organik maddelerde tahribata yol açar. Normal çalışma kıyafetleri kaynak esnasında ortaya çıkan ısıdan etkilenerek bir süre sonra sertleşir ve rahat çalışmayı engeller. İleriki aşamalarda da parçalanır. Ayrıca kaynak yapımı sırasında ortaya çıkan sıçramaların taşıdığı küçük metal parçacıklarından, bu tür giysilerin çalışmanı koruması beklenemez.



**Fotoğraf 1.16: Kaynakçı kıyafeti**

Tüm bu olumsuzlukların üstesinden gelmenin yolu, kaynak yapımı sırasında kaynakçının özel bir şekilde korunmasıdır. Kaynak esnasında, vücudun herhangi bir yerinin ısı ve ışık enerjisiyle karşılaşması engellenmelidir. Bu işlemde, deriden yapılmış özel aksesuarlar kullanılmaktadır. Önlük, eldiven, tozluk ve kolluklarla kaynakçı korunmalıdır. Açık alanlarda kaynakçı direkt toprakla temas etmemelidir. Bunun önüne geçebilmek için minderler kullanılır.

Bazı durumlarda birden fazla kaynakçı sırt sırta vererek çalışır. Bu tür çalışma yapan kaynakçıların enselerinde yanma görülür. Önlemi bu tür çalışma yapan kaynakçıların miğfer giymesidir.

Kaynak işlemiyle uğraşan kişilerde koruyucu önlemler alınması önemlidir. Ancak aynı atölyede bulunup da kaynakla uğraşmayan kişilerin, kaynağın ortaya çıkarttığı ışıklardan etkilenebileceği unutulmamalıdır. Bunun için çevrede çalışanların, çıplak kollarla ve eldivensiz çalışmasına izin verilmemelidir.

### 1.3.3.5. Kaynak Paravanları

Kaynak arkının oluşumu sırasında kullanılan elektrik enerjisinin, ısı ve ışık enerjisine dönüştüğü biliniyor. Kaynak yapan kişi, bu ışıklardan korunmak için iç yapısında özel camlar bulunan maske kullanır.

Çoğunlukla bir atölyede kaynakçı tek başına çalışmaz. Çevresinde kaynak yapan ya da başka işler üreten çalışanlar da bulunur. Çevrede çalışan kişilerin ve diğer kaynakçıların ışıklardan etkilenmemesi için kaynak yapılan alanların çevresi özel paravanlar ya da perdeler ile kapatılmalıdır. Paravanların görevlerinden biri ışıkların diğer kaynak kıvılcımlarının çevreye verdiği zararı engellemektir. Kaynak işlemi açık bir alanda yapılıyorsa kıvılcımların çevreye yayılması kaynak alanı çevresinin şeffaf paravanlar ile kapatılmasıyla sağlanır. Bir bakıma kaynak yapılan alan, paravan ya da perdeler aracılığıyla kabin hâline dönüştürülür.



Fotoğraf 1.17: Kaynak paravanı

### 1.3.3.6. Kaynak Çekici ve Tel Fırça

Kaynak dikişi üzerinde oluşan cürufun temizliğinde kullanılan özel yapıdaki çekicilere **kaynak çekici** denir.

Dikiş, kaynak çekiciyle cüruflardan temizlendikten sonra özel fırçalar ile sıçramalardan meydana gelen metal parçalarından da arındırılır. Böylece kaynak dikişi temizlenir. Bu işlem için üretilen fırçalar, elle kullanılabilen yapıya sahiptir.



Fotoğraf 1.18: Kaynak fırçası ve çekici

### 1.3.3.7. Aspiratör ve Vantilatör

Kaynak işlemi sırasında kaynakçının etkilendiği olumsuzluklardan biri de gazlardır. Elektrotu oluşturan maddeler kaynak sırasında yanarak önemli miktarda gazın oluşmasına neden olur. Elektrot üretici firmalar, elektrotların yanması sırasında ortaya çıkan gazların kaynakçıya zarar vermemesi için elektrot bileşimlerini dikkatle hazırlar. Bunun için de elektrot örtülerine, zararlı etki bırakacak madde koymaz. Tüm bunlara rağmen kaynak esnasında açığa çıkan gazların solunabilir, temiz bir hava olmadığı da bir gerçektir.

Kaynak yapılan alanda ergimenin oluşması, ilâve metal (elektrot) ile iş parçasını meydana getiren metalin ergimesi anlamını taşımaktadır. Her iki metalde değişik oranlardaki metal ve alaşımlarından oluşur. Bu metal ve alaşımlar ile elektrot örtüsünün iç yapısında bulunan bazı metaller, ergiyik ortamda gazların oluşmasına neden olmaktadır. Ortaya çıkan tüm gazların zarar vermesini engellemek için kaynak yapılan ortamdan uzaklaştırılarak yerine kaynakçının soluyabileceği temiz havanın gönderilmesi gerekir.

Kaynak anında çıkan gazların bölgeden uzaklaştırılması için özel emici düzenek gereksinimi aspiratörlerin kullanılmasına neden olmaktadır. Bu amaçla geliştirilen donanımların görevini tam anlamıyla yerine getirebilmesi için kaynak alanının mümkün olduğunca yakınında olmalıdır. Böylece kaynak esnasında ortaya çıkan dumanlar aspiratör tarafından anında ortamdaki uzaklaştırılır. Aspiratör kaynak masası üzerine, yanına ya da hareket edebilen hortum yardımıyla istenilen yere yönlendirilebilir.

Kaynak sırasında ortaya çıkan gazların, kaynakçı tarafından solunmaması için gereken tüm önlemler alınmalıdır. Bu işlem ne kadar kaynak alanına yakın bir yerde yapılırsa sonuç da o oranda başarılı olur. Ayrıca kaynakçı, kaynak dumanlarını doğrudan soluyacak konumda durmamalıdır.

Kaynakçının gereksinimi olan solunabilecek temiz hava vantilatörle kaynak ortamına gönderilir. Bunlar da aspiratörde olduğu gibi değişik şekillerde konumlandırılabilir.



**Fotoğraf 1.19: Kaynak aspiratörü ile çalışma**

### 1.3.3.8. Kaynak Maske ve Camı

Kaynak arkının ortaya çıkardığı enerjinin %85'i ısı, %15 ışık enerjisi olarak değerlendirilmektedir. Işık enerjisinin %10'u ultraviyole, %30'u parlak veya görünen ışınlar, geri kalanı ise enfraruj ışınlarıdır. Parlak ve görünen ışınlar gözleri kamaştırarak geçici görme bozukluklarına neden olur. Bu olayın sürekli olması ise doğal olarak gözün görme kabiliyetini azaltır.

İnsan gözü fazla ışık karşısında göz bebeğini küçültebilme, az ışıkta ise büyütebilme yeteneğine sahiptir. Aşırı ışıkta ise göz kapakları istem dışı kapatılarak göze fazla ışık girmesi önlenir. Göz bebeğinin büyüüp küçülmesi ve göz kapağının kapanıp açılması, refleks olarak adlandırılan özelliktir. Tüm bunları yaparak insan gözünü zararlı ışınlar karşısında korur. Ancak ultraviyole ve enfraruj ışınlar, insan gözü tarafından fark edilmez ve yalnız başına gözü etkilediklerinde, göz kapakları kapanıp koruma yoluna gitmez. Dolayısıyla da ultraviyole ışınlar göz tarafından emilir. Emilme sonucunda gözlerde yanma, sulanma, ışığa karşı aşırı duyarlılık şeklinde görülen rahatsızlıklar meydana gelir. Yaklaşık 4-6 saat sonra gözde kanlanma görülür. Gerekli tedavi uygulanırsa 24 saat sonra iyileşme başlar ve kalıcı göz rahatsızlıklarının oluşması engellenir. Bu olayın sık sık tekrarlanması, kalıcı görme bozukluklarına neden olur.

İnsan gözünü olumsuz etkileyen enfraruj ışınları ise dalga boylarına göre gözün ön ve arka kısımlarında tahribata yol açar. Kısa dalga boyuna sahip enfraruj ışınları, gözde bulunan ağ tabakasının yanması ve körlüğe, uzun dalga boylu enfraruj ışınları ise göz merceği saydamlığının yitirilmesi ve katarakt denilen bir göz hastalığının meydana gelmesine yol açar. İleri aşamalarında bu hastalık, ameliyat ile tedavi edilebilse de görme yeteneğini azaltır.

Sorun bilindiğinde önlem almak kolaylaşır. Yapılması gereken gözleri görünen ışıklardan koruyan camlar kullanılmasıdır. Bu tür görünen ışıklara karşı koruma sağlayan camlar, gözü enfraruj ve ultraviyole ışıklara karşı da korur. Kaynakçının direkt kaynak arkına çıplak gözle bakması düşünülemez. Genelde bu tür olumsuzluklar, başka kaynakçılar ile bir arada çalışılırken meydana gelir.

Gözlerin zararlı ışıklardan korunması için kaynak arkına renkli koruyucu camlar ile bakılması zorunludur. Kaliteli koruyucu camlar, gözleri görünen ışıklardan koruduğu gibi hemen hemen bütün ultraviyole ışınları da emer. Kullanılacak camların önceden kontrol edilmesi ve kalitesinin onaylanması gerekir. Elektrik ark kaynağında kullanılan camlar, maskelere uyum sağlayabilmeleri için 60x110 mm ölçülerinde üretilir. Kaynak esnasında sıçramaların cama zarar vermemesi ve camın kırılmasını engellemek için camlar, iki adi cam arasına konularak maskeye takılır.



**Fotoğraf 1.20: Kaynak yapımı sırasında solar hücrelerinden aldığı güç ile koyulaşmış diğer zamanlarda görüşü kolaylaştırmak için açık renk alan camlara sahip kaynak maskesi**

Camların korunması ve kullanılmasının kolaylaştırılması için **maske** denen kaynak temel elemanına ihtiyaç vardır.

Koruyucu cam maskeler; gözleri korur, zararlı ışınların kaynakçının yüzüne olumsuz etkilerini engeller, ışınların yüz derisini yakmasını da önler. Maskeler el ya da kask türünde olabilir.

Kaynak esnasında arkın sürekli olmaması, kaynak başlangıcında puntalama olarak adlandırılan kısa kaynak işlemlerinin yapılması el ve kask türü maske kullanımını zorlaştırır çünkü klâsik kaynak koruyucu camlar, normal aydınlıkta görmeyi büyük ölçüde engeller.

Elektrik ark kaynağında kullanılacak en ideal maske ve camlar; ark ışığında kararan, normal ışıktaki ise normal görüntüyü sağlayan sisteme sahip olanlardır. Bu tür maskeler diğerlerine nazaran daha pahalıdır. Ancak kaynak işleminin rahat bir şekilde ve kaynakçının gözünü yormadan gerçekleştirmesini sağlar.



**Fotoğraf 1.21: Aşırı dumanlı kaynak işlemleri için önerilen kaynak maskelerinin içindeki kaynakçıya temiz hava solumasını sağlayan düzenekli maskeler**

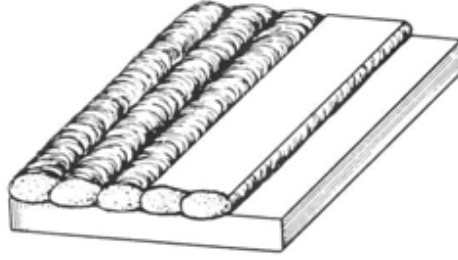
### 1.3.3.9. Elektrotlar

Kaynaklı birleştirme işlemleri, çok değişik özellik ve biçimlere sahip metallere uygulanabilir. Bu nedenle kullanılan elektrotlar da çeşitlidir. Her kaynaklı birleştirmenin isteklerine cevap verebilecek nitelikte elektrot vardır. Ancak çeşit fazlalığı, elektrotları kesin çizgiler ile birbirinden ayırmak ve gruplandırmakta güçleştirmektedir. Buna rağmen elektrotların birbirinden ayırt edebilecek özellikleri vardır.

Elektrotları üç grup altında toplamak mümkündür.

- Kaynağın amacına göre elektrotlar
- Kaynatılacak gerecin türüne göre elektrotlar
- Eriyip erimediğine göre elektrotlar

Elektrik ark kaynağında elektrotlar kesme, birleştirme ya da dolgu amacıyla kullanılır. Bu şekilde elektrotlar sınıflandırdığında kaynaktan beklenen amaç belirlenmiş ve elektrotları bu doğrultuda sınıflandırılmış olur. Birleştirme işleminde kullanılan elektrotların oluşturduğu kaynak metalinin, yüksek dayanım değerine sahip, tok ve sünek olması istenir. Dolgu kaynağında kullanılan elektrot kaynak metalinin ise sert ve aşınmaya karşı dayanıklı olması beklenir.



**Resim 1.7: Dolgu kaynağı uygulanmış bir iş parçası**



**Resim 1.8: İş parçasının elektrot kullanılarak kesilmesi**

Elektrik ark kaynağının, çelik ve alaşımlarının birleştirilmesinde çok kullanıldığı bir gerçektir. Ancak elektrotların kullanma alanları bununla sınırlı değildir. Diğer birçok metalin kaynaklı birleştirilmesi için de geliştirilmiş elektrot türlerinin bulunması, ikinci bir sınıflandırmayı gerektirir. **Elektrotlar, kullanıldıkları gereç cinsine göre şu şekilde sınıflandırılır:**

- Çeliklerin kaynağında kullanılan elektrotlar
- Dökme demirlerin kaynağında kullanılan elektrotlar
- Çelik alaşımlarının kaynağında kullanılan elektrotlar (paslanmaz çelikler, ısıya, korozyona ve aşınmaya karşı dayanıklı çeliklerin kaynağında kullanılan elektrotlar)
- Alüminyum ve alaşımlarının kaynağında kullanılan elektrotlar)
- Bakır ve alaşımlarının kaynağında kullanılan elektrotlar
- Nikel ve alaşımlarının kaynağında kullanılan elektrotlar



Elektrot sınıflandırılmasında son özellik; elektrotun kaynak işlemi sırasında eriyip erimeydiği. Sıkça karşılaştığımız elektrotlar, kaynak sırasında eriyerek kaynak alanına içyapılarında bulunan metali ilâve eder ve bunlar eriyen elektrotlar olarak adlandırılır. Erimeyen elektrotlar ise kaynak işlemi sırasında kaynak dikişine ilâve bir metal katkısında bulunmaz.

Genel olarak erimeyen elektrotlar, sadece kaynak arkının oluşmasını sağladığı için kaynak metali, ilave bir tel aracılığıyla kaynak alanına verilir. Bu işlem, erimeyen elektrotlar ile yapılan kaynağın bir bakıma oksijen-gaz kaynağına benzetilmesine neden olur. Elektrik ark kaynağında kullanılan erimeyen elektrotlar tungsten ya da karbondan yapılır ve yapıldıkları gerece göre adlandırılır. Özellikle karbon elektrotlarla oyuk açma ve kesme işlemlerinde karşılaşılar.

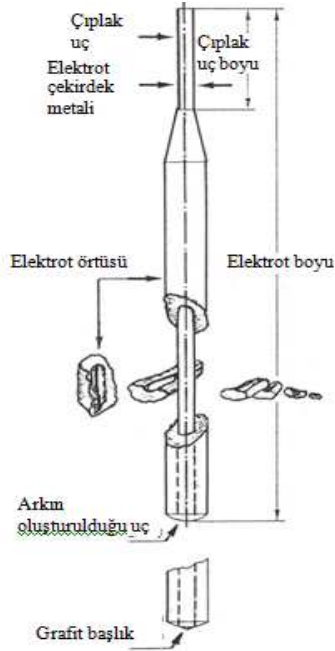
Örtülü elektrotların ortak özellikleri de vardır. Bu özellikler bir bakıma elektrotun fiziki özellikleri olarak görülebilir. Çünkü ilk bakışta ancak bir elektrotun kalın ya da ince olduğu bu özellikleriyle açığa çıkmaktadır. Elektrot çekirdeği silindirik kesitlidir. Kesitin çapı, elektrotun yanma çapına karşılık gelmektedir, elektrotlar bu çapa göre de adlandırılabilir. Piyasada en çok kullanılan örtülü elektrotların çekirdek çapları; 2-2,5-3,25-4-5-6 mm, boyları ise 250-350-450 mm'dir.

Elektrotların çekirdek çapına göre adlandırılmasının nedeni, örtü kalınlıklarının ihtiyaca göre değişmesidir. Örtülü elektrotların örtü kalınlıkları **üç çeşittir; ince, orta ve kalın**. Her çekirdek çapına göre üretilmiş değişik örtü kalınlığına sahip elektrot bulunur. Ayrıca bazı örtü cinsleri belli örtü kalınlığına uygun elektrot üretilmesini sağlamıştır.

Eriyen elektrotlarla hem ark hem de eriyerek kaynak metali oluşturma özellikleri sebebiyle daha sık karşılaşılar. Eriyen elektrotlar da **özlü** ve **örtülü** olarak kendi aralarında sınıflandırılır.

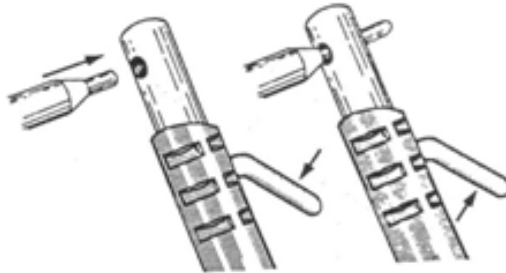
**Özlü elektrotlar** boru şeklindedir ve iç kısmında kaynak alanını koruyan bir öz ile doludur. Dış kısmı ise kaynak alanı için gerekli olan kaynak metalini oluşturma işlemini gerçekleştirir. Genel olarak çubuk şeklindeki özlü elektrotlar, özel dolgu işlemlerinde kullanılır.

Elektrik ark kaynağında en çok kullanılan elektrotlar, örtülü elektrot olarak adlandırılan gruptur. Örtülü elektrotlar çubuk şeklindedir ve ark sırasında eriyip kaynak metalini oluşturan çıplak bir tel üzerine örtü maddesinin, ekstrüzyon yöntemiyle kaplanmasıyla üretilmektedir. Elektrodun kaynak pensine takılan kısmı tamamen çıplaktır (bk. Resim 1.9). Diğer ucu ise arkın kolaylıkla oluşmasını sağlayacak yapıdadır. Elektrotun çekirdeğini oluşturan ve örtü maddesi dışında kalan kısmı, kaynağı gerçekleştirilecek gerecin özelliklerine en yakın değerlerde olmalıdır. Bunun anlamı kaynatılacak gereç, örneğin nikel ise çekirdek metalinin de nikel metalinden seçilmesidir.

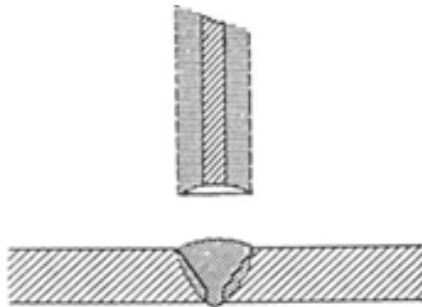


**Resim 1.9: Elektrik ark kaynağında kullanılan örtülü elektrot**

Kaynaklı birleştirmede oluşturulan kaynak dikişinin tüm özellikleri, elektrot örtü maddesinin yapısıyla yakından ilgilidir. Buna göre elektrot örtü maddesinin bileşimiyle kaynak dikişinin; biçimi, yüzey düzgünlüğü, bir dereceye kadar bileşimi ayarlanabilir. Dolayısıyla ark kaynağında örtü maddesinin önemi büyüktür.



**Resim 1.10: Elektrotun pense takılan kısmı çıplaktır.**



**Resim 1.11: Kaynak dikişinin esas gereci olan elektrot çekirdeği**

Elektrot örtüsünün, kaynak işlemine sağladığı yararlar:

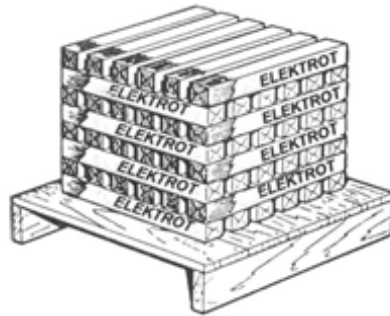
- Arkın tutuşması ve oluşumunu kolaylaştırır.
- Kaynağın doğru ya da dalgalı (alternatif) akımda yapılabilmesini sağlar.
- Ark sırasında oluşan sıçramaları azaltır.
- Ark sırasında eriyen metal damlalarının yüzey gerilimi ve akışkanlıklarını etkileyerek değişik pozisyonlarda kaynak yapılabilmesini sağlar.
- Koruyucu bir gaz atmosferi sağlayarak kaynak dikişini havanın olumsuz etkilerinden korur.
- Kaynak işleminin sonunda, dikişin yüzeyini bir cüruf tabakasıyla örtterek dikişin yavaş soğumasını sağlar.
- Gerekli hâllerde kaynak dikişinin olumlu yönden alaşımlanması sağlar.

Yukarıda sıralanan her bir maddenin, kaynak işleminde ayrı bir önemi vardır. Elektrot örtü maddesinin tüm bunları gerçekleştirebilmesi için iç yapısına değişik maddeler konur. Bu maddelerin her birinin ayrı görevi vardır.

Örtülü elektrotlar, örtülerinin içerdikleri ana bileşenlerinin türü, cüruflarının asidik ya da bazik durumuna göre çeşitlenir.

**Buna göre yapılacak sınıflandırma sonucunda aşağıdaki gruplar elde edilir:**

- Rutil elektrotlar
- Asidik elektrotlar
- Oksit elektrotlar
- Bazik elektrotlar
- Selülozik elektrotlar
- Demir tozlu elektrotlar
- Derin nüfuziyet elektrotları



**Resim 1.12: Paketlenmiş elektrotlar**

Kaynakta en iyi sonucun alınabilmesi elektrotların nem içermeyen ortamlarda depolanması ve korunması ile mümkündür.

Kaynak arkında rutubet bulunması kaynak kalitesini olumsuz etkiler. Su, yüksek ark sıcaklıklarında hidrojen (H<sub>2</sub>) ve oksijene (O<sub>2</sub>) ayrılır. Yüksek miktardaki hidrojen, kaynak metalinde poroziteye (gözenek) neden olduğu gibi ana metal ile kaynak metali arasındaki

geçiş bölgesinde (ITAB = ısı tesiri altında kalan bölge) çatlaklara da yol açabilir. Yapıdaki oksijen varlığı da kaynak dikişini olumsuz etkiler.

**Elektrotların saklanması sırasında aşağıdaki kurallara uyulmalıdır:**

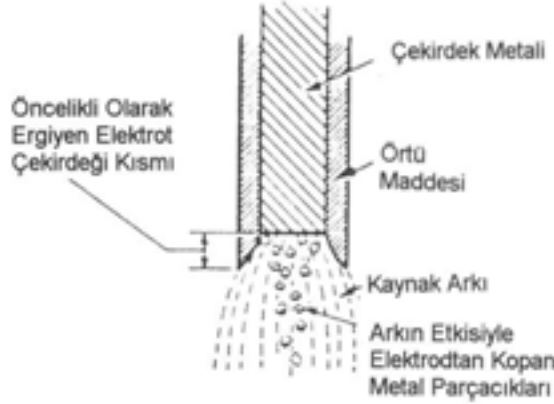
- Elektrotlar mümkün olduğunca orijinal ve açılmamış kutularında saklanmalıdır.
- Elektrot kutuları raf veya paletler üzerinde tutulmalı, bu raf veya paletlerin bina duvarları ve zemine doğrudan temas etmeleri önlenmelidir (Yaklaşık 10-15 santimetre uzak tutulmalıdır.).
- Depo, nem kaynaklarından uzak ve kuru olmalıdır (en fazla nem oranı %60).
- Depo ısısı sabit ve 15 °C'nin üzerinde olmalıdır.

## 1.4. Kaynak Uygulama Teknikleri

### 1.4.1. Kaynak Akımı

Kaynak arki için gereken elektrik akımı, elektrik şebekesinden alınır ama direkt kullanılmaz. Çünkü şebekede bulunan elektrik akımının gerilimi yüksek, şiddeti düşüktür. Oysa elektrik ark kaynağında kullanılan akımın, gerilimi düşük, şiddeti büyük olmalıdır. Bunun en önemli nedeni yüksek gerilimin insan üzerindeki öldürücü etkisidir.

Ark kaynağında kullanılan temel araçların kaynakçıyla olan teması düşünüldüğünde düşük gerilim ile çalışmanın neden ön koşul olduğu daha kolay anlaşılır.



**Resim 1.13: Kaynak akımı yardımıyla oluşturulan ark ve kısımları**

Diğer yandan ark kaynağında kullanılan elektrik akım şiddetinin yüksek olma gereği, kullanılan elektrotun çapına uygun bir akım şiddetinin sağlanabilmesindedir. Kaynak makineleri şebekeden aldıkları elektrik akımını kaynak akımına çevirir. **Tüm bu bilgiler doğrultusunda kaynak akımının tanımı şu şekilde yapılabilir;**

Şebekeden alınan 220-380 volt gerilime sahip elektrik akımının, kaynak makineleri aracılığıyla gerilimin 25 - 55 volt ve akım şiddetinin 10 - 600 ampere değiştirilmesiyle elde edilen ve elektrik ark kaynağında kullanılan akıma, **kaynak akımı** denir.

## 1.4.2. Ark Türleri

Akım şiddeti ve gerilimindeki değişikliklere rağmen kaynak akımı da elektrik akımı gibi bir elektron hareketidir. Ark kaynağı işlemi sırasında hareket eden elektronlar, (-) kutup olan katottan (+) kutup olan anoda doğru, hareket eder. Bu açıdan elektrik ark kaynağını, bir elektrik devresine benzetmek mümkündür. Genel olarak (-) kutba bağlı olan elektrot, (+) kutba şase aracılığıyla bağlı olan iş parçasına değdirilirse iki kutup arasında bir elektron hareketi olur.

Elektronlar, sürekli olarak elektron yönünden zayıf olan tarafa doğru hareket eder. Elektrotun iş parçasına değdiği kısım, kaynak akımının geçmesi yani elektron hareketi nedeniyle kızarmaya başlar. Çünkü elektronların geçtiği noktada, ideal bir ortam oluşmadığı için elektrik akımının direnci yüksektir.

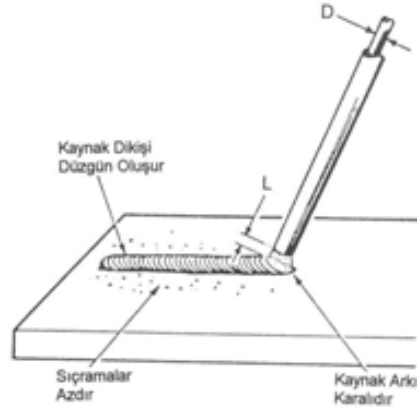
Direnç, değme kısmı ve çevresindeki havayı ısıtır. Bu durumdaki hava, elektrik akımını iletebilecek niteliktedir. İşte tam bu sırada elektrot bir miktar geri çekilirse elektrot ile iş parçası arasında kalan havanın iletkenliği sayesinde elektron hareketi devam edecek ve ortaya bunun belirtisi olan bir ark çıkacaktır.

Olayın gözle görülür kısmı, elektronların oldukça kısa olan elektrot ve iş parçası arasındaki alandan akmasıdır, diğer bir deyişle hareketidir. Bu elektron hareketi, dışarıdan bakıldığında göz kamaştıran parlak bir ışıklı ark hâlinindedir. Oluşan bu arka **elektrik kaynak arki** adı verilir.

Elektrottan ayrılan elektronlar, şasenin bağlı olduğu iş parçasına çok şiddetli bir geçiş yapar. Olay, bir bombardımanı andırır.

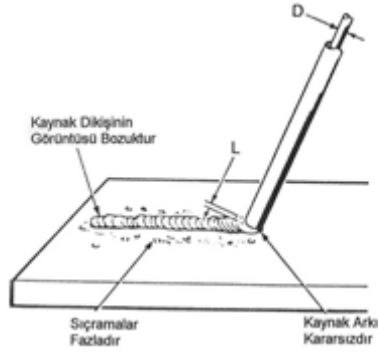
Bir amperlik elektrik akımında  $6,24 \times 10^{18}$  adet elektron hareketi söz konusu olduğu dikkate alınırsa sıradan değerlerle yapılan elektrik ark kaynak şiddetindeki elektron sayısının, sayılar ile ifade edilme güçlüğü ve büyüklüğü daha kolay anlaşılır. Bu oranda büyük elektron geçişi, kaynak alanı sıcaklığının yükselmesi için yeterlidir.

Ark oluşmasında elektrot ile iş parçası arasındaki mesafenin önemi büyüktür. Birçok kaynak uygulamasında ark boyunun anılması, ark boyları arasındaki farkın kavranmasını gerektirir. Buna göre ark boyu elektrot çapına eşit olduğunda normal ark boyu olarak adlandırılmalıdır. Normal ark boyu, elektrot çekirdek çapına eşit,  $L=D'$ 'dir.



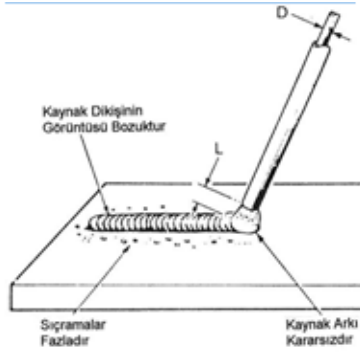
**Resim 1.14: Normal ark boyu ve çekirdek çapı**

Elektrot çapından küçük mesafeler, kısa ark boyu olarak adlandırılır. Kısa ark boyu aralığı, elektrot çekirdek çapından küçüktür.



**Resim 1.15: Kısa ark boyu**

Ark boyu elektrot çapından büyük olduğunda uzun ark adını alır. Uzun ark boyu aralığı, elektrot çekirdek çapından büyüktür.



**Resim 1.16: Uzun ark boyu aralığı**

### 1.4.3. Ark Uygulamasında Akım Ayarı

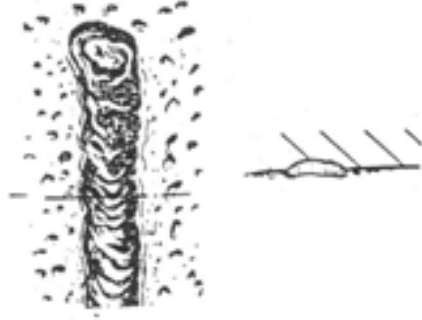
Kaynak değerlerinde değişikliğin en çok yapıldığı kısım, akım ayarındaki değişikliklerdir. Kaynak makineleri 10-600 amper arasında kaynak akımı üretebilir. İşte kaynak akımının ayarlanması, bu değerler içinde mümkündür. Doğal olarak ayar aralığı, makinenin cinsine göre farklılıklar gösterir. Büyük ve güçlü makinelerde üst sınır 600 amperken küçük makinelerde bu değer daha da aşağılara inebilir. Mühim olan kaynak makinesinin beklenen akım ayarlarında gerçek değerlere ulaşması ve bu aralığın kademeli olarak elde edilmesidir. Böylece değişik çap sahip elektrotlar ile değişik kalınlığa sahip metallerin kaynağı gerçekleştirilmektedir. Bir bakıma akım ayarında yaptığımız değişiklikler, kaynak alanına gönderilen elektron sayısında değişiklikler olarak algılanmalıdır. Çünkü akım ayarında ortaya çıkan verilere göre bu ayarlayabilir. Böylece kaynak makinesi özelliklerine bağlı olarak kalın çapa sahip bir elektrot ile kalın bir gercin kaynağını yapabildiği gibi tam aksini de gerçekleştirebilir.

Genel olarak çelik ve alaşımları kaynatılırken ayarlanacak akım değeri, kullanılan elektrot çapına göre tespit edilir. Elektrot çekirdek kısmının her bir milimetresi için 40 amperlik değer herkes tarafından kabul görmüştür. Buna göre 3,25 mm çapındaki bir elektrodun kaynaklı birleştirmede kullanılması sırasında akım ayarının,  $40 \times 3,25 = 130$  amper olması önerilir. Ancak bu değerlerin örtü gereğine göre farklılıklar gösterdiği, aksi belirtilmedikçe bu formüle sadık kalınması gerektiği göz ardı edilmemelidir. Kaynak akımının elektrot çekirdek çapına göre belirlenmesi dışında, elektrot örtü kalınlığına göre yapılan kaynak akım ayarı da kullanılmaktadır.

Akım ayarı ve elektron miktarındaki değişiklikler; kaynak alanının daha fazla sıcaklık değerlerine ulaşması, ya da ulaşmamasını sağlayacaktır. Yani akım ayarı yükseltilerek arkın oluşmasını sağlayan elektron bombardımanının çoğalması sağlanabilir. Akım ayarının düşürülmesi ise bunun tersini sağlar ve kaynak alanına daha az sayıda elektron gönderilerek ısı gerektiğinden fazla sıcaklığa ulaştırılır. Akım ayarının üzerinde yapılan değişiklik ile kullanılan elektrodun sıcaklığında da değişiklik yapılabilir. Doğru olan; önerilen akım ayarlarıyla elektrotların kullanılmasıdır. Zaten her elektrot, kendi çapıyla orantılı akım ayarlarında olumlu sonuç alınmasını sağlayacak şekilde üretilmektedir. Önemli olan, akım ayarının yaklaşık değerlerde makine üzerinde ayarlanabilmesidir. Bu nedenle de iyi bir kaynak makinesinde aranılan ön şartlardan biri; akım ayarının kademeli olarak değiştirilebilmesidir.

Başta belirttiğimiz üzere iyi şekilde belirlenmiş kaynak akımı, değiştirebileceğimiz kaynak değerlerinden biri olarak büyük önem taşımaktadır. **Gerekenden fazla olan kaynak akımı, aşağıdaki kaynak sorunlarına yol açar:**

- Sıçramaları çoğaltır.
- Yanma oluklarının oluşmasına neden olur.
- Düzgün olmayan bir kaynak dikişi meydana getirir.
- Dikişte çatlama görülebilir.
- Özellikle ince örtülü elektrotta, elektrodun ısınıp kızarmasına, dolayısıyla da örtünün ark bölgesine gelmeden yanarak işlevini yitirmesine neden olur.

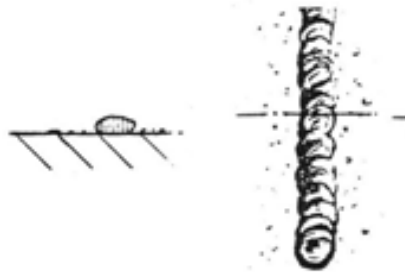


**Resim 1.17: Gereğinden fazla kaynak akımının yol açtığı düzensiz kaynak dikişi**

Bunlar, gereğinden fazla tutulmuş kaynak akımının yol açtığı olumsuzluklardır. Gereğinden düşük tutulmuş kaynak akımı da olumsuzluklara yol açabilir.

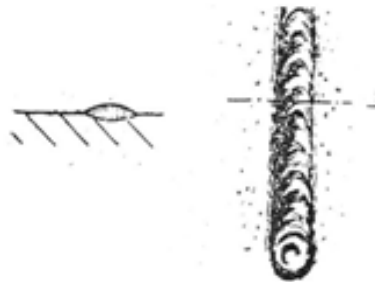
Bunlardan bazıları ise şunlardır:

- Eriyen metal miktarını azaltır.
- Nüfuziyet azalır.
- Çok düşük akım değerlerinde esas parçada ergime meydana gelmez. Bu nedenle de kaynak metaliyle bir birleşme yapamaz.



**Resim 1.18: Düşük kaynak akımının yol açtığı düzensiz dikiş görüntüsü**

Bazı durumlar, kaynak alanının daha az ya da fazla elektron bombardımanına tutulmasını gerektirir. Bu gibi durumlarda akım ayarının değiştirilmesi yeterli olmaz. Kaynak arkının özelliklerinde bazı değişikliklere gitmek gerekebilir. Bunun için özellikle doğru akımda kutupların yerinin değiştirilmesi olumlu sonuç alınması için yeterlidir.



**Resim 1.19: Uygun kaynak akımıyla yapılmış kaynak dikişinin görüntüsü**



Kutuplar değiştirilerek elektron bombardımanının elektrottan iş parçasına ya da iş parçasından elektrodta doğru olması sağlanır. Bu konuda unutulmaması gereken elektronların gidiş yönlerinde yani bombardımanın olduğu yönde sıcaklığın daha fazla olacağıdır. Çünkü bilindiği üzere elektronlar, (-) kutuptan (+) kutba doğru bir ark oluşturma eğilimindedir. Bir bakıma elektronların gidiş yönleri değiştirilerek sıcaklığın hangi tarafta daha fazla olması isteniyorsa o tarafa doğru yöneltmeleri mümkündür. **Örneğin bir kaynak dikişinin, aşağıdaki şartları taşıması isteniyorsa elektrodun (-) kutupta, şasein ise (+) kutupta olması gerekir.**

- Derin nüfuziyet
- Kaynak ısısından dar etkilene alanı
- Daha hızlı çalışma ve hızlı ısı akışı ile daha az şekil bozukluğu

Alüminyum, magnezyum ve berilyumlu bakır alaşımları dışında kalan metallerin birçoğu bu tarz kutuplama ile kaynak edilir. Üzerinde devamlı oksit tabakası bulunan ve yukarıda saydığımız metaller de ise;

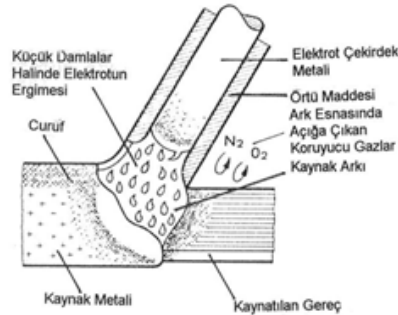
- Daha az nüfuziyet,
- Geniş kaynak dikişi yüzeyi istenir.

Bunların yerine getirilebilmesi için elektrot (+) kutupta, şase ise (-) kutupta (DATK) olur.

#### 1.4.4. Değişik Konumlarda Kaynak Yapmak

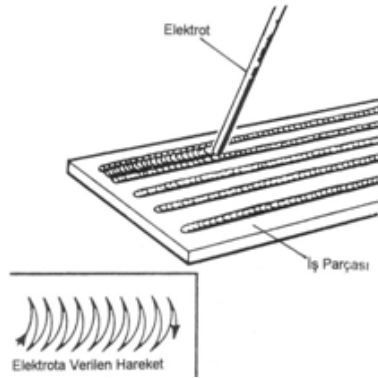
Kaynak akımının meydana getirdiği ark, iş parçasının yüzeyindeki kaynak nüfuziyetinden etkilenen bölgenin erimesine neden olur. Bu arada elektrodun erimesiyle elektrot çekirdek metali ve parçanın nüfuziyetten etkilenen bölgesindeki erimiş kütle birleşir. Bu birleşmede etkin rol alan elektrot çekirdek metali, erimenin etkisiyle bölgede bir kaynak metalinin oluşmasını sağlar.

Kaynak metalinin büyük çoğunluğu, elektrot çekirdek metalinden meydana gelmiştir. Bu nedenle de ince parçaların birleştirilmesinde ince çekirdek metaline, kalın parçalarda kalın çapta çekirdek metaline sahip elektrotlar kullanılarak parça aralığının doldurulması için gerekli kaynak metali sağlanır.



Resim 1.20: Elektrik ark kaynak bölgesi

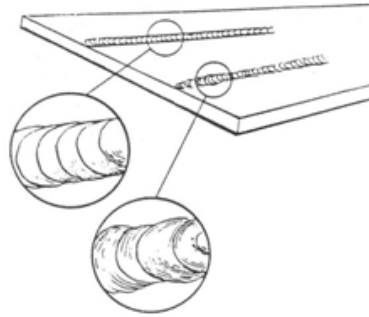
Arkın ilk başlangıcında meydana gelen kaynak metali, sıcaklığın etkisiyle akışkan bir hâdedir ve buna **kaynak banyosu** denir. Elektrot iş parçasının üzerinde tutuşturulup sürekli aynı yerde tutulursa kaynak banyosu gittikçe büyür ve çevreye yayılır. Elektrot kaynak yönünde ilerletilirse kaynak banyosu da bu harekete uygun olarak ilerleyecektir. Kaynak banyosunun ölçülerini belirleme görevi kaynakçıya verilmiştir. Onun inisiyatifinde gelişen işlemlerle biçiminde değişiklikler yapılabilir. Bir bakıma elektrot iş parçasının neresine tutulursa kaynak banyosu, dolayısıyla da kaynak metali yığılması orada meydana gelecektir. Kaynakçı iş parçasının konumu, kaynak ağzı biçimi ve parça kalınlığına göre elektrodun parça üzerinde temas ettiği yerlerde değişiklik yapar. Kaynakçının yaptığı bu değişiklikler **elektrot hareketi** olarak tanımlanır.



**Resim 1.21: Yatay konumda elektrot hareketi**

Elektrot hareketleriyle kaynak banyosunun biçimi, kaynak metalinin miktarı ayarlanabilir ve değişik işlemleri kapsar. Bu işlemlerden biri, elektrodun belli bir düzen içerisinde ilerletilmesidir ve buna **kaynak hızı** adı verilir.

Kaynak hızı, kaynak dikişinin nüfuziyet ve biçimini etkiler. Hızda bir aşırılığa izin verilmez. Hızın gereğinden fazla olması, çok küçük kesitli ve kenarları düzgün olmayan, bir kaynak dikişinin oluşmasına neden olur. Kaynak metaliyle kaynak nüfuziyetinden etkilenen bölgede, istenilen birleşme sağlanamaz. Böylece de dikiş istenilen dayanıklılığa sahip olmaz. Aşırı azaltılmış kaynak hızı da gereğinden fazla kaynak metalinin yığılmasına neden olur.

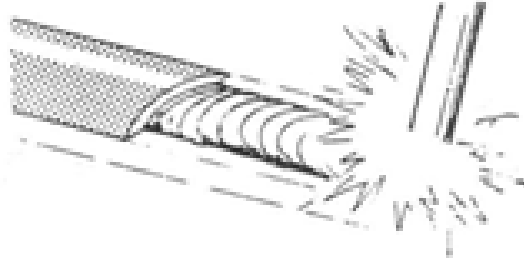


**Resim 1.22: Kaynak hızı sonucunda oluşmuş iki değişik dikiş görüntüsü. Normal hız (üstte) ve gereğinden fazla hız (aşağıda)**

El becerisi gelişmiş kaynakçılar, kaynak hızı ve sabit tutuma yeteneğini geliştirmişlerdir. Bu durum zamanla kazanılacak bir beceri olarak tanımlanabilir.

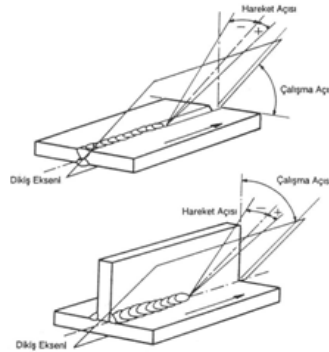
Kaynak hızının etkisiyle parça üzerinde eşit miktarlarda kaynak metali banyoları, birbirini takip edecek şekilde meydana gelir. Her bir banyo, kaynak hızının belirlediği değerler doğrultusunda, diğerini takip edeceğinden arktan uzaklaştıkça kaynak banyosu ergiyik hâlden katı hâle geçecektir.

Kaynak banyosunun bir anda katılaşması istenmez. Katılaşmanın önüne geçilmesinde en önemli rol, elektrot örtü maddesindedir. Ayrıca örtü maddesinin, kaynak dikişini havanın olumsuz etkilerinden koruyabilmesi ve diğer görevlerini yerine getirebilmesi için sürekli kaynak metalini düzgün bir biçimde örtmesi istenir.



**Resim 1.23: Örtü maddesinin dikiş koruması**

Elektrot örtü maddesiyle çekirdek metali arasındaki yoğunluk farkları, kaynak metalinin altta, örtü maddesinin üst tarafta kalmasını sağlayacak niteliktedir. Ancak bu özelliği yeterli değildir. Kaynakçının örtü maddesinin kaynak metalini koruması için yüzeyini örtmesine yardımcı olması, bunun için de elektrodu bir açı doğrultusunda tutması gerekir. Elektrot kaynak başlangıcında iş parçasıyla dik bir açı yapacak şekilde tutulur. Kaynağın ilerleyen süreçlerinde daha önceden belirlenmiş ölçülerde, kaynak yönüne doğru yatırılarak parça üst yüzeyi ile bir açı oluşturulur. Meydana getirilen bu açıya **elektrot hareket açısı** adı verilir. Elektrotun ucu kaynak yönünde ise bu açı negatif, aksi yönde olursa pozitif olarak gösterilir. Diğer yandan çalışma açısı olarak bilinen ve elektroda verilen bir açı daha bulunmaktadır. Çalışma açısı, elektrodun kaynak dikişinin kenarlarına göre açısı olarak tanımlanabilir. Bu açılar iş parçasının konumuna göre değişir.



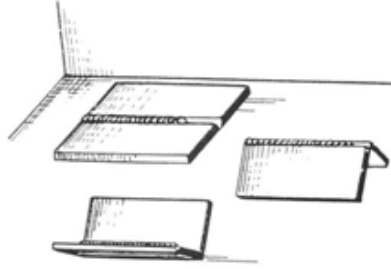
**Resim 1.24: Elektroda verilen çalışma ve hareket açıları**

Kaynak işlemi sürdürüldükçe bu işlemler birbirini takip eder ve iş parçası üzerinde bir kaynak metali yığılması meydana gelir. Kaynak metalinin bir düzen içinde yığılmış hâline **kaynak dikişi** denir. Kaynak işleminin bitiminde kaynak dikişinin üzerini örten cüruf temizlenir ise cüruf altında kaynak banyosunun yavaşça katılaşmasının dikişe biçim verdiği fark edilir. Kaynak dikişinin bu şekli büyük oranda kaynak konumuna bağlı olarak gelişir. Çünkü eriyik hâldeki kaynak banyosu yer çekiminin etkisiyle biçim almaya çalışır.

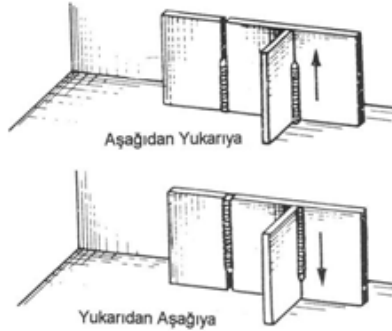
Kaynak dikişinin başlangıç ve bitimleri arasında bir doğrultu izlemesi kaynak edilmesi planlanan alanın dışına taşmaması ve bunun sürekli olarak kaynakçı tarafından kontrol altında tutulması gerekir. Kaynağın başlangıç ile bitiş noktası arasında bir doğru üzerinde ilerletilmesi, yönü yani kaynak yönünü bize verir. Kaynak dikişi, en rahat ve düzgün olarak iş parçasının yere paralel yatırılmasıyla yapılır buna da **yatay kaynak** denir. Eğitimli bir kaynakçının her zaman yatay konumdaki iş parçalarına kaynak yapabiliyor olması yeterli değildir. Çünkü üretimde karşılaşılan iş parçalarının, her zaman bu şekilde konumlandırılması beklenemez. Bu yüzden kaynakçının değişik konumlarda da kaynak dikişi çekebiliyor ve bunların nasıl yapıldığını biliyor olması gerekir.

**Genel olarak kaynak konumları aşağıda sıralanan şekildedir ve TSEK tarafından harfler ile ifade edilmektedir.**

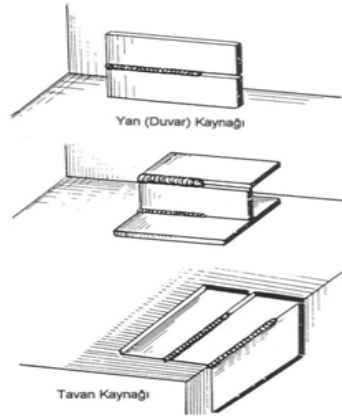
- Yatay (düz)
- Dik (yukarıdan aşağıya, aşağıdan yukarıya )
- Yan (duvar)
- Tavan (baş üstü)
- Tavan iç köşe ve dış köşe (h)



**Resim 1.25: Yatay kaynak konumunda parçaların duruş biçimleri**



**Resim 1.26: Dik kaynak konumunda parçaların duruş biçimleri**



Resim 1.27: Yan (duvar) ve tavan kaynağı

### 1.4.5. Kaynaklı Birleştirme Çeşitleri

Bu bölümde ele alınan birleştirme türleri, yatay konumda gerçekleştirilen kaynaklar için geçerli bilgileri kapsamaktadır. Aynı birleştirme çeşitlerinin diğer kaynak konumlarında uygulanması, verilen bilgilerde değişikliğe gidilmesi kaydıyla sağlanabilir. Çünkü yatay kaynağın diğer kaynak konumlarından ayrılan önemli farkları vardır. Böyle olunca yatayda yapılan iç köşe kaynağıyla, dik olarak yapılan iç köşe kaynağı; kullanılan elektrot, çalışma ve elektrot hareket açısı gibi değerlerin değişmesine neden olur.

#### 1.4.5.1. Küt-Ek Kaynağı

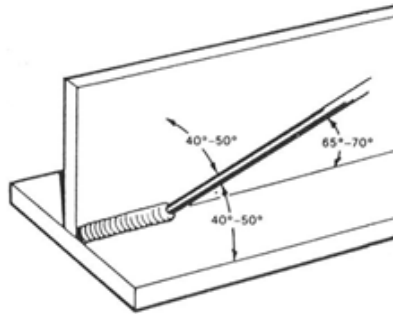
Kalınlıkları 4 ile 8 mm arasında olan parçaların, tek ya da çift taraflı kaynağı küt ek kaynağıyla yapılabilir. Kalınlığın 4 mm'den sonraki ölçülerinde iki taraflı kaynak önerilir. Sonuçta elde edilen kaynak dikişinin, burulma ve eğilme zorlamalarına karşı dayanımı fazla değildir. Diğer yandan, düşük sıcaklıkta darbeli ve kesilmeye çalışılan yerlerde bu kaynak türü hiç kullanılmamalıdır.

#### 1.4.5.2. Bindirme Kaynağı

Dayanıklılığın ön plana çıktığı, tek taraflı kaynaklı birleştirmelere göre daha fazla dayanım istenen parçalara uygulanır. Küt ek kaynağında olduğu gibi kaynak ağzı açılması gerekmez. Bu nedenle basit bir birleştirme şeklidir. İş parçaları birbirinin üstüne konur. Üst üste konma genişliği konusunda kesin bir veri bulunmamasına rağmen genel olarak parça kalınlıklarına bağlı değerler söylemek mümkündür. Buna göre üst üste binme genişliği olarak parça kalınlıkları toplamının iki katı alınabilir. Bindirme kaynağı, dikişin çekileceği bölge yönünden iç köşe kaynağına benzer. Çalışma açısı olarak elektrot 45°, hareket açısı olarak 5° -20° tutulur. Bindirme kaynağıyla kalın kesitli parçaların birleştirilmesi yapılacak ise kök dikişine gereksinim vardır. 10 mm'den daha fazla kalınlığa sahip parçalar, iki ya da daha fazla sayıdaki dikişler ile tamamlanır.

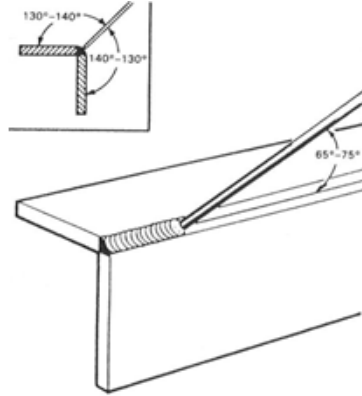
### 1.4.5.3. İç ve Dış Köşe Kaynağı

Kaynak üretimin birçok alanında karşımıza çıkan birleştirme türlerindedir. İç köşe kaynağı, istenilen dayanımın niteliğine göre tek ya da iki taraflı yapılabilir. Dikiş, küt ek kaynağında olduğu gibi kaynak ağzı gerektirmez. Ancak dikişin oluşturulması daha fazla dikkati gerektirir çünkü iç köşe kaynaklarında iki farklı yüzey bulunur ve bunlardan biri düşey, diğeri yatay olarak konumlandırılmıştır. Kaynak sırasında ısının yatay yüzeye de tutulmasına gayret edilir. Tek dikişli birleştirmelerde elektrot hareket ettirilmeden dikişin oluşması sağlanabilir. Dikiş sayısı birden fazla ise elektrota bir hareket verilmesi gerekir. Elektrodun çalışma açısı  $45^\circ$ , hareket açısı  $5^\circ - 20^\circ$  arasındaki değerlerde olmalıdır.



Resim 1.28: İç köşe kaynağı ve elektrot çalışma açısı ile elektrot eğim açısı

Dış köşe kaynakları, iki kenarın tam ve yarım açık ya da kapalı olmasına göre yapılabilir. Bu tür birleştirmeler, dikdörtgen kesitli konstrüksiyonlar, kazanlar ve metal mobilyaların kaynağında kullanılmaktadır.

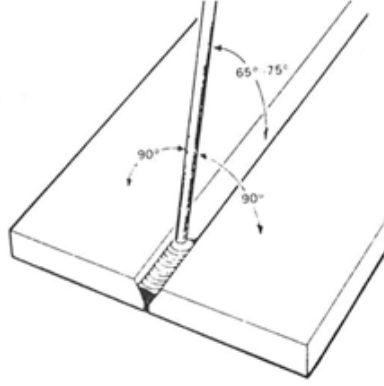


Resim 1.29: Dış köşe kaynağı ve elektrot açıları

### 1.4.5.4. “V” Kaynağı

Kaynaklı birleştirme işleminde uygulanacak parçanın kalınlığı 10 mm'den büyük olduğunda V kaynak ağzı açılarak dikiş çekilir. Birçok uygulamada kaynak ağzı açma maliyeti göz önüne alınmalıdır. Ağzı açma maliyeti ancak oksijenle kesme yapıldığında düşer. Tek başına V kaynağı fazla elektrot tüketimine yol açar. Örneğin; X kaynağından daha fazla kaynak metali gereklidir. Küt ek kaynağında olduğu gibi kaynak kökünün bulunduğu kısım, eğilme ve burulmaya karşı fazla dayanıklı değildir.

Bazı uygulamalarda tek bir dikiş ile V kaynak ağzının doldurulması mümkün olmayabilir. Bu gibi durumlarda kök dikişi gerekir.



Resim 1.30: V kaynak ağzı açılmış iş parçasına uygulanan elektrot açıları

#### 1.4.5.5. "X" Kaynağı

Kaynak ağzı açmanın maliyeti fazladır, buna rağmen V kaynak ağzılı birleştirme elektrot tüketiminin az olduğu bir birleştirme türüdür. 10 mm'den büyük kesitli parçalara uygulanan dikişlerde, olumlu sonuçlar alınması için yeterlidir. Kaynak dikişinin mutlak surette iki taraflı yapılıyor olması, dayanıklılığını derinden etkiler. Ancak iki taraflı çekilecek dikişlerin simetrik olarak yapılması çarpılmalara yol açmaması bakımından önerilir.

#### 1.4.5.6. Sağ Kaynak (Yatayda Sağ Dikiş Çekmek)

Elektrik ark kaynağında kullanılan yöntem sağ kaynaktır. Mecburi durumlarda sol kaynak uygulaması da yapılabilir. Elektrotla parça arasında elektrot çapı kadar mesafe değildir. İlerleme hızı ve elektroda verilen açı değiştirilmemelidir. Sağ kaynak **düz ve hareketli** (zik zak, yarım ay, dairesel) olmak üzere iki şekilde yapılır. Hareketli kaynak dikişinde, dikiş yükseltisi azalır, genişliği ise artar. Eğer iş parçasının kalınlığı ve yüzeyde yeterli mesafe var ise hareketli dikiş tercih edilmelidir.

#### 1.4.5.7. Sol Kaynak Uygulama Tekniği

Sol kaynak uygulaması zorunlu kalmadıkça kullanılan bir yöntem değildir. Elektroda verilen açı 80° olmalıdır. Elektrotla parça arasındaki mesafe azaltılır. Ancak burada da uyulması gereken asıl prensip bu açının cürufun arkın önüne akmasını önleyecek şekilde olmasıdır. Yani cüruf kaynaççıyı geçmemelidir. Geçecek olursa işlem durdurulup yeniden kaynağa devam etmeden önce cüruf çekiçlenerek temizlenmelidir. Bütün hâllerde dikiş daima çekilmeli, hiçbir zaman itilmemelidir. İtildiğinde kaçınılmaz olarak kaynak metaline cüruf karışır ve bu da kaynak hatalarına yol açar.

Her işte olduğu gibi burada da kaynaççı, hareketlerine tam hâkim olabileceği en rahat pozisyonda çalışmalıdır. Parçayı uygun yüksekliğe getirmek veya büyük parçalarda

kaynakçıyı dikiş yerinin yanına ulaştırmak için kaybedilecek dakikalar esas kaynak işlemi sırasında fazlasıyla telafi edilir zira bu takdirde kaynakçı daha çabuk ve daha iyi çalışacaktır. Bir baş maskesi kullanmıyorsa kaynakçı mümkün olduğu kadar sağ dirseğini masa veya parçaya dayayabilmelidir. El maskesi, arkın gücüne göre kaynaktan 20 ile 40 cm mesafede bulunmalıdır; daha uzak tutulursa ergime banyosu iyi kontrol edilemez, daha yakında ise cam çabuk kirlenir ve bir kaç saat çalışmadan sonra kullanılmaz hâle gelir. Pense kablosu, ağırlığı ile kaynakçıyı yormamalıdır. Onu omzunun üstünden geçirmeli veya uygun bir yere asmalıdır. Cürufun iyi temizlemesi (çekiçleme, fırçalama) için kaynak yerinin iyi aydınlatılması gerekir.

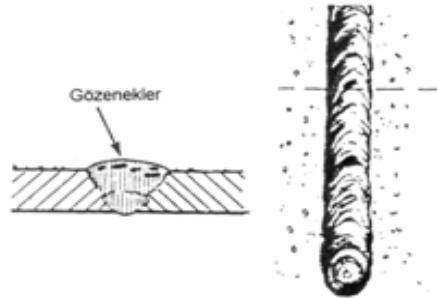
#### 1.4.6. Kaynaklı Birleştirme Hataları

Kaynaklı birleştirmenin ölçü, düzgünlük ve dayanım bakımından istenilen özellikleri taşıyor olması gerekir. Buradaki ölçü ve düzgünlük ifadesinden, dikişin genişliği ve yüksekliği anlaşılır. Özellikle köşe kaynaklarında kenar ölçüsü, kesit yüksekliği, dikişin parçaya işlemesi, kaynak dikişinin her noktasında aynı olmalıdır.

Her ne kadar kaynaklı parçanın oluştuğu gerece göre değişim gösteriyorsa da sağ dikişlerde görülecek hataları, **dış** ve **iç hatalar** olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür.

##### 1.4.6.1. Hava Boşluğu

Elektrik ark kaynağının yapımı sırasında meydana gelen yüksek sıcaklık, kimyasal reaksiyonların oluşmasına zemin hazırlar. Reaksiyonlar sonucunda açığa çıkan gazların, eriyik kaynak metali içerisinde sıkışıp kalması, hava boşluklarının (gözenek) oluşmasında temel etkindir. Hava boşluğunun oluşmasında birçok neden vardır.



**Resim 1.31: İyi temizlenmemiş veya elektrot örtüsünde fazla nem oluş iş parçasında meydana gelen gözenekler**

Hava boşluğunun oluşma nedenleri:

- İş parçasının kimyasal bileşiminden,
- Kükürt miktarından (İş parçasının ve elektrotun yanması sonucunda mümkün olduğunca az miktarda kükürt oluşması gerekir. Bu elektrot seçimiyle yakından ilgilidir.),
- Elektrot örtüsünde bulunan rutubet miktarından (Önlenmesi için elektrotun kurutulması gerekir.),
- Akım şiddetinin gereğinden az miktarlarda tutulmasıdır.

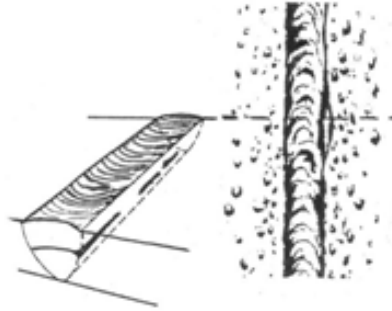


- Ark boyunun yanlış tespitinden (Az ark boyunun gözenek oluşmasına neden olması gibi gereğinden fazla ark boyu da aynı kaynak hatasının oluşmasına neden olur.),
- Erimiş kaynak banyosunun kısa sürede katılaşmasından (Ani katılaşma kaynak metali içinde sıkışan gazların dışarı çıkmasına zaman tanımaz.),
- Kaynak ağzlarının yüzeyinde bulunan yabancı maddelerden (Bunlar genellikle kaynak yapılacak alanın gereğince temizlenmemesinden) kaynaklanabilir.

Kaynak dikişinde oluşacak gaz boşlukları, dikişin taşıyıcı kesitinde azalmalara neden olduğundan dayanım değerleri düşer. Her şeyden önce kaynak metalinin olması gereken alanlar, gaz boşluklarınca doldurulacağından dayanım düşecektir. Kaynak metalinde bulunan gözenekler, genel olarak iç hatalar kapsamında ele alınır. Bu nedenle özel kaynak kontrol yöntemleriyle bulunması önerilir. Küçük gruplar hâlinde bulunan gaz boşlukları kaynak dikişinin statik dayanımı üzerinde fazla etki göstermez. Ancak statik dayanımların ön plana çıktığı ve gözenek gruplarının büyük ölçüklere vardığı kaynak dikişleri, sökülerek yenilenmelidir.

#### 1.4.6.2. Cüruf Kalıntısı

Elektrik ark kaynağında çokça karşılaşılan bir dikiş içi hatası olarak karşımıza çıkar. Elektrot örtü maddesinde bulunan bileşimler, ark sırasında, kaynak banyosunun içinde erir. Bunların bir kısmı kaynak metalinin iç yapısına geçer. Bir kısmı ise örtünün esas görevini yerine getirmek için dikişin üzerini dış etkilere karşı koruma maksadıyla kaplar. Cüruf normal şartlarda dikişin üzerinde örtü oluşturur. Ancak elektrodun örtü cinsine göre kaynak değerlerinde değişim yapılmadığında örtü görevini üstlenen cürufun bir kısmı kalıntılara yol açar.



**Resim 1.32: Cüruf kalıntısı**

Hatanın oluşma nedeni olarak örtü maddesinin iç yapısına eklenen ve dikişi örtme görevi verilen maddelerin, kaynak metalinin altında kalması ya da dikiş boyunca yayılması gösterilir. Diğer yandan yeterince temizlenmemiş kök dikişine ait cüruf kalıntılarının üzerine, dolgu ve örtü dikişleri çekildiğinde de cüruf kalıntıları meydana gelir.

Çok sayıda üst üste çekilen dikişlerde daha çok görülen cüruf kalıntısı, cüruf temizliğinin özenli bir şekilde yapılmasıyla önlenir.

Kaynak dikişinde görülen cüruf kalıntılarının önüne geçmek için uyulması gereken kurallar şunlardır:

- Elektrodun çapı, gereğinden fazla kalın olmamalıdır.
- Kaynak ağzının açısı doğru seçilmelidir.
- Kaynak esnasında elektroda uygun bir hareket verilmelidir.
- Elektrot ile iş parçasındaki çalışma ve hareket açısı uygun seçilmelidir.
- Kök pasosu özenli çekilmelidir.
- Birden fazla dikiş çekilmesi gereken iş parçalarında, üste gelen dikişler geçilmeden alttaki dikişin cürufları çok iyi temizlenmelidir.

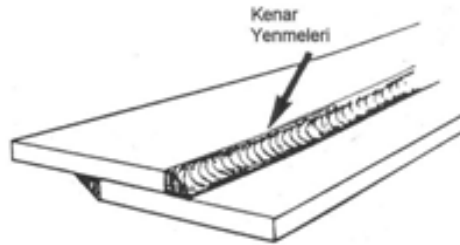
Cüruf kalıntıları kaynak dikişinde, gaz boşlukları gibi etki bırakır. Düzgün sıralar takip eden cüruf kalıntıları, kaynaklı birleştirmenin dayanımını etkilediği gibi birleşmenin sağlıklı olmamasını sağlar. Cüruf kalıntılarının olduğu dikişlerin yenilenmesi gerekir.

### 1.4.6.3. Kenar Yenmeleri

Genellikle iş parçasının üzerindeki dikişin kenarlarına denk gelen alanlarda karşılaşılan bir kaynak hatasıdır. Kenar yenmeleri, oyuk ve çentik biçiminde dış kaynak hatası olarak dikiş boyunca sürekli ya da kesintili şekilde devam edebilir.

Kenar yenmelerinin;

- Yüksek akım şiddetinin seçilmiş olması,
- Kaynakçının aşırı hızlı çalışması,
- Elektroda fazla zikzak hareketi yaptırılması,
- Elektrodun kaynak sırasında yanlış açılarda tutulması,
- Elektrodun rutubetli ya da iş parçasının aşırı oksitli olması nedenleri arasında sayılabilir.



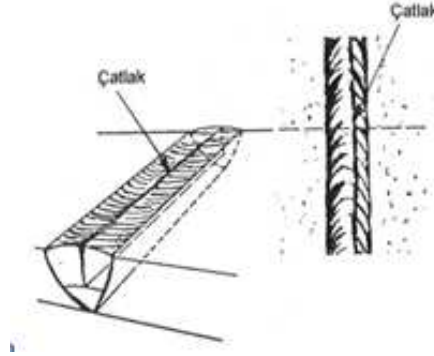
**Resim 1.33: Kenar yenmelerinin en çok karşılaşıldığı bindirme kaynak konumu**

Kenar yenmelerine yol açan hatalar izlediğinde kaynak hatası değil; kaynakçı hatası gibi olduğu görülür. Buradan da anlaşılacağı üzere elektrik ark kaynağının gereken özende yapılması ve kurallara uygun kaynak değerlerinin seçilmesi sorunları giderecektir. Kenar yenmelerinin, kaynak dikişi dinamik dayanımını olumsuz olarak etkilediğinden küçük ölçekli hataların bile oluşmasına izin verilmemesi gerekir. Dış hatalar grubunda ortaya çıkan kenar yenmesinin görüldüğü dikişler yenilenir. Nedenlerinin ortadan kaldırılması için yenileme işlemine geçilmeden hatalı kaynak dikişinin taş ile temizlenmesi önerilir.

Kenar yenmesinin bir başka boyutu, bindirme kaynaklarında görülür. Bu hata üst üste bindirilen kenarın kaynak sırasında erimesiyle oluşur. Bunun nedeni; yanlış elektrot hareketi, yetersiz bindirme, uygun olmayan elektrot çapı ya da parça kalınlığıdır. Bu hata da kaynak dikişinin statik ve dinamik dayanımlarını derinden etkilediği için kaynağın yenilenmesi gerekir.

#### 1.4.6.4. Çatlamlar

Diğer kaynak hatalarına göre daha olumsuz sonuçlara sebep olması nedeniyle çatlakların üzerinde fazla durulması gerekir. Çatlak oluşmuş dikişte zaman içinde ortaya çıkacak zorlamalar, çatlağın ilerlemesi ve iş parçasının kırılmasına yol açar. Kaynaklı parçanın değişik yerlerinde çatlaklara rastlanabilir. Bu bakımdan çatlaklar, oluşabilecek yerlerine göre iki ana grupta toplanır. Bunlar; kaynak metali ve kaynak yapılan parçada meydana gelen çatlaklardır.



Resim 1.34: Kaynak dikişlerinde görülen çatlaklar

## 1.5. Elektrik Ark Kaynağında İş Güvenliği

### 1.5.1. Kazalara Neden Olan Faktörler

Kazalara neden olan faktörler aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

- Teknik faktörler;
- Makine ve teçhizatın yeterli derecede koruyucu olmaması veya arızalı çalıştırılması,
- İyi olmayan iş yeri şartlarıdır.
  
- İnsandan kaynaklanan faktörler;
  - Teknik bilgi eksikliği,
  - İşe uyumsuzluk,
  - Yeteneksizlik,
  - Ailevi sorunlardır.

- Diğer faktörler;
  - Araç gereçleri hatalı kullanmak,
  - Gereksiz hatalar yapmak,
  - Tezgâh koruyucularını kaldırmak veya bunları yetersiz kullanmak,
  - Kişisel koruyucuların kullanımını ihmal etmektir.



- YANLIŞLAR ve ETKİLERİ**
- Yüz maskesi yok.  
Yüzde yanıklar, göz alınması.
  - Kollar çıplak.  
Çıplak ciltte yanıklar.
  - Yanıcı kıyısı giymek.  
Elbise nedeni ile tutuşma ve yanma riskleri.
  - Kaynak bölgesinde yanıcı madde bulunması.  
Yangın, patlama, zehirli gaz buharları.
  - Yakında çalışanlarla kaynak bölgesi arasında paravan olmaması.  
Göz alması ve yanıklar.
  - Yangın söndürme kovaşında kum yerine su bulunması.  
Yangın sırasında elektrik çarpması.
  - Ortamdan atılmayan kaynak dumanları  
Muhtemel zehirlenmeler, baş ağrısı.
  - Topraklamanın sağlıksız ve tehlikeli yapılması.  
Elektrik çarpması, tutuşurma zorluğu nedeni ile dikkat dağınılığı.

**Resim 1.35: Kötü çalışma ortamı**



**Resim 1.36: Uygun çalışma ortamı**

### 1.5.2.Kaynak Uygulamalarında Dikkat Edilecek Güvenlik Konuları

- Çevrede yanabilecek maddeler gözlemlenmeli ve uzaklaştırılmalıdır.
- 220 veya 380 Volt besleme kablosu izolasyonunun sağlam olduğundan emin olunmalıdır.
- Boşta çalışma gerilimi 65 Volt'tan yüksek kaynak makinelerinde kaynak kablo ve penselerinin izolasyonlu olmasına, çıplak olarak pense ve topraklamaya dokunulmamasına dikkat edilmelidir.

- Başkalarının kaynak ışınlarına maruz kalmasını engelleyici önlemler alınmalıdır (pano vb.).
- Yüksek yerlerde çalışılırken refleks tepkisi de düşünülerek emniyet kemeri takılmalıdır.
- Kaynak ışınlarına karşı kol, boyun, el vb. çıplak vücut bölgesini örtecek giysiler giyilmelidir.
- Kaynakçı maskesi (tercihen baş maskesi) mutlaka kullanılmalıdır (punta işlemi de dâhil).
- Ağır parçaların birleştirme kaynaklarında yardımcı personel ve/veya uygun makine ve aparatları kullanılmalıdır.
- Çoklu çalışma ortamında kaynak ışınlarına karşı kaynağa başlamadan önce sesli olarak “**Gözlerinizi koruyunuz.**” ikazı yapılmalıdır.
- Kaynak cüruflarının (çapaklarını) kırılması sırasında; kaynağı yapan kişinin kendisi veya başkasına cürufların sıçramasını engelleyici şekilde kırma işlemi yapması gerekir.
- Topraklama ucu (asi) mutlaka kaynak yapılan noktaya yakın takılmalıdır.
- Kapalı ortamlarda çalışma sırasında ortamın kaynak dumanından temizlenmesi ve ortama taze hava gelmesi sağlanmalıdır.
- Kaynaktan sonra sıcak bırakılacak parçalara dokunulmasını engellemek için mutlaka uyarı levhası konulmalıdır.

Aşağıda verilen etkinliği sınıfta arkadaşlarınızla gerçekleştiriniz.

<b>Değer</b>	İsraf etmeme (kullanılan kaynak malzemeleri ve elektrik israfının önüne geçilmesi)
<b>Konu</b>	İsraf etmeme kavramı
<b>Etkinlikler</b>	➤ İnsan, toplum, ahlak, israf etmeme, tasarruflu kullanma, yerinde ve yeterli kullanma,
<b>Kavramlar</b>	➤ “İsraf nedir?” ➤ “Tasarruf nedir?” ➤ “Yerinde ve yeterli miktarda kullanmak ne demektir?”
<b>Yöntem</b>	➤ Beyin fırtınası ➤ Grup tartışması ➤ Değer açıklama ➤ Düz anlatım ➤ Soru cevap
<b>Yaklaşımlar</b>	➤ Değer analizi ➤ Değer açıklama
<b>Kazanımlar</b>	1. Saygınlık kazanır. 2. Toplumun güvenini kazanır. 3. Çalıştığı yer ve toplumsal hayatta iyi bir imaja sahip olur. 4. Her kime ait olursa olsun kendisine emanet edilen malzemeleri israf etmeden yerinde ve yeterli miktarda kullanmayı öğrenir. 5. Temel kaynak işlemlerde kullanılan kaynak malzemelerine ve elektriğe sahip çıkmayı öğrenir.

İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak aşağıdaki işlem basamakları ve öneriler doğrultusunda elektrik ark kaynağı ile dikiş çekiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ İş parçasını ve gereçleri kaynağa hazır hâle getiriniz.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Uygun iş parçasını seçmelisiniz.</li><li>➤ Malzemenin cinsi, kullanıldığı yer ve nasıl bir etki altında kaldığını tespit ederek kaynak şeklini doğru belirlemelisiniz.</li><li>➤ İş parçasının çapaklarını bir eğe yardımıyla temizlemelisiniz.</li><li>➤ Kaynak dikişini çekeceğiniz alana çizecek ya da kaynak kalemi ve cetvel aracılığıyla düz çizgiler çizmелisiniz.</li><li>➤ Çizgilerin arasındaki boşluk elektrot çapının 3-4 katı olmalıdır.</li><li>➤ Kaynak işlemi esnasında kaynak maskesi, eldiven, deri tozluk ve önlük kullanmalısınız.</li></ul>
<p>➤ Kaynak işlemini yapınız.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Uygun elektrodu seçiniz.</li><li>➤ Makineyi çalıştırarak uygun amperi seçiniz.</li><li>➤ Elektroda uygun açı ve yükseklik sağlamalısınız.</li><li>➤ Elektrodun ucunu kaynak yönünün aksine çevirerek dikiş çekiniz.</li><li>➤ İş parçasının üzerinde oluşan cürufları temizleyiniz.</li><li>➤ Çizgiyi takip ederek dikişi tamamlamalısınız.</li><li>➤ Her dikişin sonunda örtü maddesi ve sıçramadan meydana gelen artıkları kaynak çekici ve tel fırça yardımıyla temizlemelisiniz.</li><li>➤ Düz dikişleri tamamladıktan sonra dikiş aralarında kalan boşluğu doldurarak dolgu kaynağını tamamlamalısınız.</li><li>➤ Dolgu kaynağı tamamlandıktan sonra yüzeyde kalan örtü maddesi artıklarını temizleyip dikişi gözle kontrol ediniz.</li><li>➤ Parçanın çarpılması ve bozulmasını önleyici tedbir almalısınız.</li><li>➤ Maskesiz kaynak yapmamalısınız.</li><li>➤ Kaynak esnasında çıkan gazların önlemini alınız.</li><li>➤ Kaynaktan sonra iş parçasını elinizle tutmayınız.</li><li>➤ Kaynaktan sonra iş parçasının yavaş soğumasını sağlamalısınız.</li><li>➤ Yangın ve güvenlik önlemlerini almalısınız.</li><li>➤ Kaynak sonrası parçada çarpılma, eğilme varsa düzeltmelisiniz.</li></ul>

**Aşağıdaki soruları dikkatle okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.**

1. Aşağıdakilerden hangisi alternatif akım veren kaynak makinelerinden biridir?  
A) Transformatör  
B) Kompresör  
C) Redresör  
D) Kompratör  
E) Jeneratör
2. Piyasada en çok kullanılan örtülü elektrot çekirdek çapları aşağıdakilerden hangisidir?  
A) 2-3,25mm  
B) 2-4mm  
C) 2-6mm  
D) 4-6mm  
E) 2-9mm
3. İş parçasında kaynak dikişine dik eksen boyunca ortaya çıkan kendini çekme aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Boylamasına çekme  
B) Kesitine Çakme  
C) Boyuna Çekme  
D) Enine Kesme  
E) Enlemesine
4. İş parçasının kaynak dikişi yönündeki ekseni boyunca kendini çekme aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Boylamasına çekme  
B) Kesitine Çakme  
C) Boyuna Çekme  
D) Enine Kesme  
E) Enlemesine
5. Elektrik ark kaynağında camların korunması ve kullanılmasının kolaylaştırılması için aşağıdakilerden hangisi kullanılır?  
A) Fırça  
B) Maske  
C) Çekiç  
D) Aspiratör  
E) Tel



6. Şebeke gerilimi aşağıdakilerden hangisidir?  
A) 110 yada 210 volt  
B) 85 yada 115 volt  
C) 220 yada 380 volt  
D) 75 yada 45 volt  
E) 85 yada 220 volt
7. Elektrik ark kaynağı yapılabilmesi için şiddetin aşağıdaki hangi değerlerde olması gerekir?  
A) 100-600 Amper  
B) 10-600 Amper  
C) 10-60 Amper  
D) 110-660 Amper  
E) 110-60 Amper
8. Kaynak dikişinin rahat ve düzgün biçimlendirildiği konum aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Tavan  
B) Dik  
C) Yatay  
D) Korniş  
E) V Tipi
9. Kaynak banyosunun bir anda katılaşmasının önüne geçilmesinde aşağıdakilerden hangisi çok önemlidir?  
A) Elektrot örtü maddesi  
B) Kaynak makinesi türü  
C) İş parçasının cinsi  
D) Kaynakçının yeteneği  
E) Elektrik akımı
10. Elektrik ark kaynağında kaynak dikişinin nüfuziyet ve biçimini aşağıdakilerden hangisi etkiler?  
A) Elektrot örtü maddesi  
B) Kaynak hızı  
C) İş parçası  
D) Kaynakçının yeteneği  
E) Elektrik

**Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.**

1. ( ) Elektrik ark kaynağı, metal kaynaklarından biridir.
2. ( ) Alternatif akımda ark üflemesi önemli bir sorun oluşturur.
3. ( ) Alternatif akım ile kalın kesitli parçaların, kalın çaplı elektrotlar ile kaynağı rahatlıkla yapılabilir.
4. ( ) Kapalı ve nemli/rutubetli alanlarda DC kaynak makineleri kullanılmamalıdır.
5. ( ) Elektrik ark kaynağında en çok kullanılan elektrot, örtülü elektrotlardır.

**Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.**

6. Kaynaklı birleştirme için gerekli ısının, elektrotlar arasında oluşturulduğu ve ark yardımıyla sağlandığı ergitme kaynak türüne, ..... adı verilir.
7. Kıvılcımlar ..... m'ye kadar sıçrayabilir.
8. Elektrik ark kaynağında elektrotlar ....., ..... ya da ..... amacıyla kullanılmaktadır.
9. Eriyen elektrotlar da ..... ve ..... olarak kendi aralarında sınıflanmaktadır.
10. Örtülü elektrotlar ..... şeklindedir ve kaynak pensine takılan kısmı tamamen .....

## **DEĞERLENDİRME**

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Kontrol Listesi”ne geçiniz.

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş önlüğünüzü giydiniz mi?		
2. İş güvenliği önlemlerini aldınız mı?		
3. Elektrik ark kaynağı ile kaynak sırasında, alet veya makinenin üzerinde belirtilen uyarı işaretleri ve bakım kullanma kitabında belirtilen uyarıları dikkate aldınız mı?		
4. Elektrik ark kaynağı ile kaynak sırasında, alet veya makine bakım kullanma kitabını kullandınız mı?		
5. Elektrik ark kaynak makineleri, elektrotları ve kaynak yardımcı elemanlarının bakımını bakım ve kullanma kitaplarına göre yaptınız mı?		
6. Malzemenin cinsi, kullanıldığı yer ve nasıl bir etki altında kaldığını tespit ederek kaynak şeklini belirlediniz mi?		
7. Uygun elektrodu ve amperi seçtiniz mi?		
8. Belirtilen sürede kaynak uygulama teknik ve metotlarına göre kaynak yaptınız mı?		
9. Belirtilen sürede değişik konumlarda kaynak yapma yöntemlerine göre kaynak yaptınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak tekniğine uygun şekilde oksii-asetilen kaynağı ile dikiş çekebileceksiniz.

Oksii-asetilen kaynağı hakkında araştırma yaparak oksii-asetilen kaynağı ile çalışma öncesi, sırası ve sonrasında alınması gereken iş güvenliği tedbirlerini öğrenerek konuyu arkadaşlarınızla grup çalışmasında tartışınız.

- Oksii-asetilen kaynağının çeşitlerini araştırınız.
- Oksii-asetilen kaynağının nerelerde kullanıldığı hakkında bilgi edininiz.
- Oksii-asetilen kaynağı ile ilgili fotoğrafları inceleyiniz.
- Oksii-asetilen kaynağını İnternet ve satış bayilerinden araştırınız.
- Oksii-asetilen kaynağının parçaları, bakımı ve görevlerini araştırınız.
- Edindiğiniz bilgileri resim ve fotoğraflarla destekleyerek uyarıcı panolar hazırlayınız.
- Yaptığınız araştırmalardan elde ettiğiniz sonuçları, sunum yaparak arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

## **2. OKSİ-ASETİLEN (OKSİ-GAZ) KAYNAĞI**

Metalleri işleyen zanaatkârların çok eskilerden beri, metalleri ergime derecelerine kadar ısıtıp sökülemeyecek şekilde birleştirdikleri bilinmektedir. Ergitme kaynağı adı verilen bu uygulamaların en eskisi günümüzde geçerliliğini yitiren ocak kaynağıdır. Metallerin ergime derecelerine kadar ısıtıp sökülemeyecek şekilde birleştirilmeleri, kaynak işlemin oluşması anlamını gelir. Bu açıdan bakıldığında modern yöntemlerle yapılan kaynakların başlangıcı olarak oksijen kaynağı düşünülebilir.

### **2.1. Oksijen Kaynağının Tanımı, Önemi ve Özellikleri**

Oksijen kaynağı; yakıcı olarak oksijenin, yanıcı gaz olarak da çoğu zaman asetilenin kullanıldığı, gazların yanıcı ve yakıcı etkilerinden yararlanılarak yapılan kaynak yöntemidir. Yanıcı ve yakıcı gazların oluşturduğu kaynak alevi, kaynak edilecek gerecin ergime derecesinin çok üzerinde bir ısı oluşturur. Kaynak bölgesinde gerekli olan dolgu gereci olarak da ek teller kullanılır. Günümüzde oksijen kaynağı; sadece karoseri onarımı ve sert

lehim işleriyle -kaynak dikişinin boşluksuz olması nedeniyle- üstün sızdırmazlık ve basınca karşı dayanım gerektiren boru kaynaklarında kullanılmaktadır.



Fotoğraf 2.1: Oksijen kaynak donanımı

## 2.2. Oksijen Kaynağında Kullanılan Malzemeler

### 2.2.1. Karpit

Karpit, çelik grisi renginde, katı bir madde olan kalsiyum karbürdür. Karpit su ile temas ettirildiğinde reaksiyona girerek asetilen gazının açığa çıkmasına neden olur. Karpitin ham maddesi kireç ve metalurjik koktur. Karpit üretim tesislerinde kireç fırınlarından elde edilen kireç 15000 KVA'lık ark direnç fırınında kok kömürü tarafından,  $CaO + 3C = CaC_2 + CO$  reaksiyon denklemi gereğince 1800-2 000 °C'a indirgenir ve kalsiyum karbür elde edilir.

### 2.2.2. Asetilen Gazı

Asetilen yanıcı bir gazdır ve oksijen ile birleştiğinde oksijen kaynağı için gerekli olan kaynak alevini oluşturur.

Asetilen, karpitin ( $Ca C_2$  kalsiyum karbür) su ile teması sonucu açığa çıkan bir gazdır. İçindeki fosforlu hidrojen nedeniyle sarımsağımsı bir kokuya sahiptir. Ayrışma için gereken 1,5 atmosferden fazla basınç ve sıcaklıktır. Bu ortamda asetilen, yanma ve tutuşma olmadan 11 kat basınca ulaşır ve patlar. Asetilenin bu özelliği, basıncının 1,5 atmosferden fazla değere ulaşmasına izin verilmemesi gerektiğini gösterir. Basınç 2 atmosferi aştığında özel emniyet önlemleri alınmaz ise başlayan ayrışma, bütün gaz kütesine yayılarak patlama oluşturur. Bu nedenle sıcaklık ve basıncın yükselmesine izin verilmez. Asetilenin patlamasını önlemek için basıncın 1,5 atmosfer, sıcaklığın da 60 °C sınırında tutulması gerekir.

Asetilen gazı, sabit ya da seyyar, değişik kapasitelerdeki üretim cihazlarında üretilebildiği gibi tüpler aracılığıyla da atölyelerde kullanılır.

**Tüplerde kullanılan asetilenin sağladığı üstünlükler şunlardır:**

- Diğer asetilen üretim yöntemlerine göre daha temizdir.

- Her türlü hava şartlarında ve her yerde kullanılır.
- Kısa süreli kullanımlara uygundur.
- Bir yerden bir yere ulaştırılması kolaydır.
- Asetilenin meydana getirebileceği kazalara karşı emniyetlidir.
- Kullanım sonucunda kalsiyum hidroksit kireci gibi artık maddeler bırakmaz.
- Tüm bu üstünlüklerinin yanında, maliyeti fazladır.

### 2.2.3. Oksijen Gazı

Oksijen kaynağında, yanıcı gaz olarak değişik gazlar kullanılabilir. Ancak yakıcı gaz olarak sadece oksijen gazı kullanılır. Kaynak işlemi adını da buradan almaktadır.

Kaynaklarda kullanılan oksijen havadan üretilir. Oksijen gazı kokusuz, tatsız ve renksizdir. Kendisi yanmaz, ancak tüm yanma olaylarında mutlak surette bulunur. Oksijen olmadığında yanma olayı da gerçekleşmez. Sıvı hâle getirildiğinde mavimsi bir renk alır ve -183 °C’de buharlaşır.

### 2.2.4. İlave Tel

Oksijen kaynağında çıplak kaynak telleri kullanılır. Kaynak teli iş parçasının özelliklerine en yakın değerde olmalıdır. **“G” harfi** oksijen kaynağının, uluslararası ifadesidir. Her bir kaynak telinin tanınmasını kolaylaştırmak amacıyla renk kodları geliştirilmiştir. Kaynak teli sınıfına göre tellerin yapımında belli metal ve elementlerden yararlanılmaktadır. Kaynak telinin iç yapısını bilmek iş parçasına uygun kaynak telinin tespiti için büyük kolaylık sağlar. Alevin meydana getirdiği ısı iş parçasını ertirir. Meydana gelen kaynak banyosu içine daldırılan kaynak teli eriyerek kaynak metalini meydana getirir. Bu yönden kaynak telinin çapı kaynak metalinin oluşmasında etkindir. Kaynak telinin çapı parça kalınlığına göre belirlenir. İç yapılarındaki alaşım elementlerinin varlığı, tellerin kaynak esnasında değişik özellikler göstermesine neden olmaktadır. Bu yönüyle her bir kaynak teli, farklı davranış gösterir. Oksijen kaynağında tel seçimi, telin özellikleri etkileyeceğinden telin kaynak esnasında sergilediği durumda bilinmelidir.

Genel olarak kaynak telinin çapı, gereç kalınlığıyla aynı ölçülere sahiptir. Eğer ek tel çapı verilen değerlerden fazla alınacak olursa kaynak alevi teli zamanında ertirmekte güçlük çeker. Dolayısıyla da kaynak banyosu oluşmaz. Diğer yandan tel çapının yanlış uygulama sonucu küçük olması ihtimali de vardır. Bu durumda da tel kaynak alanındaki ısının emilmesini sağlayacak kütlede olamayacağından kaynak yeri delinir.

### 2.2.5. Oksijen Tüpleri

Oksijenin basınç altında sıkıştırılmasında bir tehlike yoktur. Gaz hâlinde, 1 litre hacme 150 litre oksijen sıkıştırılabilir. Oksijen kaynağında 10-40 ve 50 litre hacimli tüpler kullanılır.

Tüp cinsi	Tüp hacmi L	İç basınç bar	Oksijen miktarı L
50	50	200	10000
40	40	150	6000
10	10	200	2000

**Tablo 2.1: Oksijen tüpleri ve basınçları**

Oksijen tüpünün kullanılmadığı zamanlarda, valf emniyet başlığı yerine takılmalıdır. Tüpü yuvarlamak, destek olarak üzerinde iş yapmak, çekiçlemek, kaynak yapmak, ateşe direkt olarak tutmak doğru değildir. Tüp kullanımı sırasında düşmemesi için bir yere bağlanmalıdır. Oksijen tüplerinin valf ve bu kısımda bulunan dişleri sıvı ya da katı yağla yağlanmamalıdır. Tüplerin ısıdan ve direkt güneş ışınlarından korunması sağlanmalıdır.

Oksijen tüpleri basınçlı gaz tüpleri olarak ele alınır. Bu nedenle daima kuru ve gölgede depolanmalıdır. Üzerinde dolu ya da boş olduğunu belirten etiket bulunmalıdır. Boş tüpler uygun, ayrı bir yerde, dolu olanları ise boş tüplerin karşısına istiflenmelidir.

Bütün tüplerin koruyucu başlıkları yerinde olmalıdır. Taşınmalarında ise gerekli tüm emniyet önlemleri alınmalıdır. Diğer basınçlı gaz tüplerinde olduğu gibi oksijen tüplerinin de tam olarak boşaltılması önerilmez. Tüp içinde bir miktar gaz bırakılması, valfin emniyeti açısından önemlidir. Bu tür tüpler boşaldığında mutlaka evvelce içinde bulunan gaz ile doldurulur. Kesinlikle farklı gaz dolumu yapılmaz. Örneğin; bir oksijen tüpü boşaldığında yerine asetilen hatta hava doldurulmaz.

## 2.2.6. Asetilen Tüpleri

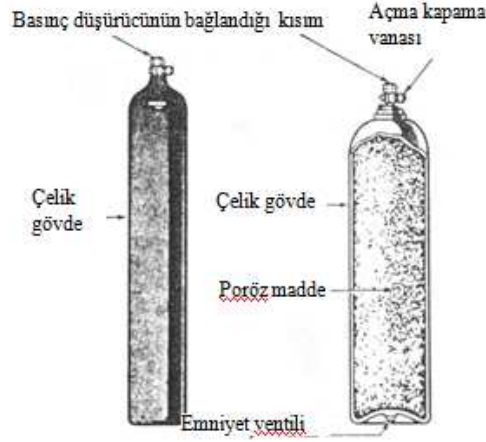
Asetilen ile ilgili bilgiler verilirken bu gazın 1,5 atmosferik basınç üzerine çıktığında bileşenlerine ayrıldığı ve daha sonrada patladığı belirtilmişti. Tüpleri bu şartlar altında doldurmak ekonomik değildir. Asetilenin bileşenlerine ayrılmasını önlemenin yolları vardır. Tüpler bu şartlar yerine getirilerek doldurulur.

### **Asetilen tüpünün, doldurulması için gereken şartlar:**

- Gazın serin tutulmasına gayret gösterilmeli, böylece ayrışma için gereken ısınma önlenmelidir.
- Aseton türü sıvılar içinde gaz eritilmelidir.
- Gazın gözenekli maddelere iyice yayılması sağlanmalıdır.

Tüm bunlar gerçekleştirilirse asetilen tüplerine 15 atmosfer basınca kadar asetilen sıkıştırmak mümkündür. Bu şartları taşıyan tüplerin, % 25'i gözenekli madde olarak poröz madde, % 38'i aseton, % 8'i emniyet için boş bırakılan hacmi kapsar. Aseton, gözenekli poröz madde tarafından emilir. Normal tüplerde 15 litre aseton bulunur. 15 atmosfer basınç altında, 1 litre aseton içinde, 400 litre asetilen erir. Buna göre 15 atmosferik basınç altında

doldurulan bir asetilen tüpü, 15X400= 6 000 litre asetileni içine alır. Piyasada 40 litrelik asetilen tüpü denildiğinde yukarıda sıralanan miktarlarda aseton ve asetilen alan tüpler anlaşılmalıdır.



Resim 2.1: Oksijen ve asetilen tüpünün yapısı

### 2.2.7. Asetilen Kazanları

Kaynak işleminde kullanılan asetilen, karpitin su ile teması sonucunda oluşur. Bu işlemin gerçekleşmesinde kullanılan araçlara **asetilen kazanı** adı verilir.

Hangi tür kazan olursa olsun, suyun karpit ile yaptığı reaksiyon sonucunda ortaya asetilen gazı çıkar. Geride bir çamur kalır, bu kalsiyum hidroksit kireci olarak adlandırılır.

Kalsiyum hidroksit çamuru, çöpe atılmamalı, kanalizasyon sistemine verilmemeli, özenli olarak imha edilmelidir aksi hâlde az da olsa asetilen üretimi gerçekleşir ve oluşan gaz, patlamalara neden olur. Genel olarak atık, bir süre bekletilir. Böylece içinde az miktarda dahi asetilen gazının kalmadığından emin olunur. Daha sonra da uygun bir yerde çukur içine gömülerek toprak ile kapatılır.

### 2.2.8. Basınç Düşürücüler

Kaynak işleminde kullanılacak gazlar, tüp içinde sıkıştırılmış hâlde bulunur ve basınçları yüksektir. Tüp içindeki gazın yüksek basınçta sıkıştırılması, ekonomik bir şekilde taşınması için gerekir. Bu basınç kaynak işlemi için gerekli basıncın çok üzerindedir. Örneğin; oksijen tüplerinde basınç 150-200 atmosfer, asetilen tüpte ise 15 atmosferdir.

Tüp basıncının kaynak işleminde kullanılabilir basınca düşürülmesinde, basınç düşürücülerden yararlanır. Değişik gazların değişik basınçtaki tüplerde kullanılması ve çalışma basınçlarının farklılığı basınç düşürücülerini de çeşitlendirmiştir.

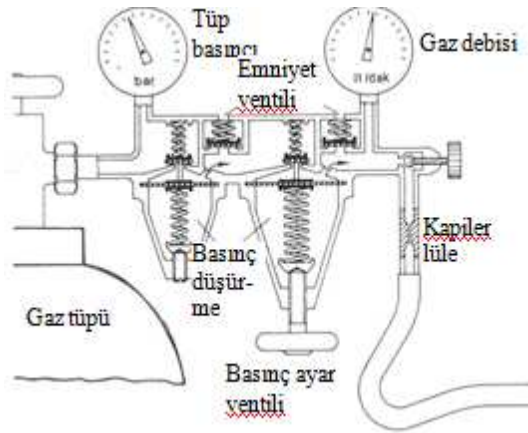
Oksijen, asetilen ve propan basınç düşürücülerinin bazı özellikleri aşağıda verilen tablodadır.



Gazlar	Tanıtıcı Harf	Tanıtıcı Renk	Tüp Bağlantısı	Hortum Bağlantısı
Oksijen	<u>O</u>	Mavi	R 3/4 sağ	6,3 x R 1/4 sağ
Asetilen	<u>A</u>	Sarı	Kelepçe	8 x R 3/8 sol
Propan	P	Turuncu	W 21,8 x 1/14 sol	8 x R 3/8 sol

**Tablo 2.2: Oksijen, asetilen ve propan basınç düşürücülerin bazı özellikleri**

Basınç düşürücüler tek kademeli ve çift kademelidir. Düşürücüler üzerinde iki adet manometre bulunur. Tüpe yakın olanı tüp içindeki basıncı, diğeri kullanma basıncını gösterir. Tüp vanası açıldığında gaz, tüpten tam basınçla düşürücünün ayarlama vidasına kadar gelir. Bu vida tüp açılmadan önce tamamen gevşetilmiş olmalıdır. Eğer normal çalışma düzeninde olursa tüpten gelen fazla basınç ilk planda yararlanma yeteneğine sahip olmayacağından diyafram ya da yayların esnekliğini bozar. Bu nedenle tüp açıldığında ilk düşürücü tam basınç gösteriyorsa ikinci düşürücü sıfırı göstermelidir. Basınç ayar vidası çevrildiğinde tüpten tam basınç ile gelen gaz, yavaşça kullanma basıncını gösteren kısma geçer. Ayarlama vidası bir yay aracılığıyla diyaframa bağlıdır. Bir bakıma vidanın sıkılması diyaframın hareketi ve buna bağlı kilitleme tapasının açılmasını sağlar. Bu sırada üfleç ve basınç düşürücü vanası açık olmalıdır. Gaz direkt olarak üflece ulaşır. Basınç ayar vidası üzerinde yapılacak ayarlamalar ile kullanma basıncı manometre üzerinden sabitlenir.



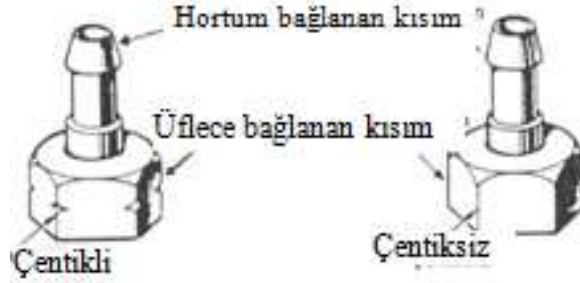
**Resim 2.3: Basınç düşürücünün kesiti**

Basınç düşürücülerinden beklenen verimin alınması, tüplere takılmasından başlayıp açılması, iş bitiminde kapatılmasına kadar varan belli kurallara uyulmasına bağlıdır.

### **Basınç düşürücünün kullanım kuralları aşağıda verilmiştir.**

- Basınç düşürücülerin tüplere takılması
  - Tüp üzerindeki bağlantının temizliği kontrol edilir. Bunun için bağlantı yerine üflenir.
  - Contalar kontrol edilir. Hasar görmüş olanlar yenileriyle değiştirilir.

- Vida bağlantıları ya da kelepçe vidası sıkıca bağlanır.
  - Gaz kaçağı kontrol edilir.
- Çalışmaya hazırlanması veya açılması
- Tüp vanası yavaşça açılır.
  - Basınç düşürücü kapatma vanası açılır.
  - Üfleç vanası iyice açılır.
  - Basınç düşürücü ayarlama vidası yavaşça sıkılır.
  - Kullanma basıncını gösteren manometre gözlenir.
  - Ayarlama vidası istenilen basınca ulaşıncaya kadar çevrilir.



Resim 2.4: Asetilen hortum rakorları çentikli ve sol diş, oksijen ise çentiksiz ve sağ dişli

- Kapatma
- Tüp vanası kapatılır.
  - Üfleç vanası açılır, her iki manometre göstergesi sıfıra düşünceye kadar beklenir.
  - Ayarlama vidası açılarak zarın üzerindeki yay basıncı yok edilir.
  - Basınç düşürücüdeki kapatma vanası kapatılır.
  - Üfleç vanası kapatılır.

### 2.2.9. Sulu ve Kuru Güvenlikler

Oksi-gaz kaynağında sıkça karşılaşılan sorun geri tepmedir. Geri tepme yalın olarak kaynak için gereken alevin, lüle, üfleç ya da hortum içinde oluşmasıdır. Önlenmediğinde patlama ile sonuçlanan korkunç kazalara yol açabilir. Önlenmesi sulu ve kuru güvenlik araçları sayesinde gerçekleşir.

#### Geri tepmenin nedenleri;

- Anormal gaz basıncı,
- Yıpranmış ya da özelliği kaybolmuş üfleç lülesi kullanılması,
- Lülenin fazla ısınması ya da tıkanması,
- Enjektör sisteminin bozulması,
- Hortumların sıkışması ya da dolaşması,
- Kanalların temiz olmaması **şeklinde sıralanabilir.**

Geri tepme, çok keskin ve tiz sesle alev yanışı olarak kendisini gösterir. Fark edildiği zaman, önce oksijen valfi sonra da asetilen valfi kapatılarak yanma için gerekli gaz engellenir. Meydana gelen alevin asetilen bulunan kısma geçmesine izin verilmemelidir.

Sulu ve kuru güvenlik araçları bu amaç için kaynak donanımına yerleştirilir. Çalışma sistemleri farklı olmasına rağmen her iki güvenlik aracının da çalışma amacı aynıdır; alevi engellemek ve asetilen bulunan kazan ya da tüpe ulaşmasına izin vermemek.

Bunlardan en yaygın olanı sulu güveniktir. Su ile dolu bir kapalı kaptan gaz iletilir. Böylece geri tepme sırasında alevin geri dönüp tüp ya da kazana ulaşması engellenir. Sık sık su seviyesinin kontrolü gerekir. Sulu güvenlik içinde su bulunması, görevini yerine getirmesinin ön şartıdır. Herhangi bir nedenle su seviyesinin gereğinden az olması kazalara yol açabilir. Bu tür olumsuzlukların meydana gelmemesi için kuru güvenlikler geliştirilmiştir.

Kuru tip güvenlik araçları sık kontrol gerektirmez, ancak ciddi bir geri tepme olayı yaşandığında da bir daha kullanılmaları mümkün değildir. Kuru güvenlik sisteminde sinter metal denilen bir parça kullanılır. Sistemin çalışma prensibi; sinter metalin gaz geçişine tek bir yönde izin verir. Geri tepme de oluşan alevin geçişine izin vermez.

#### **Her iki güvenlik tertibatının;**

- Üfleçten geri tepen gazın tüp ya da kazana geçmesini engellemesi,
- Geri tepen alevi söndürmesi,
- Alçak ve orta basınçlı kazanlarda, havanın emilerek kazana girmesine engel olması **beklenir.**



**Fotoğraf 2.2: Üfleç ve hortumların arasına bağlanmış kuru güvenlikler**

### **2.2.10. Kaynak Üfleci / Hamlaç / Şaloma**

Oksijen kaynak alevinin oluşması ve kontrol altında tutulmasını sağlayan üfleçtir. İşlevlerini yerine getirirken yanıcı ve yakıcı gazları karıştırır. Hamlaçlar genellikle pirinç malzemeden yapılır. Yan yana iki giriş ucundan asetilen ve oksijen girer. Hamlaç üzerinde iki adet musluk (valf) vardır. Bunlardan biri asetileni, diğeri oksijeni kumanda eder. Üfleç üzerinde bulunan iğneli iki kontrol valfi hortumlarla iletilen oksijen ve asetilenin geçiş miktarını ayarlar.

### Gaz karışımının oluşturulma biçimine göre hamaç çeşitleri şunlardır:

- Enjektörlü kaynak üfleçleri
- Enjektörsüz kaynak üfleçleri
- Eşit basınçlı kaynak üfleçleri
- Dış karışimli kaynak üfleçleri



Fotoğraf 2.3: Üfleç takımı ve koruyucu metal kutusu

Enjektörlü olanları oksijen kaynak atölyelerinde en çok kullanılan grubu oluşturmaktadır. Bu tür üfleçlerde yüksek basınç altında gelen oksijen gazı (2,5 atm.), asetilen gazını emer. Alçak ve yüksek basınçlı asetilen işlemlerinde kullanılır. Kaynatılacak parça kalınlığına göre çeşitleri bulunur. Hangi parça kalınlığında, hangi üflecin kullanılacağı, üfleç üzerindeki numaralar aracılığıyla belirlenir. Buna göre standart enjektörlü üfleçlerin bek numaraları ve kaynatılabilen parça kalınlıkları tablo 2.3'te verilmiştir.

Üfleç numarası	Gereç Kalınlığı (mm)	Üfleç numarası	Gereç Kalınlığı (mm)
1	0.3-0.5	6	6-9
2	0.5-1	7	9-14
3	1-2	8	14-20
4	2-4	9	20-30
5	4-6		

Tablo 2.3: Üfleç numaraları ve buna göre kullanılan malzemelerin kalınlıkları

### Üfleç uçlarına takılan (değişik büyüklükteki ) eğik borulara bek denir.

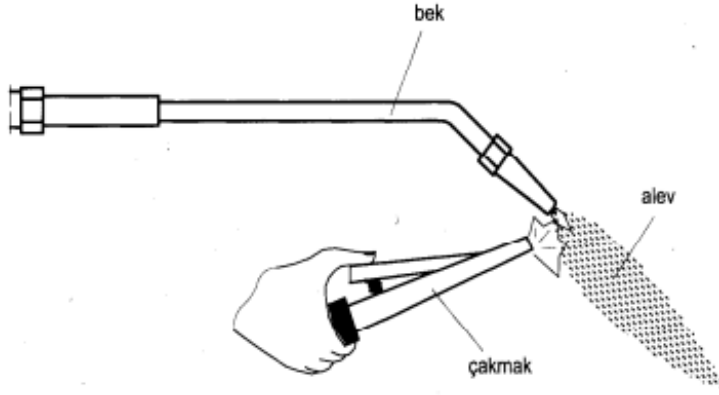
Hamaç çıkışında oksijen ve asetilen karıştırılarak bek ucundan çıkar ve bir kıvılcımla bek ucunda alev oluşturur. Bek ucunda meydana gelen alevin sıcaklığı 3250 0C'dir.

Kaynak alevinin elde edilmesi için önce hamaç üzerinde bulunan oksijen musluğu (valf) ardından asetilen musluğu açılır ve zaman kaybedilmeden ateş(çakmak, kibrit) yardımıyla karışımın alev alması sağlanır. Bu bir kuraldır.

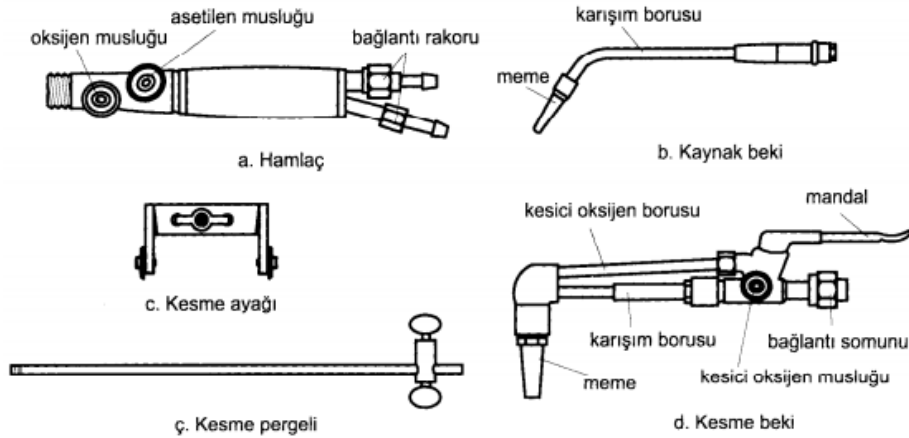
Oksijen musluğu açılmadan asetilen musluğunu açıp yanmayı gerçekleştirilse bile başarılı bir yanma elde edilemez. Hemen oksijen açılrsa da alev çoğu zaman söner. Söndürme işleminde ise öncelikle yanıcı gaz olan asetilen daha sonra oksijen musluğu kapatılır.

Bek hamlaca bir rakor somunu ile bağlanır. Aynı hamlaca gerektiğinde kesme ve kaynak beki takılabilir. İki çeşit bek vardır:

- **Kaynak beki:** Kaynak bekinde oksijen enjektörden geçerken basıncı daha düşük olan asetileni emerek bir karmaç meydana getirir. Bu karmaç bek ucunda yanarak kaynak alevini oluşturur.
- **Kesme beki:** Kesme beki normal hamlaç sapına takılacak şekilde veya yalnız kesme beki olarak yapılmıştır. Kesme beki, oksijen enjektörden geçerken basıncı daha düşük olan asetileni emerek bir karmaç meydana getirir. Bu karmaç bekin ucunda yanarak ısıtıcı alevi sağlar. Parça biraz ısınınca kesici oksijen musluğu açılır. Bu zamanda bekin ortasında ısıtıcı alevi karışan yüksek basınçlı oksijen alevi sertleştirir ve parçayı yakarak kesilmesini sağlar.



Resim 2.7: Bek ucunu yakma



Resim 2.8: Kaynak üfleç takımları

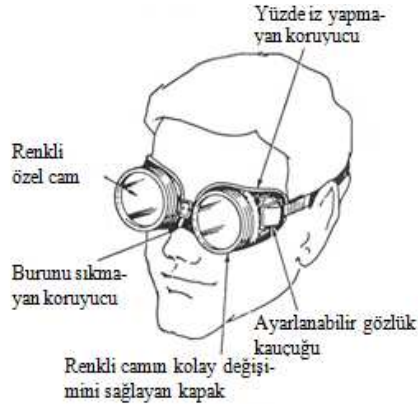
### **Beklerin korunması ve bakımı sırasında dikkat edilecek hususlar:**

- Bekler çekiç gibi kullanılmaz, sağa sola vurulmaz.
- Bekler yanar vaziyette bir yere bırakılmaz, söndürülerek yerine kaldırılır.
- Kaynak yaparken bek ısınarak içten yanabilir, bunu önlemek için ısınan bek soğutulur.
- Bek ısıklık sesine benzer bir ses çıkarmaya başladığı zaman içten yanma başlamıştır, derhâl önce asetilen, sonra oksijen kapatılır.
- Kaynak yaparken bekin ucuna biriken oksitleri temizlemek için parçanın yüzeyine bek sürülmemeli, soğutularak elle temizlenmelidir.
- Tıkanmış bek uçları yumuşak pirinç telle açılmalıdır.
- Meme kenarındaki oksitler zımpara ile temizlenmelidir.
- Kaynakla iş bittiğinde hamlaçlar sökülüp temizlenerek takım çantasına konulmalıdır.

## **2.3. Oksijen Kaynağı Donanımları**

### **2.3.1. Kaynak Gözlüğü**

Oksijen kaynağında, elektrik ark kaynağında olduğu gibi bir ark ve yüksek ışıklar oluşmaz. Dolayısıyla gözler de aşırı ışıklarla karşılaşmaz. Ancak bu demek değildir ki kaynak çıplak gözle takip edilebilir. Kaynak, oksijen kaynağı için geliştirilmiş gözlükle izlenmelidir. Kaynak işleminde kullanılan ve gözleri koruyan bu araçlar gözlük olarak adlandırılır. Çünkü bu tür gözlükler, kaynak işlemi sırasında her iki elinde kullanılması nedeniyle başa takılarak sadece gözleri kaplar. Bundan dolayı elektrik ark kaynağında olduğu gibi maske olarak tanımlanmaz.



**Resim 2.9: Oksi-gaz kaynağında kullanılan gözlük**

### **2.3.2. Kaynak Masası**

Oksijen ile yapılan kaynak dikişlerinde ısı tesiri altında kalan bölge, diğer kaynak yöntemlerine göre daha geniş bir alanı kapsar. Bunun anlamı, kaynak uygulamasıyla daha fazla bir alanın ısınmıyor olmasıdır. Birçok iş parçasının kaynaklı birleştirme işlemi için

verilen ısı, süreyle bağlantılı olarak çevreye yayılır. İş parçasının, ısı iletimi yüksek yerlere konularak dikiş elde edilmeye çalışılması, parçanın geç ısınması şeklinde kendini gösterir. Oksigaz kaynağının bu özelliği, yararlı işlerde kullanılabilir. Örneğin; ince kalınlığa sahip parçalara uygulanan ısının çevreye yayılması, parçanın kaynak sırasında biçim değiştirmesine engel olabilir. Ancak birçok durumda parçanın ısıtılması için verilen ısı, özellikle parçanın konulduğu masa aracılığıyla çevreye dağılır. Bu durum, parçanın kaynak sıcaklığına geç ulaşmasına neden olur, bu da istenmeyen bir olaydır.

Oksijenin bu özelliği, iş parçasının konumlandırılacağı masalarda nitelik değişikliğine gidilmesi ve masaların diğerlerinden ayırt edilmesine neden olur. Masaların bir bölümü, ısı iletimine engel olacak gereçlerle kaplanır. Genel olarak bu işlem için seçilen ateş tuğlalarıdır. Ateş tuğlalarıyla kaplı masanın bir kısmı, parça konulmasına uygun bir yapıdadır. Ateş tuğlası dışında kalan kısımlar ise çelik kullanılarak biçimlendirilir.

Oksijen kaynağında kullanılan masanın diğer bir özelliği, üzerinde uygun bir konumda su kabına sahip olmasıdır. Gerek iş parçalarının gerekse üfleçlerin soğutulması istendiğinde bu kaplardan yararlanılır.



Fotoğraf 2.4: Kaynak masasında çalışma

### 2.3.3. Valfler

Oksijen ve asetilen gibi gazların tüplerden manometrelere geçişini kumanda eden araçlara **valf** denir. Valfler pirinçten yapılmıştır. Vidalı birleştirmeler de sağlamlığı, sert olması ve oksitlenmeye karşı dayanımından dolayı pirinçten yapılır. Valfin tüplere veya manometrelerin valfe bağlanmasında yağ veya benzeri yanıcı madde kullanılmamalıdır.

### 2.3.4. Hortumlar

Hortumlar, özel olarak gözeneksiz üretilir, asetilen ve oksijeni tüplerden üflece iletir. Oksijen hortumunun; dış çapı 16, iç çapı 6,3 mm, rengi ise mavidir. Asetilen hortumunun; dış çapı 16, iç çapı 8 mm, rengi ise kırmızıdır. Asetilen hortum rakorı çentikli ve sol dişli, oksijenin ise çentiksiz sağ dişli olur.

Hortumlar kaynak çapaklarına ve aleve karşı dirençlidir. Doğal ve sentetik kauçuktan imal edilmiştir. Alt kat, katlar arası sentetik tekstil örgü takviyesi ikinci kat ve her türlü

aşınma, aleve dayanıklı üst kat olmak üzere üç katlı olarak imal edilmiştir. **Aşağıda katlar ve bunların özellikleri verilmiştir:**



**Fotoğraf 2.5: Oksijen kaynağında kullanılan hortum ve yapısı**

- **Üst kat:** Sürtünme ve hava şartlarına dayanıklı üst kat (mavi, kırmızı, turuncu, siyah)
- **Takviye katı:** Katlar arası tekstil örgü takviye
- **Alt kat:** Sentetik elastomer karışımı, siyah, düz ve pürüzsüz.

### 2.3.5. Önlük ve Eldiven

Endüstriyel üretimin her basamağında iş giysisi ve eldiven kullanılması alışkanlık hâline gelmelidir. Mesleğin ilk yıllarında bunun alışkanlık hâline getirilmesi insan sağlığı için önemlidir.

Sürekli kaynak yapımı söz konusu olduğunda deri önlük, tozluk ve kolluklarla giysi takviye edilmelidir. Kaynak sırasında metal kıvılcımların açığa çıktığı düşünülürse vücudun hiçbir yerinin açıkta kalmaması önerilir ve her ne sebeple olursa olsun iş elbisesinin kollarının kıvrılması insan sağlığı açısından olumsuz sonuçlar(yanıklar) doğuracaktır.



**Fotoğraf 2.6: Kaynakçı önlüğü**



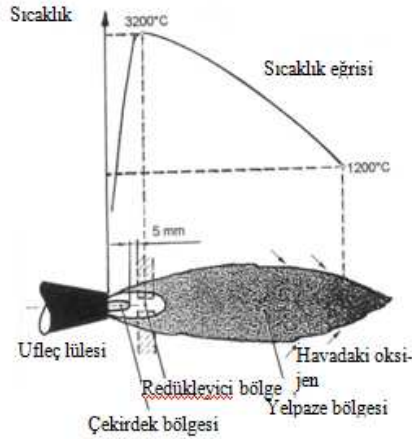
## 2.4. Oksijen Kaynağında Kaynak Uygulama Teknikleri

### 2.4.1. Kaynak Alevi

Oksijen kaynağında, yanıcı ve yakıcı gaz karışımlarının yanmasıyla oluşan alev, **kaynak alevi** denir.

Teorik açıdan bakıldığında oksijen kaynak alevinin oluşması için gerekli olan ortamda, 1 birim asetilen için 2,5 birim oksijene ihtiyaç vardır. Ancak oksijen tüpünden alınan oksijen miktarı bu işlem için 1 birimdir. Alev için gerekli olan ve geriye kalan 1,5 birim oksijen, ortamdaki havadan alınır. Sonuçta kaynak için gerekli olan her 1 birim asetilen için 1 birim oksijen, tüpten çıkar.

Normal bir alev; çekirdek, redükleyici ve yelpaze bölgesi olmak üzere üç kısımdan oluşur.



**Resim 2.10: Normal alevin kısımları**

Çekirdek bölgesinde hiç bir reaksiyon oluşmaz. Asetilen oksijen karışımı alevlenme sıcaklığının altında bulunur.

Redükleyici bölge, redükleyici gazların bulunduğu ve sınırları belirli bir şekilde olan mavimsi bölgedir. Gaz karışımının molekülleri bu bölgeyi çok hızlı geçer ve sıcaklığın birdenbire yükselmesiyle **birinci kademe** adı verilen yanma oluşur. Alevin en yüksek sıcaklığı bu bölge içine girer. Özellikle çekirdek bölgesinin 5 mm uzağına denk gelen alan en yüksek sıcaklığın olduğu yerdir. Bu kısımdan yelpaze bölgesinin ucuna doğru sıcaklık değerleri düşerek sürer.

Yelpaze bölgesi, bundan önceki bölgelerin en dışında kalan ve redükleyici bölge ürünleriyle havanın oksijeni arasında yanmanın oluştuğu dış bölgedir. Alevin bu bölgesi her zaman oksitleyicidir ve bol miktarda azot içerir.

Bu değerler, alevin türüne göre değişim gösterir. Çünkü üç değişik türde olan oksijen-gaz kaynak alevinin (**normal, oksitleyici ve karbonlayıcı**) her birinde değişik gaz karışımları kullanılır.

**Normal alev;** asetilen ve oksijen miktarlarının eşit olduğu alev türüdür. Kendi içinde, **yumuşak alev** ve **sert alev** olarak ikiye ayrılır. Yumuşak alev, ince, sert alev ise kalınlığı fazla olan çeliklerin kaynağında kullanılır.



**Fotoğraf 2.6: Normal alev**

Normal alev ile kaynatılan gereer; bakır, kurşun, bronz, çinkodur.

**Oksitleyici alev;** pirinç gereerinin kaynağında tavlama, doğrultma ve sertleştirme işlerinde kullanılır. Oksijen miktarı, asetilen miktarına göre fazladır. Özellikle bakırın çinko ile oluşturduğu alaşım olan pirinç alaşımları, oksijeni fazla alev kullanılarak kaynatılır. Bunun dışında iç yapısında gümüş bulunan pirinçler de oksitleyici alev ile kaynatılır.



**Fotoğraf 2.15: Oksitleyici alev**

**Karbonlayıcı alev;** dökme demir, alüminyum ve alaşımlarında kullanılan bu alev türünde, asetilen miktarı, oksijene göre fazladır. Asetilen miktarı arttıkça da serbest karbon oluşumu artar. Bu nedenle de **karbonlayıcı alev** denir.

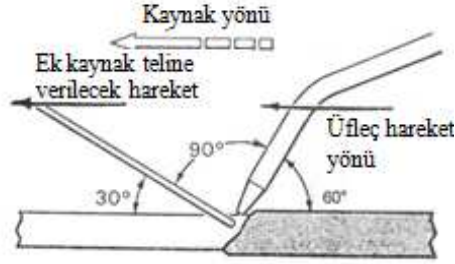
**Karbonlayıcı alev kullanılarak kaynatılan gereer şnlardır:**

- Alüminyum ve alaşımları
- Nikelli alaşımlar
- Monel metali
- Krom, karbon alaşımı olan krom karbür
- Dökme demir
- Yüksek karbonlu elik

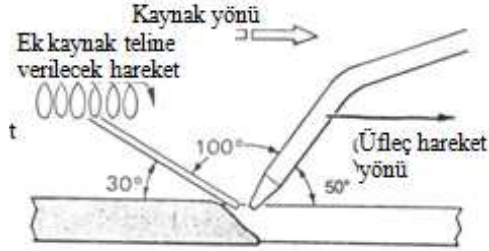


Fotoğraf 2.8: Karbonlayıcı alev

## 2.4.2. Kaynak Yönü



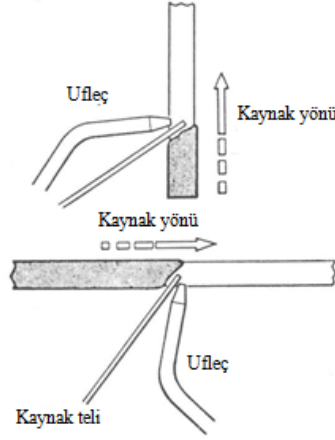
Resim 2.11: Sola kaynak.



Resim 2.12: Sağa kaynak.

Oksijen kaynağında üfleç ile iş parçası arasındaki açının değiştirilmesi, kaynak alanına ısı girdisinin artırılmasında ya da azaltılmasında kullanılır. Böylece kaynak alevinin oluşturduğu ısının büyük çoğunluğunu iş parçası üzerine yönlendirilebilir ya da aksi yapılabilir. Kaynak yapımında uygulama yönlerinde farklılıklar da benzer üstünlükler sağlar. Bunlar sağ ve sol kaynak, oksijen kaynağının diğer kaynak uygulamalarına göre üstünlüğüdür.

Sağ ya da sol kaynak uygulamalarından biri seçilerek parçaların istenilen oranda ısı alması ya da aksi sağlanabilir. Bu kaynak işleminde oldukça önemli bir üstünlük sağlar.



**Resim 2.13: Sağ kaynağın uygulandığı dik ve tavan kaynağı**

**Oksijen kaynağında sağ kaynak olarak bilinen uygulama;** dikişe göre üfleç önde, ek teli arkada olacak şekilde, soldan sağa doğru yapılan işlemdir. Kalın parçaların ergitilmesi için yüksek ısıya ihtiyaç duyulduğundan sağ kaynak, özellikle kalın kesitli parçalar ile boruların kaynağında kullanılır.

Sağ kaynağın olumlu yanları

- Isı kaynağı dikişin tam üzerine gelir.
- 3 mm'den kalın gereçlerde çok iyi kök kaynağı yapılır
- Gereç yavaş soğur.
- En iyi koruyuculuk sağlanır.

Sağ kaynağın olumsuz yanları

- Kaynak dikişinin yüzeyi düzgün görünmez.
- Gereç kalınlığı 2,5 mm'den az olduğunda kaynak zorlaşır.

Dikişe göre üfleç arkada, ek tel önde olacak şekilde, iş parçasının sağından başlanıp sola doğru yapılan kaynak işlemine **sol kaynak adı** verilir. Yüksek ısı girdisi arzu edilmeyen ince kesitli parçalar, bu uygulama ile kaynatılır.

Sol kaynağın olumlu yanları

- Dikiş görüntüsü güzeldir.
- Gereç daha az ısıtılır.
- 3 mm kalınlığa kadar malzemede iyi kaynak yapılabilir.

Sol kaynağın olumsuz yönleri

- Büyük bir ısı kaybına neden olur.

- Erimiş kaynak bölgesinin kaynak yönüne doğru dolmasıyla birleşme hatası oluşturur.
- 1,5 mm'den kalın gereçlerin kök kaynağı zorlaşır.

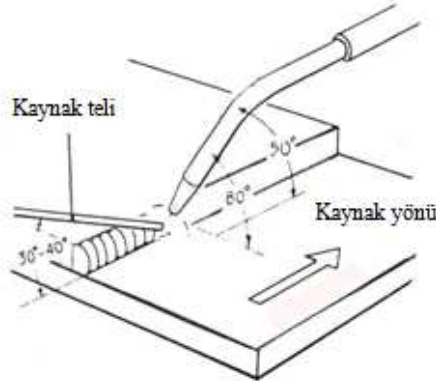
Sağ ya da sol kaynak uygulama gerekliliği, parçanın kalınlığıyla yakından ilgilidir. Bir bakıma hangi yöntemin uygulanacağına karar verilirken parça kalınlığına bakılır. Seçimi kolaylaştıracak bir tablo, aşağıda verilmiştir.

Kaynak Konumu	Gereç Kalınlığı	Kaynak Yönü
Düz	Kalınlığı 3 mm'ye kadar	Sol Kaynak
	Kalınlığı 3 mm'den fazla	Sağ Kaynak
Yan ya da Dik	Kalınlıkları 1-3 mm'ye kadar	Sol Kaynak
	3 mm'den fazla gereçler	Bütün konumlarda sağ kaynak
Dik	Kalınlığı 1-3 mm'ye kadar olan gereçler	Sol Kaynak
	Kalınlıkları 3 mm'den fazla gereçler	Sağ Kaynak
Tavan	Kalınlığı 1-3 mm'ye kadar olan gereçler	Sol Kaynak
	Kalınlıkları 3 mm'den fazla gereçler	Sağ Kaynak

**Tablo 2.4: Kaynak konumu ve gereç kalınlığıyla kaynak yönteminin seçimi**

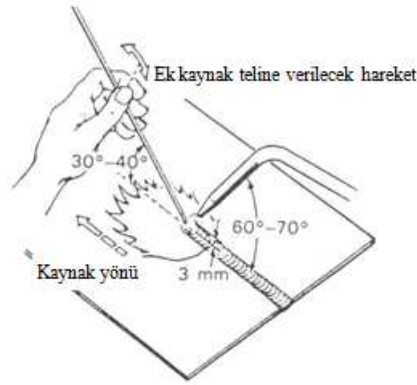
### 2.4.3. Kaynak Birleştirme Çeşitleri

Oksijen kaynağı değişik kaynak konumlarına uygundur. İş parçası, yatay, dik, yan (duvar ya da korniş) ve tavan konumlarında kaynak edilebilir. Ayrıca her bir kaynak konumu, birleştirme şekillerine göre de gruplanabilmektedir. Küt ek, bindirme, iç ve dış köşe kaynakları ilk başta sayabileceğimiz kaynak birleştirmeleridir.

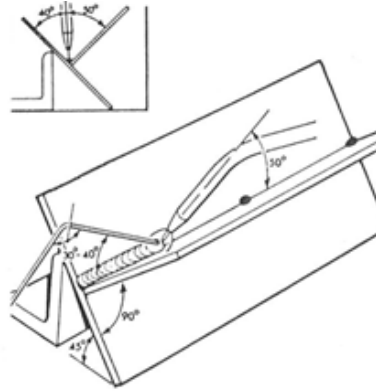


**Resim 2.14: Yatay konumda, bindirme türü birleştirme**

Oksijen kaynağında küt ek kaynağı denildiğinde iki iş parçasının kenarlarının birbirine yaklaştırılması anlaşılır. Bazı başvuru kitaplarında bu tür kaynaklı birleştirmeye alın kaynağı da denir. Kaynak birleştirme ve dolgu işlemlerinde kullanılır. Dolayısıyla kavramda adı geçen ek kelimesi, parçaların birleştirilmesini ifade eder ve uygulamanın bir tür birleştirme kaynağı olduğunu açıklar. İç dış köşe kaynakları, iş parçasının köşe oluşturacak şekilde konumlandırıldığı birleştirme şeklidir. Genel olarak parçalar birbiriyle  $90^\circ$  lik bir açı yapacak şekilde köşeleri üzerinde temas ettirilir. Birleşme kenarlarından da kaynatılır. Parçalardan biri, diğerinin üzerine konumlandırıldığında köşe oluşumu söz konusudur. Bu kaynaklara, **köşe kaynağı** denir. Ancak bazı durumlarda bu tür birleştirmeler T kaynağı adını alır.



**Resim 2.15: Küt ek kaynağında üfleç ve kaynak teline verilecek açılar**



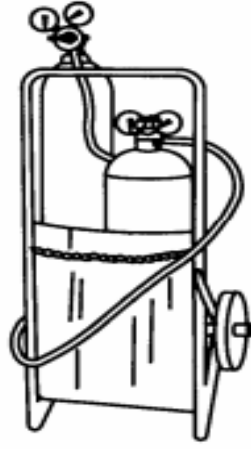
**Resim 2.16: İç köşe kaynağı**

Kaynak işleminde en önemli hususlardan biri, dikişi meydana getiren kaynak metalinin kaynatılan metal ile aynı özellikte olmasıdır. Bu sağlanırsa kaynak başarısı artar. Oksijen kaynağının özelliklerinden biri olan telsiz dikiş bunu sağlar. Telsiz dikiş, adından da anlaşılacağı üzere ek kaynak teli kullanılmadan yapılan kaynak uygulamasına denir. Özellikle ince parçalar, bu yöntem ile başarılı bir şekilde kaynatılır.

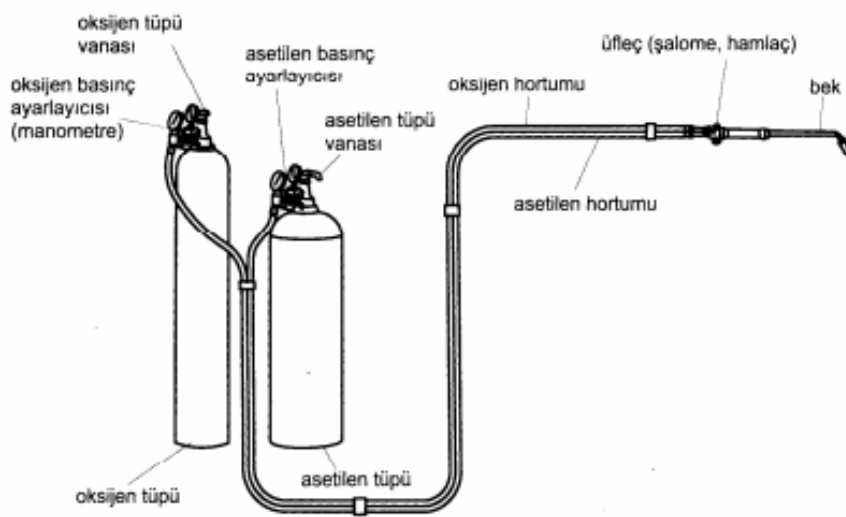
## 2.5. Kaynak Elemanlarının Hazırlanması

### 2.5.1. Oksijen ve Asetilen Tüplerinin Kurulması

Oksijen ve asetilen tüpüne basınç regültörleri, basınç regülatörlerine de asetilen ve oksijen hortumları kelepçe ile takılır. Üfleçler de aynı şekilde hortumun diğer ucuna kelepçe ile bağlanır. Yüksek basınca dayanıklı bezli hortum kullanılır. Oksijen hortumu mavi, siyah veya yeşil; asetilen hortumu ise kırmızı, turuncu veya sarı renklere olmalıdır. Eğer hortumların boyu çok uzun ve birbirine karışıyorsa şekil 1.8’de gösterildiği gibi birbirine bağlanarak karışıklık giderilebilir.



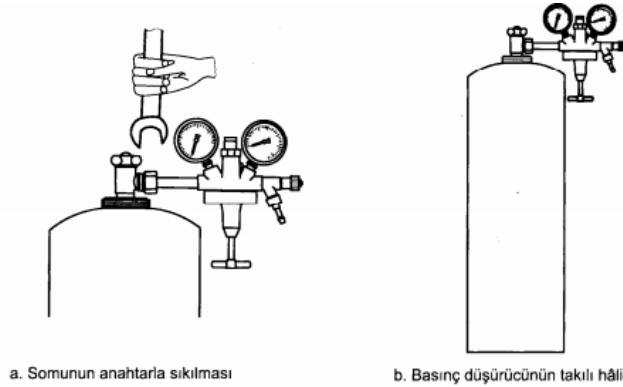
Resim 2.17: Asetilen ve oksijen tüp arabası



Resim 2.18: Oksi- asetilen tüplerinin bağlantısı

## 2.5.2. Basınç Düşürücülerinin Sökülüp Takılması

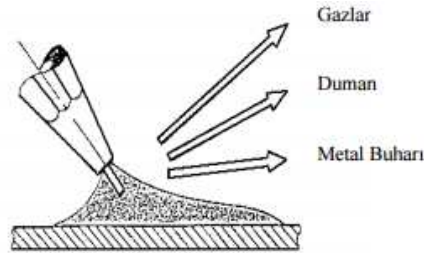
Basınç düşürücülerinden beklenen verimin alınması, tüplere takılmasından başlayıp açılmasına ve iş bitiminde kapatılmasına kadar belli kurallara uyulmasını gerektirir. Basınç düşürücüler tüplere takılırken tüpün üzerindeki bağlantının temizliği kontrol edilmeli gerekirse temizlenmelidir. Contalar kontrol edilip hasarlı ise yenileriyle değiştirilir. Vida bağlantıları kurbağacık anahtarı ile; basınç regülatörü üzerine takılan hortuma kelepçeleri de tornavida ile sıkılır ve gaz kaçakları kontrol edilir. Basınç düşürücünün sökülmesinde de aynı şekilde kurbağacık anahtarı kullanılarak bağlantı vidası sökülür.



Resim 2.19: Tüplere basınç düşürücüsünün takılması

## 2.6. Oksi-Gaz Kaynağında Güvenlik Önlemleri

Oksi-gaz kaynağında yanıcı ve yakıcı gazların birlikte kullanılması, diğer kaynak yöntemlerinde alınan güvenlik önlemlerinin yetersiz kalmasına yol açar. Asetilen, oksijen ile % 2,8 ila 93 ve hava ile % 1,5 ila 81 oranlarında karıştığında patlayıcı gaz karışımlarını meydana getirir. Karışım oranlarının geniş olması, bu tür gazlar ile çalışanların patlama ihtimaline karşı dikkatli olmalarını gerektirir. Oksi-gaz kaynağında patlama nedenleri bilirse engel olacak önlemlerin alınması da kolaylaşır. Bu nedenle oksi-gaz kaynağında güvenlik önlemlerinin çalışanlar tarafından bilinmesi şarttır. Dolayısıyla da çalışanların bu konuda eğitilmeleri gerekir. Oksi-gaz kaynağında çalışan kişinin önlemleri tümüyle bilip yerine getirmesi, can ve mal güvenliği açısından zorunludur. Ayrıca iş yeri sorumlularının, çalışanlara almaları gereken önlemleri, yazılı olarak duyurma zorunluluğu da vardır. Böylece iş yeri sorumlusu çalışanım, kazalardan doğrudan sorumlu olduğunu ve bu konuda bilgi sahibi olması gerektiğini iletmiş olacaktır.



Resim 2.20: Oksi-gaz kaynak alevinde oluşan gazlar



Özellikle kaynak sırasında oluşan gazların ortamdaki uzaklaştırılması ilk başta alınacak önlemlerdir. Bunun için bütün atölyenin havalandırılmasının yanında, bölgesel hava emen cihazlar kullanılabilir. Özel durumlarda ise gaz maskesi kullanımı önerilir.

Kaynak yapımı sırasında oluşabilecek zararlı gazların adları, oluşumu ve tehlikesi aşağıdaki tabloda verilmiştir.

OLUŞAN GAZIN ADI	OLUŞUMU	TEHLİKESİ
Karbondioksit (CO <sub>2</sub> )	Alevdeki yanma ürünü	Zehirsizdir. Ancak havadan ağırdır. Baş ağrısı ve bayımlara neden olabilir.
Karbon monoksit	Yetersiz oksijenle	Çok zehirli ve öldürücüdür.
Azot oksit (NO ve NO <sub>2</sub> )	Havada, 1000°C ve üzerindeki sıcaklıklarda oluşur.	Özellikle büyük üfleç ile gaz kaynağı yapılırken çıkar. Çok zehirli ve öldürücüdür.
Çinko buharı	Çinkonun yapmış olduğu alaşımların, birleştirilmesinde oluşur.	Çinko, yüksek derecede ateşlenmeye neden olur.
Çözücü kimyasal madde buharı	Boya, yağ gibi maddelerin temizlenmesi için kullanılan çözücülerden meydana gelir.	Bayımlara, böbrek ve karaciğerin, hastalanmasına neden olur.

**Tablo 2.5: Oksi-gaz kaynağında meydana gelen gazlar ve etkileri**

Oksi-gaz kaynağında alınacak genel önlemler

- Oksi-gaz kaynağı yapılacak yerin yakınında, yanıcı ve patlayıcı maddeler bulundurulmamalıdır.
- Asetilen ve diğer yanıcı gazlar atmosfere bırakılmamalıdır. Çalışma alanında, bu tür gazların fazla ve serbest dolaşması yangına sebep olur.
- Yanıcı ve yakıcı gazların iletiği hortumların, bağlantı yerlerinde gaz kaçağının olup olmadığı kontrol edilmeli, kaçak varsa kaynak işlemine başlanmadan giderilmelidir.
- Oksijen tüpünün vanası açılmadan önce regülatörün ayar vidasının, gevşek olup olmadığı kontrol edilmeli, ayar vidası gevşek değilse önce gevşetilmeli sonra tüp vanası açılmalıdır.
- Üfleçler yakılırken kaynakçının eline yakın yerlerde bu işlemin yapılmamasına özen gösterilmelidir.
- Birleştirilecek gereç konusunda kesin bilgilere sahip olunmalıdır. İç yapısı bilinmeyen parçaların, oksi-gaz kaynağıyla birleştirilmesinden kaçınılmalıdır.
- İşlemin yapılış türüne göre özel koruyucu giysiler kullanılmalıdır.

Kaynak işlemlerinde kullanılacak özel koruyucu giysiler ve avadanlıklar aşağıdaki tabloda sıralanmaktadır.

<b>GİYSİ</b>	<b>KORUMA ALANI</b>	<b>AÇIKLAMA</b>
<b>İş elbisesi (tulum)</b>	Işınlar ve sıçramalar	Naylon ya da perlon türü gereçlerden olanları yasaklanmıştır. Yanmaya dayanıklı olanlar seçilmelidir.
<b>İş ayakkabısı</b>	Sıçramalar, aşağı düşen cüruf ve kaynak damlaları	Boğazlı, çelik burunlu, en uygun olanıdır.
<b>Şapka ya da kep</b>	Sıçramalar ve kıvılcıklar	Plâstik ya da kâğıttan yapılanlar yasaklanmıştır. Mümkünse, kask türünde olanlar kullanılmalıdır.
<b>Koruyucu gözlük</b>	Işınlar ve sıçramalar	Sadece kalitesi kontrol edilmiş olan camlar kullanılır.
<b>Deri önlük, eldiven, kolluk ve tozluk</b>	Sıçrama, cüruf ve ısı	Yüksek ısı karşısında kullanılan önlük ya da tulum, yeterli koruma sağlamayabilir. Bu gibi durumlar için yapılmış, özel koruyucu giysiler kullanılması, alışkanlık haline almalıdır.
<b>Kulak tıkacı</b>	Ses	Taşıma ve çekiçleme sırasında ortaya çıkan seslere karşı korur.

**Tablo 2.6: Oksi-gaz kaynağında kullanılan koruyucular ve görevleri**

## **BAŞARI VE DİSİPLİN**

Başarılı olmak için disiplin çok önemlidir. Ancak disiplinden ne anladığımız çok daha önemlidir. Disiplin; insanın belli kural ve ilkelere uygun davranmasıdır.

İnsanın dış dünya ve iç dünyası ile uyumlu olması için belirli kurallara uyması gerekir. Yemek yeme alışkanlığı, spor yapma, ders çalışma, sosyal ilişkiler kurma, uyku vb. gibi hayatımız boyunca yaptığımız her işte belirli düzen ve kurallar vardır. Bu kurallara uyma biçimimiz dış denetimliyse başkasının yönlendirmesine ihtiyaç duyarız. Yaptırım sağlayan kişi ortadan kalkınca da kurallara uymayız. Bu şekilde dış güçlerce sağlanan yaptırımlara ‘dış disiplin’ denir. İnsan yaptığı işin kuralını benimseyip kendini içsel olarak denetleyebiliyorsa buna da ‘iç disiplin’ deniliyor.

Bir öğrenci anne ve babasının veya öğretmenin isteğiyle onları memnun etmek için ders çalışıyorsa denetim ortadan kalktığı anda ders çalışmayı bırakır. Bu şekilde motive olan öğrenci, anne ve babası söylemeden ders çalışacak gücü kendinde bulamaz. Bu tür örnekler dıştan yaptırım sağladığı için öğrenci dış disiplin yoluyla çalışmayı alışkanlık haline getirmiştir. Oysa gerçek başarı iç disiplin sağlanarak elde edilir.

Geleceği emanet edeceğimiz siz gençler, iç disiplininizi sağlamak için neler yapabileceğinizi tartışınız.

İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak aşağıdaki işlem basamakları ve öneriler doğrultusunda oksii-asetilen kaynağı ile dikiş çekiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ İş parçasını ve gereçleri kaynağına hazır hâle getiriniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Uygun iş parçasını seçiniz.</li><li>➤ Malzemenin cinsi, kullanıldığı yer ve nasıl bir etki altında kaldığını tespit ederek kaynak şeklini doğru belirlemelisiniz.</li><li>➤ İş parçasının çapaklarını bir eğıe yardımıyla temizleyiniz.</li><li>➤ Kaynak dikişini çekeceğiniz alana çizecek ya da kaynak kalemi ve cetvel aracılığıyla belirleyiniz.</li><li>➤ İş parçasını kolay kaynatabileceğiniz pozisyonda masaya yerleştiriniz.</li><li>➤ Kaynak işlemi esnasında kaynak maskesi, eldiven, deri tozluk ve önlük kullanmalısınız.</li></ul>
➤ Kaynak işlemini yapınız.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yanıcı ve yakıcı gazları kullanıma hazır hâle getiriniz.</li><li>➤ İş parçasına uygun üfleç seçiniz.</li><li>➤ Manometreleri ayarlayınız.</li><li>➤ İş parçasını kaynağına hazır hâle getiriniz.</li><li>➤ 2 numaralı üfleci hamlaca takıp beki yakarak alevi ayarlayınız.</li><li>➤ İş parçasına uygun ilave tel belirleyiniz.</li><li>➤ Kaynak alevini hazırlayınız.</li><li>➤ Üfleç ve ilave tele yeterli açığı veriniz.</li><li>➤ Üflecin ucu kaynak yönüne doğru yöneltilerek kaynak dikiş çekiniz.</li><li>➤ Yatayda telli dikiş çekiniz.</li><li>➤ Çizilen çizgilerden sıra ile düz dikişler çekiniz.</li><li>➤ Her dikiş bitiminde parçayı yavaşça suda soğutunuz.</li><li>➤ Kaynak dikişlerini tel fırça ile temizleyip gözle kontrol ediniz.</li><li>➤ Yangına karşı gerekli güvenlik önlemleri alınız.</li><li>➤ Asetilen bulunan sahaya ateşle yaklaşmayınız.</li><li>➤ İşe uygun takım kullanınız.</li><li>➤ Gözlüksüz kaynak yapmayınız.</li><li>➤ Çıkan zararlı gazların önlemini alınız.</li><li>➤ Kaynak yapılan parçaları elle tutmayınız.</li><li>➤ İş parçası üzerinde oluşan cürufları temizleyiniz.</li><li>➤ Çizdiğiniz çizgileri takip ederek dikişleri tamamlayınız.</li><li>➤ Her dikiş sonunda örtü maddesi ve sıçramadan</li></ul>

	<p>meydana gelen artıkları kaynak çekici ve tel fırça yardımıyla temizleyiniz.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Düz dikişlerinizi tamamladıktan sonra dikiş aralarında kalan boşluğu doldurarak dolgu kaynağını tamamlayınız.</li><li>➤ Dolgu kaynağı tamamlandıktan sonra yüzeyde kalan örtü maddesi artıklarını temizleyip dikişi gözle kontrol ediniz.</li><li>➤ Parçanın çarpılmasını ve bozulmasını önleyici tedbir alınız.</li><li>➤ Kaynaktan sonra iş parçasının yavaş soğumasını sağlayınız.</li><li>➤ Yangın ve güvenlik önlemlerini alınız.</li><li>➤ Kaynak sonrası parçada çarpılma eğilme varsa iş parçasını sıcakken düzeltiniz.</li><li>➤ İşi biten ölçü aletlerini ve takımları yerine koymalısınız.</li></ul>
--	--

**Aşağıdaki soruları dikkatle okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.**

1. Oksijen kaynağında 1 numaralı üfleç ile aşağıdaki gereç kalınlıklarından hangisi kaynatılabilir?  
A) 0.3-0.5  
B) 0.5-1  
C) 1-2  
D) 2-4  
E) 1-3
2. Oksijen kaynağında 9-14 mm kalınlığındaki parçalar aşağıdaki üfleç numaralarından hangisiyle kaynatılabilir?  
A) 6  
B) 7  
C) 8  
D) 9  
E) 10
3. Oksijen kaynağında alevin oluşturduğu en yüksek sıcaklık aşağıdakilerden hangisidir?  
A) 1200°C  
B) 2200°C  
C) 3200°C  
D) 4200°C  
E) 4300°C
4. Kaynak alevinin çekirdek ucundan 2 ila 5 mm arasındaki bölgeye verilen ad aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Redükleyici  
B) Çalışma  
C) Alev  
D) Çekirdek  
E) Mavi çekirdek
5. Aşağıdakilerden hangisi oksijen kaynağında en yüksek sıcaklık veren bölgedir?  
A) Redükleyici  
B) Çalışma  
C) Alev  
D) Çekirdek  
E) Mavi çekirdek
6. Oksijen kaynağında parça ile alev arasında ne kadar mesafe olmalıdır?  
A) 2 ila 5 mm  
B) 5 ila 6 mm  
C) 7 ila 8 mm  
D) 10 mm'den fazla  
E) 8 ila 10 mm

7. Kaynakta meydana gelebilecek çatlaklar kaç ayrıdır?  
A) 2  
B) 5  
C) 7  
D) 10  
E) 11
8. Aşağıdakilerden hangisi oksijen kaynağında kullanılan ek kaynak teli için doğrudur?  
A) Örtü maddesi incedir.  
B) Örtü maddesi kalındır.  
C) Örtü maddesi yoktur.  
D) Örtü maddesi katkılıdır.  
E) Örtü maddesi katkısızdır.
9. Aşağıdakilerden hangisine göre oksijen kaynağında kaynak telinin çapı belirlenir?  
A) Örtü maddesinin cinsine göre  
B) Parça kalınlığına göre  
C) Kaynak telinin çapına göre  
D) Üfleç çapına göre  
E) Beke göre
10. Oksijen kaynağında çalışma açısı kaynak başlangıcında aşağıdakilerden hangisi olmalıdır?  
A) Eğik  
B) Yatık  
C) Paralel  
D) Dik  
E) Düz

**Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.**

1. ( ) Oksijen kaynağında çıplak kaynak teli kullanılır.
2. ( ) Kaynak teli iş parçasının özelliklerine en yakın değere sahip olmalıdır.
3. ( ) Oluşturulan kaynak banyosu içine daldırılan kaynak teli erimeden, kaynak metalini meydana getirir.
4. ( ) Parça kalınlığı kaynak telinin çapına göre belirlenir.
5. ( ) Kaynak banyosunun, alev ve ek teli aracılığıyla parçanın birleştirileceği yöne doğru çekilmesi, parçanın ergimesini kolaylaştırmaktadır.

**Aşağıdaki cümleleri dikkatle okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.**

6. Yalpaze bölgesinin .....a gidildikçe ısı düşer ve sonuçta yaklaşık .....°C civarına iner.
7. Oksijen kaynak alevi ....., ..... ve ..... bölgelerinden oluşur.
8. Oksijen kaynak üfleçleri ..... ve ..... gazların karışımını sağladıkları gibi bu gazın bir ..... ucundan düzenli olarak çıkmasına da olanak verir.
9. Dikiş ..... a doğru, üfleç ile parça arasındaki ..... küçültülür.
10. Kaynak banyosunun, alev ve ek teli aracılığıyla parçanın ..... yöne doğru ....., parçanın ..... kolaylaştırmaktadır.

## **DEĞERLENDİRME**

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Kontrol Listesi”ne geçiniz.



## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri Evet, kazanamadığınız becerileri Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş önlüğünüzü giydiniz mi?		
2. İş güvenliği önlemlerini aldınız mı?		
3. Malzemenin cinsi, kullanıldığı yer ve nasıl bir etki altında kaldığını tespit ederek kaynak şeklini belirlediniz mi?		
4. Yanıcı ve yakıcı gazları kullanıma hazır hâle getirdiniz mi?		
5. İş parçasına uygun üfleç seçtiniz mi?		
6. Manometreleri ayarladınız mı?		
7. İş parçasını kaynağa hazır hâle getirdiniz mi?		
8. İş parçasına uygun ilave tel belirlediniz mi?		
9. Kaynak alevini hazırladınız mı?		
10. Üfleç ve ilave tele yeterli açığı verdiniz mi?		
11. Üflecin ucu kaynak yönüne doğru yöneltilerek kaynak dikişi çektiniz mi?		
12. Yatayda telli dikiş çektiniz mi?		
13. Çarpılan veya yamulan iş parçasını sıcakken doğrultunuz mu?		
14. Belirtilen sürede kaynak uygulama teknik ve metotlarına göre kaynak yaptınız mı?		
15. Belirtilen sürede değişik konumlarda kaynak yapma yöntemlerine göre kaynak yaptınız mı?		
16. Oksi-asetilen kaynağında kullanılan donanım ve kaynak yardımcı elemanlarının bakımlarını kullanma talimatına göre yaptınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

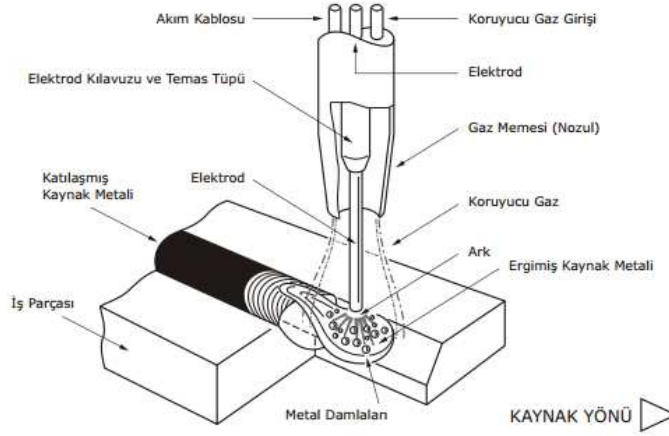
İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak tekniğine uygun şekilde gaz altı kaynağı ile dikiş çekebileceksiniz.

- Gaz altı kaynağı hakkında bilgi ediniz.
- Gaz altı kaynağı ile çalışma öncesi, sırası ve sonrasında alınması gereken iş güvenliği tedbirlerini araştırarak edindiğiniz bilgileri grup çalışmasında tartışınız.
- Gaz altı kaynağı çeşitlerini araştırınız.
- Gaz altı kaynağının nerelerde kullanıldığını araştırınız.
- Gaz altı kaynağı ile ilgili fotoğrafları inceleyiniz.
- Gaz altı kaynağını İnternet ve satış bayilerinden araştırınız.
- Gaz altı kaynağı makinesinin parçalarını, bunların bakım, görevlerini araştırınız.
- Edindiğiniz bilgileri resim ve fotoğraflarla destekleyerek uyarıcı panolar hazırlayınız.
- Yaptığınız araştırmalardan elde ettiğiniz bilgilerle arkadaşlarınıza ve öğretmeninize sunum hazırlayınız.

## **3. GAZ ALTI KAYNAĞI**

### **3.1. Gaz Altı Kaynağının Tanımı ve Önemi**

Gaz altı kaynağında gerekli sıcaklık, sürekli beslenen ve eriyen bir tel elektrotla kaynak banyosu arasında oluşturulan ark ve elektrottan geçen kaynak akımının elektrotta oluşturduğu direnç ısınmasıyla oluşur. Elektrot ıplak tel olup bir elektrot besleme tertibatıyla kaynak bölgesine sabit bir hızla sevk edilir. Çıplak elektrot, kaynak banyosu, ark ve esas metalin kaynak bölgesine komşu bölgeleri; atmosfer kirlenmesine karşı dışardan sağlanan ve bölgeye bir gaz memesinden iletilen uygun bir gaz veya gaz karışımı tarafından korunur.



**Resim 3.1: Gaz altı kaynağının prensibi**

Kaynakçı tarafından ilk ayarları yapıldıktan sonra arkın elektriksel karakteristiğinin kendi kendine ayarını otomatik olarak kaynak makinesi sağlar. Bu nedenle yarı otomatik kaynakta kaynakçının gerçekleştirdiği elle kontrol; kaynak hızı, doğrultusu ve torcun pozisyonundan ibarettir. Uygun donanım seçilip uygun ayarlar yapıldığında ark boyu ve akım şiddeti (elektrot besleme hızı) kaynak makinesi tarafından otomatik olarak sabit değerlerde tutulur.

Eriyen metal elektrot ve soy gaz kullanımı nedeniyle yöntemle MIG (Metal İnerit Gas) kaynağı adı verilmiştir. Yöntemde daha sonra düşük akım ve yoğunlukta, darbeli akımla çalışma, daha değişik metallere uygulama ve koruyucu gaz olarak aktif gazların (CO<sub>2</sub>) ve gaz karışımlarının kullanılması gibi işlemler meydana gelmiştir. Bu gelişmeler, aktif koruyucu gazın kullanıldığı yöntemle MAG (Metal Active Gas) kaynağı adının verilmesine neden olmuştur. Elle yapılan elektrik ark kaynağında meydana gelen aksaklıklar, koruyucu gaz kaynağı diye adlandırılan yöntemin gelişmesine sebep olmuştur.

Elle yapılan ark kaynağında, kaynakçının bilgi ve becerisinin yeterli olması gerekir. Kaynak banyosunun oluşumu tamamen kaynakçının becerisine bağlıdır. Kaynak banyosunu dış hava şartlarından koruyan örtü gereci ile elektrodun çekirdeğini oluşturan ana gereç arasında uyumsuzluk olmamalıdır. Kalın gereçlerin kaynağında oluşan yüksek sıcaklıktan örtü elektrot üzerinde oluşan örtü gereci çekirdek geçerken önce ısınarak özelliğini yitirir. Bu da kaynak banyosunun kontrolünü güçleştirir.

Gaz altı kaynağının otomatik kaynağa uygun olması rekabet edilebilirliği de beraberinde getirmektedir. Tartışmasız üstünlüğüyle koruyucu gaz kaynakları, kaynak süresine etki etmektedir. Elle ark kaynağında, kaynak dikişinin üzerini kaplayan cüruf tabakasının temizlenmesi, elektrot değişimleri ve kaynak pensesinde zorunlu olarak bırakılan yaklaşık 25 mm boyundaki gereçler, kaynak süresini ve ekonomisini olumsuz etkiler. Bu durum özellikle seri üretimde ve kaynağın üretim içinde çok fazla oranda kullanıldığı sektörde önem taşımaktadır.

**Bir gaz yardımıyla koruma yapılarak yapılabilen kaynak çeşitleri aşağıda verilmiştir.**

- TİG (Tungusten İner Gaz Kaynağı) / Plazma
- MİG / MAG (Metal İner Gaz Kaynağı – Metal Aktif Gaz Kaynağı)

Koruyucu gaz kaynak yöntemlerinden en yaygın olarak kullanılan MİG / MAG kaynağıdır. Gaz altı kaynağı birçok uygulamada, özellikle gaz korumalı elektrotların gelişmesiyle elektrik ark kaynağının kullanıldığı yerlerde kullanılmaya başlanmıştır. Yöntemin otomatik kaynağa ve robot kaynağına uygun olması, seri üretimde yaygın bir kullanım alanı bulmasını sağlamıştır. Otomotiv endüstrisinde birçok yerde direnç kaynağında da kullanılmaktadır. Bu da konunun önemini büyük ölçüde arttırmaktadır.

Bu materyalde uygulamalar MIG-MAG yöntemiyle gerçekleştirileceğinden TIG kaynak yöntemi kısaca tanıtılacaktır.

## **3.2. Gaz Altı Kaynak Çeşitleri**

### **3.2.1. MIG**

MIG kaynağı, “Metal İner Gas” kelimesinin baş harfleri alınarak adlandırılır. Bu kaynakta kullanılan gazlar asal olduklarından ark, helyum veya argon gazları altında oluşur. Genellikle çelik dışındaki metallerde uygulanan bir yöntemdir.

Kaynak için gerekli olan ark, kaynak torcundan gelen çıplak kaynak teli aracılığıyla oluşur.

Torcun içindeki telin, şasinin bağlı olduğu iş parçasına değmesiyle başlayan kaynak, kaynakçının isteğine bağlı olarak devam eder. Kaynakçı, oksijen kaynağında olduğu gibi ayrıca tel kullanmaz. Kaynak için gerekli olan kaynak teli (elektrot) örtüsüz şekilde, otomatik tel verme sisteminden kaynak banyosuna iletilir. Bu yönüyle fazla beceri gerektirmeyen bir kaynak yöntemidir. Geliştirilen kaynak donanımlarıyla kaynak mesafesi, hızı ve şiddeti otomatik olarak düzenlenir.

Kaynak teli, tel verme sisteminden sürekli kaynak banyosuna iletiildiğinden örtülü elektrotla yapılan ark kaynağında olduğu gibi elektrot değiştirme ile zaman kaybı ve atılan elektrot uçları ile elektrot kaybı olmaz. Örtüsüz elektrotların üzeri oksitlenmeyi önlemek ve telin kaynak akımını iletmesi için bakır kaplanmıştır.

### **3.2.2. MAG**

MAG kaynağı, “Metal Active Gas” kelimesinin baş harfleridir. Bu kaynakta kullanılan gazlar karbondioksit ve karışım gazlardır. Genellikle çelik, düşük karbonlu çelik ve alaşımlı çeliklerin kaynağında kullanılır. Prensi olarak MIG kaynağından farkı yoktur.

### 3.2.3. TİG

TİG (Tungsten İnert Gaz Kaynağı) kaynağı da bir gaz altı kaynağı çeşididir. Yöntem olarak MIG-MAG kaynağından farklılık gösterir. İlave tel, oksijen kaynağında olduğu gibi el ile verilir. Arkı oluşturan ilave tel tungstendir. Tungstenin ergime sıcaklığı yüksek olduğu için erimeyen elektrot olarak da sınıflandırılır. Seri üretime ve robot teknolojisine uygun olmayan bu yöntemde demir dışı metallerin kaynağında üstün nüfuziyet elde edilir.

### 3.3. Gaz Altı Kaynak Makineleri

MİG ve MAG kaynak makinesi arasında sadece kullanılan gaz farkı vardır, bunun haricinde donanım olarak bu iki kaynak aynıdır. İnert gazlar, soygazlar olarak da bilinir. Bunların içinde en yaygın kullanılanları argon ve helyumdur.

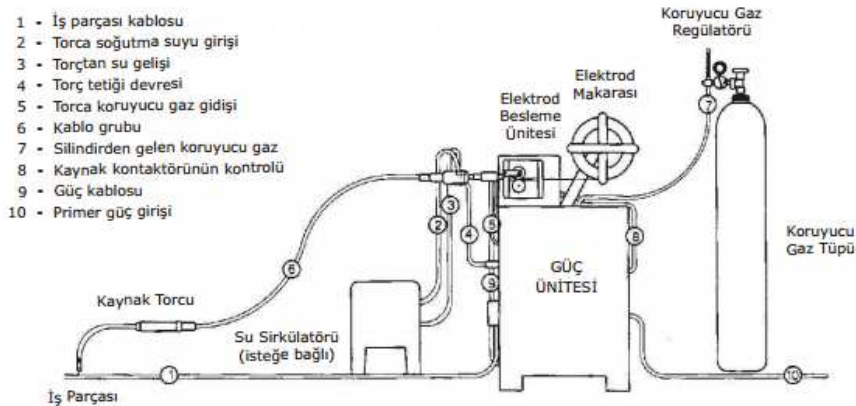
Yurdumuzda argon gazı kullanılmaktadır. Aktif gaz diye adlandırılan gazlar ise karbondioksit ve karışımı gazlardır. Bu tür gazlar demir cinsi malzemelerin kaynağında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kaynak donanımı dört temel gruptan oluşur:

- Kaynak torcu ve kablosu
- Elektrot besleme ünitesi
- Güç ünitesi
- Koruyucu gaz ünitesi

Bu yöntem diğer kaynaklarla kıyaslandığında aşağıdaki üstünlükler görülmüştür:

- İnce sac parçalarının kaynağı kolaylıkla yapılabilir.
- Her tür metalin kaynağı yapılabilir.
- İş parçasında fazla ısınma olmadığından çarpılmalar oluşmaz.
- Her tür pozisyonda rahatlıkla kaynak yapılabilir.



Resim 3.2: Gaz altı kaynak donanımı

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte yeni kaynak makineleri üretilmeye ve kullanılmaya başlamıştır. Klasik kaynak makinelerinden farklı olarak tamamen elektronik olan invertör kaynak makineleri, küçük ebatlarda olup seri kullanıma uygundur. Örtülü elektrotla ark, MİG/MAG ve TİG kaynağına uygun olarak üretilir. İnvörtörün görevi alternatif akımı doğru akıma çevirmektedir.



**Fotoğraf 3.1: İnvörtör kaynak makinesi**

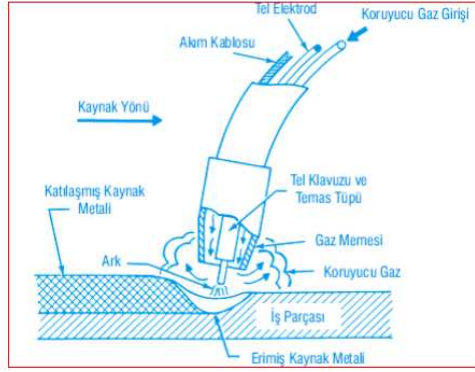


**Fotoğraf 3.2: TİG kaynağın yapılışı**

### **3.4. Gaz Altı Kaynağının Özellikleri**

#### **3.4.1. Çalışma Prensibi**

MAG kaynak yönteminde dışarıdan sağlanan gazla otomatik olarak sürekli beslenen ve eriyen elektrotlar kullanılır. Resim 3.3'te gaz altı kaynağı ve elemanları verilmiştir.



**Resim 3.3: Gaz altı kaynağı ve elemanları**

### 3.4.2. Damla İletim Sistemi

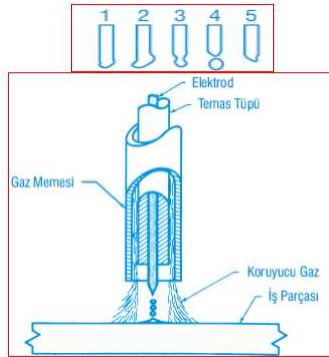
#### 3.4.2.1. Kısa Ark

Kısa devre iletimi, gaz altı kaynağındaki en düşük kaynak akımı aralığında ve en küçük elektrot çaplarında gerçekleştirilir. Bu tip bir iletim, ince kesitlerin birleştirilmesinde, pozisyon kaynağı ve büyük kök açıklarını birleştirmeye uygun olan küçük ve hızla katılaştıran bir kaynak banyosu oluşturmak için kullanılır. Metal; elektrottan iş parçasına, sadece elektrot kaynak banyosu ile temas hâlinde olduğu sırada iletilir. Elektrot iş parçasına saniyede 20 ila 200 kez temas eder.

#### 3.4.2.2. Sprey Ark

Kaynak metalinin iş parçasına duşlama şeklinde geçişi, sprey ark şeklinde görülür. Resim 3.4'te sprey ark ve kaynak elemanları görülmektedir. Kaynak metalinin iş parçasına bu şekilde taşınması elektrodun sivrilmiş uçlarının koparak iş parçasına çok küçük damlalar hâlinde geçişiyle gerçekleşir. Kalın gereçlerin kaynağına çok uygundur ve sıçramalar azdır.

Argonca zengin, gaz korumasında kararlı, sıçramasız bir iletim elde etmek mümkündür. Bunun için elektrot pozitif kutupta doğru akım kullanılması ve akım şiddetinin **geçiş akımı** adı verilen kritik bir değerin üzerinde olması gerekir.



**Resim 3.4: Sprey ark**

### 3.4.2.3. Uzun Ark

Kısa arka göre akım şiddeti ve ark gerilimi fazla tutulursa ortaya uzun ark çıkar. Bu ark, elektrottan, iş parçasına geçiş yapan metal damlacıklar hâlinindedir. Koruyucu gaz olarak karbondioksit kullanılan kaynaklarda hemen hemen her konuma uygundur.

## 3.5. Donanım

### 3.5.1. Kaynak Torcu

Örtülü elektrotla yapılan elektrik ark kaynağında **pens** adı verilen kaynak ekipmanına, koruyucu gaz kaynağında **torç** denir. Kaynak torcu elektrot ve koruyucu gazı kaynak bölgesine sevk etmek, elektrik gücünü elektroda iletmek için kullanılır.



Yüksek üretim işlerinde yüksek akımla çalışan ağır iş torçlarından başlayıp zor pozisyon kaynağında kullanılan düşük akımla çalışan hafif iş torçlarına kadar değişen geniş bir aralıkta çeşitli torçlar üretilmektedir. Bu değişikliğin temel sebebi özellik değişikliğinden kaynaklanır.

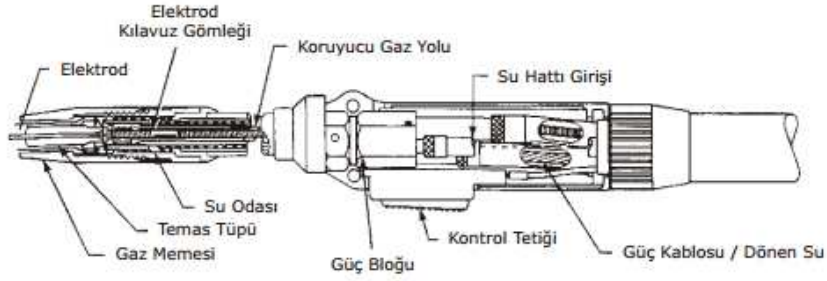


Fotoğraf 3.3: Kaynak torç çeşitleri



Koruyucu gaz kaynağında kullanılan torçların özellikleri şunlardır:

- Koruyucu gazı ark bölgesine iletir.
- Çıplak elektrotla ark oluşumunu sağlar.
- Elektroda elektrik akımını yükler.
- Kaynak bölgesine ilave telin iletimini sağlar. Görevin yerine getirilmesinde tel ileme sisteminden yararlanır.



**Resim 3.6: Kaynak torcunun temel elemanları**

Torç burada, sadece telin belli noktalara iletilmesi için gerekli donanıma sahip olarak kaynak işlemine yardımcı olur. Elle kontrollü gaz kaynaklarında, kaynakçı telin yönlendirilmesi işlemi üstlenir. Kaynağa torç üzerinden kumanda eden tetiktir. Torç üzerinde ya da altında konumlanabilen çoğu kez torç üzerinde bulunan şalter, bu tetik aracılığıyla kaynağın başlatılması, sürekli ya da kesik kaynak yapmasını sağlar.

### 3.5.2. Elektrot Menbaı (Besleme Ünitesi)

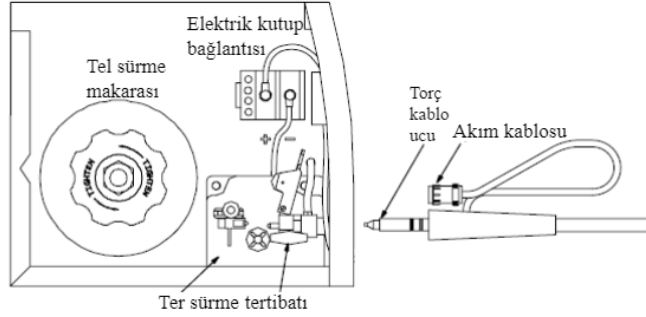
Elektrot besleme ünitesi; bir elektrik motoru, elektrot makaraları, doğrultusu ve basıncı ayarlayan aksesuarlardan meydana gelmiştir. Elektrot besleme motoru genellikle doğru akımla çalışır. Elektrodu torç yoluyla iş parçasına doğru iletir. Motor hızını geniş bir aralıkta değiştiren kontrol devresinin mevcut olması gerekir.

Besleme motoru elektrot besleme makaralarını tahrik eder. Bu makaralar menbaından elektrodu çeker ve kaynak torcu içinde itme yoluyla elektroda kuvvet iletir.



**Fotoğraf 3.4: Tel sürme ünitesi çeşitleri**

Tel besleme ünitelerinde iki veya dört makaralı düzenekler kullanılabilir. Besleme makaralarının basınç ayarı elektrot özelliklerine bağlı olarak değişik kuvvetler uygulanabilmesini sağlar.



**Resim 3.6: Tel sürme ünitesi**

### 1.5.3. Gaz Regülatörü

Kaynak sırasında sabit gaz akış hızı sağlayan bir sisteme ihtiyaç vardır. Bir gaz regülatörü, gaz menbaındaki basınç değişimlerine bağlı olmaksızın, menbadaki gaz basıncını sabit bir çalışma basıncına dönüştürür. Regülatörler tek veya iki kademeli ve bir debimetreye de sahip olabilir.

### 3.5.4. Güç Ünitesi

Kaynak yapımı için gerekli olan akımın düzenlenmesini sağlayan aygıttır.

### 3.5.5. Elektrot Besleme Ünitesi

Gaz altı kaynağında sürekli beslenen elektrot kullanılır ve elektrot oldukça yüksek bir hızda tüketilir. Bu nedenle maksimum işlem verimi sağlamak için elektrot menbaının torca kolayca iletilen yüksek hacimde elektrot sağlaması gerekir. Bu menbalar, genellikle 0,45 kg'dan 27 kg'a kadar elektrodun bükülmeden, serbestçe beslemeye imkân verecek şekilde sarıldığı makaralardır.

## 3.6. Tüketilen Malzemeler

### 3.6.1. Gazlar

Koruyucu gazların kullanım amacı örtülü elektrotla ark kaynağı veya toz altı kaynağındaki örtü ve kaynak tozlarının gördüğü işlevleri yerine getirmektir.

Koruyucu gazların özellikleri;

- Elektrodun oksidasyonunu engellemek,
- Arkın iyonizasyonunu kolaylaştırmak,
- Atmosferik havanın ark ve kaynak banyosuna girmesini önlemektir.

### 3.6.1.1. Helyum

Boğucu bir gazdır. Kimyada “He” şeklinde gösterilir. Havadan yaklaşık % 13,8 daha hafiftir. Hidrojenden sonra bilinen en hafif elementtir. Kimyasal olarak inert bir soygazdır. Sıvı hâlde sıcaklığı çok düşüktür Kaynama noktası, bilinen en düşük gazdır. Yurdumuzda üretimi fazla olmadığından yaygın kullanım alanına sahip değildir. Helyum gazı genellikle doğal gaz kuyularından elde edilmektedir. Sıvı ve / veya gaz fazlarında ticari olarak bulunur.

### 3.6.1.2. Argon

Havadan ağır bir gazdır. Kimyada “Ar” şeklinde gösterilir. Argon arkının gerilimi ve argonun sıcaklık iletme kabiliyeti diğer koruyucu gazlara göre daha düşüktür. Sonuçta, argon ortamında oluşan ark sütunu daha geniştir. Merkezde yüksek olan sıcaklık, kenarlarda düşüktür. Bunun sonucu olarak da nüfuziyet dikişin ortasında yüksek, kenarlarında düşüktür.

### 3.6.1.3. Karışım

Ark atmosferinin karakteri, kullanılan gaz ve gaz karışımlarına göre değişir. Pratikte saf koruyucu gazlardan ziyade karışım gazlar kullanılmaktadır. Kaynak yöntemi, kaynaklanacak parçanın cinsi, kalınlığı ve şekline göre çeşitli karışım gazlar mevcuttur.

Ar + He çeşitli oranlarda karıştırılarak TIG ve MIG yöntemlerinde kullanılmaktadır. Ar + CO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> karışımı kullanılırsa oluşan egzotermik bir reaksiyon sebebiyle kaynak banyosunun sıcaklığı yükselir ve yüzey gerilimi zayıflar, böylece akıcılığı yükselmiş olan kaynak banyosunun gazı da giderilmiş olur.

### 1.5.3.1. Karbondioksit

Renksiz, kokusuz, havadan ağır, çok atomlu bir gazdır. Kimyada CO<sub>2</sub> harfleri ile gösterilir. Diğer koruyucu gazlardan farklı olarak tüpün içindeki CO<sub>2</sub>' in büyük çoğunluğu sıvı hâdedir. Tüpün üst kısmında (sıvının üzerinde) gaz hâlinde CO<sub>2</sub> bulunur. Kullanım sırasında gazın basıncı düşükçe sıvı da buharlaşarak basınç normale döner. CO<sub>2</sub> gaz hâline geçerken çevreden sıcaklık alır, sıcaklık düşer.

Bir tüpten sürekli 12 litre/dk.dan daha fazla gaz çekilmemelidir. Aksi takdirde alınan buharlaşma ısısı ile sıcaklığın düşmesi sonucunda CO<sub>2</sub> kârı oluşur. Çıkış borusu ve manometrede akış tıkanabilir. Fazla debide gaz gerektiğinde birkaç tane tüp bir manifold ile birleştirilerek kullanılabilir veya tek tüpün çıkışına buharlaşma ısısını karşılamak üzere bir ısıtıcı yerleştirilir. Bu tüpler, içinde sıvı CO<sub>2</sub> bulunduğundan hiçbir zaman eğik veya yatık olarak kullanılmamalıdır.

### 3.6.2. Elektrotlar

Gaz altı kaynağında kullanılan elektrotlar tel hâindedir ve bir kangala sarılmış hâlde makineye takılır. Kangal büyüklükleri ve tel çapları standartlarla saptanmıştır. Elektrot tüketiminin çok olduğu işletmeler için geliştirilmiş büyük paket kangallar da bulunmaktadır.

Küçük kangallar makine üzerindeki tel verme sistemine bağlanırken büyük paketler silindir şeklindeki koruyucuları içinden tel verme sistemine sevk edilir.

Elektrot seçilirken;

- Esas metalin mekanik özellikleri,
- Esas metalin kimyasal özellikleri,
- Koruyucu gaz türüne **dikkat edilmelidir.**

#### 1- MASİF MIG-MAG GAZALTI KAYNAK TELLERİ



#### 2- ÖZLÜ MIG-MAG GAZALTI KAYNAK TELLERİ



Fotoğraf 3.5: Elektrot çeşitleri

### 3.7. İş Parçalarının Kaynağa Hazırlanması

- Uygun ölçülerde parça hazırladıktan sonra yüzeyinde bulunan yağ, kir ve pastan temizlenmelidir.
- Kenarlarındaki çapaklar alınmalıdır. Kesme esnasında parçada yamulmalar meydana gelmişse örs üzerinde düzeltilmelidir.
- Parça üzerine gönye ve çizecek yardımıyla üç tane 20 mm aralıklarla üç çizgi çizilmelidir.
- Çizgiler, kaynak esnasında takibi kolaylaştırması için renkli tebeşir ile çizilmelidir.

### 3.8. Kaynak Uygulama Teknikleri

Gaz altı kaynağının çeşitli metallere ve bağlantılara, başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi için;

- Elektrodun bileşimi, çapı ve ambalajı,
- Koruyucu gazın cinsi ve debisi,
- Kaynak parametreleri; akım, gerilim, kaynak hızı, damla iletim tipi vb.
- Bağlantı tasarımı,
- Donanımın güç ünitesi, torç, elektrot (tel) besleme ünitesinin iyi seçilmesi gerekir.

**Kaynak uygulaması sırasında dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır:**

- Kaynak işlemine başlamadan önce deneme yanılma yöntemiyle amper ve gaz ayarı uygun çalışma şartlarına getirilmelidir.
- 3 mm yükseklik ve 8-10 mm genişliğinde bir dikiş için ortalama tel hızı, 3-4 birim arasında ayarlanmalıdır.
- Torç parçanın üzerine doksan derece açıyla tutulmalıdır. (Fazla açı verdiğinizde gaz dikişi koruma görevini yapamaz, dolayısıyla dikişlerinizde gözenekler oluşur).
- Kaynak yaparken torç, kaynak banyosunun içine gereğinden fazla yaklaştırılmamalıdır (Bu durum, torcun ısınması ve kaynak damlacıklarının torç memesinin ucuna girerek tıkanmasına neden olur.).

İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak aşağıdaki işlem basamakları ve öneriler doğrultusunda gaz altı kaynağı ile dikiş çekiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ İş parçasını ve gereçleri kaynağa hazır hâle getiriniz.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Uygun iş parçasını seçiniz.</li><li>➤ Malzemenin cinsi, kullanıldığı yer ve nasıl bir etki altında kaldığını tespit ederek kaynak şeklini doğru belirlemelisiniz.</li><li>➤ İş parçasının çapaklarını bir eğe yardımıyla temizleyiniz.</li><li>➤ Kaynak dikişini çekeceğiniz alanı çizecek ya da kaynak kalemi ve cetvel aracılığıyla belirleyiniz.</li><li>➤ İş parçasını kolay kaynatabileceğiniz pozisyonda masaya yerleştiriniz.</li><li>➤ Kaynak işlemi esnasında kaynak maskesi, eldiven, deri tozluk ve önlük kullanmalısınız.</li></ul>
<p>➤ Kaynak işlemini yapınız.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Uygun elektrodu seçiniz.</li><li>➤ İlave tel kullanınız.</li><li>➤ Kaynak yöntemi ve iş parçasının özelliğine uygun gaz seçiniz.</li><li>➤ Karışım gaz kullanınız.</li><li>➤ Makineyi çalıştırınız ve uygun amperi seçiniz.</li><li>➤ Kaba ve ince amperi ayarlayınız.</li><li>➤ Elektroda uygun açı ve hız veriniz.</li><li>➤ Kaynak dikiş yüksekliğinin oluşmasına dikkat ediniz.</li><li>➤ Elektrodun ucunu kaynak yönünün aksine yöneltiniz.</li><li>➤ Torca gerekli açığı veriniz.</li><li>➤ Kaynak sonrası parçada çarpılma, eğilme varsa düzeltiniz.</li><li>➤ İş parçası deforme olmadan düzeltme işlemini gerçekleştiriniz.</li><li>➤ İşe uygun takım kullanınız.</li><li>➤ Gözlüksüz kaynak yapmamalısınız.</li><li>➤ Çıkan zararlı gazların önlemini almalısınız.</li><li>➤ Kaynak yapılan parçaları elle tutmamız.</li><li>➤ İş parçasının üzerinde oluşan cürüfları temizleyiniz.</li><li>➤ Dikişi, çizgileri takip ederek tamamlayınız.</li><li>➤ Her dikişin sonunda örtü maddesi ve sıçramadan</li></ul>

	<p>meydana gelen artıkları kaynak çekici ve tel fırça yardımıyla temizleyiniz.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Düz dikişleri tamamladıktan sonra dikiş aralarında kalan boşluğu doldurarak dolgu kaynağını tamamlayınız.</li><li>➤ Dolgu kaynağı tamamlandıktan sonra yüzeyde kalan örtü maddesi artıklarını temizleyip dikiş gözle kontrol ediniz.</li><li>➤ Kaynaktan sonra iş parçasının yavaş soğumasını sağlayınız.</li><li>➤ Yangın ve güvenlik önlemlerini almalısınız.</li><li>➤ İşi biten ölçü aletlerini ve takımları yerine koymalısınız.</li></ul>
--	--

**Aşağıdaki soruları dikkatle okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.**

1. Aşağıdaki kaynaklardan hangisi gaz altı kaynağı değildir?  
A) Örtülü elektrotla ark kaynağı  
B) MİG kaynağı  
C) MAG kaynağı  
D) TİG kaynağı  
E) Elektrik ark kaynağı
2. Aşağıdakilerden hangisi gaz altı kaynağında kullanılan gazlardan değildir?  
A) Argon  
B) Helyum  
C) Asetilen  
D) Karbondioksit  
E) Oksijen
3. Gaz altı kaynağında, kaynak yapmayı sağlayan araç aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Üfleç  
B) Torç  
C) Kaynak pensi  
D) Hiçbiri  
E) Şaloma
4. MIG kaynağında kullanılan örtüsüz elektrotların üzeri hangi metalle kaplıdır.  
A) Alüminyum  
B) Çinko  
C) Bakır  
D) Titanyum  
E) Helyum
5. TIG kaynağında ark oluşturmak için kullanılan ilave telin malzemesi nedir?  
A) Zirkonyum  
B) Magnezyum  
C) Brons  
D) Tungsten  
E) Bakır



**Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.**

1. ( ) Gaz altı kaynağında gerekli sıcaklık, sürekli beslenen ve eriyen bir tel elektrotla kaynak banyosu arasında oluşturulan ark yoluyla ve elektrottan geçen kaynak akımının elektrotta oluşturduğu, direnç ısınması yoluyla oluşur.
2. ( ) Gaz altı kaynağında kullanılan elektrotlar tel hâlinde değildir ve bir kangala sarılmış hâlde makineye takılır.
3. ( ) Koruyucu gazların kullanım amacı örtülü elektrotla ark kaynağı veya toz altı kaynağındaki örtü ve kaynak tozlarının gördüğü işlevleri yerine getirmektir.
4. ( ) MİG ve MAG kaynak makinesi arasında sadece kullanılan gaz farkı vardır. Bunun haricinde donanım olarak aynıdır.

**Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.**

5. .... kaynağı, “Metal İnerit Gas” kelimesinin baş harfleri alınarak adlandırılır. Bu kaynakta kullanılan gazlar asal olduklarından ark, helyum veya argon gazları altında oluşur.
6. Örtülü elektrotla yapılan elektrik ark kaynağında pens adı verilen kaynak ekipmanına, koruyucu gaz kaynağında ..... adı verilir.
7. .... kaynağı, “Metal Active Gas” kelimesinin baş harfleri alınarak adlandırılır. Bu kaynakta kullanılan gazlar karbondioksit ve karışım gazlardır.

## **DEĞERLENDİRME**

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

## KONTROL LİSTESİ

Bu materyal kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri Evet, kazanamadığınız becerileri Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Atölye veya açık alanda çalışmaya başlamadan önce koruyucu gözlük, maske, eldiven vb. koruyucu malzemeleri ve uygun iş elbisesi giydiniz mi?		
2. Atölye ve çalışılan yerlerde çevre koruma tedbirlerini aldınız mı?		
3. Malzemenin cinsi, kullanıldığı yer ve nasıl bir etki altında kaldığını tespit ederek kaynak şeklini belirlediniz mi?		
4. Belirtilen sürede kaynak uygulama teknik ve metotlarına göre kaynak yaptınız mı?		
5. Belirtilen sürede değişik konumlarda kaynak yapma yöntemlerine göre kaynak yaptınız mı?		
6. Kaynak işlemi sırasında kullanılan donanım ve kaynak yardımcı elemanlarının bakımını bakım ve kullanma kitaplarına göre yaptınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki materyale geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	C
3	D
4	C
5	B
6	C
7	B
8	C
9	A
10	B
11	D
12	Y
13	D
14	D
15	D
16	ELEKTRİK ARK KAYNAĞI
17	10
18	KESME-BİRLEŞTİRME- DOLGU
19	ÖZLÜ - ÖRTÜLÜ
20	ÇUBUK ÇIPLAKTIR

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	B
3	C
4	B
5	B
6	A
7	A
8	C
9	B
10	D
11	D
12	D
13	Y
14	Y
15	D
16	SONUNA-1200
17	ÇEKİRDEK, REDÜKLEYİCİ- YELPAZE
18	YANICI - YAKICI -LÜLE
19	SONLARINA-AÇI
20	BİRLEŞTİRİLECEĞİ- ÇEKİLMESİ-ERGİMESİNİ

### ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜNİN CEVAP ANAHTARI

<b>1</b>	<b>A</b>
<b>2</b>	<b>C</b>
<b>3</b>	<b>B</b>
<b>4</b>	<b>C</b>
<b>5</b>	<b>D</b>
<b>6</b>	<b>D</b>
<b>7</b>	<b>Y</b>
<b>8</b>	<b>D</b>
<b>9</b>	<b>D</b>
<b>10</b>	<b>MİG</b>
<b>11</b>	<b>TORÇ</b>
<b>12</b>	<b>MAG</b>

- ANIK Selahaddin; **Kaynak Tekniği El Kitabı**, Gedik Eğitim Vakfı, İstanbul, 1991.
- ANIK Selahaddin; Adnan DİKİCİOğLU, Murat VURAL, **İmal Usulleri**, Birsen Yayın Evi, İstanbul, 1997.
- BURGHARDT D. Henry, **Machine Tool Operation Part 1**, McGraw-Hill Book Company, New York ABD, 1959.
- ADSAN Kasım, **Kaynak Teknolojisi**, Yüksek Teknik Öğretmen Okulu Yayınları, Ankara, 1976.
- AŞICI Ahmet, **Metallerin İşlenmesi**, ABB Yayını.
- AKBAŞ Aytekin, Mustafa BAĞCI, Necmettin YEŞİLMEN, Ahmet SAMİ, **Metallerin İşlenmesi**, Meslekî ve Teknik Öğretim Kitapları.
- Zeynel YÜKSEL, **Markalama**, ABB Yayını.
- Rüştü ERSOY, **Demircilik Meslek Teknolojisi**, Millî Eğitim Basım Evi, İstanbul.
- Feirer Carle Tatro, L. John, **Machine Tool Metalworking (Principles and Practice)**, McGraw-Hill Book Company, New York, ABD, 1961.
- Johnson Spencer, Constance Johnson, **Bir Dakikalık Öğretmen**, Epsilon Yayıncılık, İstanbul.
- **Kaynak Tekniği**, SEGEM Yayınları, Ankara, 1993.
- ÖRSMEN Naim, **Soğuk Demircilik**, Ankara, 1948.
- SERFİÇELİ Y Saip, **Endüstri Meslek Liseleri Metal İşleri Bölümü 3.-4. Dönem Meslek Bilgisi**, Ankara, 1995.
- SERFİÇELİ Y Saip, Endüstri Meslek Liseleri Metal İşleri Bölümü 5.-6. Dönem Meslek Bilgisi, Ankara, 1994.
- SERFİÇELİ Y. Saip, **Endüstriyel Üretim**, MEB Yayınları, İstanbul, 2005.
- SERFİÇELİ Y. Saip, **Elektrik Ark ve Oksi Gaz Kaynağı**, Ankara, 1997.
- SERFİÇELİ Y. Saip, **Kaynak Teknolojisi**, Ankara, 2003.
- SERFİÇELİ Y. Saip, **Makine Bilgisi ve Şekillendirme**, MEB Yayınları, İstanbul, 2005.
- SERFİÇELİ Y. Saip, **Malzeme Bilgisi**, MEB Yayınları, İstanbul, 2000.

- SERFİÇELİ Y. Saip, **Metal İşleri Bölümü 9. Sınıf İş ve İşlem Yaprakları**, MEB Yayınları, İstanbul, 2005.
- SERFİÇELİ Y. Saip, **Metal İşleri Bölümü Öğrencileri İçin Malzeme Bilgisi**, Ankara, 1998.
- SERFİÇELİ Y. Saip, **Metal işleri Meslek Teknolojisi 2**, Ankara, 1996.
- SERFİÇELİ Y. Saip, **Metal İşleme Teknolojisi Deyimler, Tanımlar ve Açıklamalar**, Ankara, 2005.
- SERFİÇELİ Y. Saip, **Modüler Program Yapısı**, Ankara, 2005.
- SERFİÇELİ Y. Saip, **Soğuk ve Sıcak Şekillendirme**, Ankara, 1997.