

**T.C  
MİLLİ EĞİTİM BAKANLIĞI**

# **METAL TEKNOLOJİSİ**

**MIG KAYNAĞI  
521MMI243**

**Ankara,2011**

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	iii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ – 1 .....	3
1. ALAŞIMLI ÇELİKLERİN KAYNAĞI.....	3
1.1. MIG – MAG İle Farklı Metallerin Kaynağı.....	3
1.1.1. MIG Kaynağı ile MAG Kaynağı Arasındaki Fark .....	3
1.1.2. Endüstrideki Yeri ve Önemi .....	4
1.2. MIG Kaynağı İle Alaşimli Çeliklerin Kaynağı.....	5
1.2.1. Paslanmaz Çeliklerin MIG Kaynağı .....	5
1.2.2. MIG Kaynağı ile Paslanmaz Çeliklerin Kaynağını Yapmak .....	6
UYGULAMA FAALİYETİ .....	9
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	10
ÖĞRENME FAALİYETİ – 2 .....	12
2. MIG İLE ALÜMİNYUM VE ALAŞIMLARININ KAYNAĞI .....	12
2.1. Alüminyum ve Alaşımlarının MIG ile Kaynağı .....	12
2.1.1. MIG Kaynak Yöntemi ile Kaynatılan Alüminyum ve Alaşımları.....	12
2.1.2. MIG Kaynak Makinesinin Alüminyum ve Alaşımları Kaynağı için Ayarları.....	12
2.1.3. Alüminyum ve Alaşımları Kaynağında Kullanılan Teller (Elektrot) .....	12
2.1.4. Kaynak Öncesi Temizleme.....	13
2.1.5. MIG ile Alüminyum ve Alaşımları Kaynağında Kullanılan Gazlar .....	13
2.2. MIG Kaynağı ile Alüminyum ve Alaşımlarının Kaynağını Yapmak .....	13
UYGULAMA FAALİYETİ .....	15
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	16
ÖĞRENME FAALİYETİ – 3 .....	18
3. MIG İLE BAKIR VE ALAŞIMLARININ KAYNAĞI.....	18
3.1. Bakır ve Alaşımlarının MIG ile Kaynağı.....	18
3.1.1. MIG Kaynak Yöntemi ile Kaynatılan Bakır ve Alaşımları .....	18
3.1.2. MIG Kaynak Makinesinin Bakır ve Alaşımları Kaynağı için Ayarları.....	18
3.1.3. Bakır ve Alaşımları Kaynağında Kullanılan Teller (Elektrot).....	18
3.1.4. Kaynak Öncesi Temizleme.....	19
3.1.5. MIG ile Bakır ve Alaşımları Kaynağında Kullanılan Gazlar .....	19
3.2. MIG Kaynağı ile Bakır ve Alaşımlarının Kaynağını Yapmak.....	19
UYGULAMA FAALİYETİ .....	21
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	22
ÖĞRENME FAALİYETİ – 4 .....	24
4. MIG – MAG KAYNAK YÖNTEMİ İLE ÖZLÜ ELEKTROTLA DOLGU KAYNAĞI .....	24
4.1. Özlü Elektrotlarla Kaynağın Endüstrideki Yeri ve Önemi .....	24
4.2. Özlü Elektrotla Kaynak.....	25
4.2.1. Özlü Elektrotların Kaynağı İçin Kullanılan Kaynak Makinelerinin Özellikleri .....	25
4.2.2. Özlü Elektrot Çeşitleri .....	26
4.2.3. Özlü Elektrotla Dolgu Yapılan Gereçler .....	27
4.2.4. Özlü Elektrotla dolgu Kaynağı Yöntemleri .....	27
4.3. Özlü Elektrotla Dolgu Kaynağı Yapmak .....	28
4.4. Kaynak Maliyet Hesapları .....	28
4.4.1. Kaynak Maliyet Hesapları .....	28

---

4.4.2. Kaynak Maliyetinin Hesaplanmasında İzlenecek Yöntemler.....	29
UYGULAMA FAALİYETİ .....	30
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	31
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	33
CEVAP ANAHTARLARI.....	34
KAYNAKÇA.....	37

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>521MMI243</b>
<b>ALAN</b>	<b>Metal Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Kaynakçılık</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>MIG Kaynağı</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Bu modül MIG kaynağı ile alaşımli çeliklerin, alüminyum ve alaşımlarının, bakır ve alaşımlarının kaynağı ile özlü elektrotla dolgu yapabilme bilgi ve becerilerini içeren öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖN KOŞUL</b>	Zümre öğretmenleri tarafından karar verilecektir.
<b>YETERLİK</b>	MIG kaynağı ile çeşitli metallerin kaynağını yapmak.
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç:</b> Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında tekniğine uygun olarak MIG-MAG kaynağı ile alaşımli çeliklerin, alüminyum ve alaşımlarının, bakır ve alaşımların kaynağını ve özlü elektrot ile dolgu kaynağını yapabileceksiniz. <b>Amaçlar:</b> <b>1.</b> Tekniğine uygun olarak MIG – MAG kaynak yöntemi ile alaşımli çeliklerin kaynağını yapabileceksiniz. <b>2.</b> Tekniğine uygun olarak MIG – MAG kaynak yöntemi ile alüminyum ve alaşımlarının kaynağını yapabileceksiniz. <b>3.</b> Tekniğine uygun olarak MIG – MAG kaynak yöntemi ile bakır ve alaşımlarının kaynağını yapabileceksiniz. <b>4.</b> Tekniğine uygun olarak MIG – MAG kaynak yöntemi ile özlü elektrot ile dolgu kaynağı yapabileceksiniz.
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Metal işleri atölyeleri veya gerçek çalışma ortamı <b>Donanım:</b> MIG kaynak makinesi, kaynak postası, maske, iki adet paslanmaz sac, iki adet alüminyum gereç, iki adet bakır gereç, 350 amper ve üstü MIG kaynak makinesi, doldurulacak gereç
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Bu modül içerisinde yer alan her faaliyetten sonra verilen ölçme araçları ile kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Modül sonunda, kazandığınız bilgi beceri ve tavırların ölçülmesi için öğretmeniniz tarafından hazırlanan ölçme aracı ile değerlendirileceksiniz. davranışları öğretmeniniz tarafından hazırlanan ölçme aracı kullanarak değerlendirileceksiniz.



# GİRİŞ

## **Sevgili Öğrenci,**

Gelişen teknolojiyle birlikte MIG – MAG kaynak yöntemi endüstride geniş bir kullanım alanına sahip olmaya başlamıştır. Bunun en önemli nedeni kullanılabilirliğinin kolay olması ve hemen hemen tüm ticari alaşımların kaynağının yapılabilmesidir.

MAG yöntemi alaşımsız ve az alaşımlı çeliklerin kaynağında kullanılır. MIG yöntemi tüm ticari alaşımlara uygulamak mümkünken özellikle oksijene duyarlı paslanmaz çelik, alüminyum ve alaşımları, bakır ve alaşımları gibi malzemelerin kaynağında kullanılır.

Özlü elektrotla dolgu kaynağı endüstride oldukça fazla kullanım alanına sahiptir. Bunun sebebi, dolu tel olarak çekilemeyen bazı alaşımların özlü tel elektrot olarak çekilmesine imkân sağlamasıdır. Ayrıca özlü elektrotla kaynak yönteminde istenildiğinde koruyucu gaz kullanılmaması, özellikle montaj işlemlerinde ve şantiyede rahatça kullanılmasına olanak sağlamaktadır.

Bu modül sonunda MIG – MAG kaynağı ile alaşımlı çeliklerin, alüminyum ve alaşımlarının, bakır ve alaşımların kaynağını ve özlü elektrot ile dolgu kaynağının nasıl yapıldığını öğreneceksiniz. Alacağınız bilgi ve beceriler sayesinde piyasada aranan elemanlar olacaksınız.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Bu öğrenme faaliyeti sonunda, uygun atölye ortamı hazırlandığında, tekniğine uygun olarak MIG – MAG kaynak yöntemi ile alaşımlı çeliklerin kaynağını yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Paslanmaz çelik kaynağı yapılan bir işletmeye giderek kaynak esnasındaki izlenimlerinizi bir rapor haline getirerek sınıfa sununuz.

## 1. ALAŞIMLI ÇELİKLERİN KAYNAĞI

### 1.1. MIG – MAG İle Farklı Metallerin Kaynağı

#### 1.1.1. MIG Kaynağı ile MAG Kaynağı Arasındaki Fark

Eriyen elektrotla yapılan gaz altı ark kaynağı devamlı beslenen kaynak teli ile iş parçası arasındaki yapılan bir elektrik ark kaynağıdır. Kullanılan koruyucu gaza göre MIG ve MAG ismini alırlar. MIG kelimesi “Metal Inert Gas” kelimelerinin, MAG kelimesi ise “Metal Activ Gas” kelimelerinin baş harflerinden meydana gelmiştir. Burada “Inert” kelimesi soy, “Activ” kelimesi ise aktif anlamına gelmektedir. Soy gaz olarak argon veya helyum, aktif gaz olarak karbondioksit gazı kullanılır.

MIG kaynak yöntemi ile hemen hemen bütün ticari alaşımları kaynatmak mümkündür. MAG kaynağı ise kolayca oksitlenen alüminyum, paslanmaz çelik gibi malzemelerin kaynağında kullanılmaz. Bu yöntemle daha çok alaşımsız ve az alaşımlı çeliklerin kaynağında kullanılır.

MAG kaynağında kullanılan karbondioksit gazı argon ve helyuma göre daha ucuzdur. Karbondioksit gazı sıvı halde tüplere doldurulduğu için diğer gazlara göre üç misli daha fazla taşınabilir. Sıvı halde depolanan karbondioksit gazının tüp çıkışına bir ısıtıcı konmuştur. MAG yöntemi MIG yöntemine göre kaynak hızı daha yüksek, nüfuziyet daha fazladır.

### 1.1.2. Endüstrideki Yeri ve Önemi

MAG - MAG kaynak yöntemi endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu kaynak yönteminin yaygın olarak kullanılmasındaki üstünlükleri aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür.

- Yüksek erime hızı,
- Derin nüfuziyet,
- Her pozisyonda kaynak yapılabilmesi,
- Ara vermeden kaynak yapılabilmesi,
- Demir esaslı ile demir dışı metaller ve alaşımlarının; uygun koruyucu gaz, elektrot ve kaynak değişkenleri seçmek şartıyla kaynak yapılabilmesi,
- Uygulamasının kolay olması,
- Ekonomik bir kaynak yöntemi olması,
- Yarı otomatik bir kaynak yöntemi olması,
- Gerekli ekip ve donanım sağlandığında tam otomatik kaynak yapılabilmesi,

Resim 1.1' de bir motor yardımıyla dönen bir tren tekerleğinin MIG – MAG yöntemi ile otomatik olarak kaynak yapılması görülmektedir.

Yukarıda sayılan avantajların yanında çok kuvvetli ultraviyole ışın çıkarması, kaynak sisteminin karmaşık, pahalı ve taşınma zorluğu, kaynak torcunun işe yakın olması en büyük dezavantajları olarak sayılabilir.



Resim 1.1: Tren tekerleğinin MIG – mag yöntemi ile otomatik olarak kaynak yapılması

## 1.2. MIG Kaynağı İle Alaşımli Çeliklerin Kaynağı

### 1.2.1. Paslanmaz Çeliklerin MIG Kaynağı

#### 1.2.1.1. MIG Kaynak Yöntemi ile Kaynatılan Alaşımli Çelikler

Diğer kaynak yöntemleri ile kaynatılması zor, hatta imkânsız olan çeliklerin kaynağında MIG kaynak yöntemi tercih edilir.

Paslanmaz çelikleri diğer çeliklerden ayıran en önemli özellik içerisindeki yüksek krom sebebiyle korozyona ve oksidasyona karşı dirençlerinin fazla olmasıdır. Piyasada 170' ten fazla çeşidi bulunan paslanmaz çelikler beş an gruba ayrılır.

- Martenzitik paslanmaz çelikler
- Ferritik paslanmaz çelikler
- Östenitik paslanmaz çelikler
- Çökeltme sertleşmeli paslanmaz çelikler
- Çift fazlı paslanmaz çelikler

#### 1.2.1.2. MIG Kaynak Makinesinin Paslanmaz Çelik Kaynağı için Ayarları

Paslanmaz çeliklerin MIG yöntemi ile kaynatılmasında doğru akım ve pozitif (+) kutuplama kullanılır. Kaynak işlemi sprej, kısa ve darbeli ark ile gerçekleşir. Kaynak akım voltajı 26 – 33 V aralığında sprej ark, 18 – 24 V aralığında kısa ve darbeli ark oluşur.

#### 1.2.1.3. Paslanmaz Çelik Kaynağında Kullanılan Teller ( Elektrot )

Paslanmaz çeliklerin kaynağında kullanılan teller DIN 8556' ya göre gruplandırılmış olup kimyasal bileşimleri, çapları, yüzey durumları, toleransları, paketlenme ve pazarlama biçimleri belirtilmiştir. Kaynatılacak parçaya göre tel bulunamadığında, krom ve nikel oranı fazla olan kimyasal bileşimli tel tercih edilmelidir.

Genelde, Paslanmaz çelik kaynağında kullanılan tel çeşitleri, bu tellerin özellikleri ve kullanıldıkları alanları üretim yapan firmaların hazırladığı kataloglarda bulunur. Uygulamada bu kataloglardan yararlanılır.

#### 1.2.1.4. Kaynak Öncesi Temizleme

- **Mekaniksel ve kimyasal temizleme:** Paslanmaz çelik kaynağında kaliteli bir kaynaklı bağlantı elde edebilmek için kaynak bölgelerinin yağdan, kirden, pastan ve nemden arındırılması gerekir. Bu temizleme işlemi mekanik ve kimyasal olarak gerçekleştirilir.

Yağ, kir, pas tabakası temizleme işlemi gerçekleştirilirken paslanmaz tel fırçalardan, toz ve kum püskürtme sistemlerinden yararlanılır. Yüzeyde oluşan nem ısıtılarak veya kuru hava üflenerek giderilir. Ayrıca kaba pislikler ve yağ tabakaları uygun bir dağlama maddesi ile giderilir.

### 1.2.1.5. Paslanmaz Çelik Kaynağında Kullanılan Gazlar

Paslanmaz çeliklerin kaynağında genellikle Argon - % 1-2 oksijen karışımı gaz kullanılır. % 90 helyum - % 7,5 argon - % 2,5 karbondioksit karışımı gaz kullanılarak kısa ark elde edilir. Argon gazına helyum gazı ilave edilerek kaynak dikişinin nüfuziyeti artırılır.

### 1.2.2. MIG Kaynağı ile Paslanmaz Çeliklerin Kaynağını Yapmak

Paslanmaz çelikler, diğer çeliklere göre ısıyı iletme bakımından 4-7 kat daha fazla direnç gösterirler. Bu bakımdan normal çelik kaynaklarına göre % 20-25 oranında daha az akım şiddeti uygulanır. MIG yöntemi, paslanmaz çelikler için en uygun kaynak yöntemlerinden biridir. Resim 1.2' de MIG yöntemi ile paslanmaz çelik bir parçanın kaynağı görülmektedir.

Uygulama durumuna göre püskürtme (sprey), kısa veya darbeli ark olarak kaynak edilirler. Paslanmaz çeliklerin tek ve çok pasolu yatay oluk pozisyonlarında sprej ark kullanılır. Sprej ark için kaynak makinesi 26-33 V arasında ve argon - % 1-2 oksijenle karıştırılmış karışım gaz kullanılır. Özellikle daha düşük ısı girdisi istenen ince sacların ve kök pasoların kaynağında kısa ve darbeli ark kullanılır. Bu ark türü için kaynak makinesinin voltajı 18-24 V arasında ve % 90 helyum - % 7,5 argon - % 2,5 karbondioksit karışımı gaza kullanılır.



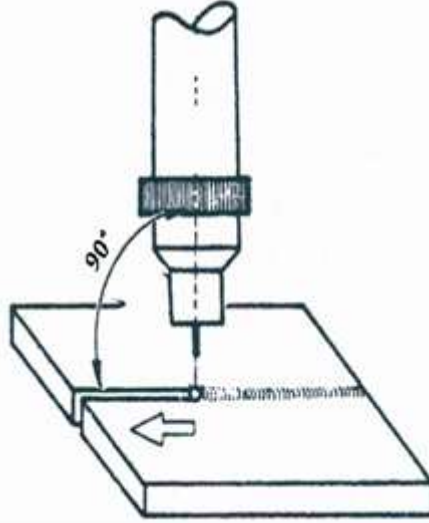
**Resim 1.2: MIG yöntemi ile paslanmaz çelik bir parçanın kaynağı**

Paslanmaz çeliklerin kaynağı sırasında parçaların altına bakır bir altlık konulması önerilir. Soğuma esnasında kaynak bölgesine arka taraftan havanın içinde bulunan oksijen ve azotun zarar vermemesi için gerekli önlemler alınır. Şekil 1.1' de parçaların altına konulan altlık görülmektedir.



**Şekil 1.1: Parçaların altına konulan altlık**

Kaynak işleminde sola ve sağa kaynak yöntemleri kullanılır. Sola kaynak yönteminde kaynakçı kaynak dikişini daha iyi görür. Sağa kaynak yönteminde ise derin nüfuziyetli kaynak dikişleri elde edilir. Şekil 1.2’de kaynak esnasındaki torcun konumu görülmektedir. Koruyucu gazın kaynak bölgesini tam koruyabilmesi için kaynak torcu mümkün olduğu kadar dik tutulmalıdır. Resim 1.3’ te kaynak yapılmış bir paslanmaz çelik parça görülmektedir.



**Şekil 1.2: Kaynak esnasında torcun konumu**

Kaynak sonrası kaynak dikişinin iki tarafında oluşan atıklar ve renk değişimi mekaniksel ve kimyasal temizleme yöntemleri ile giderilir.

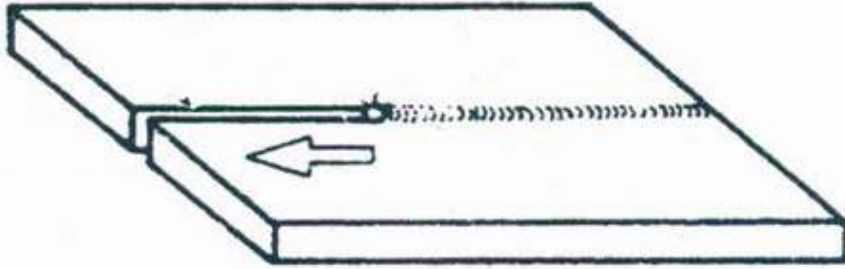
Paslanmaz çelik içerisinde bulunan kromun yüksek olması kaynak esnasında oluşan gaz ve duman kaynakçı için tehlike arz eder. Bu sebeple havalandırma ve tahliye sisteminin olması gereklidir.

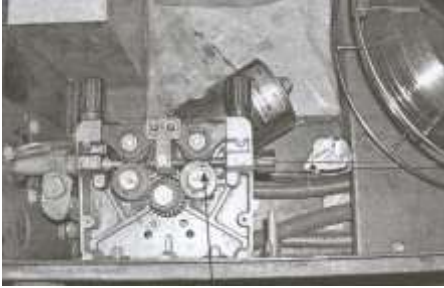


**Resim 1.3: Kaynak yapılmış paslanmaz çelik bir parça**

## UYGULAMA FAALİYETİ

İki paslanmaz çelik gereci MIG yöntemi aşağıdaki işlem basamaklarına göre kaynatınız.



İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kaynak edilecek gerecin cinsine göre seçilen ilave teli makine tel verme ünitesine takınız.</li></ul>  <p><b>Resim 1.4: Telin tel verme ünitesine takılması</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kaynak sırasında koruyucu gaz tüpünü makineye bağlayınız ve manometresini takınız.</li><li>➤ Kaynak edilecek gereci temizleyiniz</li><li>➤ Kaynak gereçlerini puntalayarak düzgünlüğünü kontrol ediniz.</li><li>➤ Torcu 90<sup>0</sup> lik açıyla tutarak kaynak dikişini çekiniz (<b>Şekil 1.2</b>).</li><li>➤ Kaynağın bitiminde kaynak dikişini temizleyiniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Uygun tel sürme rulosu kullanınız.</li><li>➤ Üretici firma tarafından kaynak teli üzerine yazılan bilgileri okuyup uygulayınız.</li><li>➤ Gaz kaçağı olup olmadığını kontrol ediniz.</li><li>➤ Gerecin üzerinde yağ, kir, pas ve nemin tam olarak giderilmiş olmasına dikkat ediniz.</li><li>➤ Kaynak ek yerinin kararmasını azaltmak için sprey kullanınız.</li><li>➤ Emniyet tedbirlerini alınız.</li><li>➤ İş önlüğü ve eldiven kullanınız.</li><li>➤ Kaynak ışığına karşı maske kullanınız.</li><li>➤ Havalandırma sisteminin çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.</li><li>➤ Puntalamadan önce parçalar arasındaki mesafenin az olmasına, ince saclarda hiç olmamasına dikkat ediniz.</li><li>➤ Gazın kaynak bölgesini tam korumasına dikkat ediniz.</li><li>➤ Kaynak sonrası oluşan kalıntı ve renk değişimini giderilmesini sağlayınız.</li><li>➤ Mesleğinle ilgili etik ilkelere uygun davranınız.</li></ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyet kapsamında hangi bilgiler kazandığınızı aşağıdaki soruları cevaplandırarak belirleyiniz.

1. MIG kaynağında hangi koruyucu gaz kullanılır?  
A) Karbondioksit      B) Azot      C) Oksijen      D) Argon
2. Aşağıdakilerden hangisi MIG – MAG kaynak yönteminin dezavantajıdır?  
A) Yüksek erime hızı  
B) Kaynak torcunun işe yakın olması  
C) Derin nüfuziyet  
D) Ara vermeden kaynak yapılabilmesi
3. Aşağıdakilerden hangisi paslanmaz çeliklerin özelliklerinden değildir?  
A) Korozyona karşı dirençleri fazladır.  
B) Çabuk oksitlenir.  
C) Krom oranları yüksektir.  
D) Neme karşı dirençleri fazladır.
4. Paslanmaz çeliklerin kaynağında hangi akım ve kutuplama kullanılır?  
A) Doğru akım, pozitif (+) kutup  
B) Alternatif akım, pozitif (+) kutup  
C) Doğru akım, negatif (-) kutup  
D) Alternatif akım, negatif (-) kutup
5. Paslanmaz çeliklerin kaynağında genellikle hangi koruyucu gaz kullanılır?  
A) Karbondioksit  
B) Oksijen  
C) Argon - % 1-2 Oksijen  
D) Karbondioksit - % 1-2 Argon
6. Kaynak esnasında kaynak torcu kaç derece tutulmalıdır?  
A) 30<sup>0</sup>      B) 60<sup>0</sup>      C) 75<sup>0</sup>      D) 90<sup>0</sup>

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz.

Tüm sorular doğru cevap verdiyseniz uygulamalı teste geçiniz.



## KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Kaynak edilecek gerecin cinsine göre seçilen ilave teli makine tel verme ünitesine taktınız mı?		
2. Kaynak sırasında koruyucu gaz tüpünü makineye bağlayınız ve manometresini taktınız mı?		
3. Kaynak edilecek gereci temizlediniz mi?		
4. Kaynak gereçlerini puntalayarak düzgünlüğünü kontrol ettiniz mi?		
5. Torcu 90° lik açıyla tutarak kaynak dikişini çekiniz mi?		
6. Kaynağın bitiminde kaynak dikişini temizlediniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

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

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Bu öğrenme faaliyeti sonunda; uygun atölye ortamı hazırlandığında, tekniğine uygun olarak MIG – MAG kaynak yöntemi ile alüminyum ve alaşımlarının kaynağını yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Alüminyum kaynağı yapılan bir işleme giderek kaynak esnasındaki izlenimlerinizi bir rapor haline getirerek sınıfa sununuz.

## 2. MIG İLE ALÜMİNYUM VE ALAŞIMLARININ KAYNAĞI

### 2.1. Alüminyum ve Alaşımlarının MIG ile Kaynağı

#### 2.1.1. MIG Kaynak Yöntemi ile Kaynatılan Alüminyum ve Alaşımları

Alüminyum ve alaşımlarının hafifliği, iyi ısı ve elektrik iletkenliği, korozyona karşı dayanıklılığı nedeniyle geniş bir kullanma alanı vardır. MIG kaynak yöntemi ile hemen hemen tüm alüminyum ve alaşımlarını kaynatmak mümkündür. Alüminyumun bakır ile yaptığı alaşımlarda kaynak esnasında çatlama hassasiyeti fazlaştığı için kaynak kabiliyeti kötüdür.

#### 2.1.2. MIG Kaynak Makinesinin Alüminyum ve Alaşımları Kaynağı için Ayarları

Alüminyum ve alaşımlarının kaynağında doğru akım, pozitif (+) kutup kullanılır. Isı iletkenliğinin fazla olması sebebiyle başlangıçta voltaj ayarı yüksek tutulup daha sonra uygun şartlara ulaşıldığında voltaj ayarı düşürülür. Bu sebeple iş parçasını kaynatmadan önce örnek parçalar hazırlayıp deneme kaynakları yaparak kaynak makinesinin uygun ayarları saptanır. Böylece hatalar önceden belirlenerek önlenmiş olur.

#### 2.1.3. Alüminyum ve Alaşımları Kaynağında Kullanılan Teller (Elektrot)

Alüminyum ve alaşımlarının kaynağında kullanılan teller, ana malzemenin alaşım elementleri göz önünde bulundurularak çekme ve dayanım özellikleri sağlayacak şekilde seçilmelidir. Alüminyum ve alaşımlarını kaynağında kullanılan teller DIN 1732' ye göre yapılandırılmıştır.

Alüminyum teller çok yumuşak olduğu için tel sürme makaraları tatlı sıkı şekilde olmalıdır. Fazla sıkılırsa telde ezilmeler meydana gelir ve telin rahat ilerlememesine ve

kaynak sırasında karışıklığa sebep olur. Kullanılan tellerin yumuşak olması, tel sürme makaraları üzerindeki kanalların ve kılavuzların U biçimde olması istenir. Ayrıca telin iletimini sağlayan spiralin teflon olması önerilir. Teflon spiral, telin aşınmasını önleyerek tıkanmaların önüne geçer.

#### **2.1.4. Kaynak Öncesi Temizleme**

Alüminyum ve alaşımlarının kaynağında iyi bir bağlantı elde edebilmek için kaynak bölgesinin yağdan, kirden oksit tabakasından ve nemden temizlenmesi gerekir. Bu temizleme işlemi mekanik ve kimyasal olarak yapılabilir. Bu temizleme işlemlerinde paslanmaz tel fırçalardan ve motorlu fırçalardan yararlanır. Bu fırçalar sadece alüminyum ve alaşımlarının temizlenmesinde kullanılmalıdır.

Yağların temizlenmesi için aseton ve beyaz ispiroto kullanılır. Oksitlerin kimyasal yolla temizlenmesinde fosforik asit tipinde çözeltiler kullanılır. Bu çözeltilerin içine daldırılan malzeme daha sonra suyla yıkanır kuru hava üflenerek temizliği yapılır.

#### **2.1.5. MIG ile Alüminyum ve Alaşımları Kaynağında Kullanılan Gazlar**

Alüminyum ve alaşımların kaynağında argon, helyum ve argon – helyum karışımı gazlar kullanılır. İnce parçaların kaynağında genellikle Argon, kalın parçaların kaynağında derin bir nüfuziyet elde edebilmek için helyum veya argon – helyum karışımı gazlar kullanılır. Helyum gazının maliyeti argon gazına göre daha fazladır.

### **2.2. MIG Kaynağı ile Alüminyum ve Alaşımlarının Kaynağını Yapmak**

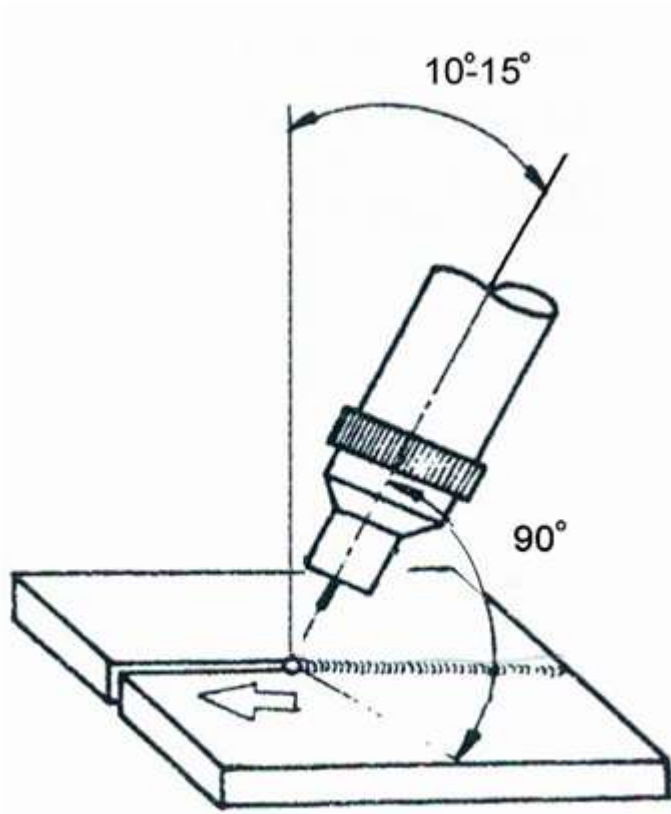
Alüminyum ve alaşımlarının MIG kaynağında alaşım ve levha kalınlığı dikkate alınacak başlıca faktörlerdir. Alüminyum parçaların diğer taraftan desteklenmeleri gerekir. Şekil 2.1’ de alüminyum gereçlerin kaynak esnasında desteklenmeleri görülmektedir. Kaynaktan önce kaynak bölgesi mutlaka paslanmaz çelik tel fırçalar ile fırçalanmalıdır.

Isı iletkenliklerinin fazla olması sebebiyle, çeliklere göre daha yüksek kaynak akım şiddetinde ve daha yüksek kaynak hızlarıyla çalışılmalıdır. MIG yöntemi genellikle 3 mm’ den daha fazla kalınlıktaki gereçler için uygulanır. Alüminyum ve alaşımlarında daha çok sprej ark geçişi tercih edilir. Kalın parçaların kaynağında 200 °C’ yi aşmamak kaydıyla bir ön ısıtma uygulanır.

Kaynak esnasında torç 75° - 80°’ lik bir eğimle tutulur ve sola kaynak yöntemi uygulanır. Şekil 2.2’ de kaynak esnasındaki konum görülmektedir. Kaynak dikişi mümkün olduğu kadar düz, zorunlu ise torca çok dar zikzak hareketi verilmelidir. MIG yöntemi alüminyum kaynağında dikişin sonunda bir krater bırakır. Bu kraterin kaynak sonunda torcu tersine doğru çevirerek doldurulması gerekir.



**Şekil 2.1: Alüminyum parçaların kaynak esnasında desteklenmeleri**



Şekil 2.2: Kaynak esnasında torcun konumu

## UYGULAMA FAALİYETİ

İki alüminyum gereci MIG kaynak yöntemi ile aşağıdaki işlem basamaklarını göz önünde bulundurarak kaynatınız.



İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kaynak edilecek gerecin cinsine göre seçilen ilave teli makine tel verme ünitesine takınız (<b>Resim 1.2</b>).</li><li>➤ Kaynak sırasında koruyucu gaz tüpünü makineye bağlayınız ve manometresini takınız.</li><li>➤ Kaynak edilecek gereci temizleyiniz</li><li>➤ MIG kaynak makinesini çalıştırarak, tel (elektrot) geliş hızını, gaz basıncını parça kalınlığına göre makine amper ayarını yapınız.</li><li>➤ Kaynak gereçlerini puntalayarak düzgünlüğünü kontrol ediniz.</li><li>➤ Torcu 75° - 80°' lik açıyla tutarak kaynak dikişini çekiniz(<b>Şekil 2.2</b>).</li><li>➤ Kaynağın bitiminde kaynak dikişini temizleyiniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤</li><li>➤ Uygun tel sürme rulosu kullanınız.</li><li>➤ Üretici firma tarafından kaynak teli üzerine yazılan bilgileri okuyup uygulayınız.</li><li>➤ Telin baskı markaları tarafından fazla sıkılmamasına dikkat ediniz.</li><li>➤ Gaz kaçağı olup olmadığını kontrol ediniz.</li><li>➤ Gerecin üzerinde yağ, kir, pas ve nemin tam olarak giderilmiş olmasına dikkat ediniz.</li><li>➤ Hava akımı fazla ise gaz basıncını artırınız.</li><li>➤ Emniyet tedbirlerini alınız.</li><li>➤ İş önlüğü ve eldiven kullanınız.</li><li>➤ Kaynak ışığına karşı maske kullanınız.</li><li>➤ Havalandırma sisteminin çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.</li><li>➤ Yüksek kaynak hızıyla çalışınız.</li><li>➤ Torca fazla hareket vermeyiniz.</li><li>➤ Gazın kaynak bölgesini tam korumasına dikkat ediniz.</li><li>➤ Kaynak dikişi sonunda oluşan krateri torcu ters yönde çevirerek doldurunuz.</li><li>➤ Mesleğinle ilgili etik ilkelere uygun davranınız.</li></ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyet kapsamında hangi bilgiler kazandığınızı aşağıdaki soruları cevaplandırarak belirleyiniz.

1. Alüminyum ve alaşımlarının MIG kaynağında genellikle hangi koruyucu gaz kullanılır?  
A) Argon                      B) Oksijen                      C) Karbondioksit                      D) Azot
2. Alüminyum ve alaşımlarının kaynağında hangi akım ve kutuplama kullanılır?  
A) Doğru akım, negatif (-) kutup                      B) Doğru akım, pozitif (+) kutup  
C) Alternatif akım, negatif (-) kutup                      D) Alternatif akım, pozitif (+) kutup
3. Aşağıdaki alüminyum alaşımlarından hangisinin kaynak kabiliyeti iyi değildir?  
A) Alüminyum - Mangan                      B) Alüminyum - MAGnezyum  
C) Alüminyum - Bakır                      D) Alüminyum - Silisyum
4. Aşağıdakilerden alüminyum ve alaşımlarının aynı kalınlıktaki normal çeliklere göre akım şiddeti için doğru bir ifadedir?  
A) Akım şiddeti aynı olmalıdır.                      B) Akım şiddeti az olmalıdır.  
C) Akım şiddeti fazla olmalıdır.                      D) Hiçbiri
5. Alüminyum ve alaşımların kaynağında kullanılan tellerin iletilmesinde kullanılan makaraların hangi biçimde olmalıdır?  
A) **V**                      B) **J**                      C) **Y**                      D) **U**
6. Aşağıdakilerden hangisi alüminyum ve alaşımlarının MIG kaynağı için yanlış bir ifadedir?  
A) Kaynak dikişi mümkün olduğu kadar düz olmalıdır.  
B) Sola kaynak yöntemi uygulanmalıdır.  
C) Kaynak hızı mümkün olduğu kadar yavaş olmalıdır.  
D) Parçalar kaynaktan önce paslanmaz çelik fırça ile temizlenmelidir.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz.

Tüm sorular doğru cevap verdiyseniz uygulamalı teste geçiniz.

## KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Kaynak edilecek gerecin cinsine göre seçilen ilave teli makine tel verme ünitesine taktınız mı? ( <b>Resim 1.2</b> )		
2. Kaynak sırasında koruyucu gaz tüpünü makineye bağlayıp manometresini taktınız mı?		
3. Kaynak edilecek gereci temizlediniz mi?		
4. MIG kaynak makinesini çalıştırarak, tel (elektrot) geliş hızını, gaz basıncını parça kalınlığına göre makine amper ayarını yaptınız mı?		
5. Kaynak gereçlerini puntalayarak düzgünlüğünü kontrol ettiniz mi?		
6. Torcu 75 <sup>0</sup> - 80 <sup>0</sup> lik açıyla tutarak kaynak dikişini çektiniz mi?		
7. Kaynağın bitiminde kaynak dikişini temizlediniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Eksikleri tamamlayınız. Cevaplarınızda hayır varsa uygulama kısmını tekrar okuyunuz. Bütün cevaplarınız evet ise diğer faaliyet kısmına geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Bu öğrenme faaliyeti sonunda uygun atölye ortamı hazırlandığında, tekniğine uygun olarak MIG – MAG kaynak yöntemi ile bakır ve alaşımlarının kaynağını yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Bakır kaynağı yapılan bir işletmeye giderek kaynak esnasındaki izlenimlerinizi bir rapor haline getirerek sınıfa sununuz.

## 3. MIG İLE BAKIR VE ALAŞIMLARININ KAYNAĞI

### 3.1. Bakır ve Alaşımlarının MIG ile Kaynağı

#### 3.1.1. MIG Kaynak Yöntemi ile Kaynatılan Bakır ve Alaşımları

Çeşitli uygulamalar için üretilmiş çok çeşitli bakır alaşımları vardır. MIG kaynak yöntemi ile bütün bakır alaşımlarının kaynağını yapmak mümkündür. Bakırın çinko ile yaptığı alaşımların kaynak kabiliyeti biraz kötüdür. Alaşım içinde bulunan çinko, kaynak dikişinde gözeneklerin oluşmasına ve kırılganlığa sebep olmaktadır.

Bakır ve alaşımların içinde bulunan berilyumun kaynak esnasında çıkardığı dumanlar işçi sağlığını tehlikeli boyutta etkiler. Bu sebeple kaynak yapılan yerde havalandırmanın çok iyi olması istenir.

#### 3.1.2. MIG Kaynak Makinesinin Bakır ve Alaşımları Kaynağı için Ayarları

Bakır ve alaşımlarının yüksek ısı iletkenliği olması sebebiyle yüksek akım şiddeti ile çalışılır. Aynı kalınlıktaki alüminyuma göre % 50 – 75 daha fazla bir akım şiddeti uygulanır. Kaynak işlemi doğru akım ve elektrot pozitif (+) kutupta gerçekleştirilir.

#### 3.1.3. Bakır ve Alaşımları Kaynağında Kullanılan Teller (Elektrot)

Bakır ve alaşımların kaynağında kullanılan teller ana metalin kimyasal bileşimi göz önünde bulundurularak seçilir. Ana metale en yakın bileşimdeki tel elektrotlar kullanılır. Bakır ve alaşımların MIG kaynağında kullanılan teller DIN 1733' e göre gruplandırılmıştır. Kaynak dikişinin dayanımının ana metalin dayanımından farklı olması istenirse farklı bileşimdeki kaynak tellerinden yararlanılır.



### 3.1.4. Kaynak Öncesi Temizleme

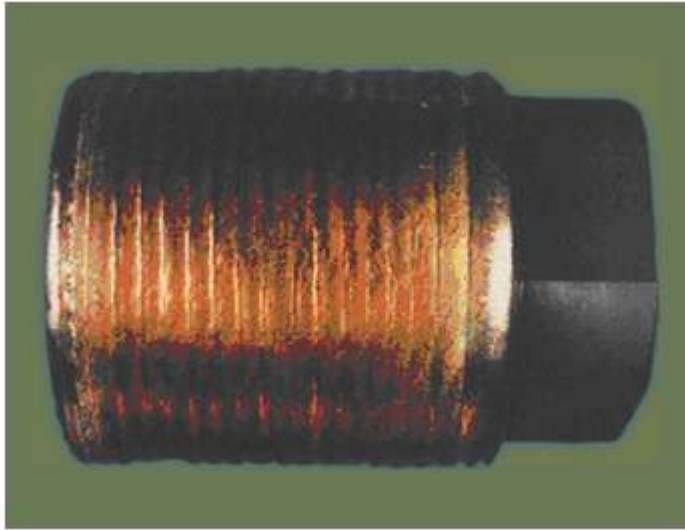
Bakır ve alaşımlarının MIG yöntemi ile kaynak yapılmasında kaliteli kaynak dikişleri elde edebilmek için, kaynak bölgesinin yağdan, kirden, nemden ve oksit tabakasından temizlenmesi gerekir.

### 3.1.5. MIG ile Bakır ve Alaşımları Kaynağında Kullanılan Gazlar

Bakır ve alaşımlarının MIG yöntemi ile kaynağında genellikle argon gazı kullanılır. Kaynatılacak gerecin kalın olması durumunda helyum gazı tercih edilir. Argon gazı kullanımında ark daha kararlı ve sıçrama az, helyum gazı kullanımında ise nüfuziyet daha fazladır. Bu iki sebepten dolayı argon – helyum karışımı gazlar da kullanılmaktadır.

## 3.2. MIG Kaynağı ile Bakır ve Alaşımlarının Kaynağını Yapmak

Bakır ve alaşımların MIG yöntemi ile kaynağında uygun tel ve gaz kullanarak yarı otomatik veya tam otomatik kaynaklar yapılabilir. Resim 3.1’ de MIG kaynak yöntemi ile bakır bir malzemeye otomatik olarak yapılmış bir dolgu kaynağı görülmektedir.



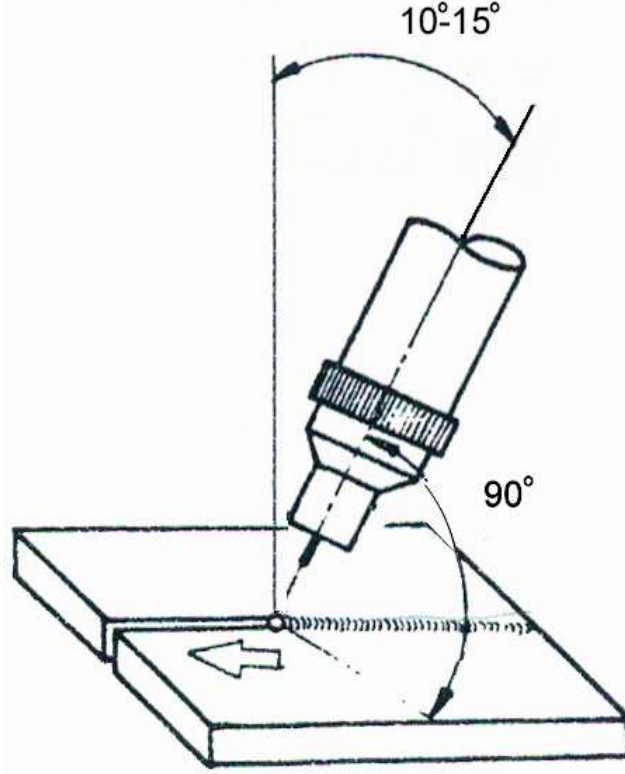
**Resim 3.1: MIG yöntemi ile dolgu kaynağı yapılmış bakır gereç**

Bakır ve alaşımlarının MIG kaynak yöntemi ile 3 mm’ den büyük kalınlıklardaki gereçlerin kaynağı mümkündür. İnce gereçlerin kaynağında TIG kaynak yöntemi uygulanır. MIG yöntemi ile hemen hemen her pozisyonda kaynak yapmak mümkündür.

MIG yöntemi ile yapılan bakır kaynağında gereçlerin altına bir destek konması önerilir. İyi bir kaynak dikişi için sola kaynak yöntemi uygulanır. Kalın parçaların kaynağında 200 – 400 °C arasında bir ön ısıtma uygulanır. Kaynak yapılacak her iki yüzeye de dekapan dökmek kaynağın kalitesini artırır.

Kaynak torcuna teorikte 90° lik bir açı verilir denilse de, uygulamada 75 – 80° lik bir açı uygulanır. Gaz korumasının kaynağın kalitesi üzerinde etkili olacağı unutulmamalı ve

kaynak bölgesinin tam korunması sağlanmalıdır. Şekil 3.1’ de kaynak esnasındaki konum görülmektedir.

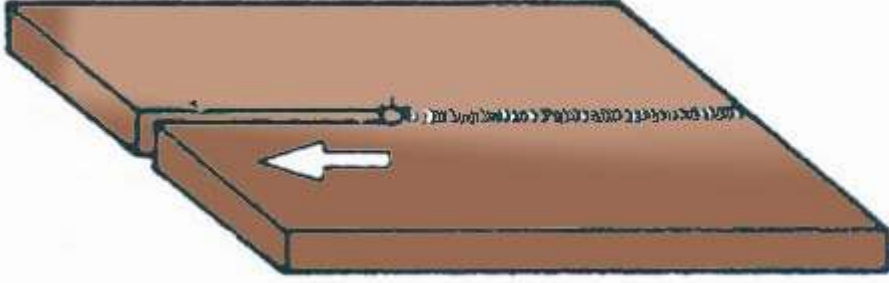


**Şekil 3.1: Bakır ve alaşımlarının kaynak esnasındaki konumu**

Kaynak esnasında durulması durumunda oluşan krater uygun bir aletle kaldırılmalı ve kaynağa 20 – 30 mm geriden başlanmalıdır. Kaynak dikişi çekildikten sonra gerilmeleri azaltmak için kaynak dikişi çekişlenmelidir. Bakır ve alaşımlarının kaynağında oluşan ve insan sağlığı için zararlı olan duman ve gazların uzaklaştırılması için havalandırma sistemlerinin çok iyi olması gerekir.

## UYGULAMA FAALİYETİ

İki bakır gereci MIG kaynak yöntemi ile aşağıdaki işlem basamaklarını göz önünde bulundurarak kaynatınız.



İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kaynak edilecek gerecin cinsine göre seçilen ilave teli makine tel verme ünitesine takınız (Resim 1.2).</li><li>➤ Kaynak sırasında koruyucu gaz tüpünü makineye bağlayınız ve manometresini takınız.</li><li>➤ Kaynak edilecek gereci temizleyiniz</li><li>➤ MIG kaynak makinesini çalıştırarak, tel (elektrot) geliş hızını, gaz basıncını parça kalınlığına göre makine amper ayarını yapınız.</li><li>➤ Kaynak gereçlerini puntalayarak düzgünlüğünü kontrol ediniz.</li><li>➤ Torcu 75° - 80°' lik açıyla tutarak kaynak dikişini çekiniz (Şekil 3.1).</li><li>➤ Kaynağın bitiminde kaynak dikişini temizleyiniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Üretici firma tarafından kaynak teli üzerine yazılan bilgileri okuyun ve uygulayınız.</li><li>➤ Gaz kaçağı olup olmadığını kontrol ediniz.</li><li>➤ Gerecin üzerinde yağ, kir, pas ve nemin tam olarak giderilmiş olmasına dikkat ediniz.</li><li>➤ Parçalar arasındaki mesafeye dikkat ediniz.</li><li>➤ Emniyet tedbirlerini alınız.</li><li>➤ İş önlüğü ve eldiven kullanınız.</li><li>➤ Kaynak ışığına karşı maske kullanınız.</li><li>➤ Havalandırma sisteminin çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.</li><li>➤ Gazın kaynak bölgesini tam korumasına dikkat ediniz.</li><li>➤ Düşük kaynak hızıyla çalış.</li><li>➤ Kaynak sonrası kaynak dikişine çekiçle vurunuz.</li><li>➤ Mesleğinle ilgili etik ilkelere uygun davranınız.</li></ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyet kapsamında hangi bilgiler kazandığınızı aşağıdaki soruları cevaplandırarak belirleyiniz.

1. Bakır ve alaşımlarının MIG kaynağında aşağıdaki gazlardan hangisi kullanılmaz?  
A) Argon                      B) Argon-Helyum      C) Karbondioksit              D) Helyum
2. Bakır ve alaşımlarının kaynağında hangi akım ve kutuplama kullanılır?  
A) Doğru akım, negatif (-) kutup              B) Doğru akım, pozitif (+) kutup  
C) Alternatif akım, negatif (-) kutup              D) Alternatif akım, pozitif (+) kutup
3. Aşağıdakilerden hangisi bakır ve alaşımlarının aynı kalınlıktaki alüminyum gereçlere göre akım şiddeti için doğru bir ifadedir?  
A) Akım şiddeti aynı olmalıdır.              B) Akım şiddeti az olmalıdır.  
C) Akım şiddeti fazla olmalıdır.              D) Hiçbiri
4. Aşağıdakilerden hangisi bakır ve alaşımlarının MIG kaynağı için yanlış bir ifadedir?  
A) Kaynak hızı yavaş olmalıdır.  
B) Her kalınlıktaki gereci kaynatmak için elverişlidir.  
C) Havalandırma sisteminin iyi olması istenir.  
D) Sola kaynak yöntemi uygulanır.
5. Aşağıdakilerden hangisi bakır ve alaşımlarının MIG kaynağı için doğru bir ifadedir?  
A) Sola kaynak yöntemi uygulanmalıdır.  
B) Sağa kaynak yöntemi uygulanır.  
C) Kaynak bölgesinin temizliğinin bir önemi yoktur.  
D) Kaynağın durması durumunda hiçbir işlem yapmadan kaldığı yerden kaynağa devam edilir.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz.

Tüm sorular doğru cevap verdiyseniz uygulamalı teste geçiniz.

## KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Kaynak edilecek gerecin cinsine göre seçilen ilave teli makine tel verme ünitesine taktınız mı?		
2. Kaynak sırasında koruyucu gaz tüpünü makineye bağlayıp manometresini taktınız mı?		
3. Kaynak edilecek gereci temizlediniz mi?		
4. MIG kaynak makinesini çalıştırarak, tel (elektrot) geliş hızını, gaz basıncını parça kalınlığına göre makine amper ayarını yaptınız mı?		
5. Kaynak gereçlerini puntalayarak düzgünlüğünü kontrol ettiniz mi?		
6. Torcu 75° - 80° lik açıyla tutarak kaynak dikişini çektiniz mi?		
7. Kaynağın bitiminde kaynak dikişini temizleyiniz.		

## DEĞERLENDİRME

Eksikleri tamamlayınız. Cevaplarınızda hayır varsa uygulama kısmını tekrar okuyunuz. Bütün cevaplarınız evet ise diğer faaliyet kısmına geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-4

## AMAÇ

Bu öğrenme faaliyeti sonunda uygun atölye ortamı hazırlandığında, tekniğine uygun olarak MIG – MAG kaynak yöntemi ile özlü elektrotla dolgu kaynağı yapabileceksiniz.

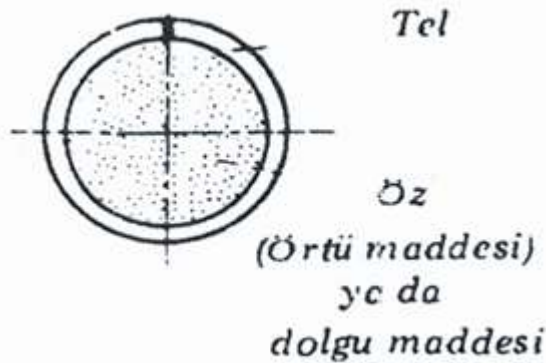
## ARAŞTIRMA

- Dolgu kaynağı yapılan bir işleme giderek kaynak esnasındaki izlenimlerinizi bir rapor haline getirerek sınıfa sununuz.

## 4. MIG – MAG KAYNAK YÖNTEMİ İLE ÖZLÜ ELEKTROTLA DOLGU KAYNAĞI

### 4.1. Özlü Elektrotlarla Kaynağın Endüstrideki Yeri ve Önemi

Özlü elektrotla kaynak yöntemi prensip olarak MIG – MAG kaynak sistemine benzemektedir. MIG – MAG kaynak sisteminde kullanılan tel elektrot dolu olup, özlü elektrotla yapılan ark kaynağında tel elektrotun içinde öz diye adlandırılan ve örtülü elektrottaki örtünün görevini yapan bir öz maddesi vardır. Şekil 4.1 de özlü elektrot kesiti görülmektedir. Bu öz maddesine katılan alaşım elementleri sayesinde istenilen bileşimde kaynak dikişleri elde edilir. Bu sebeple kullanım alanları fazladır.



Şekil 4.1: Özlü elektrot kesiti

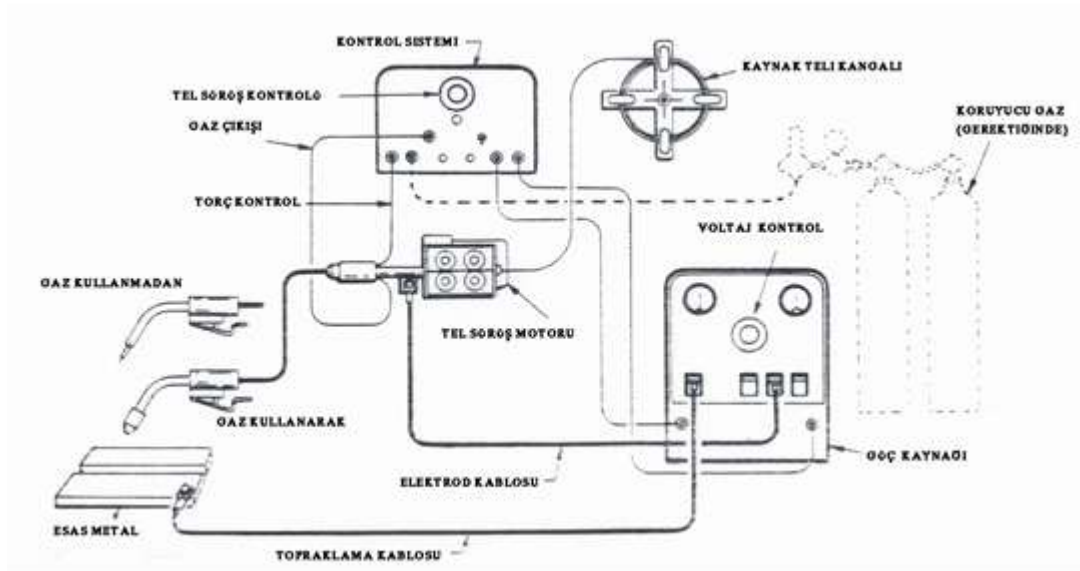
Özlü elektrotla yapılan kaynağın avantajlarını aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür.

- Daha fazla metal yığıma olanağı vardır.
- Kullanımı kolaydır.
- Basit kaynak ağzı kalınlığı gerektirir.
- Nüfuziyeti fazla düzgün kaynak dikişleri elde edilir.
- Elektrik sarfiyatı düşüktür.
- Tek pasoda istenilen özellikler sağlanabilir.
- Özde bulunan oksit çözücüler sayesinde özel bir temizleme işlemine gerek duymadan kaynağa olanak sağlar.
- Koruyucu gaz gerektirmemesi sayesinde özellikle montaj işlemlerinde, inşaatlarda ve hava akımının fazla olduğu durumlarda büyük kolaylık sağlar.

## 4.2. Özlü Elektrotla Kaynak

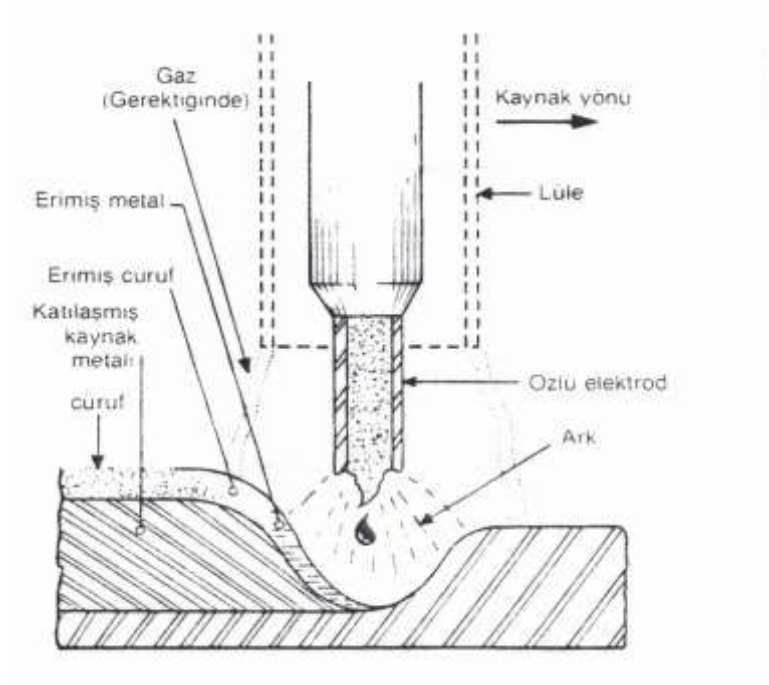
### 4.2.1. Özlü Elektrotların Kaynağı İçin Kullanılan Kaynak Makinelerinin Özellikleri

Özlü elektrotla yapılan kaynak donanımı MIG – MAG kaynak donanımına benzemektedir. Yalnız koruyucu gaz sistemi gerekli durumlarda kullanılmaktadır. Şekil 4.2.'de özlü elektrotla kaynak donanımının şematik durumu görülmektedir.



Şekil 4.2: Özlü elektrotla kaynak donanımı şematik durumu

Özlü elektrotla ark kaynağında, boru şeklinde eriyen elektrotla iş parçası arasında ark sayesinde kaynak işlemi gerçekleştirilir. Koruyucu gaz kullanılmadığı durumlarda, ark esnasında telin içinde bulunan özün yanmasıyla oluşan gaz atmosferi sayesinde koruma sağlanır. Şekil 4.3' de özlü elektrotla yapılan kaynakta ark bölgesi görülmektedir. Özlü elektrotla yapılan ark kaynağında kaynak makinesi en az 350 Amper gücünde olmalıdır. Koruyucu gaz kullanıldığı zaman, karbondioksit veya argon – karbondioksit karışımı gazlar kullanılır. Nüfuziyetin derin olması istenildiği durumlarda karbondioksit gazı kullanılır.

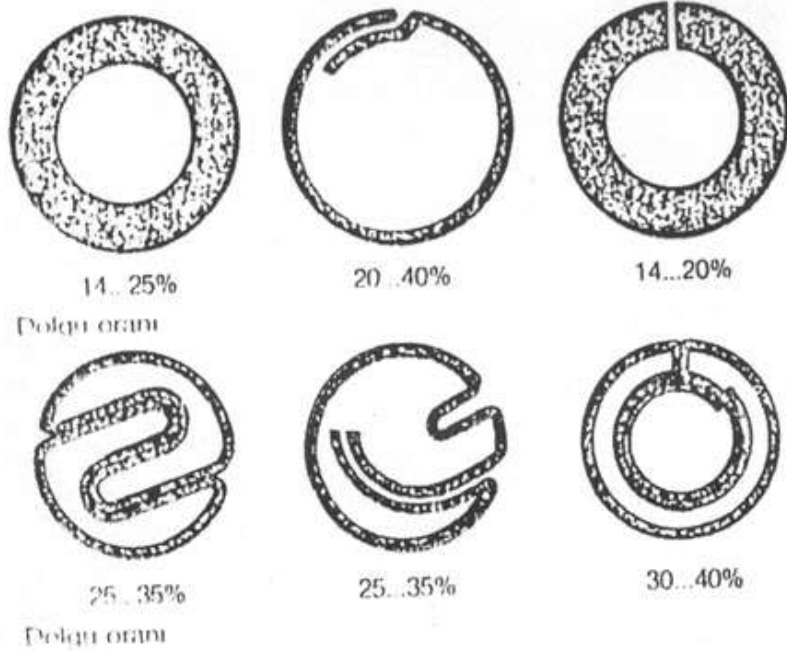


Şekil 4.3: Özlü elektrotla yapılan kaynakta ark bölgesi

#### 4.2.2. Özlü Elektrot Çeşitleri

İnce bir sac şeridin boru haline getirilip içine öz maddesi doldurulması sonucu özlü elektrotlar elde edilir. Özlü elektrotlar gaz korumalı ve kendinden korumalı özlü elektrotlar olarak üretilmektedir. Şekil 4.4' te uygulamada görülen özlü tel kesitleri verilmiştir.





**Şekil 4.4: Uygulamada görülen özlü tel kesitleri**

Özlü elektrottaki özün görevlerini aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

- Kaynak dikişini alaşımlandırmak.
- Kaynak banyosu üzerinde koruyucu gaz atmosferi oluşturmak.
- Kaynak dikişinin yavaş soğumasını sağlamak.
- Kararlı bir ark oluşturarak sıçramaları en aza indirmek.

Özlü elektrotlar DIN 8559' a göre sınıflandırılmışlardır. Elektrot çapları; 1,0 – 1,2 – 1,6 – 2,0 – 2,4 – 2,8 – 3,2 – 4,0 – 5,0 mm olarak imal edilirler. Özlü elektrotların rutubetsiz ve kuru ortamlarda depolanması istenir.

#### 4.2.3. Özlü Elektrotla Dolgu Yapılan Gereçler

Özlü elektrotlar aşınmaya karşı dayanımlı çelikler, paslanmaz çelikler, krom – molibdenli çelikler olmak üzere çeşitli çeliklerin kaynaklarında kullanılmaktadır.

#### 4.2.4. Özlü Elektrotla dolgu Kaynağı Yöntemleri

Dolgu kaynağı; aşınmış, korozyona uğramış, çeşitli nedenlerle bir kısmı kırılmış makine parçalarına ve aşınmaya maruz kalacağı önceden bilinen yeni parçalara uygulanır. Özlü elektrotla dolgu kaynağı yöntemi her geçen gün daha fazla kullanılmaya başlamıştır. Bunun başlıca sebebi öz maddesine istenilen ve dolu tel olarak çekilemeyen alaşım elementlerinin katılmasıdır.

Açık havada yapılan ark kaynağında, havanın içinde bulunan azot, telde bulunan alaşım elementleri birleşerek nitrürler ve karbonitrürler oluşturur. Bu nitrür ve karbonitrürler

malzeme yüzeyinin aşınmaya karşı direncini artırmaktadır. Özlü elektrotla ark kaynağının yarı otomatik ve tam otomatik olarak yapılabilmesi özellikle büyük ve silindirik parçaların dolgu kaynakları için çok uygun bir yöntemidir.

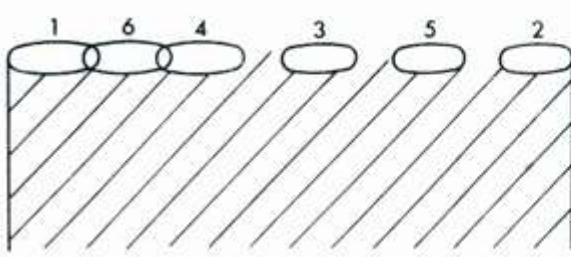
### 4.3. Özlü Elektrotla Dolgu Kaynağı Yapmak

İstenilen boyutları veya özellikleri elde etmek için ana metal üzerine, bileşimi bilinen dolgu metalinin bir veya birkaç tabaka doldurulması ya da kaplanması dolgu kaynağı olarak adlandırılır. Bu doldurma işlemi sırasında, özellikle birkaç paso dikiş çekilen parçalarda gerilmeler oluşacak dolayısıyla parçada şekil değişikliği meydana gelecektir. Şekil 4.5' te dolgu çekilme ve soğuma esnasında malzemenin şekil değiştirmesi görülmektedir.

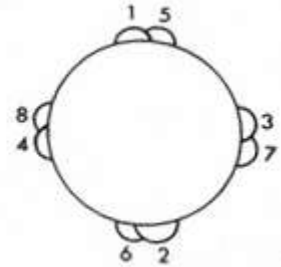


Şekil 4.5: Dolgu çekilme ve soğuma esnasında malzemenin durumu

Bu tür şekil değiştirmenin önüne, malzeme özelliğine göre 200 – 500 °C arasında bir ön ısıtma uygulayarak geçilebilir. Ayrıca çekilen kaynak dikişlerinin sırası da çok önemlidir. Şekil 4.6' da düz parçalara, şekil 4.7' de silindirik parçaların yüzey dolgusunda uygulanan dikiş sıraları verilmiştir.



Şekil 4.6: Düz parçaların dolgusu



Şekil 4.7: Silindirik parçaların dolgusu

## 4.4. Kaynak Maliyet Hesapları

### 4.4.1. Kaynak Maliyet Hesapları

Kaynaklı birleştirmelerin maliyeti, uygulanan kaynak yöntemine göre değişmekle beraber, maliyet hesaplarının yapılmasında aşağıdaki faktörler göz önünde bulundurulur.

- Malzeme maliyeti ( dolgu metali, koruyucu gaz v.b.)
- İşçilik maliyeti
- Enerji maliyeti

## 4.4.2. Kaynak Maliyetinin Hesaplanmasında İzlenecek Yöntemler

Kaynak maliyetine etki eden faktörlerin hesaplanmasında aşağıdaki yöntemler izlenir.

### 4.4.2.1. Malzeme Maliyeti

Malzeme maliyeti denilince aklımıza ilk gelen dolgu metalidir. Dolgu metali 1 m boyundaki kaynak dikişi için standart olarak hesaplanır. Dikiş boyuna göre elektrot maliyeti bulunur. Kullanılan malzemenin kalınlığına, konumuna, kaynak ağzına ve elektrot çapına göre hazırlanan tablolar yardımıyla 1 metredeki dikiş ağırlığı bulunur. Yine yardımcı tablolar sayesinde dikiş ağırlığına göre kullanılan dolgu metali bulunarak maliyet hesaplanır.

Koruyucu gaz kaynağı ile yapılan ark kaynağında tel elektrota ilave olarak gaz maliyeti de eklenir. Kullanılan gaz hacmi genel olarak ;

Gaz hacmi (1 lt / dak) = 10 x Tel Çapı (mm) olarak hesaplanır.

### 4.4.2.2. İşçilik Maliyeti

İşçilik maliyeti sadece kaynağı yapan kaynakçının maliyeti değil, aynı zamanda kaynağın yapımına katkısı olan herkesin ücretinin yansımaları sonucu hesaplanarak bulunur. İşçilik maliyeti aşağıdaki formülden yararlanılarak hesaplanır.

$$\text{İşçilik Giderleri} = \frac{\dot{I}_G \times KMA}{EG \times \eta_i} \quad (\text{YTL/ metre kaynak})$$

$\dot{I}_G$  = Bir saatlik işçilik gideri (YTL)

KMA= Bir metre boyundaki kaynak metali ağırlığı (kg)

EG = Elektrotun erime gücü (kg/h)

$\eta_i$  = İşletme faktörü (% 10 – 50 arasında değişir)

### 4.4.2.3. Elektrik Maliyeti

Elektrik maliyeti aşağıdaki formülden yararlanılarak hesaplanır.

$$\text{İşçilik Giderleri} = \frac{U \times I \times KMA \times A}{EG \times \eta_m \times 1000} \quad (\text{YTL/ metre kaynak})$$

I = Kaynak akım şiddeti (A)

U = Ark gerilimi (V)

$\eta_m$  = Kaynak makinesinin verimi (%)

KMA= Bir metre boyundaki kaynak metali ağırlığı (kg)

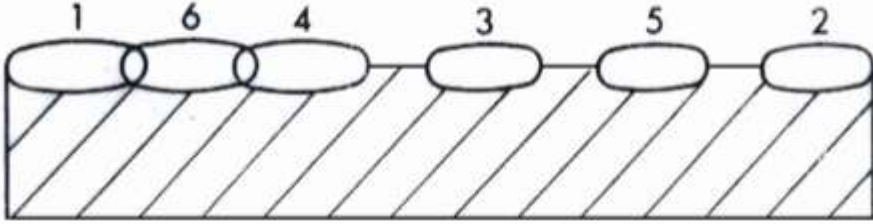
EG = Elektrotun erime gücü (kg/h)

A = 1 kW/h elektrik fiyatı (YTL)

Malzeme maliyeti, işçilik maliyeti ve elektrik maliyeti toplanarak 1 m boyundaki kaynak dikişinin maliyeti bulunur. Bu maliyet, toplam dikiş boyuna oranlanarak kaynak dikişinin maliyeti bulunur.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Çelik parçanın yüzeyini, özlü tel elektrotla aşağıdaki işlem basamaklarını göz önünde bulundurarak dolgu kaynağı yapınız.



İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Dolgu yapılacak yüzeyi temizleyiniz.</li><li>➤ Kaynak makinesine özlü elektrotu takınız.</li><li>➤ Tel çapına göre amper ve tel geliş hızını ayarlayınız.</li><li>➤ Doldurulacak gereçteki çarpımları engellemek için parçayı sabitleyiniz.</li><li>➤ İlk dolgu dikişini çekiniz.</li><li>➤ Çekilen ilk dolgu dikişini temizleyiniz.</li><li>➤ Elle dokunulacak sıcaklığa geldiğinde ikinci kaynak dikişini çekiniz.</li><li>➤ Dolgu işlemi bitene kadar 6 ve 7 nu'lu işlemleri tekrarlayınız.</li><li>➤ Dolguyu kontrol ediniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yüzeyde herhangi bir maddenin kalmadığını kontrol ediniz.</li><li>➤ Üretici firma tarafından kaynak teli üzerine yazılan bilgileri okuyun ve uygulayınız.</li><li>➤ Emniyet tedbirlerini alınız.</li><li>➤ İş önlüğü ve eldiven kullanınız.</li><li>➤ Kaynak ışığına karşı maske kullanınız.</li><li>➤ Çevre güvenliğini alınız.</li><li>➤ Çarpımları önlemek için mümkünse ön ısıtma uygulayınız.</li><li>➤ Her dikişten sonra hiçbir kalıntının kalmadığına dikkat ediniz.</li><li>➤ Dikiş çekiliş sırasına dikkat ediniz.</li><li>➤ Mesleğinle ilgili etik ilkelere uygun davranınız.</li></ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyet kapsamında hangi bilgiler kazandığınızı aşağıdaki soruları cevaplandırarak belirleyiniz.

1. Özlü elektrotla kaynak için kaynak makinesi en az kaç amper olmalıdır?  
A) 350                      B) 250                      C) 450                      D) 500
2. Özlü elektrotla kaynak için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?  
A) Özlü tellerin imali zordur.  
B) Tel içine istenile alaşım elementi katıldığı için uygulama alanı fazladır.  
C) Koruyucu kaynak donanımı olmadan kaynak yapılamaz.  
D) Otomatik kaynak yöntemine uygun değildir.
3. Aşağıda özellikleri verilmiş parçaların hangisine dolgu işlemi uygulanır?  
A) Aşınmış parçalara                      B) Korozyona uğramış parçalara  
C) Aşıncağı önceden bilinen parçalara                      D) Hepsine
4. Özlü elektrotla dolgu kaynağı için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?  
A) Gerekli donanım hazırlandığında otomatik olarak dolgu dikişi çekilebilir.  
B) Tel içindeki alaşım elementleri havadaki azotla birleşerek yüzeyin aşınma direncini artırır.  
C) Metal yığıma oranları diğer yöntemlere göre daha azdır.  
D) Öz içine katılan alaşım elementleri sayesinde istenilen dolgu metali elde edilir.
5. Kaynak dikişinin maliyeti hesaplanırken aşağıdaki faktörlerin hangisi göz önünde bulundurulur?  
A) Dolgu metali                      B) İşçilik                      C) Elektrik                      D) Hepsi

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz.

Tüm sorular doğru cevap verdiyseniz uygulamalı teste geçiniz.

## KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Dolgu yapılacak yüzeyi temizlediniz mi?		
2. Kaynak makinesine özlü elektrotu taktınız mı?		
3. Tel çapına göre amper ve tel geliş hızını ayarladınız mı?		
4. Doldurulacak gereçteki çarpımları engellemek için parçayı sabitlediniz mi?		
5. İlk dolgu dikişini çektiniz mi?		
6. Çekilen ilk dolgu dikişini temizlediniz mi?		
7. Elle dokunulacak sıcaklığa geldiğinde ikinci kaynak dikişini çektiniz mi?		
8. Dolgu işlemi bitene kadar 6 ve 7 nu'lu işlemleri tekrar ettiniz mi?		
9. Dolguyu kontrol ettiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Eksikleri tamamlayınız. Cevaplarınızda hayır varsa uygulama kısmını tekrar okuyunuz. Bütün cevaplarınız evet ise modül değerlendirme kısmına geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

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

1. ( ) MIG kaynağında koruyucu gaz olarak karbondioksit kullanılır.
2. ( ) MIG – MAG kaynak yöntemi bütün ticari alaşımlara uygulanır.
3. ( ) Torcun işe yakın olması MIG MAG kaynak yöntemini için bir avantajdır.
4. ( ) Paslanmaz çeliklerin MIG ile kaynağında kaynak makinesi doğru akım ve pozitif (+) kutuplama kullanılır.
5. ( ) Paslanmaz çelikler kaynatılmadan önce her türlü yağ, nem ve kirden temizlenmesi gerekir.
6. ( ) Paslanmaz çeliklerin kaynağına normal çeliklere göre daha az akım şiddeti uygulanır.
7. ( ) Paslanmaz çeliklerin MIG kaynağında koruyucu gaz olarak oksijen – karbondioksit karışım gaz kullanılır.
8. ( ) Paslanmaz çeliklerin MIG kaynağında torcun konumu parçaya göre dik olmalıdır.
9. ( ) Alüminyumun bakır ile yaptığı alaşımların kaynak kabiliyeti kötüdür.
10. ( ) Alüminyum tellerin iletimini sağlayan spirallerin çelikten olmalıdır.
11. ( ) Alüminyumun MIG kaynağında koruyucu gaz olarak argon kullanılır.
12. ( ) Alüminyum kaynağında normal çeliklere göre daha az akım şiddeti ve düşük kaynak hızları uygulanır.
13. ( ) Alüminyumun MIG kaynağında torcun eğimi 45 – 60 derece civarında olmalıdır.
14. ( ) Bakır ve alaşımlarının kaynağında koruyucu gaz olarak genelde argon kullanılır.
15. ( ) Bakır malzemelerin MIG kaynağında sola kaynak yöntemi uygulanır.
16. ( ) Bakır malzemelerin MIG kaynağında kaynağın kesilmesi durumunda, kaynağa kaldığı yerden devam edilir.
17. ( ) Özlü elektrotla ark kaynağında koruyucu gaz kullanılmayabilir.
18. ( ) Dolgu kaynağı aşınacağı önceden bilinen yeni parçalara da uygulanabilir.
19. ( ) Dolgu kaynağında kaynak dikiş sırasının hiçbir önemi yoktur.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları modülün ilgili faaliyetine geri dönerek tekrar inceleyiniz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYET 1'İN CEVAP ANAHTARI

1.	D
2.	B
3.	B
4.	A
5.	C
6.	D

## ÖĞRENME FAALİYET 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1.	A
2.	B
3.	C
4.	C
5.	D
6.	C

## ÖĞRENME FAALİYET 3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1.	C
2.	B
3.	C
4.	B
5.	A

## ÖĞRENME FAALİYET 4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1.	A
2.	B
3.	D
4.	C
5.	D



## MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1.	Yanlış
2.	Doğru
3.	Yanlış
4.	Doğru
5.	Doğru
6.	Doğru
7.	Yanlış
8.	Doğru
9.	Doğru
10.	Yanlış
11.	Doğru
12.	Yanlış
13.	Yanlış
14.	Doğru
15.	Doğru
16.	Yanlış
17.	Doğru
18.	Doğru
19.	Yanlış

## ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- ANIK Selahaddin, **Kaynak Tekniği El Kitabı**, İstanbul 1991
- OĞUZ Burhan, **Demir Dışı Metallerin Kaynağı**, Oerlikon Yayınları, İSTANBUL, 1990.
- TÖLBENTĐİ Kutsal, **MIG – MAG Eriyen Elektrotl ile Gazaltı Kaynağı**, Gedik Yayınları, İSTANBUL, 1990

## KAYNAKÇA

- ADSAN Kasım, **Elektrik Kaynağı**, Milli Eğitim Basımevi, ANKARA 1989.
- Akmaş Makine, **Gazaltı Kaynak Makineleri Montaj Bakım Kullanma Talimatları**, ANKARA
- ANIK Selahaddin, E.Sabri ANIK, Mehmet VURAL, **1000 Soruda Kaynak Teknolojisi El kitabı Cilt II**, İSTANBUL, 1993
- ANIK Selahaddin, **Kaynak Tekniği El Kitabı**, İstanbul 1991
- ANIK Selahaddin, Kutsal TÜLBENTÇİ, Erdinç KALUÇ, **Örtülü Elektrot ile Ark Kaynağı**, Gedik Yayınları, İSTANBUL, 1991
- CAVCAR Melike, **Bakır ve Bakır Alaşımlarının Kaynağı**, Oerlikon Yayınları, İSTANBUL, 1996
- ERTÜRK İbrahim, **Gazaltı Kaynak Yöntemleri**, KOSGEB Yayınları, ANKARA
- KARATAŞOĞLU Fatih, **Demiryolunda Çalışan Monoblok Tekerlerin Çalışmaları Esnasında Aşınan Kısımlarının MIG – MAG Kaynağı ile Değişik Elektrot Kompozisyonlarında Yapılan Dolgu Kaynağının Aşınma Özelliklerinin İncelenmesi**, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, ANKARA, 1997
- OĞUZ Burhan, **Demir Dışı Metallerin Kaynağı**, Oerlikon Yayınları, İSTANBUL, 1990
- OĞUZ Burhan, **Özlu Tel Elektrotla Birleştirme ve Dolgu Kaynakları**, Kaynak Bilimi Dergisi, Oerlikon Yayınları, İSTANBUL, 1988/3
- SERFİÇELİ, Y.SAİP, **Metal İşleri Meslek Teknolojisi III**, ANKARA, 1997
- TÜLBENTÇİ Kutsal, **MIG – MAG Eriyen Elektrotl İle Gazaltı Kaynağı**, Gedik Yayınları, İSTANBUL, 1990