



Kaynaklı İmalat ve Kaynaklı İmalat Yöntemleri

Dr. Ersan GÖNÜL

Makina Mühendisi (Ph.D., M.Sc.)

Kaynak Mühendisi

NDT Uzmanı Seviye III (VT, PT, MT, UT, RT)

MMO KEMM Müdürü

MMO AKM NDT Birim Sorumlusu

MMO PBK NDT Sınav Merkezi Sorumlusu



TMMOB MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI KAYNAK EĞİTİM VE MUAYENE MERKEZİ

EĞİTİMLERİMİZ VE SINAVLARIMIZ

- ✓ *Kaynakçı Eğitimleri*
- ✓ *Uluslararası Kaynakçı Sınavları*
- ✓ *MYK – Kaynakçı Sınavları*
- ✓ *NDT Personeli Eğitimleri ve Sınavları*
- ✓ *Kaynak Koordinasyon Personeli Eğitimi*
- ✓ *Mühendislere Yönelik Kaynak ve NDT Eğitimleri*
- ✓ *Kaynaklı İmalat ve Malzeme Teknolojisi Eğitimleri*
- ✓ *Endüstriyel Depolama Sistemleri Eğitimleri*

TEKNİK HİZMETLERİMİZ

- ✓ *Tahribatsız (NDT) Muayene*
- ✓ *Tahribatlı (DT) Muayene*
- ✓ *Yorulma Test ve Analizi*
- ✓ *Bilgisayar Destekli Kontroller*
- ✓ *Rafların İmalat ve Periyodik Kontrolleri*
- ✓ *WPQR Onayı*
- ✓ *Kaynaklı imalat kontrolleri*
- ✓ *İmalat proje kontrolleri ve İmalat kontrolleri*

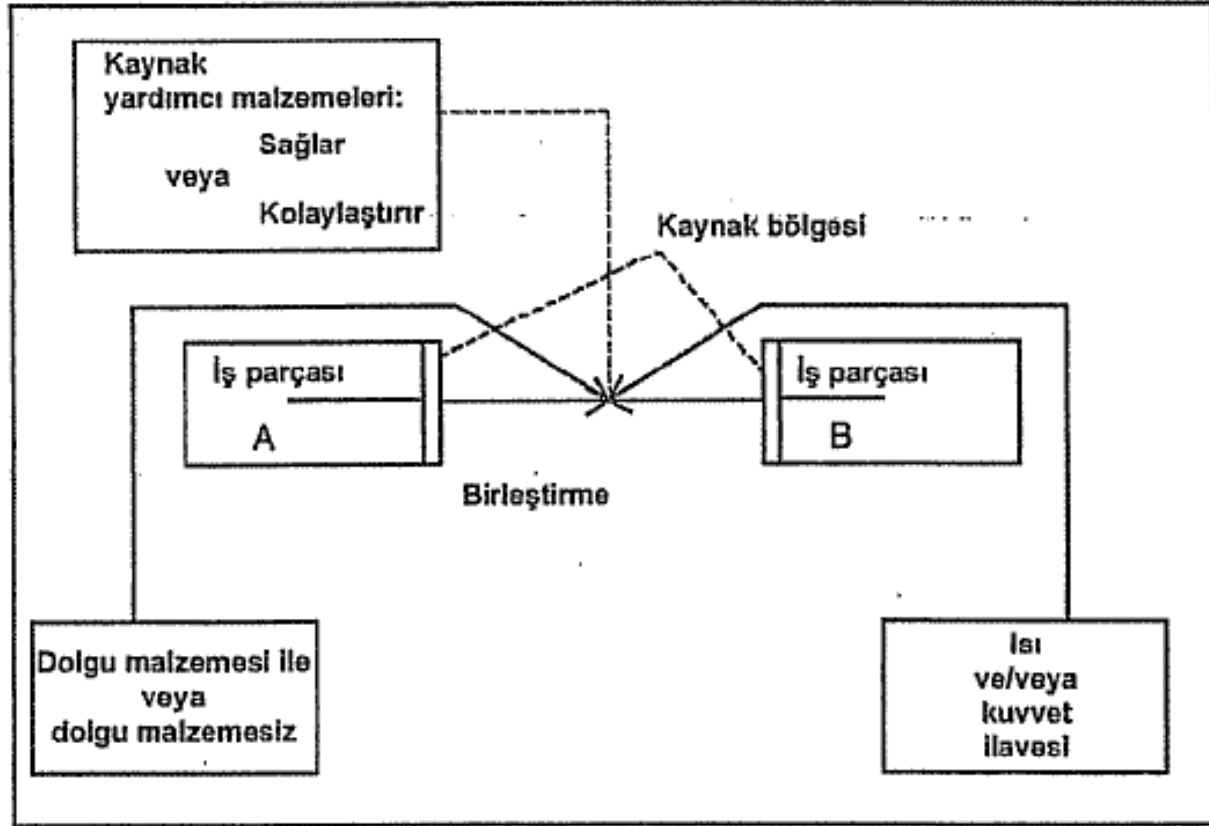
0224 443 66 11 / kemm@mmo.org.tr



KAYNAK NEDİR?

- ▶ Malzemenin sınırlandırılmış bölgesini
 - Isı veya basınç altında yada her ikisini birden kullanarak;
 - Bir ilave kaynak malzemesi katarak veya katmadan yapılan;
 - Birleştirme işlemidir.

KAYNAK NEDİR?



KAYNAK NEDİR?



KAYNAĞIN ÖNEMİ



KAYNAK YÖNTEMLERİ



KAYNAKTA KULLANILAN TEKNOLOJİK- FİZİKSEL BÜYÜKLÜKLERE AİT TERİMLER

Kaynak prosedürü şartnamesi (WPS)

Kaynak prosedürü şartnamesi:

WPQR No :

Hazırlama ve temizleme metodu :

İmalâtçı :

Esas malzemenin kısa gösterilişi :

Metal geçiş şekli :

Malzeme kalınlığı (mm) :

Birleştirme tipi ve kaynak tipi :

Dış çap (mm) :

Kaynak ağızı (hazırlığı) ayrıntıları (Şema) :

Kaynak konumu :

Birleştirme tasarımı	Kaynak sırası

Kaynak ayrıntıları

Paso	Kaynak işlemi	İlave metal boyutu	Akım A	Gerilim V	Akım tipi / Kutuplama	Tel sürme hızı	Tek seferde yığılma uzunluğu / İlerleme hızı	Isı girdisi

İlave metalin kısa gösterilişi ve yapımı :
Herhangi bir özel fırınlama veya kurutma:
Gaz/toz kısa gösterilişi: - Korumucu :

Gaz akış hızı - Altık :
- Korumucu :
- Altık :

Tungsten elektrot tipi/boyutu :
Kök açma/altık ayrıntıları :
Ön ısıtma sıcaklığı :
Pasolar arası sıcaklık:
Son ısıtma
Ön ısıtma muhafaza sıcaklığı
Kaynak sonrası ısıtma ve/veya yaşlandırma
(Süre, sıcaklık, metot , ısıtma ve soğutma hızları*):

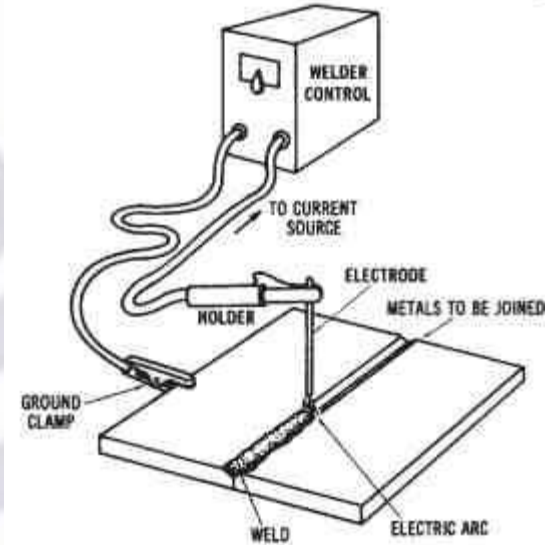
Diğer bilgiler* Örneğin:

Salınım (en büyük paso genişliği) :
Salınım: genlik, frekans, toplam süre:
Darbeli kaynak ayrıntıları :
Temas ucu/iş parçası mesafesi :
Plazma kaynak ayrıntıları :
Torç açısı :

İmalâtçı
İsim, imza, tarih)

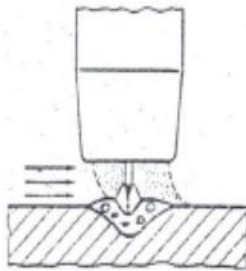
KAYNAKTA KULLANILAN TEKNOLOJİK-FİZİKSEL BÜYÜKLÜKLERE AİT TERİMLER

- Kaynak süreci: Malzemelerin kaynakla birleştirildiği süreçtir.

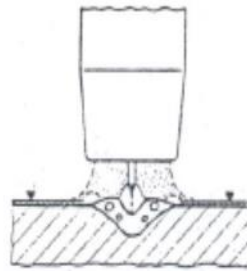


KAYNAKTA KULLANILAN TEKNOLOJİK-FİZİKSEL BÜYÜKLÜKLERE AİT TERİMLER

- ***Kaynak koşulları:*** Kaynak birleştirmesinin yapılması esnasında karşılaşılan koşullardır. Bunlar arasına çevre koşulları (örneğin; hava şartları), fiziksel etkileri (gürültü, ışık, daralan) ve de iş parçasına bağlı şartlar (örneğin, ana malzeme, kaynak ağızı, kaynak pozisyonu,) dahildir.



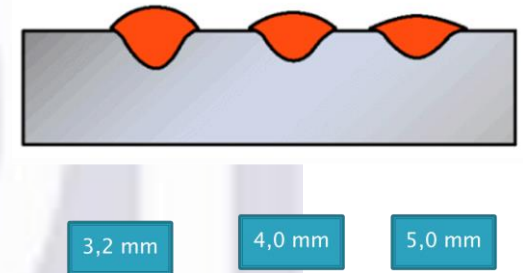
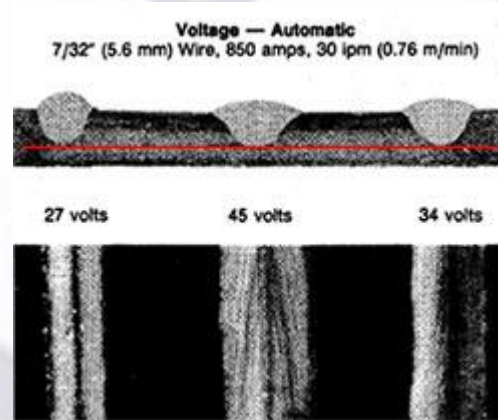
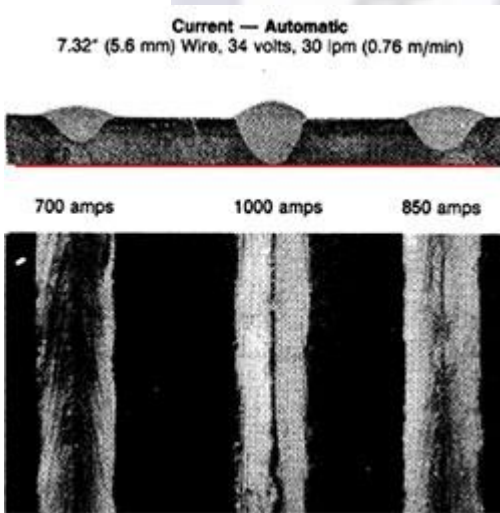
Hava akımının neden olduğu gözenekler



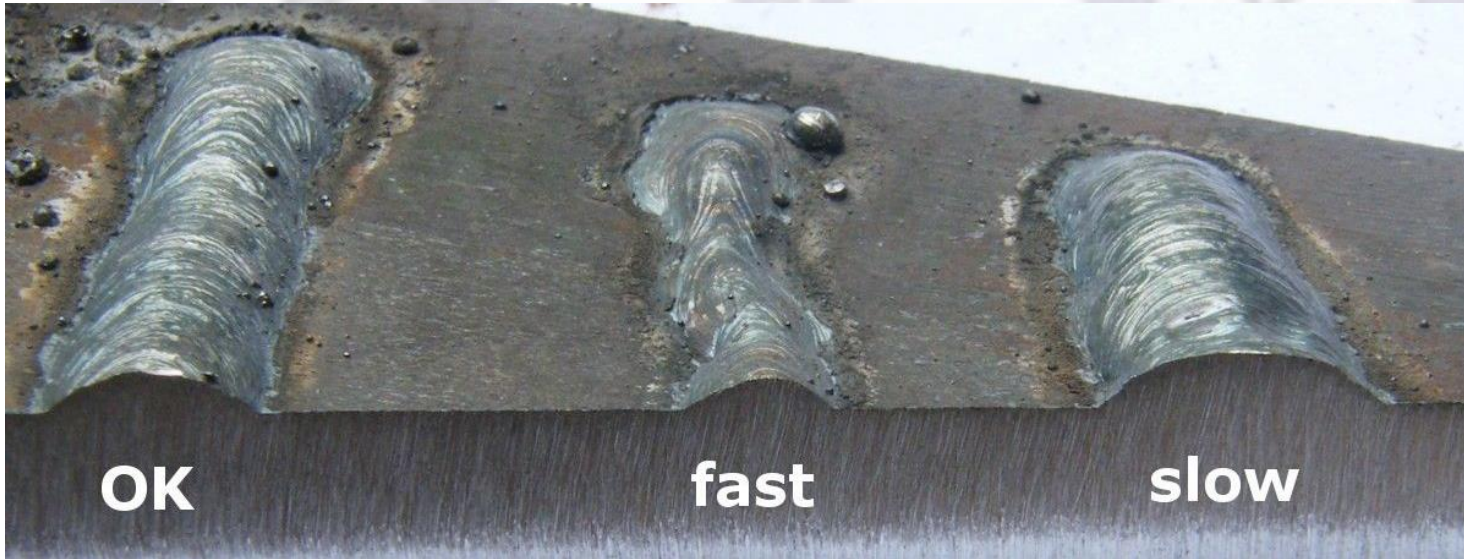
Parça yüzeyindeki kir ve yağın neden olduğu gözenekler



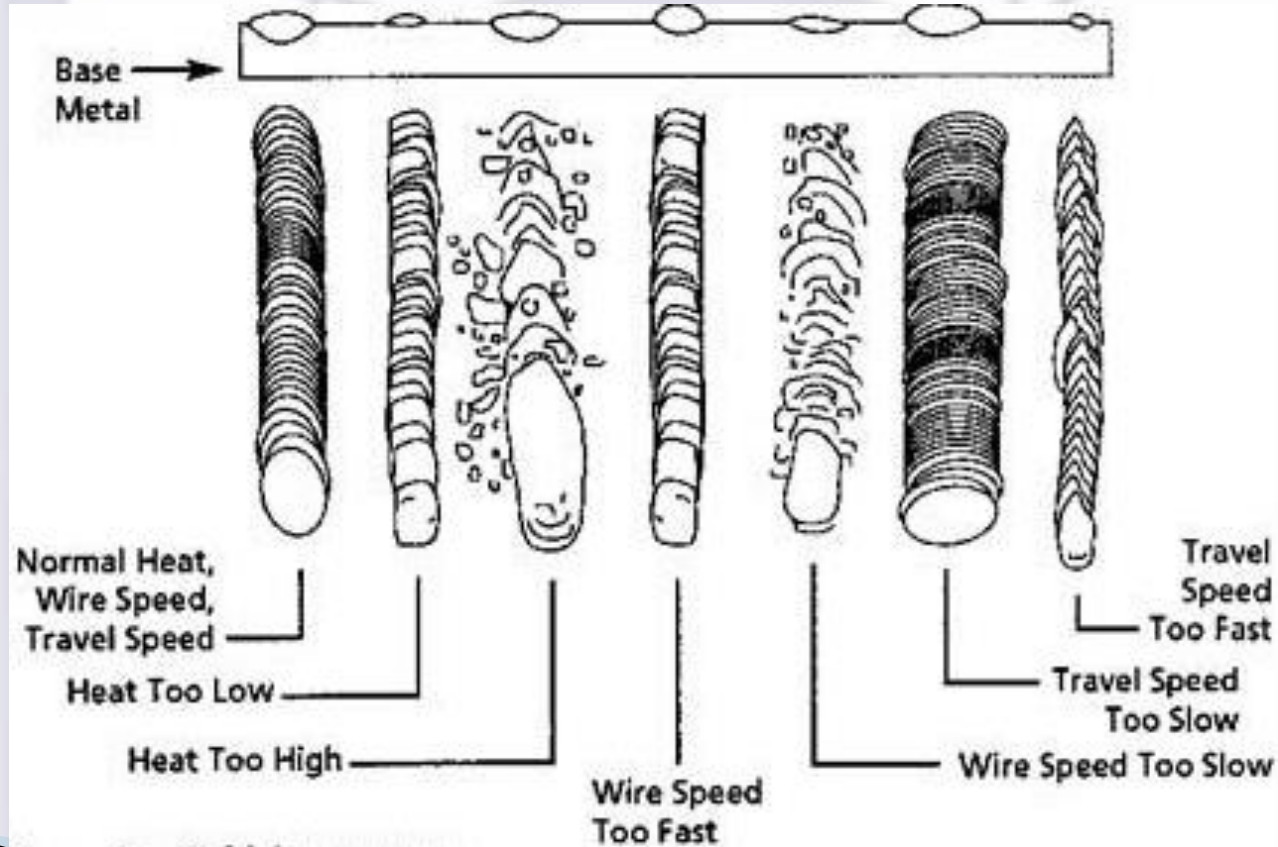
- **Kaynak parametreleri:** Belli bir kaynak yöntemi ile teknik anlamda bir kaynak birleştirmesinin yapılabilmesi için gerekli veriler. Bunlar arasında dolgu maddesi, mekanik ve elektriksel ayarlama değerleri, önısıtma, bekletme ve pasolar arası sıcaklıklar, dikiş sıralaması gibi parametreler dahildir.



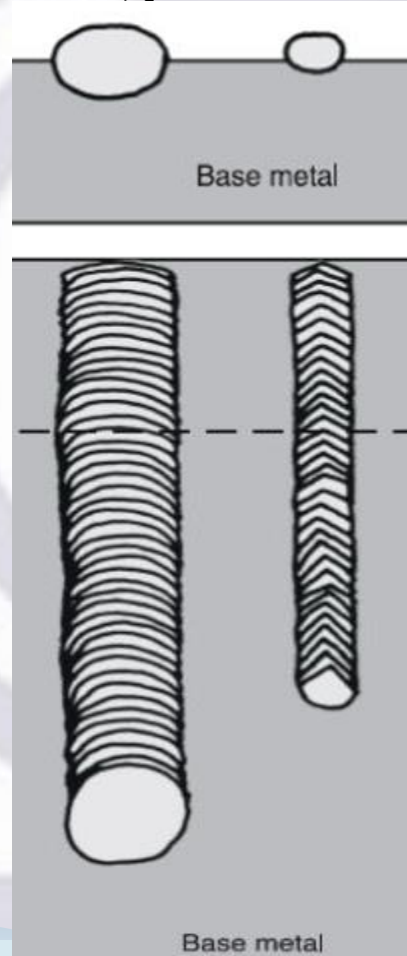
- ▶ **Ergitme hızı:** Dolgu malzemesinin erime hızıdır, birim zamanda eriyen dolgu malzemesi uzunluğu olarak ifade edilir.
- ▶ **Kaynak hızı:** Birleştirme esnasında kaynak yönünde gerçekleşen ilerleme hızıdır.



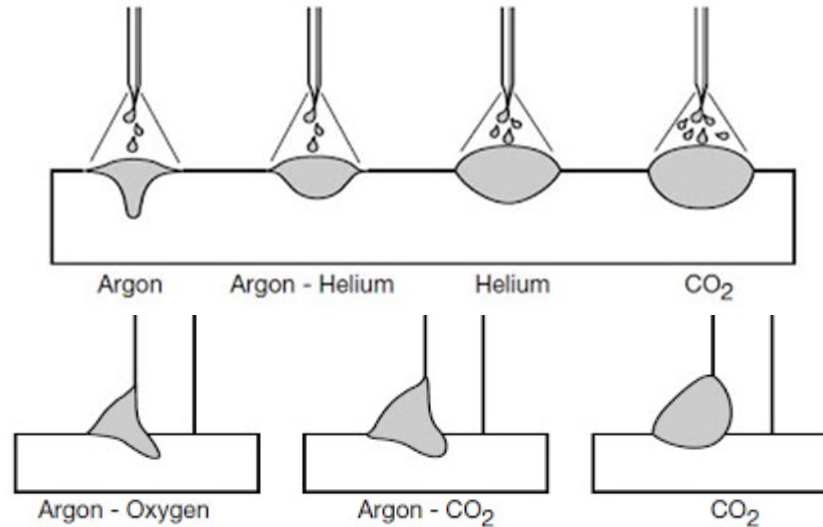
- **Tel Besleme Hızı:** Dolgu malzemesinin erime hızıdır, birim zamanda eriyen dolgu malzemesi uzunluğu olarak ifade edilir.



- **Kaynak süresi:** Bir kaynak dikiinin tamamlanması için gereken süredir. Bu süreye ön hazırlık ve sonradan yapılan işlemler dahil değildir.



- ▶ **Ergitme gücü:** Kaynak ana süresi dahilinde eritilen dolgu malzemesi kütlesidir.
- ▶ **Kaynak yardımcı malzemeleri:** gaz, toz veya pasta gibi kaynak işleminin gerçekleştirilmesi veya kolaylaştırılması için kaynak esnasında kullanılan bütün malzemelerdir. Fakat bu malzemeler kaynak dikişinin ana bileşeni olamazlar.



TMMOB
MAKINA MÖHENDİSLERİ ODASI

WPS NEDİR?



KEMM

1954



tmmob
makina mühendisleri odası

KAYNAK YÖNTEMİ YETERLİLİK KAYIT FORMU (PQR-WAR) EN ISO 15614-1:2017
WELDING PROCEDURE QUALIFICATION RECORDS FORMS (PQR-WAR) EN ISO 15614-1:2017

Kaynak Yöntem Şartnamesi No. <i>Welding Procedure Specification No.</i>	20190422-1	Malzeme Tipi <i>Material Type</i>	Boru Kaynağı <i>Pipe Welding</i>
İmalatçı WPQR No. <i>Manufacturer Welding Procedure Qualification Record No.</i>	M002	Bağlantı Tasarımı Ve Tipi <i>Joint Desing And Type</i>	Alın Kaynağı (BW) <i>Butt Weld</i>
Malzeme Standardı Ve Kalitesi <i>Material Stand. Type And Grade</i>	EN 10025—2 S235GH	Ana Malzeme Kalınlığı Ve Geçerli Kalınlık Aralığı <i>Base Metal Thickness And Range Of Qualification</i>	2 mm (BW: 1 mm to 4 mm)
Malzeme Grubu(CR ISO 15608'e Göre) <i>Material Gr- Sub Group No. (According To CR ISO 15608)</i>	ISO 15608-1.1	Boru Dış Çapı Ve Geçerli Boru Dış Çapı Aralığı <i>Pipe Outer Diameter And Range Of Qualification</i>	42,5 mm (D≥21,25)
Kaynak Yöntemi (EN ISO 4063'e Göre) <i>Welding Process</i> <i>(According To EN ISO 4063)</i>	141	Kaynak Ağızı Hazırlama Metodu <i>Welding Groove Preparation Method</i>	Taşlama <i>Grinding</i>
		Sabitlenme Metodu <i>Fixing Method</i>	Puntalama <i>Spot-Weld</i>
Kaynak Dolgu Malzemesi Tanımı Ve Üreticisi <i>Designation of Filler Material And Trade Name</i>	TS EN ISO 14341- A:G3 S1-GEKA	Kaynak Pozisyon (EN ISO 6947'e Göre) <i>Welding Positions (According To EN ISO 6947)</i>	H-L045
Bağlantı Tasarımı Ve Boyutlar (Skeç) <i>Joint Desing And Diemensions (Sketch)</i>	Kaynak Paso Sırası (Skeç) <i>Welding Sequences (Sketch)</i>		



KEMM

Kaynak Ayrıntıları

Paso Pass	Kaynak Yöntemi Welding Process	Dolgu Malzemesi Ölçüsü Size Of Filler Material	Amper [A] Ampere [A]	Voltaj [V] Volt [V]	Akım Tipi / Kutuplama Current Type And Polarity	Besleme Teli Hızı Supply Wire Speed	İlerleme Hızı Travel Speed	Isı Girdisi Heat Input
1	141	1,2 mm	40-55	16-21	DC (-)	-	0,747 mm/s	0,56 kJ/mm
2	141	1,2 mm	40-55	16-21	DC (-)	-	0,5 mm/s	1,026 kJ/mm

Gaz / Toz Gösterimi Designation of Gas / Flux	Koruma Shielding	I1	Min. Ön Isıtma Sıcaklığı Min Preheat Temperature Veya / Or Kaynak Esnasında İş Parçası En Düşük Sıcaklığı Minimum Temperature Of Welding Metal During Welding Process	20 °C
	Altık Backing	-		20 °C
Gaz Akış Hızı Flow Rate	Koruma Shielding	10-15 lt/dk	Maksimum (Eğer Gerekli İse Minimum) Pasolar Arası Sıcaklık Max. Interpass Temperature	235 °C
	Altık Backing	-	Korunacak Ön Isıtma Sıcaklığı Preheat Temperature To Be Maintained	-
Dolgu Malzemesi Ölçüsü Size Of Filler Metal		1,2 mm	Oscillation Salınım	-
Dolgu Malzemesinin Kurutulması Drying Of Filler Metal		-	Min. Bekleme Zamanı Min Standby Time	-
Altık Malzeme Tipi Ve Ölçüsü Backing Material Type And Dimensions		-	Kaynak Sonrası Isıl İşlem Post Weld Heat Treatment	-
Arka Taraf Oluk Açma Metodu Backing Gauging Method		-	Maksimum Kaynak Genişliği (El Kaynağı İçin) Max. Joint Width (For handmade welding)	8 mm
Oluk Şekli Ve Derinliği Groove Design And Depth		-		
Maksimum Genlik, Frekans Ve Toplam Süre (Mekanize Ve Otomatik Kaynaklar İçin) Maximum Amplitude, Frequency And Total Elapsed Time (For Mechanized And Automatic Welding Process)			Nozul Çapı Nozzle Diameter	6 mm
			Tel Elektrod Sayısı Number Of Wire Electrode	---
			Temas Tüpü / İş Parçası Mesafesi Distance Between Contact Tube And Welding Metal	6 mm
			Metal Transfer Tipi Metal Transfer Mode	---

Kaynak yöntemleri-Genel

ISO 4063 göre kaynak yöntemlerinin numaralandırması

- 111 – Elle metal ark kaynağı (örtülü elektrotla metal ark kaynağı)
- 114 – Kendinden korumalı boru şeklinde özlü elektrot ark kaynağı
- 12 – Tozaltı ark kaynağı
- 131 – Metal asal gaz kaynağı, MIG kaynağı
- 135 – Metal aktif gaz kaynağı, MAG kaynağı
- 136 – Aktif gaz korumalı boru şeklinde özlü elektrot ark kaynağı
- 137 – Asal gaz korumalı boru şeklinde özlü elektrot ark kaynağı
- 141 – Tungsten asal gaz ark kaynağı, TIG kaynağı
- 15 – Plâzma ark kaynağı
- 311 – Oksi-asetilen kaynağı.

Kaynak yöntemleri-Genel

EN 1101-1 göre Isı Girdisi Hesabı:

$$Q = k \frac{U \times I}{v} \times 10^{-3}$$

Q= Isı Girdisi (Kj/mm)
k= Yöntem sabiti ()
U= voltaj (V)
I=Amper (A)
v=Kaynak Hızı (mm/s)

KAYNAK YÖNTEMİ	k
121	1
111	0,8
131	0,8
135	0,8
114	0,8
136	0,8
137	0,8
138	0,8
139	0,8
141	0,6
15	0,6

Kaynak yöntemleri-Genel

$$Q = k \frac{U \times I}{v} \times 10^{-3}$$

Q= Isı Girdisi (Kj/mm)
k= Yöntem sabiti ()
U= voltaj (V)
I=Amper (A)
v=Kaynak Hızı (mm/s)

KAYNAK YÖNTEMİ	k
121	1
111	0,8
131	0,8
135	0,8
114	0,8
136	0,8
137	0,8
138	0,8
139	0,8
141	0,6
15	0,6

Tozaltı kaynağı ile 650 amper akımda 17 voltta 7,7 mm/sn ilerleme hızıyla yapılan kaynağın ısı girdisini hesaplayalım.

$$x = k \cdot \frac{I(A) \times U(V)}{v \left(\frac{\text{mm}}{\text{sn}}\right)} \times 10^{-3} = 1 \cdot \frac{650A \times 17V}{7,7 \text{ mm/sn}} \times 10^{-3} = 1,435 \text{ kj/mm}$$

Kaynak yöntemleri-Genel

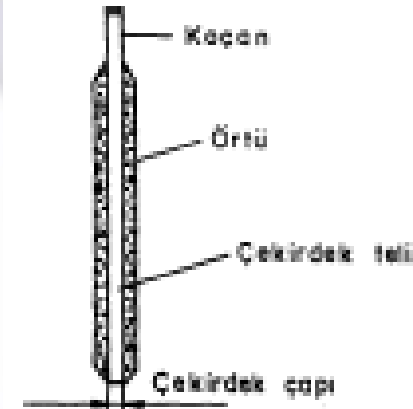
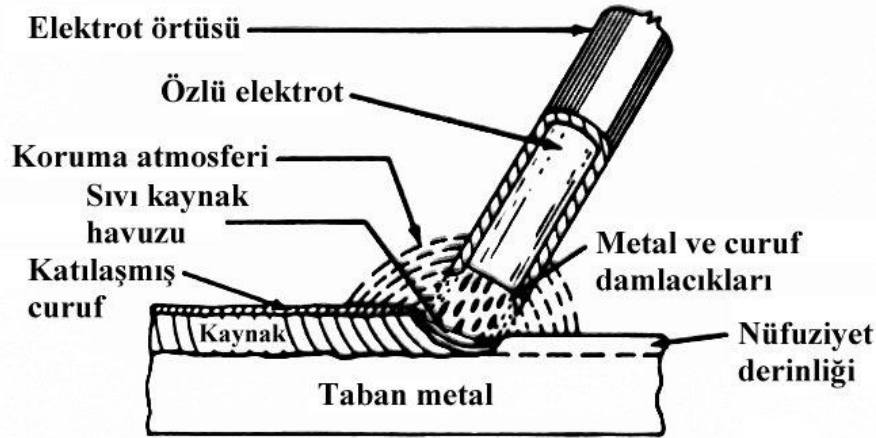
Isı Girdisi
Genel:

- Isı girdisinin en düşük olduğu kaynak pozisyonu yukardan aşağı doğru kaynaktır
- Isı girdisinin en yüksek olduğu kaynak pozisyonu aşağıdan yukarı doğru kaynaktır
- Isı girdisinin göreceli olarak en yüksek olduğu yöntem toz altı (121) kaynak yöntemidir.

İŞLETMEDE KULLANILAN KAYNAK YÖNTEMLERİ NELERDİR?

- ▶ Elektrik Ark Kaynağı
- ▶ Gazaltı Kaynağı (TIG–MIG/MAG)
- ▶ Oksi–Asetilen Kaynağı
- ▶ Tozaltı Kaynağı
- ▶ Oksi–Asetilen Kaynağı
- ▶ Diğer Kaynak Yöntemleri

ELEKTRİK ARK KAYNAĞI



Elektrotlar

- ▶ İlave tel görevi görerek ark oluşturan ve kendileri ergimek suretiyle birleştirmeyi yapan ince tel çubuklardır.
- ▶ Elektrotların kolay ark sağlaması ve arkin korunması için dış yüzeyleri örtüyle kaplanır.
- ▶ Kaynak esnasında kaynak bölgesinin doldurulması ve birleşmenin sağlanması için ek tele ihtiyaç vardır. Bu görevi elektrotlar görür.

Örtünün Görevleri

- ▶ Tutuşma işleminin kolaylaştırılması.
- ▶ Ark aralığının iletkenliğinin iyileştirilmesi.
- ▶ Geçen damlacıkları ve eriyik kaynak metalini havanın olumsuz etkilerine karşı korumak.
- ▶ Banyonun metalürjik yönden etkilenmesi

Örtülü Elektrotların Sınıflandırılması

- ▶ Asidik örtülü elektrotlar:
- ▶ DC(-) ve AC akımda kaynaklanabilir.
- ▶ Bu elektrot tipinin günümüzde pek az önemi kalmıştır.
- ▶ Dar açılı köşe dikişlerinin kaynağında, cürufun kolay kalkması nedeniyle tercih edilir.

Bazik Örtülü Elektrot:

- DC(+) kutupta kaynaklanabilir. (Bazik-Rutil karışık tipler AC akımda kullanılabilir)
- En yüksek dayanç değerleri bu tip elektrotlarla elde edilmektedir.
- Diğer tüm elektrot tiplerine göre daha az çatlama eğilimine sahiptir.
- Eksi sıcaklıklarda bile en yüksek tokluk değerlerine sahiptir.

Dezavantajları

- ▶ Örtüleri nem tutucu özelliindedir
- ▶ Kullanılmadan önce kurutulmaları gerekir.
- ▶ Kaynak sırasında kısa ark kullanılır. (yaklaşık elektrot çapının yarısı)
- ▶ Başlangıç yerleri üzerinden tekrardan geçilerek kaynak yapılır.

Selülözük Örtülü Elektrotlar:

- DC(+), kök kaynağında DC(-) kutupta kullanılırlar.
- Özellikle yukardan aşağıya (PG) pozisyonunda kullanılırlar.
- Petrol-Doğalgaz boru hatlarında kullanılırlar.

Not:

- Bu tip çubuk elektrodlar hava sızdırmaz teneke kutularda ambalajlanmıştır (örtüde kontrollü bir biçimde nem kalması gerekmektedir)
- Kaynak pasoları parça soğumadan ard arda kaynatılmalıdır (çoklu paso tekniği)
- Boşta çalışma gerilimi > 80 V olan kaynak akım üreteçleri gerekmektedir
- Tam bir dikiş hazırlığı gerekmektedir (örneğin ağız kaçıklığı olmamalıdır)
- Bununla beraber aşağıdan yukarıya doğru yapılan kaynaktan önemli ölçüde daha hızlıdır

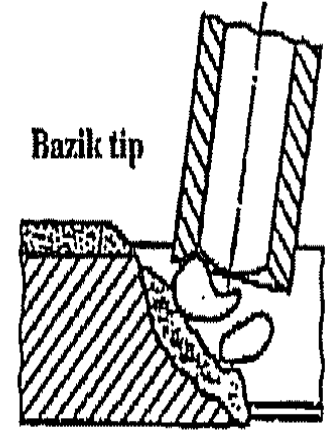
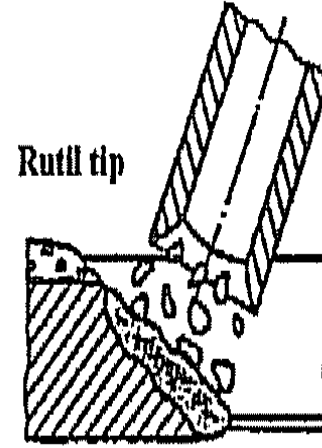
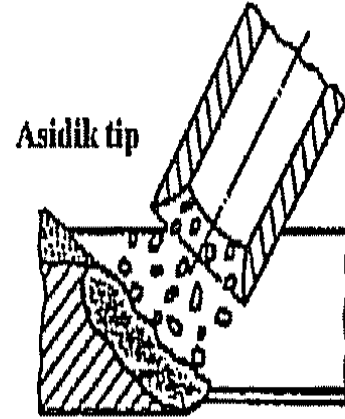
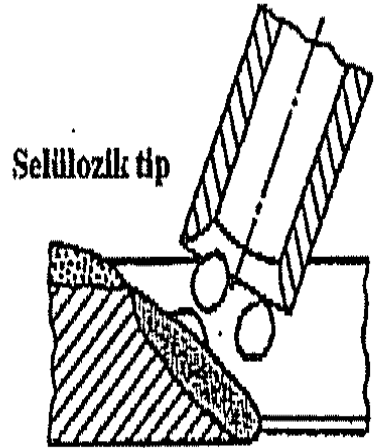
Rutil Örtülü Elektrotlar:

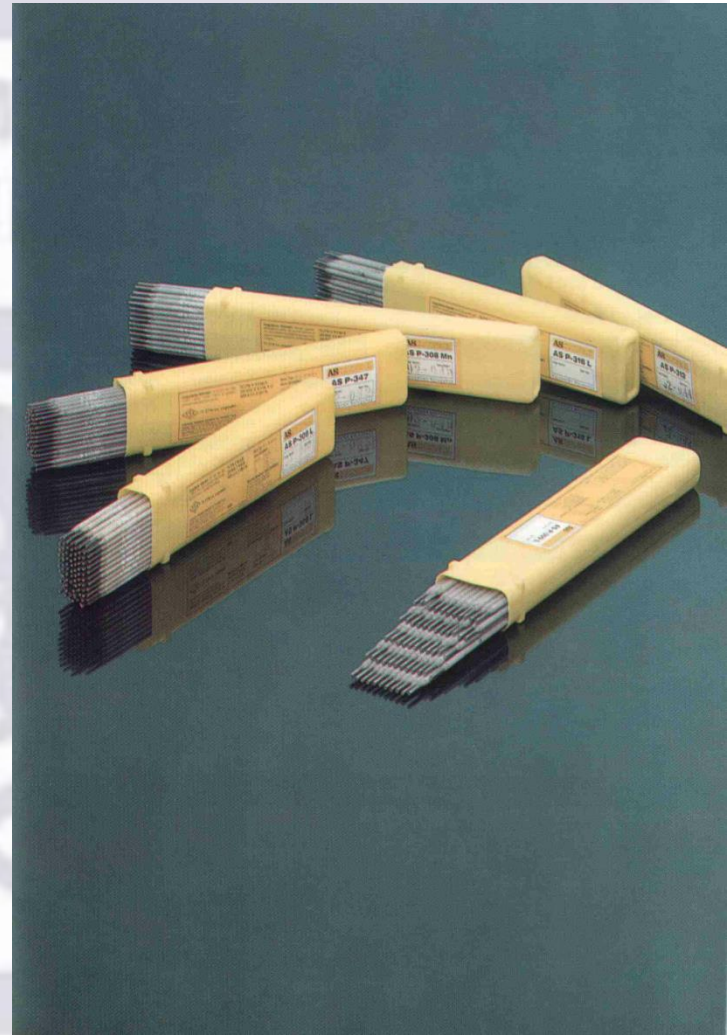
- Elektrot örtüsünün büyük bir kısmını (yaklaşık % 35) titan dioksit oluşturur.
- Bu oksit cüruf oluşumunun yanı sıra ark kararlılığına sebep olur.
- Rutil örtülü elektrotlar en yaygın olarak kullanılan ve genel istekleri karşılayan elektrot türüdür.
- Flaks ajanlarının ilavesiyle bütün pozisyonlarda kaynağa elverişli elektrotlar üretilebilir.
- Kaynak metalinin hidrojen miktarı yüksek olup yüksek mukavemetli çeliklerin kaynağında problem yaratabilir.

Örtünün Kimyasal Bileşimi ve Kalınlığının Etkileri

- ▶ Kaynak metalinin tokluğunu
- ▶ Tutuşma özelliklerini
- ▶ Kullanılacak akım türlerini
- ▶ Yapılabilecek kaynak pozisyonları
- ▶ Dikişin görünüşü
- ▶ Damlacık geçişi

TMMOB





Elektrot ve Akım Seçimi

- ▶ Elektrot seçimi malzeme kalınlığına, cinsine ve ebatlarına göre değişmektedir.
- ▶ Piyasada ve eğitimde en yaygın kullanılan elektrotlar 2,5 ve 3,25'lik Rutil elektrottur. 3,25 ve daha büyük çapa sahip elektrotların parça kalınlığına göre fazla sınırlamaları yoktur.
- ▶ İş parçasının kalınlığı arttıkça seçeceğimiz elektrotun çapı da yüksek olmalıdır.

İş parçasının kalınlığı	Elektrot Çapı	Amper
2.5 mm den küçük	2.50	60-110
2.5 mm den büyük	3.25	110-140
2.5 mm den büyük	4.00	140-180
2.5 mm den büyük	5.00	170-240

Boşta alışma Gerilimi

- ▶ Kaynak makinesinin kaynak yapmaya hazır durumda bulunduğu fakat kaynak yapılmadığı zaman kaynak kablolarının bağlantı uçları arasında ölçülen gerilimdir. Üç guruba ayrılır.
 - ▶ a) Yüksek boşta çalışma gerilimi (80–90 Volt): İnsan vücudunun dayanabileceği en yüksek gerilim değeri 70 Volttur. Bu tip makinelerde çalışılması durumunda kaynakçının mutlaka izolasyona büyük önem vermesi, gerekli önlemleri alması zorunludur.
 - ▶ b) Düşük boşta çalışma gerilimi: 40–45 Volt
 - ▶ c) Normal boşta çalışma gerilimi: 65–70 Volt
- Çalışma esnasında ise gerilim düşmektedir.

DIN EN 499' daki kodların açıklaması

E	38	3	-	B	2	2	H5
1	2	3	4	5	6	7	8

1: E harfi elle ark kaynağını gösteren kısaltma

2: Kaynak metalinin akma, çekme ve uzama değerleri için kodlar

Kod	Min. Akma sınırı, N/mm ²	Çekme dayanıcı N/mm ²	Min uzama, %	Not
35	355	440 - 570	22	St 37'den St 52'ye yapı çelikleri için
38	380	470 - 600	20	
42	420	500 - 640	20	Yüksek dayançlı ince taneli yapı çelikleri için
46	460	530 - 680	20	
50	500	560 - 720	18	

3: Kaynak metalinin çentik darbe özellikleri için kodlar

Kod / Sembol	Min. çentik darbe en. 47 J °C	Çentik darbe enerjisi malzemenin tokluk ölçüsüdür (Birimi J = Joule) Kod, 47 Joule çentik darbe enerjisinin elde edildiği muayene sıcaklığını gösterir. Bu tanımlama sayısı ne kadar yüksekse kaynak metalinin tokluğu da o ölçüde iyidir.
Z	verilmemiştir	
A	+20	
0	0	
2	-20	
3	-30	
4	-40	
5	-50	
6	-60	

4: Kaynak metalinin kimyasal bileşimi için kodlar

Alaşım tipi kodları	Kimyasal bileşim %			Not
	Mn	Mo	Ni	
Sembol yok	2.0	--	--	St 37'den St 52'ye yapı çelikleri için
Mo	1.4	0.3 - 0.6	--	Düşük alaşımlı Mo-çelikleri için
MnMo	> 1.4 - 2.0	0.3 - 0.6	--	Yüksek dayançlı ince taneli yapı çelikleri için
1Ni	1.4	--	0.6 - 1.2	(max. 500 N/mm ² akma dayanıcına kadar)
2Ni	1.4	--	1.8 - 2.6	
3Ni	1.4	--	2.6 - 3.8	
Mn1Ni	> 1.4 - 2.0	--	0.6 - 1.2	
1NiMo	1.4	0.3 - 0.6	0.6 - 1.2	
Z	Diğer bütün bileşimler için			

5: Örtü tipi kodları

İşaret	Çubuk elektrodun örtü tipi
A	Asidik örtülü
C	Selülozik örtülü
R	Rutil örtülü
RR	Rutil örtülü (kalın)
RC	Rutil - selülozik örtülü
RA	Rutil - asidik örtülü
RB	Rutil - bazik örtülü
B	Bazik örtülü

6: Verim ve akım tipi kodları

Kod	Verim, %	Akım tipi
1	< 105	Alternatif ve doğru akım
2	< 105	Doğru akım
3	> 105 ≤ 125	Alternatif ve doğru akım
4	> 105 ≤ 125	Doğru akım
5	> 125 ≤ 160	Alternatif ve doğru akım
6	> 125 ≤ 160	Doğru akım
7	> 160	Alternatif ve doğru akım
8	> 160	Doğru akım

7: Tavsiye edilen kaynak pozisyonları kodları

Kod	Kaynak pozisyonları
1	Bütün pozisyonlar
2	Yukarıdan aşağı hariç tüm pozisyonlar
3	Oluk pozisyonunda alın dikliği, oluk ve yatay pozisyonda köşe dikliği
4	Oluk pozisyonunda alın dikliği, oluk pozisyonunda köşe dikliği
5	Yukarıdan aşağı pozisyon ve 3 nolu koddaki pozisyonlar

8: Nüfuz edebilen hidrojen miktarı kodları

Kod	100 gr kaynak metalindeki max. hidrojen miktarı, cm ³
H 5	5
H 10	10
H 15	15

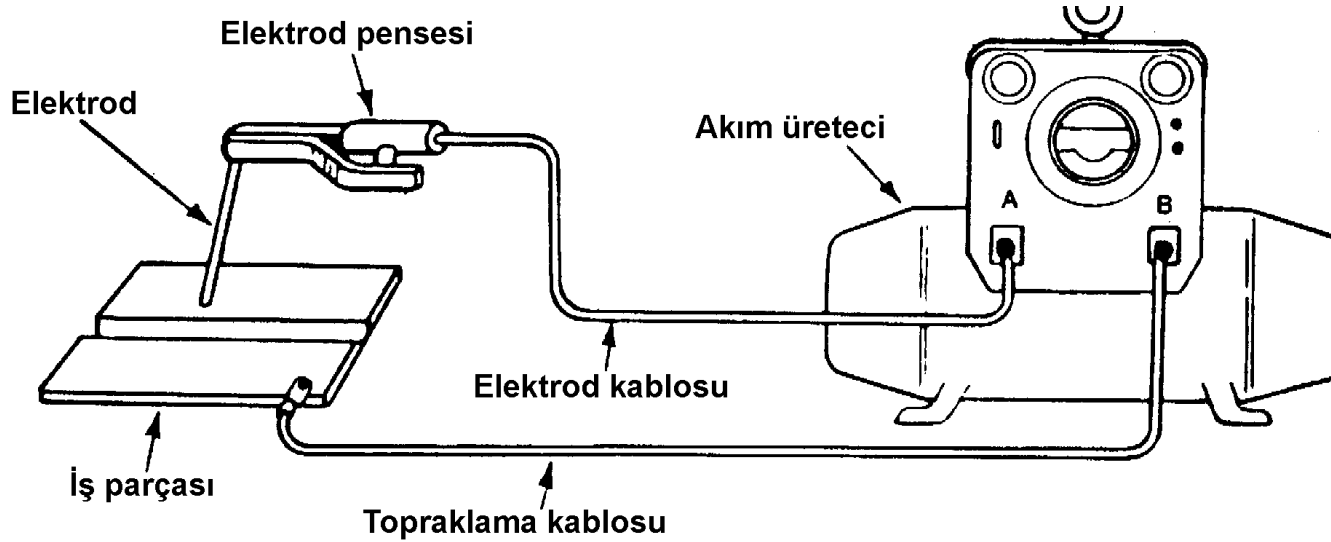
Dikkat: Hidrojen miktarı ne kadar az ise, kaynak metalinin çatlak (soğuk çatlak) emniyeti o kadar fazladır.



Elektrik Ark Kaynağı Uygulama Alanları

TMMOB

Bütün kaynak pozisyonlarında basit bir cihaz tekniği ve dolgu malzemeleri kullanılarak çok yönlü uygulanabilir. Kaynakçıların eğitilmesi gereklidir. Çelik yapılarda, makine ve aparat imalâtında, taşıt imalâtında ve aynı zamanda tamir amaçlı olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır. Açık alanlarda (şantiye şartları) gerçekleştirilen montaj işleri için de gayet uygun bir yöntemdir.



Elektrik Ark Kaynağı Avantaj ve Dezavantajları

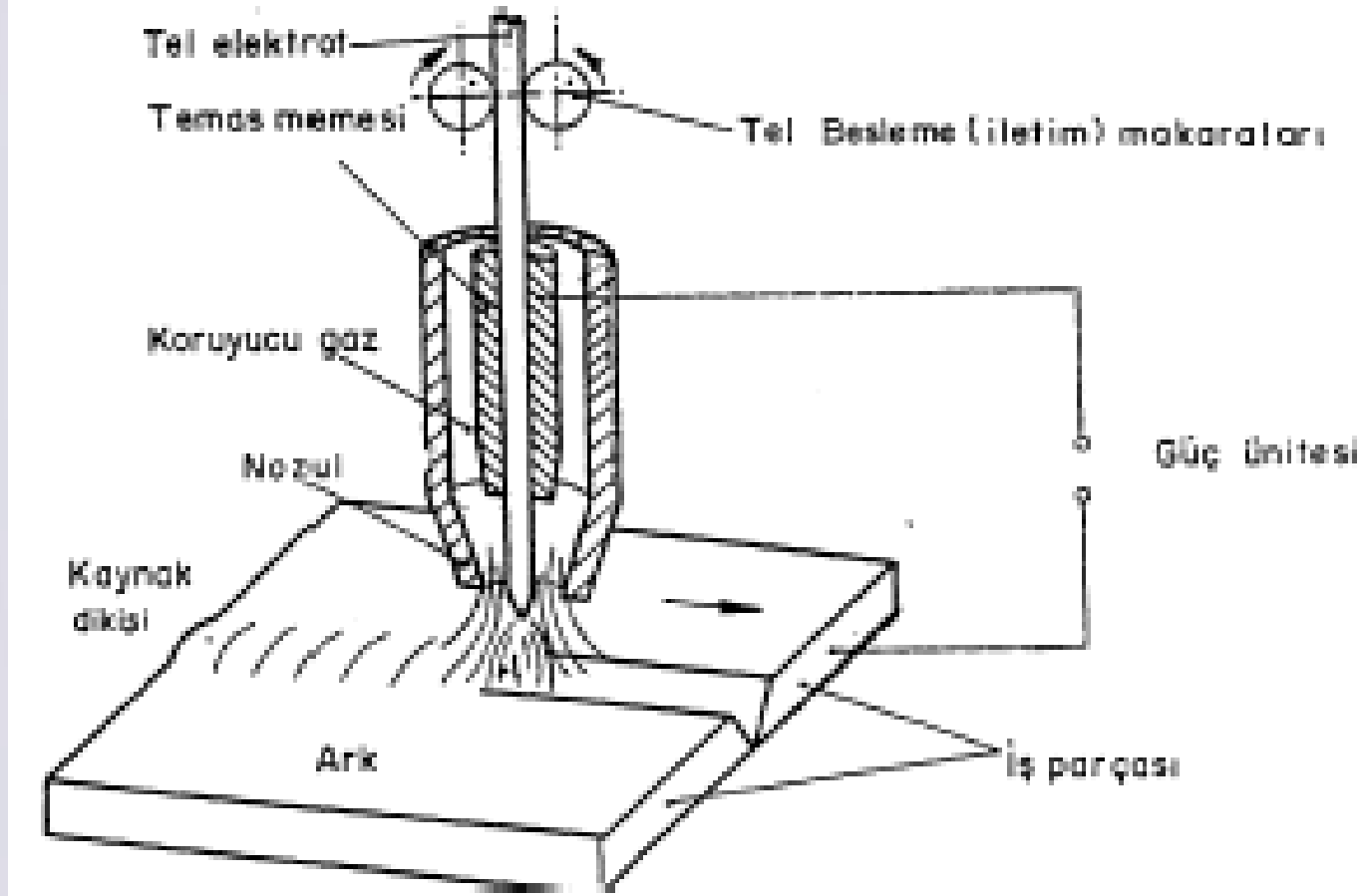
▶ Avantajları

- Saha ve fabrika uygulamaları
- Sarf malzemelerinin çeşitliliği
- Bütün pozisyonlarda kullanımı
- Taşınabilirliğinin kolay olması
- Basit ekipmanları olması

▶ Dezavantajları

- Kalifiye kaynakçı ihtiyacı
- Çapak ve curuf kalıntıları
- Düşük mekanize edilebilme
- Yüksek zararlı kaynak gazı
- Hidrojen kontrolü

MIG/MAG KAYNAĞI



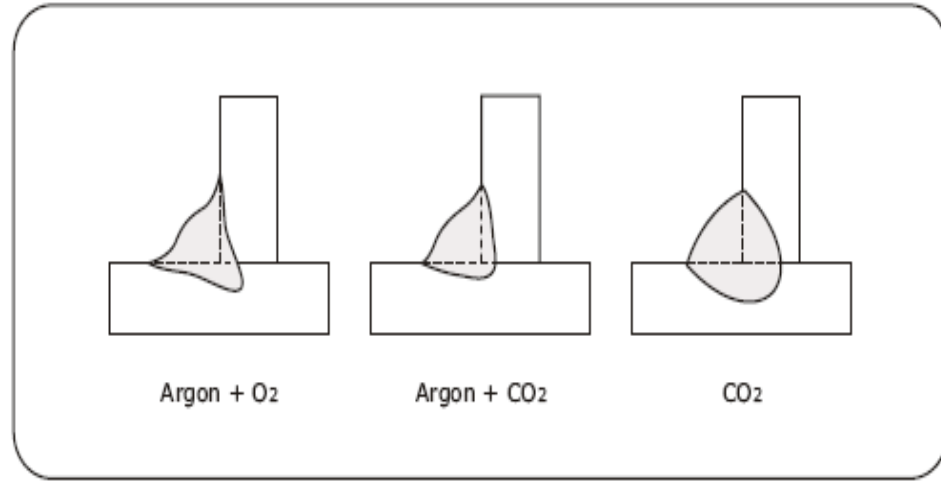
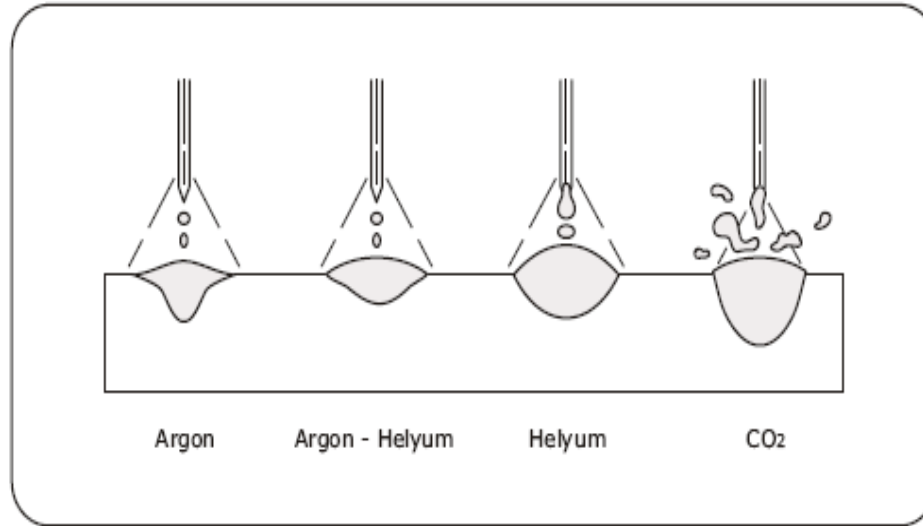
Yöntemin Tanımı

- ▶ Bu yöntemde kaynak için gerekli ısı, sürekli beslenen ve ergiyen bir tel elektrotla kaynak banyosu arasında oluşturulan ark yoluyla ve elektrottan geçen kaynak akımının elektrotta oluşturduğu direnç ısıtması aracılığıyla üretilir.
- ▶ Elektrot çıplak bir tel olup, elektrot besleme tertibatıyla kaynak bölgesine sabit bir hızla sevk edilir.
- ▶ Çıplak elektrot, kaynak banyosu, ark ve esas metalin kaynak bölgesine komşu bölgeleri, atmosferin kirlenmesine karşı dışarıdan sağlanan ve bölgeye bir gaz memesinden iletilen uygun bir gaz veya gaz karışımı tarafından korunur.

KORUYUCU GAZLAR

- ▶ Bütün koruyucu gaz kaynak yöntemlerinde olduğu gibi MIG yönteminde de koruyucu gazın ark bölgesini tamamen örtmesi ve atmosferin olumsuz etkilerinden koruması gerekir.
- ▶ Ark atmosferinin karakteri, kullanılan çeşitli gaz ve gaz karışımlarına bağlı olarak değişir.

Koruyucu gazların kaynak dikişinin şekline ve nüfuziyetine etkisi

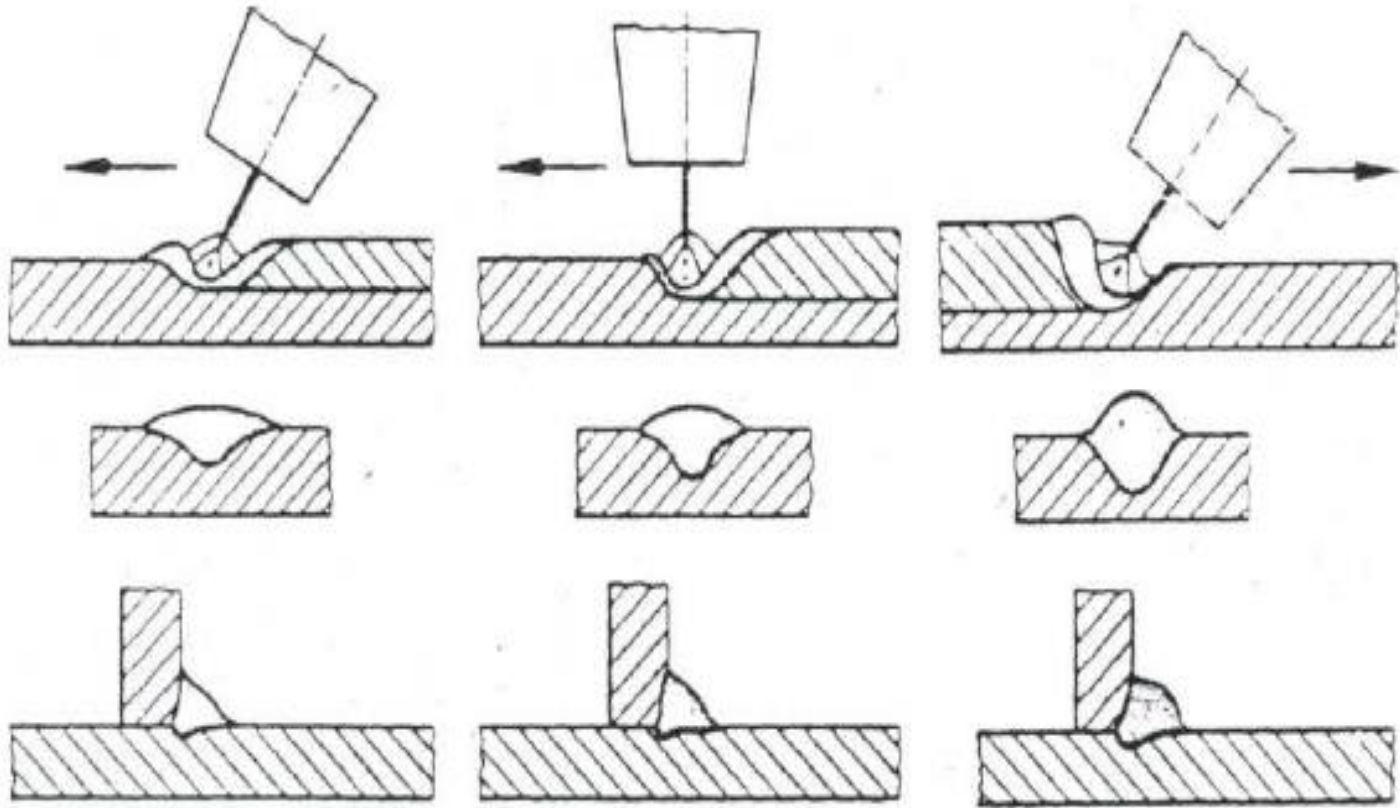


Ana Metal	Koruyucu Gaz	Üstünlükleri
Alüminyum ve Alüminyum Alaşımları	Argon	25 mm'den küçük kalınlıklarda en iyi damla iletimi ve en az sıçrama oluşturur.
	% 35 Ar + % 65 He	25-75 mm kalınlıklarda saf argona oranla daha fazla ısı girdisi elde edilir. 5XXX serisi Al-Mg alaşımlarında erime özelliğinde iyileşme sağlar.
	% 25 Ar + % 75 He	75 mm'den büyük kalınlıklarda en yüksek ısı girdisi, gözenek oluşumunun en düşük seviyede tutulmasına olanak sağlar.
Magnezyum	Argon	Mükemmel temizlik etkisi yaratır.
Alaşımsız Çelikler	Argon + % 1-5 O ₂	Arkin kararlılığını artırır, daha akışkan ve kontrol edilebilir bir kaynak banyosu oluşturur, iyi bir birleşme ve dikiş profili sağlar, yanma oluşunu en az düzeye indirir, saf argona oranla daha yüksek kaynak hızına olanak sağlar.
	Argon + % 3-10 CO ₂	İyi bir dikiş profili oluşturur, sıçramayı en az düzeye indirir, soğuk kaynak olasılığını azaltır, pozisyon kaynağına uygun değildir.
Düşük Alaşımlı Çelikler	Argon + % 2 O ₂	Yanma oluşunu en az düzeye indirir, iyi bir tokluk sağlar.
Paslanmaz Çelikler	Argon + % 1 O ₂	Arkin kararlılığını artırır, daha akışkan ve kontrol edilebilir bir kaynak banyosu oluşturur, kalın paslanmaz çeliklerde yanma oluşunu en az düzeye indirir.
	Argon + % 2 O ₂	İnce paslanmaz çeliklerde % 1 O ₂ 'li karışıma oranla daha iyi bir ark kararlılığı ve birleşme sağlar.
Bakır, Nikel ve Alaşımları	Argon	İyi bir ıslanma sağlar, 3 mm kalınlıklara kadar kaynak metalinin akışkanlığını artırır.
	Argon + Helyum	% 50-75 He karışımı kalın parçalardaki ısı kaybını karşılayacak derecede yüksek ısı girdisi sağlar.
Titanyum	Argon	İyi bir ark kararlılığı ve kaynakta en az kirlenme sağlar. Kaynak alanının arkasından hava kirlenmesini önlemek için soygaz altlığı gereklidir.

Çalışma Tekniği

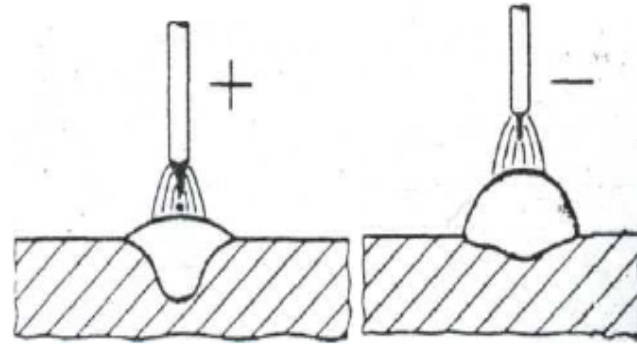
- ▶ Kaynak dikişinin yüksekliği, genişliği ve nüfuziyeti aynı hamaç tutuluşunda kaynak gerilimini, kaynak akım şiddetini ve kaynak hızını değiştirerek ayarlanabilir. Akım şiddeti yükseldikçe nüfuziyet artar, buna karşın dikiş genişliği yüksekliği azalır. Kaynak geriliminin ve hızının yükselmesi de, dikişin genişliğine ters yönde etkir. Kaynak hamlacı, kaynak yönüne ters doğrultuda en fazla 30° lik bir eğimle tutularak kaynak yapılıyorsa kaynakçı, kaynak banyosuna ve elektrodun erime işlemine kolayca bakabilir. Eğer bu meyil fazlalaşırsa nüfuziyet azalır ve dikiş de incelir. Bu durumda, kaynak hızının arttırılması gerekir, aksi halde kaynak banyosunun önünde bir yığılma meydana gelir ve aynı zamanda da dikişte kalıntı ve gözenekler olur. Hamaç eğiminin artması diğer yönden koruyucu gaz akımının şeklini de etkilediğinden, koruyucu gazın koruma etkinliği azalır.

Hamlacın eğimine göre dikiş formunun değişimi



- ▶ MIG kaynak yönteminde güvenilir kaynak bağlantısı elde edebilmek için ayarlanması gereken kaynak parametrelerinin başında akım şiddeti ve gerilimi gelir.
- ▶ Kaynak gerilimi, akım üreticinin ince ve kaba ayar düğmelerinden kademeli olarak veya bazı özel tiplerde ise potansiyometre ile kademesiz olarak ayarlanabilir.
- ▶ Kaynak akım şiddeti ise MIG kaynak akım üreteçlerinde tel ilerletme düğmesinden ayarlanır.

Kutuplamanın Dikiş Formuna Etkisi



azalır
artar
alçalır
azalır
oluşur

Erime gücü
nüfuziyet
Dikişli tırtılı
Sıçrama
Alüminyum
kaynağında oksit
temizleme

büyür
azalır
yükselir
fazlaşır
oluşmaz

Şekil 3.17. Kutuplamanın dikiş formuna etkisi

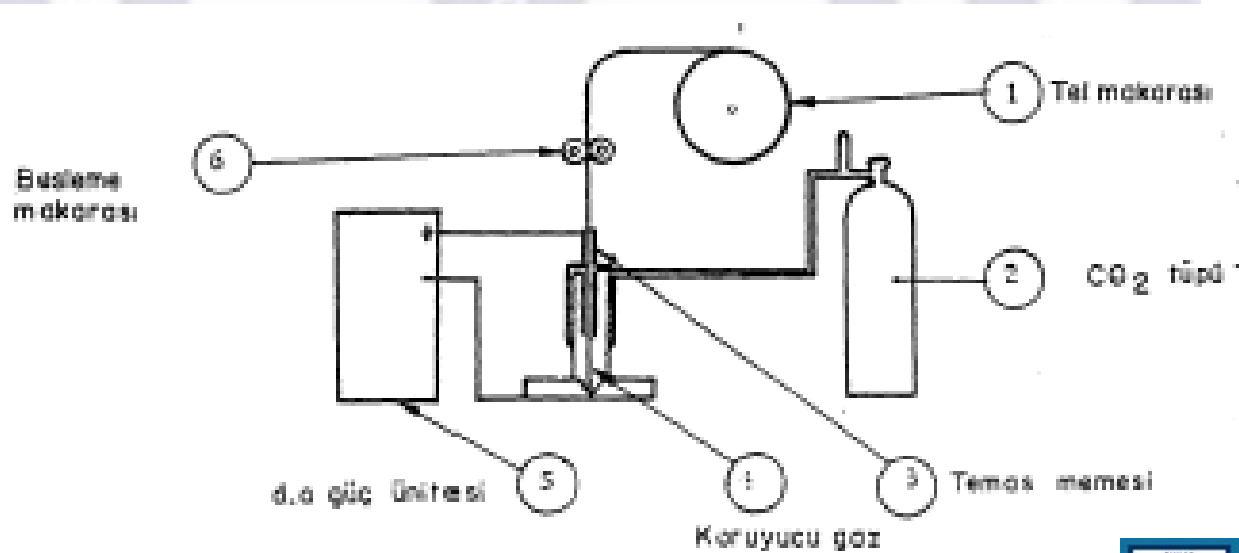
MIG/MAG Kaynağı Uygulama Alanları

Bütün pozisyonlarda birleştirme kaynağı (örneğin elik konstrüksiyon, basıncılı kap ve köprü imalâtı); Kaplama kaynağı.

Alaşımsız, düşük ve yüksek alaşımlı çelikler aktif gazlarla (karbondioksit, karışım gazları) kaynaklanır.

Demir dışı metaller, asal koruyucu gazlarla (Argon, Helyum) kaynaklanır.

İş parçası kalınlığı: $t = 0.5$ mm'den itibaren.



MIG/MAG Kaynağı Avantaj ve Dezavantajları

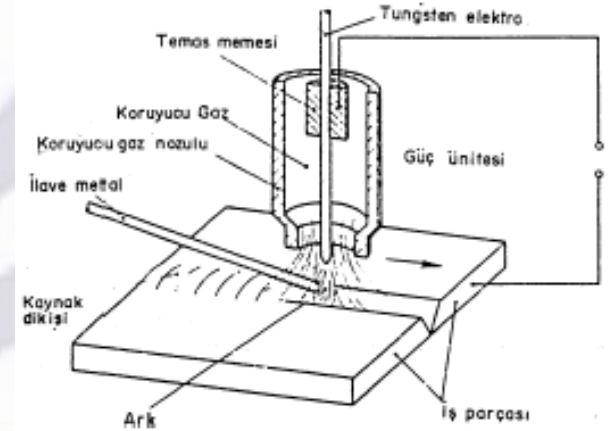
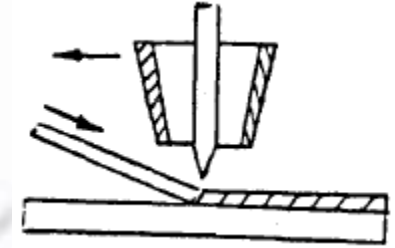
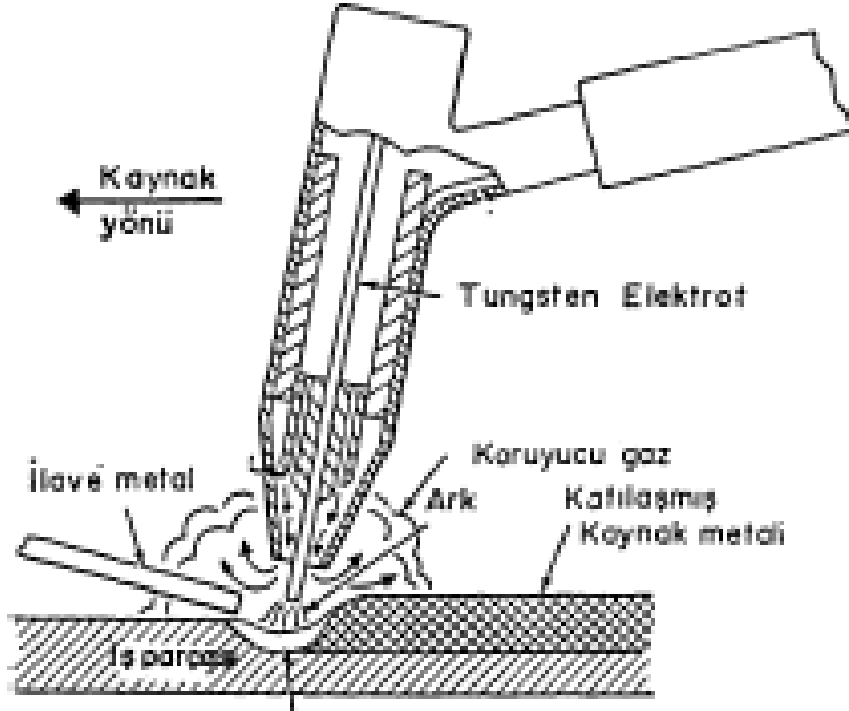
▶ Avantaj

- Yüksek üretebilirlik
- Kolay otomatik uyarlama
- Bütün pozisyonlar(Kısa ve darbe)
- Geniş Malzeme kalınlığı
- Sürekli sarf malzeme beslemesi

▶ Dezavantaj

- Ergimeme hatası
- Dar sarf malzemesi çeşitliliği
- Saha uygulamalarında ortamdaki koruma zorluğu
- Kompleks ekipmanlar
- Yüksek ozon seviyesi

TIG KAYNAĞI



TIG KAYNAĞI

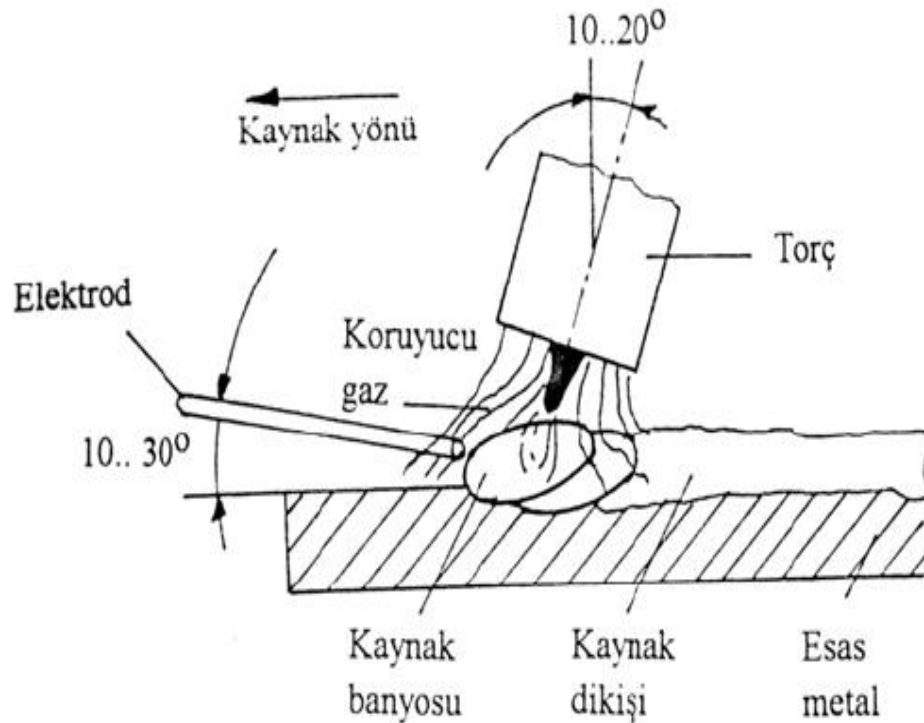
- ▶ Çok geniş bir uygulama alanına sahiptir.
- ▶ Kaynakçı tarafından kullanılması kolaydır.
- ▶ Prensipte olarak gaz eritme kaynağını andırır, yalnız torç biraz değişiktir, yanıcı yakıcı gaz yoktur, ısı enerjisi elektrik arkı tarafından sağlanmaktadır.

- ▶ Erimeyen bir elektrod kullanıldığı için kıvrık alın kaynak ağzı hazırlanmış ince parçalar, ek kaynak metaline gereksinme göstermeden birleştirilebilir.
- ▶ Gerektiğinde esas metalin eritilerek, ek kaynak metaline olan gereksinmeyi ortadan kaldırması da yöntemin göz önüne alınması gereken üstünlüklerinden bir tanesidir.

TIG kaynağının üstünlüğü

- ▶ TIG kaynak yönteminin diğer bilinen ve endüstride sık uygulanan eritme kaynağı yöntemlerine göre en önemli üstünlüğü, ısı girdisinin ve eriyen ek kaynak metali miktarının birbirlerinden bağımsız oluşudur. Bu önemli özellik yöntemin çok ince parçalara uygulanabilmesine olanak sağlamakta, kök pasoların çekilmesinde, pozisyon kaynaklarında ve tamir işlerinde de kaynakçıya büyük kolaylıklar sağlamaktadır.

TIG kaynak yönteminde ark bölgesi



Kullanım alanları

- ▶ İlk başlarda havacılık endüstrisinde magnezyum alaşımlarının birleştirilmesi.
- ▶ Alüminyum
- ▶ Endüstriyel demirdışı metal ve alaşımları
- ▶ Paslanmaz çelikler.

Karşılaştırma

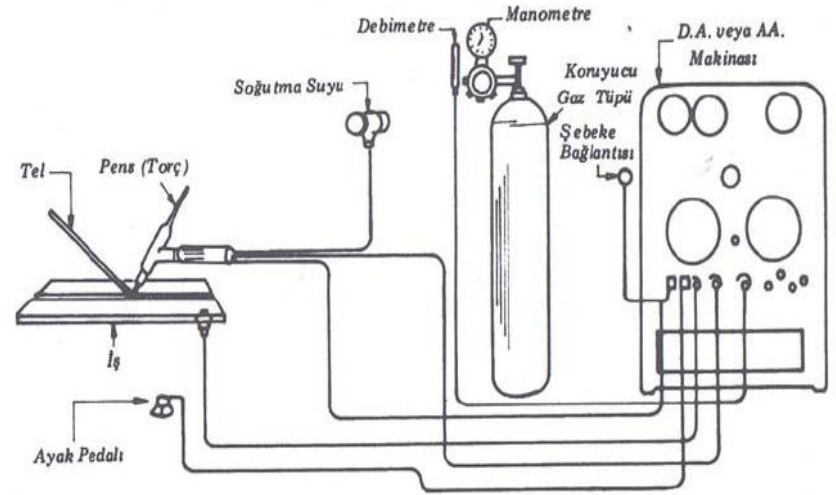
- ▶ Alışlagelmiş kaynak yöntemlerinde kullanılan korozif örtü ve flakslar, kaynaklı parçaların ancak sınırlı alanlarda kullanılmasına olanak tanıdığından, özellikle hafif metallerin alaşımlarından yapılmış kaynaklı parçaların endüstriyel kullanımını kısıtlıyordu.
- ▶ TIG yönteminin geliştirilmesi sonucu, hafif alaşımlar için yeni kullanım alanları açılmış, korozif flaksların yarattığı olumsuzlukların ortadan kalkması sonucu uçak ve gemi yapım mühendisleri bu alaşımların sunduğu her tür avantajdan yararlanabilir hale gelmişlerdir.

- ▶ Gaz türbinlerinin hızlı gelişmesinde de TIG Kaynak Yönteminin katkısı oldukça önemlidir, yüksek sıcaklığa dayanıklı alaşımların emniyetli bir biçimde kaynakla birleştirilebilmesi, jet motorlarının özellikle yanma odalarının en optimum biçimde tasarımına olanak sağlamıştır.
- ▶ Kimya, gıda endüstrisi ile alkollü, alkolsüz içki üretiminde, alüminyumun, paslanmaz çeliğin, bronzun ve bakırın kaynağında artık tamamen bu yöntem uygulanmaktadır.
- ▶ Elektrik makinaları üreticileri pek çok yerde civata ve somun yerine bu yöntemi kullanmaktadırlar, pek çok transformatörde laminasyon paketi civata yerine kaynak bağlantılı olarak yapılmaktadır.

- ▶ TIG kaynak yöntemi her pozisyonda ve prensip olarak da her kalınlıktaki parçalara uygulanabilirse de, fazla kalın parçalar için işlem süresinin uzaması yöntemin ekonomikliğini yitirmesine neden olmaktadır, bu bakımdan 7 mm'den kalın parçaların kaynağı için önerilmez; bununla beraber yüksek kalite ve kaynak emniyetinin gerekli olduğu uçak ve uzay endüstrisinde çok pasolu kaynak uygulayarak bu olumsuzluğun etkisi azaltılmaya çalışılır.

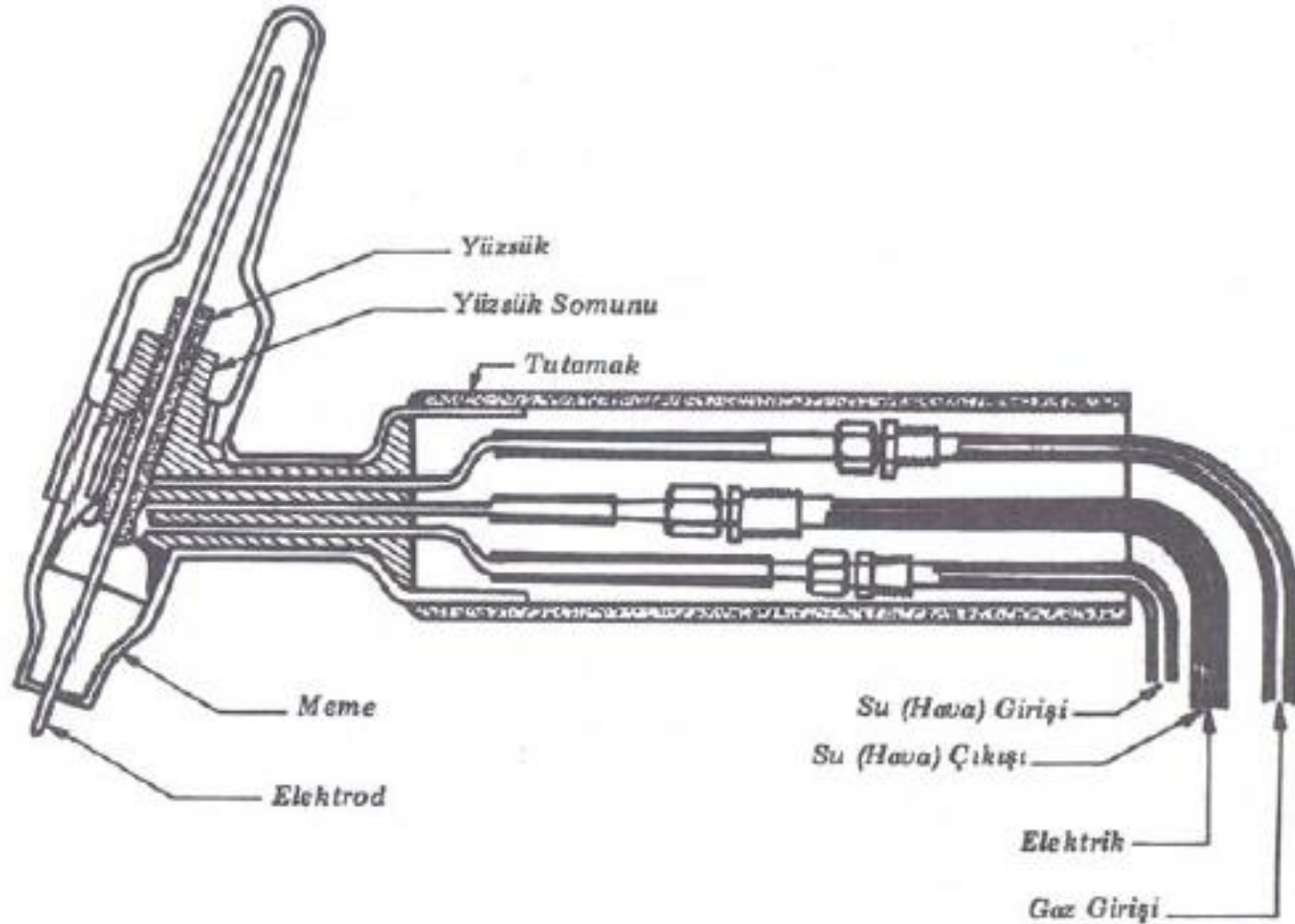
TIG kaynak donanımı prensip şeması

- ▶ Kaynak hamlacı diye de adlandırılan bir kaynak torcu.
- ▶ Kaynak akım ve kumanda şalter kablosunu, gaz hortumunu ve gerektiğinde soğutma suyu giriş ve çıkış hortumlarını bir arada tutan metal spiral takviyeli, torç bağlantı paketi.
- ▶ Kaynak akımının, gaz akışının ve gerektiğinde soğutma suyunun devreye giriş ve çıkışını, arkın tutuşmasını ve alternatif akım ile çalışma halinde arkın sürekliliğini sağlayan devreleri de bünyesinde toplayan kumanda dolabı.
- ▶ Kaynak akım üretici.
- ▶ Üzerinde basınç düşürme ventili ve gaz debisi ölçme tertibatı bulunan koruyucu gaz tüpü.



- ▶ Bu yöntemin ilk uygulamalarında elektrod pozitif kutba bağlanarak kaynak yapılmış ve aşırı ısınan elektrottan tungsten damlacıklarının kaynak dikişine geçtiği görülmüş ve elektrod negatif kutba bağlanarak bu engel ortadan kaldırılmıştır; bu durumda paslanmaz çeliklerin kaynağında başarı sağlanmasına karşın, alüminyum ve magnezyum gibi refrakter bir oksit tabakası ile kaplı metallerin kaynağı problemi ile karşılaşmıştır.
- ▶ Alternatif akım arkının sürekliliğini sağlayan, yüksek frekans üreten generatör ve devrelerin keşfi sonucu, alternatif akım yardımı ile bu tür metal ve alaşımlarının çok kaliteli bir biçimde kaynağı gerçekleştirilmiştir.

Kaynak Torçları



Hava Soğutmalı Torçlar

- ▶ Hava soğutmalı torçlarda, soğutma torcun dış kısmından hava yardımı ile iç kısmından ise akan koruyucu gaz tarafından gerçekleştirilir, bu neden ile bunlar gaz soğutmalı torçlar adı ile de anılırlar.

Su Soğutmalı Torçlar

- ▶ Su soğutmalı torçlar ile daha yüksek akım kapasitelerinde çalışılabildiğinden bunlar daha büyük daha ağır ve daha pahalıdır. Bunlar yüksek akım şiddetlerinde su soğutmalı metalsel gaz nozulları ile kullanılmak koşulu ile standard olarak 1000 Amper akım kapasitesine kadar üretilirler; otomatik TIG kaynak sistemlerinde sadece bu tür torçlar kullanılır. Doğal olarak bu tür bir torcun kullanılabilmesi için kaynak donanımının bir soğutma suyu devresine ve birde su soğutma ünitesine sahip olması gereklidir.

Koruyucu Gazlar

- ▶ TIG kaynak yönteminde koruyucu gaz kullanmanın tek amacı kaynak sırasında, kaynak banyosunu ve erimeyen tungsten elektrodu havanın olumsuz etkilerinden korumaktır. TIG kaynak yönteminde kullanılan koruyucu gazlar, Helyum ve argon veya bunların karışımı gibi asal gazlar olup, kimyasal bakımdan nötr karakterde, kokusuz ve renksiz monoatomik gazlardır.
- ▶ TIG kaynak yönteminde koruyucu gaz olarak kullanılan asal gazlar veya bunların karışımı kaynak sırasında kızgın durumda bulunan tungsten elektrod ve erimiş kaynak banyosu ile bir reaksiyon oluşturmazlar, kaynak metalinin kalitesine olumsuz bir etkide bulunmamalarına karşın, kaynak hızına ve kaynaklı bağlantının kalitesine önemli etkide bulunurlar.

Argon ve Helyum gazlarının TIG yönteminde davranışlarının karşılaştırılması

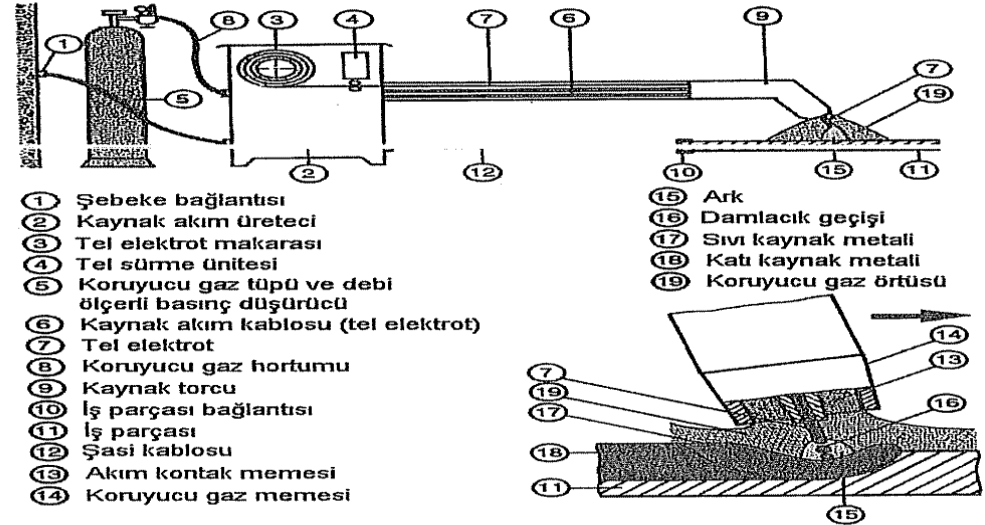
Argon	Helyum
<p>Düşük ark gerilimi sonucu ısı girdisinin azalması, 1.5 mm'den ince parçaların el ile kaynağında büyük bir üstünlük sağlar.</p>	<p>Yüksek ark gerimi sonucu oluşan daha sıcak ark, ısı iletkenliği yüksek malzemeler ile kalın parçaların kaynağında daha üstün sonuçlar verir.</p>
<p>Alüminyum ve alaşımları gibi yüzeyleri refrakter bir oksit tabakası ile kaplı malzemelerin kaynağında temizleme etkisi daha şiddetlidir.</p>	<p>Yüksek ısı girdisi ve yüksek kaynak hızı daha dar bir ITAB oluşturur ve bunun sonucu kaynak bağlantısının mekanik özellikleri iyileşir ve çarpılması ve kendini çekmeler azalır.</p>
<p>Arkın tutuşması daha kolaydır. Ark daha sakin ve daha stabil yanar.</p>	<p>Havadan çok daha hafif olması sonucu koruyucu gaz sarfiyatı yüksektir ve torcun memesinden çıkan gaz akımı hava hareketlerine hassastır.</p>
<p>Havadan ağır olması nedeni ile daha az koruyucu gaz ile daha etkin bir koruma sağlar.</p>	<p>Otomatik kaynak işlemlerinde yüksek kaynak hızlarında karşılaşılan gözenek ve yanma çentikleri oluşumu kontrol altına alınabilir.</p>
<p>Dik ve tavan kaynaklarında, gaz sarfiyatının fazla olmasına karşın, ısı girdisinin azlığı sonucu oluşan, daha ufak kaynak banyosuna kaynakçının kolaylıkla hakim olabilmesine olanak sağlar.</p>	
<p>Otomatik kaynak işlerinde hızın yükselmesi, gözenek oluşumuna neden olur.</p>	
<p>Farklı metallerin kaynağında daha iyi sonuçlar alınır.</p>	

TIG Kaynağı Uygulama Alanları

Hemen hemen tüm metaller, kalınlığı 0.2 mm - 6 mm arası olan iş parçaları (ekonomik anlamda), tüm pozisyonlarda kaynaklanabilir. Esas itibarıyla boru hattı, kazan, kap, reaktör, makine, havacılık ve uzay sanayii ve de kaplama konulu imalatlardaki yüksek kalite gerektiren kaynak dikişleri için kullanılır.



Metal Koruyucu Gaz Kaynağı (MIG-MAG)



TIG Kaynağı Avantaj ve Dezavantajları

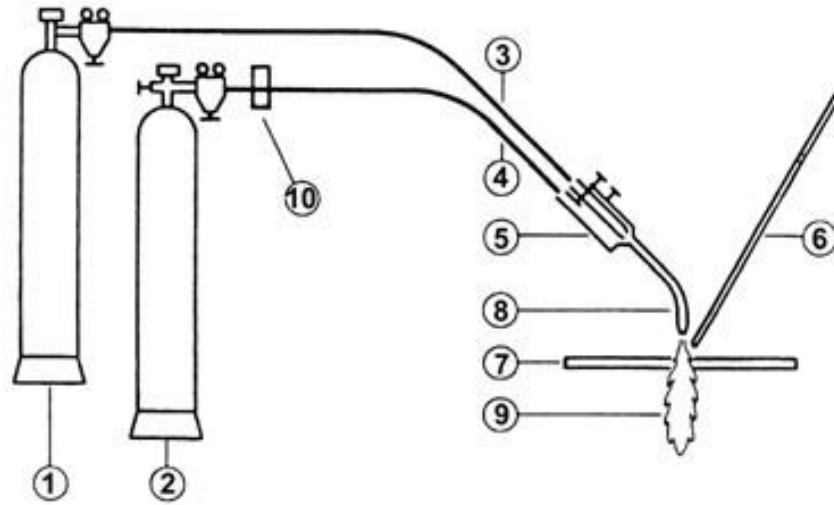
▶ Avantajlar

- Yüksek kaynak kalitesi verir
- Düşük hidrojen nedeniyle soğuk çatlak riski azdır.
- Sıçrıntı veya curuf kalıntısı vermediği için temiz bir kaynaktır.
- Dolgu malzemeli veya dolgu malzemesiz kaynak yapıldığı için bazı durumlarda yüksek kaynak hızı elde edilir.
- Dolgu malzemesi dışarıdan verdiği için kök pasoda sürekli kontrol imkanından dolayı avantajlıdır.
- Bütün kaynaklanabilir malzemelere uygulanabilir. Farklı malzemelerin kaynağında da kullanılır
- Oksit kaplı malzemelerde ve düşük ergime noktalı malzemelerin kaynağına uygundur.

▶ Dezavantajları

- Düşük kaynak metali ergitmesi
- Kalifiyeli kaynakçı gereği
- 10 mm kalın malzemeler için pahalı
- Tungsten kalıntısı kalma ihtimali Tungsten kalıntısı kalma ihtimali
- Saha uygulamaları için ekipmanı fazla 111 göre, fabrika uygulamaları için yavaş 135 göre

OKSİJEN KAYNAĞI



Gaz ergitme kaynağı donanımı şeması.

- | | |
|---|------------------------------|
| 1 Basınç ayar tertibatı ile oksijen tüpü | 6 Kaynak çubuğu (elektrod) |
| 2 Basınç ayar tertibatı ile asetilen tüpü | 7 İş parçası |
| 3 Oksijen hortumu | 8 Kaynak beki |
| 4 Asetilen hortumu | 9 Kaynak alevi |
| 5 Kaynak üfleci | 10 Alev geri tepme tertibatı |

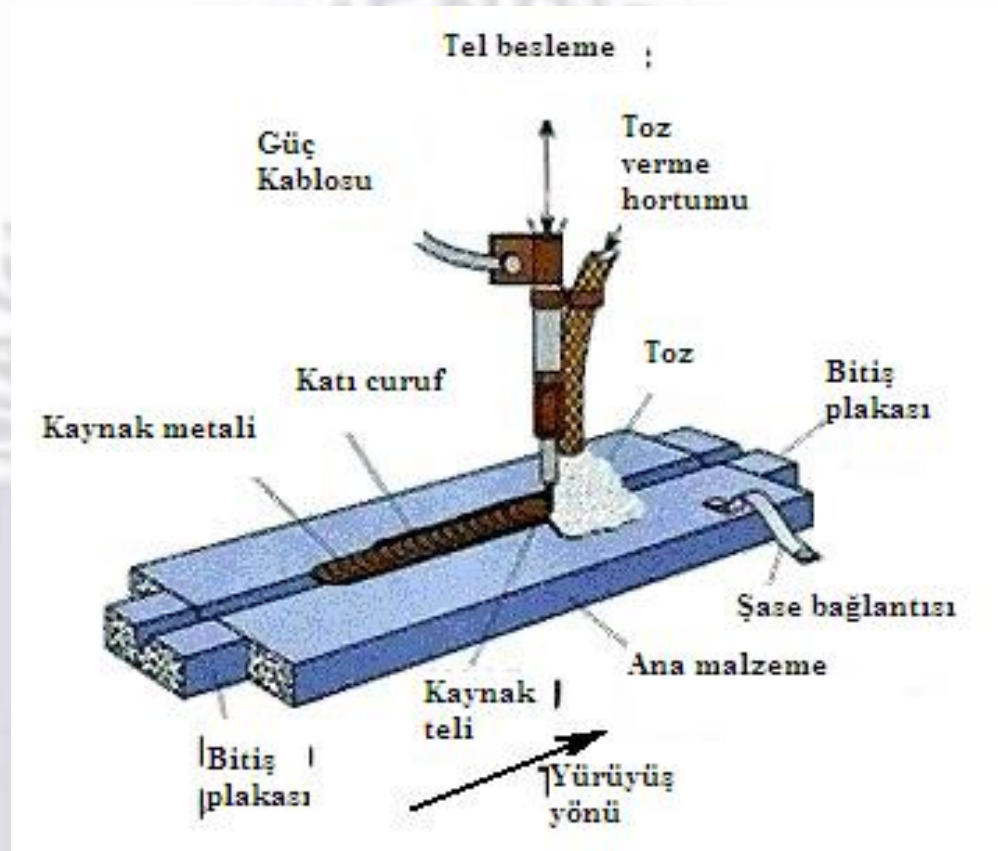
Oksijen Kaynağı Uygulama Alanları

- ▶ Alev, elektrik arkından daha az güçlü olduğundan, kaynak soğuması daha yavaş olur ve meydana gelen gerilme ve kaynak çarpılmalarının daha az olabilmesine imkân tanıyabilir, bu nedenle yüksek alaşım çeliklerinin kaynağının yapılması bu yöntemle daha kolaydır. Bu metod, metallerin kesilmesinde de kullanılır.

Kaynak yöntemleri-Toz altı Kaynağı (ISO 4063 göre 121)



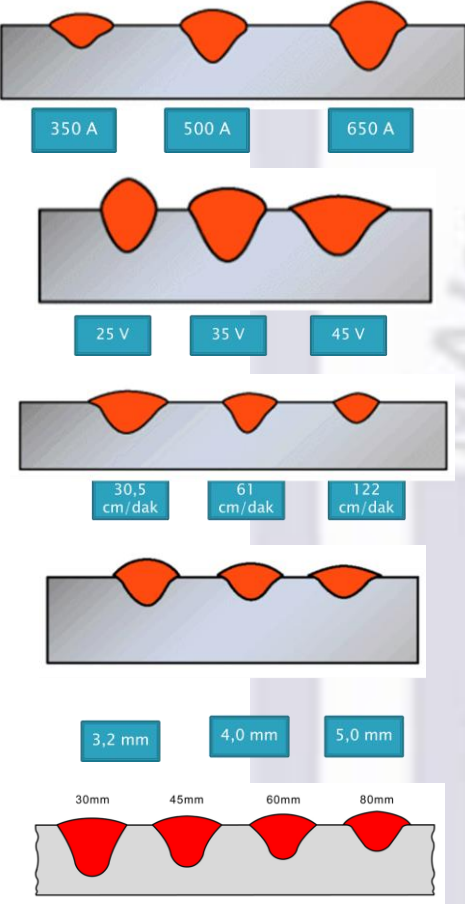
Kaynak yöntemleri-Toz altı Kaynağı (ISO 4063 göre 121)



Kaynak yöntemleri-Toz altı Kaynağı (ISO 4063 göre 121)

121 – Kaynak Parametreleri

- Kaynak akımı
- Toz tipi
- Ark voltajı
- Kaynak hızı
- Elektrot ölçüsü
- Temas tüpü mesafesi
- Elektrot tipi
- Toz tane boyutları
- Elektrot açısı
- Kutuplama
- Tek çift veya çoklu elektrot sistemleri



Kaynak yöntemleri-Toz altı Kaynağı (ISO 4063 göre 121)

Avantaj/Dezavantaj

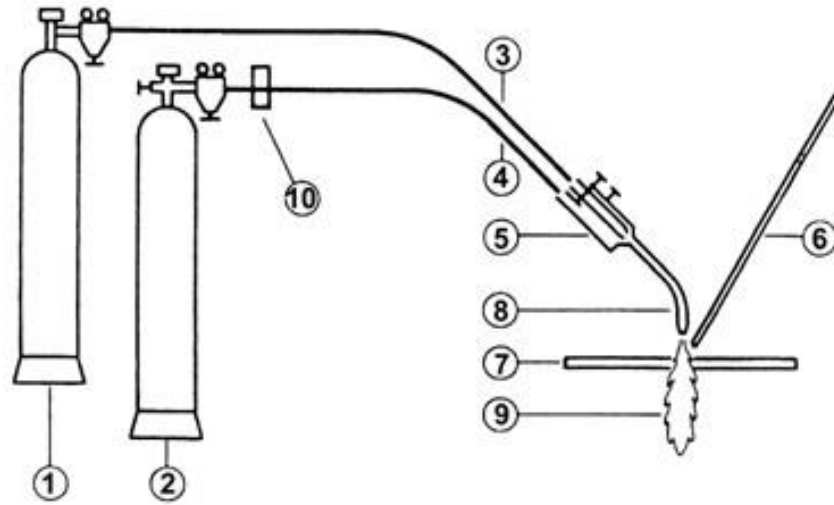
Avantaj

- Düşük kaynak metali maliyeti
- Kolay mekanizasyon
- Düşük ozon üretimi
- Yüksek üretibilirlilik
- Ark ışığı zararları yok

Dezavantaj

- Sabit pozisyon zorunluluğu
- Yüksek kurulum maliyeti
- Zor penetrasyon kontrolü

OKSİJEN KAYNAĞI



Gaz ergitme kaynağı donanımı şeması.

- | | |
|--|------------------------------|
| 1 Baskı ayar tertibatı ile oksijen tüpü | 6 Kaynak çubuğu (elektrod) |
| 2 Baskı ayar tertibatı ile asetilen tüpü | 7 İş parçası |
| 3 Oksijen hortumu | 8 Kaynak beki |
| 4 Asetilen hortumu | 9 Kaynak alevi |
| 5 Kaynak üfleci | 10 Alev geri tepme tertibatı |

Oksijen Kaynağı Uygulama Alanları

- ▶ Alev, elektrik arkından daha az güçlü olduğundan, kaynak soğuması daha yavaş olur ve meydana gelen gerilme ve kaynak çarpılmalarının daha az olabilmesine imkân tanıyabilir, bu nedenle yüksek alaşım çeliklerinin kaynağının yapılması bu yöntemle daha kolaydır. Bu metod, metallerin kesilmesinde de kullanılır.

Oksijen Kaynağı Avantaj ve Dezavantajları

▶ Avantajlar

- Elektrik enerjisine bağılı olmadan kullanılabilmesi,
- Hemen hemen her pozisyonda kullanılabilmesi,
- Hemen hemen her tür çelik, dökme demir ile alüminyum ve bakır gibi demir dışı metaller ile bunların alaşımlarına uygulanabilmesi,
- Kaynakçının ısı girdisi yardımı ile kaynak bölgesinin sıcaklığını kontrol altında tutabilmesi,
- Yanıcı ve yakıcı gaz oranları ile oynayarak kaynak bölgesi atmosferini redükleyici veya oksitleyici hale getirebilmesidir.

▶ Dezavantajları

- Gaz ergitme kaynak yöntemi ince saclar, küçük çaplı borular ve tamir işleri için çok uygun bir yöntem olup, tamir işleri dışında kalın kesitli parçaların kaynağı için uygulanması ekonomik değildir.

BASINÇ KAYNAĞI

Malzemenin, genellikle ilave metal katılmaksızın basınç altında bölgesel olarak ısıtılıp birleştirilmesi işlemidir.



Basınç kaynağı türleri

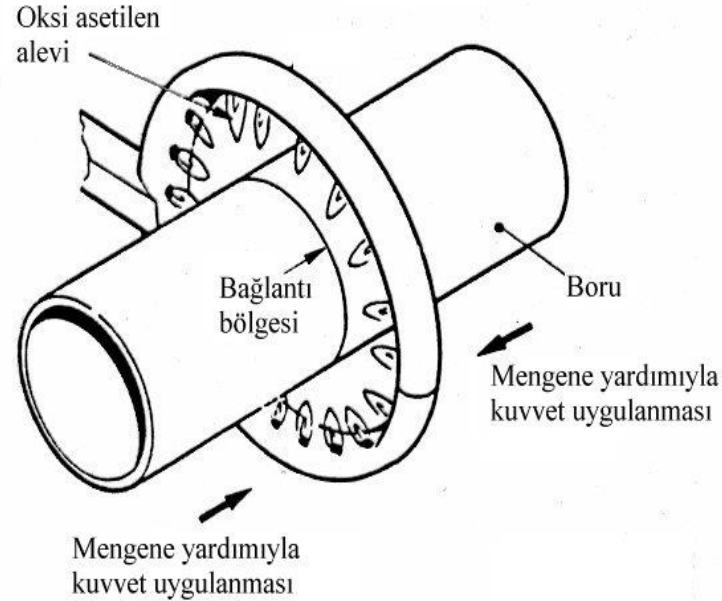
Dövme kaynağı

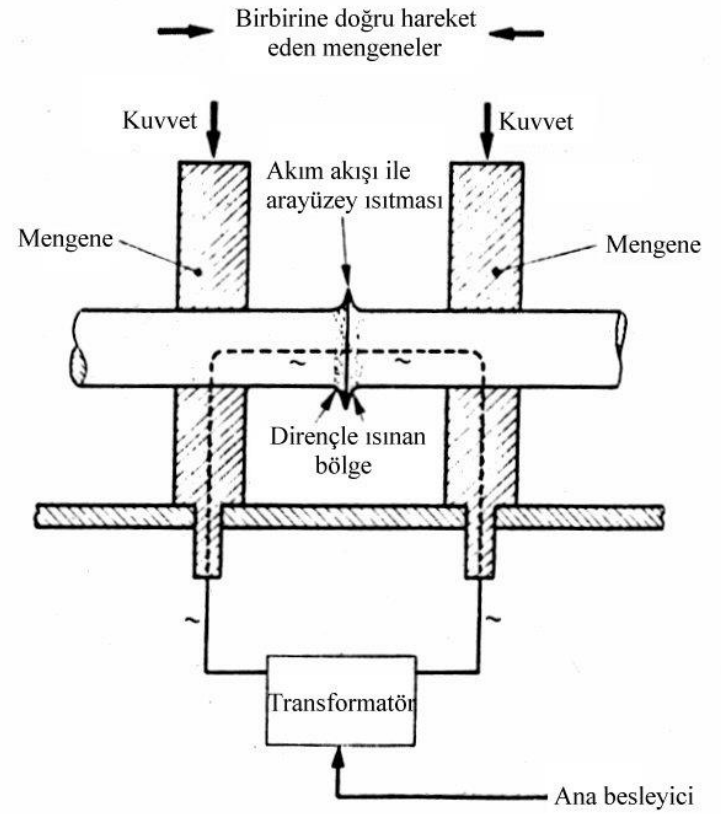
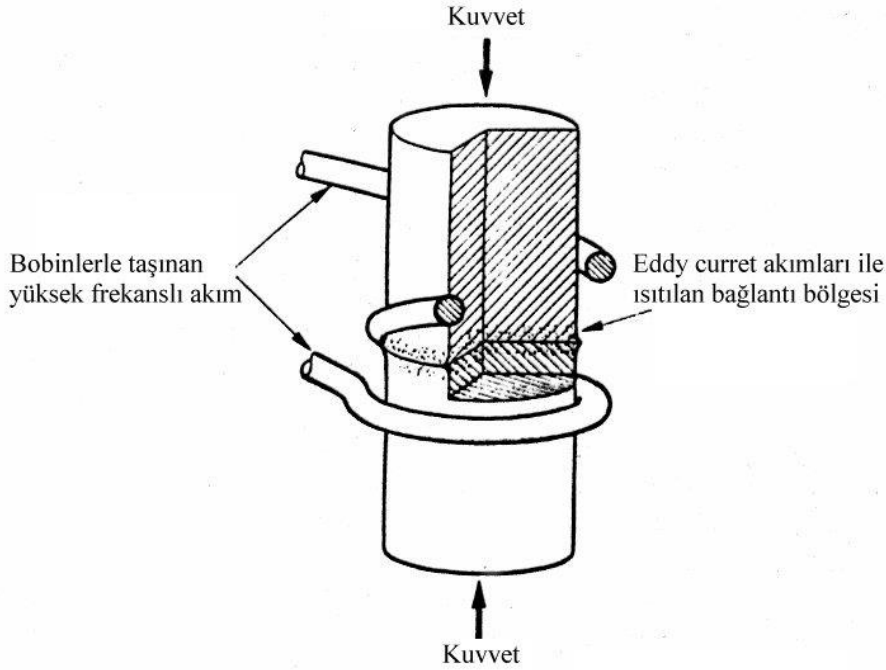
Sürtünme kaynağı

Direnç kaynağı

Dövme Kaynağı:

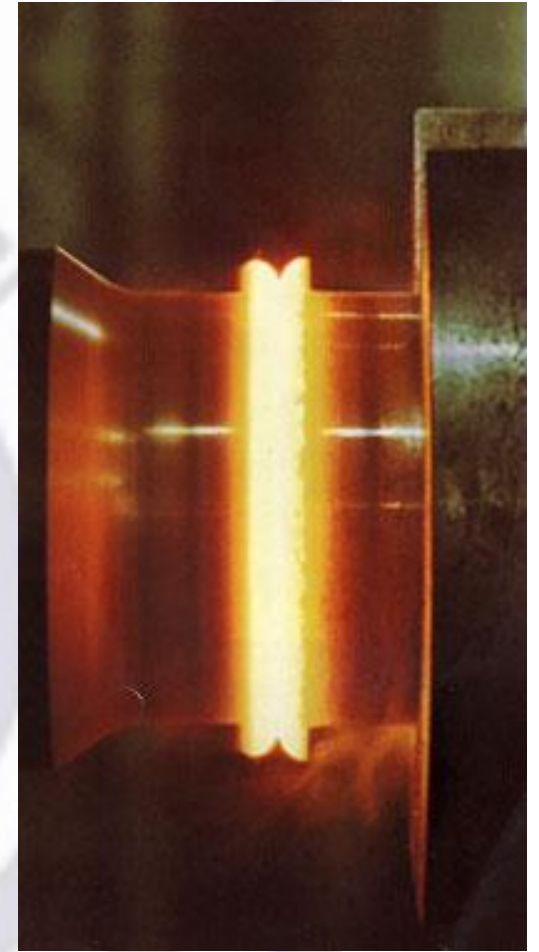
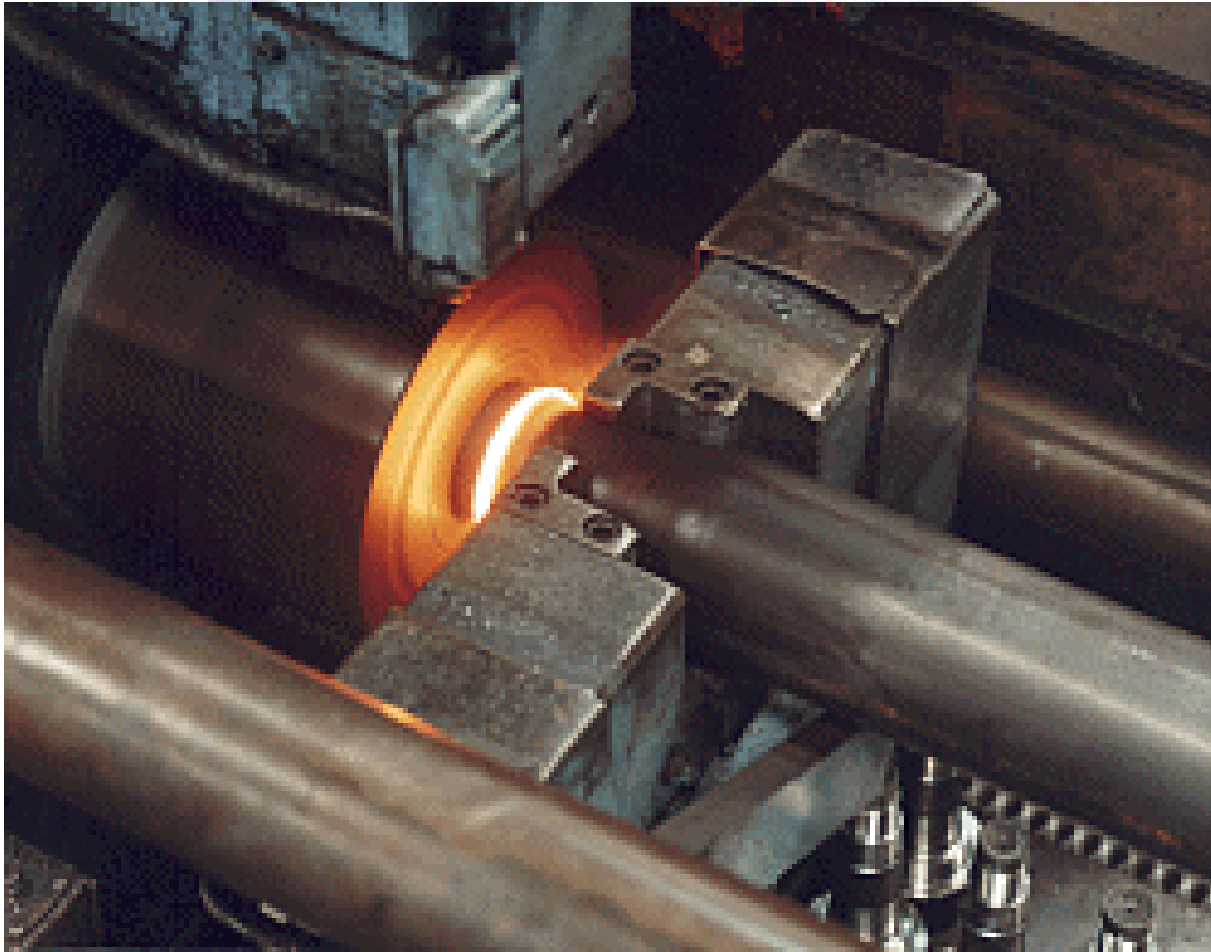
Parçanın (a) Oksiasetilen alevi ile veya (b) İndüksiyonla veya (c) Direnç ile ısıtılmasından sonra birleştirilecek parçayla birbirine vurulması ile birleşmenin yapılmasıdır.

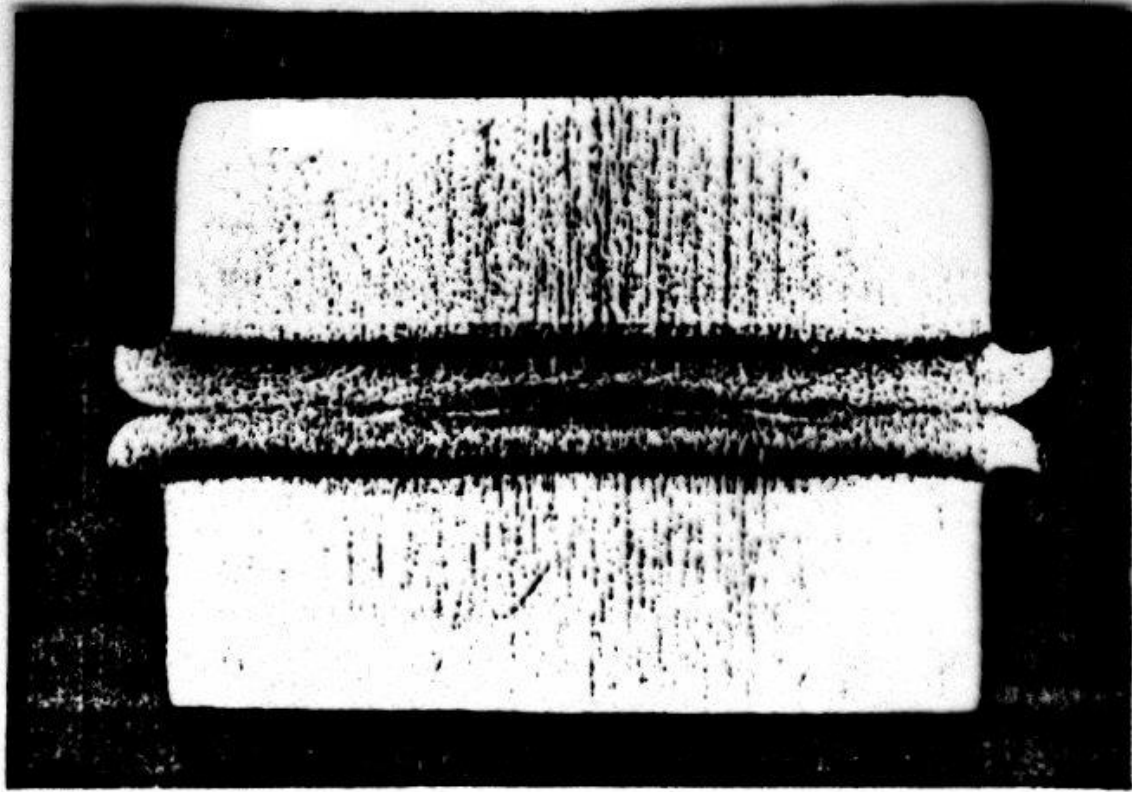




İndüksiyon ile

Direnç ile





Bir sürtünme kaynağının kesiti



EĞİTİM SONU

TEŞEKKÜRLER

