

İmalat Teknolojileri

Dr.-Ing. Rahmi Ünal



Kaynak Teknolojileri

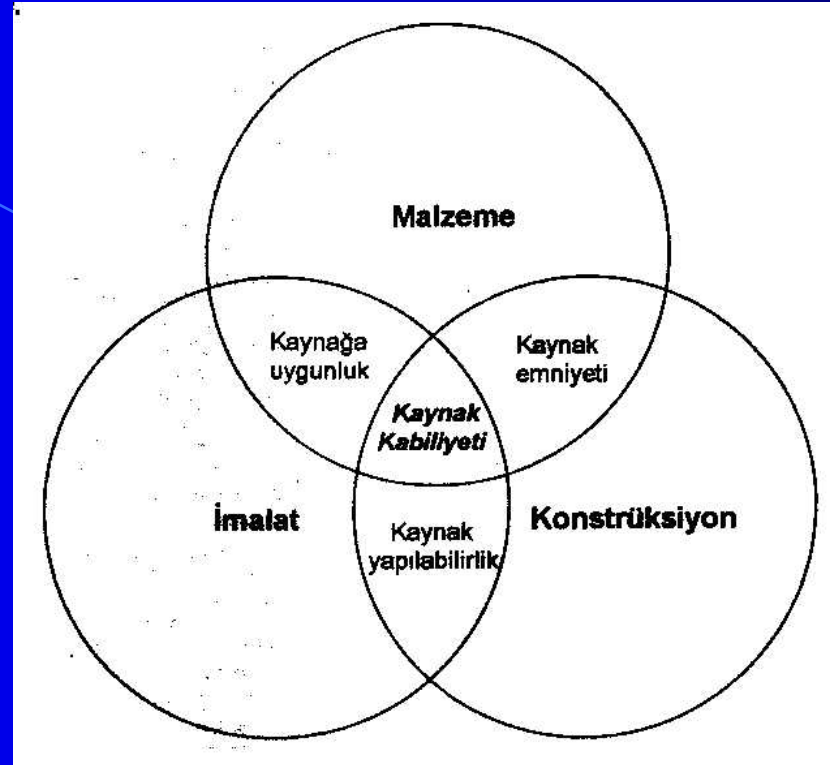
KAYNAK NEDİR?

Kaynak, malzemelerin kaynak bölgesinde ısı ve/veya basınç yardımıyla ilave malzeme kullanarak veya kullanmadan birleştirilmesidir.

Kaynaklı yapı elemanlarının imalat amacı, mümkün olan en düşük maliyette imal edilmesi, fonksiyonunu tam olarak yerine getirmesi ve işletmede uzun süreli kullanılmasıdır.

Kaynakta, kaynak bölgesinin yerel özelliklerinin ve birleştirilen parçaların tüm konstrüksiyona etkilerinin önceden belirlenmiş koşulları sağlaması gerekir.

KAYNAK KABİLİYETİ



1. Malzemelerin kaynağa uygunluğu
2. Konstrüksiyonun kaynak emniyeti
3. İmalatın kaynak yapılabilirliği

Bir malzeme, eğer belirli konstrüksiyon ve imalat şeklindeki özellikleri, kendisinden beklenen her talebe uygun bir kaynak kalitesine ulaşabiliyorsa, o malzeme **kaynağa uygun** demektir.

Bir konstrüksiyon, eğer belirli bir malzeme ve imalat yöntemleri ile oluşturulduktan sonra, önceden tesbit edilmiş işletme şartları altında kendisinden beklenen fonksiyonları yerine getirebiliyorsa, **kaynak emniyetine** sahip demektir.

Bir kaynaklı imalat, belirli malzemelerden oluşturulmuş bir konstrüksiyon halinde, önceden tespit edilmiş imalat şartları altında kolayca imal edilebiliyorsa **kaynak yapılabilirliğe** sahip demektir.

Kaynak Kabiliyetini etkileyen faktörler

Malzeme (Kaynağa uygunluk)	Kimyasal bileşim	Sertleşme eğilimi Yaşlanma Gevrek kırılma Sıcak çatılma Kaynak metal karışım oranı
	Metallurjik özellikler	Segregasyon Kalıbkılar Tane büyüklüğü İçyapı Anizotropi
	Fiziksel özellikler	Genleşme özelliği Isıl iletkenlik Erime sıcaklığı Mukavemet Tokluk
Konstrüksiyon (Kaynak emniyeti)	Konstrüktif şekillendirme	Kuvvet hatlarının akışı Dikişlerin konumu Parça kalınlığı Çentik etkil Rijitlik farklılıkları
	Gerilme durumu	Gerilmelerin tür ve şiddeti Gerilmelerin eksen sayısı Zorlanma hızı Sıcaldık Korozyon
İmalat (Kaynak yapılabilirlik)	Kaynağa hazırlık	Kaynak yöntemi İlave malzemenin türü Birleştirme türü Ağız biçimi Ön tavlama İklim koşulları
	Kaynağın uygulanması	Isı girişi Isının uygulanışı Kaynak sırası
	Kaynakdan sonraki işlemler	Isıl işlem Taşıma Dekapaj, temizleme

Kaynak işleminde tatminkar bir kalitenin sağlanması şu sebeplerden dolayı güçtür;

1. Kaynak işlemi üretim sürecinde optimize edilmiş malzeme yapısına, sürekli olarak müdahale edilmesi demektir; çünkü termik olarak sınırlı içyapı dönüşümü, atmosferden gaz kapma, birleştirme yüzeyindeki katışıklar nedeniyle malzemenin mekanik-teknolojik özellikleri değişir.
2. Kaynak işlemleri günümüzde hala çoğunlukla elle veya ancak kısmen mekanize şekilde uygulanmaktadır. Bu nedenle mamullerin kalitesi diğer bir imalat yönteminde olmadığı kadar insana ve tekrarlanabilir performans açısından insanın yeteneklerine bağlıdır.
3. Kaynaklı birleştirmelerin kalitesinin değerlendirme imkanları sınırlıdır. Özellikle ergitme kaynağıyla birleştirilmiş kalın levhalarda, ayrıca içköşe ve bindirme dikişlerde, mevcut muayene yöntemleri tatminkar bilgi vermez.

Pratikte kaynak yeteneğinin ifadesi olarak “iyi kaynak edilebilir”, kaynak edilebilir” ve “şartlı kaynak edilebilir” deyimleri kullanılır.

Bu deyimlerin anlamları çelik malzemeler için şöyle ifade edilebilir:

- İyi kaynak edilebilir: Malzemenin hiçbir ön ve son tavlamaya gerek olmadan kaynak edilebileceğini ifade eder.
- Kaynak edilebilir: Kaynak yapılacak malzemenin kalınlığı arttıkça, bir ön tavlama gerekir.
- Şartlı kaynak edilebilir: Bu tür malzemedede ya karbon oranı yüksektir ya da bileşiminde çeşitli alaşım elemanları vardır. Kaynaklı bağlantının geçiş bölgesinde sertleşme ve çatlama nedeniyle özel tedbirler alınmalıdır.

Çeliklerin Kaynak Kabiliyeti

Yapı çeliklerinin kaynağında en önemli problem, sertlik artışı ve buna bağlı çatlama eğilimidir. Sertlik artışı öncelikle yapıdaki karbon içeriğine bağlıdır.

Isıl çevrimin sonucu olarak ITAB'da farklı mekanik özelliklere sahip malzeme bölgeleri ortaya çıkar. Kaynak dikişi geçiş bölgesinde martenzit oluşumu nedeniyle sertleşme ve dolayısıyla soğuk çatlaklar görülebilir. Bu durumu etkileyen en önemli faktörler:

- Karbon içeriği
- Alaşım elemanlarının içeriği
- Kaynak dikişi geçişindeki ısı çevrim
- Hidrojen içeriği

Alaşımsız ya da hafif alaşımlı yüksek mukavemetli bir çeliğe iyi bir kaynak yeteneğine sahiptir diyebilmek için aşağıdaki iki şartın bir arada bulunması gerekir:

1. Kaynaktan önce ve sonra iyi bir sünekliğe sahip olmalıdır.
2. Kaynak metali esas metal ile karıştığı zaman gevrek olmayan bir kimyasal bileşim sağlamalıdır.

Yapı çeliklerinin kaynağında, kaynağın sonucuna etki eden en önemli faktör esas metalin bileşimidir. Özellikle bileşimindeki karbon ve manganez oranı kaynak yeteneği bakımından çok önemli olup maksimum karbon oranı %0,25 olarak tavsiye edilmiştir.

Manganez ve diğer alaşım elemanlarının kaynak yeteneği üzerindeki etkileri, karbon cinsinden ifade edilerek “karbon eşdeğeri” terimi ortaya atılmıştır.

Karbon eşdeğeri çeşitli şekillerde ifade edilmiştir. Uluslar arası kaynak cemiyetinin karbon eşdeğeri aşağıdaki ifadeyle verilmektedir:

$$\%C_{eş} = \%C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

Karbon eşdeğerinden faydalanılarak bir yapı çeliği için gerekli ön tavlama sıcaklığı aşağıdaki tabloda olduğu gibi tavsiye edilmiştir:

Karbon eşdeğeri (%)

Ön tavlama sıcaklığı(°C)

0,45'e kadar

gerek yok

0,45-0,60 arası

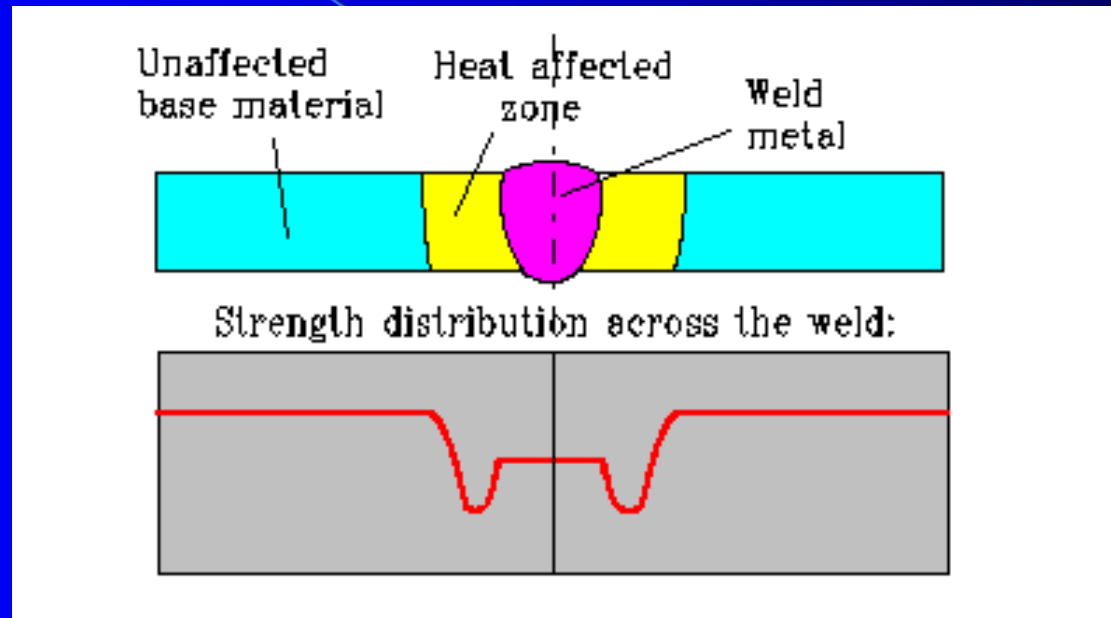
100-200

0,60'dan yukarı

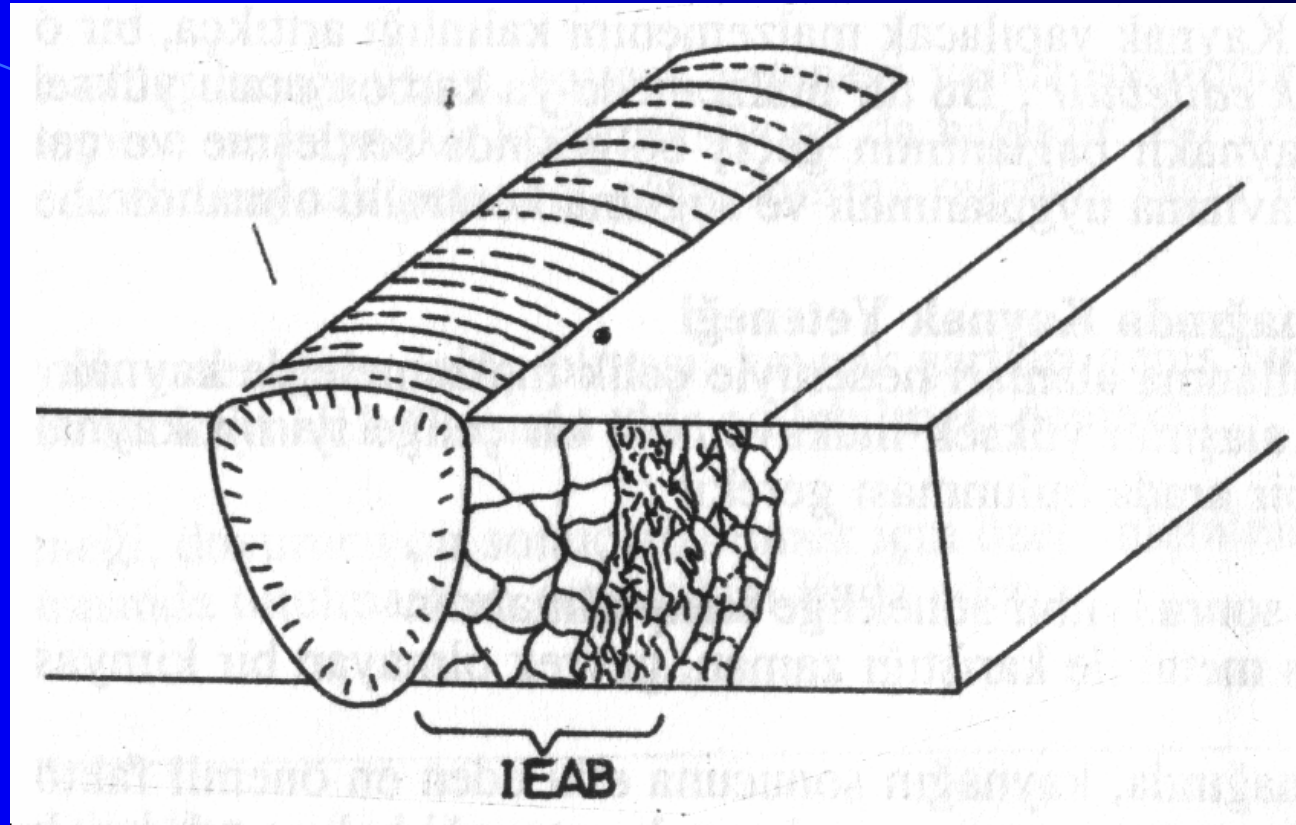
200-300

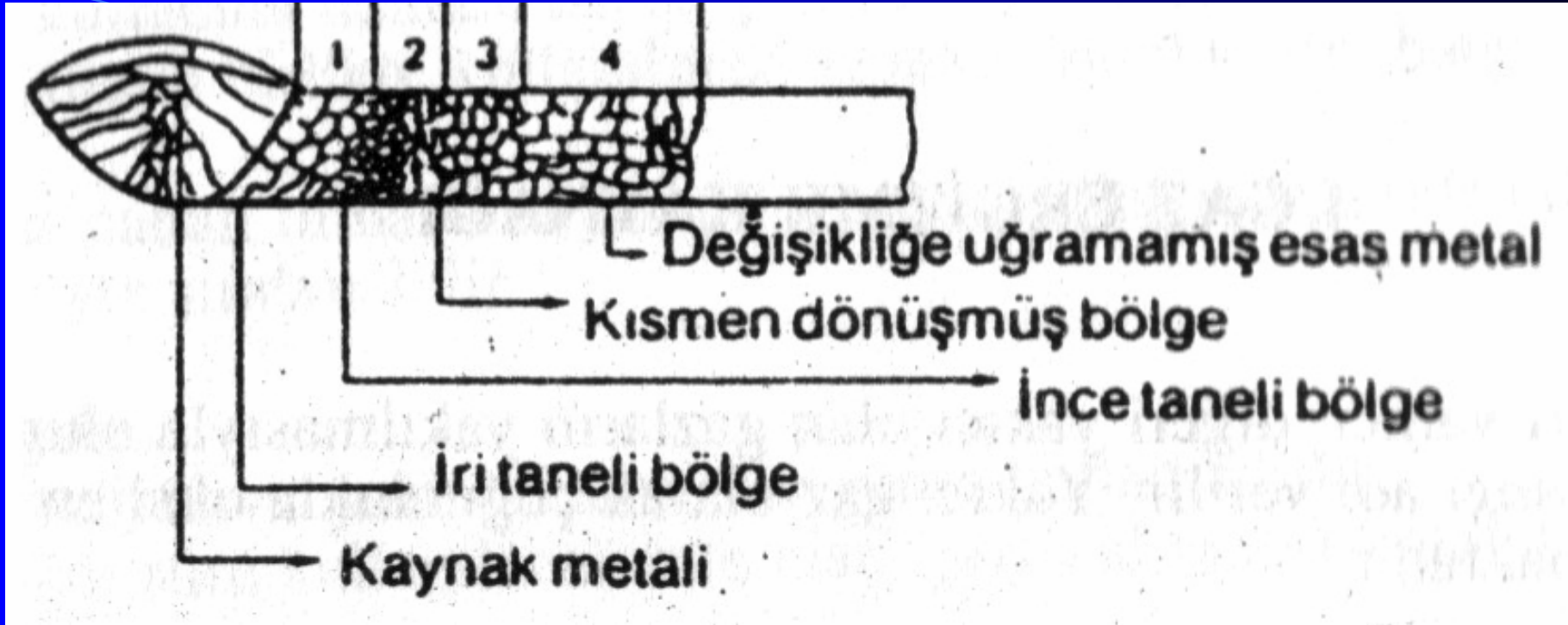
Kaynak Bölgesinin yapısı

Eritme kaynaklı bir birleştirmede oluşan yapı, eriyen metalden, eriyen ilave metalden ve esas metalin sınırlı bir ısının tesiri altındaki bölgesinden (ITAB) meydana gelir.

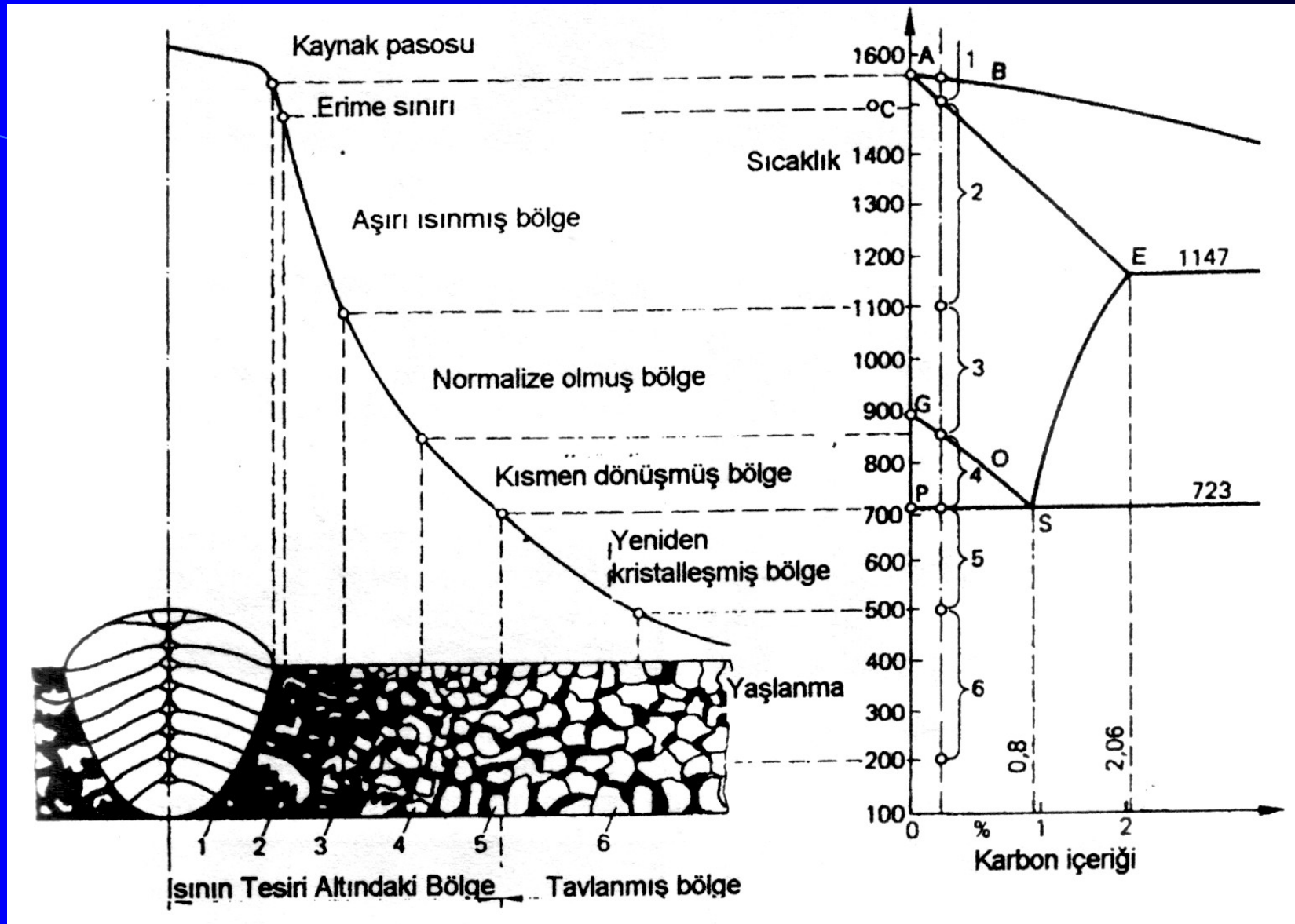


Isının etkisi altındaki bölge (IEAB)

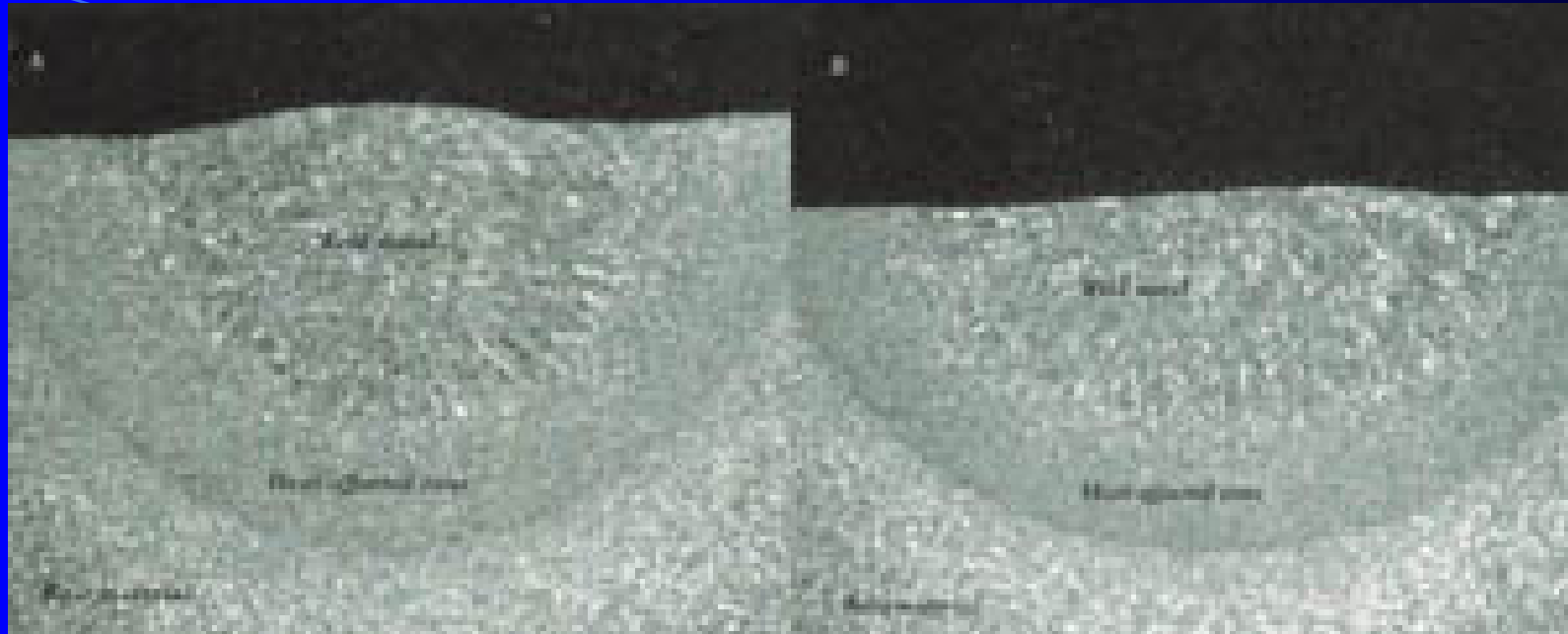




Alaşımsız çelikte tek pasolu bir ergitme kaynak işleminde kaynak bölgesinin yapısı

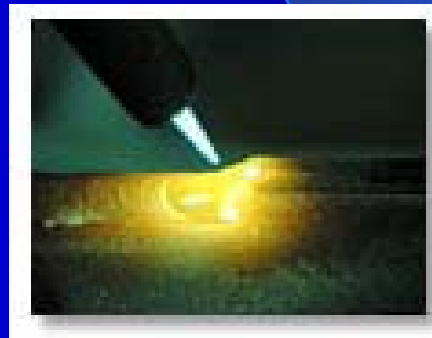


Kaynak mikroyapısı



GAZ ERGİTME KAYNAĞI

- Kaynak için gerekli ısının biri yanıcı, diğeri yakıcı olan gazların yakılmasıyla oluşan alevden faydalanılarak yapılan kaynağa **gaz ergitme kaynağı** adı verilir.
- Yakıcı gaz olarak oksijen kullanılır.
- Yanıcı gaz olarak, asetilen (C_2H_2), propan (C_3H_8), Metan (CH_4), doğal gaz gibi hidrokarbon bileşikleri de yanıcı gaz olarak kullanılabilir.



- Oksijen gazının saflık derecesi %99,5'tir ve tüplerde depolanır. Tüp basıncı 150-200 bar arasındadır. Tüplerin hacmi ise 40-50 litredir.
- Yanıcı gaz olarak çoğunlukla asetilen gazı kullanılır. Çünkü asetilen diğer gazlara oranla en yüksek alev gücünü verir. Bunun nedeni sadece yüksek ısı değeri değil, aynı zamanda asetilenin tutuşma hızının da en yüksek olmasıdır.
- Kalsiyum karbür ile su reaksiyonu sonucu asetilen gazı elde edilir.



- Günümüzde asetilen elik tüplerde depolanmış olarak kullanım yerlerine ulaştırılmaktadır.
- Asetilen basıncı 2,5 bar'ın üzerine çıktığında, patlayarak hidrojen ve karbona ayrıştığından tüplerin iç basıncı 1,5 bar'ı aşmaz.



Oksi-Asetilen Alevi



Oksijen basıncı 2,5 bar
Asetilen basıncı 0,5 bar
ayarlanır.

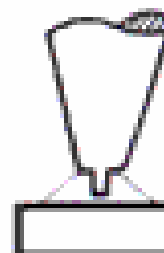
Heat concentration (kJ/m^3):

Acetylene



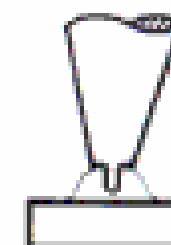
Total 54772
Primary 18890
Secondary 35882

LPG



Total 95758
Primary 10433
Secondary 85325

Natural gas



Total 37260
Primary 1490
Secondary 35770

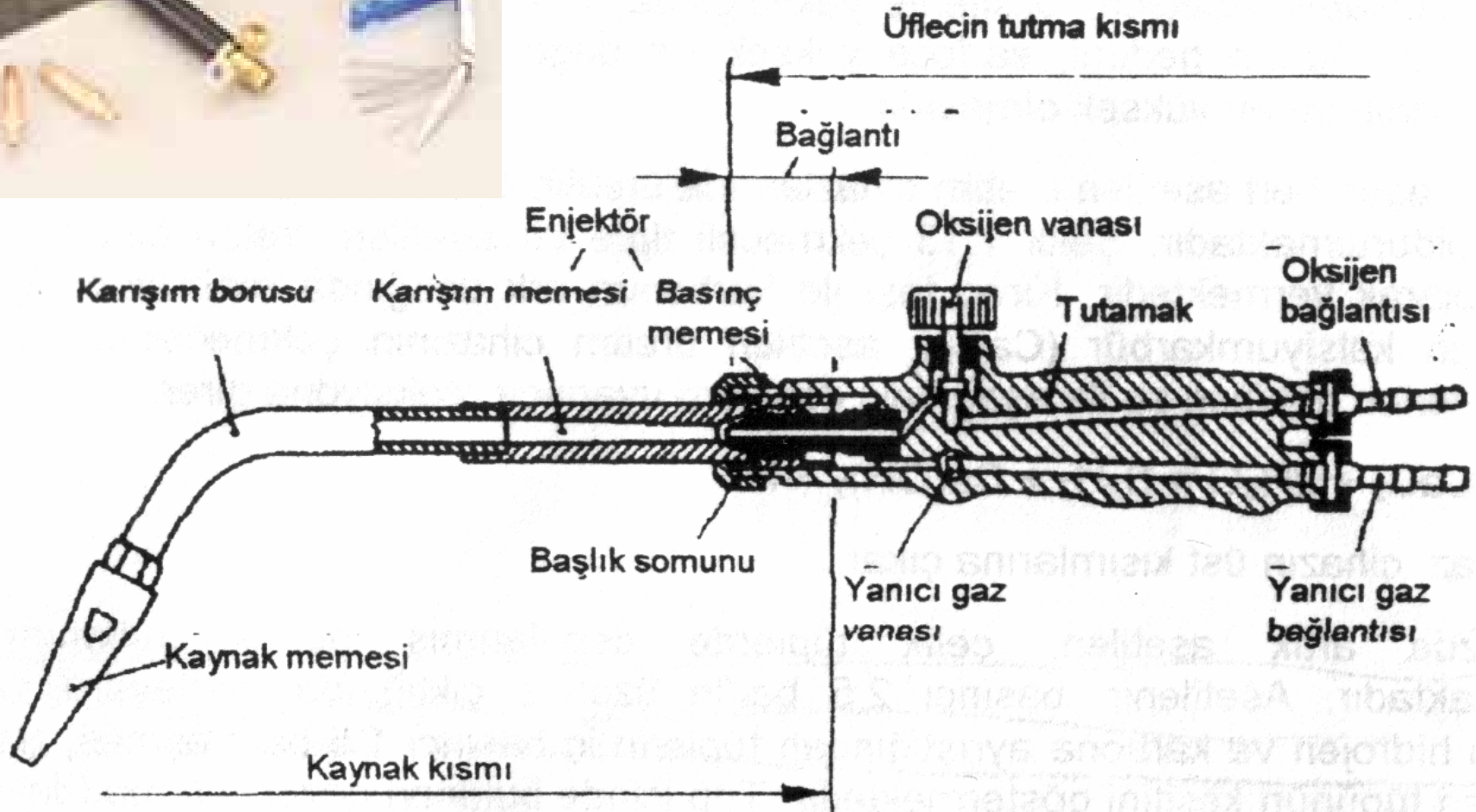
3150°C
Acetylene
+
Oxygen

2800°C
Propane
+
Oxygen

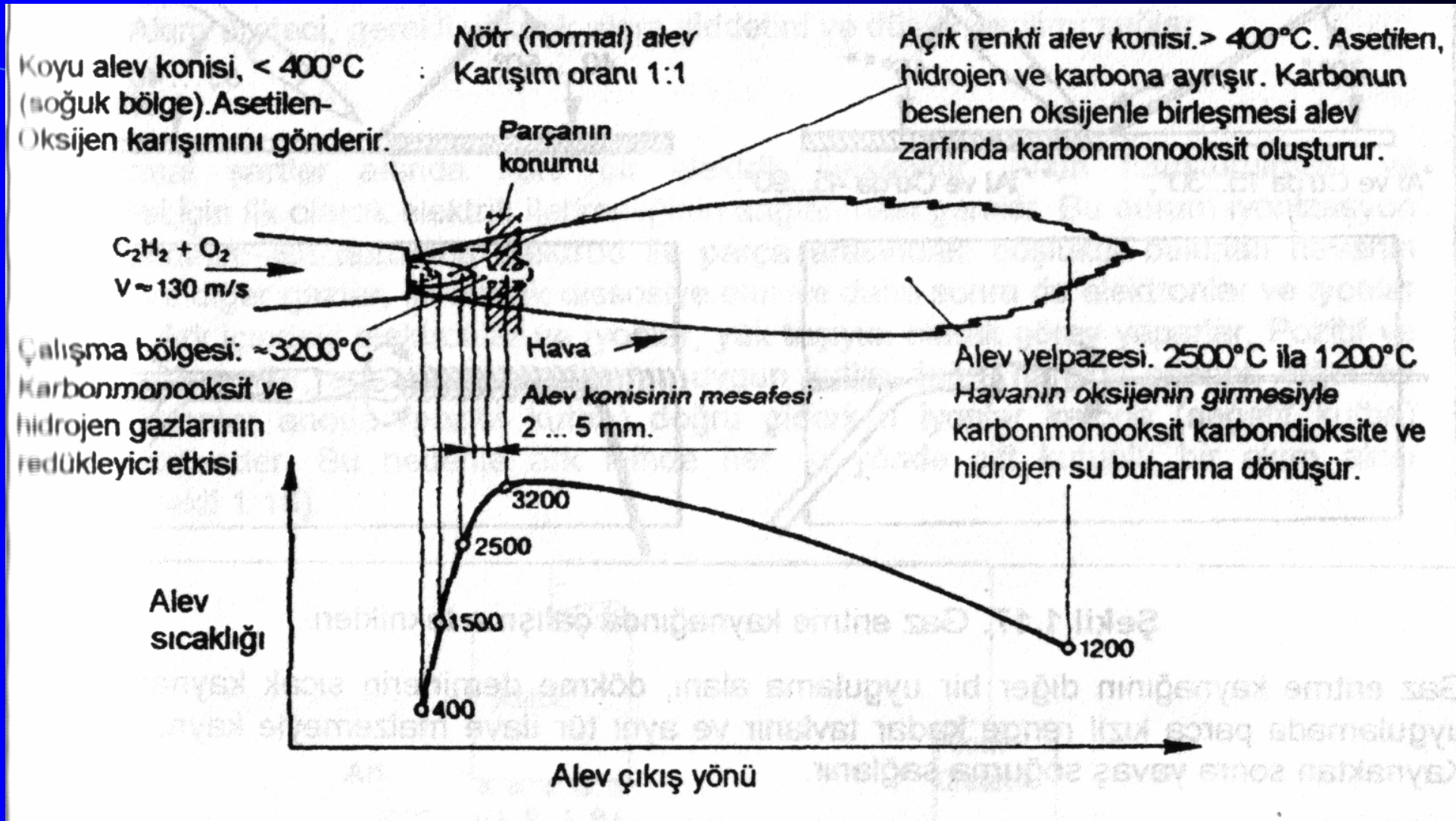
2780°C
Natural Gas
+
Oxygen



Kaynak Üfleci



Normal alev



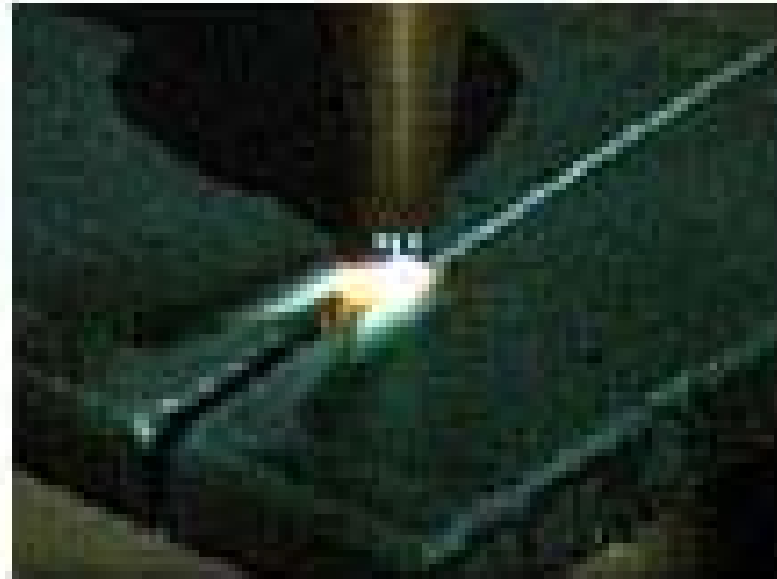
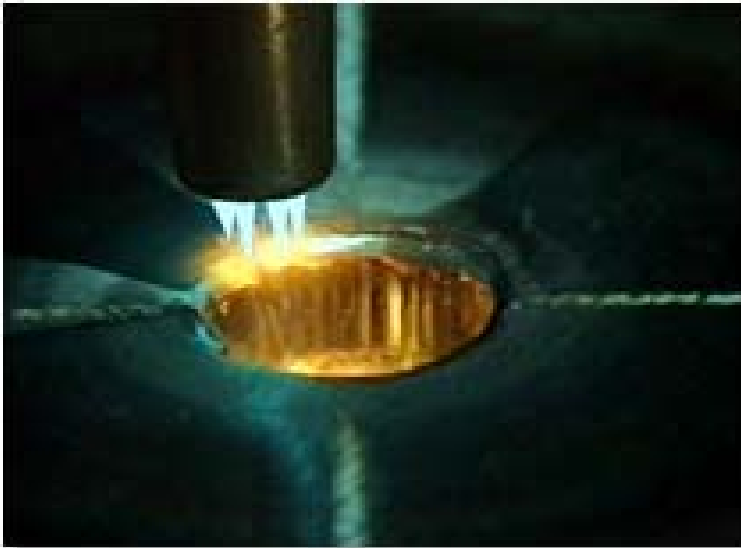
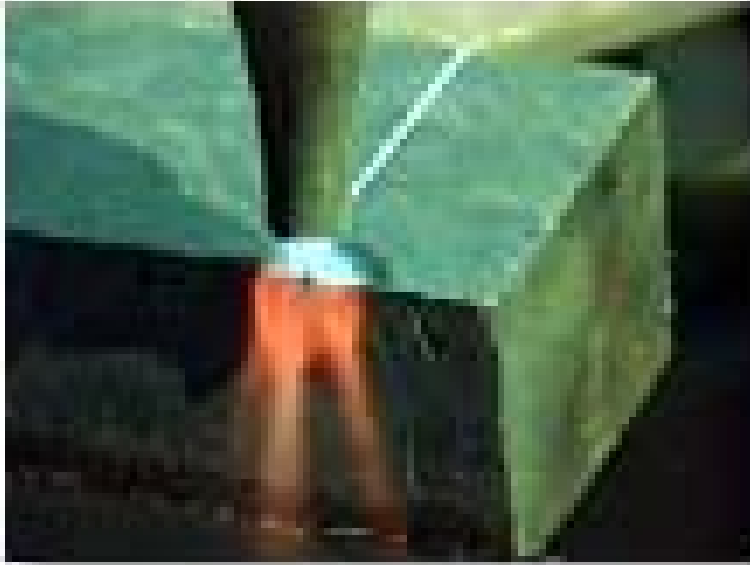
Oksi-asetilen alevi yanıcı gaz/oksijen oranına göre;

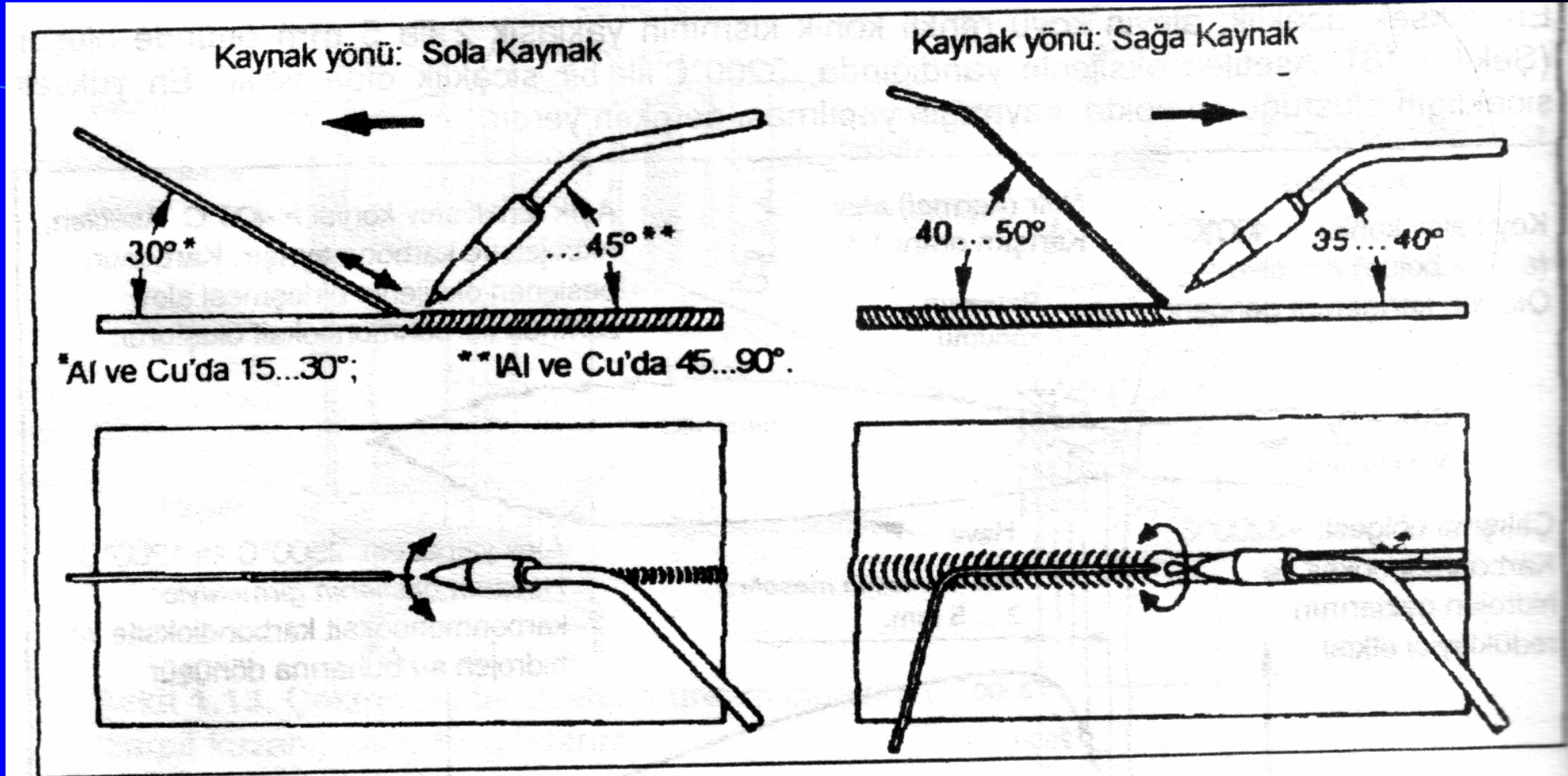
Oksitleyici (oksijeni fazla) alev

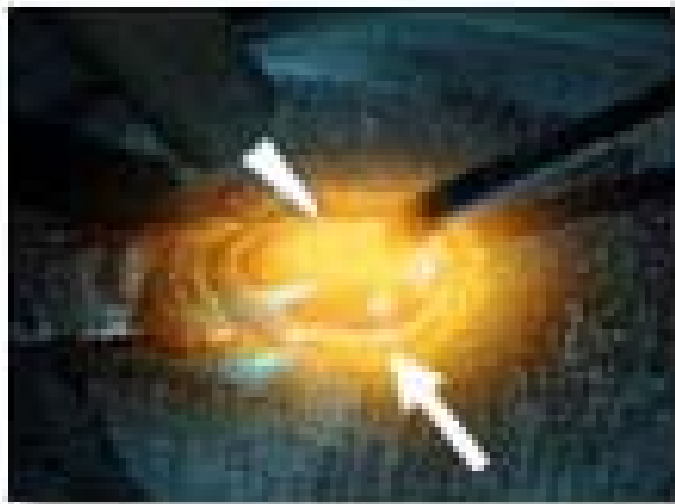
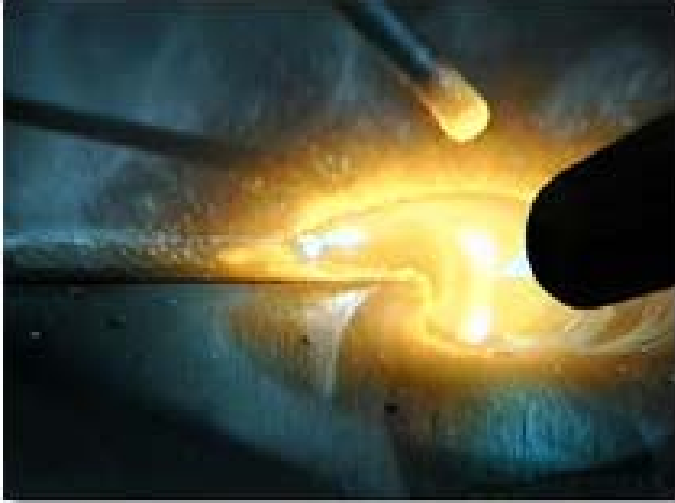
Nötr veya normal alev

Redükleyici (asetileni fazla) alev

olmak üzere üç gruba ayrılır.

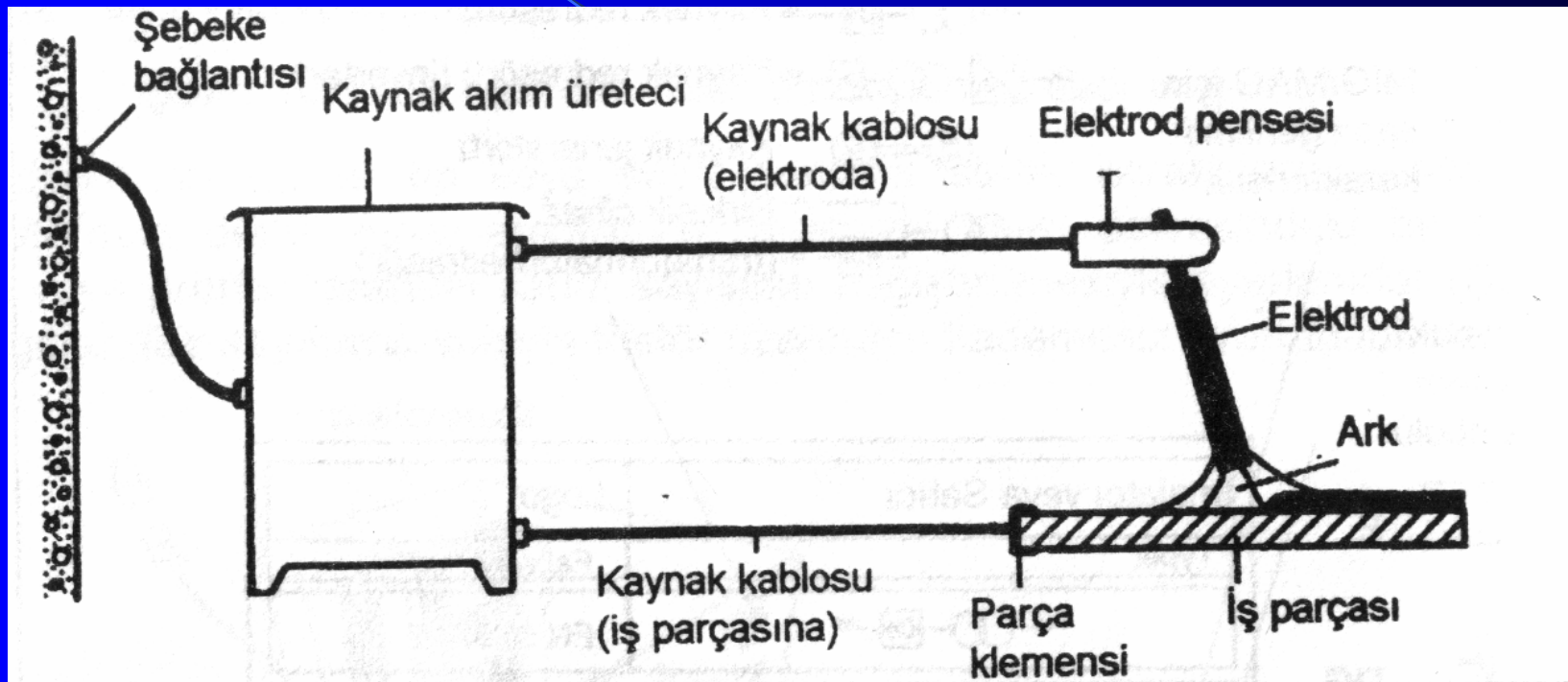


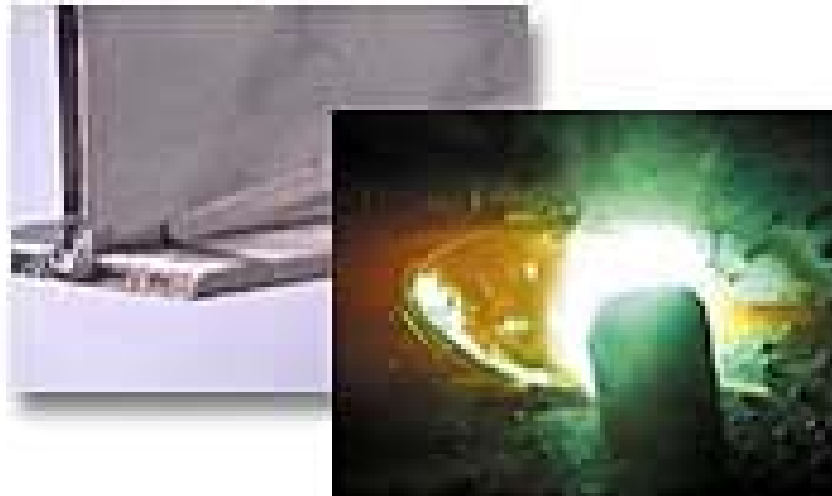
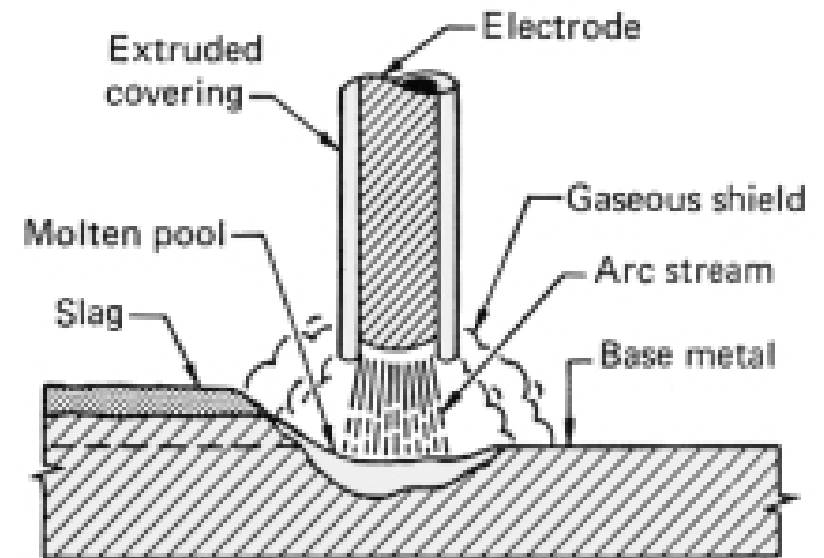




ELEKTRİK ARK KAYNAĞI

Kaynak için gerekli ısının elektrot ile işparçası arasında oluşturulan ark aracıyla sağlandığı ergitme kaynak türüne *elektrik ark kaynağı* denir.





Kaynak Makinaları

Doğru akım kaynak makinaları: Kaynak jeneratörleri ve kaynak redresörleri tarafından sağlanır. Kaynak jeneratörleri trifaze şebekeye bağlı bir elektrik motoru ve kaynak dinamosundan meydana gelir.

Kaynak redresörleri de bir transformatör ve bir de redresörden meydana gelirler. Transformatör şebeke akımını kaynak akımına çevirir; yani gerilimi düşürür, akım şiddetini yükseltir. Redresör ise kaynak akımını doğru akıma çevirir.

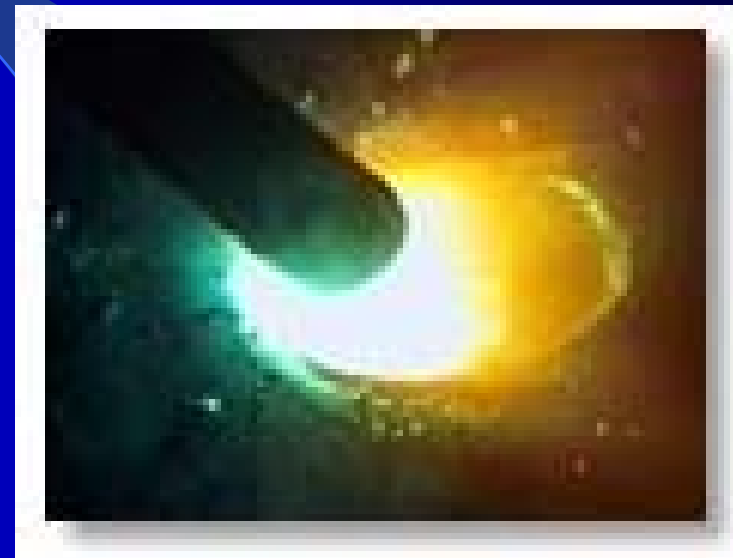
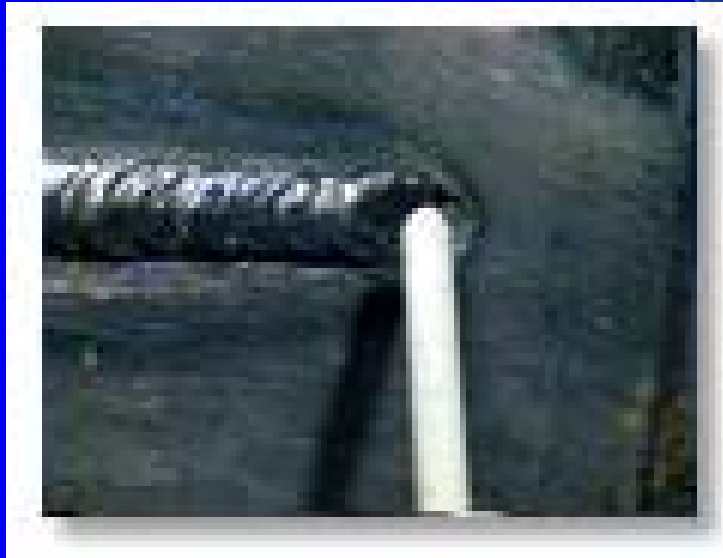
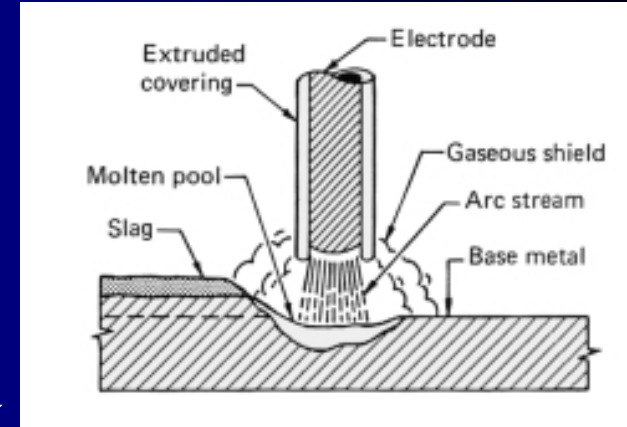
Alternatif akım kaynak makinaları: Bunlar kaynak transformatörleri olarak adlandırılırlar. Kaynak transformatörleri, gerilimi yüksek ve akım şiddeti düşük olan şebeke akımını, gerilimi düşük fakat akım şiddeti yüksek olan kaynak akımına çevirirler.

ELEKTROTLAR

Elektrot örtüsünün görevleri;

Arkın tutuşmasını ve sürdürülmesini sağlamak

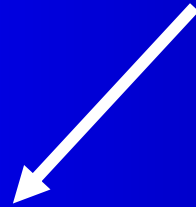
Cüruf ve koruyucu gaz oluşturarak kaynak banyosunu korumak



GAZALTI ARK KAYNAĞI

Kaynak bölgesinin bir koruyucu gaz yardımıyla korunduğu kaynak yöntemler grubudur.

Gazaltı Ark Kaynağı



Tungsten Gazaltı Kaynağı

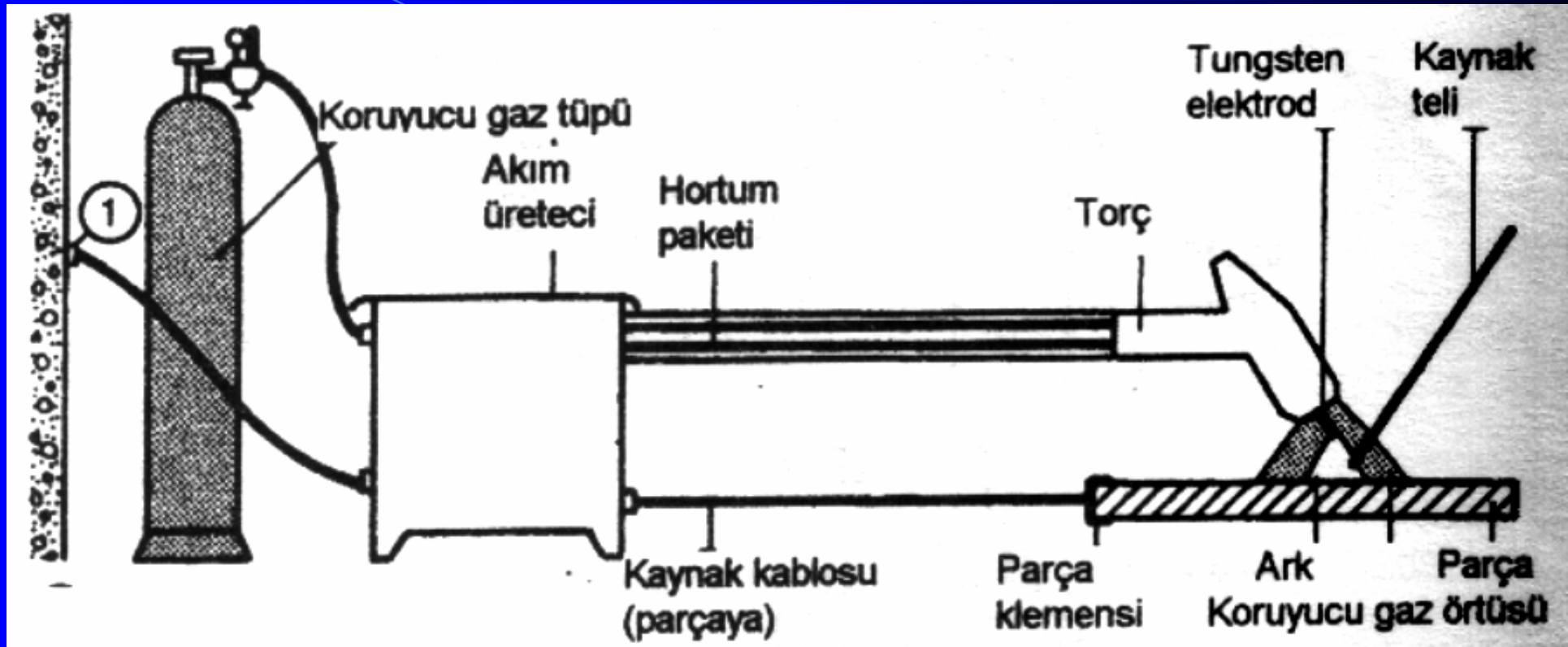


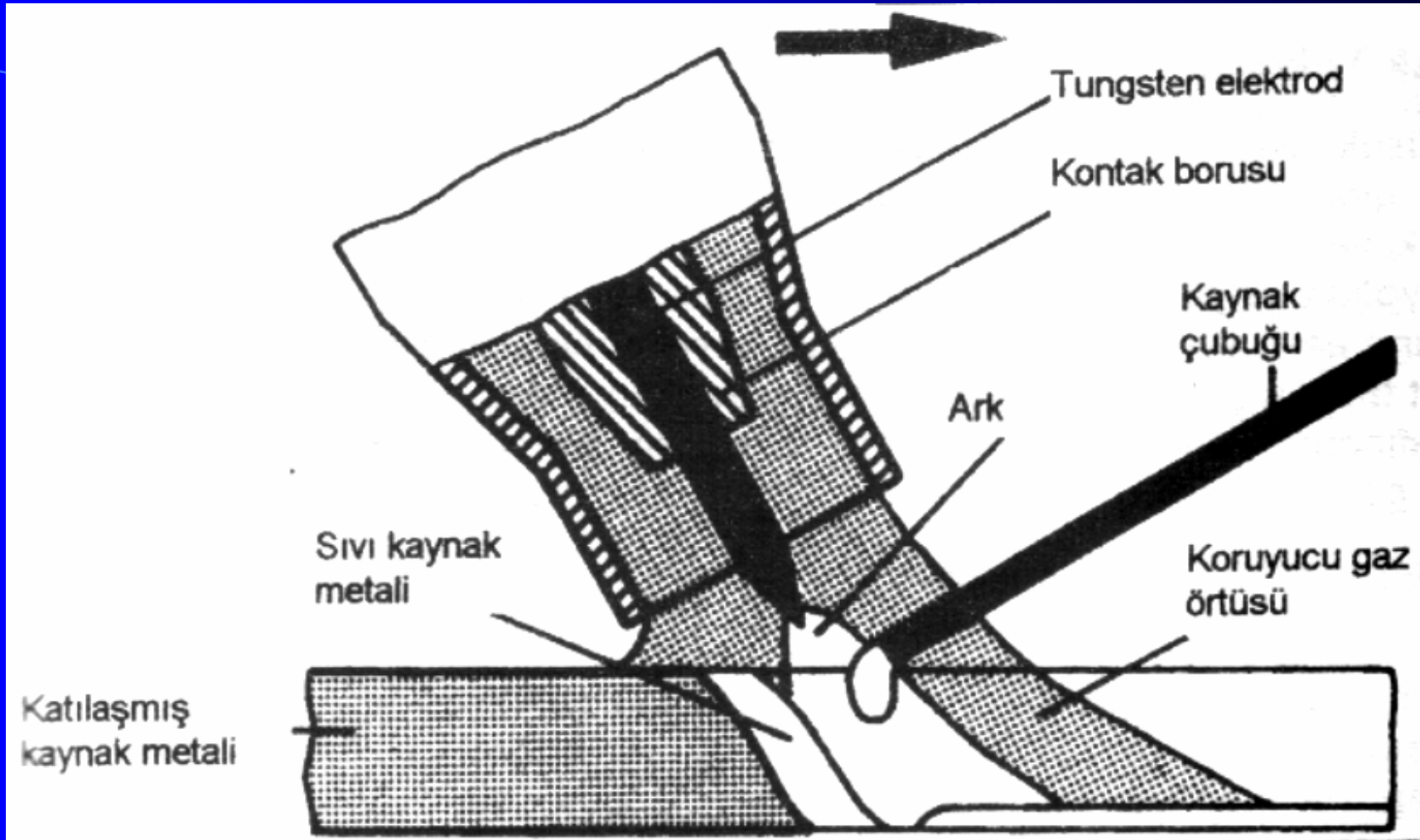
MIG/MAG Kaynağı

Tungsten Inert Gaz (TIG) Kaynağı

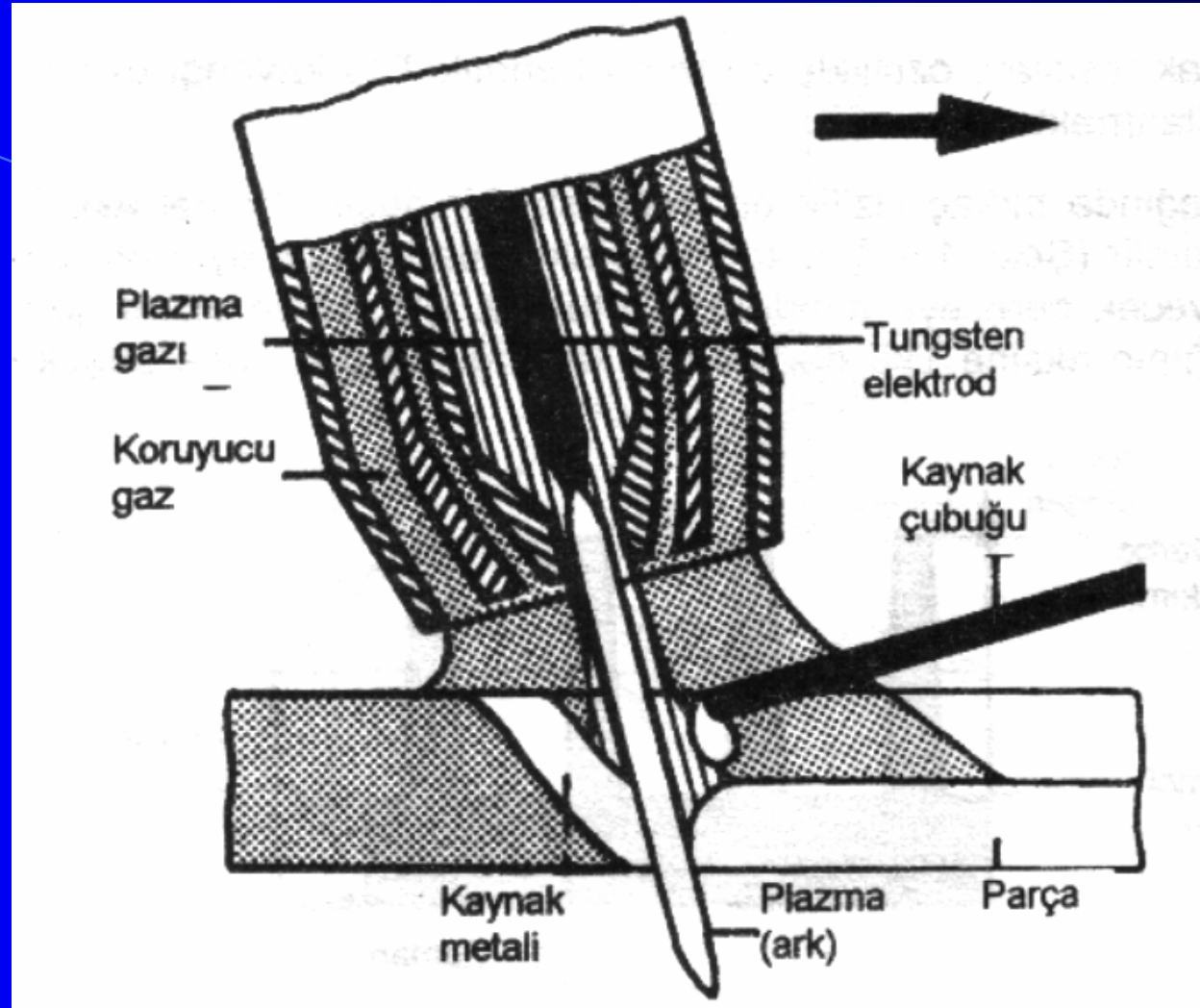
Tungsten elektrot kullanılır.

Ark elektrot ile işparçası arasında oluşturulur ve elektrot ergimez.





PLAZMA KAYNAĞI

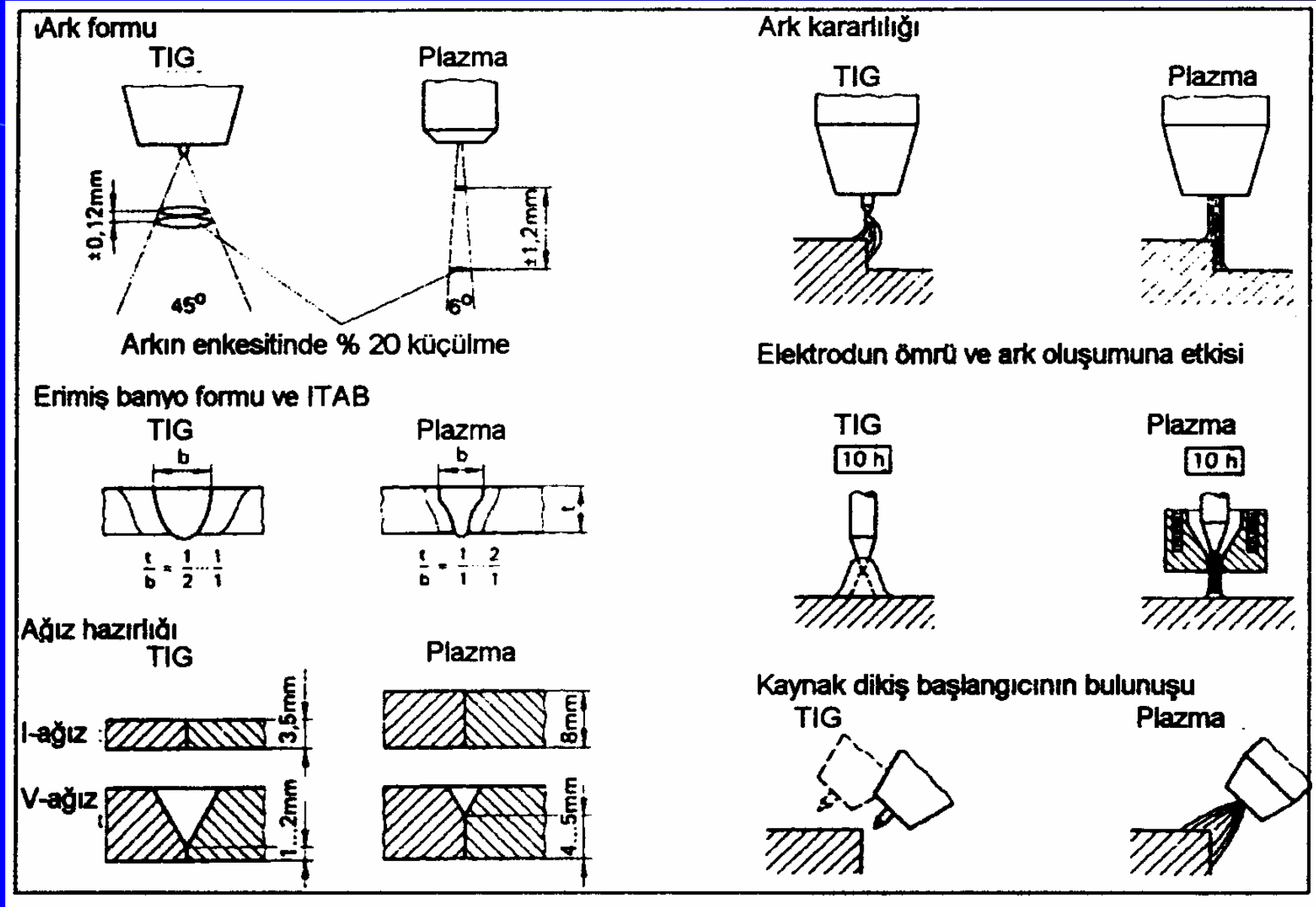


TIG kaynağına göre ark, özel bir torç yapısı tarafından sınırlanmış ve büzülmüştür.

Arkın sınırlanması, özel torç konstrüksiyonu sayesinde gerçekleşir. Bu mekanik sınırlamaya ek olarak, ark, meme dışından akan soğuk koruyucu gaz tarafından da termik olarak büzülür.

Plazma kaynak donanımı, TIG kaynak donanımına benzer. Akım üretici olarak redresör veya düşen statik karakteristikli dönüştürücü (inverter) kullanılır.

TIG ve Plazma kaynak yönteminin karşılaştırılması



MIG/MAG Kaynağı

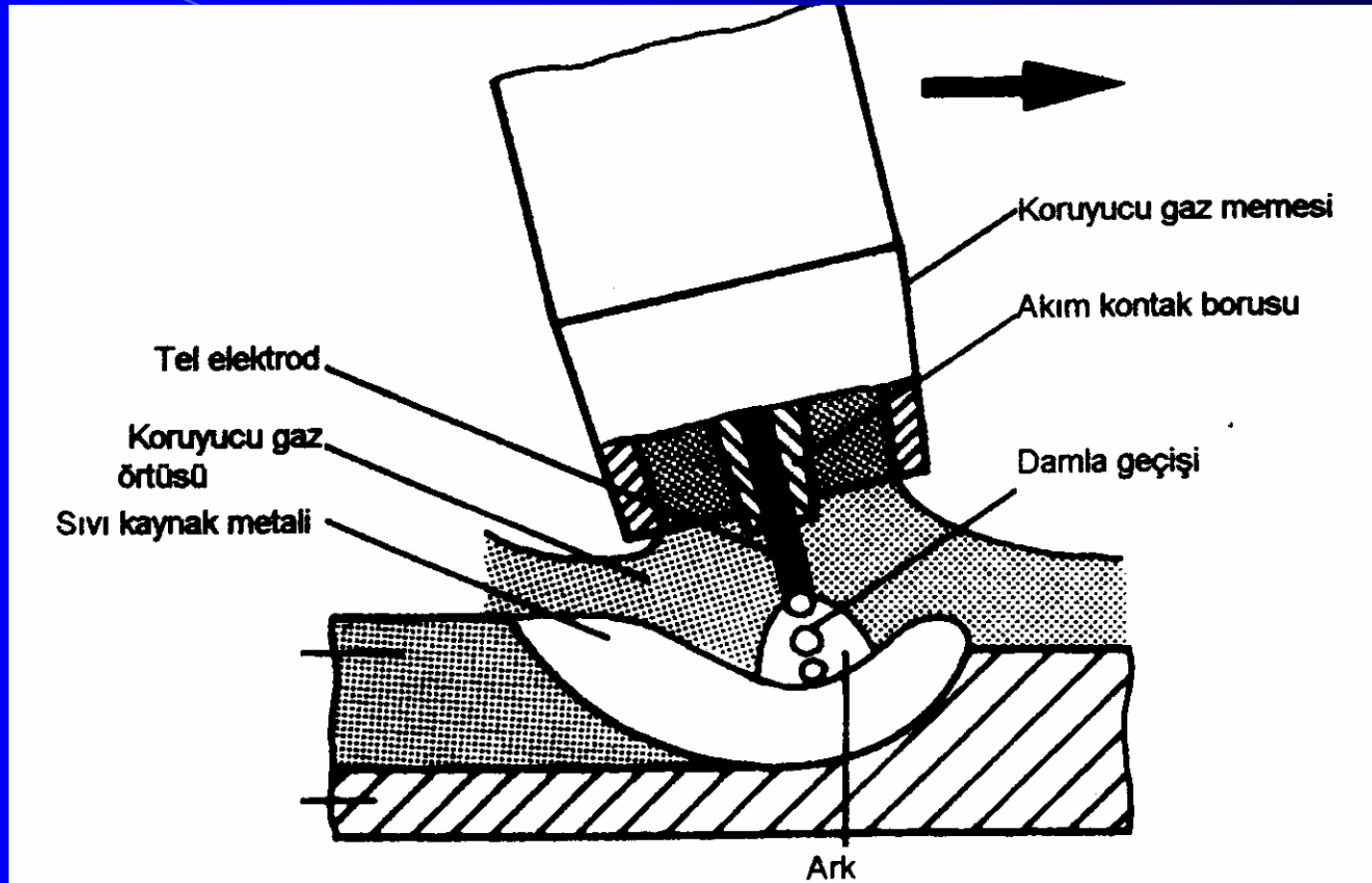
MIG / MAG kaynağı, koruyucu gaz kullanılarak yapılan (gazaltı) ark kaynak yöntemleri arasında yer alır.

Koruyucu gaz türüne göre;

metal inert gaz (MIG) veya **metal aktif gaz (MAG)** kaynağı olarak ayrılır.

MAG kaynağı da kendi içinde ayrıca kullanılan koruyucu gaz türüne göre **MAGC (CO₂) kaynağı** ve **MAGM (karışım gaz) kaynağı** olarak ikiye ayrılır.

Bu yöntemde ark, eriyen bir tel elektrod ile iş parçası arasında yanar; koruyucu gaz inert (soy) ve aktif olabilir. Bir tel makarasından gelen tel, torca iletilir. Telin bu dış ucunda akım kontak borusu yer alır. Kontak borusu, gaz memesinin içinde eşeksenli olarak bulunur. Ark ve kaynak bölgesi, gaz memesinden çıkan koruyucu gaz tarafından örtülür.



MIG/MAG Kaynağında Kullanılan Elektrodlar:

Alaşımsız ve düşük alaşımlı çeliklerin kaynağında kullanılan teller arasındaki esas fark, içlerindeki Mn ve Si miktarında kaynaklanır.

Bu elemanlar, kaynak metalinin deoksidasyonu için gereklidir.

Ancak kaynak banyosunun akıcılığını ve dolayısıyla kaynağın özelliklerini de etkilerler.

Çapları 0.6 mm'den 6 mm'ye kadar değişir.

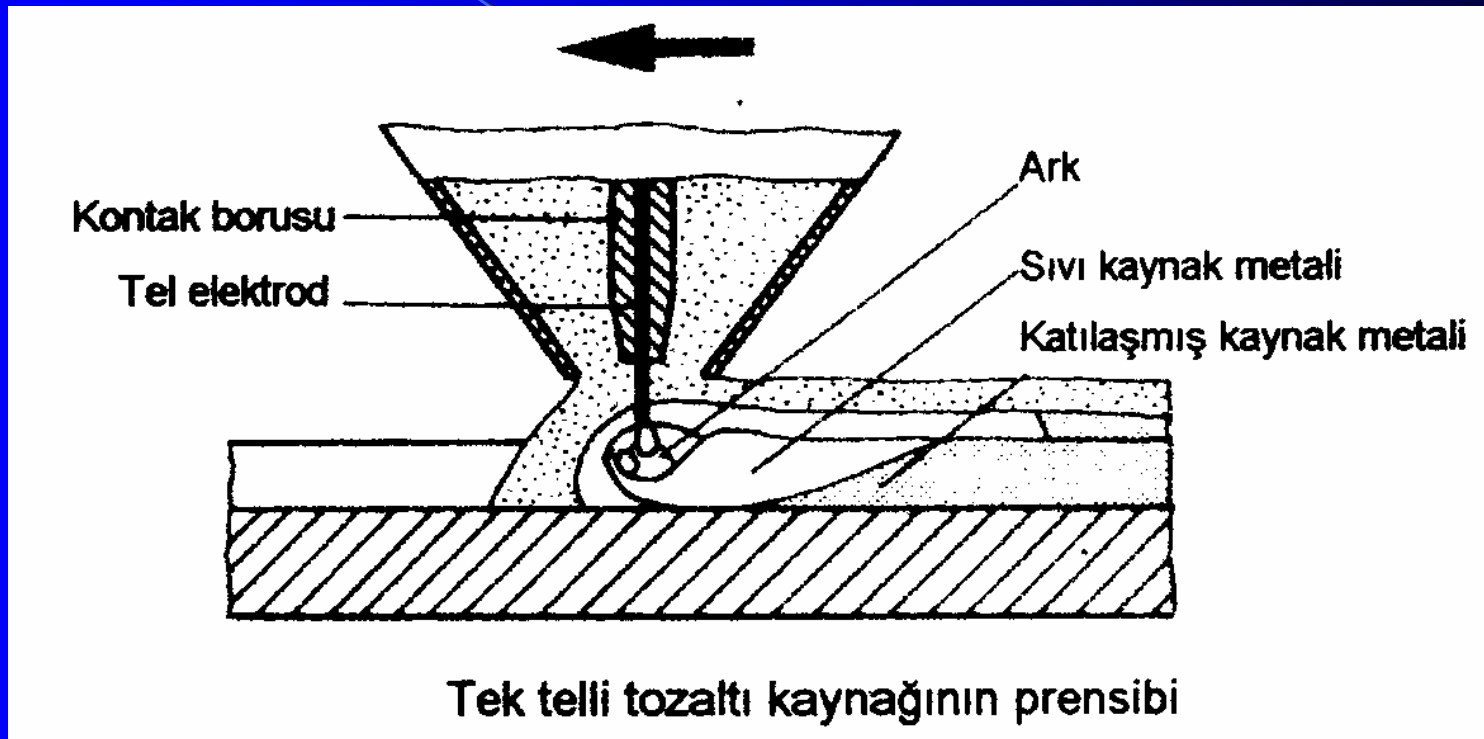
Alaşımsız ve düşük alaşımlı çeliklerin kaynağında kullanılan teller bakır kaplıdır.

Bakır kaplama genellikle gözeneklidir ve korozyona karşı özel bir koruma sağlamaz.

Ancak iletme motorunun ruloları arasından geçişini kolaylaştırır ve akım iletimini iyileştirir. Özlü teller boru şeklindeki tellerdir. İçlerinde curuf ve koruyucu gaz oluşturan maddeler bulunur.

TOZ ALTI ARK KAYNAĞI

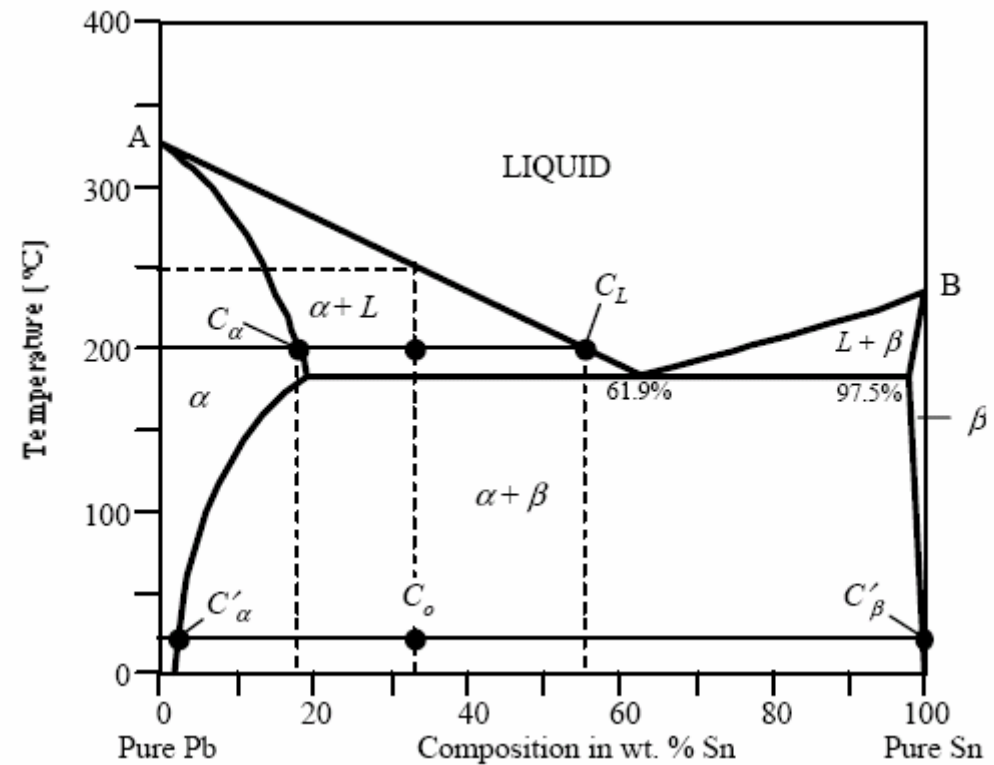
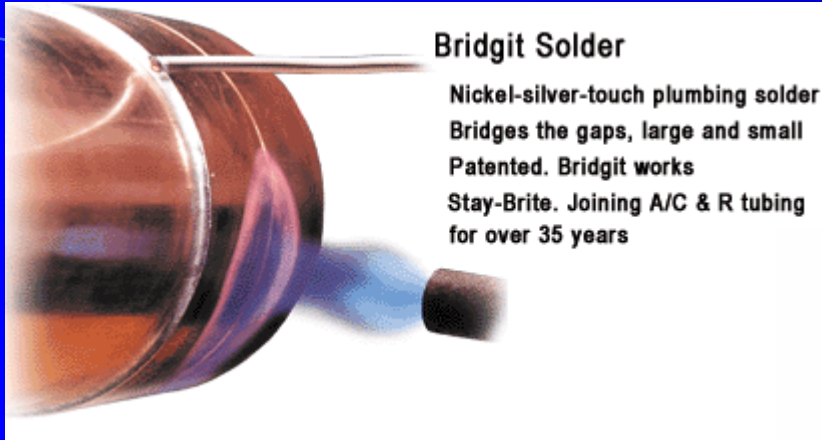
Toz altı kaynağında, tel veya bant şeklindeki elektrotlar serbest olarak akan toz ile örtülen ark tarafından eritilmektedir. Ark, erimiş toz tarafından oluşturulan cüruf kabarcığı içinde yanmaktadır.

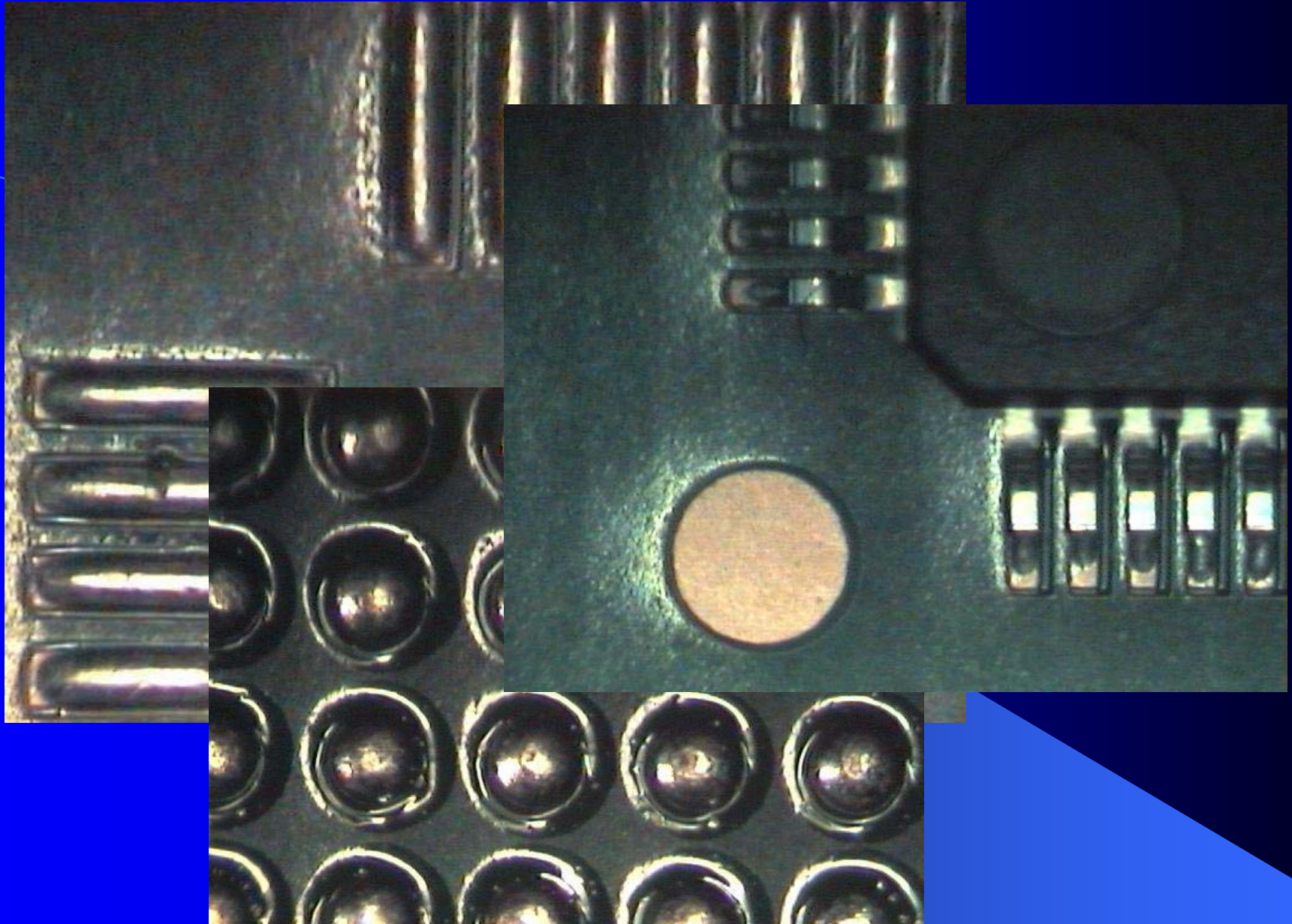


- Bir tel makarasından sağılan tel elektrot, toz yığınının içine girer. Ark, ya esas metale temas yoluyla yada yüksek gerilim darbeleriyle tutuşturulur ve aynı anda hem esas metali, hem ilave teli hem de çevresindeki kaynak tozunu eritir.
- Eriyen kaynak tozundan oluşan kaynak gazları, basınçları nedeniyle arkın çevresinde bir boşluk oluşturur.
- Tel bu boşlukta erir ve damlalar halinde kaynak metaline geçer.
- Tozun eriyen kısmı, ark ilerledikçe kaynak banyosunun hemen arkasında katılaşarak cüruf oluşturur.
- Erimeyen toz kütlesi, belirli bir mesafe geriden kaynak kafasını takip eden bir emici hortum tarafından emilerek toz haznesine geri doldurulur.

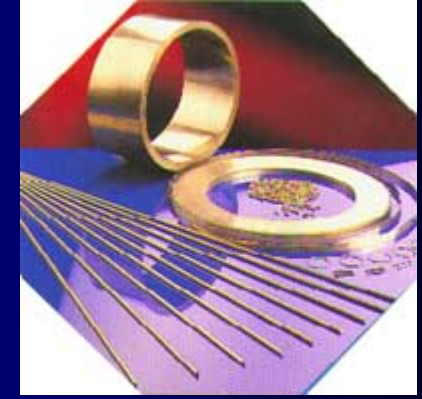
- Toz altı kaynak telleri esas olarak Mn içeriklerine göre gruplandırılır. Ancak başka alaşım elemanları da içerebilirler.
- Çapları 1.2 mm'den 8 mm'ye kadardır. En yaygın kullanılanları 2.5, 3, 4 ve 5mm'dir.
- Toz altı kaynağında özlü teller ve band elektrotlarda kullanılmaktadır. Özlü teller genellikle düşük alaşımlı metal tozları içerir.
- Band elektrotlar ise kaplama amacıyla kullanılır.
- Dolu band elektrotların en yaygın genişlikleri 10 ila 15mm arasındadır.

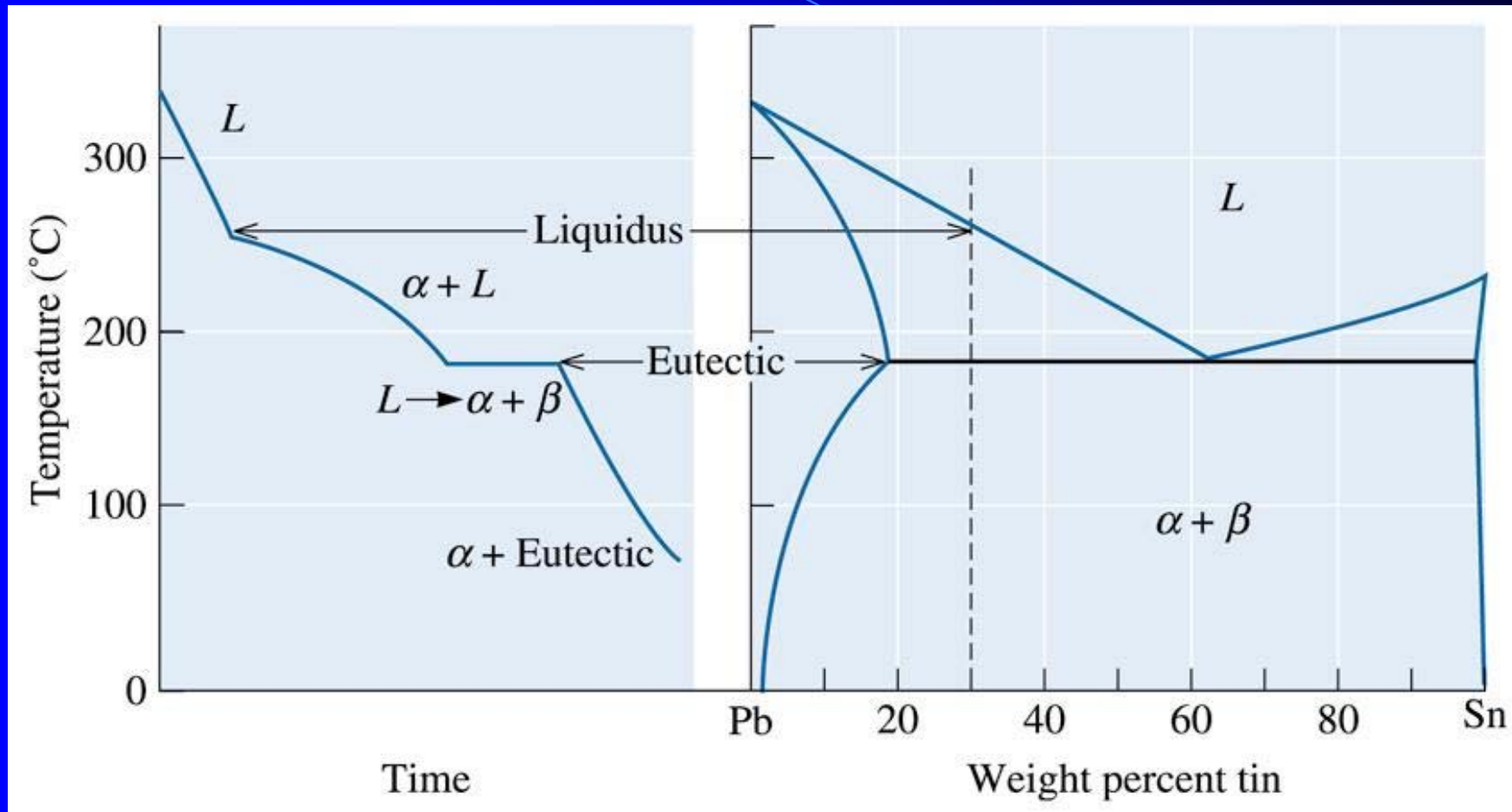
LEHİMLEME





aa





(c)2003 Brooks/Cole, a division of Thomson Learning, Inc. Thomson Learning[®] is a trademark used herein under license.

Figure 10.18 The cooling curve for a hypoeutectic Pb-30% Sn alloy.

Section 10.7 Nonequilibrium Freezing in the Eutectic System

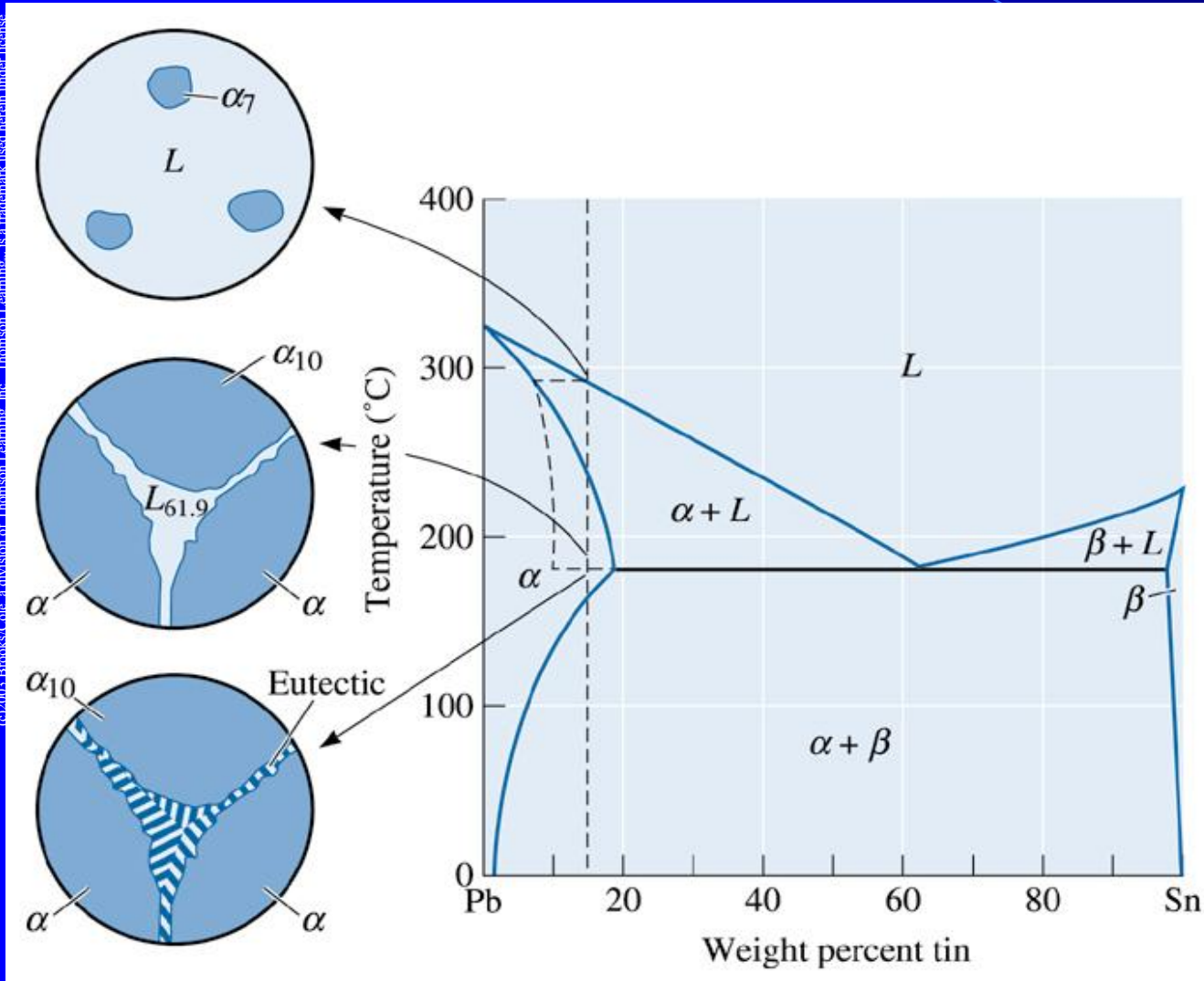


Figure 10.28
Nonequilibrium solidification and microstructure of a Pb-15% Sn alloy. A nonequilibrium eutectic microconstituent can form if the solidification is too rapid.

BÖLÜM SONU