

MIKELL P. GROOVER

Çeviri Editörleri: Mustafa Yurdakul - Yusuf Tansel İç

4th EDITION

4. BASIMDAN ÇEVİRİ

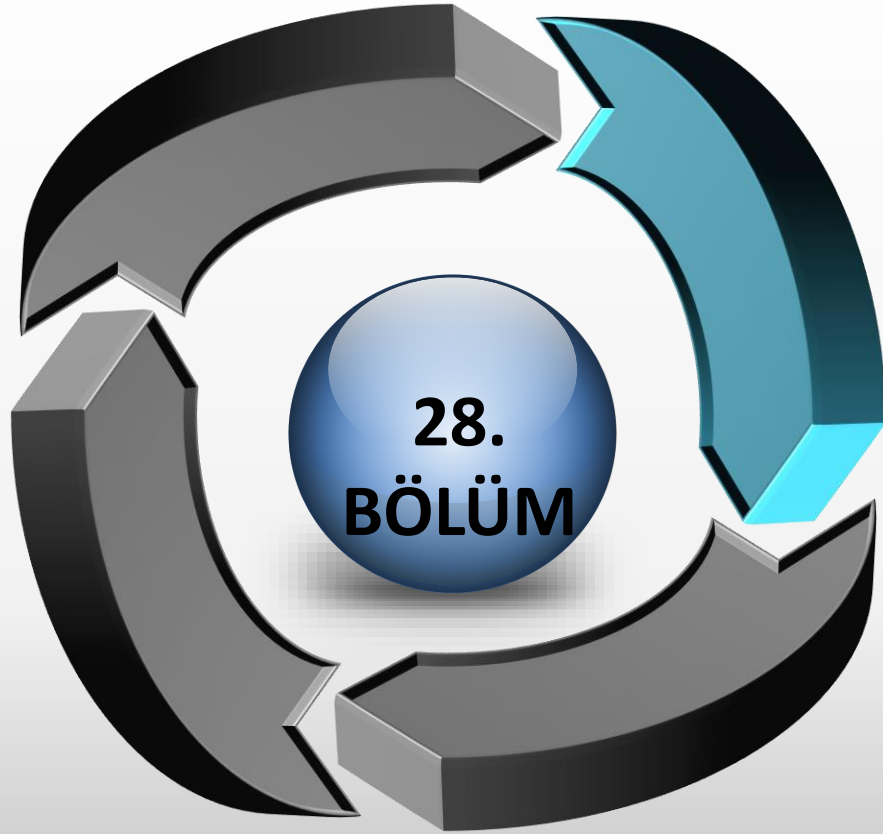


PRINCIPLES of MODERN MANUFACTURING

MODERN İMALATIN PRENSİPLERİ

Gözden Geçirilmiş Yeni Basım

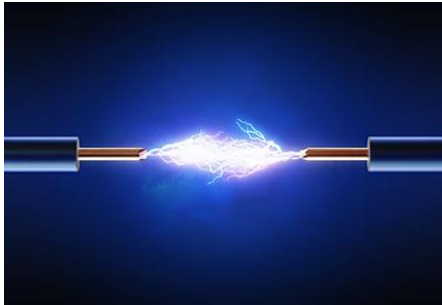




Kaynak Yöntemleri

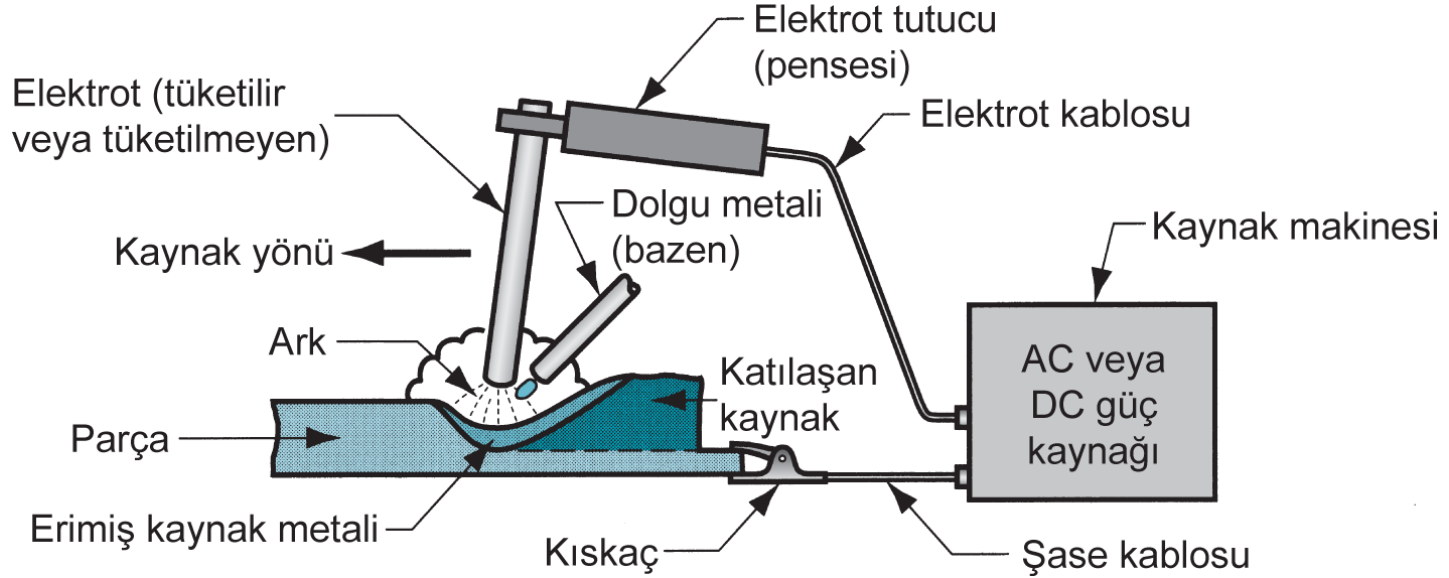
ARK KAYNAĞI

- **Ark kaynağı** (AK), bir elektrot ile iş parçası arasında oluşturulan arkın ısısı ile metallerin birleştirildiği bir eritme kaynak yöntemidir.
- Elektrik arkı, elektrik akımının bir elektrik devresinde belirli bir aralıktan atlamasıdır.
- Bir ark kaynağında arkı başlatmak için elektrot iş parçasına temas ettirilir ve hemen sonra aralarında kısa bir mesafe kalacak şekilde iş parçasından hızla uzaklaştırılır.
- Arkın oluşturduğu elektrik enerjisi tüm metalleri eritmek için yeterlidir (5500 °C)



Elektrik Arkı

ARK KAYNAĞI



Ark kaynağının temel bir uygulaması ve bu yöntemde kullanılan bir elektrik devresi

GENEL ARK KAYNAĞI TEKNOLOJİSİ

- **Elektrot:** tüketilen elektrotlar ; boyları 225-450 mm, çapları <9.5 mm; tüketilmeyen elektrotlar tungstenden üretilir.
- **Arkın Korunması:** Ark kaynağı esnasında oluşan yüksek sıcaklıklarda, metaller kimyasal olarak reaktif olup havada bulunan oksijen, azot ve hidrojen gibi elementlerle tepkimeye girebilir. Bu reaksiyonlar kaynaklı birleştirmenin mekanik özelliklerini etkileyebilir. Bu nedenle tüm ark kaynağı yöntemlerinde kaynak işlemi esnasında arkı kendini çevreleyen havadan korumak için çeşitli malzemeler eklenir. (Gaz veya örtü)
- Amaç sıvı metalin hava ile temasını engellemektir.
- Yaygın kullanılan gazlar Argon, helyum, oksijen veya karbondioksittir.
- **Ark Kaynağında Güç Kaynağı:** Doğru akım(DA) veya Alternatif akım(AA) kullanılır.
- AA makineleri maliyeti düşüktür. Demir esaslı metallerde tercih edilir
- DA makineleri tüm metallerde iyi sonuç verir.

TÜKETİLİR ELEKTROTLU ARK KAYNAĞI UYGULAMALARI

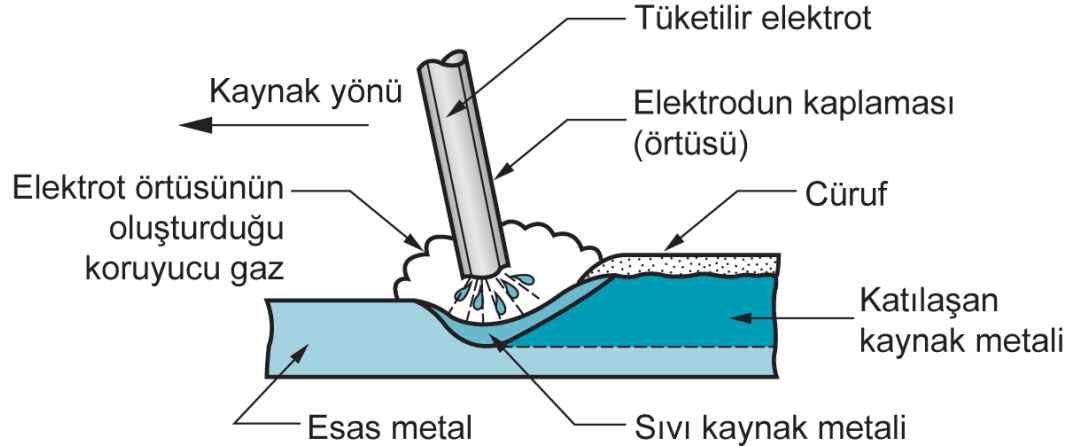
- Örtülü Metal Ark Kaynağı
- Gaz Metal Ark Kaynağı
- Özlü Tel Ark Kaynağı
- Elektro-Gaz Kaynağı
- Tozaltı Ark Kaynağı



Bir kaynakçı tarafından yapılan örtülü metal ark kaynağı (elektrot kaynağı)

ÖRTÜLÜ METAL ARK KAYNAĞI (ÖMAK-Elektrot Kaynağı)

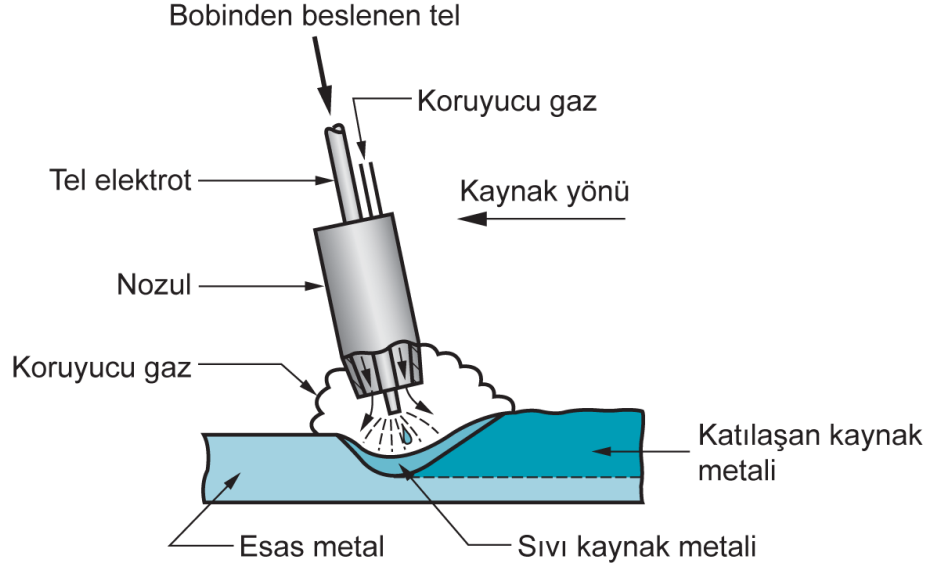
- Yüzeyi cüruf yapıcı ve koruma sağlayan kimyasal maddelerle kaplı çubuk tipi tüketilir elektrotlar ile yapılan ark kaynağıdır.
- Elektrottaki dolgu metali kaynak yapılan malzeme ile uyumlu olmalıdır.
- Elektrot boyu 225-450 mm, çapı 2.5-9.5 mm dir.
- Kaynak esnasında gerilim 15-45 Volt, akım ise 30-300 Amperdir.
- Ekipmanı düşük maliyetli ve taşınabilirdir.



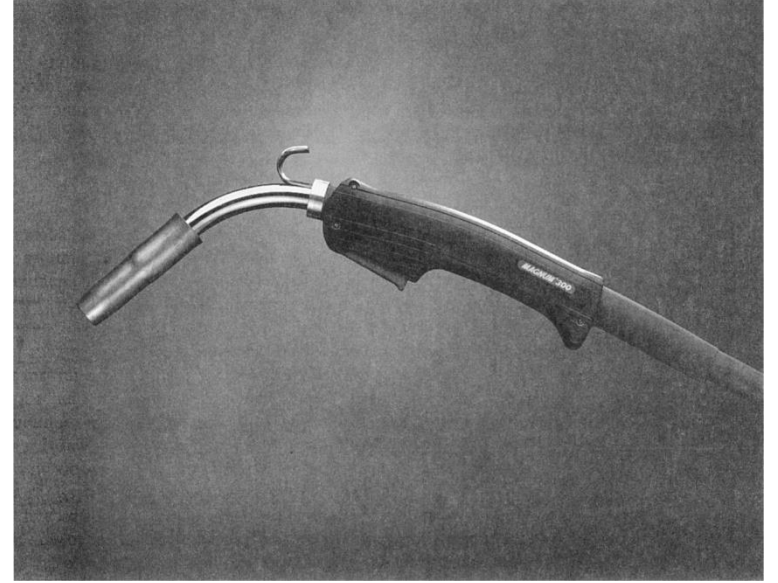
GAZ METAL ARK KAYNAĞI (MIG/MAG)

- Elektrotun çıplak tel şeklinde olduğu ve korumanın dışarıdan beslenen bir gaz ile yapıldığı bir ark kaynağı işlemidir.
- Kaynak telleri bobin(makara) şeklindedir ve çapları 0.8-6.5 mm.dir.
- Koruyucu gaz Argon, Helyum(Alüminyum alaşımları ve paslanmaz çelikte) veya Karbondioksittir(düşük ve orta karbonlu çelik).
- MIG-Metal Inert Gaz (Alüminyum kaynağında)
- MAG-Metal aktif gaz (Çeliğin kaynağında)
- Örtülü metal ark kaynağına göre(elektrot kaynağı) daha verimlidir.

GAZ METAL ARK KAYNAĞI (MIG/MAG)

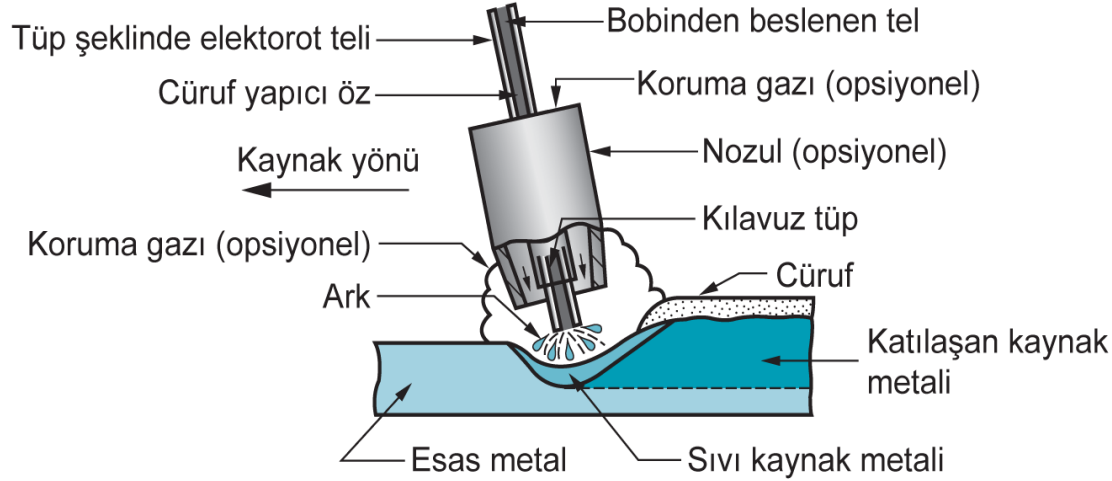


a) Gaz metal ark kaynağı



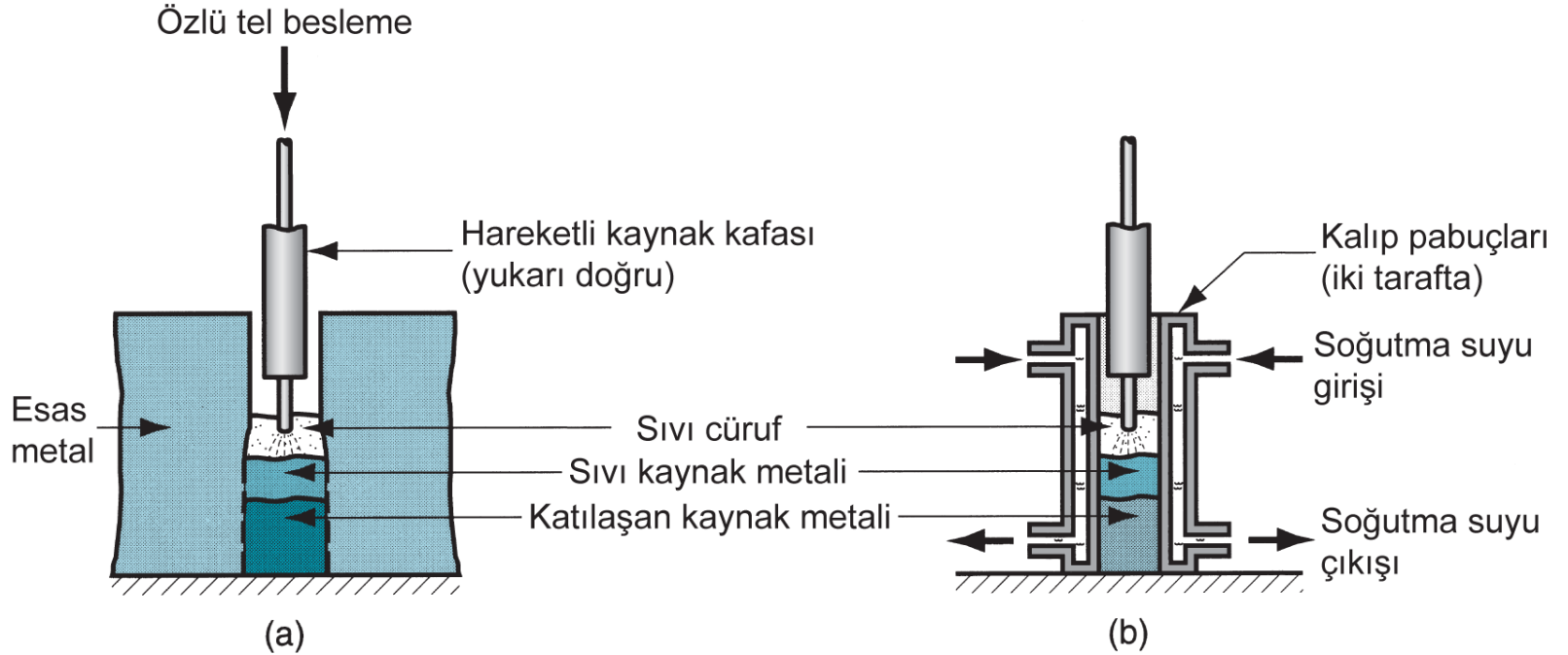
b) kaynak tabancası

ÖZLÜ TEL ARK KAYNAĞI (ÖTAK)



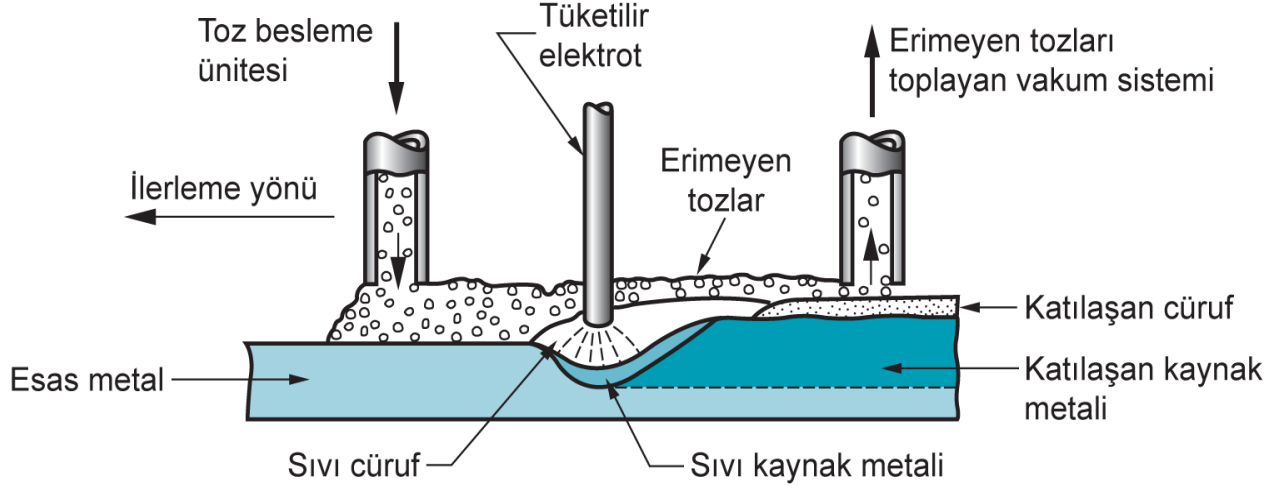
Özlü tel ark kaynağı (ÖTAK). Koruma gazı beslenip beslenmemesine bağlı olarak iki tip uygulaması bulunmaktadır. Bunlar: (1) elektrotun özündeki maddeler ile korumanın yapıldığı kendinden korumalı ÖTAK ve (2) dışarıdan koruma gazı beslenen gaz korumalı ÖTAK

ELEKTRO-GAZ KAYNAĞI



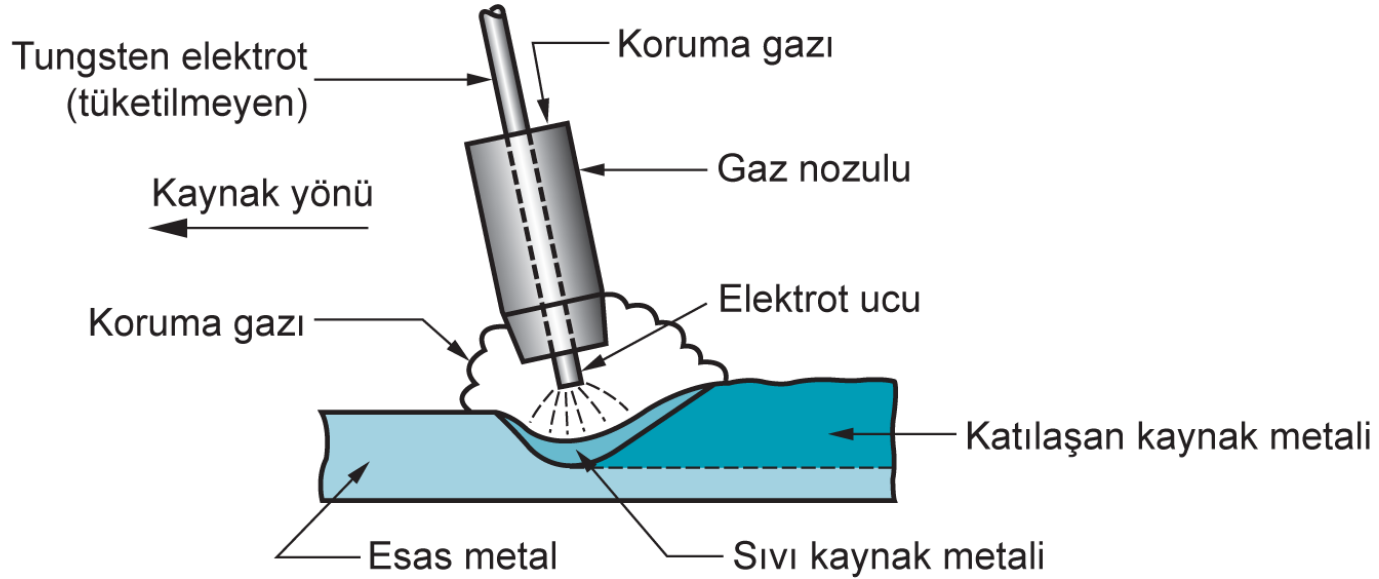
Özlü tel elektrot kullanılarak yapılan elektro-gaz kaynağı: (a) daha iyi görüş için kalıp pabuçları çıkarılmış önden görünüş ve (b) her iki taraftaki kalıp pabuçlarını gösteren yandan görünüş

TOZALTI ARK KAYNAĞI(TAK)

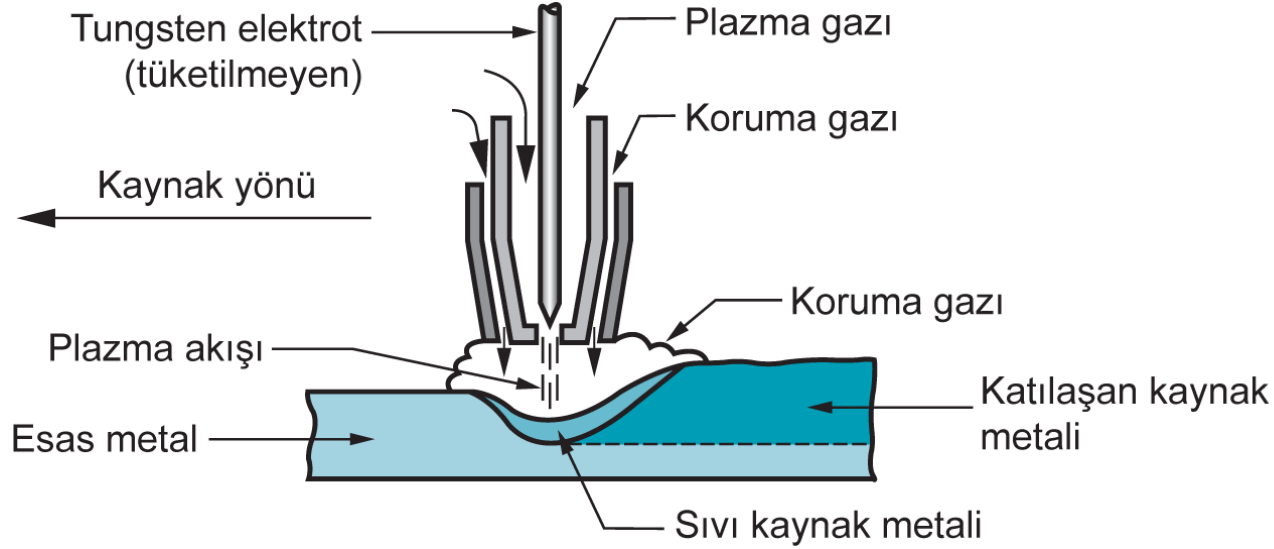


28.1.3 TÜKETİLMİYEN ELEKTROTLU ARK KAYNAĞI UYGULAMALARI

GAZ TUNGSTEN ARK KAYNAĞI(TIG/WIG)

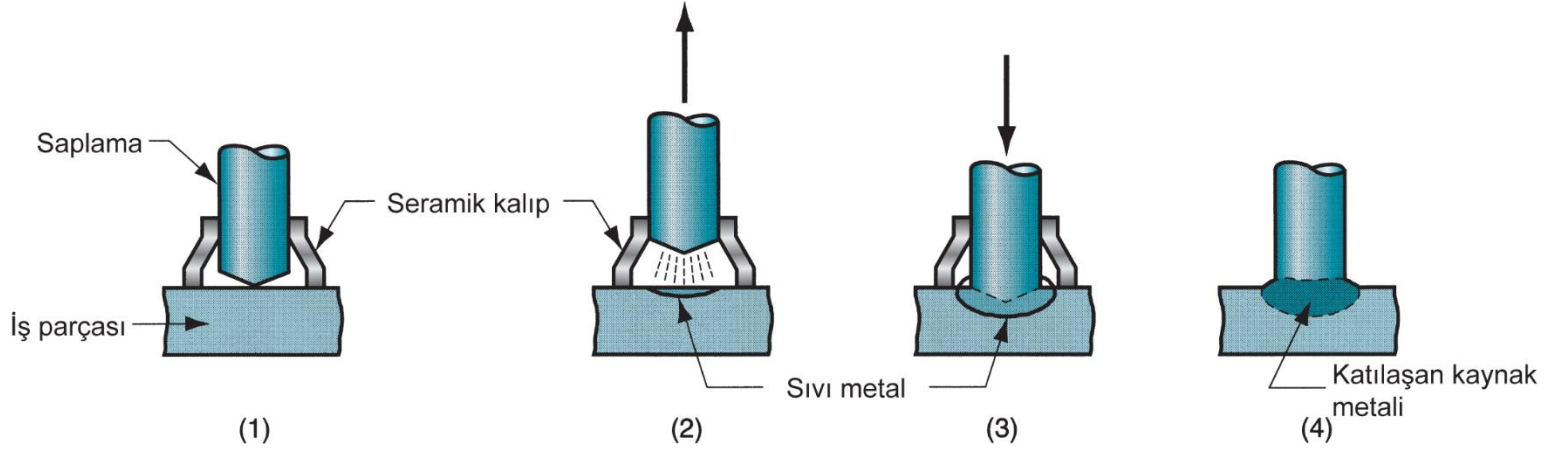


Plazma Ark Kaynağı



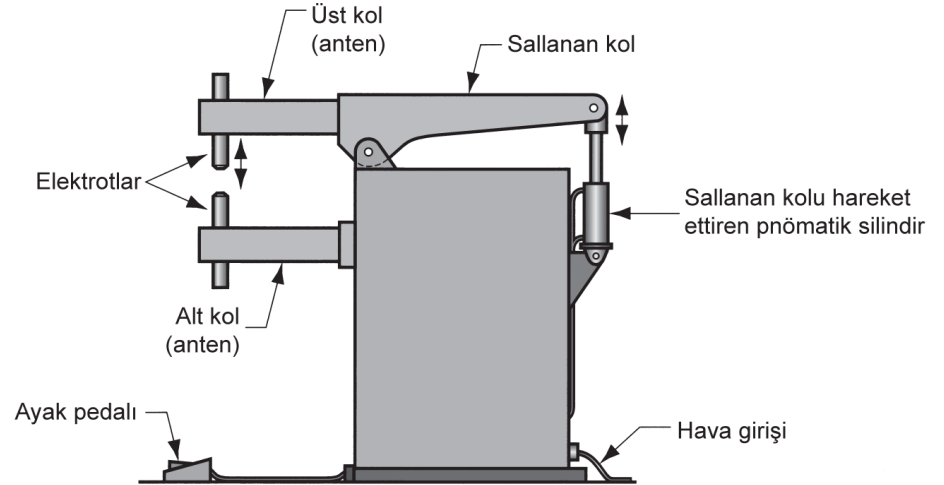
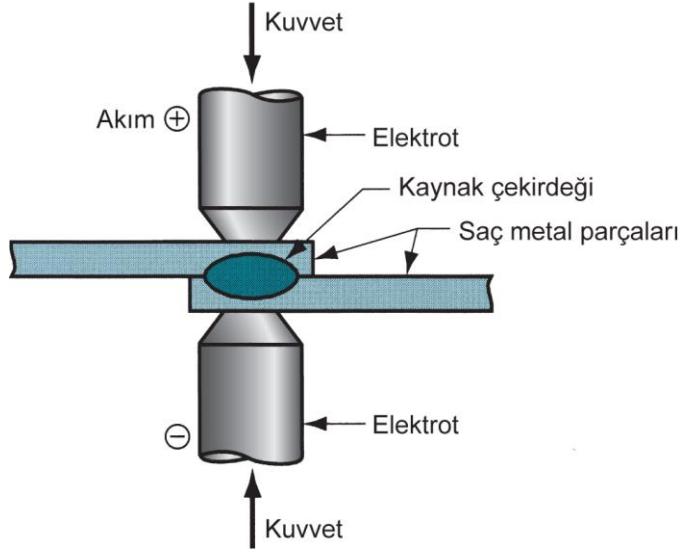
Diğer Ark Kaynağı Uygulamaları

ŞEKİL 28.11 Saplama ark kaynağı (SAK):



Saplama ark kaynağı (SAK): (1) saplama yerleştirilir, (2) tabancadan akım verilir ve saplama ark sıvı metal banyosu oluşturmak için parça yüzeyinden az bir mesafeye çekilir, (3) saplama sıvı metal banyosuna daldırılır ve (4) katılaşma sonrası seramik yüzük (kalıp) uzaklaştırılır.

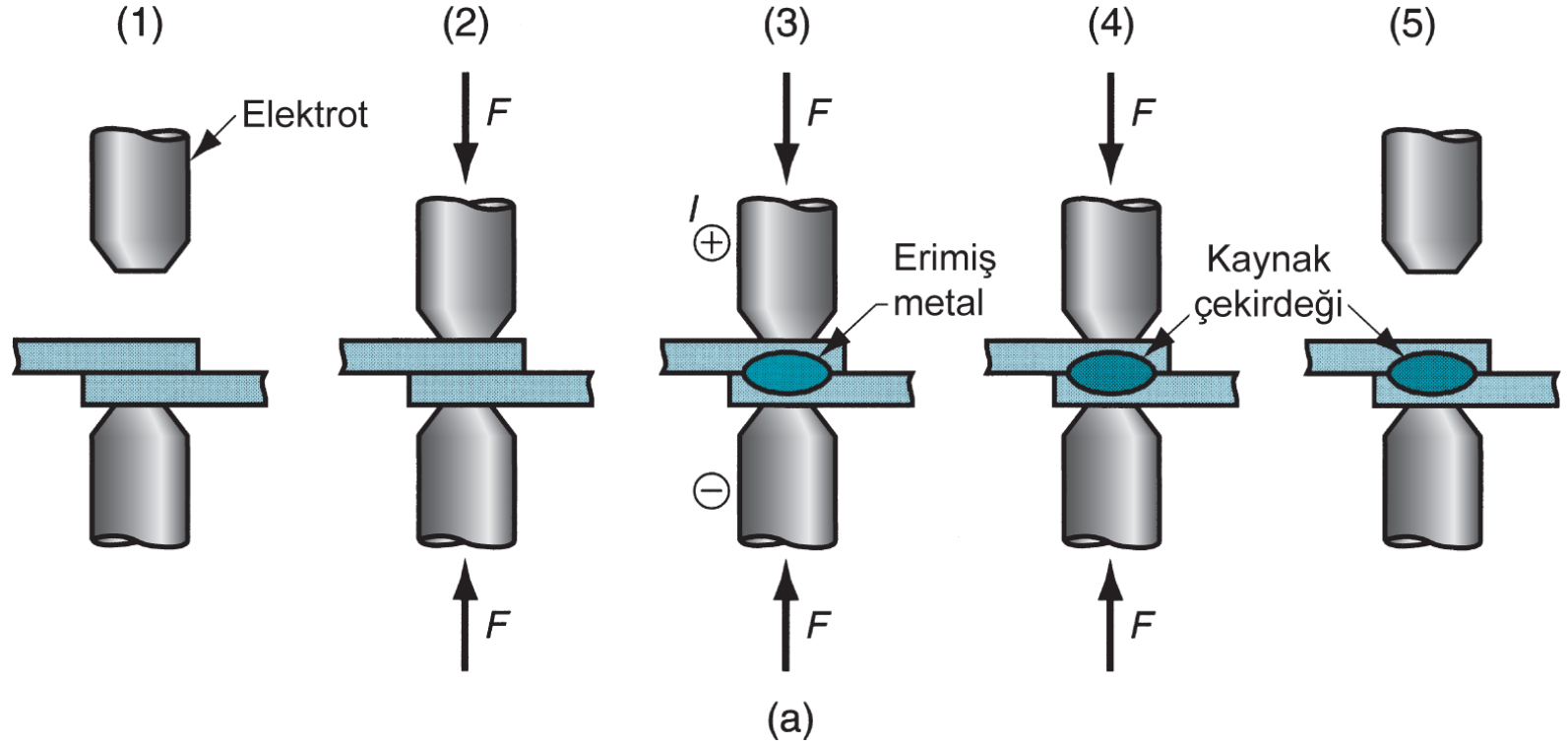
28.2 ELEKTRİK DİRENÇ KAYNAĞI

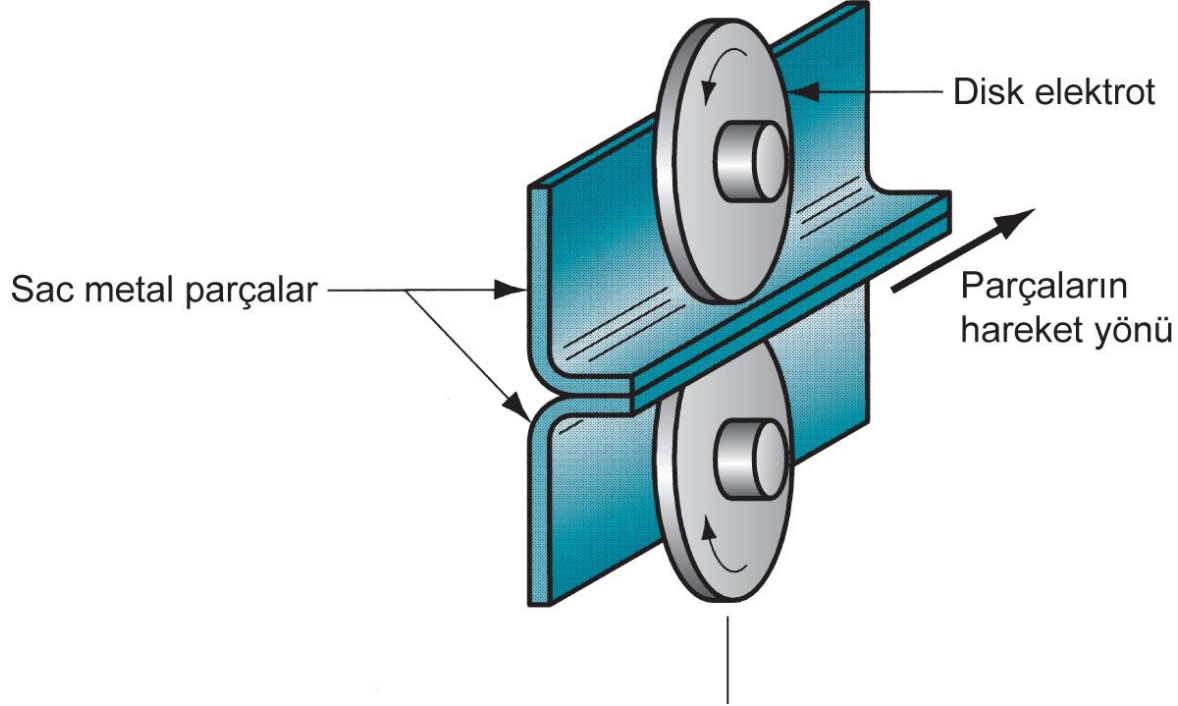


a) En yaygın direnç kaynağı (DK) uygulaması olan nokta kaynağı yapılışının şematik gösterimi, b) Sallanan kollu nokta kaynağı makinesi

- (a) Bir nokta kaynağındaki işlem basamakları ve
(b) işlem sürecinde ezme kuvveti ve akımın değişimi. İşlem basamakları:

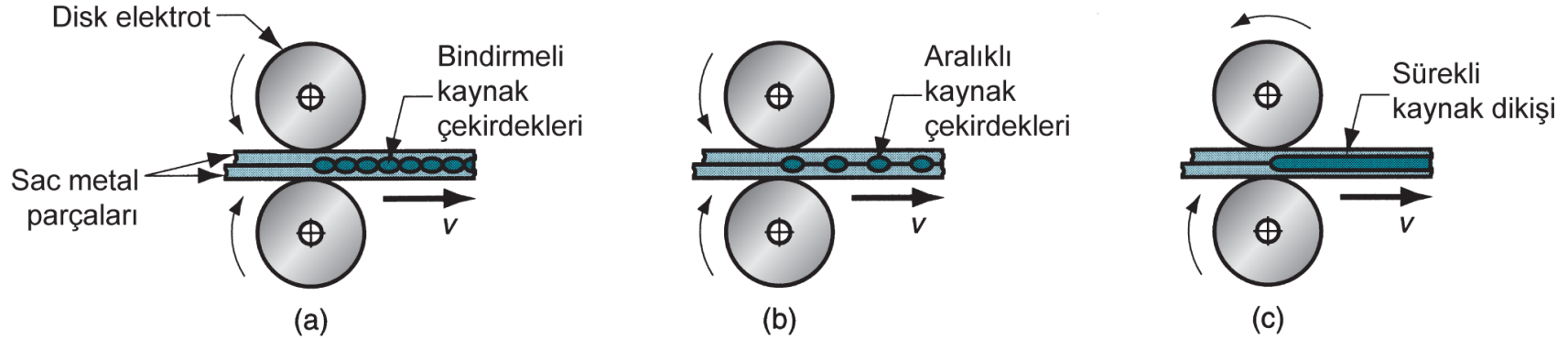
1. parçalar açık elektrotlar arasına yerleştirilir,
2. elektrotlar kapatılır ve kuvvet uygulanır,
3. kaynak zamanı, akım verilir,
4. akım kesilir, ancak kuvvet sabit tutulur veya biraz arttırılır (bazen bu aşamanın sonunda kaynak bölgesinde gerilim giderme yapmak için düşük bir akım bir süre verilir – şekilde kesikli çizgi ile gösterilmektedir) ve
5. elektrotlar açılır ve kaynaklı parçalar alınır.



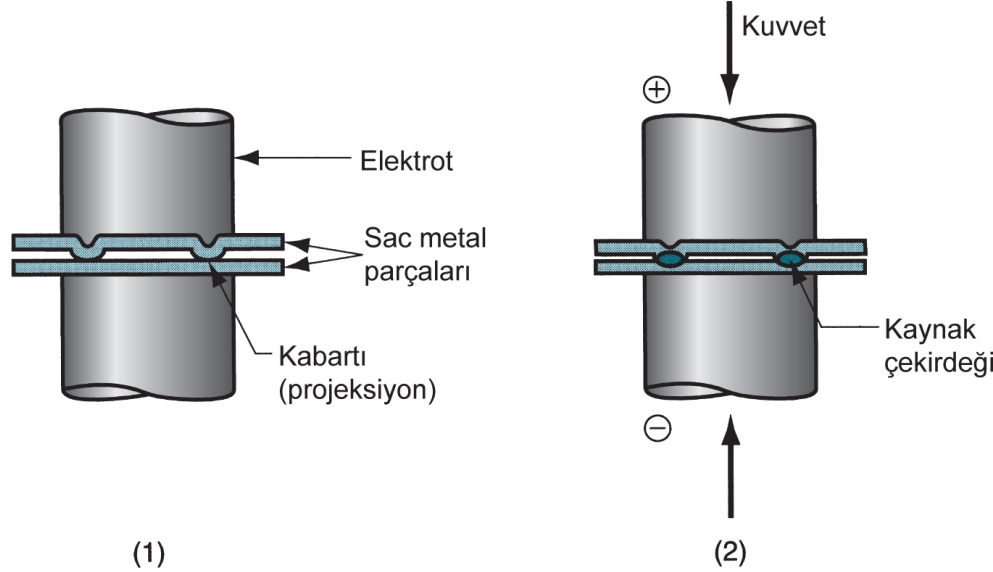


Direnç dikiş kaynağı (DDK)

ŞEKİL 28.16 Disk elektrotlarla üretilen farklı dikiş

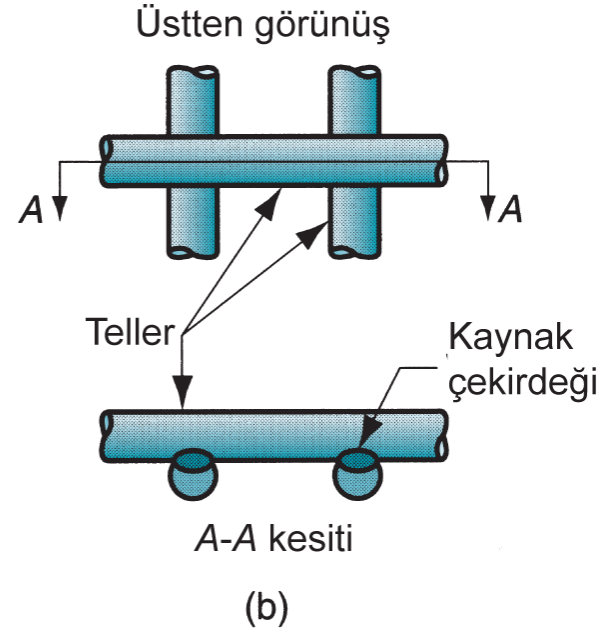
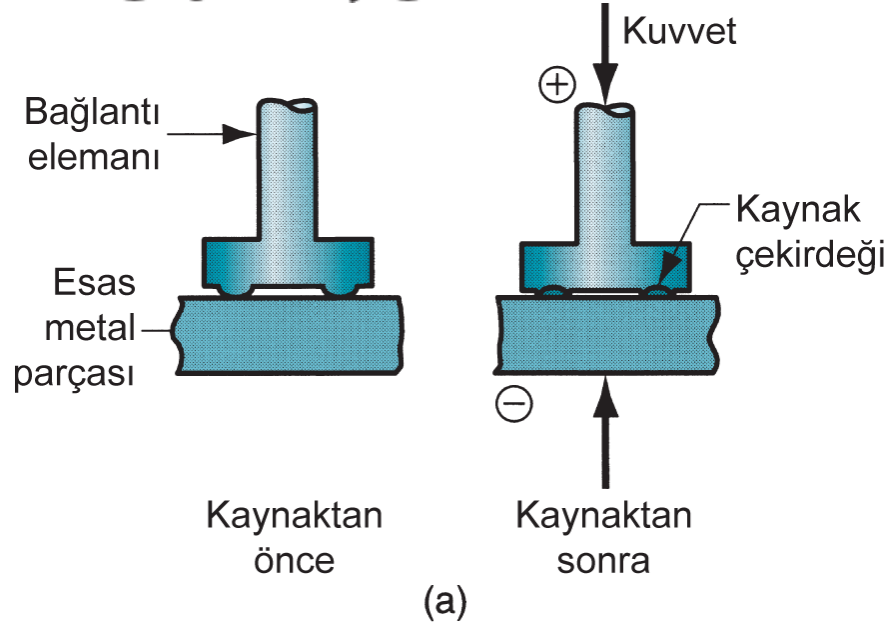


Disk elektrotlarla üretilen farklı dikiş türleri: (a) uçları üst üste binen nokta kaynaklarından oluşan geleneksel dikiş kaynağı, (b) aralıklı dikiş kaynağı ve (3) sürekli dikiş kaynağı

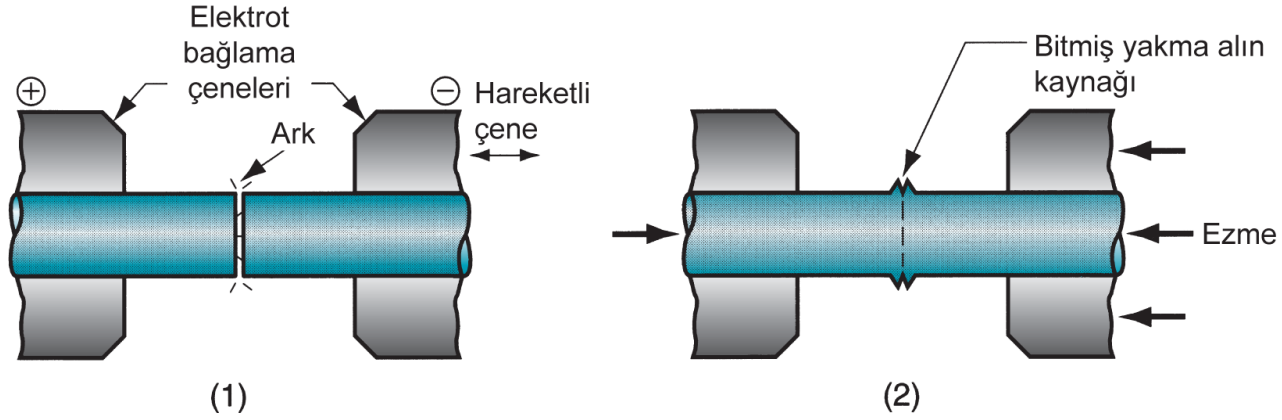


Direnç projeksiyon kaynağı (DPK): (1) işlem başlangıcında parçalar arası temas kabartıların olduğu yerdedir ve (2) akımın verilmesi ile, kabartıların olduğu yerde nokta kaynağındaki benzer kaynak çekirdekleri oluşur

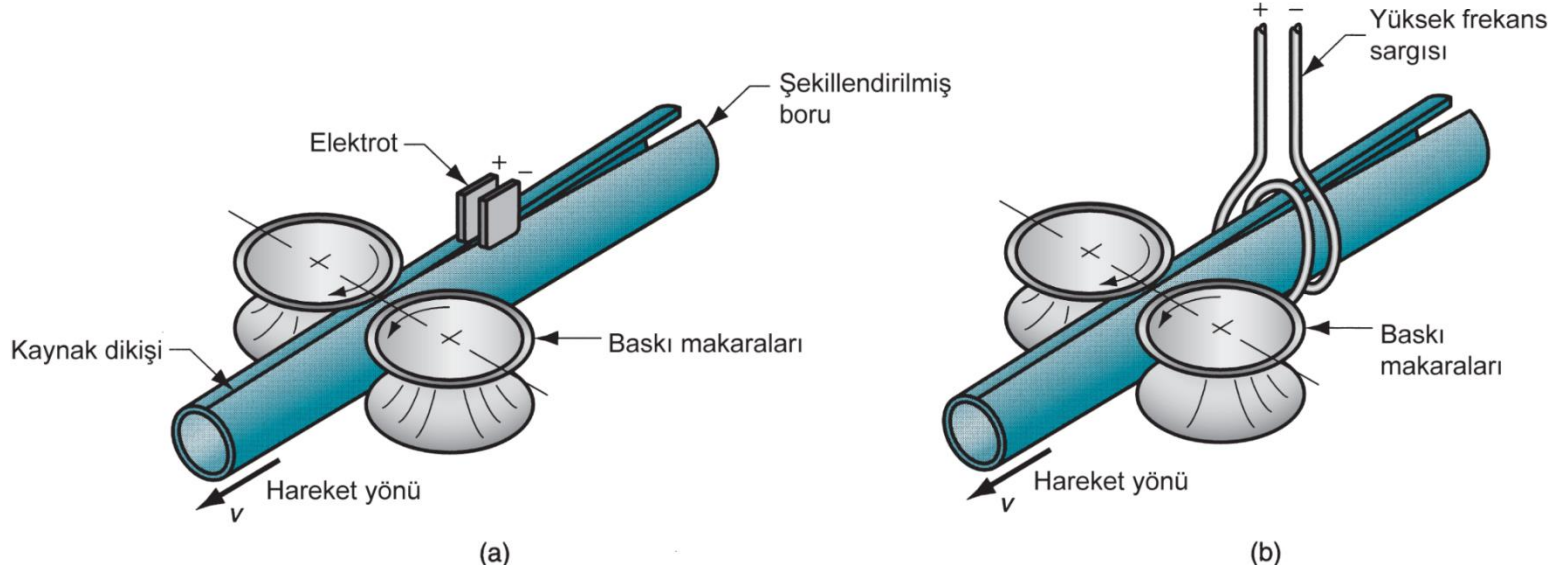
ŞEKİL 28.18 Direnç projeksiyon kaynağının değişik uygulamaları: (a)



Direnç projeksiyon kaynağının değişik uygulamaları: (a) bağlantı elemanının sac metal parçaya kaynağı ve (2) çapraz tel kaynağı



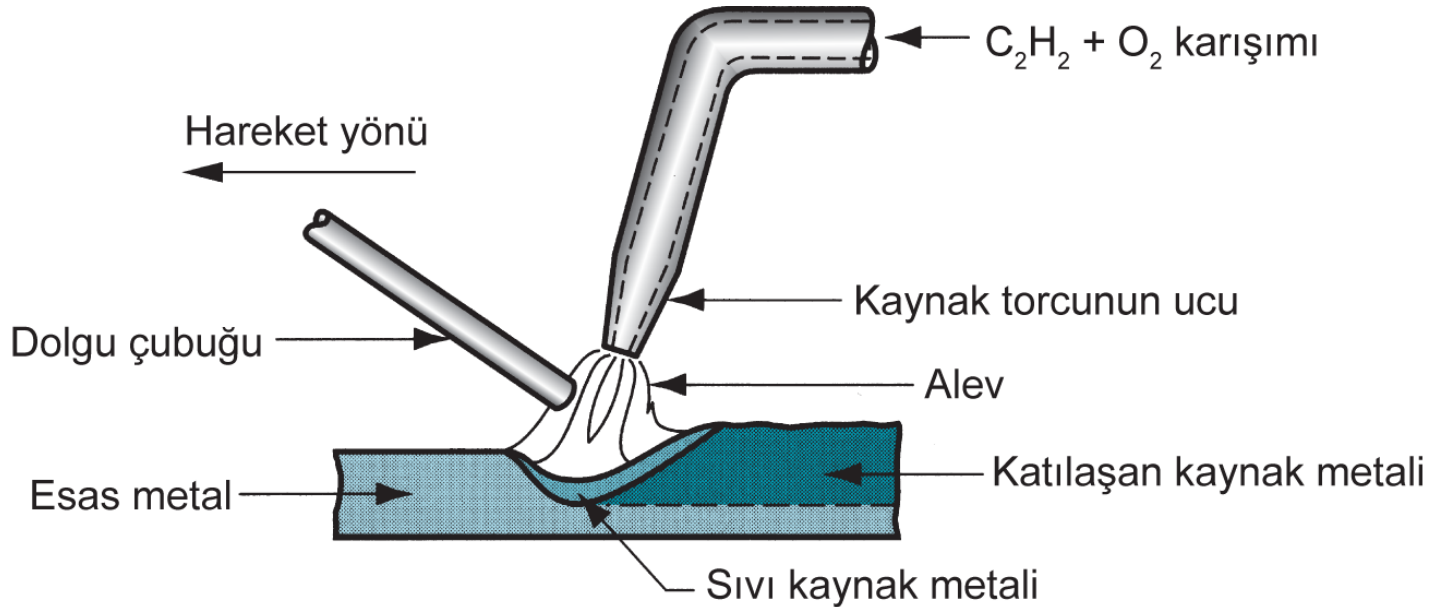
Yakma alın kaynağı (YAK): (1) elektrik direnci ile ısıtma ve (2) parçaların birbirine bastırılması ile ezme işlemi



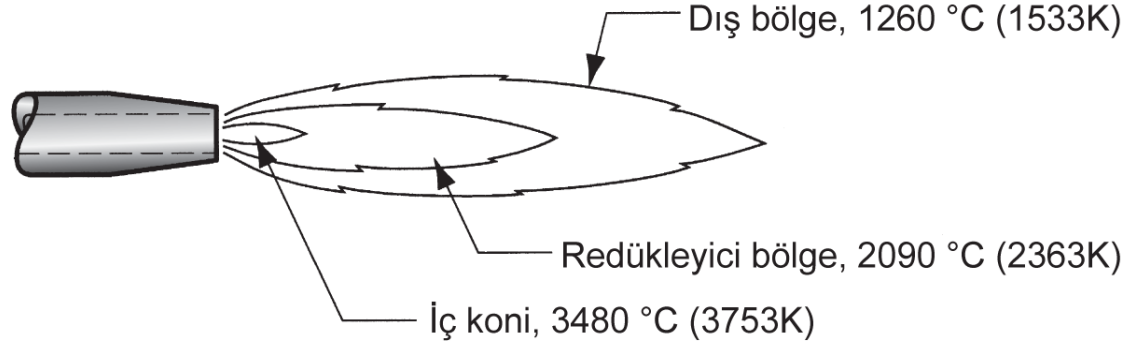
Boyuna kaynaklı borularda alın dikişleri: (a) yüksek frekanslı direnç kaynağı ve
(b) yüksek frekanslı endüksiyon kaynağı

28.3 GAZ KAYNAĞI

28.3.1 OKSİ-ASETİLEN GAZ KAYNAĞI



Tipik bir oksî-asetilen gaz kaynağı (OGK) işlemi

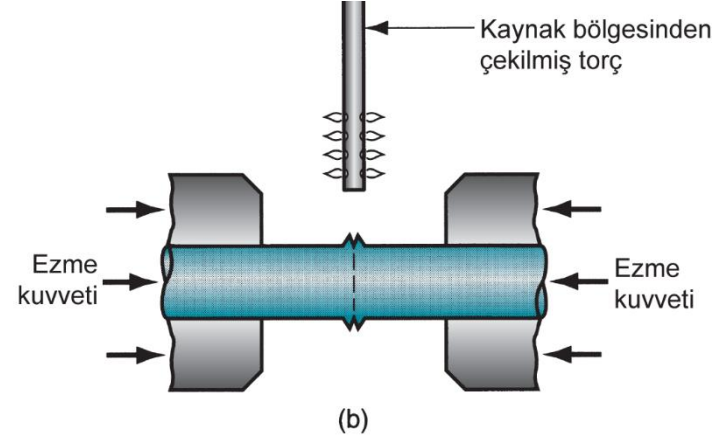
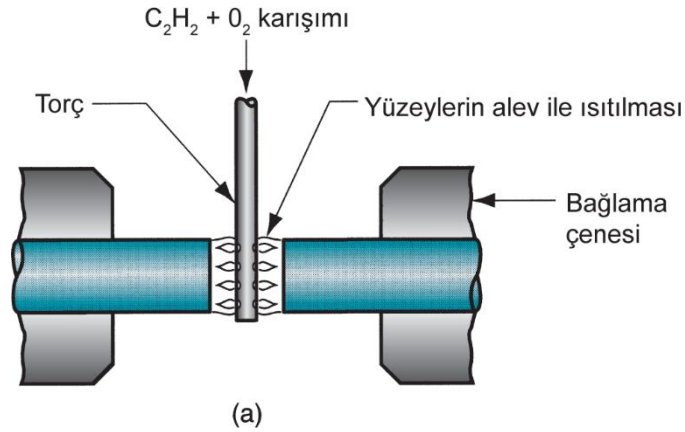


Kaynak esnasında elde edilen sıcaklık dağılımını da gösteren bir nötr alev

28.3.2 GAZ KAYNAĞINDA KULLANILAN ALTERNATİF GAZLAR

Tablo 28.2 Gaz kaynağı ve/veya kesme işlemlerinde kullanılan alternatif gazlar ve bu gazların alev sıcaklıkları ile birim hacim başına düşen ısı miktarları.

Yanıcı Gaz	Alev sıcaklığı ^a		Birim Hacim Başına Isı Miktarı MJ/m ³
	°C	K	
Asetilen (C ₂ H ₂)	3087	3360	54.8
MAPP ^b (C ₃ H ₄)	2927	3200	91.7
Hidrojen (H ₂)	2660	2933	12.1
Propilen ^c (C ₃ H ₆)	2900	3173	89.4
Propan (C ₃ H ₈)	2526	2799	93.1
Doğal gaz ^d	2538	2811	37.3



Basıncılı gaz kaynağının bir uygulaması: (a) iki parçanın ısıtılması ve (b) kaynak oluşturmak için basınç uygulaması

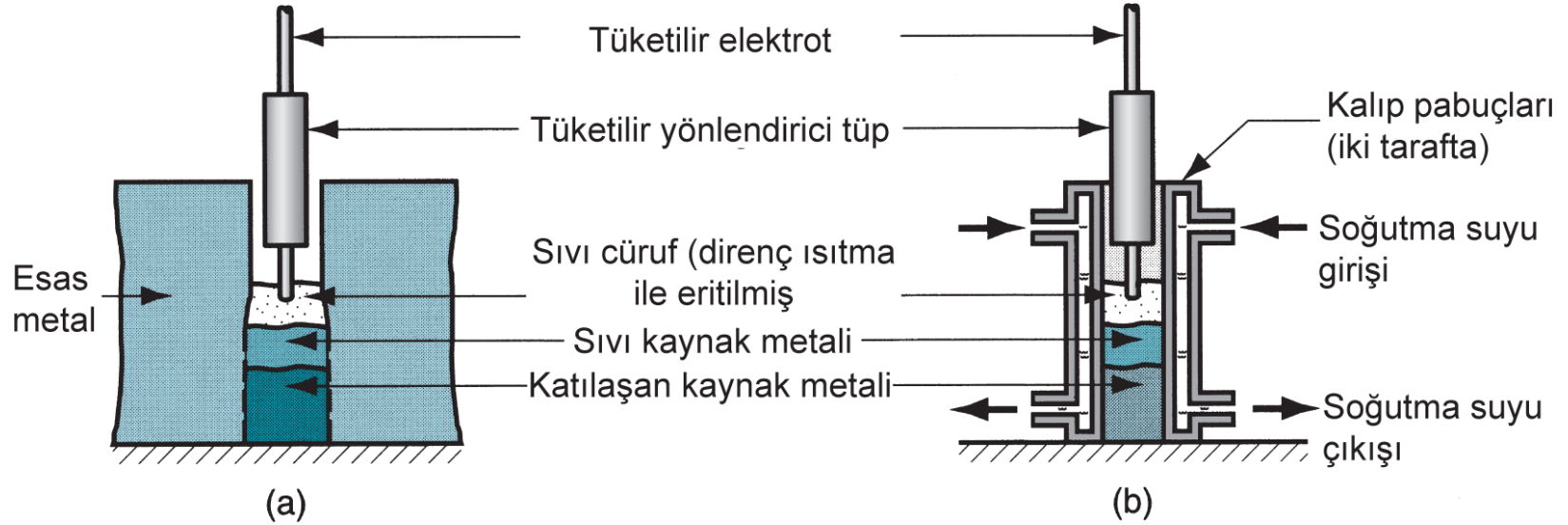
28.4 DİĞER ERİTME KAYNAĞI YÖNTEMLERİ

Elektron Kaynağı

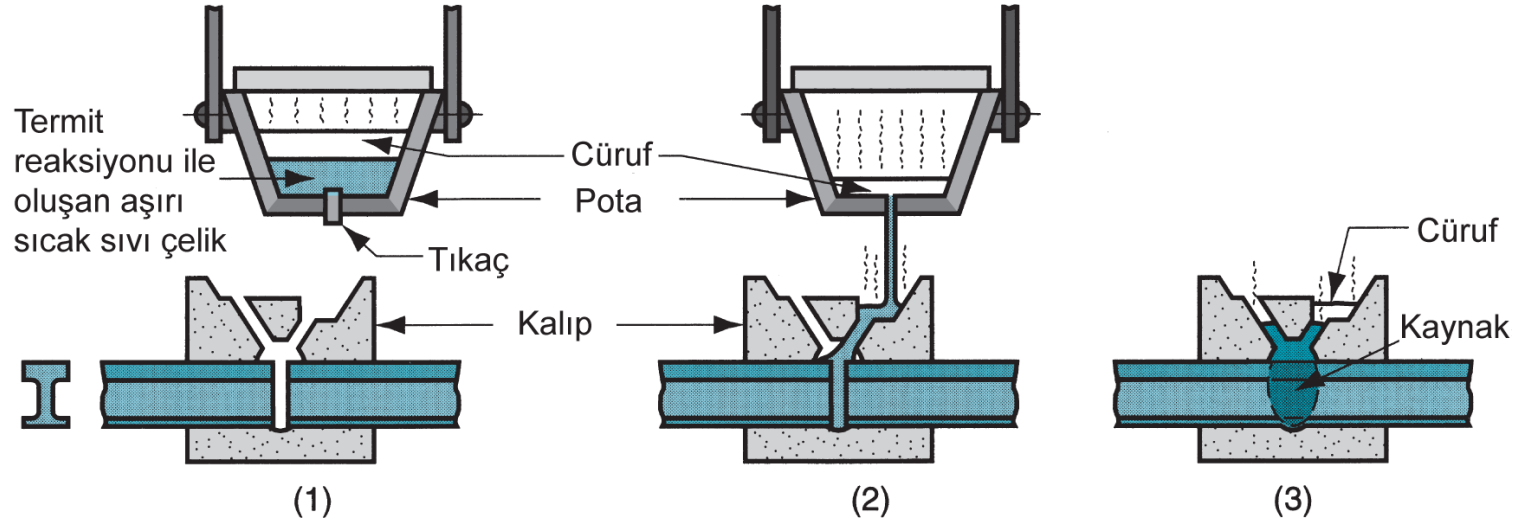
Lazer Kaynağı

Elektro-Cüruf Kaynağı

Termit Kaynağı



Elektrocüruf kaynağı (ECK): (a) önden görünüş, daha net görüntü için kalıp pabuçları çıkarılmıştır ve (b) kalıp pabuçlarını şematik olarak gösteren yandan görünüş. Kaynak düzeneği, esas metal parçaları ve dolgu metalini eritmek için direnç ile ısıtma hariç elektro-gaz kaynağına benzemektedir.



Termit kaynağı: (1) termit tutuşturulur, (2) potanın tıkaçı çıkartılarak sıvı metal kalıba boşaltılır ve (3) sıvı metal katılaşarak kaynaklı birleştirmeyi oluşturur

28.5 KATI HAL KAYNAĞI

28.5.2 KATI HAL KAYNAĞI YÖNTEMLERİ

Dövme Kaynağı

Soğuk Kaynak

Hadde Kaynağı

Sıcak Basınç Kaynağı

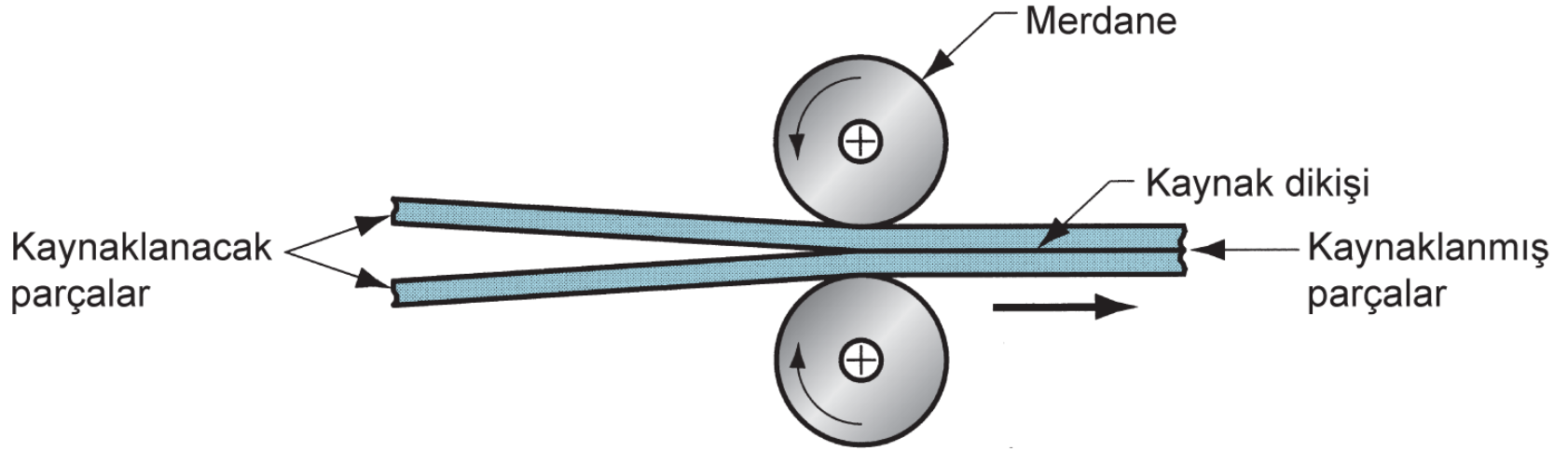
Difüzyon Kaynağı

Patlamalı Kaynak

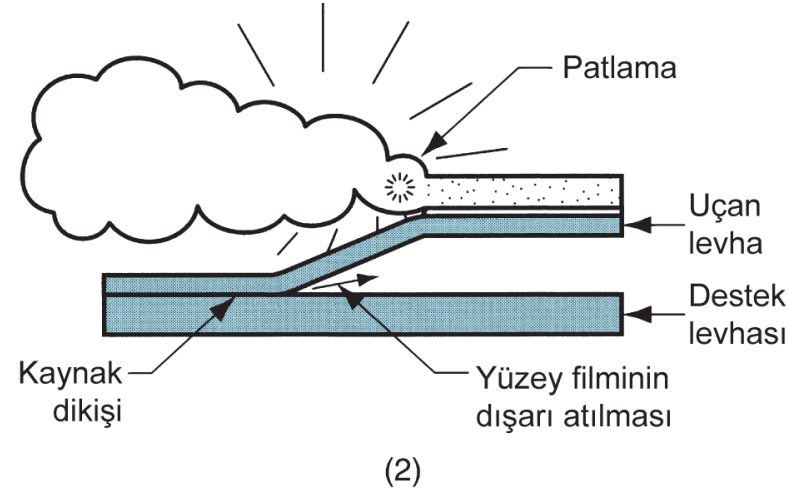
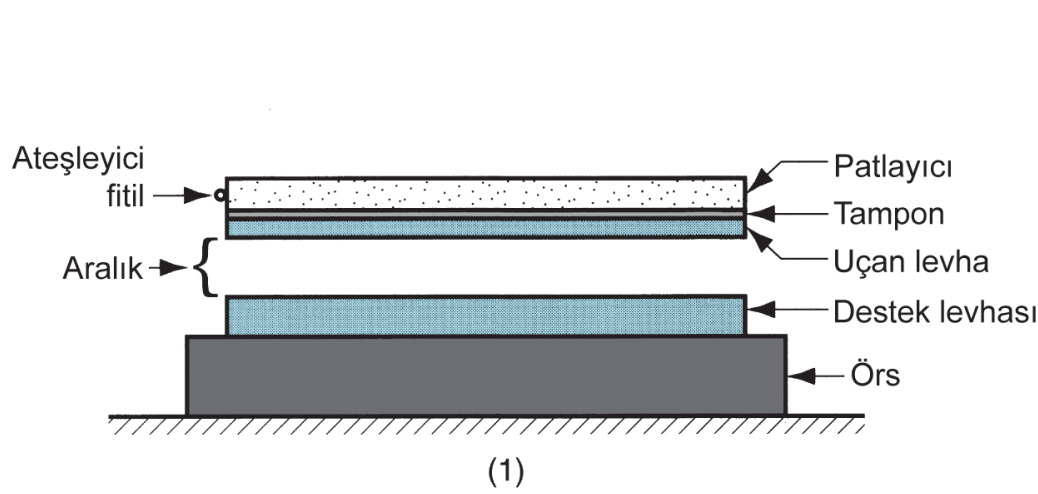
Sürtünme Kaynağı

Sürtünme Karıştırma Kaynağı

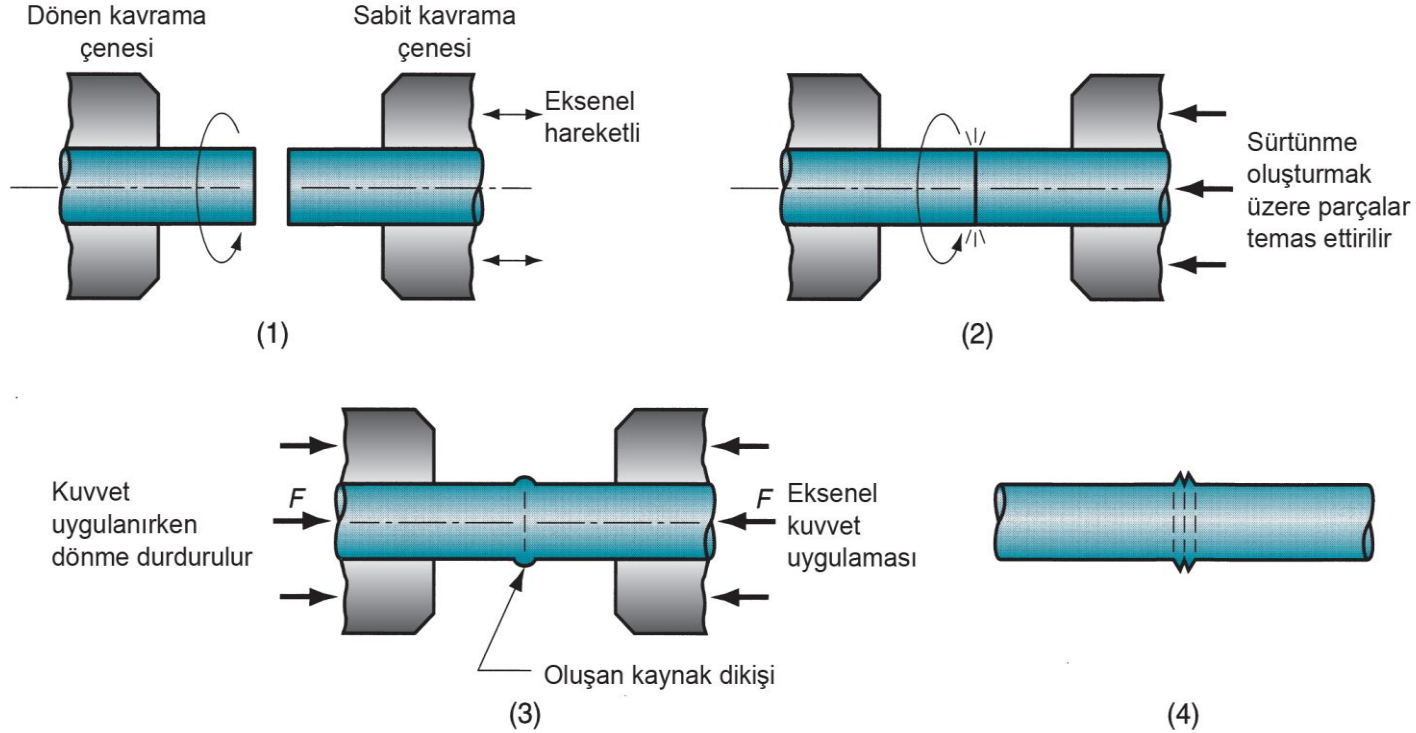
Ultrasonik Kaynağı



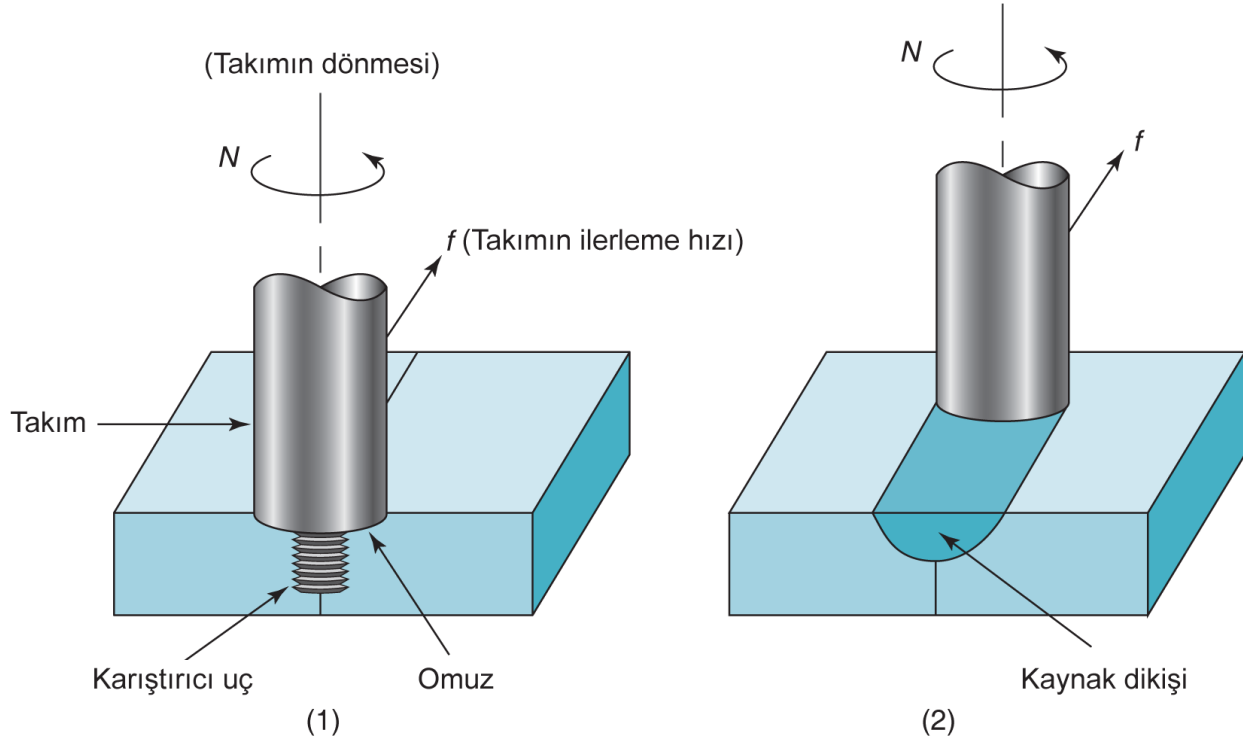
Hadde kaynağı (HK)



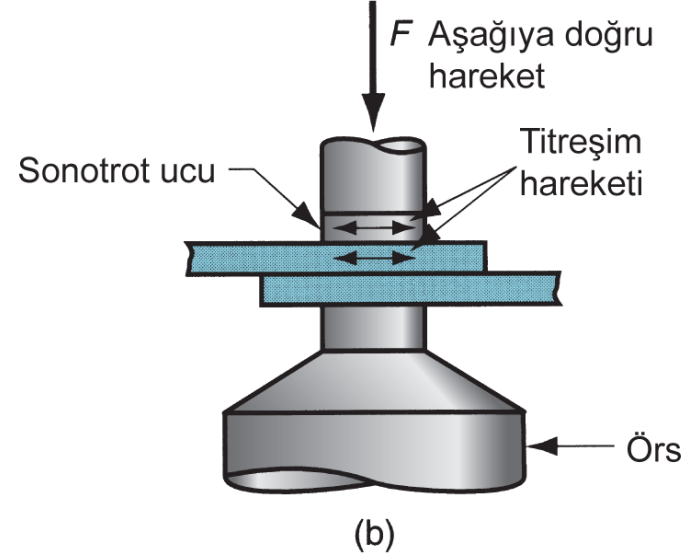
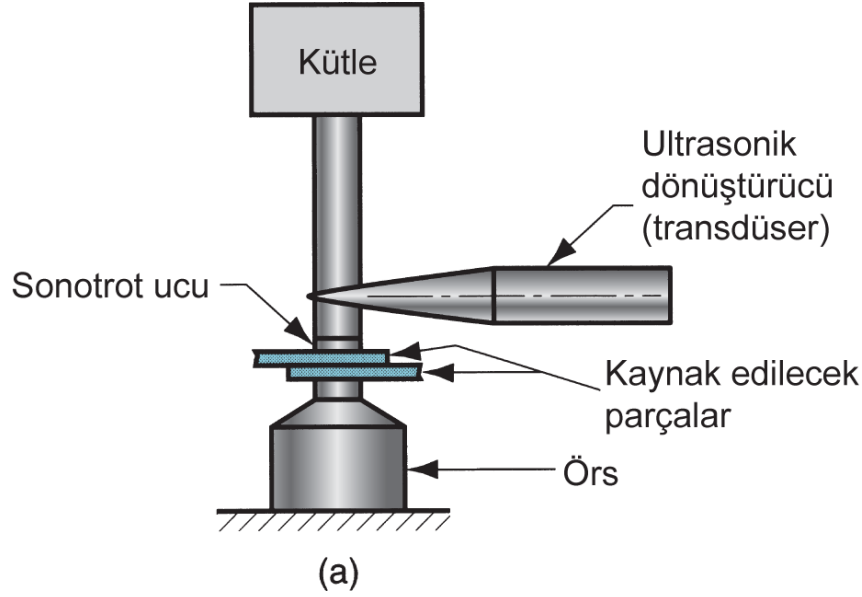
Patlamalı kaynak (PK): (1) levhaların paralel yerleştirilmesi ve
(2) patlayıcının patlatılması esnasındaki durum



Sürtünme kaynağı (SK): (1) parça döndürülür, henüz temas yok, (2) sürtünme ısıyı oluşturmak için parçalar birbirine temas ettirilir, (3) dönme durdurulur ve eksenel basınç uygulanır ve (4) kaynak oluşturulur.



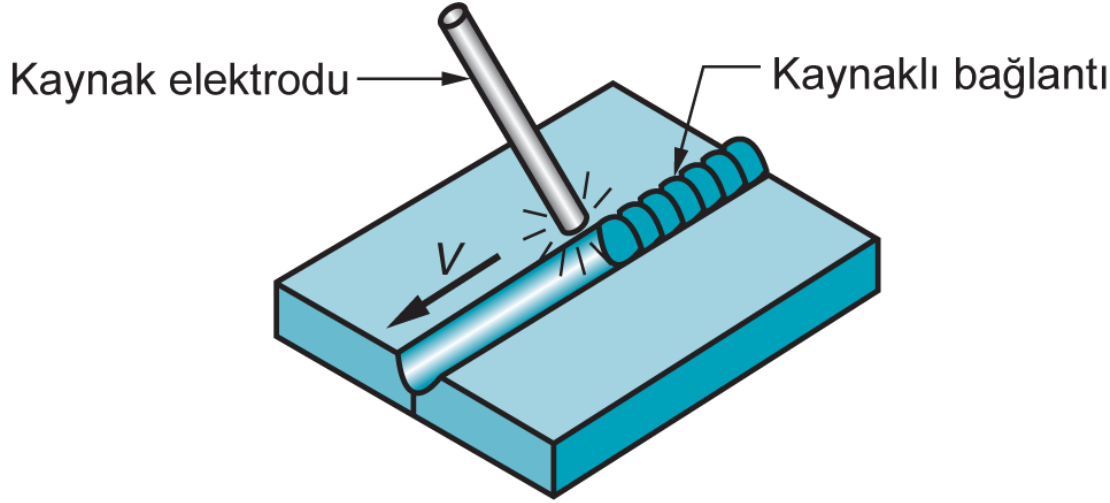
Sürtünme karıştırma kaynağı (SKK): (1) bağlantıya daldırmadan hemen önce dönen takım, (2) kısmen tamamlanmış kaynak dikişi, N = takım devir hızı ve f = takım ilerleme hızı



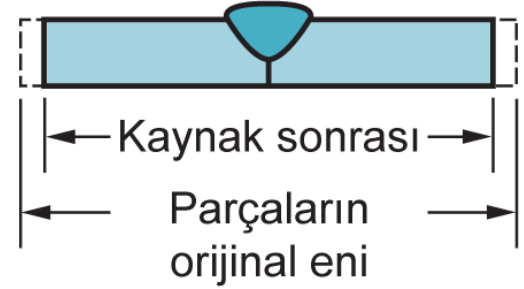
Ultrasonik kaynağı (UK): (1) genel bir bindirme kaynağı ekipmanı
ve (2) kaynak bölgesinin yakından görünüşü

28.6 KAYNAK KALİTESİ

Kalıntı (Artık) Gerilme ve Distorsiyon

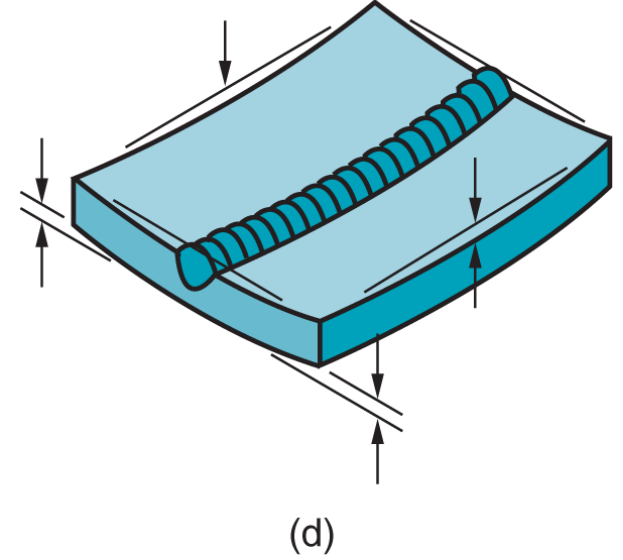
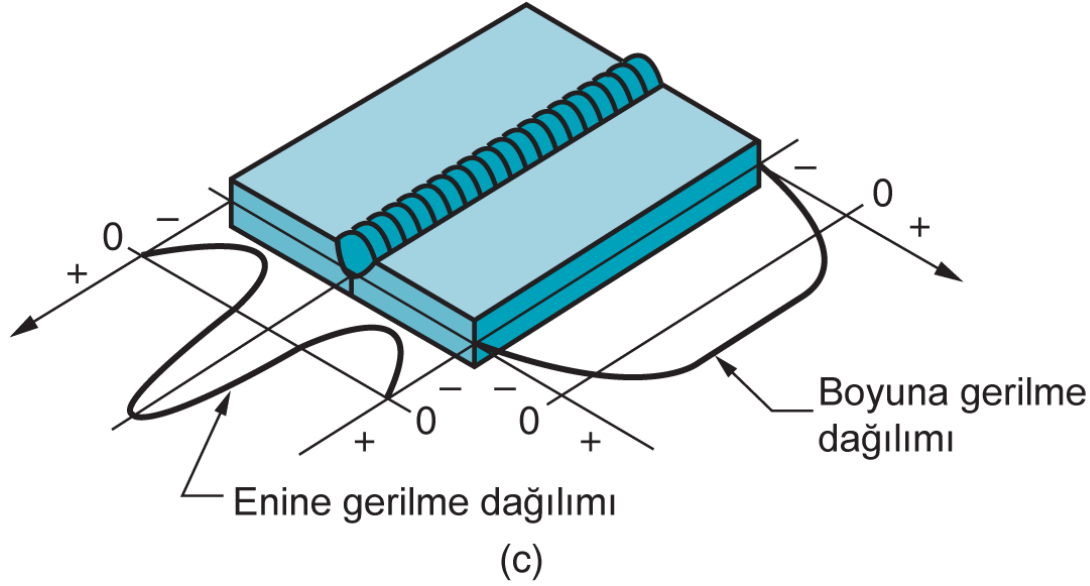


(a)



(b)

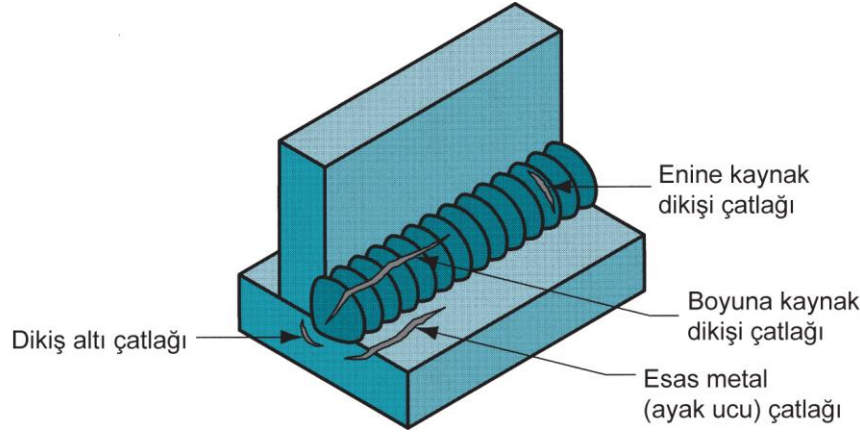
(a) İki levhanın alın kaynağı, (b) kaynak konstrüksiyonunun enindeki büzülme, (c) enine ve boyuna kalıntı gerilme dağılımları ve (d) kaynak konstrüksiyonda muhtemel çarpılma



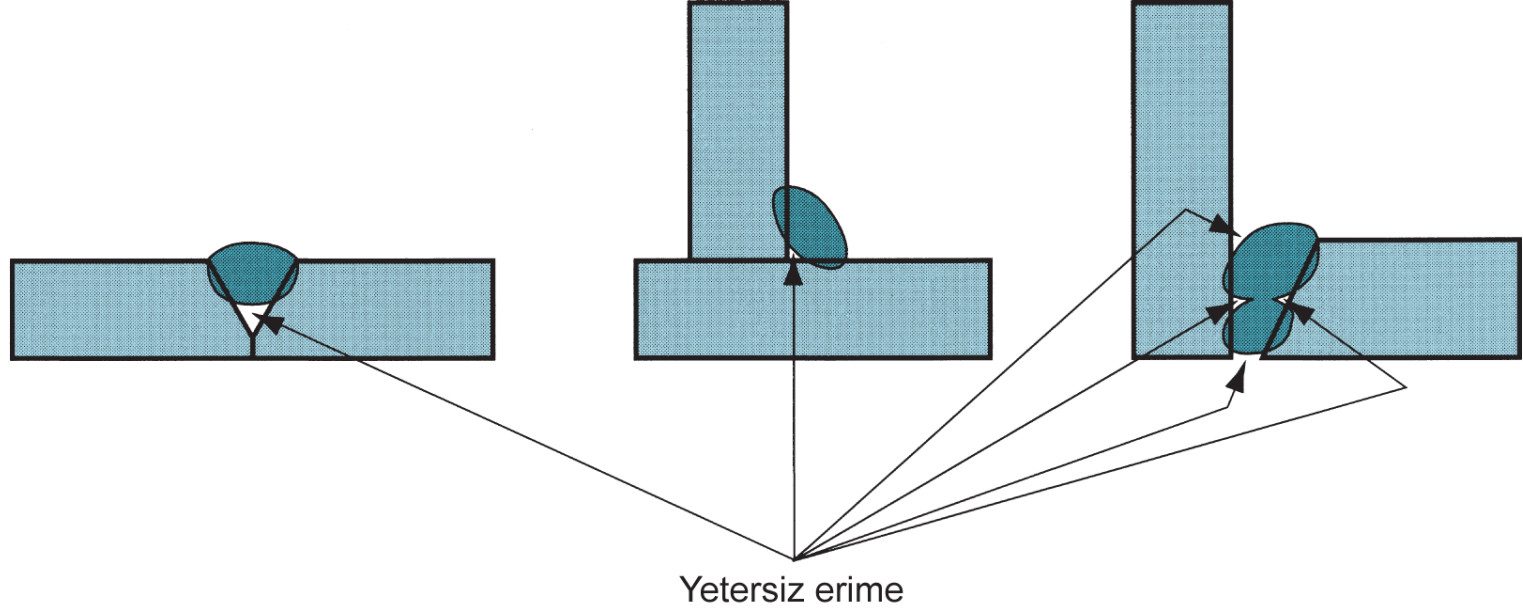
(a) İki levhanın alın kaynağı, (b) kaynak konstrüksiyonunun enindeki büzülme, (c) enine ve boyuna kalıntı gerilme dağılımları ve (d) kaynak konstrüksiyonda muhtemel çarpılma

KAYNAK HATALARI

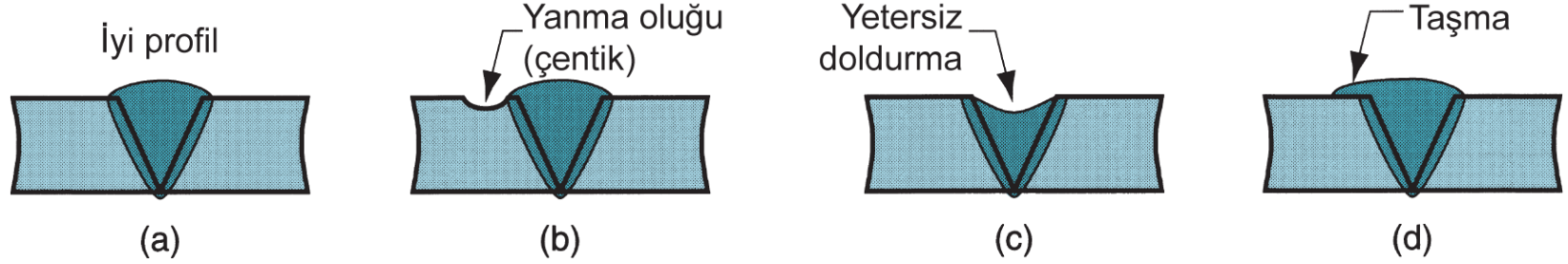
- a) Çatlaklar
- b) Gözenekler
- c) Katı kalıntılar
- d) Yetersiz Erime
- e) Kusurlu veya kabul edilemez profil



Muhtelif kaynak çatlağı formları



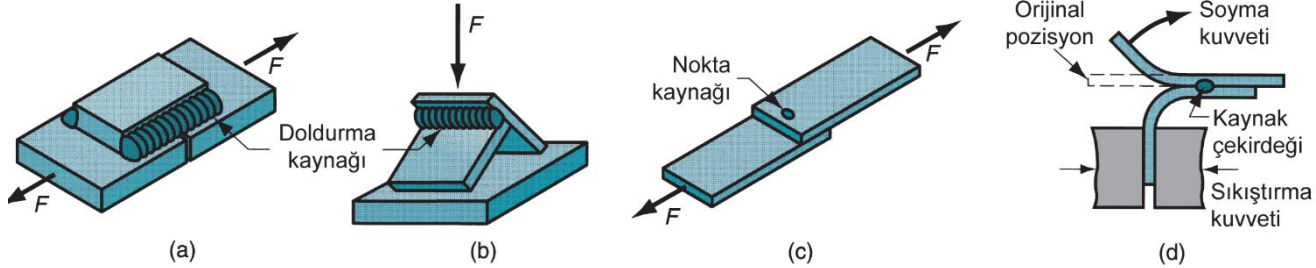
Yetersiz erimenin değişik formları



(a) Tek taraflı V oluklu alın kaynaklı bağlantıda arzu edilen kaynak profili. Aynı bağlantıda kaynak hataları: (b) yanma oluğu (çentik), esas metal parçanın bir kısmının erimesi, (c) yetersiz doldurma, kaynak dikişinde esas metal seviyesinin altında kalan çökmeler ve (d) dikiş taşması (soğuk birleşme), kaynak metalinin arada bir birleşme olmadan esas metal üzerine taşması.

KAYNAK KONTROL VE TEST METOTLARI

- Görsel Muayene
- Tahribatsız muayene
- Tahribatlı muayene



Kaynaklarda kullanılan mekanik testler: (a) çift kenar doldurma kaynağının çekme-makaslama testi, (b) doldurma kaynağı kırma testi, (c) nokta kaynağının çekme-makaslama deneyi ve (d) nokta kaynağının soyma (ayırma) testi.

KAYNAK KABİLİYETİ

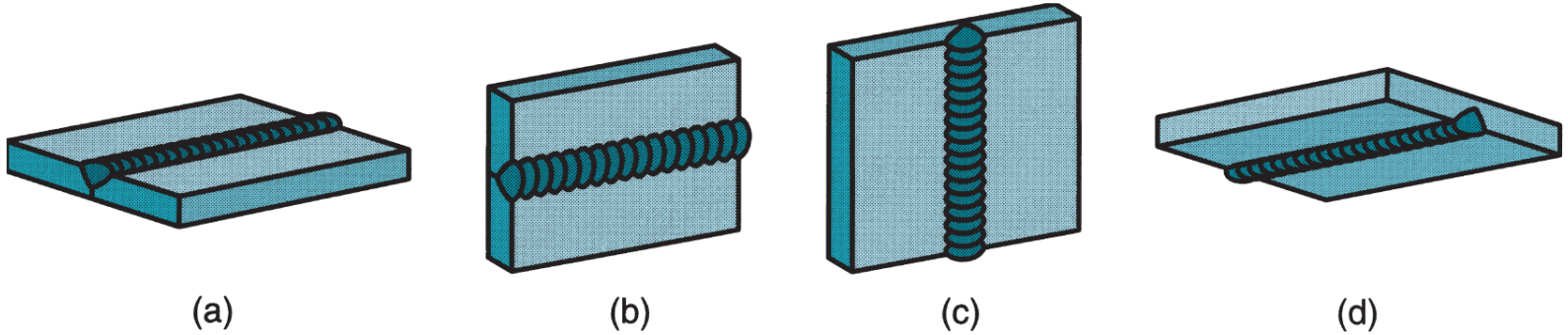
Kaynak kabiliyeti, benzer veya farklı metal parçaların kaynak edilerek uygun tasarlanmış bir yapıya dönüştürülme kapasitesini ve elde edilen kaynaklı bağlantının da kendinden beklenen fonksiyonu kullanım alanında başarılı bir şekilde yerine getirmesi için gerekli metalurjik özelliklere sahip olmasını ifade eder.

KAYNAKTA TASARIM KRİTERLERİ

Kaynak tasarımı: En temel tasarım kriteri, ürünün en baştan bir döküm, dövme veya diğer bir yöntem ile şekillendirilmiş bir parça olarak değil, bir kaynaklı konstrüksiyon olarak tasarlanması gerekliliğidir.

Parça sayısında sınırlama: Kaynaklı yapılar, mümkün olan en az sayıda parçadan oluşmalıdır.

KAYNAKTA TASARIM KRİTERLERİ



Kaynak pozisyonları (tek taraflı V oluklu alın kaynağı için): (a) düz, (b) yatay, (c) dikey ve (d) tavan kaynağı