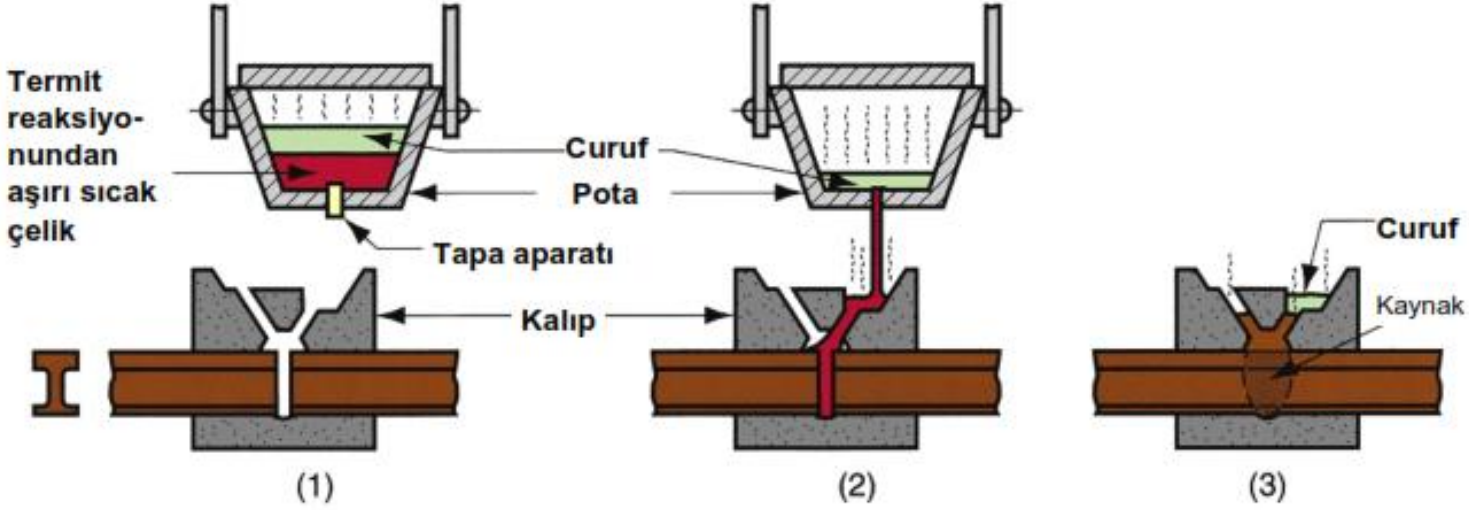
Kaynak Metalurjisi

13. hafta

Termit Kaynağı (Alüminotermik Kaynak)

Birleşme için gerekli ısının, termit'in kimyasal reaksiyonundan sağlanan aşırı ısımış erimiş metalle üretildiği eritme kaynak yöntemi

- *Termit* = Tutuşturulduğunda egzotermik bir reaksiyon oluşturan, Al ve ince Fe_3O_4 tozlarının karışımı
- Yangın bombalarında da kullanılmaktadır
- İlave metal, sıvı metalden elde edilir
- Yöntem birleştirme için kullanılır; ancak kaynağa göre döküm işleminde daha yaygındır



Termit kaynağı: (1) Termit'in tutuşturulması; 2) potanın dökülmesi, aşırı ısınmış metal kalıba akar; (3) metal, kaynaklı bağlantıyı oluşturmak üzere katılaşır

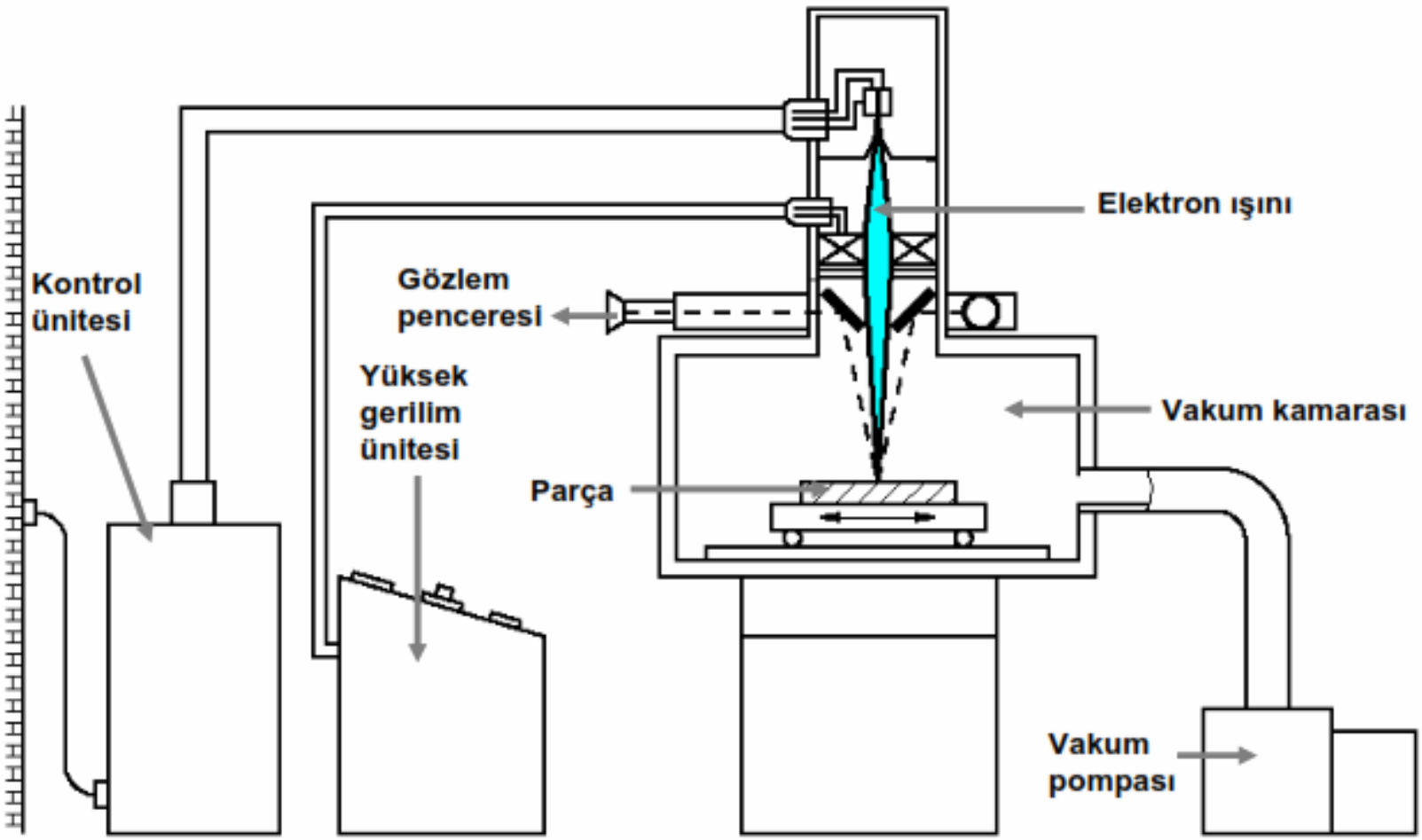
Termit Kaynağı'nın Uygulamaları

- Demiryolu raylarının birleştirilmesi
- Büyük çelik döküm ve dövme parçalardaki çatlakların tamiri
- Dikiş yüzeyi, sonradan işlemeyi gerektirmeyecek derecede pürüzsüzdür

Termit kaynağı uygulaması: Ray kaynağı

https://www.youtube.com/watch?v=bJjaIkXuGtg

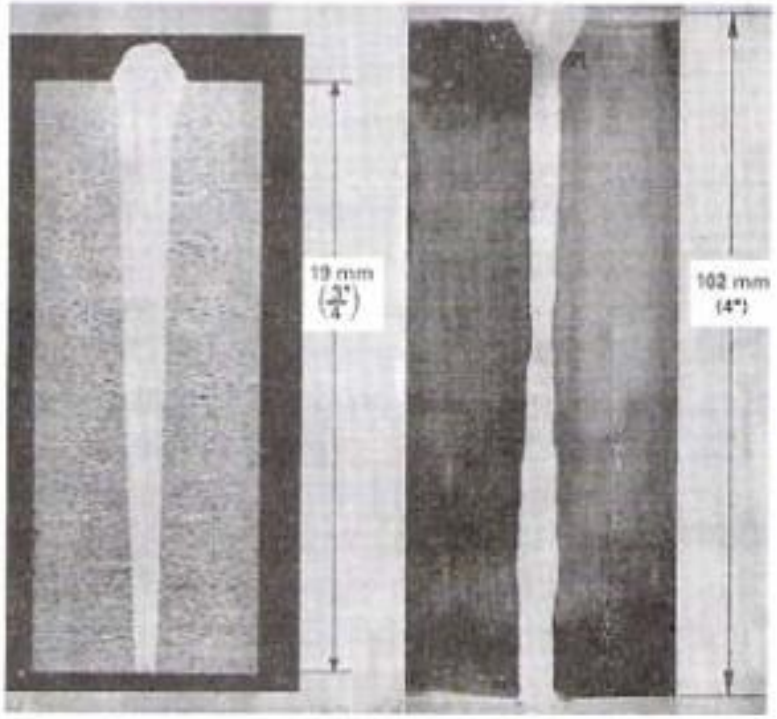
Elektron Işın Kaynak Donanımı



Elektron Işın Kaynağı Vakum Kamarası

İlk geliştirildiğinde, elektron ışınının hava moleküllerince saptırılmasını en aza indirmek için vakum ortamında oluşturulması gerekmekteydi

- Üretimde ciddi uygunsuzluklar
- Vakum işlemi 1 saat'e kadar sürebilir



Şekil 38-23. Elektron ışın kaynaklı iki parça; (Solda) 19 mm'lik Alüminyum; (Sağda) 102 mm'lik kalın paslanmaz çelik

Elektron Işın Kaynağında Üç Vakum Seviyesi

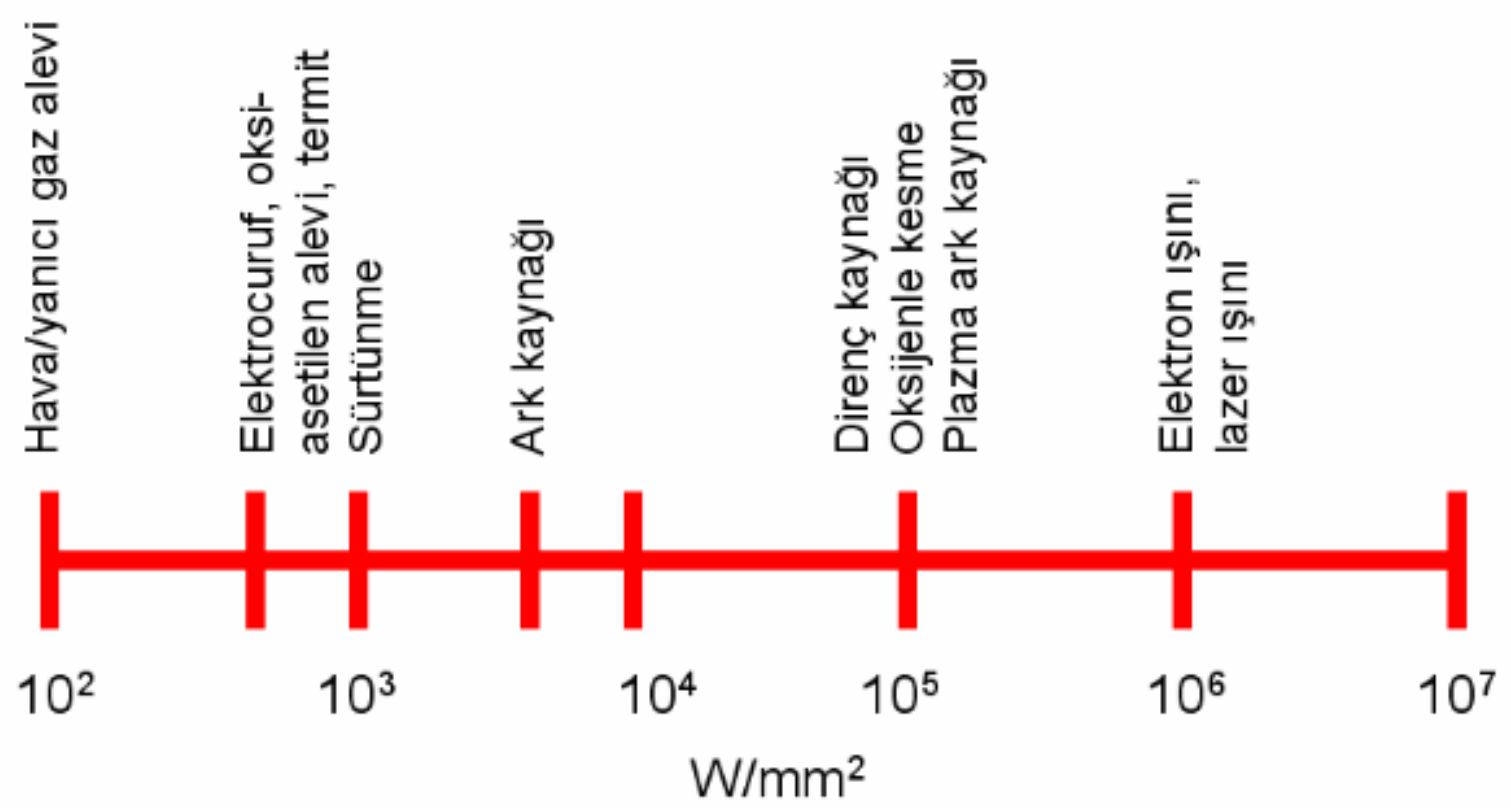
- *Yüksek-vakum* kaynağı – kaynak, ışının üretildiği aynı vakum kamarasında yapılır
  - En yüksek kalitede kaynak, en yüksek derinlik/genişlik oranı
- *Orta-vakum* kaynağı – kaynak, kısmi vakumlu ayrı bir kamarada yapılır
  - Vakum işlem süresi kısaltılmıştır
- *Vakumsuz* kaynak – Parça elektron ışın jeneratörüne yakın konumlandırılarak, kaynak işlemi atmosferik basınçta veya yakın değerde yapılır
  - Parçayı ışın jeneratöründen ayırmak için Vakum Bölücüsü gerekir

Elektron Işın Kaynağının Üstünlükleri ve Eksiklikleri

- Üstünlükleri:
  - Yüksek kalitede dikişler, derin ve/veya dar profiller
  - Sınırlı ITAB, düşük ısıl distorsiyon
  - Yüksek kaynak hızları
  - Dekapan veya koruyucu gaz gerekmez
- Eksiklikleri:
  - Yüksek ekipman maliyeti
  - Hassas ağız hazırlığı ve hizalama gerekir
  - Vakum kamarası gerekir
  - Güvenlik konusu: EBW x-ışınları üretir

https://www.youtube.com/watch?v=grzbTs69wuw

Değişik Kaynak Yöntemlerinde Güç Yoğunluklarının Karşılaştırılması



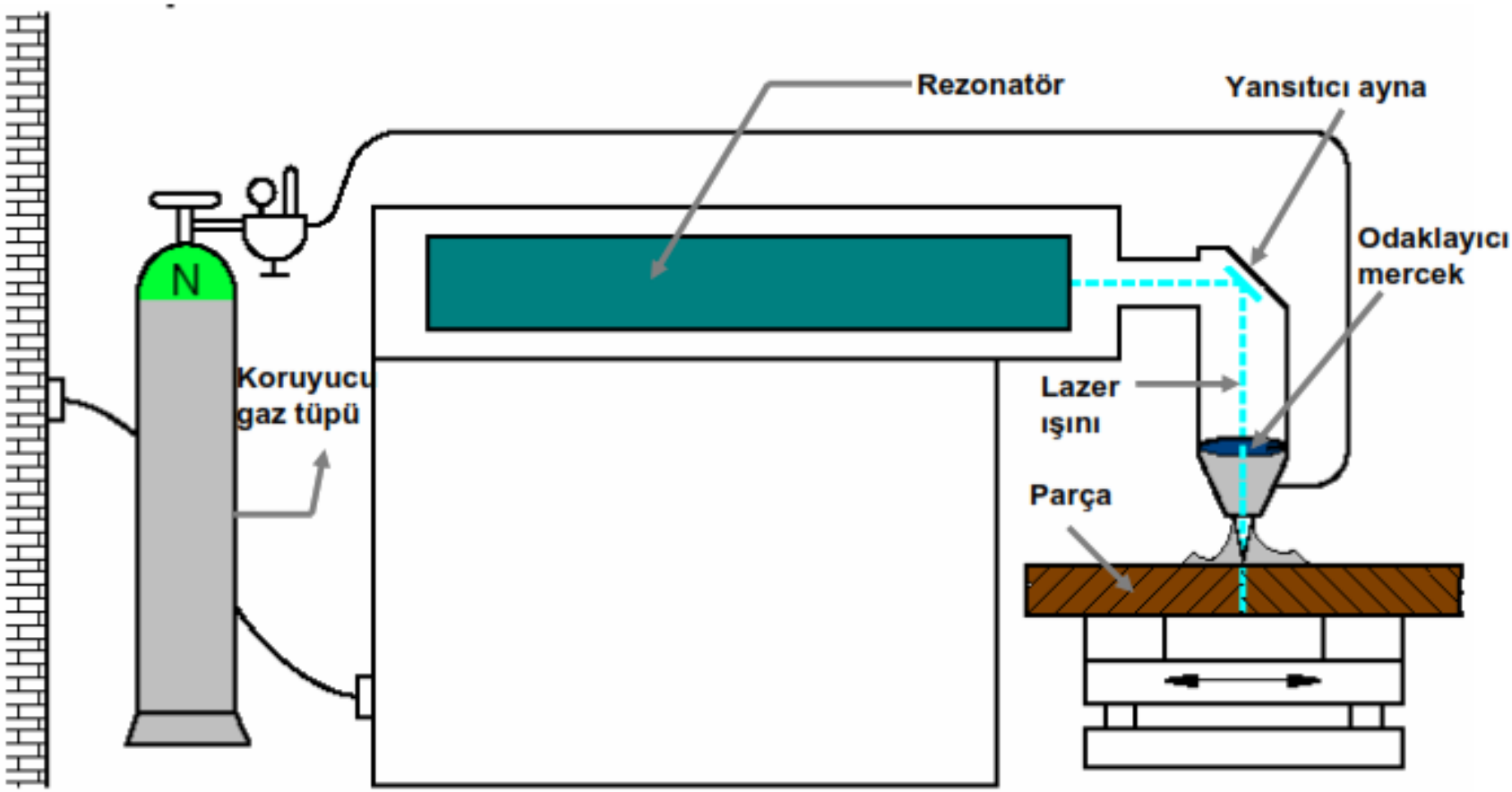
Şekil 38-24. Değişik kaynak yöntemlerinde izafi güç yoğunluklarının karşılaştırılması; Elektron ve lazer ışın kaynaklarındaki yüksek güç yoğunluğu, yüksek kaynak hızlarında, dar ITAB'a sahip derin ve dar kaynak dikişleri oluşturabilir.

Lazer Işın Kaynağı

Birleştirmenin, bağlantı üzerine odaklanmış, yüksek yoğunlukta ve koheran ışık ışını ile sağlandığı eritme kaynak yöntemi

- Laser = "**L**ight **a**mplification by **s**timulated **e**mission of **r**adiation"
- Lazer ışın kaynağı normal olarak, oksitlenmeyi önlemek için koruyucu gaz altında yapılır
- Genellikle ilave metal kullanılmaz
- Küçük alanda yüksek güç yoğunluğu sayesinde genellikle küçük parçalara uygulanır

Lazer Işını Kaynak Donanımı



https://www.youtube.com/watch?v=Gsj44ObhL24

Karşılaştırma:
Lazer ve Elektron Işın Kaynakları

- Lazer ışın kaynağı için vakum kamarası gerekmez
- Lazer ışın kaynağında x-ışınları yayınmaz
- Lazer ışınları, optik mercek ve aynalarla odaklanabilir ve yönlendirilebilir
- Lazer ışın kaynağı, Elektron ışın kaynağının derin kaynaklarını ve yüksek derinlik/genişlik oranlarını oluşturamaz
  - Maksimum Lazer ışın kaynağı derinliği = ~ 19 mm, oysa Elektron ışın kaynağı derinliği = 50 mm

Lazer Işınıyla Kesme

- Farklı malzemelerde küçük deliklerin, dar aralıkların ve yakın yerleştirilmiş modellerin kesilmesi endüstriyel lazer ışınlarının diğer bir uygulamasıdır
- Lazer ışınıyla kesme, malzemede bir delik oluşturulmasıyla başlar ve ışın, programlanmış bir yol üzerinde ilerler
- Lazerin yoğun ısısı, malzemeyi kesmek üzere eritir/buharlaştırır

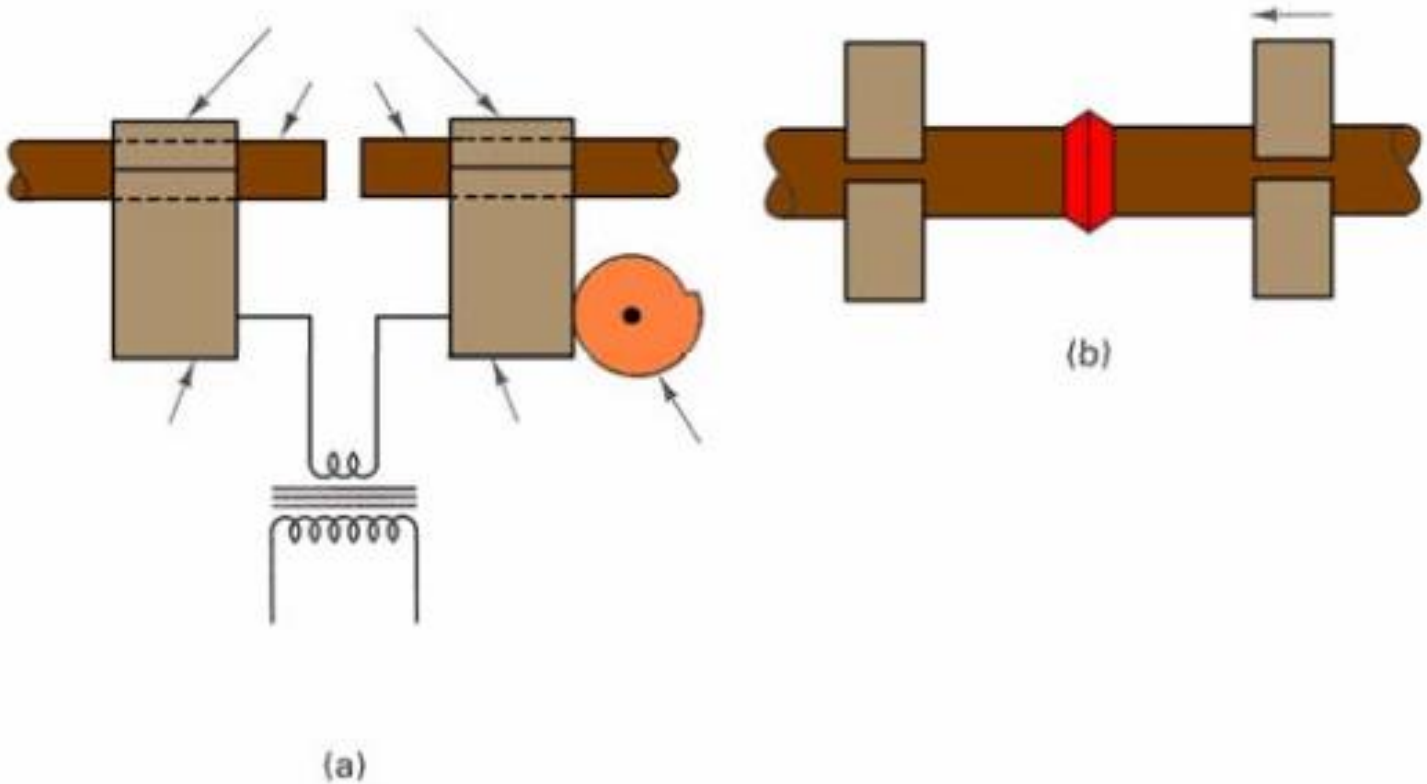
Lazer ışınıyla kesme

https://www.youtube.com/watch?v=oZWGpjEJ8NY

Yakma Alın Kaynağı

- İki parça, önce akım taşıyan çenelere sıkıştırılır ve hafifçe temas ettirilir
- Birleşim bölgesinden akan bir elektrik akımı, parçalara ön tavlama uygular; ardından parçalar hafifçe çekilir. Parçalar arasında yoğun bir ark oluşturulur.
- Ark ısısı malzeme yüzeylerini eritirken parçalar sıkıca bastırılır ve yüksek akım uygulanır. Ark söner. Ark ısısının erittiği yüzeyler, geçen akıma karşı gösterdikleri direnç nedeniyle daha çok eriyerek basınç altında birleşirler

https://www.youtube.com/watch?v=uYmaVPgFY_4

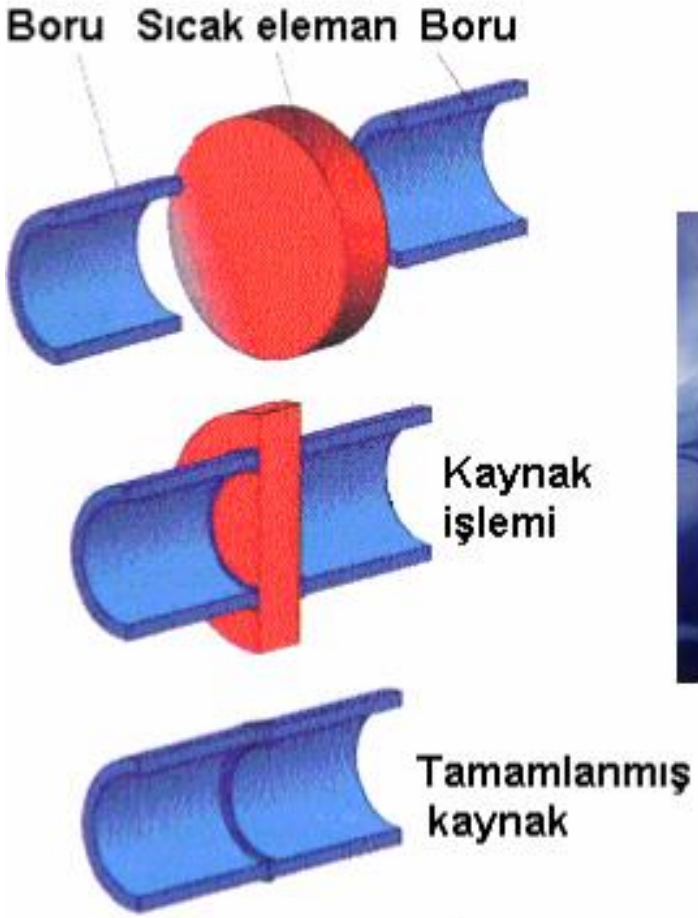


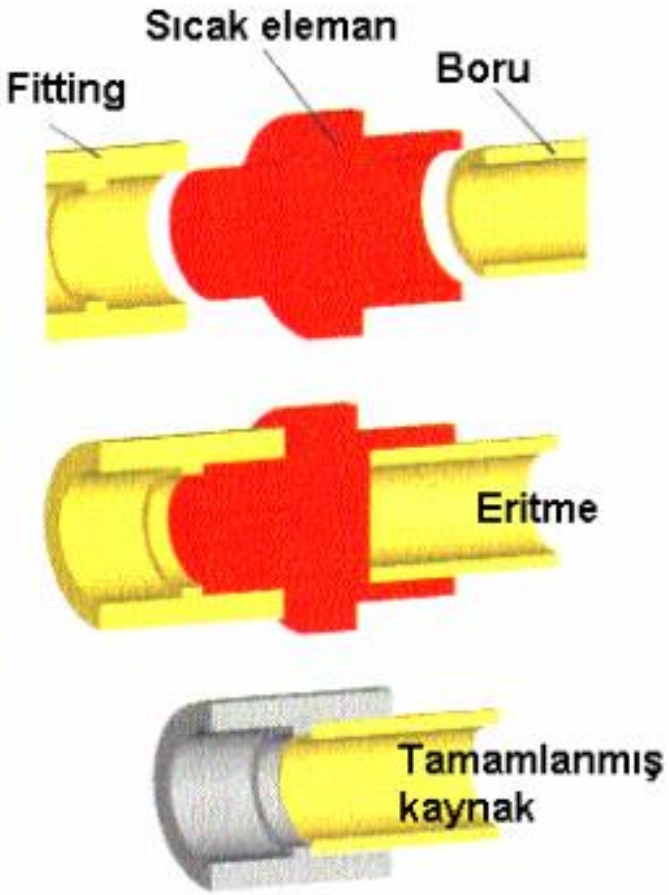
Şekil 38-28. Yakma alın kaynağının şematik görünüşü; (a) ekipman ve kaynak düzeneği; (b) tamamlanmış kaynak

Plastiklerin Kaynağı

- Isı etkisiyle yumuşadıklarından, sadece termoplastikler kaynak yapılabilir
- Termoplastiklere uygulanan kaynak yöntemleri:
  - Ultrasonik kaynak
  - Vibrasyon kaynağı
  - Sürtünme kaynağı
  - Sıcak eleman kaynağı
  - Sıcak gaz kaynağı
  - Ekstrüzyon kaynağı
  - Elektrofüzyon (implant) kaynağı

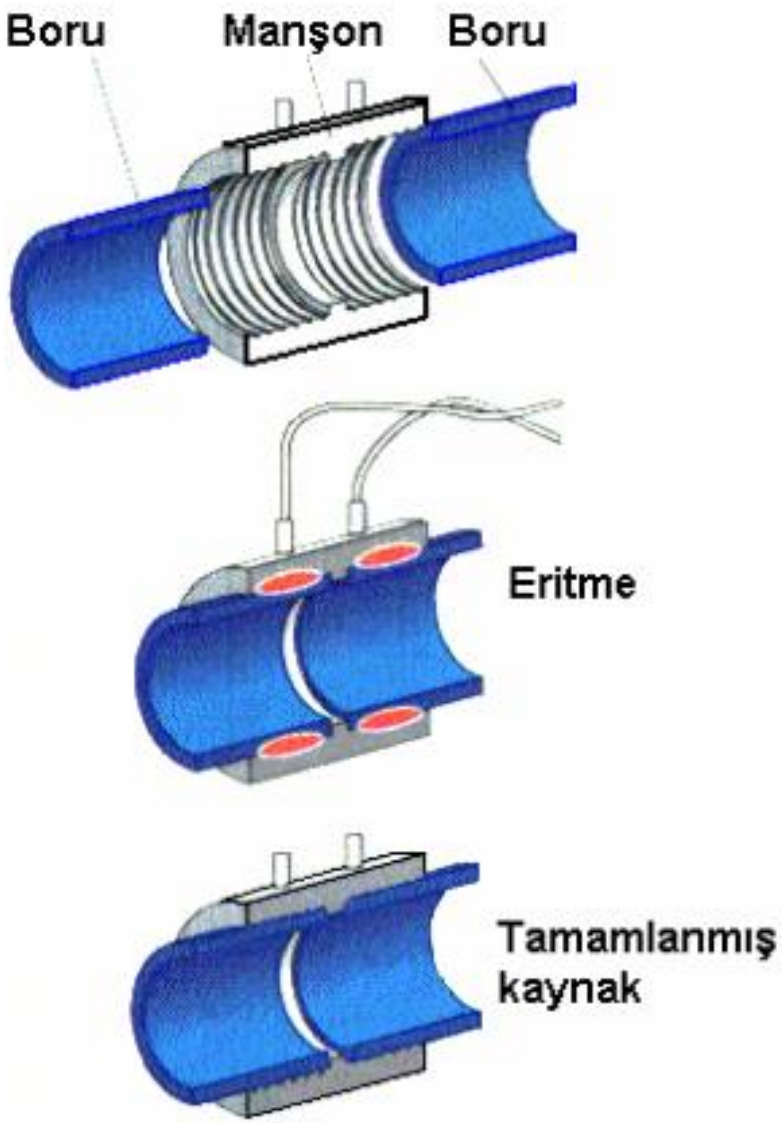
Plastiklere Uygulanan Kaynak Yöntemleri

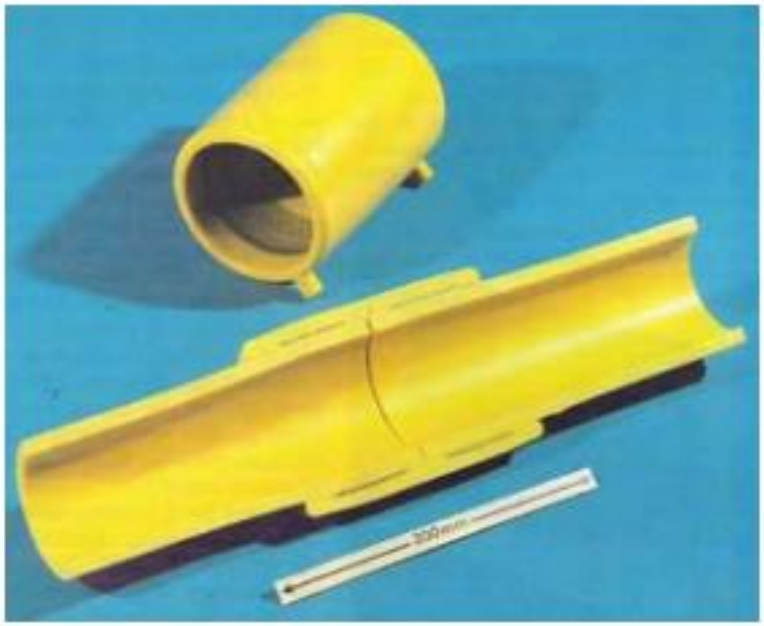




Sıcak eleman kaynağı

Polietilen Boruların Elektrofüzyon Kaynağı

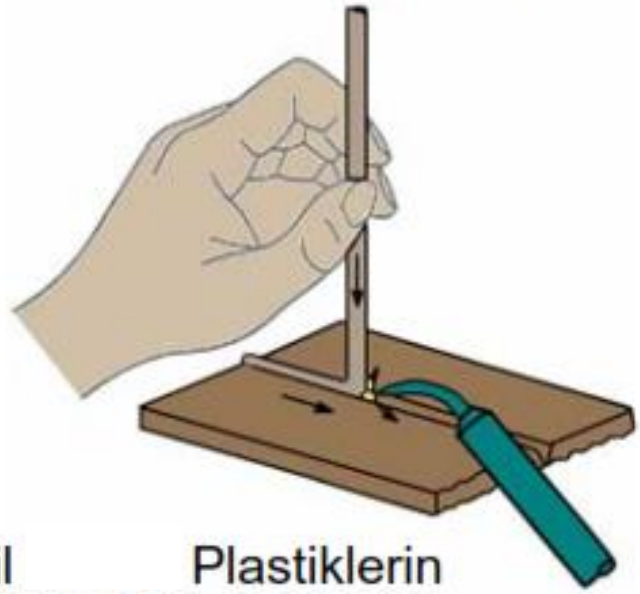




https://www.youtube.com/watch?v=qV5JkwJu06s

Termoplastiklerin Sıcak Gaz Kaynağı

- Sıcak gaz kaynağı, metallerin oksi-asetilen kaynağına benzer
- V-ağzı açılmış uygulaması, en yaygın olanıdır
- Bir gaz (sıkıştırılmış hava, azot, hidrojen, oksijen veya CO_2) bir elektrik sarım içinde ısıtılır ve bir kaynak tabancasından beslenir
- İnce bir plastik çubuk, parçayla birlikte ısıtılır ve kaynak ağzına bastırılır



Şekil Plastiklerin sıcak gaz kaynağı

https://www.youtube.com/watch?v=HvV9a3lEe2g

Kaynakla İlgili İşlemler – Sert Dolgu

- Sert dolgu, bir parçanın yüzeyine, farklı özellikte bir malzemeyi bir kaynak tabakası şeklinde uygulamaktır
- Parçanın tamamını pahalı malzemeden oluşturmak yerine, yüzeyini aşınmaya, korozyona veya kiyasal etkilere karşı daha dayanıklı bir malzemeyle kaplamak daha ekonomik bir çözümdür
- Sert dolgu malzemeleri
  - Karbon ve alaşımlı çelikler; - Bakır esaslı alaşımlar
  - Yüksek alaşımlı çelikler; - Paslanmaz çelikler
  - Kobalt esaslı alaşımlar; - Seramik ve refrakter karbürler
  - Monel, Hastelloy gibi Nikel esaslı alaşımlar;

Çimento Sanayiinden Sert Dolgu Uygulamaları

Vidalı mil

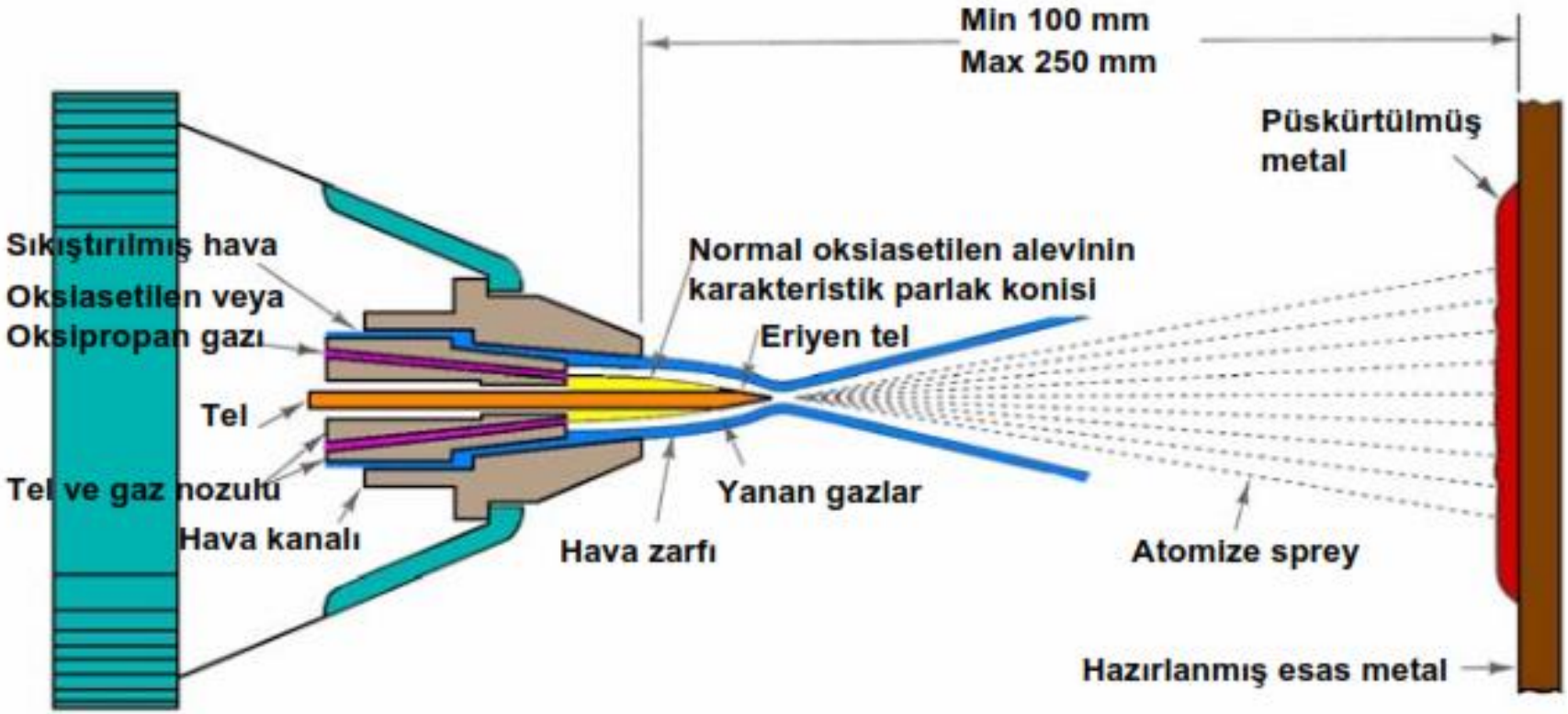
Fan bıçakları

Konveyör zinciri

Kaynakla İlgili İşlemler – Termik Püskürtme

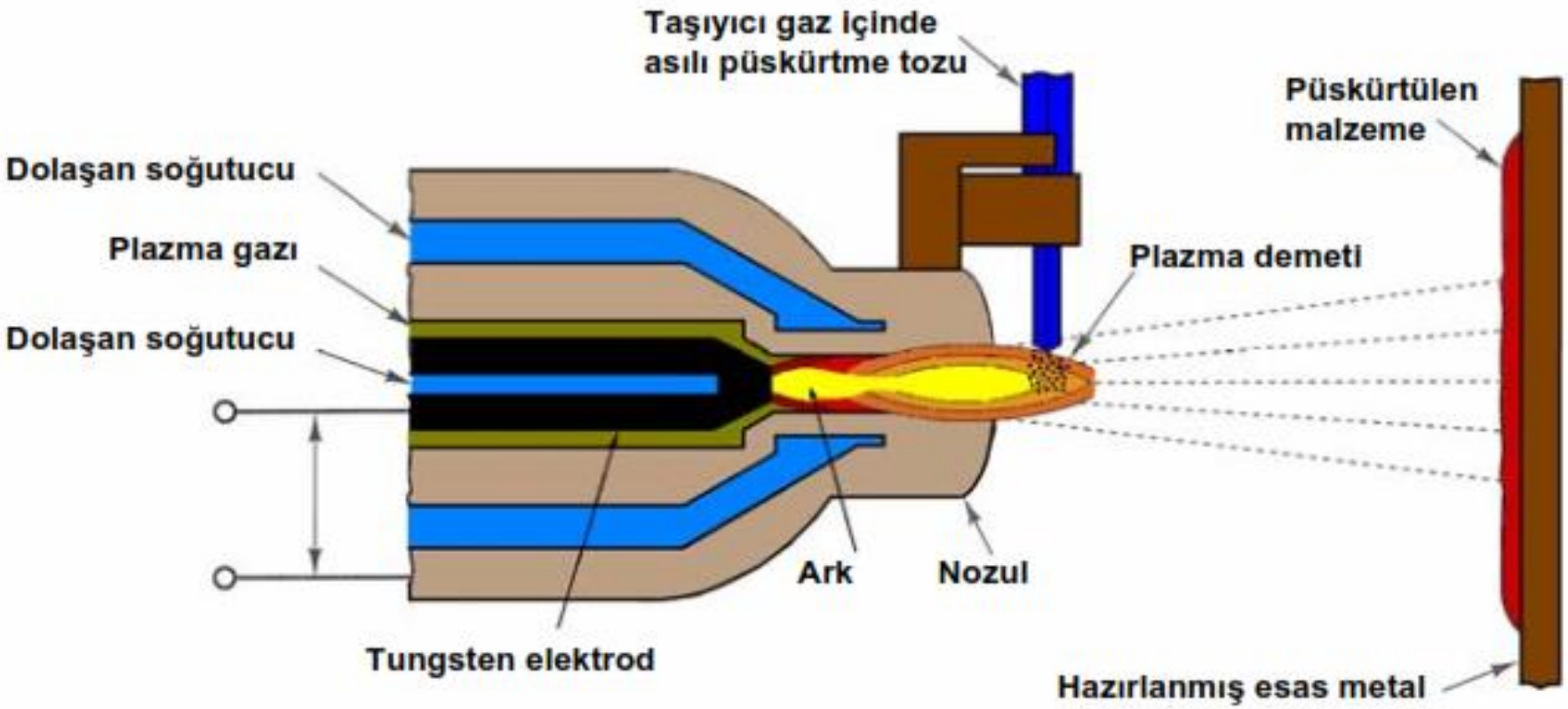
- Esas metal yüzeyini metal, alaşım, seramik, sermet, karbür ve hatta plastik kaplamak için toz veya tel halindeki malzemeyi alev, ark veya plazma demeti içinde önceden hazırlanmış parça yüzeyine püskürterek bir tabaka oluşturma işlemidir
- Sert dolgudan farklı olarak termik püskürtmede esas metal yüzeyi erimez. Birleşme, mekanik kilitlenme ile oluşur. Bu nedenle yüzeyin temiz ve pürüzlü olması gerekir
- Pürüzlendirme işlemi en çok aşındırıcı çelik kumu püskürterek yapılır
- 2,5 – 7,7 μm'lik bir yüzey pürüzlülüğü yeterlidir

Alevle Metal Püskürtme



Şekil . Oksiasetilen metal püskürtme tabancasının şematik diyagramı

Plazma Arkıyla Metal Püskürtme



Şekil Plazma ark püskürtme tabancasının şematik diyagramı

Sert ve Yumuşak Lehimleme

- Her ikisi de metal parçaları kalıcı olarak birleştirmek için ilave metaller kullanır, ancak esas metaller erimez
- Eritme kaynağı yerine sert veya yumuşak lehimleme kullanılması için:
  - Metallerin kaynak kabiliyeti kötüdür
  - Farklı metaller birleştirilmektedir
  - Yoğun kaynak ısısı, birleştirilen parçalara zarar verebilecektir
  - Bağlantının geometrisi kaynağa izin vermemektedir
  - Yüksek dayanım gerekli değildir
- İlave metalin erime sıcaklığı $\leq 450°C$: Yumuşak lehimleme
- İlave metalin erime sıcaklığı $> 450°C$: Sert lehimleme

https://www.youtube.com/watch?v=07ODV2Bdqow

Kaynağa Kıyasla Sert Lehimlemenin Üstünlükleri

- Farklı metaller dahil, herhangi bir metal birleştirilebilir
- Yüksek imalat hızlarına izin veren, çabuk ve aynı özelliklere sahip şekilde gerçekleştirilebilir
- Çoklu bağlantılar aynı anda sert lehimlenebilir
- Genel olarak eritme kaynağına göre daha düşük ısı ve güç gerekir
- Bağlantıya bitişik esas metaldeki ITAB'daki problemler daha azdır
- Kapiler etki erimiş metali bağlantının içine çektiğinden, çoğu kaynak yöntemiyle ulaşılamayan bağlantı bölgeleri sert lehimlenebilir.

Sert Lehimleme

Bir ilave metalin eritildiği ve birleştirilecek parçaların temas eden yüzeyleri arasında kapiler etkiyle dağıldığı birleştirme yöntemi

Esas metaller erimez

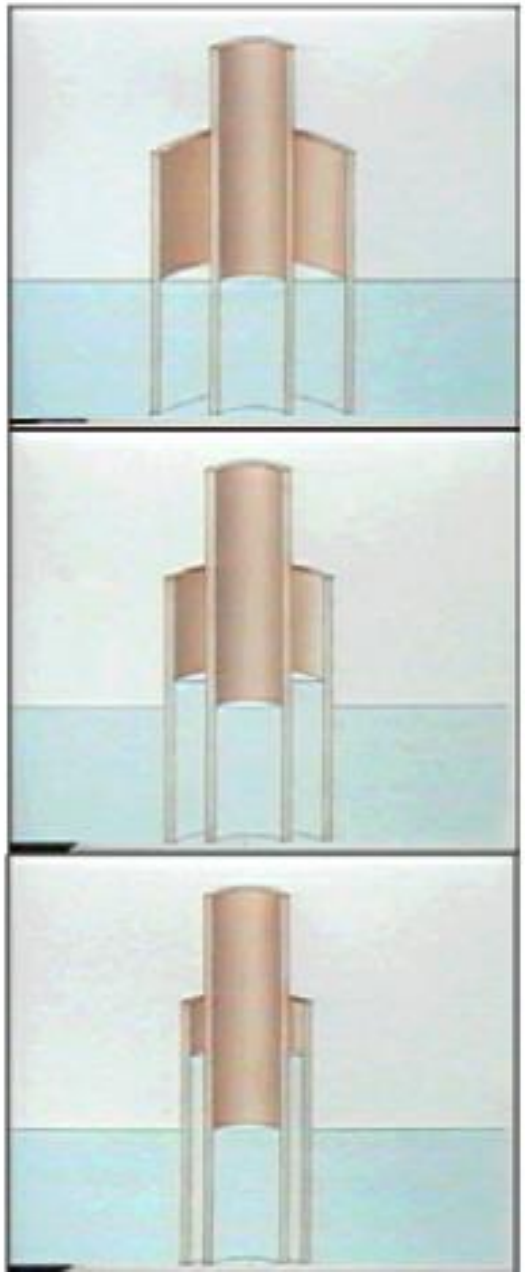
- Sadece dolgu metalleri erir

- Dolgu metalinin T_m 'si 450°C'den yüksek ancak birleştirilecek esas metal(ler)in T_m 'sinden düşüktür

Parçalar Arasındaki Açıklık

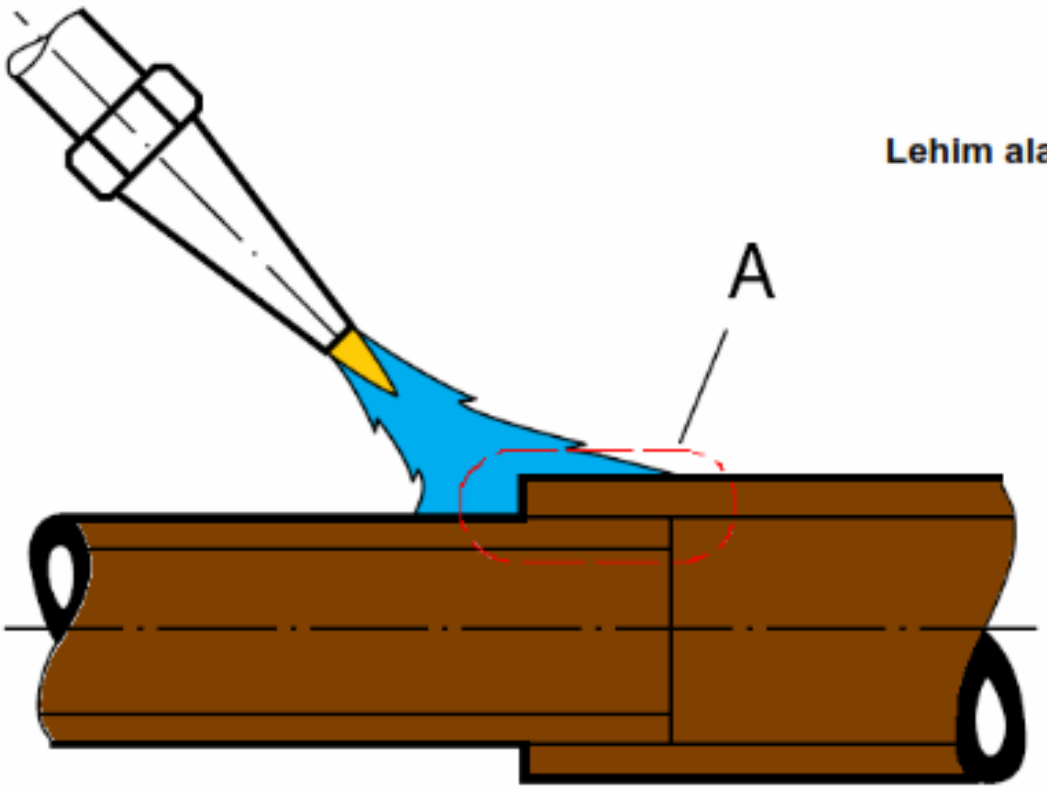
- Esas parçaların birleşecek yüzeyleri arasındaki açıklığın, erimiş dolgu metalinin akmasını engellemeyecek derecede geniş, ancak kapiler etkinin zayıflamasına neden olmayacak derecede de dar olması gerekir
- Dayanımın en yüksek değere ulaştığı bir açıklık değeri vardır. Bu açıklık, esas metale, ilave metale, bağlantı şekline ve işlem koşullarına bağlıdır
- Tipik sert lehimleme açıklıkları 0,001 – 0,010 mm arasındadır

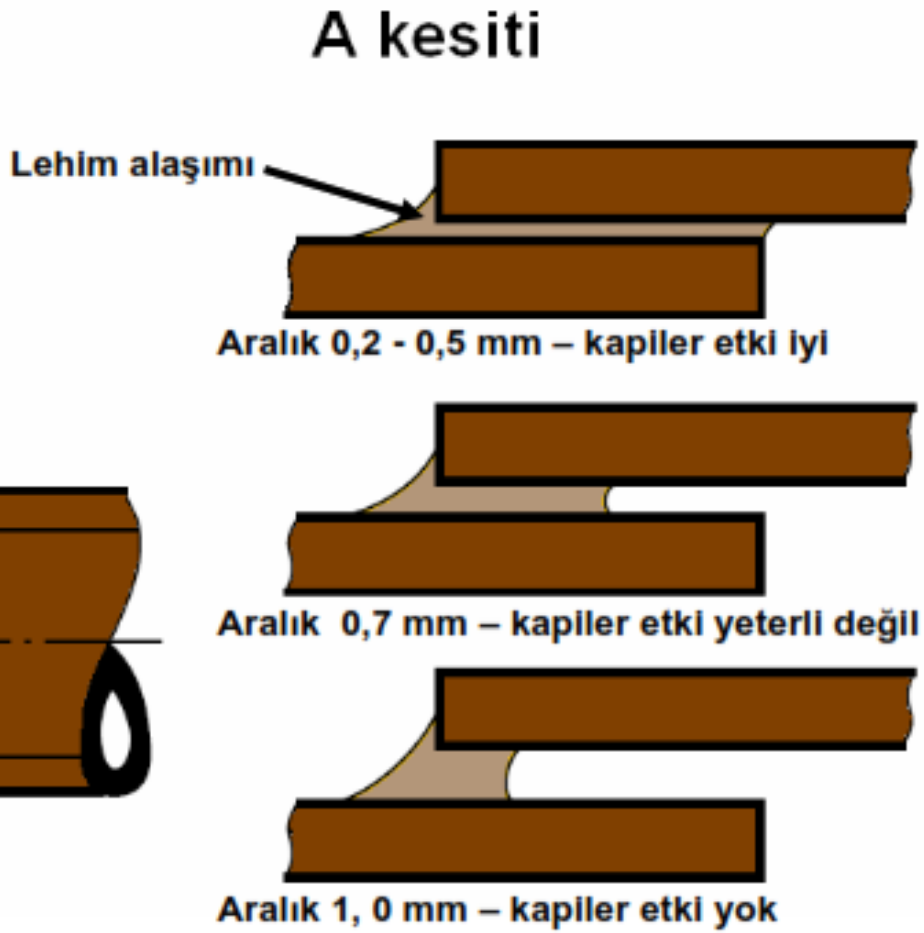
Kapiler Etki



- Su dolu bir kaba yerleştirilmiş iç içe iki bakır borudaki suyun seviyesi, boru çapları yeterince büyükse bileşik kaplar prensibine uyar
- Dıştaki boru çapı küçüldükçe kapiler etki ortaya çıkar ve iki boru arasındaki suyun seviyesi kaptaki seviyenin üzerine çıkar
- Yeterince küçük bir aralıkta kapiler etki en üst seviyesine çıkarak iki boru arasındaki boşluğu doldurur

Aralığın Kapilarite'ye Etkisi



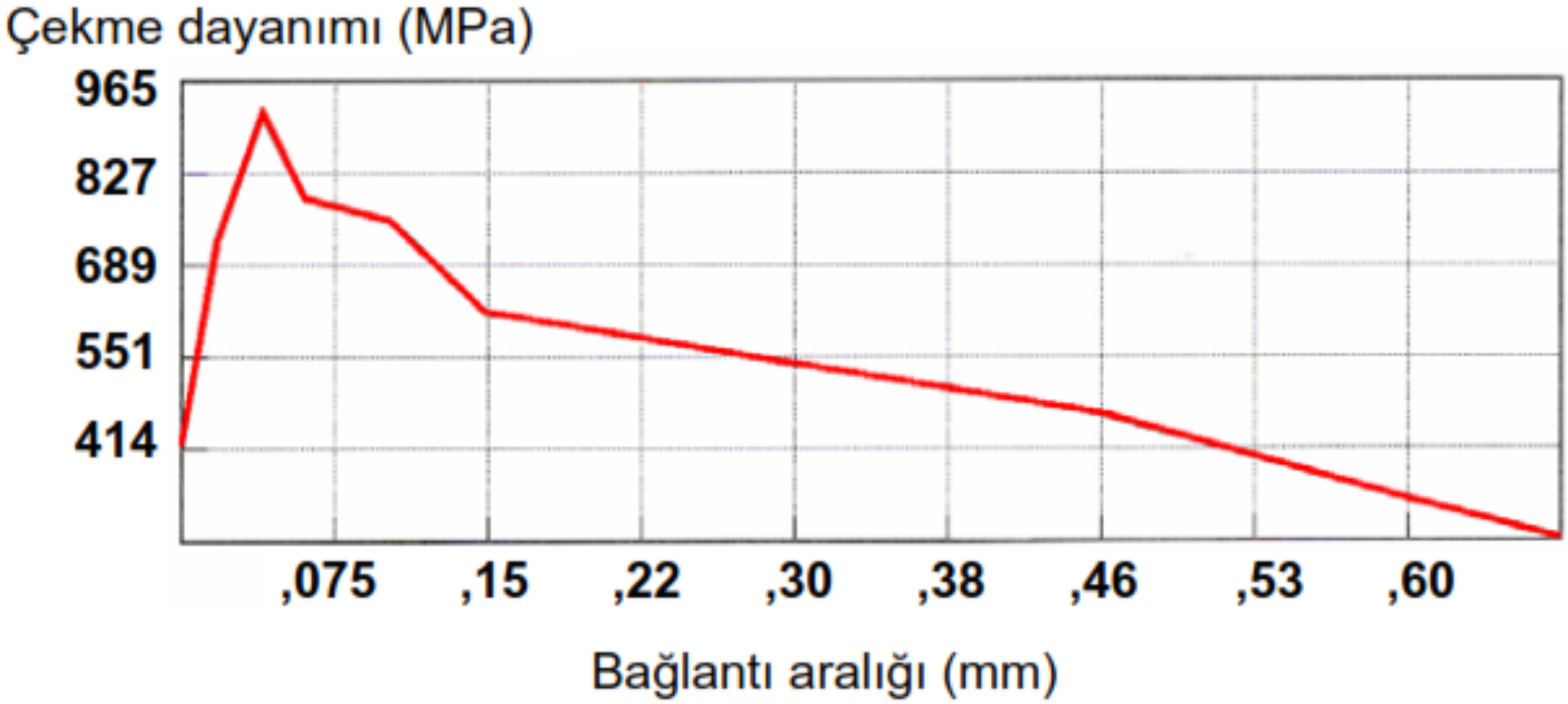


Sert Lehimlenmiş Bağlantının Dayanımı

- Eğer bağlantı uygun şekilde tasarlanmış ve sert lehimleme işlemi uygun şekilde uygulanmışsa, katılaşmış bağlantı, oluşturulduğu ilave metalin dayanımından daha dayanıklı olacaktır
- Neden?
  - Sert lehimlemede kullanılan küçük parça aralıkları
  - Esas ve ilave metaller arasında oluşan metalurjik bağ
  - Esas metal tarafından bağlantıya getirilen geometrik sınırlamalar

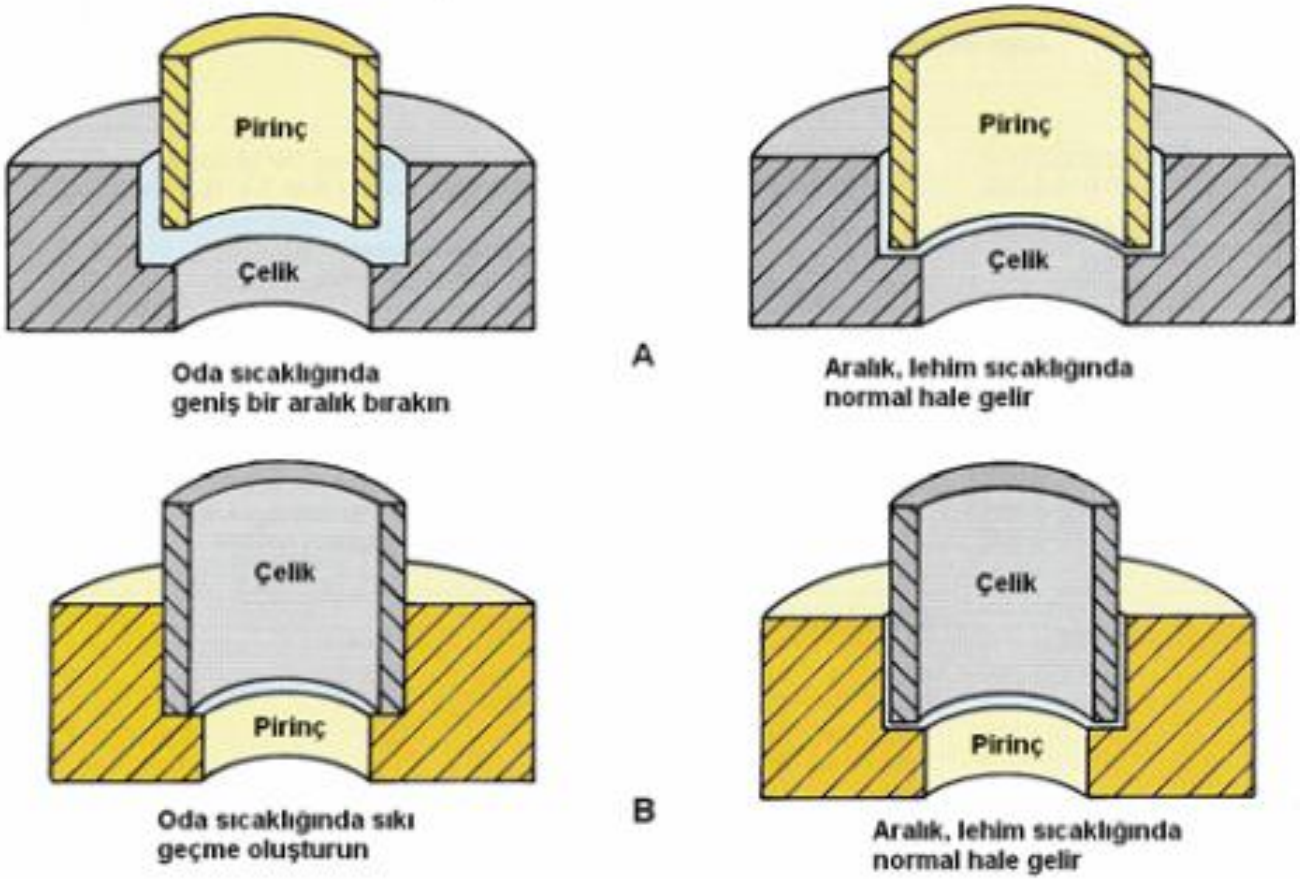
Sert Lehim Bağlantılarının Dayanımı

Sert lehimlenmiş küt alın paslanmaz çelik-paslanmaz çelik birleşiminin dayanımının aralıkla değişimi



Şekil Bir küt alın sert lehim bağlantının çekme dayanımının farklı aralıklarla tipik değişimi

Farklı Metallerin Sert Lehimlenmesinde Aralığın Önemi



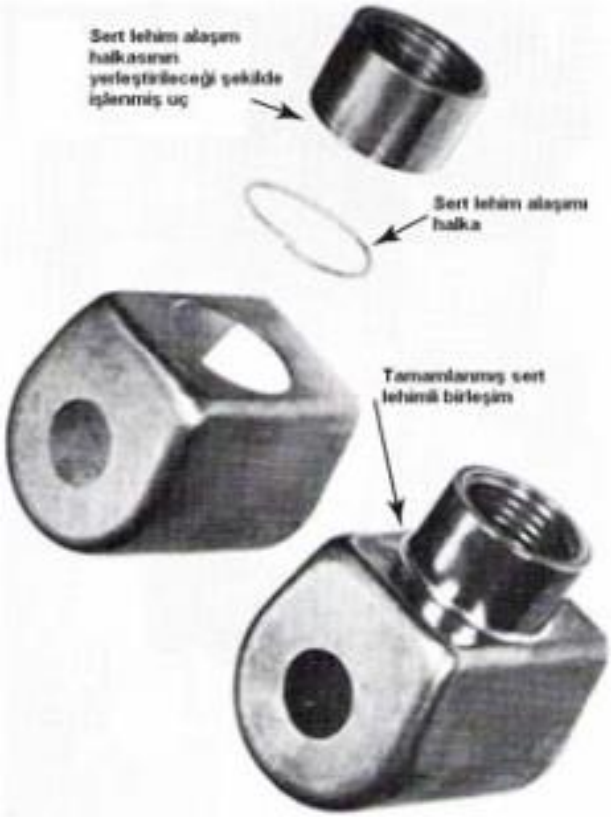
Şekil Farklı metallerin sert lehimlenmesinde başlangıçtaki aralık, farklı ısıl genleşmelere göre ayarlanmalıdır. Uygun sert lehim aralığı, lehim alaşımının aktığı sıcaklıkta mevcut olmalıdır.

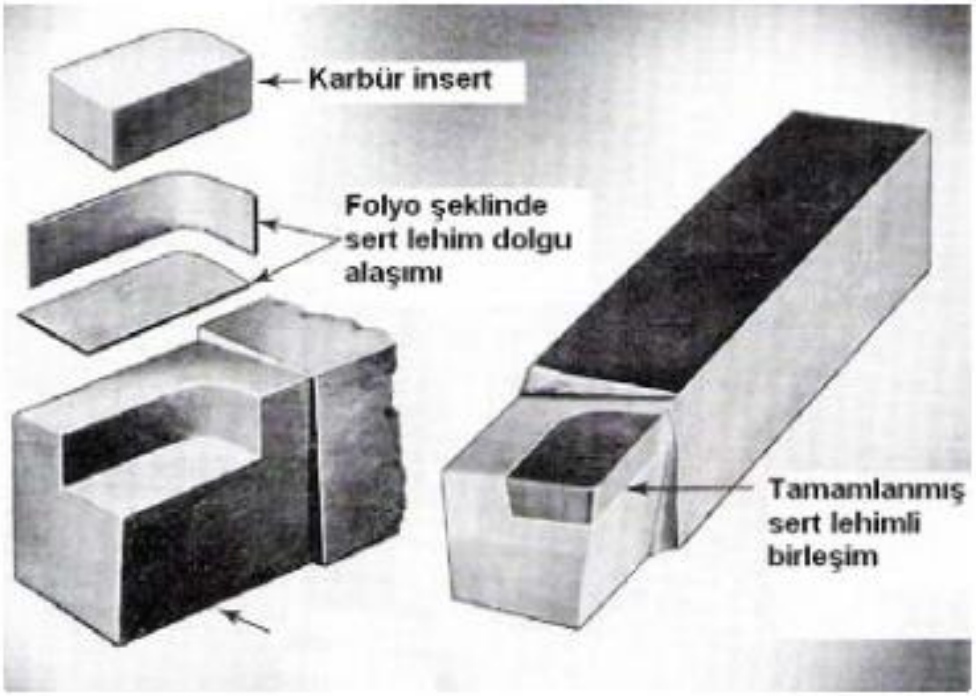
Sert Lehimlemenin Zayıflıkları ve Sınırlamaları

- Bağlantı dayanımı, kaynaklı bağlantıdan genellikle daha düşüktür
- Bağlantı dayanımı, esas metalinkinden daha düşük olma eğilimindedir
- Yüksek servis sıcaklıkları, bir sert lehimli bağlantıyı zayıflatabilir
- Muhtemel bir estetik zayıflık olarak, sert lehimli metalin rengi, esas metal parçaların rengiyle uyumlu olmayabilir

Sert Lehimleme Uygulamaları

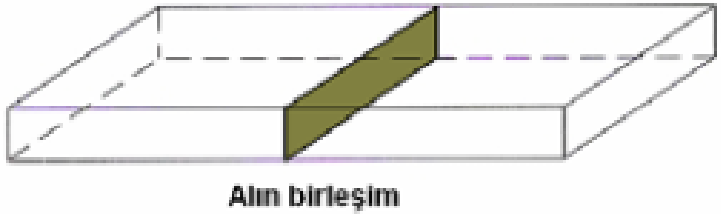
- Otomotiv (örn., boruların ve tesisatların birleştirilmesi)
- Elektrik ekipmanlar (örn., tel ve kabloların birleştirilmesi)
- Kesici takımlar (örn., semente karbür insert ve kesici uçların sert lehimlenmesi)
- Mücevher yapımı
- Kimyasal işlem endüstrisi, boru tesisatları ve ısıtma işlemi yapanlar, metal boru ve tesisatları sert lehimleme ile birleştirirler
- Tamir ve bakım işleri


Sert lehim alaşımı halkasının yerleştirileceği şekilde işlenmiş uç
Sert lehim alaşımı halka
Tamamlanmış sert lehimli birleşim

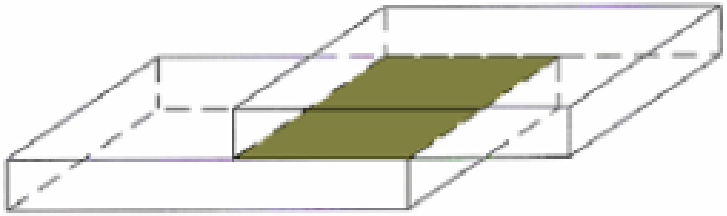

Karbür insert
Folyo şeklinde sert lehim dolgu alaşımı
Tamamlanmış sert lehimli birleşim

Sert Lehimli Bağlantıların Tasarımı

- Alın ve bindirme bağlantılar yaygındır, ancak geometri genellikle sert lehimlemeye uydurulur
- Parçalar arasında geniş arayüzey sağladığından, bindirme bağlantılar en yaygın kullanılanlardır
- Sert lehimlenmiş bir bağlantıda ilave metal, esas metale sadece uçlardan değil tüm yüzey boyunca birleşir



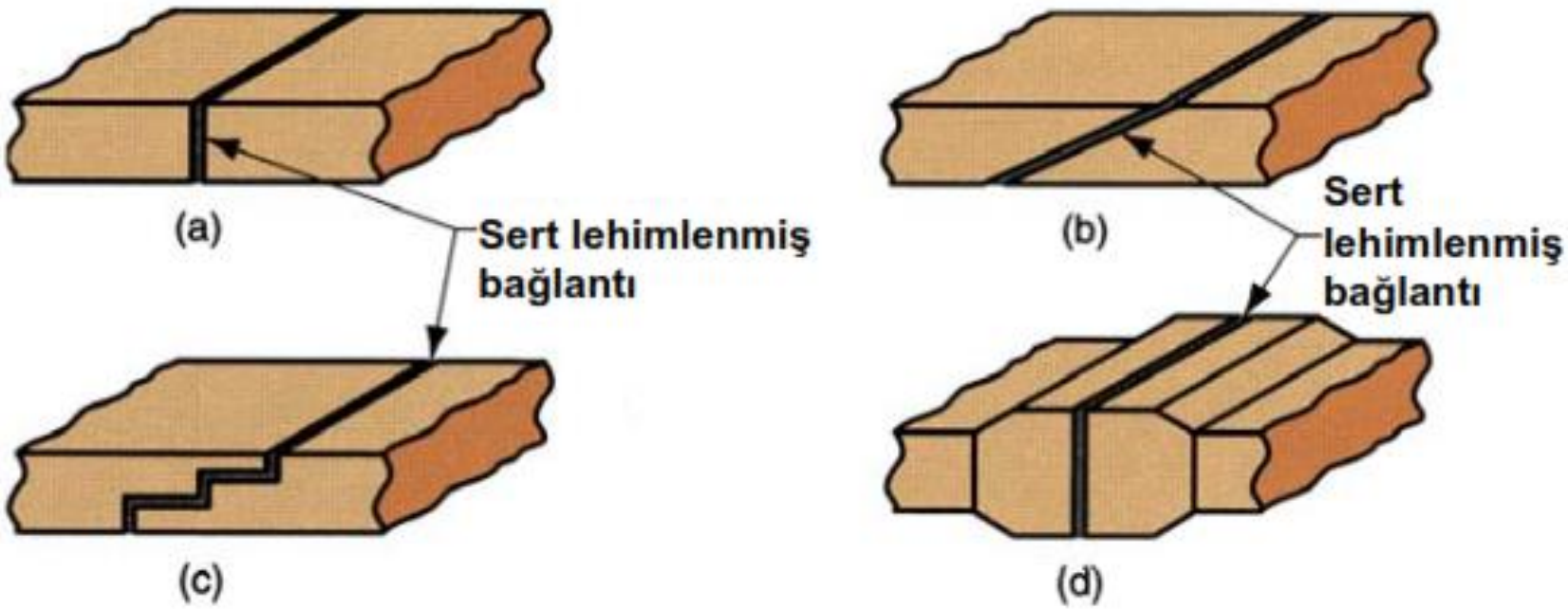
Alın birleşim



Bindirme birleşim

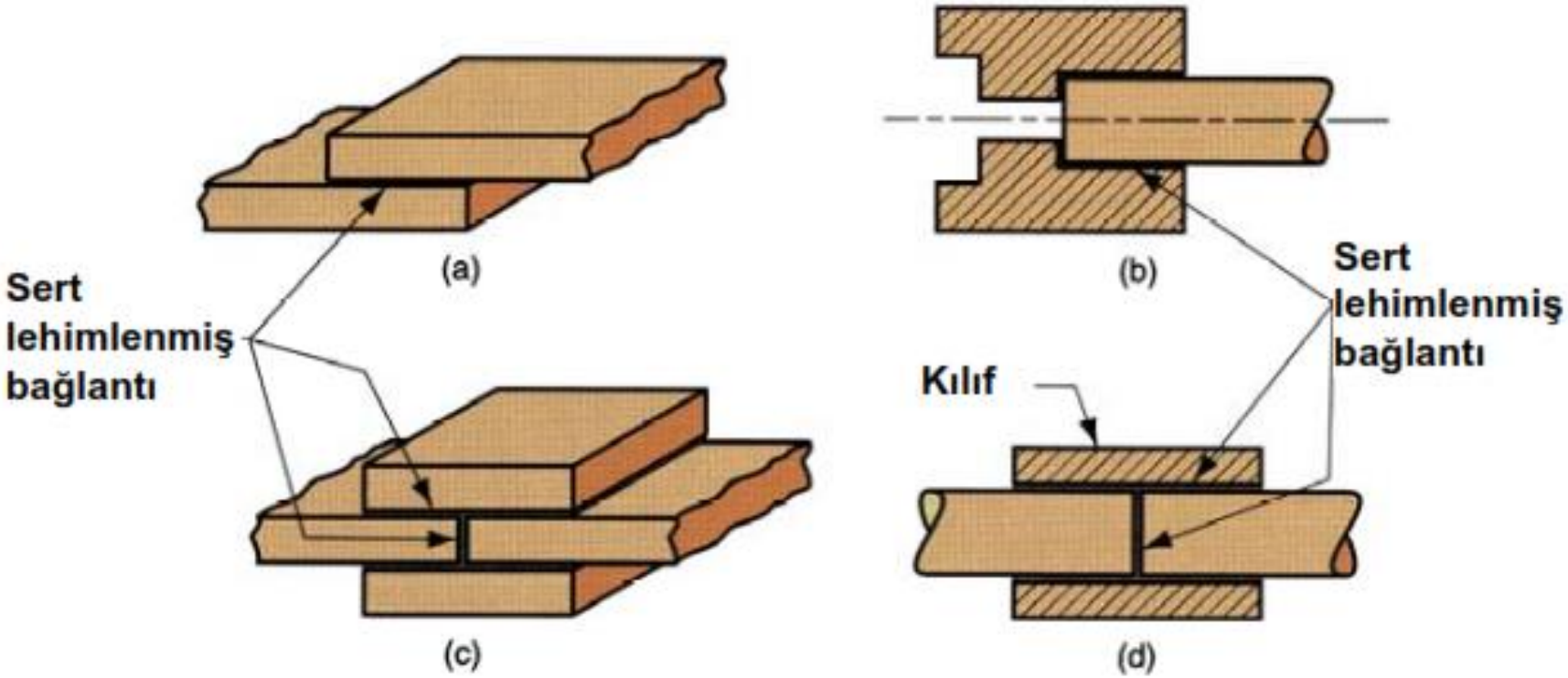
Şekil En yaygın iki sert lehim bağlantı türü, küt alın ve bindirme birleşimdir. Küt alın birleşim, bağlantı boyunca üniform kalınlık sağlar ancak bindirme birleşimde bağ yüzeyi daha büyüktür ve dayanım daha yüksektir

Küt Alın Tipi Birleşim



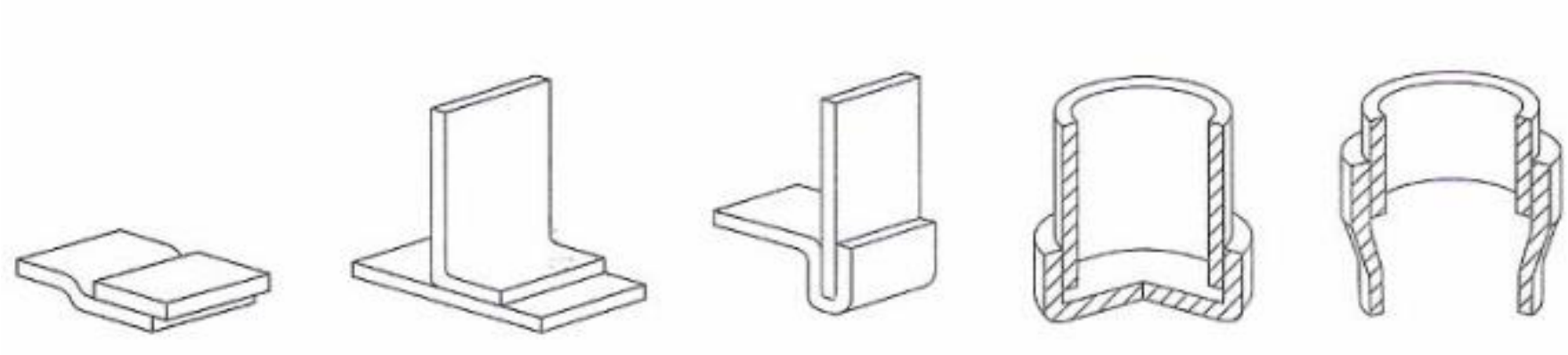
Şekil (a) Konvansiyonel küt alın birleşim, ve alın birleşimin sert lehimlemeye uydurulması: (b) eğik yüzeyli birleşim, (c) kademeli alın birleşim, (d) parçanın birleşim bölgesindeki kesiti arttırılmış

Bindirme Tipi Birleşim



Şekil (a) Geleneksel bindirme bağlantı, ve bindirme bağlantının sert lehimlemeye uydurulması: (b) silindirik parçalar, (c) sandviç parçalar, ve (d) alın bağlantıyı bindirme bağlantıya dönüştürmek için kılıf kullanımı

Bazı Yaygın Sert Lehim Bağlantı Türleri



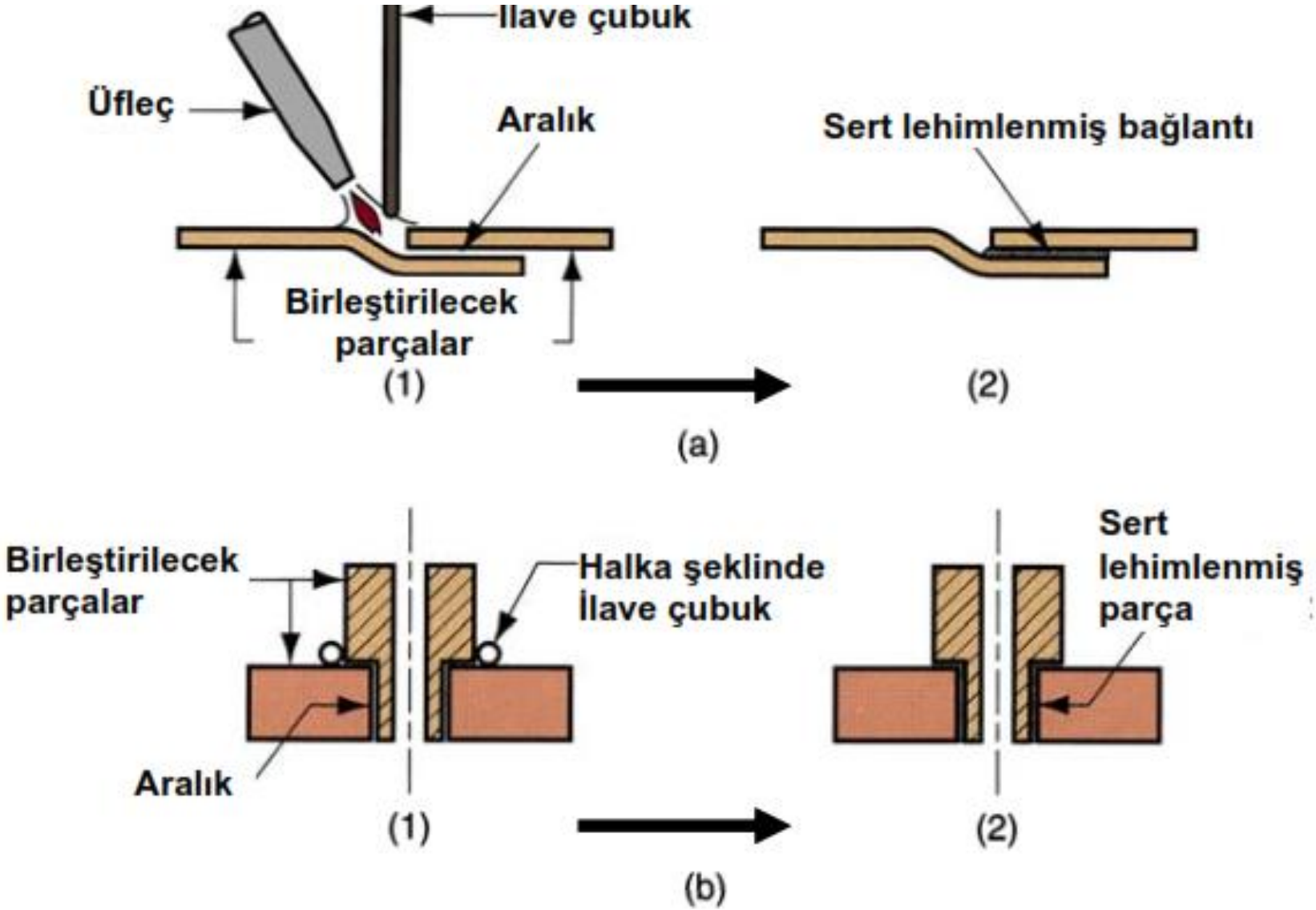
Şekil Sert lehimlemeyle birleştirilecek bazı yaygın bağlantı tasarımları

Sert Lehimleme için Bazı İlave Metaller (Sert Lehim Alaşımları)

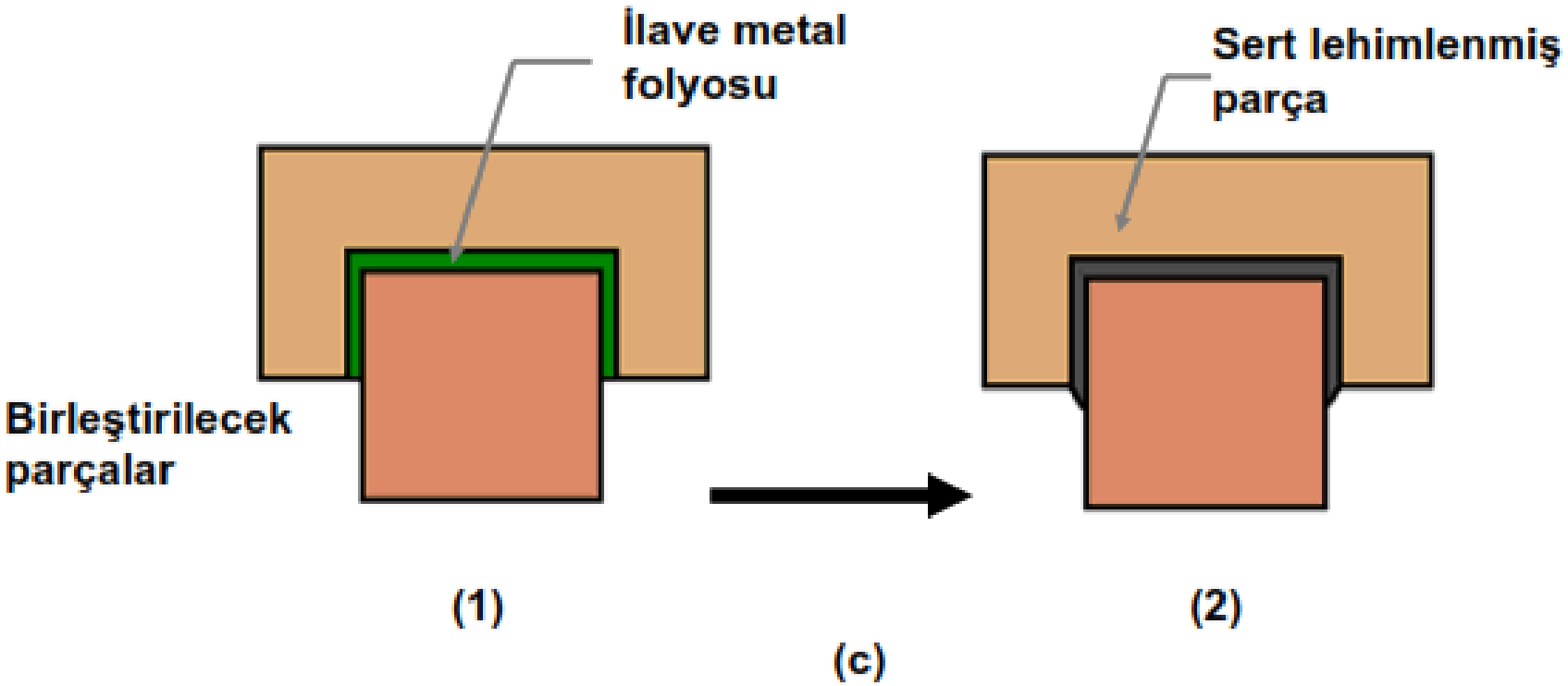
Esas metal(ler)	İlave metal(ler)	Tipik sert lehim sıcaklığı (°C)
Alüminyum	Alüminyum ve silisyum	565 - 620
Nikel-bakır alaşımları	Bakır	925 - 1125
Bakır	Bakır ve fosfor	700 - 925
Çelik, dökme demir	Bakır ve çinko	700 - 750
Paslanmaz çelik	Altın ve gümüş	620 – 1000

Sert Lehim Alaşımından Beklenen Özellikler

- Erime sıcaklığı esas metalden oldukça düşük olmalıdır
- İyi ıslatabilirlik için sıvı fazdayken yüzey gerilimi düşük olmalıdır
- Arayüzeye iyi nüfuziyet için yüksek akıcılık
- Sert lehimli bağlantının uygulamada kullanıma yeterli dayanıma sahip bir bağlantı oluşturma kapasitesi
- Esas metalle kimyasal veya fiziksel etkileşim göstermemesi (örn., galvanik reaksiyon)



Sert lehimlemede ilave metalin değişik uygulanma teknikleri: (a) üfleç ve ilave çubuk. Sıra: (1) önce, ve (2) sonra; (b) aralık girişinde ilave metal halkası; Sıra: (1) önce, ve (2) sonra



Sert lehimlemede ilave metalin değişik uygulanma teknikleri : (c) düz parça yüzeyleri arasında ilave metal folyosu

Sıra: (1) önce, ve (2) sonra;

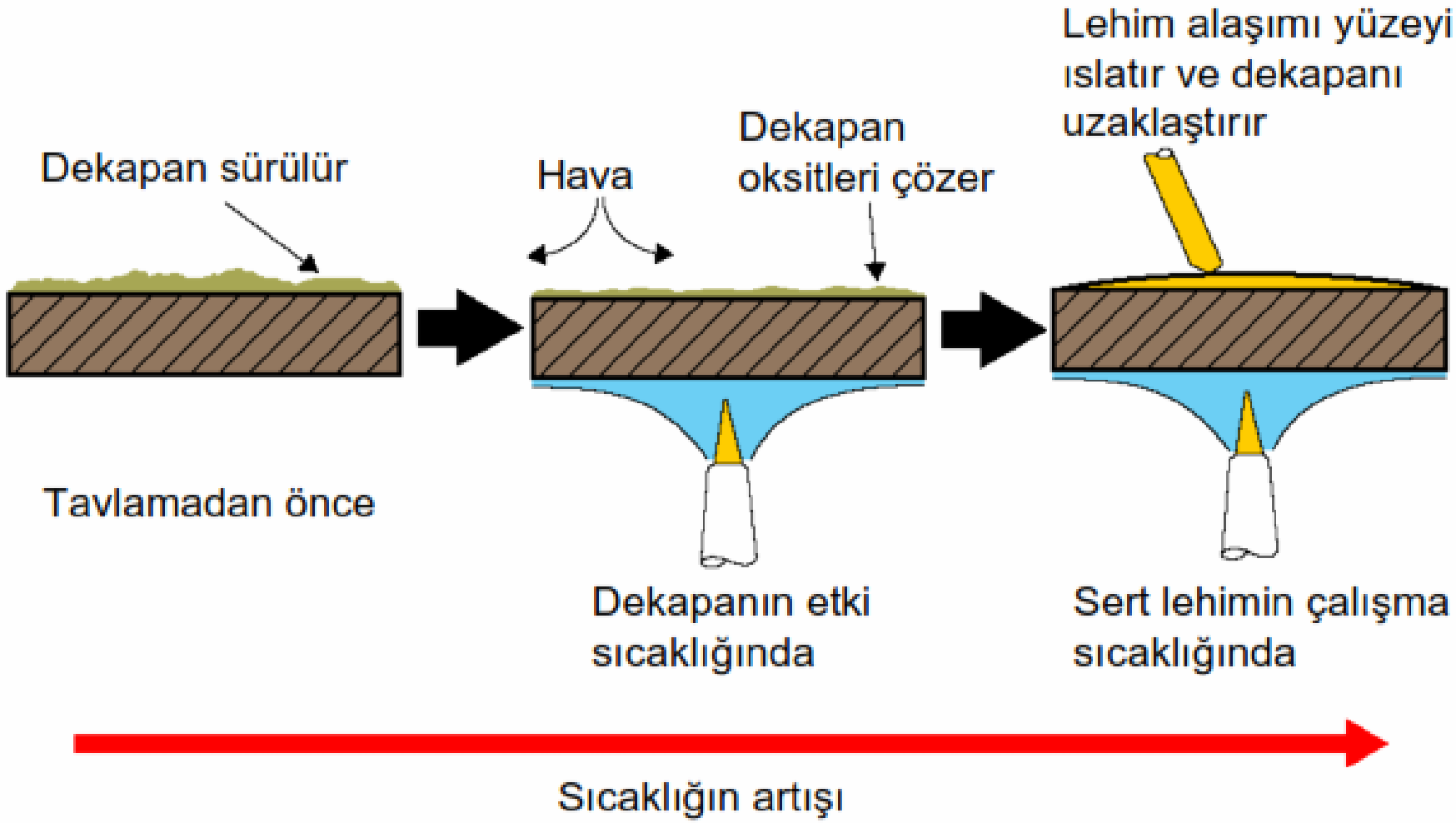
(b) aralık girişinde ilave metal halkası

Sıra: (1) önce, ve (2) sonra

Sert Lehim Dekapanları

- Kaynaktakine benzer amaç; çözünürler ve uzaklaştırılmadıklarında sert lehimleme işlemini engelleyen oksitlerle ve istenmeyen diğer yan ürünlerle birleşirler
- İyi bir dekapanın karakteristikleri:
  - Düşük erime sıcaklığı
  - İlave metalle yer değiştirebilmesi için düşük viskozite
  - Islatmayı arttırır
  - İlave metal katılaşıncaya kadar bağlantıyı korur

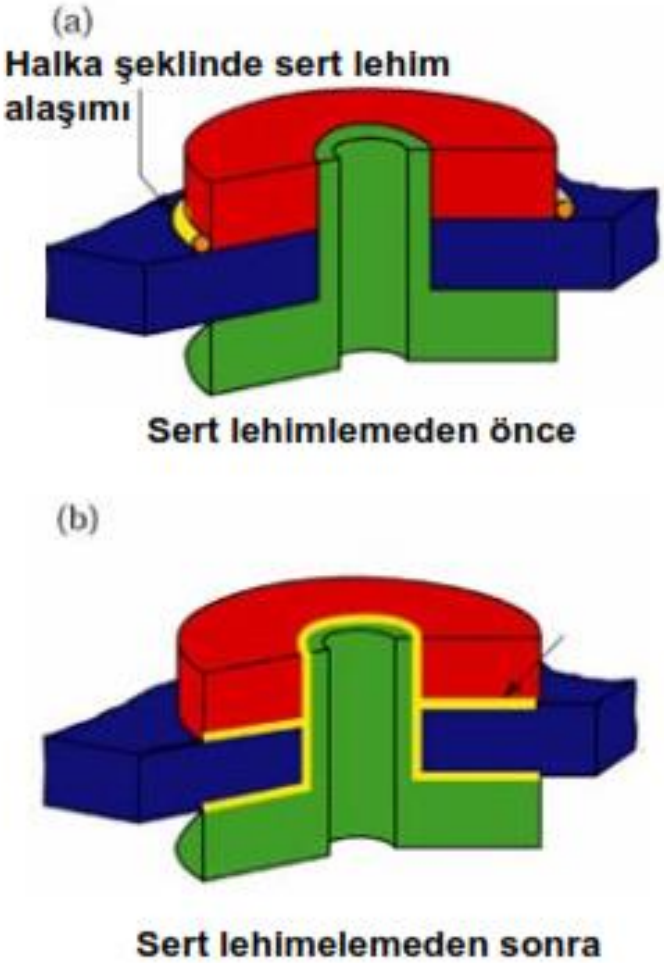
Dekapanın Davranışı



Isıtma Menbalarına Göre Sert Lehimleme Yöntemlerinin Sınıflandırılması

- Üfleçle (alevle) Sert Lehimleme – üfleç alevi bağlantının yakınındaki parçaya doğru yönlendirir
- Fırında sert lehimleme – fırın, sert lehimleme için gerekli ısıyı sağlar
- İndüksiyonla Sert Lehimleme – parçada indüklenen yüksek frekanslı akıma karşı elektrik direnciyle ısıtma
- Dirençle Sert Lehimleme – parçalardan geçen elektrik akımına karşı dirençle ısıtma
- Daldırmayla Sert Lehimleme – ya erimiş tuz ya da metal banyosu
- Infrared Sert Lehimleme – yüksek yoğunluklu infrared lambalar kullanılır

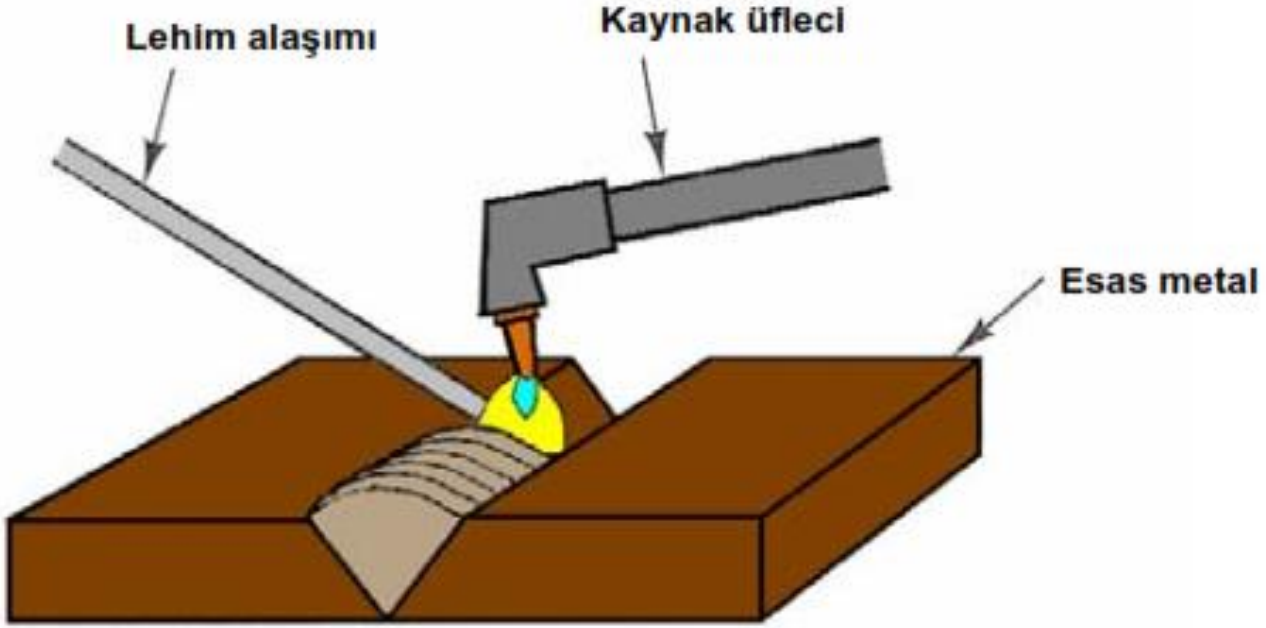
Fırında Sert Lehimleme Örnekleri



Şekil Tipik fırında sert lehimleme örnekleri

Sert Lehim Kaynağı

Bu yöntem, uygulanacak birleştirme türü yönünden diğer sert lehimleme yöntemlerinden ayrılır. Sert lehim kaynağı, bir V ağzının doldurulması gibi, geleneksel kaynakla birleştirmeye daha çok benzer



Şekil Sert lehim kaynağı. Bağlantı, sert lehim dolgu metali içerir; bağlantıda esas metal erimez. Yüzey genellikle önce ince bir kalay tabakasıyla “kalaylanır”.

Yapıştırma

İki (ya da daha fazla) yakın yerleştirilmiş parçayı yüzey birleştiricisi ile bir arada tutmak için bir ilave malzemenin kullanıldığı birleştirme yöntemi

- Metal, plastik, seramik, ahşap, kağıt ve mukavva gibi aynı veya farklı malzemeleri birleştirmek için geniş bir birleştirme veya sızdırmazlık uygulamalarında kullanılır
- Artan uygulamalar için fırsatları nedeniyle büyük bir alana yayılabilir

Yapıştırmada Sertleşme

Yapıştırıcının fiziksel özelliklerinin, parçaların yüzeylerini birleştirmek için genellikle kimyasal reaksiyonla sıvıdan katıya dönüşme işlemi

- Sertleşme, genellikle ısı ve/veya bir katalizör ile gerçekleştirilir
  - Eğer ısı kullanılmışsa, sıcaklıklar göreceli olarak düşüktür
- Sertleşme zaman alır - imalatta bir zayıflık
- Yapışma işlemini gerçekleştirmek için bazen parçalar arasında basınç uygulanır

Yapıştırıcı Türleri

- Doğal yapıştırıcılar – reçine, nişasta, şeker, soya tuzu, kola gibi doğal kaynaklardan elde edilirler
  - Düşük-gerilmeli uygulamalar: mukavva kartonları, döşeme, kitap ciltleri; veya geniş yüzeyler: kontrplak
- İnorganik – esas olarak sodyum silikat ve magnezyum oksiklorür'e dayanır
  - Düşük maliyetli, düşük dayanımlı
- Sentetik (yapay) yapıştırıcılar – değişik termoplastik ve termoset polimerler

Sentetik (Yapay) Yapıştırıcılar

- İmalatta en önemli kategori
- Sentetik yapıştırıcılar, değişik mekanizmalarla sertleşirler:
  - Uygulamadan önce polimeri katalizör ve reaktif katkılarla karıştırma
  - Kimyasal reaksiyonu başlatmak için ısıtma
  - Ultraviyole ışık gibi, radyasyonla sertleştirme
  - Sıvı veya pastadan suyu buharlaştırarak sertleştirme
  - Yapışanlardan birinin yüzeyine film veya basınca duyarlı kaplama olarak uygulama

Yüzey Hazırlama

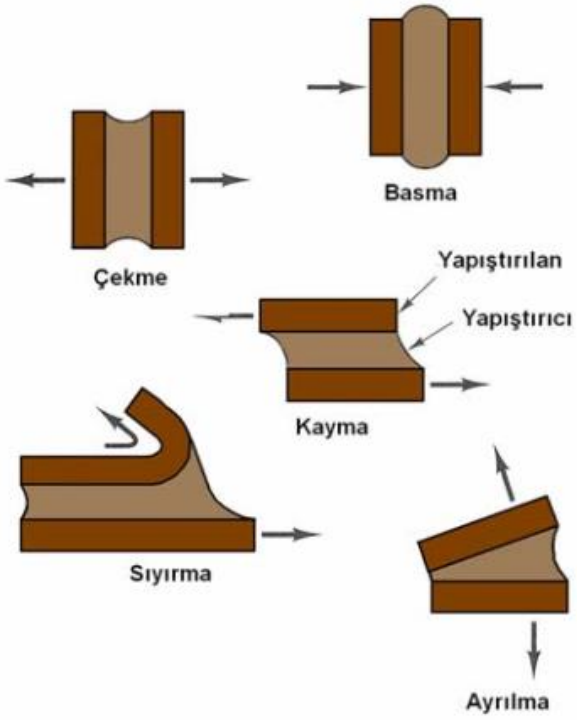
- Yapıştırma işleminin başarılı olması için, yüzeyler son derece temiz olmalıdır
- Yapışma dayanımı, yapıştırıcı ile yapışan arasındaki adhezyonun derecesine, bu ise yüzeyin temizliğine bağlıdır
- Metallerde, temizleme için genellikle çözücüyle silme ve kum püskürterek yüzeyin aşındırılması adhezyonu arttırır
- Metal dışı parçalarda, genellikle bazı tür çözücüler kullanılır ve yüzeyler, pürüzlülüğü arttırmak için taşlanır veya kimyasal olarak dağlanır

Bağlantının Dayanımı

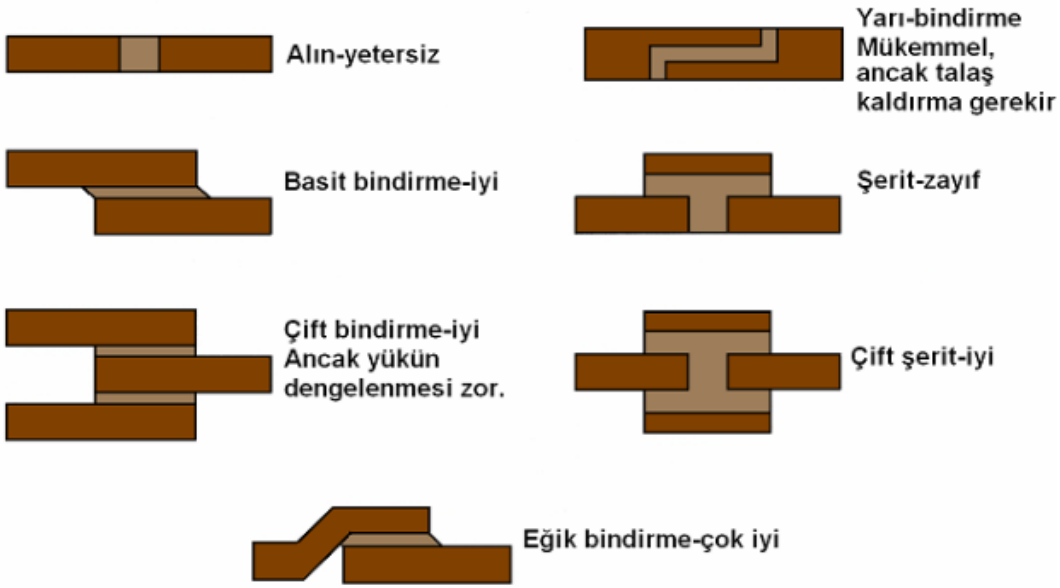
- Aşağıdakilerin dayanımına bağlıdır:
  - Yapıştırıcı
  - Yapıştırıcı ile yapışanlar arasındaki bağlantı
- Bağlantının dayanımı birkaç mekanizma içerir:
  - *Kimyasal bağ oluşumu* – yapıştırıcı ve yapışan, sertleşmeden sonra bir primer kimyasal bağ oluşturur
  - *Fiziksel etkileşimler* – karşılıklı yüzeylerin atomları arasında sekonder kuvvetler
  - *Mekanik kilitlenme* – Yapışanın pürüzlülüğü, sertleşen yapıştırıcının, mikroskopik yüzey pürüzlerinde sıkışmasına ve kilitlenmesine neden olur

Bağlantı Tasarımı

- Yapıştırma bağlantıları, kaynaklı, sert veya yumuşak lehimli bağlantılar kadar güçlü değildir
- Bağlantı temas alanı en büyük değerine çıkarılmalıdır
- Yapıştırma bağlantıları en çok *kayma ve çekme*'de güçlüdür.
  - Bağlantılar, uygulanan gerilmelerin bu tür olacağı şekilde tasarlanmalıdır
- Yapıştırma bağlantıları, en çok *ayrılma* ve *sıyrılmaya* karşı zayıftır.
  - Bağlantılar, bu tür gerilmelerden kaçınacak şekilde tasarlanmalıdır



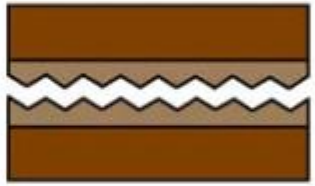
Şekil Yapıştırma bağlantılarında gerilme türleri:



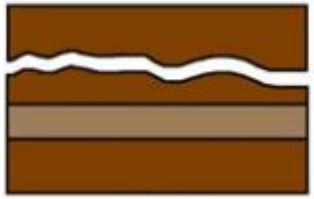
Şekil Yapıştırma için bazı bağlantı tasarımları ve servisteki performans oranları

Yapıştırma Bağlantılarında Hasar

(a) Yapıştırıcı hasarı



(b) Yapıştırıcı içinde kohezif hasar



(c) Esas malzeme içinde kohezif hasar

Şekil Yapıştırma bağlantılarında hasar modları

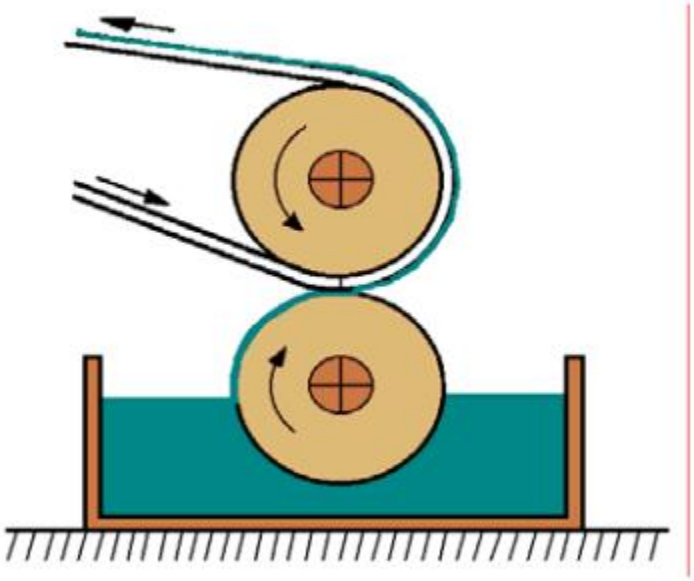
Yapıştırıcıların Uygulamaları

- Otomotiv, uçak, yapı ürünleri, gemi yapımı
- Paketleme endüstrisi
- Ayakkabı
- Döşeme
- Kitap ciltleme
- Elektrik ve elektronik

Uygulama Yöntemleri

- Elle fırçalama veya rulolama
- İpek kaplama
- Elle çalıştırılan dağıtıcı kullanarak yüzdürme
- Püskürtme
- Otomatik aplikatörler
- Rulo kaplama

Rulo Kaplama



Kağıt, kumaş veya esnek polimer gibi ince ve esnek bir malzemenin üzerine yapıştırıcının rulo ile kaplanması

Yapıştırmanın Üstünlükleri

- Çok geniş malzeme türüne uygulanabilir
- Yapışma, bağlantının tüm yüzeyinde oluşur
- Düşük sıcaklıktaki sertleşme, birleştirilen parçalarda hasardan kaçınmayı sağlar
- Hem yapıştırma hem de sızdırmazlık sağlama
- Bağlantı tasarımı genellikle basitleştirilir, örn. İki düz yüzey, cıvata delikleri gibi özel parça özelliklerine gerek olmadan birleştirilebilir

Yapıştırmanın Sınırlamaları

- Bağlantılar genellikle diğer birleştirme yöntemleri kadar güçlü değildir
- Yapıştırıcı, birleştirilen malzemelere uygun olmalıdır
- Servis sıcaklıkları sınırlıdır
- Yapıştırıcının uygulanmasından önce temizlik ve yüzey hazırlığı önemlidir
- Sertleşme süreleri, üretim hızını sınırlayabilir
- Yapıştırılmış bağlantıların muayenesi zordur

Kaynaklar

- Prof. Dr. Murat VURAL, İTÜ, İmal Usulleri ders notları.