

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

METAL TEKNOLOJİSİ

**LEHİMLEME
521MMI536**

Ankara, 2011

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

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. YUMUŞAK LEHİMLEME YAPMAK	3
1.1. LEHİMLEME	3
1.1.1. Lehimlemenin Tanımı	3
1.1.2. Lehimin Amacı ve Önemi	3
1.1.3. Lehimleme Çeşitleri.....	4
1.1.4. Yumuşak Lehimleme	4
1.1.5. Yumuşak Lehimlemenin Yapılışı ve Yapılırken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	12
UYGULAMA FAALİYETİ	19
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	30
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	33
2. SERT LEHİMLEME YAPMAK	33
2.1. SERT LEHİMLEME	33
2.1.1. Sert Lehimlemenin Tanımı	34
2.1.2. Sert Lehimlemenin Amacı ve Önemi	35
2.1.3. Sert Lehimlemede Birleştirme Türleri.....	36
2.1.4. Sert Lehimlemede Temizliğin Önemi.....	36
2.1.4. Parçaların Birbirine Alıştırılması ve Kapılar Yükselme.....	40
2.1.5. Sert Lehimde Kullanılan İlave Teller ve Tel Seçimi	41
2.1.6. Sert Lehimlemede Isıtma Türleri	44
2.1.7. Oksi-Gaz Alevi ile Sert Lehimleme	45
UYGULAMA FAALİYETİ	46
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	49
MODÜL DEĞERLENDİRME	51
CEVAP ANAHTARI.....	53
KAYNAKÇA	54

AÇIKLAMALAR

KOD	521MMI536
ALAN	Metal Teknolojisi
DAL/MESLEK	Ortak Alan
MODÜLÜN ADI	Lehimleme
MODÜLÜN TANIMI	Lehimleme konularına ait işlemleri, tekniğine uygun olarak yapma becerisi kazandıran bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/16
ÖN KOŞUL	Ölçme-Kontrol, Markalama, Kesme ve Eğme- Bükme modüllerini almış olmak
YETERLİK	Yumuşak lehimleme yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam ve ekipman sağlandığında malzeme cinsine uygun lehimleme türünü belirleyerek malzemeye uygun lehimleme işlemini yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Parçaları alın altına veya üst üste getirip 200-400 °C sıcaklıklar arasında havaya yardımı ile parçaları lehimleyebileceksiniz 2. Birleştirilecek parçaları birbirine alıştırma ve temizleme işlemlerini yaparak lehimlenecek malzeme türüne göre 400-600 °C arasındaki sıcaklıkta tavlayarak tek seferde lehimleyebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Metal teknolojisi alanı soğuk şekillendirme atölyesi Donanım: Lehim çubuğu ve pastaları, havya aleti, metal parçalar, sac makası, sac kenet makinesi, gönye, zımpara, eğe, temizleme fırçası, ölçme ile markalama takımları
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bu modül ile metal teknolojileri alanında mesleğiniz ile ilgili soğuk şekillendirme konularından biri olan lehimlemeyi öğreneceksiniz.

Mesleki bilgiler, geçmişten günümüze bizim de ürettiklerimizden beslenerek bugünlere gelmiştir. Sizler de bu alanda mesleki bilgilerinizi artırıp geliştirmelisiniz. Farklı metalleri, birleştirmek için onunla ilgili bilgi ve becerileri kazanmak gerekir. Bu becerileri; okumak, tasarlamak, uygulamak ve sonucunda da bir ürünü ortaya çıkarmak için lehimleme modülünü öğrenmeniz gerekir.

Bu modülü aldığınızda:

Lehimin tanımını, önemini, lehim teli çeşitlerini öğreneceksiniz ve uygulamalarını yapabileceksiniz.

Bu birleştirme yöntemi ile diğer birleştirme yöntemleri arasındaki farkları göreceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Parçaları alın altına veya üst üste getirip 200-400 °C sıcaklıklar arasında havya yardımı ile parçaları lehimleyebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizde metaller ile yapılmış işleri gözlemleyiniz. Bu işlerdeki parçaları birleştirmede kullanılan ek telleri inceleyiniz.

1. YUMUŞAK LEHİMLEME YAPMAK

1.1. LEHİMLEME

Lehimleme tekniği geçmişten günümüze en çok kullanılan birleştirme yöntemidir. Yumuşak ve sert lehimleme olarak iki şekilde yapılır.

1.1.1. Lehimlemenin Tanımı

Aynı veya ayrı cinsten iki metalin ilave telin ergitilmesi suretiyle sökülemeyecek şekilde birleştirilmesine lehimleme denir.

Lehimleme ile alüminyum metali dışındaki bakır, pirinç, çelik DKP sac, paslanmaz sac, çinko ve kalay kaplı sacların birleştirilmesi yapılabilir. Aynı veya farklı yapıdaki iki metali ergitmeden birleştirilmelerini sağlayan alaşım maddesine **lehim** denir.

Sert ve yumuşak lehimlemede kullanılan lehim tellerinin özellikleri alaşım olarak birbirinden farklıdır.

1.1.2. Lehimin Amacı ve Önemi

Birleştirilecek metaller aynı cinsten olduğunda kaynaklı birleştirme yöntemlerinden bir tanesiyle birleştirilebilir. Ancak farklı özellikteki metaller söz konusu olduğunda kaynak tekniklerimiz istenilen kalite ve özellikte birleştirme sağlamamaktadır.

Lehimleme yöntemleri ile çok ince gereçlerin birleştirilmesinde, farklı yapıdaki parçaların iç yapılarının değiştirilmeden yüksek dayanım, sızdırmazlık ve iletkenlik istenen yerlerde kullanılır.

1.1.3. Lehimleme Çeşitleri

- Yumuşak lehimleme
- Sert lehimleme

Yumuşak lehimleme ile ilgili bilgileri ve beceriyi bu faaliyette tamamlayacaksınız. Sert lehimleme ile ilgili bilgi ve becerileri bir sonraki faaliyette öğreneceksiniz/kazanacaksınız.

1.1.4. Yumuşak Lehimleme

Günümüzde yaygın olarak elektronik sanayisinde kullanılan bu birleştirme tekniği geçmişte ince kesitli malzemelerin birleştirilmesinde çok sık kullanılırdı.

1.1.4.1. Yumuşak Lehimin Tanımı

Aynı veya farklı cinsten metal parçaları ergitmeden, 200-400 °C arasında ergiyen ek teli kullanılarak yapılan birleştirme işlemine **yumuşak lehimleme** denir.

1.1.4.2. Yumuşak Lehimlemenin Kullanıldığı Yerler

Özellikle elektronik sektöründe, bakır ve alüminyum alaşımlarının birleştirilmesi işlemlerinde kullanılır.

1.1.4.3. Yumuşak Lehimlemede Kullanılan Takım ve Gereçler

Yumuşak lehimlemede kullanılan takım ve gereçler şunlardır:

- **Lehimleme çubuğu (ek teli) gereçleri:**
Yumuşak lehim teli kalay (Sn) ve kurşun (Pb) alaşımıdır.
Yumuşak lehim telini oluşturan metallerin özellikleri:

- **Kalay**

Gri beyaz renkte bir metaldir.
Sn sembolü ile gösterilir.
Ergime sıcaklığı 232 °C ' dir.
Özgül ağırlığı 7,3 kg/dm³ tür.
Çekme dayanımı 2,5 kg /mm² dir.
Korozyona dayanıklı olduğundan çelik sac yüzeylerinin kaplamasında kullanılır. Lehimcilikte çok miktarda kalay ve kurşun alaşım türleri kullanılır.

Tablo 1.1: Kalayın özellikleri

- **Kurşun**

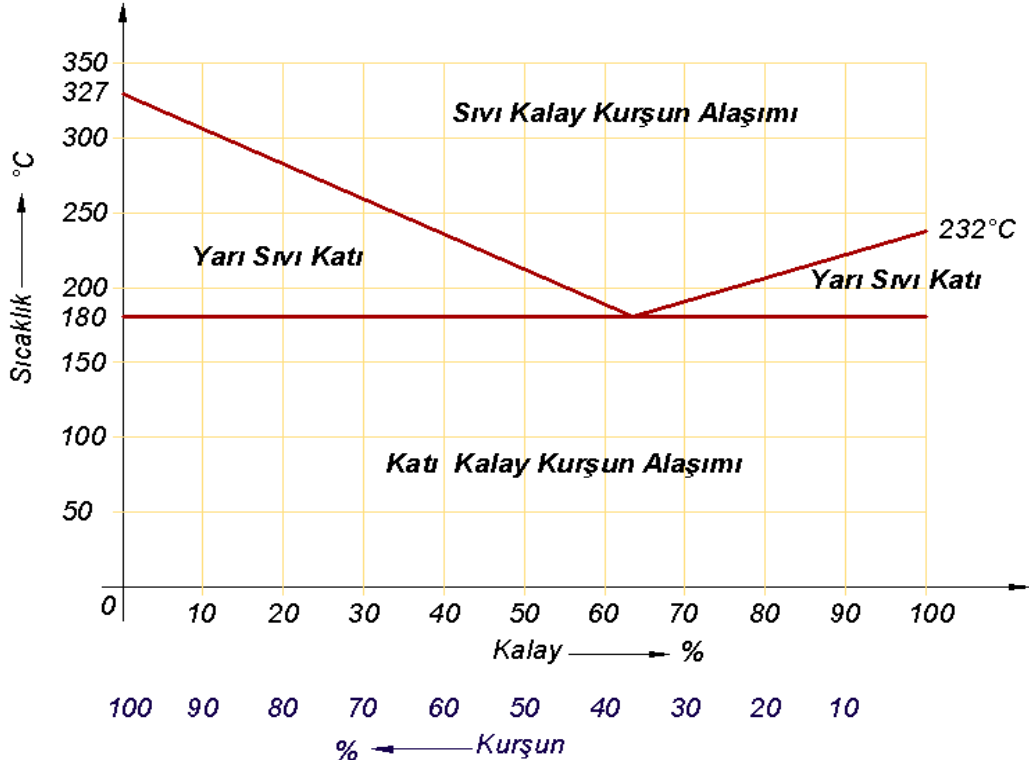
Mavimsi gri renkte bir metaldir.
Pb sembolü ile gösterilir.
Ergime sıcaklığı 327 °C ' dir.
Özgül ağırlığı 11,3 kg/dm³ tür.
Çekme dayanımı 2 kg /mm² dir.
Kalay ve kurşunun çekme dayanımları düşük olduğundan üretimleri baskı (presleme) yolu ile tel hâline getirilerek kullanıma sunulur. Kimyasal etkilere karşı dayanıklı bir metal olduğundan su borularında ve asit bulundurma kaplarının yapımında kullanılır. Gıda üretim ve yapımında kullanılan yüzeylerde zehirli yapısından dolayı kullanılmamalıdır.

Tablo 1.2: Kurşunun özellikleri

Alaşımın oranlarına göre lehim telinin özellikleri farklılık gösterir. Bu zellikler lehimin kullanıldığı yerlere ve birleştirmelere göre de değişmektedir (Tablo 1.3).

YUMUŞAK LEHİM ÇUBUKLARININ BİLEŞİMLERİ					
GÖSTERİLİŐİ	LEHİM ÇUBUK BİLEŞİMİ %			İŞLEM SICAKLIğI °C	KULLANMA YERLERİ
	SEMBOL	KALAY (Sn)	KURŞUN (Pb)		
Kurşun lehimi 98,5	LPb 98,5	Kalan	98,5	320	Yük ve kuvvet istenmeyen yerlerde
Kalay lehimi 25	LSn 25	25	Kalan	257	Alev ile lehim yapılan yerlerde
Kalay lehimi 35	LSn 35	35	Kalan	237	Su oluklarının lehiminde
Kalay lehimi 40	LSn 40	40	Kalan	223	Hassas parçalarda
Kalay lehimi 60	LSn 60	60	Kalan	185	Elektrik kablolarının lehimi
Kalay lehimi 90	LSn 90	90	Kalan	219	Gıda maddeleri aletlerinin lehimi
Özel lehim		63	37	183	DŐuk sıcaklıktaki hassas parçalarda
Diğer lehimler				60-100	Yangın güvenliği tesisatlarında

Tablo 1.3: Lehim bileşim oranları



Şekil 1.1: Kalay ve kurşun alaşım denge diyagramı

Aşağıda lehim ile birleştirmede gerekli olan temel işlemler için üstte verilen diyagramdan bir örnekler bulunmaktadır.

Örnek 1: Saf kalay (Sn) 232 °C’de, saf kurşun 327 °C’de ergimektedir. Buna göre % 63 kalaydan (Sn) ve % 37 kurşundan (Pb) meydana gelen bir alaşım yaklaşık olarak 183 °C’de erimektedir.

Örnek 2: % 30 kalay (Sn) ve % 70 kurşundan (Pb) meydana gelen bir alaşım lehim çubuğu ısıtıldığında yaklaşık olarak 185°C ile 260°C arasındaki sıcaklıkta erimektedir.



Sn%63, Pb%37 :~ 180 °C

Sn%50, Pb%50 : ~ 200 °C

Sn%35, Pb%65 : ~ 240 °C

Resim 1.1: Lehim sıcaklıkları

➤ **Lehimleme çubuğu (ek teli) çeşitleri**

- **Fabrika standartlarına göre dökülmüş alaşımli lehim çubuk**



SN %63 (kalay oranı), PB %37(kurşun oranı), O Z K (dökümü yapılan işletme kodu)

Resim 1.2: Lama kesitli lehim çubuğunun standart numarası ile gösterilmesi



Sn (kalay) %35, Pb (kurşun) %65, alaşımli lehim çubuk

Resim 1.3: Üç köşe kesitli lehim çubuğu

Özel toprak kullanılarak hazırlanan kalıplara, eriyik sıvı durumuna gelen metallerin kalıplar içerisine dökülmesine **döküm** denir.

- **Atölye şartlarına göre dökülmüş özel alaşımli lehim çubuk**

TSE’ye göre belirlenmiş lehim ek telleri dışında, işletme yetkilileri tarafından hazırlanan lehim alaşım telleri, lehim sıcaklığına göre hazırlanır.

Bire bir kalay [%50 (Sn)] ve kurşun [%50 (Pb)] alaşımli olarak hazırlanan çubuklar:

- **Galvanizli saclar**
- **Çinko (Zn)**
- **Pirinç (çinko ve bakır alaşımı)**
- **Bakır (Cu)**
- **Krom (Cr) katkısı az olan paslanmaz sacların birleştirilmelerinde iyi sonuç verir.**



Resim 1.4: Sn (kalay) %50, Pb (kurşun) %50, alaşımli lehim çubuk



Resim 1.5: Sn (kalay) %25, Pb (kurşun) %75, alaşımli lehim çubuk



Resim 1.6: Sn (kalay) %35, Pb (kurşun) %65, alaşımli lehim çubuk

- **Elektrik-elektronik işlerinde kullanılan lehim ek teli**

Büyük kesitli olanları tenake lehimlemesinde kullanılabilen ek telleridir.



Resim 1.7: Lehim ek teli

- **Lehimlemede kullanılan özel takımlar**

Lehimde kullanılan özel makineler daha çok elektrik ve elektronik teknolojisinde kullanılmaktadır.

- Lehimleme fırınları
- Dirençli lehimleme aygıtları
- Ultra ses lehimleme aygıtları
- Yüksek frekanslı lehimleme aygıtları

Yumuşak lehimleme ısıtma takımları: Yumuşak lehimlemede kullanılan takımlardır. Havyanın uç kısımlarının ısıtılması ile yapılır. Yapılacak lehimleme işine göre farklı ısıtmalı havya çeşitleri vardır.

- **Çeşitleri**

- Kendinde ısıtma özelliği bulunan (havya) takımlar
- Kendinde ısıtma özelliği bulunmayan (havya) takımlar

Havya takımlarındaki bakır uçları, çalışma yerlerine göre kullanılır. Bunlar:

- **Bıçak ağızlı havya ucu: İnce ve çalışma alanı dar olan yerlerde kullanılır.**



Resim 1.8: Havya

- Keski ağızlı havya ucu: Kaba ve çalışma alanı geniş olan yerlerde kullanılır.



Resim 1.9: Havya ucu

- Kendinde ısıtma özelliği bulunan (havya) aletler

Yumuşak lehim için hazırlanmış aletlerdir. Bu tür havyalar sürekli yapılan lehim işlerinde kullanılır. Isıtma kaynağına bağlanarak veya bağlı olarak çalışırlar. Bu tür havyalar ısı kaynağının çeşidine göre adlandırılır:

- Gaz ısıtmalı havyalar



Resim 1.10: Bütan gaz ısıtmalı havyalar

- Sıvı gaz yağlı pompa ile ısıtmalı havyalar: Elektrik ve bütan gazlarının çok bulunmadığı zamanlarda kullanılmaktaydı.



Resim 1.11: Sıvı pompalı havya



Resim 1.12: Rüzgârdan koruyan başlıklı havya

- **Elektrik ısıtmalı havyalar:**

- ✓ **Silindir keski uçlu havyalar:** Daha çok ince kalay kaplamalı tenekeler için lehimlemelerde kullanılır. Metal teknolojisi atölyesinde yapılan tenekeler için de kullanılmaktadır (**Resim 1. 16**).



Resim 1.16: Uç çapları farklı havyalar

- ✓ **Çalışma sıcaklığını gösteren havyalar:** Soğuk ve yüksek sıcaklıkta yapılan hatalı lehimlemeleri engeller, çalışma sıcaklığını gösterir (**Resim 1. 13**).



Resim 1.13: Çalışma sıcaklığı gösteren havyalar

- ✓ **Silindir sivri uçlu havyalar:** Elektrik ve elektronikte kullanılan malzemelerin lehimlenmesinde kullanılır (**Resim 1. 14**).



Resim 1.14: Sivri uçlu havya

- **Kendinde ısıtma özelliği bulunmayan (havya) aletler**

Teknolojinin kullanılmadığı şartlarda bu tür havyalar ile çalışılır. Elektrik olmadığı, gaz ile ısıtmanın bittiği durumlarda diğer ısıtma türü olan ateş veya benzerleri ile ısıtma işlemi yapılabilir. Önce havya ucu ısıtılır sonra havya ile eritilen lehim yüzeylere uygulanır.

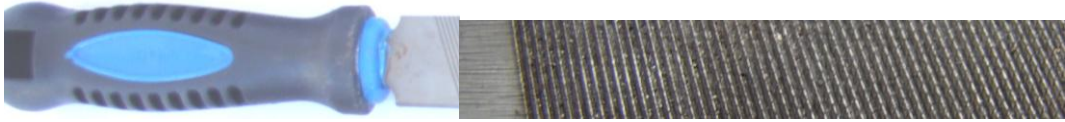
1.1.4.4. Yumuşak Lehimlemede Temizlik

Yumuşak lehimlemede temizlik çok önemlidir. Önce mekanik temizlik, sonra kimyasal temizlik yapılmalıdır. Bu temizlik havya ve birleştirilecek gereçlere uygulanır.

1.1.4.5. Mekanik Temizleme

Lehimleme öncesi ve sonrasında kullanılacak havya ucu ile iş parçalarının birleştirilecek kısımlarının temizlenmesinde kullanılır. Bu yüzey temizleme araçları şunlardır:

- **Eğge:** Yumuşak metallerin eğgenmesinde tek sıra dişli eğge kullanılır.



Resim 1.15: Yumuşak metal eğgesi

- **Fırça:** Elde ve el bireyiz makinesine (matkap makinesi) takılarak yüzeylerin temizlenmesini sağlar.



Resim 1.16: El fırçası



Resim 1.77: Matkap uçlu fırça

Zımpara: Diğer temizleme araçlarının kullanılmadığı yerlerde zımpara kâğıdı kullanılabilir.



Resim 1.18: 1 nu.lı zımpara kâğıdı

1.1.4.6. Kimyasal Temizleme

Kimyasal Temizlik yapmada pastalar ve lehim suyu kullanılır.

Lehim pastası ve özellikleri: İş parçalarının yüzeyindeki pas, kir vb. oksitli maddelerin giderilmesinde kullanılan kimyasal ürünlerdir. Parçaların yüzey temizleme işlemi petrol ürünlerinden elde edilen maddeler ile yapılmaktadır. Genellikle elektronik parçalarının lehimlemede kullanılır.

Lehim suyu ve özellikleri: Hidroklorik asit (HCL) içerisine su katılarak (**Resim 1.19**) veya asit içerisine miktarına göre küçük çinko parçacıkları atılarak (**Resim 1.20**) iki şekilde hazırlanır.

Dekapan: Kaynakçılık ve lehimlemede metallerin ergimesini ve işlemin yapılmasını kolaylaştıran maddelere denir. Lehimlemede kullanılan kimyasal temizlik maddelerine genel olarak dekapan da denir.

Alev ile ısıtılan havyaların temizliğinde nişadır, elektrik ile ısıtılan havyaların temizliğinde pastalar kullanılır.

Yumuşak lehimleme kullanılan kimyasal temizleme maddelerinin çeşitleri:

- **Söndürülmemiş sıvı pasta (Hidroklorik asit):** HCL sembolle gösterilir. Su içerisine 1/8 oranında asit eklendikten sonra kullanılmalıdır. Sulandırma işlemi mutlaka **iş güvenliği tedbirleri** alınarak yapılmalıdır.



Resim 1.19: Lehim pastası (su ile)

- **Asidin çinko ile söndürülmüş pastası:** Asit (HCL) içerisine konulan çinko metalinin kimyasal tepkimeye girmesi ile oluşmaktadır. Genellikle işletme ustaları tarafından hazırlanır. Söndürülme işlemi mutlaka **iş güvenliği tedbirleri** alınarak yapılmalıdır.



Resim 1.20: Lehim pastası (çinko ile)

➤ **Hazır lehim pastası**



Resim 1.21: Hazır lehim pastası

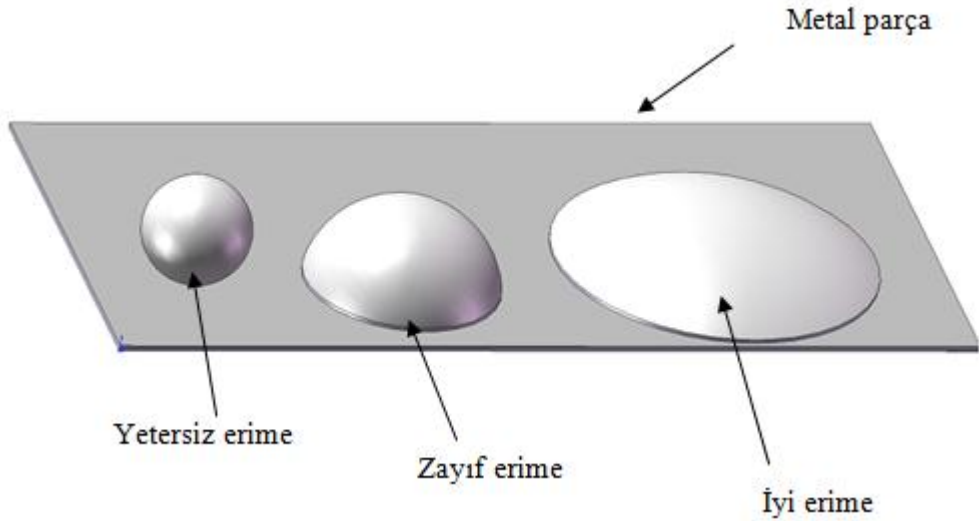
1.1.5. Yumuşak Lehimlemenin Yapılışı ve Yapılırken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Lehim ek telinin eridiği ve birleştirdiği parçaların yüzeylerinde oluşturduğu en düşük yüzey sıcaklığına **çalışma sıcaklığı** denir.

Lehim ek telinin eridiği ve birleştirdiği parçaların yüzeylerinde oluşturduğu en uygun sıcaklığa **birleşme sıcaklığı** denir. Çalışma sıcaklığı ile birleşme sıcaklığı birbiri ile orantılıdır.

Hiçbir zaman çalışma sıcaklığı birleşme sıcaklığı üzerinde olmamalıdır. Çalışma sıcaklığının altındaki birleştirmelerde lehim ek teli erimiş olsa dahi uygun bir birleştirme sağlanmaz.

Yukarıda belirtilen temizleme yöntemlerine titizlikle uyulmalıdır.

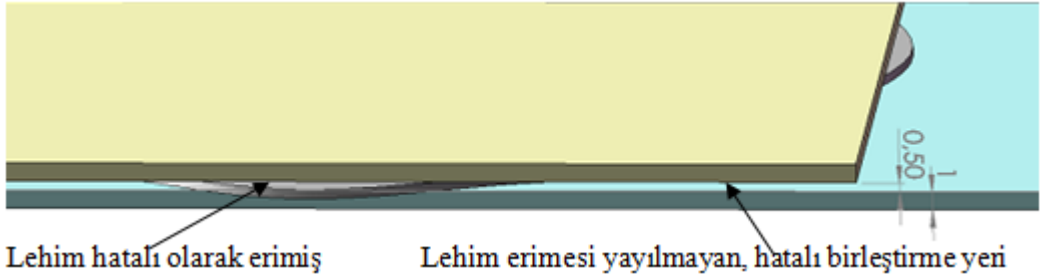


Şekil 1.2: Lehimlerin erime biçimleri

- Lehim ile birleştirilen parçalardaki iç gerilmeler en az olur.
- Parçalarda eksen kayması, çarpılma oluşmaz.
- Parçaların iç yapılarında yapı farklılıkları oluşmaz.
- İş süresi, işçilik ve ek telinden daha fazla verim alınır.
- İstenilen birleştirme dayanımını sağlar.
- Sıvıyı depolama veya taşıma özelliği verir.

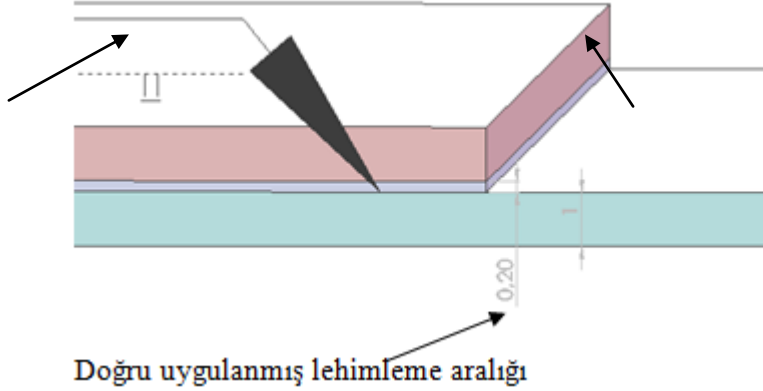
Lehimleme işleminde bazı temel uygulamaları yapmak gerekir. Bunlar:

- Lehimlemenin oluşması için eriyip sıvılaştıran lehimin parçalara tutunması gerekir.



Şekil 1.3: Lehimleme erimesi

- Birleştirilecek parçalar arasındaki lehim boşluğu veya aralığı; 0,05 mm'den az, 0,25'ten fazla olmamalıdır.



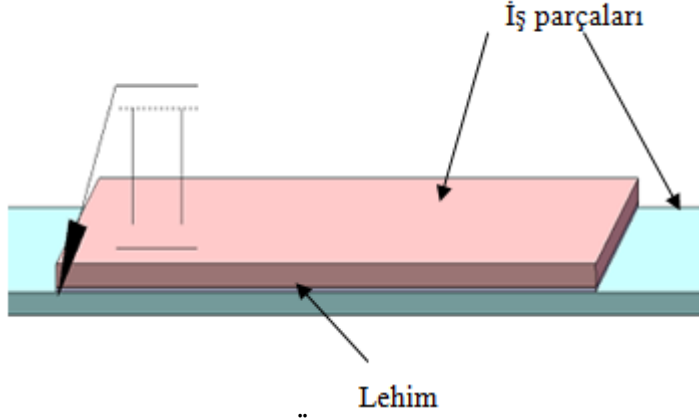
Şekil 1.4: Birleştirmede uygun lehimleme aralığı

- Birleşme yerindeki lehim sıcaklığı, lehim çubuğunun iç yapısına uygun olarak ayarlanıp yapılmalıdır. Bu lehimleme sıcaklıkları lehim ek telinde kullanılan alaşım oranına bağlıdır.

Kalay ve kurşun ters orantılıdır. Kalay oranı arttıkça lehimleme sıcaklığı düşer.

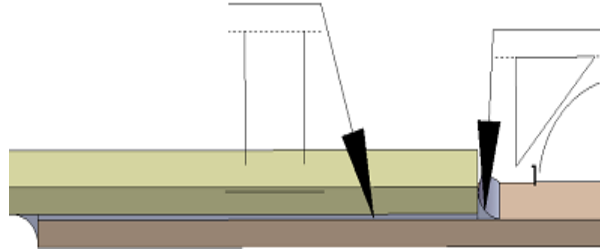
Yumuşak lehimlemede uygulanabilir birleştirme örnekleri

- **Üst üste birleştirme:** Basit birleştirmelerde kullanılır.



Şekil 1.5: Üst üste lehimleme

- **Bindirerek birleştirme:** Basit birleştirmelerde ve baca kenarlarında yağmurun sızmasını önlemek için yapılan işlerde kullanılır.

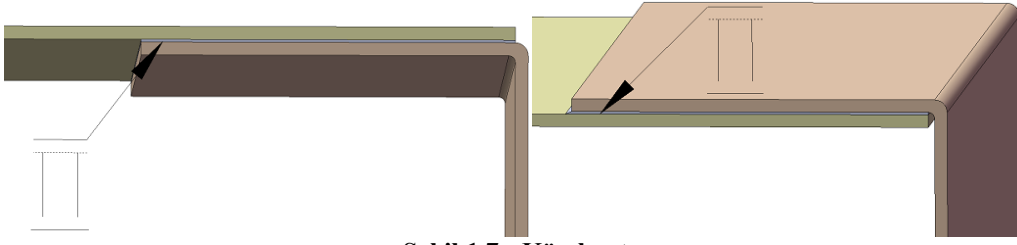


Şekil 1.6: Bindirerek lehimleme

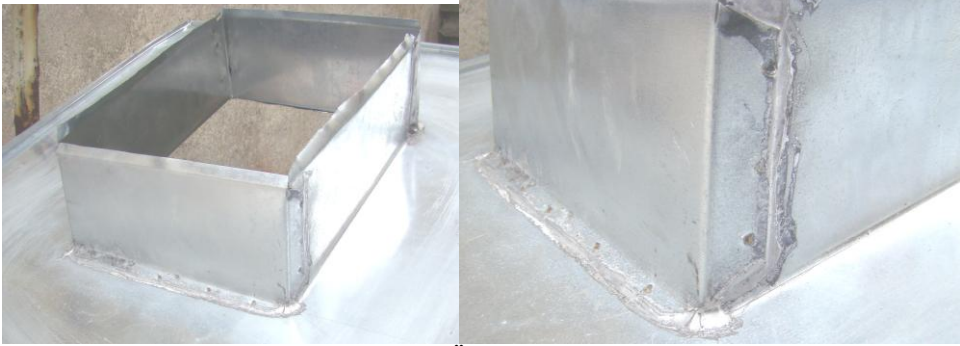


Resim 1.22: Bronz başlıkta bindirme boru ve bindirme sac lehimleri

- **Köşebent iç ve dış birleştirme:** Özellikle köşe olması istenen baca kenarı birleştirmelerinde kullanılır.



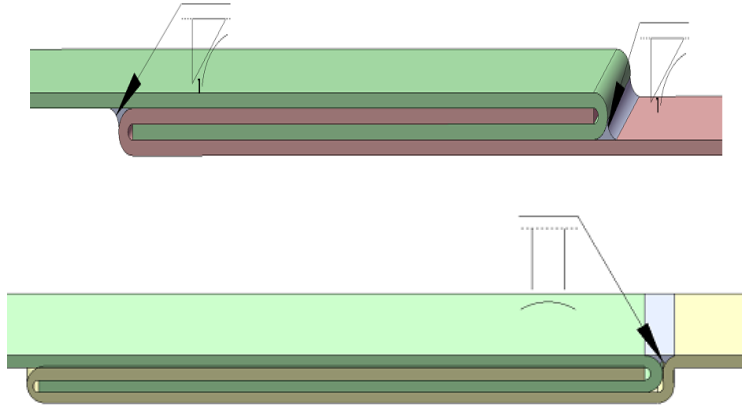
Şekil 1.7: Köşebent



Resim 1.23: Üst üste lehimleme

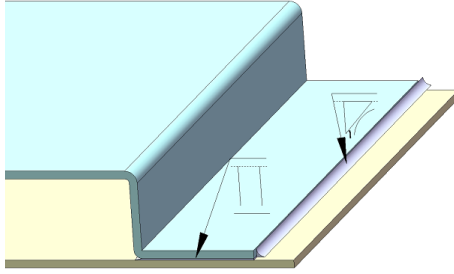
- **“S” kenetli ve düz “S” kenetli birleştirme:** Silindir soba borularında, çatı kaplamada, sağlam ve dayanıklı olması istenen uzun sac metal parçaların yapımında kullanılır.

Çalışma süresini ve işçilik maliyetini artırdığından, düz “S” kenetli birleştirme çok istenmeyen bir birleştirme çeşididir.



Şekil 1.8: Kenetli birleştirme

- **Köprülü birleştirme:** İçinde sıvı bulunan sac kapların tutamak yerlerinde (sürahi kulpu) ve sac kapak işlerinde kullanılır.

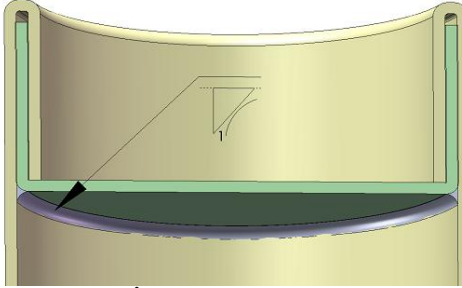


Şekil 1.9: Köprü



Resim 1.24: Köprülü kulp

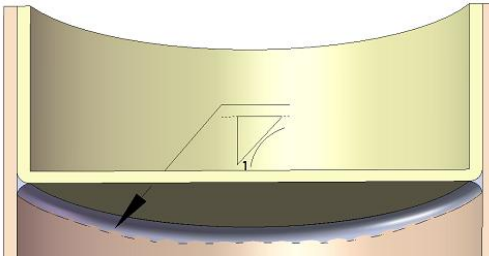
- “U” parça ile çengelli boruyu birleştirme: Sıvıların bulundurulması istenen kaplarda, depoların altlıklarında ve sıvı taşıma borularının birleştirilme kısımlarında kullanılır.



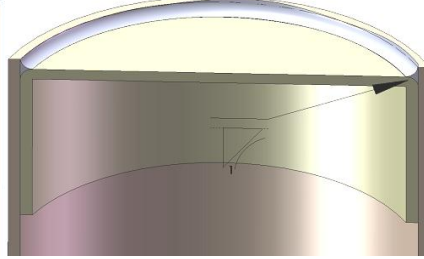
Şekil 1.10: İçe doğru kenette lehim



Resim 1.25: Boru birleştirmede lehim

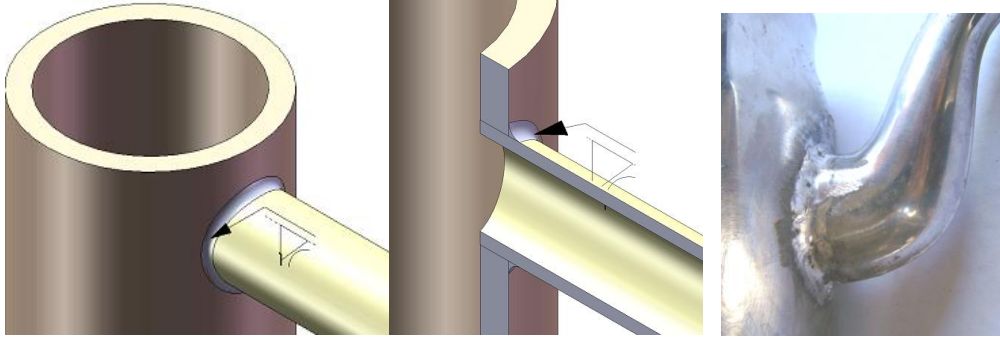


Şekil 1.11: Ters ve düz “U” birleştirme



Resim 1.26: Sıvı saklama kabının alt kısmı ve süzgecinde

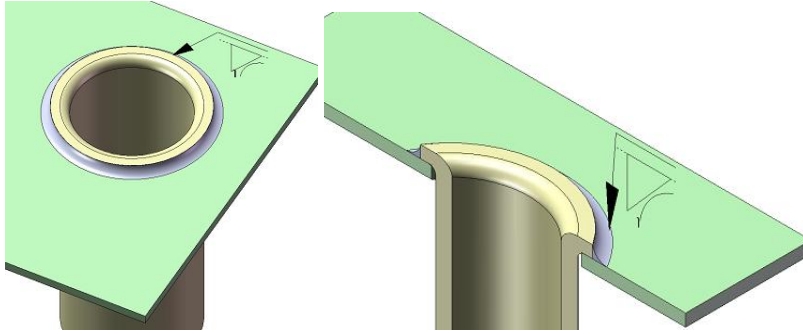
- **Boruları birbirine dik birleştirme:** Farklı silindir parçaların birleştirmelerinde, çaydanlık işlerinde ve çelik boru ile bakır borunun birleştirilmesinde kullanılır.



Şekil 1.12: Farklı borular

Resim 1.27: Çaydanlık lehim

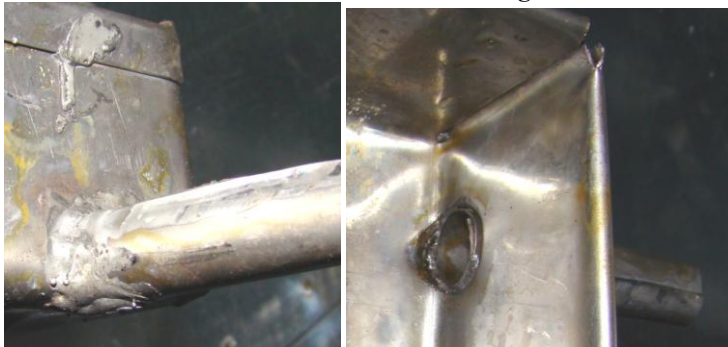
- **Flanşlı birleştirme:** Borularda; sıvı geçişlerinin önemli olduğu birleştirmelerde, sac kapların içindeki katı maddelere ulaşma ağızlarında kullanılır.



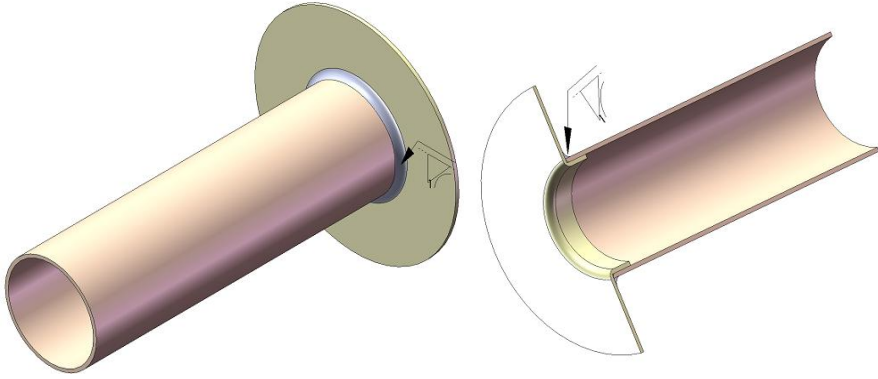
Şekil 1.13: Boru iç flanşı



Resim 1.28: Gıda saklanan teneke ağızlarında



Resim 1.29: Paslanmaz sac kullanılarak lehimlenmiş sıvı geçiş yeri



Şekil 1.14: Sac iç flanşı



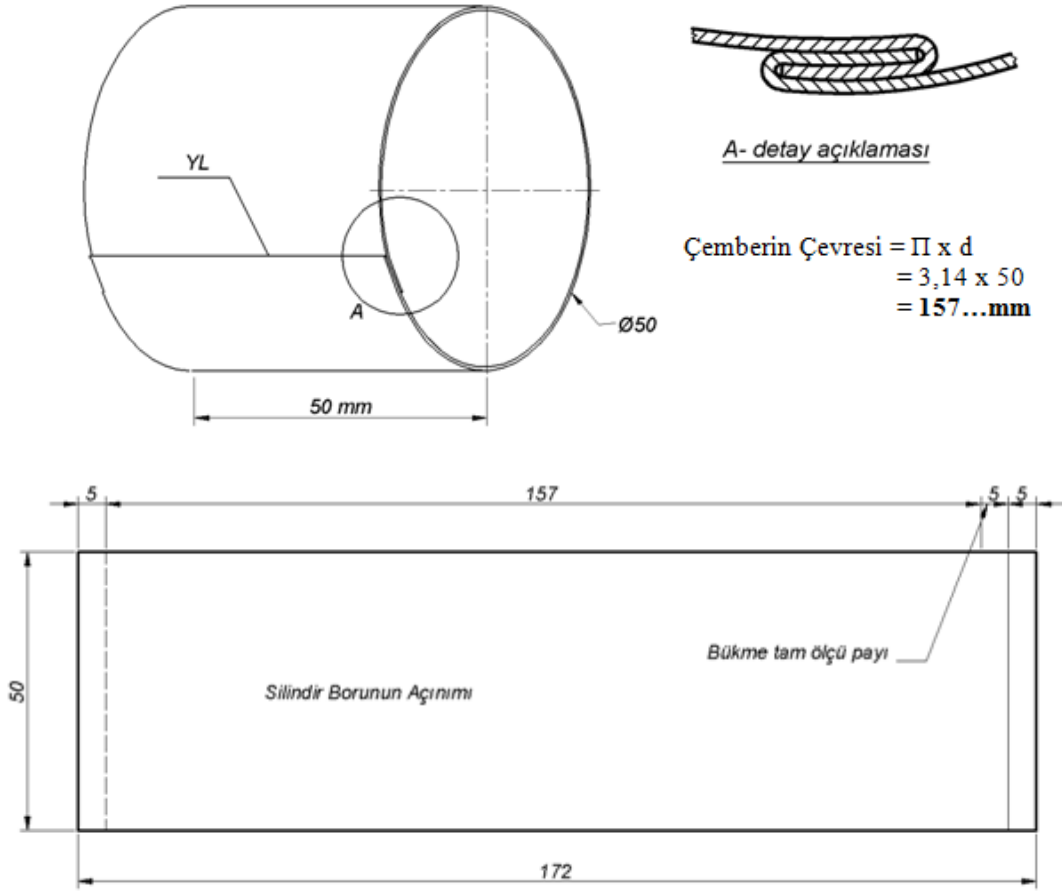
Resim 1.30: Sıvı geçiş yerlerinde

UYGULAMA FAALİYETİ

Birinci faaliyete ait iki uygulama örneği konulmuştur. Bu faaliyetlerin ikisinin de yapılması modülün zamanında işlenmesi ve atölye koşullarına bağlıdır.

Aşağıda şekli verilen silindirik malzemeye lehim uygulaması yapınız.

Silindir Boruyu Lehimleme







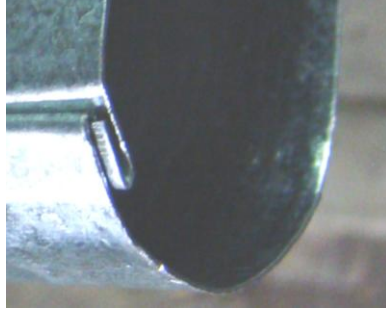
Kâğıt malzemeden yapılmış ön uygulama

Kullanılan Araç ve Gereçler



- S= 0,30x100x157 mm galvaniz (çinko) kaplı teneke sac gereci: 1 adet
- Bütan gazlı havya, %63 Sn %37 Pb ek çubuk
- Söndürülmemiş tuz ruhu pasta
- Gönye, çizgecek, tel fırça, çelik metre, ahşap takoz ve sac kesme makası

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lehimlenecek parçaları ölçüsünde kesiniz. ➤ Lehimleme takımlarını hazırlayınız.   <ul style="list-style-type: none"> ➤ Lehimlenecek malzemeleri birbirine alıştırtınız ve işlem sırasında oynamayacak şekilde alın altına sabitleyiniz.  <ul style="list-style-type: none"> ➤ Gövdenin bir kenar kısmını düz, diğerini ise tersi olarak kenet makinesinde ~130° ye kadar bükünüz. ➤ Bükülen kenar uç kısımlarını ahşap takoz ile biraz daha vurarak bükünüz. ➤ Bükülmüş kenarlarını birbirine geçiriniz.  <ul style="list-style-type: none"> ➤ Birbiriyle birleştirdikten sonra boru üzerinde kenet kısmını tam olarak bükünüz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Yapılacak temrinin iyi bir iş olması için önce kâğıt üzerinde uygulaması yapılmalıdır. ➤ Borunun açınım ölçüsünü Çemberin Çevresi = $\Pi \times d$ formülünden bulunuz. ➤ İş güvenliği tedbirleri için eldiven ve gözlük kullanınız, ➤ Boru üzerinde el ile çevirme hareketi vererek silindir biçimine getiriniz. ➤ Keskin sac kenarlarına dikkat ediniz. ➤ Kenet eki hazırlarken bükme kurallarına uyunuz. ➤ Parça büyüklüğüne uygun ısıtmayı sağlayınız. ➤ Havyanın ucunu nişadıyla temizleyip lehimini havyaya alınız. ➤ Lehimleme uygulamasından sonra lehim yüzeylerini temizleyiniz. ➤ Lehim pastasını özel kutusunda saklayınız. ➤ Yanmalara karşı iş güvenliği tedbirlerini alınız.



- Yapılan biçimlendirmedeki boru ağız gönyesini ve çap ölçüsünün son kontrolünü yapınız.
- Birleştirme yerlerini kimyasal yol ile temizleyiniz (Gerekliyorsa mekaniksel temizlik de yapınız.).
- Havyanın ucunu gerekliyorsa mekaniksel olarak temizleyiniz ve havyayı ısıtınız.



- Lehimlenecek bölgeyi havyanın ucu ile ısıtınız.
- Havyanın ucunu kimyasal olarak temizleyiniz.
- Dış kenet yerlerine lehim suyu sürünüz (parça küçükse havya ile büyükse alev ile).
- Lehimlenecek bölgeye havyanın ucunu

- sürerek lehimleme işlemini yapınız.
- Lehimlenen bölgeyi temizleyiniz.



KONTROL LİSTESİ

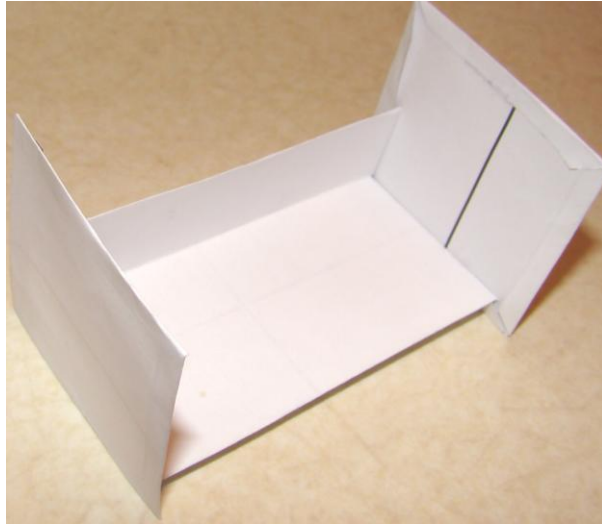
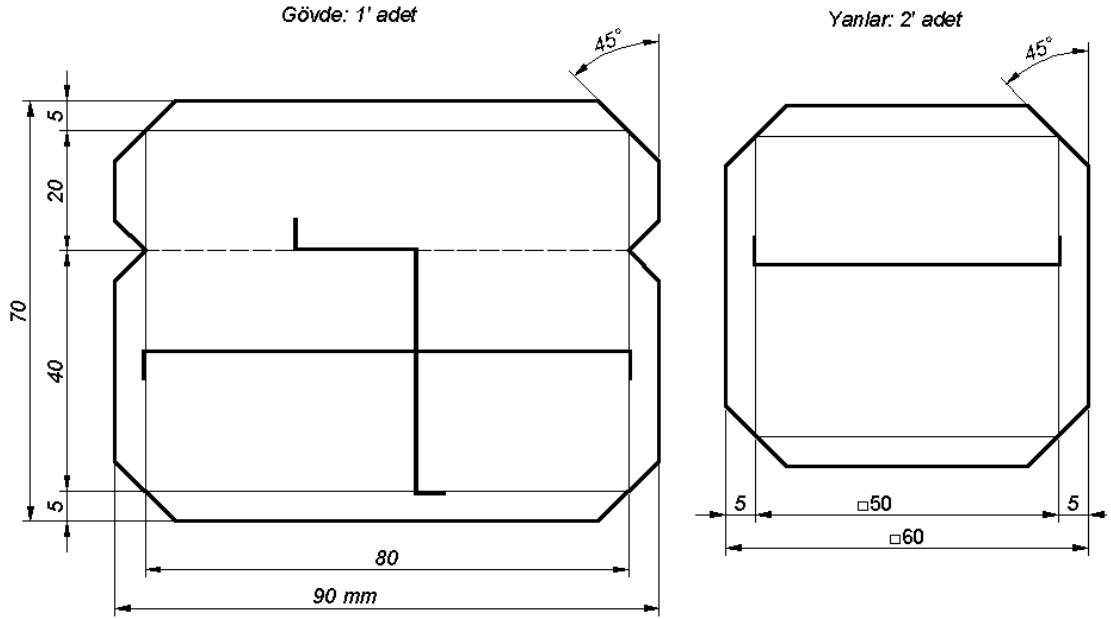
Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Malzemenin yüzeyini markaladınız mı?		
Malzemeyi belirtilen yerlerinden makas ile kestiniz mi?		
Malzemeyi kenet makinesinde belirtilen açılara ve işlem sıralarına göre bükünüz mü?		
Parçaları birbirleri ile birleştirerek uygun biçime getirdiniz mi?		
Biçimlendirmedeki son kontrolü yaptınız mı?		
İstenilen iş güvenliği tedbirlerine göre pastayı kullandınız mı?		
İstenilen lehimleme işlemini yaptınız mı?		

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda şekli ve ölçüleri verilen sac malzemeye lehim uygulaması yapınız.

Kutu İç Köşelerini Lehimleme



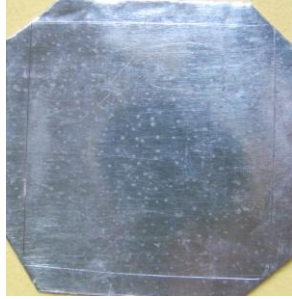
Kullanılan Araç ve Gereçler



- S= 0,25x90x70 mm kalay kaplı teneke sac gereci: 1 adet,
- S= 0,25x60x60 mm kalay kaplı teneke sac gereci: 2 adet,
- Silindir keski uçlu elektrikli havya
- Hazır pasta
- Ek teli
- Gönnye, çizecek, tel fırça, çelik metre, ahşap takoz ve sac kesme makası

İşlem Basamakları

- Lehimlenecek parçaları ölçüsünde kesiniz.
- Lehimleme takımlarını hazırlayınız.



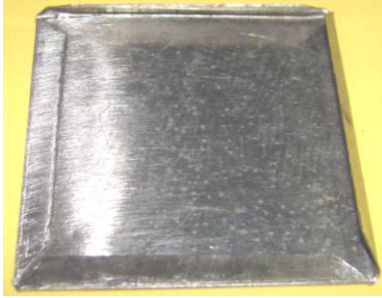
- Teneke sac parçalarının ölçülerine göre markalamasını yapınız.
- Gövde ve yan parçaları sac makası ile bükme köşelerini 45° - 90° olarak kesiniz.

Öneriler

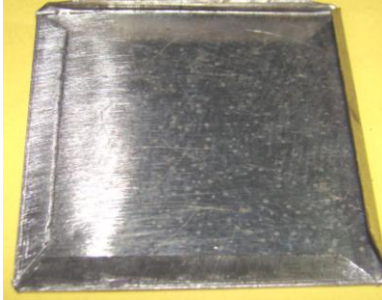
- İş güvenliği tedbirleri için eldiven ve gözlük kullanınız.
- Yapılacak temrinin en iyi iş olması için önce kâğıt üzerinde uygulaması yapılmalıdır.
- Keskin sac kenarlarına dikkat ediniz.
- Kenet eki hazırlarken bükme kurallarına uyunuz.
- Parça büyüklüğüne uygun ısıtmayı sağlayınız.
- Havyanın ucunu nişadıyla temizleyip lehim havaya alınız.
- Lehimleme uygulamasından sonra lehim yüzeylerini temizleyiniz.
- Lehim pastasını özel kutusunda saklayınız.
- Mengene ağzına ince sac bağlarken ahşap takoz ve dayama kullanınız.
- Yanmalara karşı iş güvenliği



- Yan parçaların iki bitişik kısımlarını tam bükünüz.



- Diğer iki bitişik kısımları ise ~130°ye kadar bükünüz.



- Gövde parçasının karşılıklı kısımlarını tam bükünüz.
- Diğer karşılıklı kısımlarını ise 90° olarak bükünüz.
- Ahşap takoz ile ortadan 90° olarak diğerlerine göre tersine bükünüz.



tedbirlerini alınız.

- Lehimleme işlemi sonrasında tüm takımları ve iş parçasını temizleyiniz.



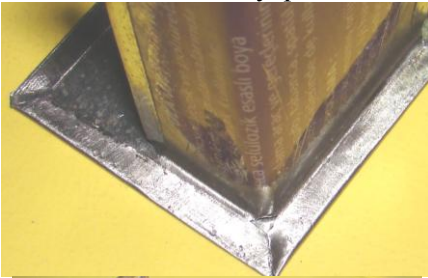
- Gövde ve yan parçaları birbirine geçirip mengene ağız ile sıkıştırarak veya çekiç ile yan sacların kenarlarını tam olarak bükünüz.

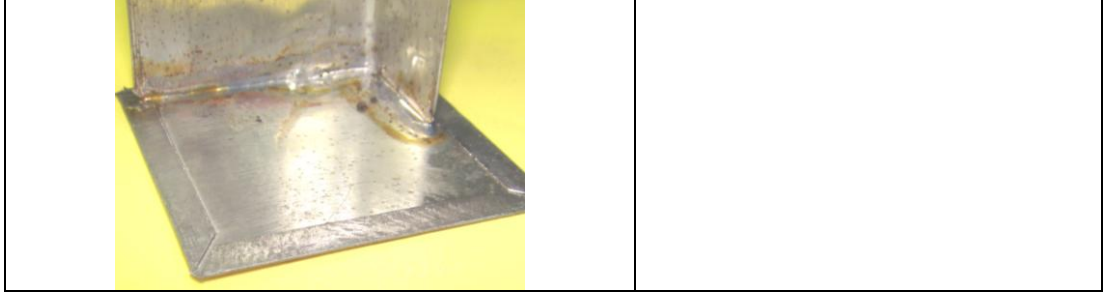


- Yapılan biçimlendirmedeki gönye ve ölçülerin son kontrolünü yapınız.



- 12-İç köşe birleşme yerlerine önce dekapan sürünüz sonra lehimleme yapınız.





KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Malzemelerin yüzeylerini temizlediniz mi?		
Malzemelerin yüzeylerini markaladınız mı?		
Malzemelerin bükme köşelerini makas ile kestiniz mi?		
Malzemeleri kenet makinesinde belirtilen açılara ve işlem sıralarına göre bükünüz mü?		
Parçaları birbirleri ile birleştirerek uygun biçime getirdiniz mi?		
Biçimlendirmedeki son kontrolü yaptınız mı?		
İstenilen lehimleme işlemini yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aynı veya farklı yapıdaki iki metali ergitmeden birleştirilmelerini sağlayan alaşım maddesine denir.
Yukarıdaki tanım aşağıdakilerden hangisine aittir?
A) Bakır
B) Tunç
C) Lehim
D) Pirinç
2. Gri beyaz renkte bir metaldir. Sn sembolü ile gösterilir. Ergime sıcaklığı 232 °C'dir.
Yukarıdaki tanım aşağıdakilerden hangisine aittir?
A) Bakır
B) Kalay
C) Çinko
D) Kurşun
3. Petrol ürünü olan kimyasal temizleme maddelerinin **genel adı** aşağıdakilerden hangisidir?
A) Lehim teli
B) Dekapan
C) Havya
D) Pürmüz
4. Mavimsi gri renkte bir metaldir. Pb sembolü ile gösterilir. Ergime sıcaklığı 327 °C'dir.
Yukarıdaki tanım aşağıdakilerden hangisine aittir?
A) Bakır
B) Kalay
C) Çinko
D) Kurşun
5. Aşağıdakilerden hangileri **lehim alaşımını** oluşturan metallerdir?
A) Bakır-Çinko
B) Bakır-Kalay
C) Kalay-Çinko
D) Kalay-Kurşun
6. Lehim suyu hazırlanırken **su içerisine** hangi oranda tuz ruhu (hidroklorik asit) ilave edilir?
A) 1/16
B) 1/4
C) 1/8
D) 1/6

7. Aşağıdakilerden hangisi **lehimlemenin yapılışında** parça yüzeylerini ısıtma veya ek telini eritme aletlerinden biri değildir?
- A) Elektrik ile ısıtma özelliği bulunan havya
B) Sıvı gaz yağ ile ısıtma özelliği bulunan havya
C) Bütan gaz ile ısıtma özelliği bulunan havya
D) Oksijen gaz ile ısıtma özelliği bulunan havya
8. Aşağıdakilerden hangisi **mekanik temizleme** aracı değildir?
- A) Nişadır
B) Eğe
C) Zımpara
D) T el fırça
9. Kendinden ısı kaynağı bulunmayan havyalarda **ısıtma işlemi** nasıl yapılır?
- A) Uç kısmından başlayarak
B) Orta kısmından başlayarak
C) Kalın kısmından başlayarak
D) Yan yüzeyinden başlayarak
10. Aşağıdakilerden hangisi yumuşak lehimlemede **çalışma sıcaklığı** aralığıdır?
- A) 900°C üzeri
B) 200°- 400°C arası
C) 400°- 900°C arası
D) 50°- 150°C arası
11. Aşağıdakilerden hangisi lehim ile birleştirmenin sağladığı **yararlarından** biri değildir?
- A) Parçalarda eksen kayması ve çarpılma oluşur.
B) Lehim ile birleştirilen parçalardaki iç gerilmeler en az değerde olur.
C) Parçaların iç yapılarında yapı farklılıkları oluşmaz.
D) Sıvıyı depolama veya taşıma özelliği verir.
12. Aşağıdakilerden hangisi **yumuşak lehim ile birleştirme uygulamalarından** biri değildir?
- A) Üst üste birleştirme
B) Kenetli birleştirme
C) Köşebent birleştirme
D) Tavan birleştirme
13. Aşağıdakilerden hangisi yumuşak lehim ile birleştirmede en uygun **lehim boşluğu veya aralık** ölçüsüdür?
- A) 0,05 - 0,25 mm
B) 0,25 - 0,5 mm
C) 0,5 - 0,75 mm
D) 0,75 - 1 mm

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Birleştirilecek parçaları birbiriyle alıştırıp temizleyebilecek ve lehimlenecek malzeme türüne göre 400-600 °C arasındaki sıcaklıkta tavlayarak lehimleme işlemini tek seferde yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Aynı türden metal kullanılarak lehimleme uygulaması yapma aşamalarını not ediniz.
- Aynı türden lehimle birleştirilmiş eşyaları inceleyerek gözlemlerinizi rapor hâline getiriniz ve bunu sınıf arkadaşlarınızla tartışınız. Bu araştırmaları yapmak için çevrenizde lehimleme alanında uygulamalar yapan işletmelerden, eğitim kurumlarından (üniversite ve mesleki öğretim veren ortaöğretim kurumları), kütüphanelerden veya internet ortamından yararlanabilirsiniz.

2. SERT LEHİMLEME YAPMAK

2.1. SERT LEHİMLEME



Resim 2.1: Sert lehimleme

Metallerin kullanıldığı tüm endüstri dallarında, üretimi yapılan gereçlerin çeşitli teknikler kullanılarak birleştirilmeye ihtiyacı vardır. Bu ihtiyacı karşılamak amacıyla yaygın olarak mekanik birleştirmeler, kaynaklı birleştirmeler ve lehimleme yöntemleri kullanılır.

Özellikle farklı kesitteki ve farklı özellikteki metallerin birbiriyle birleştirilmesinde, metalürjik uygunsuzluktan dolayı bunların kaynaklı birleştirilmesi pek mümkün olamamaktadır. Sızdırmazlık ve yüksek dayanımın da istenmesi durumunda diğer birleştirme

yöntemlerinin kullanılması da olanaksızdır. Böyle durumlarda sert lehimleme tekniği çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır.

Günümüzde endüstrinin birçok alanında yaygın olarak sert lehimleme ile birleştirme tekniğine rastlayabilirsiniz. Otomotiv sektöründe, uçak endüstrisinde, uzay sanayisinde, nükleer sanayi uygulamalarında, beyaz eşya üretiminde, makine sektöründe, havalandırma sektöründe, ısıtma sektöründe, kesici takımların üretiminde, armatür imalatında, tesisat işlerinde, gıda sektöründe, tıbbi cihazların imalatında, müzik aletlerinin imalatı gibi daha pek çok alanda sert lehimleme yöntemi kullanılmaktadır.



Resim 2.2: Sert lehim yöntemi kullanılarak birleştirilmiş endüstriyel malzemelere örnekler

2.1.1. Sert Lehimlemenin Tanımı

Aynı veya farklı cins metal malzemeleri eritmeden, 400 - 600 °C sıcaklıklar arasında eriyen ilave bir metalin (lehim alaşımı) birleştirme aralığına yayılması ve metalürjik bir bağ oluşması ile meydana gelen birleştirmeye sert lehimleme denir



Resim 2.3: Sert lehim tekniğinin uygulanışı

Sert lehimleme işleminde, birleştirilecek metaller ile ilave metal arasındaki metalürjik bağın oluşumu, difüzyon adını verdiğimiz atomların transferi ile gerçekleşir. Bu bağın güçlü olabilmesi için transferi kolaylaştıracak ve birleşim bölgesini istenmeyen unsurlardan uzaklaştıracak koruyucu dekanlar kullanılır.

2.1.2. Sert Lehimlemenin Amacı ve Önemi

Endüstriyel uygulamalarda üretimi yapılmak istenen imalatın tasarımı yapılırken parçaların hangi teknikler kullanılarak kolay ve ekonomik üretileceği araştırılır. Sert lehimleme yönteminin günümüz endüstrisinde pek çok alanda yaygın olarak kullanılmasının nedenlerini aramak, bu yöntemin önemini ve amacını ortaya koyacaktır. Sert lehimleme tekniğinin parçaların birleştirilmesinde yaygın olarak tercih edilmesinin nedenlerini şöyle sıralayabiliriz:

- Sert lehimleme ile birleştirilen parçaların dayanımı yüksektir, hatta birleştirilmesi yapılan metalden bile daha güçlü birleşimler sağlanabilir.
- Sert lehimle birleştirilmiş gereçlerde birleşim yeri darbe ve titreşimlere karşı dayanımlıdır.
- Sert lehimleme tekniğini uygulamak kolay ve hızlıdır, uygulamayı yapacak kaynakçı becerisi kolay kazandırılabilir. Lehimleme işlemini otomatik hâle getirmek mümkün olduğundan otomasyona uygundur.
- Farklı ergime derecelerine sahip metallerin, örneğin çelik ve bakırın birleştirilmesi kolay ve ekonomik şekilde yapılabilir. Bunun yanı sıra birleştirilecek metallerin farklı kalınlık ve kesitte olması da lehimlemeyi mümkün kılmaktadır.
- Sert lehimleme sıcaklığı 450°C üzerinde ve birleştirilecek gereçlerin ergime sıcaklığından daha düşük olduğu için birleşimi yapılan metallerde yüksek ısının neden olduğu deformasyonlar oluşmaz.
- Sert lehimleme tekniği diğer bağlantı yöntemlerine göre daha ekonomiktir. Birleştirme sonrası da işleme gerek duyulmadığından zaman ve maliyet düşüktür.
- Sızdırmazlık istenen birleştirmelerde kolaylıkla kullanılabilir.
- Birleşim bölgesinin estetik görüntüsü iyidir. Tercih edilen ilave telin rengine göre ana metale yakın renkte birleşim sağlanabilir.

2.1.3. Sert Lehimlemede Birleştirme Türleri

DAYANIM KRITERİ	ZAYIF	ORTA	İYİ	ÇOK İYİ
ALIN BİRLEŞTİRME				
SAC ALIN BİRLEŞTİRME				
BİNDİRME BİRLEŞTİRME				
T BİRLEŞTİRME				
BORU BİRLEŞTİRME				

Şekil 2.1: Sert lehimlemede en sık kullanılan birleştirme çeşitleri

Sert lehimleme işleminde iş parçalarının şekline, dizayn durumuna, dayanım özelliklerine bağlı olarak çeşitli birleştirme yöntemleri kullanılır. Sağlıklı bir birleştirme yapılabilmesi açısından birleştirme türünün doğru olarak seçilmesi önemlidir. Aşağıda en sık kullanılan birleştirme yöntemleri ve birleşimdeki dayanımları verilmiştir. Bunları dikkatle inceleyiniz.

2.1.4. Sert Lehimlemede Temizliğin Önemi

Sert lehimleme tekniğinde birleşme özelliklerini etkileyen pek çok unsur vardır. Bu unsurların lehimlemedeki önemi ve hangi etkenlere bağlı olarak değiştikleri bilinirse lehimleme işlemi o kadar bilinçli yapılır. Lehimleme işlemi için yüzey hazırlığı da bu unsurlardan biridir. Sert lehim ile birleştirilecek metallerin sağlıklı bir şekilde birleşimini sağlamak ve lehimleme sonrasında oluşabilecek olumsuz etkileri ortadan kaldırabilmek için sert lehimleme işleminden önce lehimleme sırasında ve lehimleme sonrasında bir dizi yüzey temizlik işlemi yapmak gerekir.

2.1.4.1. Lehimleme Öncesi Temizlik

Sert lehimin kalitesi açısından birleştirilecek yüzeylerin ön hazırlığı çok önemlidir. Yüzeyler düzgün olmalı ve oksit, çapak, yağ, gres, boya vb. unsurlardan tamamen arındırılmış olmalıdır. Bu kirler, ana metal ile ilave metalin birleşimine engel oluşturur. Yağ ve gres gibi kalıntılar yüzeydeyken lehimleme işlemine başlanacak olursa ısındıklarında bu artıklar karbonlaşarak metal yüzeyinde bir film tabakası oluşturur ve ilave metalin tutunmasına ve akmasına engel oluşturur. Yağlı yüzeyler üzerinde dekapan barınmaz ve işlevini yerine getiremediğinden yüzeylerde oksit oluşur, bu durum da lehimlemeyi olumsuz etkiler.



Resim 2.4: Sert lehimleme öncesi parçaların temizlenmesi

Metallerin yüzeyleri temiz olduğu zaman homojen bir kapiler etki sağlanacağından lehimleme öncesinde yüzey temizliğinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu yüzey hazırlığı ve temizlik işlemleri mekanik veya kimyasal yöntemlerle yapılır. Temizlenmiş yüzeyler fazla bekletilmeden sert lehimleme işlemine alınmalıdır. Çünkü bekleme süresinde havanın etkisi ile oluşan oksitler ve elde taşıma ile oluşan kirlenmeler, temizlenmiş yüzeylerin bozulmasına neden olur. Bu durumda tekrar temizleme işlemine tabi tutmak gerekir.

➤ **Mekanik temizlik yöntemleri**

- Tornada yüzeylerin temizlenerek lehimlemeye hazır hâle getirilmesi
- Tel fırça kullanarak yüzeylerin temizlenmesi
- Zımpara kullanarak yüzeylerin temizlenmesi
- Çelik bilye püskürterek yüzeylerin temizlenmesi



Resim 2.5: Mekanik temizlikte kullanılan bazı elemanlar

Kimyasal temizlik yöntemleri:



Resim 2.6: Kimyasal sprey çözücü

Gres ve yağların metal yüzeyinden temizlenmesinde en etkili yöntem kimyasal temizlemedir. Sert lehimi yapılacak metal malzemelerin özelliklerine göre kimyasal çözücüler (solvent) kullanılır. Bu çözücüler içerisine lehimlenecek malzemeler daldırılarak ya da yüzeye sprey hâlinde uygulanır. Aşağıda en fazla kullanılan kimyasal temizleyiciler verilmiştir. Bunlar:

- Trichloroethylene kullanılarak yüzeylerin temizlenmesi
- Trisodyum fosfat kullanılarak yüzeylerin temizlenmesi

Bunlarla sonuç alınmaz ise başka kimyasal temizleyiciler kullanılmalıdır.

2.1.4.2. Lehimleme Sırasında Temizlik

Metal yüzeylerinde bulunan kir, pas, yağ, boya gibi kalıntılar lehim öncesi temizlenir. Bu kalıntıların temizlenmesinden sonra lehim işlemine başlanıldığında metal yüzeyleri ısıtılmaya başlanır. Isıtılma işlemi başladığında, ısıdan kaynaklı metal yüzeylerinde oksit oluşumu hızlı bir şekilde başlar ve bu oksit oluşumunun giderilmesi gerekir. Giderilmediği takdirde ilave metal, ana metalle birleşmez. Bu nedenle de lehimleme işleminde ayrıca dekapan (flux) adı verilen yüzey temizleyicileri kullanılır.



Resim 2.7: Dekapan

Sert lehimleme işleminde kullanılan en önemli yardımcı elemanlardan biri olan dekapanlar, metalik olmayan bileşiklerdir. Genellikle lehimleme aralığına veya lehimleme bölgesine dökülerek veya sürülerek kullanılır. Birleşme alanındaki dekapan kaplaması lehimlenecek iş parçalarının yüzeylerini havanın olumsuz etkilerinden ve oksit oluşumundan koruyacaktır. Ayrıca dekapanlar aşağıdaki görevleri de yerine getirir

- Yüzeydeki oksit tabakasını çözer ve yeniden oksitlenmeye engel olur.
- Örtü görevi gören dekapanlar birleşme bölgesinin geç soğumasını sağlar.
- İlave metalin akışkanlığını ve ıslatma kabiliyetini artırır.
- Dekapanların ergime sıcaklıkları, ilave metalin ergime sıcaklığından 50-100°C daha düşük olduğundan, dekapan ergidiğinde lehimleme sıcaklığına ulaşıldığını bildirir.

Piyasada dekapanlar elektrot ve kaynak ekipmanları satan firmaların kataloglarında yer almaktadır. Dekapanlar toz, macun, sıvı ve pasta şeklinde imal edilerek piyasaya sunulur. Dekapan toz hâlindeyse ilave telle taşınarak, pasta hâlindeyse fırçayla sürerek, sıvı hâldeyse daldırılarak ve gaz hâldeyse sprey gibi püskürtülerek kullanılır. Lehim birleştirmelerinde ana metal ve ilave metalin özelliklerine en uygun dekapan seçimi oldukça önemlidir. Tablo 2.1’de DIN 8511 normuna göre sert lehimlemede kullanılan dekapanlar verilmiştir. Tabloyu dikkatli bir şekilde inceleyiniz.

DIN Tip Nu.	Dekapan Bileşimi	Etki Sıcaklığı (°C)	Kullanım Alanı
F-SH1	Bor bileşikleri ve florlar	550-800	Çalışma sıcaklığı 600°C'nin üzerinde bulunan sert lehim ilave metalleri ile kullanılır.
F-SH2	Bor bileşikleri	750-1000	Çalışma sıcaklığı 800°C'nin üzerinde bulunan sert lehim ilave metalleri ile kullanılır.
F-SH3	Bor bileşikleri, fosfat, silikat	1000°C'ye kadar	Yüksek sıcaklık ergime noktasına sahip sert lehim ilave metalleri ile kullanılır.
F-SH4	Klorür ve florür	600-1000	Çalışma sıcaklığı 600°C'nin üzerinde bulunan sert lehim ilave metalleri ile kullanılır.

Tablo 2.1: DIN 8511'e göre sert lehimlemede kullanılan dekapanlar

Sert lehimleme işleminde tüm metaller için kullanılabilir tek bir dekapan yoktur. Çünkü her dekapan farklı özelliklerde olduğu için lehimleme işlemine en uygun dekapan seçilmelidir. Sert lehimleme işlerinde en yaygın kullanılan dekapan boraktır. Boraksın etki sıcaklığı 741°C'den başlar. Dekapanlar, iş parçalarının tavlınmaya başlanmasıyla aktif duruma geçer ve etki sıcaklığına ulaşıldığında yüzeyde oluşan oksit tabakasını çözer. Tavlamanın aşırı olarak uzatılması, dekapanın iş göremez duruma gelmesine neden olur. Bu nedenle 2 dakika içerisinde lehimleme işleminin yapılmasıyla dekaptan tam olarak faydalanılmış olur.

2.1.4.3. Lehimleme Sonrası Temizlik

Sert lehim işlemi sonrasında iş parçaları üzerinde oluşan dekapan artıklarının lehimleme sonrasında temizlenmesi gerekir. Bu temizlik basit ama önemli bir işlemdir. Dekapan kalıntıları kimyasal olarak korozif bir etkiye sahiptir ve temizlenmezlerse birleşimi zayıflatabilirler. Sert lehimleme sonrası temizlik iki ayrı adımdan oluşur. Birinci adımda dekapan kalıntıları temizlenir. İkinci adımda lehimleme sonrası oluşan oksitler temizlenir.

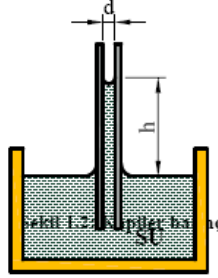
Dekapan temizliğinin en kolay yolu iş parçalarını 50°C sıcaklıktaki suda yıkamaktır. Eğer lehimleme sonrasında fazla dekapan kullanımından kaynaklı, iş parçaları üzerinde camsı kalıntılar oluşmuşsa bunlar su ile yıkamada temizlenemeyeceğinden mekanik temizlik yöntemleriyle temizlenebilir. Yeterli miktarda dekapan kullanılmadığında ise oksitlere doyan dekapan, yeşil veya siyah renkte iş parçası üzerinde kalabilir. Bu tip dekapan kalıntılarını temizlemek için 60–70°C sıcaklığında %25 HCL (tuzruhu) çözeltisi ile temizlenir



Resim 2.8: Lehimleme sonrası mekanik temizlik

2.2.4. Parçaların Birbirine Alıştırılması ve Kapiler Yükselme

Sert lehimleme işleminde çok sık duyacağınız kapiler kelimesinin sözlük anlamı kılcal, kapiler etkinin anlamı ise kılcal etkidir. Sert lehimlemede geçen kapiler etki veya kapilerbasınç, bir fizik olayını ifade etmek amacıyla kullanılır. Sıvı dolu bir kap içerisine, iç çapı “d” olan (0,05-0,5 mm arasında) bir cam boru daldırdığımızda kapiler kuvvet meydana gelir. Bu kapiler kuvvet altında sıvı, cam boru içerisinde belirli bir mesafeye (h) kadar yükselir. Bu fiziksel olaya kapiler etki veya kapiler basınç adı verilir. Şekil 2.2’i inceleyiniz.



Şekil 2.2: Kapiler yükselme

Sert lehimle birleştirilecek iş parçalarının, lehimleme aralığı 0,05-0,5 mm arasında olursa kapiler etki altında kalacak olan ve sıvı hâle gelen ilave metalin, lehimleme aralığına kendiliğinden akması sağlanacaktır. Lehimleme aralığı arttıkça kapiler basınç azalmaktadır. Bu nedenle de 0,5 mm’den büyük aralıklarda kapiler lehimleme gerçekleşmemektedir. Üfleçle yapılan lehimleme işlemlerinde bu aralığın en fazla 0,3 mm civarında tutulması sağlıklı bir birleşmeyi sağlamaktadır.



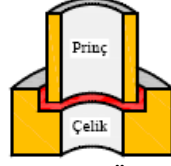
Şekil 2.3: Kapiler etki ile lehimleme işlemi

Metalik malzemelerin yüzeyleri, gözle görülemeyecek ancak mikroskopla izlenebilecek pürüzlere sahiptir. Üst üste bindirilerek lehimlenecek iş parçalarında, herhangi bir boşluk verilmesine gerek kalmaksızın, pürüzlü yüzeylerinden dolayı kapiler etkiyi oluşturacak boşluk da kendiliğinden oluşmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli husus, ısının etkisiyle metalik parçaların genişerek lehimleme aralığının genişlemesi veya daralmasıdır. Lehimleme aralığının sabit tutulabilmesi için ısının etkisiyle parçaların genişmesi dikkate alınarak lehimleme aralığı bırakılmalıdır. Bunun için bazı mekanik sıkıştırma işlemleri de yapılabilir.

Kapiler basınç etkisi ile lehimlenecek aralığa akan sıvı ilave metal, ana metallerin yüzeylerini ıslatarak metalürjik bir bağın oluşumunu başlatır. Difüzyon adı verilen bu olayla ilave metal ile ana metal atomları arasında bir transfer başlar ve ilave metal ana metal yüzeyine tutunur. Isı kesilerek lehimlenen parçalar soğumaya başladığında katılaşma da başlar, artık oluşan bağ ile iş parçaları birbirlerinden ayrılmayacak şekilde birleşmiş olur.

Sert lehimlemede iş parçası için birleşme yöntemi seçildikten sonra en önemli husus kapiler etkinin sağlanabilmesi için parçalar arasına uygun lehimleme aralığının

bırakılmasıdır. İş parçaları arasında verilecek lehimleme boşluğunda parçaların ısı genleşmeleri dikkate alınmalıdır.



Şekil 2.4: Örnek

Bunu bir örnekle açıklamak istersek; Şekil 2.4'teki pirinçten bir boruyu, çelik bir yuvaya sert lehimle birleştirdiğinizi düşünelim. Parçalara oda sıcaklığında kapiler etki oluşacak kadar lehimleme boşluğu veriniz. Pirinç malzeme ısıtıldığında, çeliğe göre ısı genleşmesi fazla olduğundan çelikten daha fazla genişler. Sonuç olarak da parçalar ısıtıldığında bu boşluk tamamen dolar ve lehimin akabileceği aralık kalmaz. Bu sorundan kurtulmanın yolu, parçalara lehimleme boşluğu verilirken daha fazla aralık bırakılmasıdır.

Lehimleme aralığı 0,5 mm den büyük aralıklarda, kapiler lehimleme gerçekleşmediğinden, lehimleme aralığı ergimiş ilave metal ile doldurulur. Yapılış yöntemi olarak ergitme kaynaklarının tekniğine benzediğinden bu yönteme "lehim kaynağı" adı verilmiştir. Birleştirilecek parçalara elektrik ark kaynağında olduğu gibi "X" veya "V" kaynak ağızı açılıp ergitilmiş lehim alaşımı ile dolgu yapılarak birleşme sağlanmaktadır.



Şekil 2.5: Lehim kaynağı işlemi

İş parçalarının lehimlenmeye hazırlanmasında, yukarıda verilen örneğin dışında daha pek çok farklı durumlarla da karşılaşılır. Farklı kesit ve farklı türde malzemelerin lehimlenmeden önce sağlıklı bir birleşim için birbirlerine alıştırılması, uygun birleşim yönteminin seçilmesi, doğru dekapan ve ilave dolgu metali seçimi ile gerçekleşir.

2.1.5. Sert Lehimde Kullanılan İlave Teller ve Tel Seçimi

Sert lehimleme, birleştirilecek malzemelerin ergitilmeden ve 450°C üzerinde ergiyen ilave bir metal (lehim alaşımı) kullanılarak birleştirilmesi olarak tanımlanmıştır. 450°C üzerinde ergiyen ilave metal, birleştirme aralığına yayılarak ısıtılması ile birleştirilecek metallere ilave metal arasında metalürjik bir bağ oluşturmaktaydı. Bu tanımdan da anlaşılacağı üzere sert lehimleme işleminde en önemli rollerden birini ilave dolgu metalleri oynamaktadır. Sert lehimleme işleminde, birleşimin kalitesini belirleyen ilave dolgu metalinin doğru şekilde seçilmesi gerekir. İlave dolgu metallerinin seçiminde dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Kullanılacak ilave dolgu metalinin erime sıcaklığının, ana metalin özelliklerini değiştirecek değerde olmaması gerekir.
- İlave dolgu metali 450°C üzerinde erimeli ve metal malzeme olmalıdır.
- Ana metalin erime derecesi, dolgu metalinin erime derecesinin en az 200°C üzerinde olmalıdır.
- İlave dolgu metali, ana malzeme yüzeylerini iyi ıslatabilmelidir.

- İlave dolgu metali özellikleri, kullanılacak lehimleme tekniğiyle uyumlu olmalıdır. Lehimlemede renk farklılığı istenmediğinde dolgu metali, ana metale uyacak şekilde seçilmelidir.



Resim 2.9: İlave metaller

Sert lehimlemede kullanılan ilave dolgu metalleri, endüstriyel ihtiyaçları karşılamak için piyasada farklı formlarda bulunur. Tel, levha, şerit, toz, folyo ve hamur formlarında ilave dolgu metalleri üretilerek piyasaya sunulmaktadır. Karmaşık şekilli iş parçalarının lehimle birleştirilmesinde, özel geometrik şekilli dolgu metallerine ihtiyaç duyulabilir. Böyle durumlarda özel üretim yapılarak dolgu malzemesi hazırlanır.

Piyasada elektrot ve kaynak ekipmanları satan firmaların kataloglarında ilave dolgu metallerini bulabilirsiniz

2.1.5.1. Sert Lehimlemede Kullanılan İlave Tel Çeşitleri

Sert lehimlemede kullanılan ilave dolgu metalleri, DIN 8513, TS 6274 gibi standartlarda sınıflandırılmıştır. Dolgu malzemeleri saf metal olarak lehimlemede pek fazla kullanılmaz, çoğunlukla alaşım yapıp zenginleştirilerek kullanılır. Bu standartlarda kullanılan dolgu malzemeleri, kimyasal bileşimlerine, ergime aralıklarına, teknik özelliklerine vb. göre sınıflandırılır. Gümüş, bakır, alüminyum, nikel, altın gibi metaller ve alaşımları günümüzde en fazla kullanılan dolgu metalleridir.

2.1.5.2. Sert Lehimlemede Kullanılan İlave Tel Özellikleri

Bu bölümde uygulamalarda en fazla kullanılan sert lehim ilave dolgu metalleri, özellikleri ve kullanım alanları kısaca açıklanacaktır.

➤ Gümüş ve gümüş alaşımli sert lehim dolgu metalleri

Gümüş (Ag), çok nadiren saf olarak dolgu metali olarak kullanılır. Çünkü çok pahalıdır. Bu nedenle alaşım yapılarak kullanılır. Gümüş ve gümüş alaşımli dolgu metallerinin kullanıldığı sert lehimleme yöntemine “gümüş kaynağı” adı da verilir. Gümüş içeren dolgu metalleri pek çok ana malzeme ile uyum gösterir. Birleşim bölgesinin mekanik, fiziksel ve iletkenlik özellikleri çok iyidir. Düşük sıcaklıklarda sert lehim yapma imkânı sağlayan kadmiyum içerikli gümüş sert lehim dolgu metallerinin kapiler özelliği, akıcılığı ve boşluk doldurma özelliği yüksektir. Çeliklerin, temper dökme demirlerin, bakır, nikel ve alaşımlarının ve adı geçen metallerin birbiri ile sert lehiminde kullanılır. Bronz ve pirinç malzemelerde yüzey kaplama amacıyla kullanıma uygundur. Eşanjör, radyatör, şofben, termosifon, havlupan, evaporatör, kondansatör, kolektör, kompresör, kamp tüpü, klima, havalandırma filtreleri ve sistemleri imalatında, otomotiv motor armatürlerinde, gemi makinelerinin, buzdolabı, diğer beyaz eşya ve kimya sanayi boru bağlantılarında kullanılır.

Elektrik iletkenliği özelliklerinden dolayı kablo, kablo pabucu, kontaktör, bobin, pano, transformatör, elektrik tesisatı ve ölçü aletleri bağlantılarında geniş kullanıma sahiptir. Torna kalemi gibi sert metallerin birleştirilmesinde çok iyi sonuç verir.

Çeliklerin, paslanmaz çeliklerin, dökme demirlerin, nikel ve nikel alaşımlarının, bakır ve bakır alaşımlarının gümüş içerikli alaşımlarla sert lehiminde F-SH1 türü dekapanlar kullanılır. Bu dekapanlar, sert lehim öncesi yüzeyi temizler ve sert lehim esnasında ilave telin malzemeye yayılmasını sağlar. Sert lehim sonrasında oluşan dekapan artığı mekanik olarak sıcak suda fırçalanarak, parçalar sıcak iken suya daldırılarak veya özel solüsyonlar kullanılarak temizlenebilir.

➤ **Bakır ve bakır alaşımlı sert lehim dolgu metalleri**

Bakır (Cu), gümüşten daha ucuz olduğu için uygulamalarda yaygın olarak ilave dolgu metali olarak kullanılır. Gümüşe göre lehimleme sıcaklığı daha yüksektir. Özel durumlar haricinde bakır, alaşım yapılarak ilave dolgu metali olarak kullanılır. Çelik yüzeyini çok iyi ıslatırlar, akıcıdırlar ve geniş aralıkları rahatlıkla doldurabilirler. Bakır, ilave dolgu metallerinin özellikleri geliştirilmek için kullanılacak yere göre içlerine nikel, fosfor, çinko, gümüş katılarak alaşım yapılır. Uzun yıllardır bilinen bakır-çinko (pirinç) alaşımları sert lehimlemede yaygın olarak kullanılmaktadır. %40-60 oranında çinko katılarak yapılan pirinç dolgu metalleri 800°C üzerinde ergirler. Ergime sıcaklığını düşürmek için bakıra fosfor ilave edilir. Bu alaşımın özelliği dekapan gerektirmemesidir. Daha farklı istekleri cevaplayabilmek için farklı elemanlar katılarak dolgu metalleri zenginleştirilir.

Bakır-çinko alaşımı sert lehim telleri; çeliklerin, küresel dökme demirlerin, bakırın ve 950°C'nin üzerinde katılma sıcaklığı olan bakır alaşımlarının kapiler sert lehiminde, lehim kaynağında ve yüzey kaplamasında kullanılır. Galvanizli sacların sert lehiminde galvanize zarar vermeden sert lehim yapma özelliğine sahiptir. Havalandırma sistemlerinde, otomotiv sanayinde boru ve kaporta bağlantılarında, dekorasyon, metal mobilya, hastane ekipman ve mobilyaları, elektrik panosu, banyo kazanı, hidrolik-pnömatik ekipmanlar ve tekstil makineleri imalatında kullanım alanına sahiptir. Bakır-fosfor alaşımı sert lehim tellerinin kapiler akma özelliği iyidir. Bakırla bakırın birleştirilmesinde en ideal sert lehim telidir ve dekapan gerektirmez. Pirinç ve bronz malzemelerin kapiler sert lehimine uygundur.

Bakır-çinko ve bakır-çinko-nikel alaşımı sert lehim tellerinin kullanıldığı birleşimlerde, F-SH 2 türü dekapanlar kullanılır. Bu dekapanlar, sert lehim öncesi yüzeyi temizler ve lehimleme sırasında ilave telin malzemeye yayılmasını sağlar. Sert lehim sonrasında yüzeyde dekapan artığı oluşur. Dekapan artıklarını mekanik olarak, sıcak suda fırçalanarak, parçalar sıcak iken suya daldırılarak veya özel temizleme solüsyonları kullanılarak temizlenebilir.

➤ **Alüminyum ve alüminyum alaşımlı sert lehim dolgu metalleri**

Alüminyum (Al) içeren ilave dolgu metalleri, alüminyum ve alaşımlarının sert lehiminde kullanılır. Alüminyum ilave dolgu metallerinin özelliklerini geliştirmek için bakır, çinko, magnezyum gibi elemanlar kullanılır. Dolgu metallerinin ergime derecesi 580-620°C arasındadır. Sert lehim dolgu metalleri tel ve folyo şeklinde üretilerek piyasaya sunulmuştur.

Alüminyum-silisyum alaşımlı ilave dolgu metalleri alüminyum ve alaşımlarının sert lehiminde kullanılır. İçerisinde %7'den fazla silis içeren alüminyum-silis alaşımları ve alüminyum-silis-magnezyum alaşımları, döküm ve döküm alaşımlarının lehimlenmesinde ayrıca hadde alüminyum alaşımlarının lehimlenmesine uygundur. Sert lehimde çok iyi kapiler akışa sahiptir. Sert lehim bağlantılarında alüminyum alaşımları ile hem yapı hem de

renk olarak çok uyumludur. Sert lehim sırasında karbürleyici alev kullanılmalıdır. Alüminyum ve alaşımları güneş kolektörü, çaydanlık, fritöz vb. imalatında yoğun olarak kullanılır.

Alüminyum ve alaşımlarının sert lehiminde F-LH1 türü hafif metal dekapanları kullanılır. Dekapan kullanımı alüminyum ve alaşımlarının lehimlenmesinde çok önemlidir ve dikkat gerektirmektedir. Bu dekapanlar sert lehim öncesi yüzeyi temizler ve sert lehim esnasında ilave dolgu metalinin malzemeye yayılmasını sağlar. Lehimleme sonrası dekapan artıkları koroziftir, bu nedenle mutlaka temizlenmelidir. Dekapan artıkları su ile temizlenebilir, ılık sodalı su banyosunda çok kolay temizlenir.

➤ **Uygulamada en fazla kullanılan sert lehim dolgu alaşımları**

Aşağıdaki tabloda sert lehim uygulamalarında en sık kullanılan dolgu metal alaşımlarını oluşturan elemanların bileşim oranları verilmiştir. Seçeceğiniz dolgu metal alaşımının içeriği için aşağıdaki tabloyu inceleyiniz.

LEHİM GRUBU	% OLARAK BİLEŞİMLERİ										
	Cu	Zn	Ag	Ni	Cd	Sn	P	Si	Mn	Al	Fe
Al	47							4-13		Kalan	
Ag	14-35	Kalan	12-76	3,5	2,5	5,5					
Cu	98-100		1					2	2		
Cu-Zn	50-62	Kalan	1	1		4,5		0,2	1		1,2
Cu-Zn-Ni	43-50	Kalan	1	3-11		0,3		0,2			
Cu-P	78		15				7				

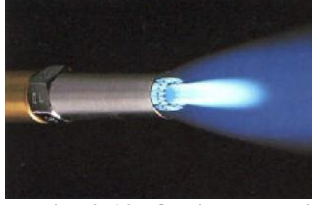
Tablo 2.2: Sert lehim dolgu alaşımlarını oluşturan elemanların bileşim oranları

2.1.6. Sert Lehimlemede Isıtma Türleri

Sert lehimleme işleminde, birleştirilecek iş parçalarının ve ilave dolgu metalinin lehimleme sıcaklığına getirilmesi gerekmektedir. İş parçalarının sert lehimlenmesinde kullanılan ısı kaynakları şunlardır:

- Üfleçle lehimleme
- Fırında lehimleme
- Endüksiyonla lehimleme
- Elektrik direnci ile lehimleme
- Elektrik arkı ile lehimleme
- Erimiş lehim banyosuna daldırılarak lehimleme
- Dekapan banyosuna daldırılarak lehimleme
- Lazer lehimlemesi
- Optik lehimleme

2.1.7. Oksi-Gaz Alevi ile Sert Lehimleme



Resim 2.10: Oksi-gaz alevi

Sert lehimleme işleminde birleşmenin yapılabilmesi için lehimlenecek parçaların ve ilave dolgu metalinin ısıtılması gereklidir. İnce ve kalın kesitli parçaların sert lehimleme uygulamalarında yaygın olarak kullanılan ısıtma yöntemi ise üfleç ile yapılındır. Üfleç ile yapılan lehimlemelerde oksi-gaz kaynağında kullanılan tüm ekipmanlar kullanılmaktadır. Yanıcı bir gazın (asetilen veya propan), basınçlı oksijen ile yakılarak elde edilen alev sayesinde lehimleme işlemi için gerekli ısı elde edilir. Oksi-gaz kaynağı ile ilgili modüllerden de hatırlayacağınız gibi kullanılan üç farklı alev türü vardır.

- **Normal alev:** Oksijen ve yanıcı gaz oranları eşittir. Oluşan alev konisinin ön kısmında çekirdek adı verilen yerdeki sıcaklık 3500°C'dir. Alev konisinin uç kısımlarına doğru sıcaklık 1200°C düşer ve bu kısma alev yelpazesi adı verilir.
- **Karbürleyici alev:** Yanıcı gaz oranı fazla olan alevdir. Alev konisi normal alevle göre daha uzundur ve sakin bir yanma şeklindedir.
- **Oksitleyici alev:** Oksijen oranı fazla olan alevdir. Sert sesli yanma özelliğine sahiptir ve en yüksek sıcak bu alevle sağlanır.

Sert lehimlenecek metallerin özelliklerine göre alev seçimi yapılır. Kaliteli bir birleştirme için doğru alevin seçilmesi zorunludur. Örneğin çelik, bakır gibi metallerin sert lehimlenmesinde normal alev kullanılırken pirinçlerin sert lehimlenmesinde oksitleyici alev kullanılır ve alüminyumun sert lehimlenmesinde karbürleyici alev kullanılmaktadır.

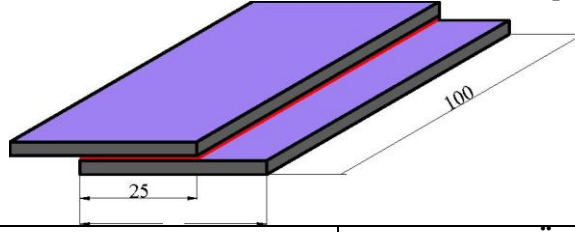
Sert lehimi yapılacak metallerin kalınlığına ve büyüklüğüne göre üfleç seçimi yapılır. Lehimlenecek bölge lehimleme sıcaklığına kadar ısıtılır, dekapanın ergimesinden birleşme sıcaklığına ulaşıldığı anlaşılır. Isıtma işlemi bu noktadan sonra daha dikkatli yapılmalıdır ve metallerin daha fazla ısınmaması için alevin yelpaze bölümünden yararlanılmalıdır. İlave dolgu metali lehimleme bölgesine verilerek birleşme tamamlanır. Alev direkt olarak ilave metali üzerine tutulmamalıdır aksi takdirde ilave metal yanabilir. Lehim alevi ana metallere yelpaze hareketi uygulayarak ilave metalin ilerlemesini sağlar. Böylelikle lehimleme işlemi tamamlanır.



UYGULAMA FAALİYETİ

Bu uygulama faaliyetinde, aşağıda resmi ve ölçüleri verilen çelik saclar oksî-gaz kaynak alevi ile birbiri üzerine bindirilerek sert lehimle birleştirilecektir. İşlem basamaklarına ve uyarı direktiflerine dikkatle uyunuz, gerektiğinde öğretmeninizden yardım isteyiniz.

Ortam : Metal işleri atölyesi

Donanım: Oksî-gaz kaynak donanımı, tel fırça, zımpara, kaynak gözlüğü, eldiven, 40x100x1,5 mm ölçüsünde 2 adet çelik sac malzeme, boraks, pirinç te



İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Yukarıda resmi verilen çelik sacları, giyotin makasta veya kollu makasta ölçüsünde kesiniz.➤ Bu birleştirme yöntemi için mekanik temizleme araçlarından yararlanılacaktır. Lehimlenecek iş parçalarının kesilen kenarlarındaki çapakları eğe ile alınız.   <ul style="list-style-type: none">➤ Çelik türü malzemelerin sert lehimlenmesinde normal alev kullanılmaktadır. Tüpleri açınız, uygun üfleci seçtikten sonra lehimleme alevini normal olarak ayarlayınız.➤ Parçaların sert lehim yapılacak kısımlarını 600°C'ye kadar tavlayınız. Bu sıcaklık kullanacağınız dekapanın (boraks) etkili olacağı sıcaklıktır.	<ul style="list-style-type: none">➤ Mesleğinizin gerektirdiği kurallara uyunuz. Uygulamaya başlamadan önce iş giysinizi giyiniz, eldiven ve gözlüğünüzü hazır bulundurunuz.➤ Parçaların yüzeylerindeki yağ, kir, boya, pas vb. tel fırça ile temizleyiniz. Lehimleme öncesi temizliğin gerekliliğini hatırlayınız.➤ Parçaların yüzeylerini zımpara ile düzleştiriniz. Bu, kapiler basıncın etkisini artıracaktır.➤ Parçaları birbirine alıştırınız, lehimlenecek yüzeylerin temas noktalarında sorunlar varsa gideriniz.➤ Malzemelerin sert lehimlenmesinde koruyucu dekapan kullanınız.➤ Lehimleme sırasında ısının etkisinden dolayı, yanma kazalarından korununuz. Kaynak ekipmanlarındaki gaz kaçaklarını kontrol ediniz. Lehimleme sırasında çıkan duman zehirli olduğundan solumayınız.➤ İş güvenliğinizi tehlikeye sokacak davranışlardan kaçınınız.➤ Çalışma ortamında tehlike yaratabilecek unsurları uzaklaştırınız.➤ İş parçalarını, kaynak masası üzerinde lehimlemeyi yapacağınız pozisyonda yerleştiriniz. Gerektiğinde mengene, kıskaç gibi



- Sert lehimleme işlemi bittiğinde parçanızı soğutunuz. Yüzeyde kalan artık dekapanları ve camsı tabaka oluşmuş ise bunları tel fırça ile temizleyiniz.

aletlerden faydalanabilirsiniz.

- Sert lehim yapılacak bölgeye dekapan uygulayınız. Bunu elinizle tuz serper gibi yapabilirsiniz veya ilave telle taşıyabilirsiniz.
- Dekapan ergimeye başladığında bu size lehimleme zamanının geldiğini gösterecektir. İlave telinizi de dekapana batırarak ısıtınız ve lehimlenecek bölgeye damlatınız. Kullandığımız pirinç tel yaklaşık 800°C’de ergimektedir.
- Lehim damlasına alevi direkt olarak tutmayınız, alevi orta kısımları ile yelpaze hareketi uygulayarak lehim aralığına ilave metalin yayılmasını sağlayınız. Kapiler etki ile ilave tel, parçaların arasına yayılarak birleşmeyi sağlayacaktır. Gerekli olduğunda tel vermeye devam ediniz ancak fazla tel vererek ilave metalin yığılmasına da engel olunuz.

KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1- İş önlüğünüzü giydiniz mi?		
2- Resmi verilen iş parçasının saclarını ölçüsünde kestiniz mi?		
3- Parçalarının kesim kenarındaki çapakları eğe ile aldınız mı?		
4- Sacların yüzeyini tel fırça ile temizlediniz mi?		
5- Zımpara ile parçaların yüzeyini düzğünleştirdiniz mi?		
6- Lehimlenecek parçaları birbirine alıştırdınız mı?		
7- Koruyucu dekapan olarak boraks seçtiniz mi?		
8- İlave metal olarak pirinç seçtiniz mi?		
9- Kaynak gözlüğü ve eldiveninizi taktınız mı?		
10- Lehimleme aralığını doğru olarak ayarladınız mı?		
11- Kaynak alevi olarak normal alev ayarladınız mı?		
12- Parçalarınızı 600°C'ye kadar tavladınız mı?		
13- Dekapanı lehimleme bölgesine uyguladınız mı?		
14- İlave metal telinizi parça üzerine damlattınız mı?		
15- İlave metali lehimleme aralığına alev yardımı ile yaydınız mı?		
16- Kapiler basınç etkisi oluşturduğunuz mu?		
17- Lehimleme işlemi bittiğinde parçaları soğuttunuz mu?		
18- Lehimleme sonrası dekapan artıklarını ılık su ile yıkadınız mı?		
19- Tel fırça ile dekapan artıklarını temizlediniz mi?		
20- Gerekli güvenlik kurallarına uydunuz mu?		

DEĞERLENDİRME

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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

- İş parçalarını ergitmeden 400 – 600 °C aralığında yapılan birleştirme türü aşağıdakilerden hangisidir?
A) Elektrik ark kaynağı
B) Oksi-gaz kaynağı
C) Yumuşak lehim
D) Sert lehimleme
- Sert lehimleme yönteminin günümüzde yaygın olarak kullanılmasının nedeni aşağıdakilerden hangisi değildir?
A) Farklı metaller lehimlenebilir.
B) Plastik türü malzemeler kolaylıkla lehimlenebilir.
C) Lehimleme işlemi kolay ve hızlıdır.
D) Lehimlenen parçaların dayanımı yüksektir.
- Aşağıdakilerden hangisi kapiler etkinin oluşması için gerekli lehimleme aralığıdır?
A) 0-0,5 mm
B) 0,05-0,5 mm
C) 0,5-1 mm
D) 0-0,05 mm
- Aşağıdakilerden hangisi koruyucu dekapanın görevlerindedir?
A) Yüzeydeki oksit tabakasını çözer.
B) Lehimleme sıcaklığını gösterir.
C) Örtü görevi görerek atmosferin etkilerinden korur.
D) Hepsi
- Aşağıdakilerden hangisi mekanik temizleme yöntemlerinden biri değildir?
A) Eğe
B) Tel fırça
C) Tuz ruhu
D) Zımpara
- Lehimleme sırasında ısının etkisiyle oluşan oksit tabakası aşağıdakilerden hangisi uygulanarak giderilir?
A) Isı azaltılır.
B) Alev türü değiştirilir.
C) Dekapan kullanılır.
D) Parçalar zımparalanır.
- Sert lehimlemede lehimleme aralığı 0,5 mm'den büyük olursa bu birleştirmeye aşağıdakilerden hangisinin adı verilir?
A) Yumuşak lehim
B) Lehim kaynağı
C) Gümüş kaynağı
D) Hiçbiri

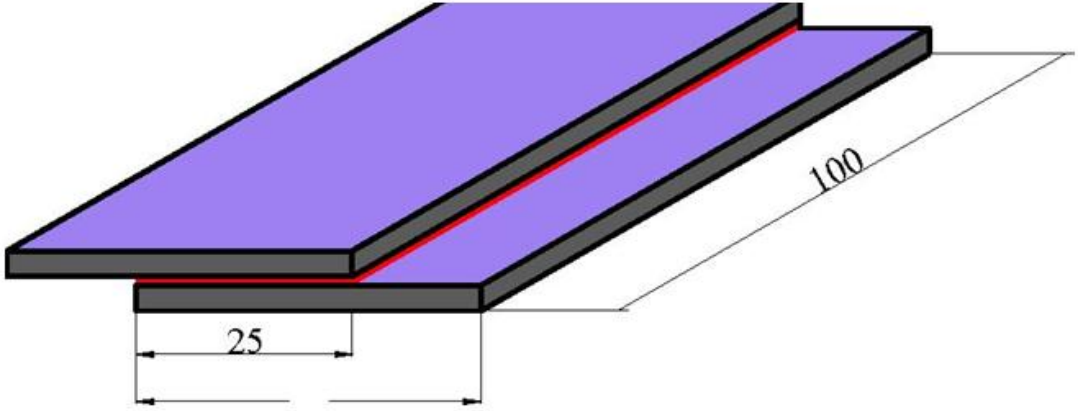
8. Düşük karbonlu çeliklerin lehimlenmesinde aşağıdaki alev türlerinden hangisi seçilir?
- A) Normal alev
 - B) Oksitleyici alev
 - C) Karbürleyici alev
 - D) Hiçbiri

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

40x100x1,5 mm ölçüsünde 1 adet bakır ve 1 adet alüminyum levhayı sert lehim yöntemi ile birleştiriniz.



Kullanılacak gereçler: Oksi-gaz kaynak donanımı, tel fırça, zımpara, kaynak gözlüğü, eldiven, malzeme, boraks, pirinç tel

KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1- İş önlüğünüzü giydiniz mi?		
2- Resmi verilen iş parçasının saclarını ölçüsünde kestiniz mi?		
3- Parçalarının kesim kenarındaki çapakları eğe ile aldınız mı?		
4- Sacların yüzeyini tel fırça ile temizlediniz mi?		
5- Zımpara ile parçaların yüzeyini düzgünleştirdiniz mi?		
6- Lehimlenecek parçaları birbirine alıştırdınız mı?		
7- Koruyucu dekapan olarak boraks seçtiniz mi?		
8- İlave metal olarak pirinç seçtiniz mi?		
9- Kaynak gözlüğü ve eldiveninizi taktınız mı?		
10- Lehimleme aralığını doğru olarak ayarladınız mı?		
11- Kaynak alevi olarak normal alev ayarladınız mı?		
12- Parçalarınızı 600°C'ye kadar tavladınız mı?		
13- Dekapanı lehimleme bölgesine uyguladınız mı?		
14- İlave metal telinizi parça üzerine damlattınız mı?		
15- İlave metali lehimleme aralığına alev yardımı ile yaydınız mı?		
16- Kapiler basınç etkisi oluşturduunuz mu?		
17- Lehimleme işlemi bittiğinde parçaları soğuttunuz mu?		
18- Lehimleme sonrası dekapan artıklarını ılık su ile yıkadınız mı?		
19- Tel fırça ile dekapan artıklarını temizlediniz mi?		
20- Gerekli güvenlik kurallarına uydunuz mu?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetlerini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	B
3	B
4	D
5	D
6	C
7	D
8	A
9	A
10	B
11	A
12	C
13	A

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	B
3	B
4	D
5	C
6	C
7	B
8	A

KAYNAKÇA

- ADNAN Kasım, **Oksi-Gaz Kaynağı**, Emel Matbaası, Ankara, 1987.
- Sıtkı LALİK, Arbeitsstelle für Betriebliche Berufsausbildung Bonn, Türk Tarih Kurumu Basım evi.
- ŞAHİN Sami, **Metal İşleri Meslek Teknolojisi**, Şafak Matbaası, Ankara.
- SERFİÇELİ Y.Saip, **Soğuk ve Sıcak Şekillendirme**, Forum Ofset, Ankara, 1997.
- M.E.Y., **Metal Meslek Bilgisi**, Millî Eğitim Basımevi, İstanbul, 2000.
- Özcan KULAKSIZ, Ömer ÇAKIR, Oğuz ULUSOY, **Metal Meslek Bilgisi**, Ajans Türk Matbaacılık Sanayi AŞ, Ankara, 1995.
- SÜRENKÖK Ruhi, **Malzeme**, Millî Eğitim Basımevi, İstanbul, 1973.
- ANIK Selahattin, E. Sabri ANIK, Murat VURAL, **1000 Soruda Kaynak Teknolojisi El Kitabı**, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2000.
- Metal Handbook- Vol 6, Welding and Brazing, **ASM Handbook Committee**, Metals Park, Ohio, 1983.
- OĞUZ Burhan, **Sert Lehimleme**, Oerlikon Yayınları, İstanbul, 1988.
- UZUN Hüseyin, **Sert Lehimleme Prensipleri**, Değişim Yayınları, İstanbul, 2002.
- TS 5596 Standardı, **Sert Lehim ve Lehimleme - Terimler ve Tarifler**, Türk Standartları Enstitüsü Yayınları, Ankara, 1988.