

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**MOTORLU ARAÇLAR TEKNOLOJİSİ**

**DİRENÇ KAYNAĞI, LEHİMLEME VE  
PERÇİNLEME**

**Ankara, 2013**

- 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 .....  | iv |
| GİRİŞ .....  | 1  |
| ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....  | 3  |
| 1. ELEKTRİK DİRENÇ KAYNAĞI .....   | 3  |
| 1.1. Tanımı ve Otomotiv Endüstrisindeki Yeri .....                       | 4  |
| 1.2. Çeşitleri .....   | 4  |
| 1.3. Direnç Kaynağı ve Direnç Kaynak Makineleri .....                    | 5  |
| 1.3.1. Makinenin Tanıtılması .....                                       | 6  |
| 1.3.2. Akım Ayarı .....  | 6  |
| 1.3.3. Soğutma Mekanizması .....   | 7  |
| 1.4. Direnç Kaynağı ile Saç Parçaların Kaynağı Uygulama Teknikleri ..... | 7  |
| 1.5. Direnç Kaynak Hataları .....  | 8  |
| UYGULAMA FAALİYETİ .....   | 10 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....   | 13 |
| ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....  | 14 |
| 2. Direnç KAYNAĞI İLE MONTAJ .....                                       | 14 |
| 2.1. Direnç Kaynağının Otomotiv Gövdesinde Kullanıldığı Yerler .....     | 15 |
| 2.2. Direnç Kaynağı ile Gövde Onarımı .....                              | 18 |
| 2.3. Alın Kaynak Makinesi Bilgisi .....                                  | 20 |
| UYGULAMA FAALİYETİ .....   | 22 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....   | 25 |
| ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....  | 26 |
| 3. DİKİŞ KAYNAĞI .....   | 26 |
| 3.1. Dikiş Kaynağı Uygulama Teknikleri .....                             | 27 |
| 3.2. Dikiş Kaynak Hataları .....   | 29 |
| UYGULAMA FAALİYETİ .....   | 30 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....   | 32 |
| ÖĞRENME FAALİYETİ-4 .....  | 33 |
| 4. LEHİMLEME .....   | 33 |
| 4.1. Lehimin Tanımı .....  | 34 |
| 4.2. Lehimin Önemi .....   | 34 |
| 4.3. Yumuşak Lehim .....   | 35 |
| 4.3.1. Yumuşak Lehimin Tanımı ve Önemi .....                             | 35 |
| 4.3.2. Yumuşak Lehim Alaşım Elemanları .....                             | 36 |
| 4.3.3. Yumuşak Lehim Temizleme Maddeleri .....                           | 37 |
| 4.3.4. Kimyasal Temizleme Maddeleri .....                                | 37 |
| 4.3.5. İş Parçalarının ve Havyanın Temizlenmesi .....                    | 38 |
| 4.4. Yumuşak Lehim Uygulama Teknikleri .....                             | 39 |
| 4.5. Yumuşak Lehim Uygulama Hataları .....                               | 42 |
| UYGULAMA FAALİYETİ .....   | 43 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....   | 46 |
| ÖĞRENME FAALİYETİ-5 .....  | 47 |
| 5. YUMUŞAK LEHİMLE SIZDIRMAZLIĞIN SAĞLAMA .....                          | 47 |
| 5.1. Yumuşak Lehimle Sızdırmazlığın Sağlanabileceği Malzemeler .....     | 47 |

|  |    |
|--|----|
| 5.2. Yumuşak Lehim Sızdırmazlığı Sağlama Uygulama Teknikleri ..... | 48 |
| 5.3. Yumuşak Lehim Uygulama Hataları .....                         | 48 |
| UYGULAMA FAALİYETİ .....   | 49 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....                                       | 52 |
| ÖĞRENME FAALİYETİ-6.....   | 53 |
| 6. SERT LEHİM .....  | 53 |
| 6.1. Tanımı ve Önemi .....   | 54 |
| 6.2. Sert Lehim Alaşım Elemanları .....                            | 55 |
| 6.3. Sert Lehim Temizleme Maddeleri .....                          | 57 |
| 6.4. Kimyasal Temizleme Maddeleri .....                            | 57 |
| 6.5. İş Parçalarının Sert Lehimlemeye Hazırlamak .....             | 58 |
| 6.6. Sert Lehim Uygulama Teknikleri .....                          | 59 |
| 6.7. Sert Lehim Uygulama Hataları .....                            | 59 |
| UYGULAMA FAALİYETİ .....   | 60 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....                                       | 63 |
| ÖĞRENME FAALİYETİ-7 .....  | 64 |
| 7. FLANŞ LEHİMLEME.....  | 64 |
| 7.1. İş Parçalarını Flanş Lehimlemeye Hazırlamak .....             | 65 |
| 7.2. Flanş Lehimleme Uygulama Teknikleri.....                      | 66 |
| 7.3. Flanş Lehim Uygulama Hataları .....                           | 66 |
| UYGULAMA FAALİYETİ .....   | 67 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....                                       | 70 |
| ÖĞRENME FAALİYETİ-8.....   | 71 |
| 8. Akışkan Borulara Sert Lehim Yapma.....                          | 71 |
| 8.1. Boru Malzemeyi Sert Lehimlemeye Hazırlamak.....               | 72 |
| 8.2. Sert Lehim Uygulama Teknikleri .....                          | 72 |
| UYGULAMA FAALİYETİ .....   | 74 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....                                       | 78 |
| ÖĞRENME FAALİYETİ-9.....   | 79 |
| 9. PERÇİNLE BİRLEŞTİRME.....                                       | 79 |
| 9.1. Tanımı ve Çeşitleri.....                                      | 79 |
| 9.2. Otomotiv Endüstrisinde Uygulama Alanları.....                 | 80 |
| 9.3. Sac Kalınlığına Göre Perçin Boyu Hesabı .....                 | 80 |
| 9.4. Pop Perçinler .....   | 81 |
| 9.4.1. Tanımı ve Kullanım Alanları.....                            | 82 |
| 9.4.2. Çeşitleri.....  | 82 |
| 9.4.3. Otomotiv Gövde Sektöründe Kullanım Alanları .....           | 83 |
| 9.4.4. Uygulanma Teknikleri .....                                  | 84 |
| 9.5. Pop Perçin Tabancaları ve Kullanımı .....                     | 85 |
| UYGULAMA FAALİYETİ-1 .....   | 86 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....                                       | 92 |
| ÖĞRENME FAALİYETİ-10.....  | 93 |
| 10. ŞİŞİRMELİ PERÇİNLER.....                                       | 93 |
| 10.1. Tanımı ve Özellikleri .....                                  | 93 |
| 10.2. Çeşitleri .....  | 94 |
| 10.4. Şişirmeli Perçin Aparatları ve Kullanımı .....               | 95 |

---

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 10.4.1. Perçin Çekici.....     | 95 |
| 10.4.2. Perçin Çektirmesi..... | 95 |
| 10.4.3. Perçin Yuvaları .....  | 96 |
| UYGULAMA FAALİYETİ .....       | 97 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....   | 97 |
| MODÜL DEĞERLENDİRME .....      | 97 |
| CEVAP ANAHTARLARI.....         | 97 |
| KAYNAKÇA.....                  | 97 |

# AÇIKLAMALAR

|  |   |
|--|---|
| <b>ALAN</b>                                    | <b>Motorlu Araçlar Teknolojisi</b>  |
| <b>DAL/MESLEK</b>                              | <b>İş Makineleri ve Otomotiv Elektromekanik</b>   |
| <b>MODÜLÜN ADI</b>                             | <b>Direnç Kaynağı, Lehimleme ve Perçinleme</b>  |
| <b>MODÜLÜN TANIMI</b>                          | Elektrik direnç kaynağı, lehimleme ve perçinleme ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.   |
| <b>SÜRE</b>                                    | 40/32   |
| <b>ÖN KOŞUL</b>                                | Bu modülün ön koşulu yoktur.  |
| <b>YETERLİK</b>                                | Elektrik direnç kaynağı, lehimleme ve perçinleme yapmak   |
| <b>MODÜLÜN AMACI</b>                           | <b>Genel Amaç</b><br>Standart süre içerisinde, direnç kaynağı, lehimleme ve perçinleme işlemlerini standartlara uyarak emniyetli, düzgün ve temiz bir şekilde yapabileceksiniz.<br><b>Amaçlar</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Sac parçaları direnç kaynağı ile birleştirebileceksiniz.</li><li>2. Direnç kaynağı ile montaj yapabileceksiniz.</li><li>3. Dikiş kaynağı yapabileceksiniz.</li><li>4. Yumuşak lehimle sacları birleştirebileceksiniz.</li><li>5. Yumuşak lehimle sızdırmazlık sağlayabileceksiniz.</li><li>6. Sert lehimle sacları birleştirebileceksiniz.</li><li>7. Flanş sert lehim yapabileceksiniz.</li><li>8. Akışkan borulara sert lehim yapabileceksiniz.</li><li>9. Sacları pop perçin ile birleştirebileceksiniz.</li><li>10. Sacları şişirmeli perçin ile birleştirebileceksiniz.</li></ol> |
| <b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b> | <b>Ortam:</b> Kaynak atölyesi, derslik<br><b>Donanım:</b> Direnç kaynak makinesi, sac malzemeler, otomotiv gövdesi ve yedek parçaları, zımpara, çelik malzeme, ısı kaynağı, havya, nişadır, lehim pastası, pirinç tel, oksijen gaz kaynak avadanlıkları, boraks, matkap tezgâhı, el bireyzi, markalama aletleri, matkaplar, perçin tabancası ve perçinler, şişirmeli perçin aparatı, perçinler, çekiç   |
| <b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>                  | Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.   |

# GİRİŞ

## **Sevgili Öğrenci,**

Yeni bir otomobil dikkatle incelendiğinde kaynakla birleştirilmiş kısımlar görülmez. Oysaki otomobil üretilirken ön tampondan arka tampona kadar bütün kısımlarında kaynaklı birleştirme yapılır. Gerçekten de günümüz otomobillerini kaynak yapılmaksızın uygun fiyata mal etmek, montajını gerçekleştirebilmek mümkün değildir.

Şasi, doğrultmada, karoseri onarımında, kaporta işlerinin hemen her çeşidinde kaynak tekniklerinden yararlanır. Şasilerin takviye edilmesinde, yeni karoseri parçalarının yerine bağlanmasında, eskimiş saç yüzeylerinin yamanmasında kaynak kullanılır. Bütün bu işlemler direnç kaynağıyla yapılır. Bu nedenle kaportacılar kaynak prensiplerini ve bunları uygulama yeteneğini kazanmış olmalıdırlar.

Hazırlanmış olan bu modül ile farklı kesitteki ve farklı özelliklerdeki malzemeleri direnç kaynağı ve lehimleme ile birleştirebileceksiniz. Edindiğiniz bilgi ve becerileri otomobil kaportası onarımlarında kullanabileceksiniz.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

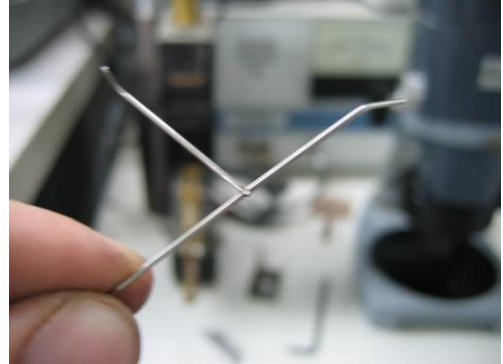
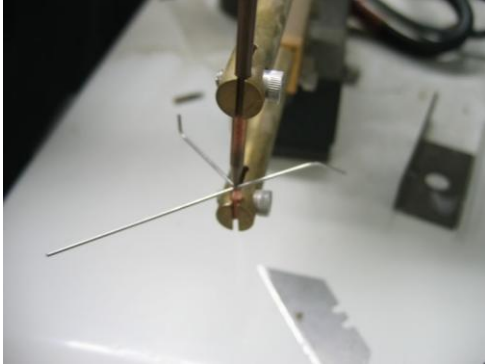
Sac parçaları direnç kaynağı ile birleştirebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Direnç kaynağı, elektrik akımından yararlanılarak gerçekleşir. Bu nedenle, elektrik akımıyla ilgili bilgilerin hatırlanması gerekmektedir.
- Direnç kaynağı sadece çelik ve alaşımlarına uygulanmaz. Değişik metallere uygulanabilir olması, söz konusu metalleri tanımanız gereğini açığa çıkarır. Çelik dışı metallerin neler olduğunu araştırınız.

## 1.ELEKTRİK DİRENÇ KAYNAĞI

Direnç kaynağı, iş parçalarından geçen elektrik akımına karşı iş parçalarının gösterdiği dirençten sağlanan ısı ve aynı zamanda, basınç uygulanmasıyla gerçekleştirilen bir kaynak yöntemidir (bk. Resim 1.1). Malzemeden geçen elektrik akımının meydana getirdiği ısının dışında, herhangi bir ısı uygulanmamaktadır. Isı, kaynak edilecek kısımlarda meydana gelir ve basınç kaynak makinesindeki elektrotlar veya çeneler aracılığıyla uygulanır. Elektrik direnç kaynağı için gerekli alçak gerilim ve yüksek akım şiddetindeki elektrik gücü, kaynak transformatorlerinden sağlanır. Basınç ise hidrolik veya mekanik donanımlarla temin edilir.



**Resim 1.1: İş parçasının elektrotlar arasında duruşu ve aynı parçanın kaynak sonrası**

## 1.1. Tanımı ve Otomotiv Endüstrisindeki Yeri

Metaller, cinslerine göre farklılık göstermelerine rağmen, iyi birer iletkenlerdir. Böyle olunca, direnç makinelerinde üretilen akımın üzerlerinden geçirilmesiyle, sıcaklıklarında önemli değişiklikler oluşturulması mümkündür. Ortaya çıkan sıcaklık değişiklikleri metalin ergimesine olanak tanır ancak meydana getirilen ısı, kaynaklı bir birleştirme ortamının ortaya çıkarılması için yeterli değildir. Çünkü ergiyik durumdaki metalik özelliklere sahip iki parçanın birleşmesi için eriyiklerinin iç içe geçmesi şarttır. Bu nedenle ısı ile birlikte basınç uygulanması gereği de vardır. Hem ısının hem de basıncın oluşturulmasında etkin olarak elektrotlardan yararlanır fakat direnç kaynağının en önemli parçalarından biri olan elektrotlar, elektrik ark kaynağında olduğu gibi eriyerek kaynak metalini oluşturmaz. Görevleri, kaynak alanına ısı oluşumunu sağlayan kaynak akımını ve başka donanımlar ile ortaya çıkarılan basıncı iletmekle sınırlanmıştır.

Direnç kaynağıyla ilgili bu genel bilgiler doğrultusunda, tanımı şu şekildedir: Basınç ve kaynak akımı yardımıyla oluşturulan kaynaklı birleştirme, direnç kaynağı olarak tanımlanır.

Tanımdan esinlenerek direnç kaynağının elektrik akımından ve basınçtan faydalanmak suretiyle bir kaynaklı birleştirme olduğu sonucuna varmak mümkündür. Direnç kaynağı üç aşama gerçekleştirilerek uygulanır.

- Sıkıştırma
- Akım uygulama
- Basınç

Sıradan bir otomobil gövdesinde 5000 nokta kaynağı vardır. Tüm dünyada her yıl üretilen on milyonlarca otomobil düşünüldüğünde otomotiv gövdesi üretimindeki önemi açığa çıkar. Öte yandan direnç kaynaklarıyla yıpranmış ya da kazaya uğramış otomobil gövdeleri onarılabilmektedir.

## 1.2. Çeşitleri

Elektrik direnç kaynağı yöntemleri, uygulama şekillerine göre aşağıdaki gibi gruplandırılabilir:

### **A-) Nokta kaynağı**

a-) Normal nokta kaynağı

b-) Kabartılı nokta kaynağı

### **B-) Dikiş kaynağı**

a-) Sürekli dikiş kaynağı

b-) Aralıklı dikiş kaynağı

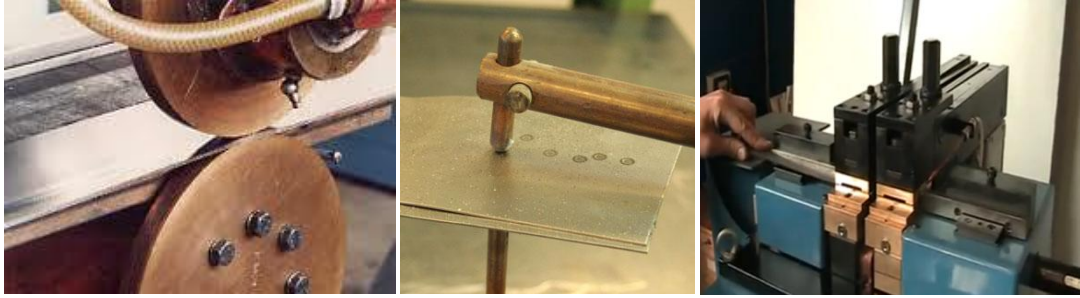
### **C-) Alın kaynağı**

a-) Basınçlı alın kaynağı

b-) Yakma alın kaynağı

Bütün direnç kaynağı yöntemleri, uygun bir akım şiddeti-kaynak zamanı düzenlemesini gerektirir.

Kaynak bölgesinin ısınma ve soğuma hızları, zaman ekonomisi bakımından mümkün olduğu kadar yüksek olmalıdır. Demir esaslı malzemelerde bu hız gevrek bir kaynak dikişi meydana getirecek kadar yüksek ise ayrıca bir temperleme işlemi gerekir.



**Resim 1.2: Dikiş, nokta ve alın kaynağı**

### **1.3. Direnç Kaynağı ve Direnç Kaynak Makineleri**

Sıradan özelliklere sahip bir nokta kaynak makinesinde, tüm işlemlerin kontrolü kaynak yapan kişinin inisiyatifine bırakılmıştır. Parça kalınlığına bağlı olarak kaynak akımının seçimi, elektrot biçim ve özellikleri, akım süresi ve parçaya uygulanan basınç süresi, kaynakçı tarafından kontrol edilir. Bunlardan kaynak akım seçimi, kademeli olarak makine üzerindeki anahtar aracılığıyla yapılabilir. Parçalara uygulanacak basınç oldukça hafif olmalıdır. Gereğinden düşük basınç uygulaması, kaynak alanında koyu bir renk tabakasının oluşmasıyla kendini gösterir. Fazla olması ise kaynak alanında yanmalara ve kıvılcımların fazlaşmasına neden olur.



**Resim 1.3: Nokta kaynağıyla elde edilen, sökülemez birleştirme**



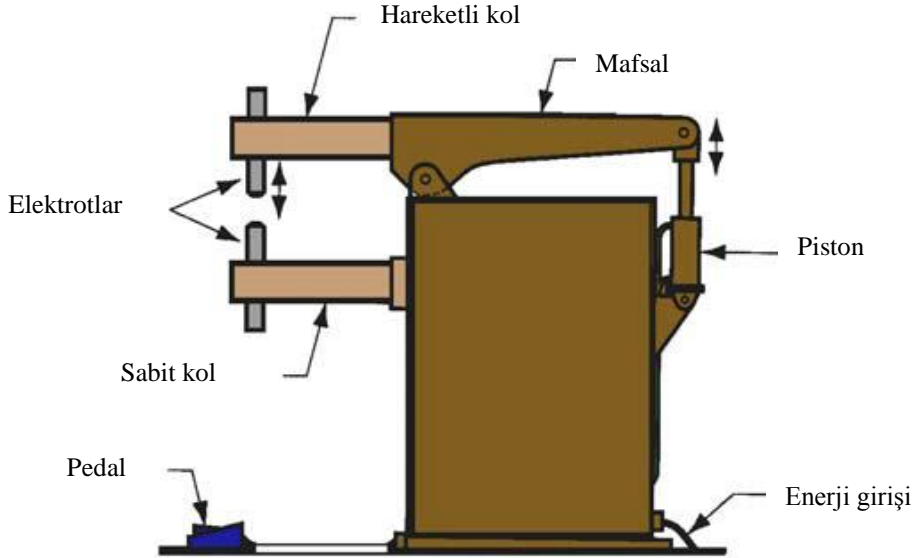
**Resim 1.4: Ayak pedallı nokta kaynak makinesi**

Bir nokta kaynak makinesinde elektrotları değiştirmek suretiyle kaynatılan malzeme cinsi çeşitlenebilir. Elektrotun biçimi değiştirilerek sac ya da çubuk çeliklere geçiş yapıp kullanım alanlarını çeşitlemek mümkündür. Keza elektrot ölçülerini değiştirip bir de akım değerlerini düşürmek suretiyle aynı makine ile geniş bir yelpaze içinde yer alan malzeme kalınlıklarında kaynak işlemini gerçekleştirmek mümkün olmaktadır.

Böyle olunca nokta kaynak makinelerini kullanılma alanlarına göre sınıflandırmak daha doğru olacaktır. Çünkü direnç kaynak makinelerinde farklılık arz eden kullanım alanlarındaki farklılıklardır. Örneğin, karoseri üretiminde iş parçasını kaynak makinesine yaklaş-tırmanın zorluğu, bildik sabit tip nokta kaynak makineleri yerine taşınabilir el tipi nokta kaynak makinelerinin daha kullanışlı olmasına yol açmıştır.

### 1.3.1. Makinenin Tanıtılması

Direnç kaynağında bütün kaynak periyotlarının gerçekleşmesi için ortak donanımlara ihtiyaç vardır. Kaynak akımını üreten elektrik ark kaynağında benzerlerini gördüğümüz çoğu zaman bir kaynak transformatördür. Akımı iş parçasına taşıyan bakır ve alaşımlarından üretilmiş ve elektrik ark kaynağının aksine ergimeyen elektrotlar ve gerektiği zaman iş parçasına baskı uygulayan mekanizmadır. Bu son saydığımız mekanizma ayak pedallı (bk. Resim 1.5) modellerde ya da karoser onarımında kullanılan el tipi nokta kaynak makinelerinde (bk. Resim 1.6) olduğu gibi mekanik bir düzenek olabilir. Kalın parçaların kaynaklı birleştirmele-rinde baskı işlemi havalı ya da hidrolik olabilir.



Resim 1.5: Direnç kaynak makinesi

### 1.3.2. Akım Ayarı

Direnç kaynağında gerekli ısı, yüksek kaynak akımları ile sağlanmaktadır. Isı üretim hızı, malzemenin direnci ve akım şiddetine bağlıdır.

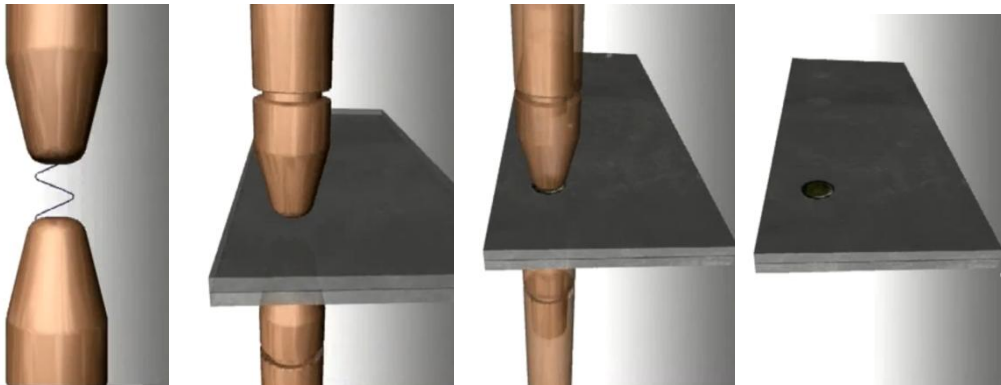
### 1.3.3. Soğutma Mekanizması

Su soğutmalı elektrotlar, elektrot tutucuları ve kollarda kullanılan su, tortu oluşturacak kirden arınmış ve ısısı 30°C altında olmalıdır. Suyun ısısının daha yüksek olması durumunda su akışının arttırılması gerekir. İş parçalarına kaynağın gerçekleşmesi için pedal aracılığıyla uygulanan baskı, makinenin arkasında bulunan basınç çubuğunun üzerindeki kuvvetli yay ile oluşturulmaktadır.



Resim 1.6: Taşınabilir nokta kaynak makinesi ve kullanımı

### 1.4. Direnç Kaynağı ile Saç Parçaların Kaynağı Uygulama Teknikle-ri



Resim 1.7: Saç parçaların nokta kaynağıyla birleştirilmesi

Kaynak yapılacak iş parçaları elektrik akımının geçişini engelleyecek her türlü yağdan, kirden, boyadan ve oksitten temizlenmelidir. Bu temizlik işlemi tel fırça veya zımpara yardımıyla yapılır. Kaynak makinesi çalıştırılır ve kaynatılacak parçaların kalınlığına ve makine türüne göre değişen amper ve zaman ayarı yapılır. Amper ve zaman ayarı için makine üreticisinin verdiği bilgilere başvurulmalıdır.

- Saclar, kaynağa hazır hale getirilerek elektrotların arasına uygun şekilde yerleştirilir.
- Elektrotlar iş parçasına doğru yaklaştırılır ve parçalar sıkıştırılır. Böylece saclar birbirine temas ettirilir (bk. Resim 1.7).
- Sıkıştırma olarak adlandırılan bu bölümde uygulanan basınç, biraz daha artırılarak elektrik akımının geçişi otomatik olarak başlatılır. Parça türü ve kalınlığına göre ayarlanan amper ve zaman dâhilinde akım geçişi sürerek parçayı ısıtır. Bu süre genelde 1 saniyeden daha azdır.
- Elektrotların iş parçalarına baskı yaptığı noktadaki ara yüzeyde ergime başlar. Zaman sayacına bağlı olarak geçen akım, otomatik olarak kapanarak ergiyik üzerindeki baskı kaldırılmaksızın soğumaya bırakılır, bu süre birkaç saniyedir.
- Elektrotlara uygulanan basınç kaldırılarak elektrotların birbirinden uzaklaşması sağlanır. Bu süreçte kaynak işlemi gerçekleştirilmiş olur. Kaynak bölgesinin temizlenmesi isteniyorsa genelde tel fırça veya zımpara kullanılarak kaynak temizliği gerçekleştirilir.

## 1.5. Direnç Kaynak Hataları

Kaynaklı bir bileştirmenin tamamen hatasız olması ya da mevcut hataların en az düzeyde olması gerekir. Kaynak dikişinde meydana gelen hatalar birleştirmenin her yerinde aynı özellikleri taşımasını engeller. Diğer yandan dayanımı da olumsuz yönden etkiler.

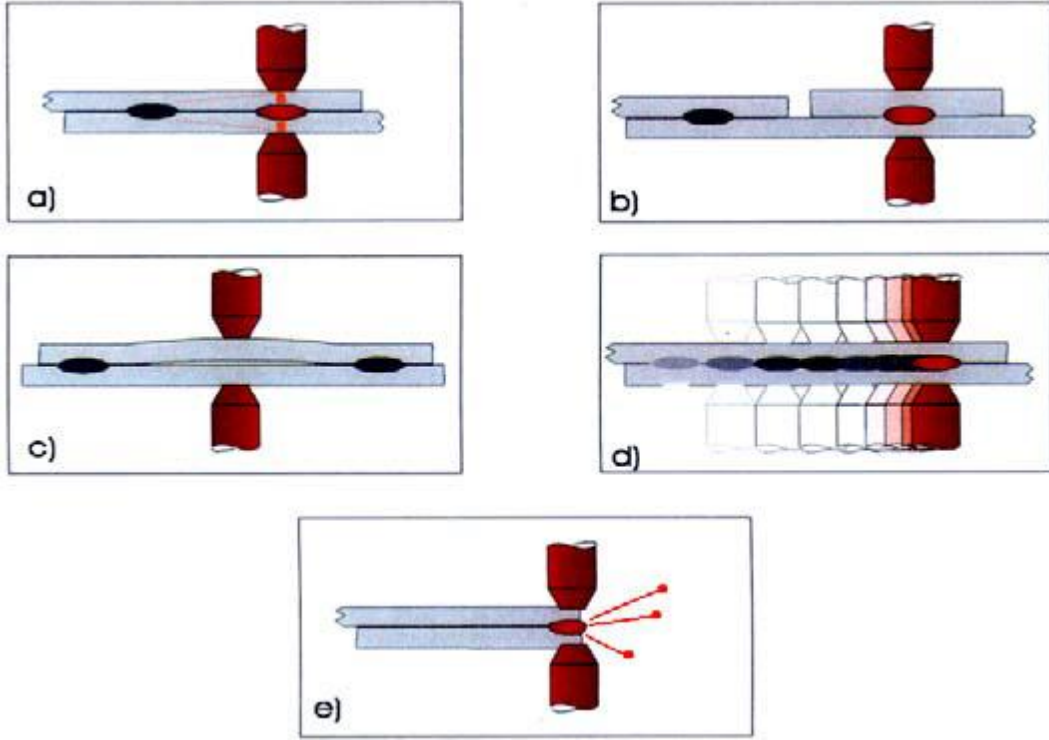
Direnç kaynağının yapımı sırasında meydana gelen yüksek sıcaklık, kimyasal reaksiyonların oluşmasına zemin hazırlar. Reaksiyonlar sonucunda açığa çıkan gazların, eriyik kaynak metali içerisinde sıkışıp kalması, hava boşluklarının (gözenek) oluşmasında temel etkindir. Hava boşluğunun oluşmasında birçok neden vardır. Bunları bildiğiniz takdirde, nedenleri ortadan kaldırma yoluna gitmeniz mümkündür.

Kaynak edilecek yüzeylerin iyi bir şekilde temizlenmemiş olması, yağ, kir ve oksit gibi yabancı maddelerin kaynak dikişi çekilecek bölgede olması yetersiz birleştirmelere neden olur. Sık yapılan nokta kaynaklarında birleştirme için gerekli kaynak akımı bir önceki kaynak dikişinden yani kısa yoldan geçerek kaçak akım meydana getirebilir. Bu hata genel anlamıyla iyi temizlenmemiş iş parçalarında görülür (bk. Resim 1.8).

Direnç kaynağı yapımı için gerekli olan baskı kuvvetinin kaynakçı tarafından her dikiş için farklı uygulanması iş parçasının dikiş kalınlığının farklı olmasına yol açar (bk. Resim 1.8).

Kaynak dikişleri arasında fazla boşluk bırakılması birleştirilecek iş parçasında aralık kalmasına yol açabilir (bk. Resim 1.8). Sürekli direnç kaynağı elektrotların aşınmasına yol açar (bk. Resim 1.8).

İş parçasının kenarından yapılan direnç kaynakları ısının etkisiyle iş parçasının kenarlarında çökmelere yola açar (bk. Resim 1.8).



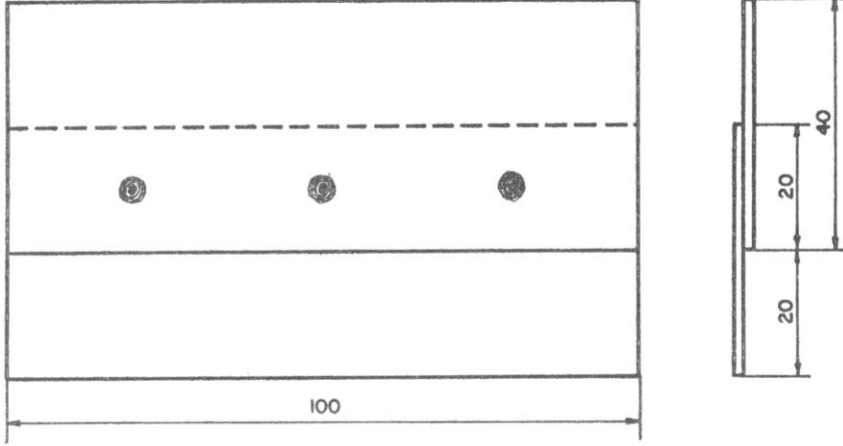
**a)** Kaçak akım, **b)** Saç kalınlığının değişmesi, **c)** Saçların aralık kalması, **d)** Elektrotların aşınması, **e)** Saç kenarında kaynak çıkıntısı


**Resim 1.8: Direnç kaynak hataları**

## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki uygulamaları yapınız.

- 1,5x40x100 ebatlarında 2 adet DKP sac malzemeyi aşağıdaki çizimdeki gibi direnç kaynağıyla birleştiriniz.



| İşlem Basamakları  | Öneriler  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Sacı istenilen ölçüde kesiniz.</li></ul>  <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Parçaların kaynatılacak yüzeylerini temizleyiniz.</li></ul>  | <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Sacların yüzeyinde bulunan her türlü boya, kir, yağ, pas vb. temizleyiniz.</li><li>➤ Tel fırça veya zımpara kullanarak bu temizliği yapabilirsiniz.</li><li>➤ Nokta kaynak makinesinin elektrotlarını kontrol ederek kaynağın yapımını engelleyecek bir unsur varsa gideriniz veya öğretmeninize haber veriniz.</li><li>➤ Kaynatılacak parçaların kalınlığına göre bu uygulamada toplam kalınlık 3 mm olacağından bu parça kalınlığına göre amper ve zaman ayarını makine üzerinden yapınız.</li><li>➤ Kaynak makinenizin şalterini açarak çalıştırınız.</li><li>➤ Elektrotların arasına parçalarınızı yerleştiriniz ve kaynak yapılacak yere elektrotlarla hafifçe bastırınız.</li></ul> |



- Parça kalınlığına göre makinenin amper ayarını yapınız.



- Parça kalınlığına göre makinenin zaman ayarını yapınız.



- Kaynatılacak parçaları, elektrotlar arasına koyup sıkıştırma işlemi ile direnç kaynağını yapınız.



- Yapılan kaynağı temizleyip kontrol ediniz.



- Parçalara uyguladığınız basıncı daha da arttırarak elektrik akımının geçişini sağlayınız.

- Parçalarının kaynak bölgelerinin ısısından dolayı kızardığını göreceksiniz. Bu aşamada ergime başlayacaktır.

- Akım otomatik olarak kesilecektir, bu aşamada birkaç saniye daha uyguladığınız basıncı bırakmadan bekleyiniz. Daha sonra basıncı kaldırarak elektrotların arasından parçanızı alınız.

- Diğer puntalar için aynı işlemleri uygulayınız.

- Elektrotların soğumasını sağlayınız.

- Kaynak işlemi bittiğinde kaynak makinesini kapatınız.

- İş verilen sürede bitiriniz.

- Kaynak sırasında gözlük kullanınız.

- Eldiven ve iş giysisi kullanınız.

## KONTROL LİSTESİ

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

| Değerlendirme Ölçütleri   | Evet | Hayır |
|---|------|-------|
| 1. Sacı istenilen ölçüde kestiniz mi?   |      |       |
| 2. Parçaların kaynatılacak yüzeylerini temizlediniz mi?   |      |       |
| 3. Parça kalınlığına göre makinenin amper ayarını yaptınız mı?  |      |       |
| 4. Parça kalınlığına göre makinenin zaman ayarını yaptınız mı?  |      |       |
| 5. Kaynatılacak parçaları elektrotlar arasına koyup sıkıştırma işlemi ile direnç kaynağını yaptınız mı? |      |       |
| 6. Yapılan kaynağı temizleyip kontrol ettiniz mi?   |      |       |

## 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. İş parçalarından geçen elektrik akımına karşı iş parçalarının gösterdiği dirençten sağlanan ısı yardımıyla yapılan kaynak aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Oksi gaz  
B) Elektrik ark  
C) Küt ek  
D) Direnç
2. Elektrik direnç kaynağı için gerekli alçak gerilim ve yüksek akım şiddetindeki elektrik gücü, aşağıdakilerden hangisinden sağlanır?  
A) Kaynak jeneratörlerinden  
B) Kaynak transformatörlerinden  
C) Kaynak redresörlerinden  
D) Kaynak kompratörlerinden
3. Reaksiyonlar sonucunda açığa çıkan gazların, eriyik kaynak metali içerisinde sıkışıp kalması, aşağıdakilerden hangisine yol açar?  
A) Kırıklar  
B) Çatlaklar  
C) Hava boşlukları  
D) Gazlar

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

4. ( ). Direnç kaynağında malzemeden geçen elektrik akımının meydana getirdiği ısının dışında, herhangi bir ısı uygulanmamaktadır.
5. ( ). Metaller cinslerine göre farklılık göstermelerine rağmen, iyi birer iletken değillerdir.
6. ( ) Metallerin direnç makinelerinde üretilen akımın üzerlerinden geçirilmesiyle, sıcaklıklarında önemli değişiklikler oluşturulması mümkündür.
7. ( ) Direnç kaynağının en önemli parçalarından biri olan elektrotlar, elektrik ark kaynağında olduğu gibi eriyerek kaynak metalini oluşturur.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

8. Direnç kaynağında ısı, kaynak edilecek kısımlarda meydana gelir ve ..... kaynak makinesindeki ..... veya ..... aracılığıyla uygulanır.
9. Direnç kaynağında basınç ..... veya ..... donanımlarla temin edilir.
10. Basınç ve kaynak akımı yardımıyla oluşturulan kaynaklı birleştirme, ..... olarak tanımlanır.

## 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

Direnç kaynağı ile montaj yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Metal sac üzerine çalışan sektörleri dolaşarak farklı kalınlıkta metal saclara direnç kaynağının nasıl uygulandığını araştırınız.

## 2. DİRENÇ KAYNAĞI İLE MONTAJ

Motorlu taşıt (otomotiv) mühendisleri motorlu taşıtların daha dayanıklı, daha iyi çalışır, daha güzel ve daha rahat olması için sürekli olarak çalışmaktadır.

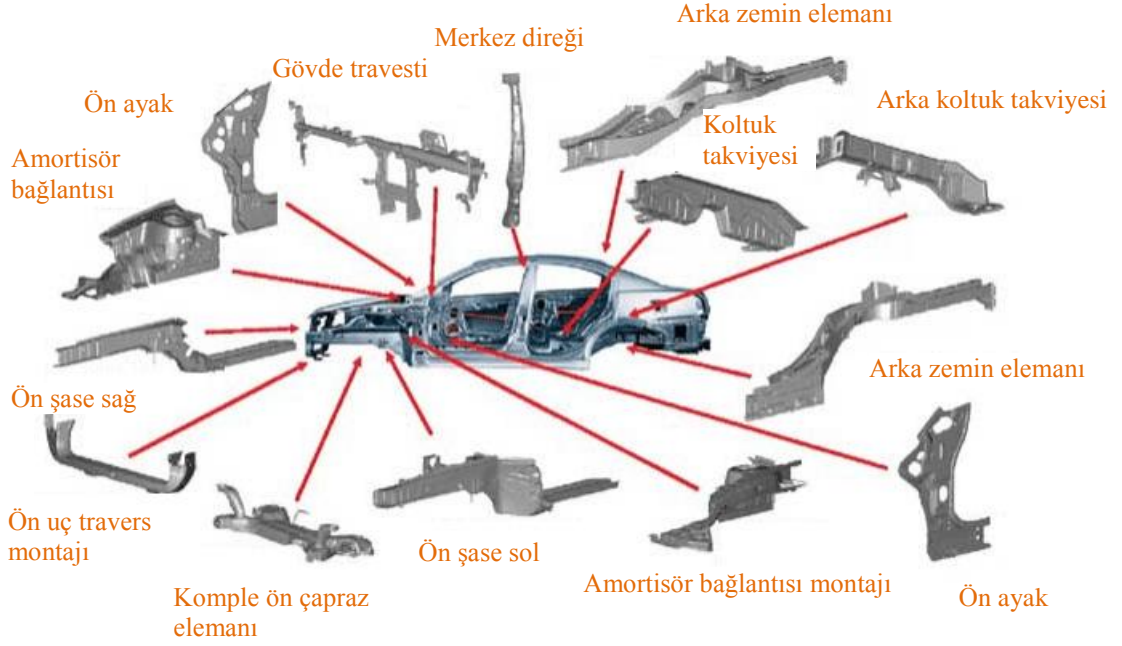
Taşıtların karoseri ve şasisinin dayanıklı olması en önde gelen faktördür. Motorlu taşıtların yapımında iki tip karoseri kullanılır. Birinci tip otomobil yapımına başlandığı tarihten beri uygulanan şasi ve karoserin ayrı ayrı olması, diğeryse şasi ve karoserin birleşik halde yapılmasıdır. İkinci tip karoseri dayanımı ve güvenliği sağlar. Ayrı bir şasiye gereklilik göstermez.

Otomobil fabrikalarının montaj atölyelerinde araç karoserlerinin ve şoför mahallerinin ana parçaları büyük iş kalıpları kullanılarak birleştirilir.



Resim 2.1: Karoseri

Önce yardımcı küçük parçalar ana parçalara bağlanır. Sonra bunlar birbirine kaynak, perçin ya da cıvata somun ile birleştirilir. Karoseri parçalarının birbirine güvenilir bir şekilde birleştirilmelerinde direnç kaynağı kullanılır. Direnç kaynak makineleri karoseri atölyelerinin ana makinelerinden sayılır. Direnç kaynak dikişleri birbirinden 50 mm aralıklarla yapılır. Önemli parçalarda dikişler arasındaki mesafe 10 mm olur. Bu kısımlar karoserinin yan yüzeylerinin taban ile birleşen alt kenarlarıdır. Dikişlerin sık olduğu kısımlarda dayanıklılık artar, su ve toz girme ihtimali azalır.



**Resim 2.2: Otomobilin direnç kaynağıyla birleştirilen parçalarından bazıları**

## 2.1. Direnç Kaynağının Otomotiv Gövdesinde Kullanıldığı Yerler

Otomobillerin yolcu taşıyan gövde kısımlarına genellikle kaporta ya da karoseri denir. Bu kısım üzerine kapılar, çamurluklarda eklenerek komple karoseri meydana getirir. Kamyonlarda sürücünün oturduğu kısma şoför mahalli denir. Kamyon karoserlerinde şoför mahalli merkezdir ve karoserinin diğer parçaları bu merkeze göre monte edilir.

Karoseri ve şoför mahalleri birbirinin aynı değildir. Çünkü farklı amaçlar için yapılmışlardır. Birbirine benzeyen tarafları, her ikisinin de iç ve dış bölümlerinin olmasıdır. İç ve dış bölümler karosercilikte çok kullanılan terimlerdir.

Karoseri içyapısı, takviyeler, taşıyıcılar ve iç taraftaki yüzeylerdir. Nasıl ki bir otomobil iskeleti şasi ise karoserinin iskeleti de içyapısıdır. Bunlar otomobile dayanıklılık sağlar. İç kısımlar genellikle dışarıdan bakılınca görülmez. Bazı modellerde içyapı ayrı dış yapı ayrı yapılmıştır. Bazı modellerde de iç ve dış kısımlar birleşiktir.

Yaygın olarak kullanılan karoseri türü dört kapılı binek otomobil karoseridir (bk. Resim 2.1). Böyle bir karoserinin direnç kaynağıyla birleştirilen kısımları şunlardır:

➤ Şoför Mahalli Ön Kısmı

Şoför mahalli ön kısmı karoserinin ön duvarı sayılır. Bu bölme birçok parçanın kaynakla birleştirilmesiyle meydana gelir. Bazı araçlarda ön cam çerçevesi de bu kısımlara birleşiktir. Bu tip araçlarda ön cam çerçevesinin üst kısmı tavanın da ön kenarıdır. Bu durumda ön cam çerçevesinin yan direkleri şoför mahallinin bir parçası sayılır.

Şoför mahalli ön kısmına yangın bölmesi-göğüslük denir. Çünkü bu kısım motor ile şoför mahallini emniyetli bir şekilde birbirinden ayırır. Aracı işleten ve kontrol eden gösterge ve anahtarların çoğu bu bölmede bulunur. Bu kısımdaki boşlukta teller, sigortalar, göstergeler için yeterince yer vardır. Bu bölümden diğer kısma geçiş için delikler vardır.



**Resim 2.3: Direnç kaynağıyla montaj**

➤ Tavan

Otomobilin en büyük yüzeyli ancak en basit yapıya sahip parçasıdır. Genel olarak tavanın tamamı tek parçalı çelik sacdan yapılır ve karosere direnç kaynağıyla birleştirilir. Bununla beraber yüzeyin genel görünüşü model ve markalara göre değişik eğim ve biçimlerde olur. Bazı araçlarda tavan, ön camın üst kenarında biter. Bazı modellerde ise ön cam yan direkleri de tavana birleşiktir.



**Resim 2.4: Özel elektrotla otomobil kaportasının kaynatılması**

➤ Taban

Tabana karoseri zemini ya da alt döşeme de denir. Taban genellikle birkaç sac parçasından yapılmıştır. Bu saclar cıvata ve somunla ya da kaynatılarak bir bütün haline getirilir.

Tabanlar çeşitli nedenlerle düz yüzeyle yapılmaz. Dayanımı arttırmak için enlemesine ve boylamasına şerit halinde kanallar yapılır. Taban şasi ve karosere uyacak şekilde üretilir. Yolcuların ayaklarını rahat uzatabilmeleri için uygun boşluklar verilir. Tabanda en çok dikkati çeken ve rahat oturuşu engelleyen transmisyon milinin geçtiği kısımdır. Transmisyon mili arkadan çekişli arabalarda bulunur.



**Resim 2.5: Direnç kaynağıyla marş biyel onarımı**

## ➤ Çamurluk Bölmesi Parçası

Son model araçlarda genellikle çamurluk bölmesi parçası ve çamurluk tek parça olarak üretilmektedir. Çamurluk bölmesi iç ve dış olmak üzere iki parçalıdır. Dış parçalar düzgün olup karoseri dışına uydurulur. Dış parçalar çamurluk boşlukları kenarlarını meydana getirecek şekilde iç parça üzerine kıvrılır. Bu kıvrımlar, kapı ve çamurluk boşluk kenarlarında görülebilir. Dış parçalar, iç parçalara civata somun ya da direnç kaynağıyla tutturulur.

## 2.2. Direnç Kaynağı ile Gövde Onarımı

Karoserinin bazı kısımları eskir, çürür ve paslanır (bk. Resim 2.6). Bazı kısımları çatlaklar, yırtılır ve kırılabilir. Bazı trafik kazaları sonucunda karoserinin bir kısmı ezilerek biçim değiştirir. Bu saçların değiştirilip yerine yenisinin yamanması gerekebilir. Bazı durumlarda karoserinin dış kısımlarını onarabilmek için takım ve el girmesine, iyi çalışabilmeye engel olan iç karoseri destek parçalarının kesilmesi zorunludur. Daha sonra bu kısımlar kaynakla tekrar eski haline getirilir.

Bütün onarım işlemlerinde hasar küçük ya da büyük olsun yapılacak ilk işlem kaynatmaya başlamadan önce hasarın analiz edilmesidir. Analiz sonuçlarına göre hasarın neden ve nasıl olduğu, hasarın oluşma sırası kaynak işlemi için hangi malzemelere ihtiyaç olduğu kararlaştırılır. Bu prensip her onarım işlemi için uygulanması zorunlu olan yöntemdir.

Otomobilin hasarlı kısımlarının kenarlarının çatlak olup olmadığı kontrol edilmelidir. Eğer küçük ya da büyük çatlaklar varsa kaportanın altındaki iç saçların ve bağlama parçalarının da mutlaka kontrol edilmesi gerekir. Kaportanın altındaki parçalar kopmuşsa, gevşemişse kaporta parçaları sallanır. Titreşimlerde kaporta parçasını çatlatır. Zamanla bu çatlaklar büyür. Bu nedenle kaporta onarım kaynakları yapılırken iç bağlantı parçalarını da kontrol etmek gerekli ise kaynakla, civata ve somunla buraları sağlamlaştırmak zorunludur.



**Resim 2.6: Kaportada paslanma**





**Resim 2.7: Paslanan kısmın kesilmesi**



**Resim 2.8: Yeni parçanın alıştırılması**



**Resim 2.9: Kaynakla birleştirme**



**Resim 2.10: Astar boya atılması**

Değiştirilmesi ön görülen kaporta parçaları önceden temin edilmelidir. Daha sonra parçanın kaporta üzerinden sökülmesine geçilir. Değiştirilmesi planlanan kaporta parçasının kesilmesi için testere ya da sac makaslarından yararlanmak mümkündür. Yerine kaynatılacak kaporta parçasını master olarak kullanılarak kesim yerleri belirlenir.

Çamurluk ya da karoseri saçlarının kenarlarının kaynatılması sac yüzeylerinin orta kısımlardaki yırtık ve kesiklerin kaynağından farklıdır. Bu kısımlarda iki parça serbestçe ileri geri hareket edebilir. Bu nedenle iki parçayı kısaç, el mengersi, pense gibi takımlarla sabitleyip iki kenarı aynı hizaya getirmek ve birçok yerinden direnç kaynağı yapmak gerekir (bk. Resim 2.8). Bundan sonra el mengersi ya da pense ile tutmadan kaynak yapmak mümkün olur.

### **2.3. Alın Kaynak Makinesi Bilgisi**

Temel çalışma prensipleri aynı olmakla beraber, nokta ve dikiş kaynağından, donanımları bakımından ayrılan birçok özelliğinin olması, alın kaynağının diğer direnç kaynaklarından farklı olarak değerlendirilmesine neden olmaktadır. Alın kaynağı tanıtılırken bu farklı yönler, daha belirgin olarak ortaya çıkacaktır.

Alın kaynağının aşamaları şunlardır:

- Alın kaynağında elektrot görevini gören kalıplara iş parçası bağlanır.
- Parçalar, kalıplar aracılığıyla birbirine yaklaştırılır ve parçaların temas etmeleri sağlanır.
- Bu sırada iyi bir iletkenliğe sahip elektrotlar aracılığıyla parçalara kaynak akımı verilir.
- Kaynak akımı sayesinde, parçalar birleşme sıcaklığına getirilmiş olur.
- Sıcaklığı yükselmiş iş parçaları basınç uygulamak amacıyla birbirlerine bir miktar daha yaklaştırılır ve bir daha sökülemeyecek şekilde kaynak işlemi gerçekleştirilmiş olur.

- Kaynak akımı üretici olarak transformatörlerden yararlanır. Parça kalınlıklarına bağılı olarak değişecek akım değerleri, makine üzerindeki ayar anahtarları aracılığıyla geręekleřtirilir.



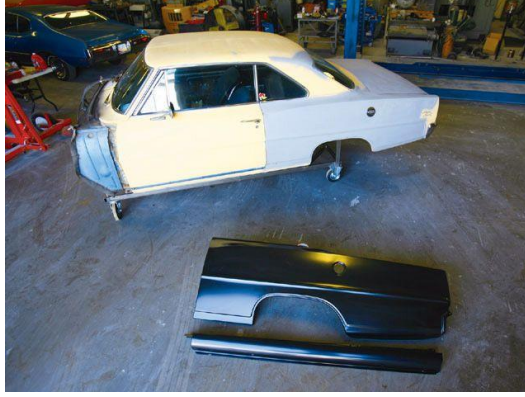
**Resim 2.11: Direnç alın kaynak makinesi ve testere lamasının kaynatılması**



Direnç alın kaynak yöntemi genellikle boruların, yuvarlak kesitli malzemelerin, kare kesitli malzemelerin ve düz sacların birleştirilmesinde kullanılır. Bu kaynak yöntemiyle çelik ve alaşımların kaynağı başarılı olmaktadır. Kaynak yapılacak iş parçalarının doğru bir şekilde kaynatılmasında, en önemli faktör, iş parçalarının aynı doğrultuda olmasıdır. Aynı doğrultuya getirilmeden kaynatılan iş parçalarında eksensel kaçıklıklar oluşur, bu da kaynak kalitesini düşüren bir unsurdur.

## UYGULAMA FAALİYETİ

### Aşağıdaki uygulamaları yapınız.

Atölye imkânları doğrultusunda bir binek otomobilin kaportasında değiştirilmesi gereken parçayı direnç kaynağıyla birleştiriniz. Sizlere fikir vermesi için burada marşbiyel ve arka çamurluğu değiştirilen otomobile ait görseller bulunmaktadır.



| İşlem Basamakları   | Öneriler  |
|---|---|
| <p>➤ Birleştirilecek sac malzemelerin birleşim yerlerini temizleyiniz ve çinkolu antipas sürünüz.</p>   | <p>➤ Kenar kısımlara yakın yerden kaynak yapmayınız.</p> <p>➤ Kaynatılacak parçaların yüzeyinin temiz olmasına dikkat ediniz.</p> <p>➤ Telefon, saat vb. cihazlarla elektromanyetik dalga yayan punta kaynak makinesine yaklaşmayınız.</p> <p>➤ Sıcak parçaların önlemini alınız.</p> |



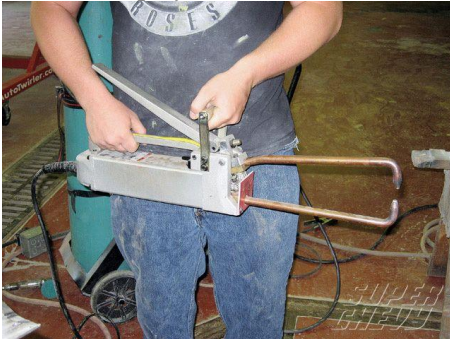
- Kaynatılacak parça kalınlıklarına ve pozisyonlarına göre elektrot seçiniz.



- Kaynak uygulanacak noktalar arasındaki mesafeyi hesaplayınız.



- Sac kalınlığına göre elektroda yapılacak basıncı hesaplayınız.



- Parça kalınlığına göre amper ayarını yapınız.
- Elektrot uçlarını temizleyiniz.



- Direnç kaynağını yapınız.

## KONTROL LİSTESİ

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

| Değerlendirme Ölçütleri   | Evet | Hayır |
|---|------|-------|
| Birleştirilecek sac malzemelerin birleşim yerlerini temizleyip çinkolu antipas sürdünüz mü? |      |       |
| Kaynatılacak parça kalınlıklarına ve pozisyonlarına göre elektrot seçtiniz mi?              |      |       |
| Kaynak uygulanacak noktalar arasındaki mesafeyi hesapladınız mı?                            |      |       |
| Sac kalınlığına göre elektroda yapılacak basıncı hesapladınız mı?                           |      |       |
| Parça kalınlığına göre amper ayarını yaptınız mı?   |      |       |
| Elektrot uçlarını temizlediniz mi?  |      |       |
| Direnç kaynağını 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 okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Motorlu taşıtların yapımında kaç tip karoseri kullanılır?  
A) Bir tip  
B) İki tip  
C) Üç tip  
D) Dört tip
2. Önemli parçalarda dikişler arasındaki mesafe aşağıdakilerden hangisidir?  
A) 10 mm  
B) 20 mm  
C) 30 mm  
D) 40 mm
3. Otomobillerin yolcu taşıyan gövde kısımları aşağıdakilerden hangisiyle adlandırılır?  
A) Şase  
B) Kaporta  
C) Otomobil  
D) Gövde
4. Motor ile şoför mahallini emniyetli bir şekilde birbirinden ayıran aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Şase  
B) Göğüslük  
C) Şoför mahalli  
D) Karoser

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

5. ( ) Taşıtların karoseri ve şasilerinin dayanıklı olması en önde gelen faktördür.
6. ( ).Sıradan bir otomobil gövdesinde 50 nokta kaynağı vardır.
7. ( ) Yaygın olarak kullanılan karoseri türü, dört kapılı binek otomobil karoseridir.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

8. Direnç kaynak dikişleri birbirinden ..... mm aralıklarla yapılır.
9. Dikişlerin sık olduğu kısımlarda ....., ..... ve ..... girme ihtimali azalır.
10. Göğüslük kısmındaki boşlukta ....., ..... için yeterince yer vardır. Bu bölümden diğer kısma geçiş için ..... vardır.

## 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-3

## AMAÇ

Dikiş kaynağı yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Herhangi bir otomobilin kaputunu veya bagajını açarak, kaporta saclarının sasiye nasıl direnç kaynağı yapıldığını inceleyiniz. Gözlemlerinizi rapor haline getirerek sınıf arkadaşlarınızla tartışınız.

## 3. DİKİŞ KAYNAĞI

Nokta kaynağı; parçalar üzerinde birbirini takip eden, ancak aralarında sistematik bir boşluk bırakılan birleştirmelerin bir bütünüdür. Elektrotlar, iş parçasının belirlenen kısımlarında, birleşmenin oluşmasına olanak tanır. Kaynak bitiminde bu alanlar küçük bir daire şeklinde olduğu için kaynak da bu şekillerden esinlenerek nokta kaynağı olarak anılmaktadır. Ne kadar sık aralıklarla yapılırsa yapılsın, nokta kaynak dikişleri arasında bir boşluk bulunur. Bu boşluklar özellikle sızdırmazlık istenen iş parçalarının nokta kaynağı ile birleştirilmesini engeller.

Nokta kaynağının sızdırmazlık istenen parçalarda kullanılamaması, dikiş kaynağının geliştirilmesine yol açmıştır. Tüm çalışma prensipleri aynı olmasına rağmen nokta ve dikiş kaynağını birbirinden ayıran özellik, elektrotların biçimi ve dikiş kaynağında kullanılan elektrotların dairesel hareket yapabiliyor olmasıdır.

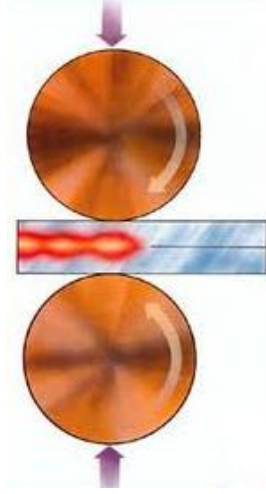
Dikiş kaynağının kullanma alanlarını genelleme yoluyla elde edebiliriz. Buna göre;

Direnç kaynağı, kullanılan alan öncelikli olarak direnç kaynağı yapılabilen gereçleri işlemek durumundadır.

İşlenen parçaların kalınlığı fazla olmamalıdır. Fazla kalınlık, fazla kaynak akımı gerektirdiğinden hem güçlü makinelere hem de yüksek enerji giderlerine ihtiyaç duyar.

Bu önemli iki şartı taşıyan tüm endüstri kuruluşları direnç kaynağını kullanmaktadır. Özellikle direnç kaynağından başka kaynak yöntemleri uygulandığında, giderlerinin artacağına inanılan işletmeler, daha ağırlıklı kullanım sahaları olarak gösterilebilir. Buna göre ince sac işleyen bütün endüstri kuruluşlarından; beyaz eşya, otomobil ve madeni mobilya sektörleri ilk başta sayılabilir.



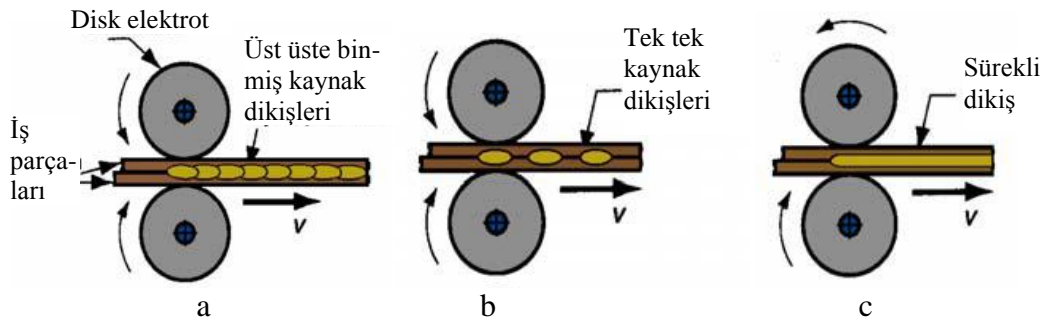


Resim 3.1: Dikiş kaynağının prensibi

### 3.1. Dikiş Kaynağı Uygulama Teknikleri

Direnç kaynağı uygulanan parçalarda istenilen düzeyde bir dikiş kalitesinin elde edilmesi için parçalardan ön görülen akımın geçmesi gerekir. Kaynak akımı, iletken olan geçlerden geçer. Direnç kaynağıyla birleştirilen metallerin çoğunluğu bu özelliklerinden ötürü sorunsuz kaynak edilebilmektedir. Ancak parçaların üzerinde akımın geçmesini engelleyecek ya da zorlaştıracak hiçbir şey olmamalıdır. Çünkü kaynağın gerçekleşmesi için tespit edilen değerler, parça yüzeyinin başka bir şeyle kaplanmadığı varsayılarak tespit edilmektedir. Oysa parça üzerinde bulunabilecek yabancı maddeler, kaynaklı birleşmenin istenilen seviyede olmasına engel teşkil eder. Kısaca direnç kaynağı uygulanacak parçaların hazırlanmasında ön şart, parçaların temiz olmasıdır. Aynı gerekçelerden hareket ile elektrotların temiz olması da istenir.

Disk elektrot tarafından üretilen farklı dikiş türleri Resim 3.2’de görülmektedir. Bu dikişlerden (a) üst üste binmiş noktalardan oluşan, geleneksel direnç dikiş kaynağını, (b) disk elektrotla nokta kaynağını, (c) sürekli direnç dikişini ifade etmektedir.



Resim 3.2: Disk elektrot tarafından üretilen farklı dikiş türleri

Kaynağı yapılacak olan sa malzemeler, bakır alaşımdan yapılmış disk biçimindeki iki elektrot arasına konularak pnomatik veya hidrolik bir sistemle sıkıştırılır. Bakır alaşımlı disk elektrotlar dönmeye başladığında elektrik akımı da verilerek kaynak işlemi gerçekleştirilir. Tekerleklerin dönmesi sırasında akım kesilerek dönme devam ederse aralıklı dikiş kaynağı yapılmış olur. Sürekli elektrik akımı kullanılırsa kesintisiz bir kaynak birleşimi sağlanır. Bu tür kaynaklar sıvı ve gazlar için sızdırmazlık özelliğine sahiptir. Elektrotların soğutulması merkezi bir dolaşım sistemi ile veya elektrot üzerine su püskürtülerek yapılır. Soğutma sıvısı olarak %5 oranında bor yağı karışımı su kullanılır.



**Resim 3.3: Dikiş kaynak makinesi**

Dikiş direnç kaynağında amper ayarı kaynatılan malzemenin cinsine, kaynatma hızına, kaynatılan malzemelerin kalınlığına ve soğutma suyu olarak kullanılan sıvının miktarına göre farklılıklar gösterebilir. En uygun amper ayarını deneme yanılma yoluyla bulmak, en uygun yöntemdir.



**Resim 3.4: Dikiş kaynağında kullanılan elektrot eşitleri**



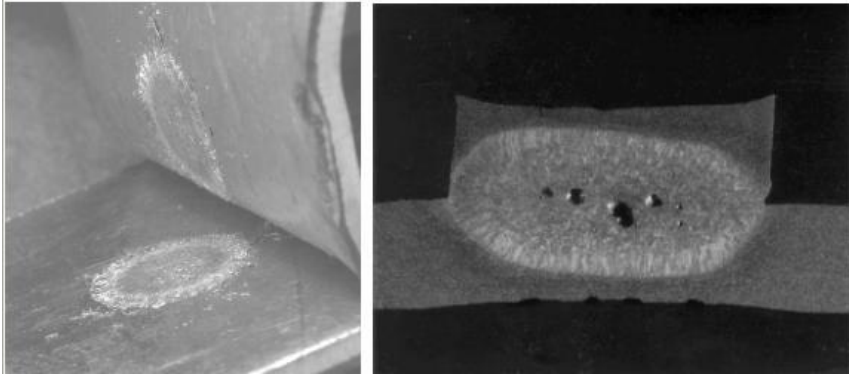
**Resim 3.5: Disk elektrotlar arasında iş parçası**

### **3.2. Dikiş Kaynak Hataları**

Kaynaklı bir bileştirmenin tamamen hatasız olması ya da mevcut hataların en az düzeyde olması gerekir. Kaynak dikişinde meydana gelen hatalar, birleşirmenin her yerinde aynı özellikleri taşımasını engeller. Diğer yandan dayanımı da olumsuz yönden etkiler.

Direnç kaynağının yapımı sırasında meydana gelen yüksek sıcaklık, kimyasal reaksiyonların oluşmasına zemin hazırlar. Reaksiyonlar sonucunda açığa çıkan gazların, eriyik kaynak metali içerisinde sıkışıp kalması, hava boşluklarının (gözenek) oluşmasında temel etkindir. Hava boşluğunun oluşmasında birçok neden vardır. Bunları bildiğiniz takdirde, nedenleri ortadan kaldırma yoluna gitmeniz mümkündür.

Kaynak edilecek yüzeylerin iyi bir şekilde temizlenmemiş olması; yağ, kir ve oksit gibi yabancı maddelerin kaynak dikişi çekilecek bölgede bulunması yetersiz birleşirmelere neden olur.

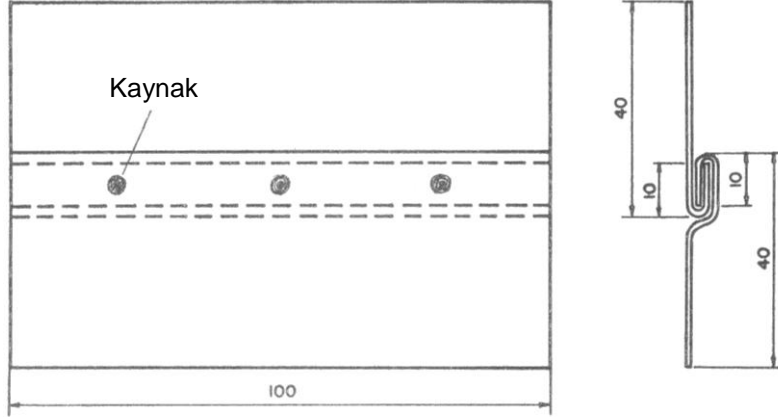




**Resim 3.6: Dikiş kaynak hataları; soğuk yapışma ve gözenek**


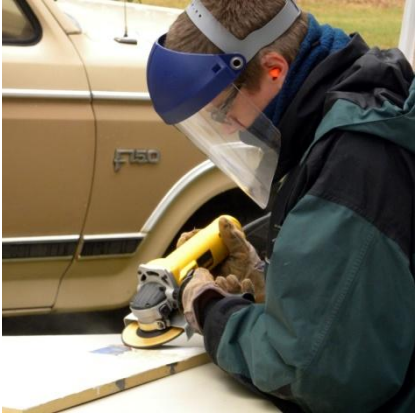
## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki uygulamaları yapınız.

1,5x50x100 ebatlarında 2 adet DKP sac iş parçasını aşağıdaki çizimde görüldüğü biçimde dikiş kaynağıyla birleştiriniz.



| İşlem Basamakları  | Öneriler   |
|--|--|
| <p>➤ İş parçasını ve gereçleri kaynağa hazır hale getiriniz.</p>  <p>➤ Makineyi çalıştırınız ve uygun amperi seçiniz.</p>  <p>➤ Dikiş kaynağı yapınız.</p> | <p>➤ Gerekli güvenlik tedbirlerini alınız.</p> <p>➤ Malzemenin cinsini, kullanıldığı yeri ve nasıl bir etki altında kaldığını tespit ederek kaynak şeklini belirleyiniz.</p> <p>➤ Parçanın çarpılmasını ve bozulmasını önleyici tedbir alınız.</p> <p>➤ Maskesiz kaynak yapmayınız.</p> <p>➤ Kaynak esnasında çıkan gazların önlemini alınız.</p> <p>➤ Uygun amperi belirleyiniz.</p> <p>➤ Kaynaktan sonra iş parçasını elle tutmayınız.</p> <p>➤ Kaynaktan sonra iş parçasının yavaş soğumasını sağlayınız.</p> |

|  |  |
|--|--|
|   |  |
| <p>➤ İş parçası üzerinde oluşacak cüruf örtüsünü temizleyiniz.</p>                 |  |
|  |  |
| <p>➤ Kaynak sonrası parçada çarpılma eğilme varsa düzeltiniz.</p>                  |  |

## KONTROL LİSTESİ

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

| Değerlendirme Ölçütleri  | Evet | Hayır |
|--|------|-------|
| 1. İş parçasını ve gereçleri kaynağa hazır hale getirdiniz mi?   |      |       |
| 2. Makineyi çalıştırarak uygun amperi seçtiniz mi?               |      |       |
| 3. Dikiş kaynağı yaptınız mı?                                    |      |       |
| 4. İş parçası üzerinde oluşacak cüruf örtüsünü temizlediniz mi?  |      |       |
| 5. Kaynak sonrası, parçada çarpılma eğilme varsa düzelttiniz mi? |      |       |

## 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 okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Dikiş kaynağında kullanılan elektrot malzemesi aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Çinko alaşımı  
B) Demir alaşımı  
C) Bakır alaşımı  
D) Çelik alaşımı
2. Dikiş kaynağında iş parçaları, elektrotlar arasında aşağıdaki sistemlerden hangisiyle sıkıştırılır?  
A) Motorla  
B) Ayakla  
C) Pedalla  
D) Pnömatik
3. Dikiş direnç kaynağında amper ayarı kaynatılan malzemenin özelliklerinden hangisine göre farklılıklar gösterir?  
A) Elektrik akımına  
B) Malzemenin cinsine  
C) Elektrot çapına  
D) Makine kapasitesine

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise **D**, yanlış ise **Y** yazınız.

4. ( ) Dikiş kaynağında fazla kalınlık, fazla kaynak akımı gerektirdiğinden hem güçlü makinelere hem de yüksek enerji giderlerine ihtiyaç duyar.
5. ( ) Parçaların üzerinde akımın geçmesini engelleyecek ya da zorlaştıracak hiçbir şey olmamalıdır.
6. ( ) Direnç kaynağında kaynağın gerçekleşmesi için tespit edilen değerler, parça yüzeyinin başka bir şeyle kaplanmadığı varsayılarak tespit edilmektedir.
7. ( ) Direnç kaynağı uygulanacak parçaların hazırlanmasında ön şart, parçaların temiz olmasıdır.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

8. Dikiş direnç kaynağında amper ayarı ..... ve ..... olarak kullanılan sıvının miktarına göre farklılıklar gösterebilir.
9. Kaynaklı bir bileştirmenin tamamen ..... olması ya da mevcut ..... en az düzeyde olması gerekir.
10. Kaynak dikişinde meydana gelen hatalar birleştirmenin her yerinde aynı ..... taşınmasını engeller. Diğer yandan ..... da olumsuz yönden etkiler.

### 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-4

## AMAÇ

Yumuşak lehimle sacları birleştirebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Daha önce karşılaşmadığınız kavramları bir kâğıda, kitaptaki boş yerlere not alınız ya da altlarını çiziniz. Yalnız her şeyin altını çizmek, her şeyi not almak yanlıştır. Seçici olunuz.
- Not aldığınız kavramları soru biçimine dönüştürünüz.
- Not aldığınız kavramları arkadaşlarınız ile tartışınız. Açıklığa kavuşmamış olanları öğretmeninize sorunuz. Aldığınız cevapları görselleştiriniz ve örnekleri kafanızda çoğaltmaya çalışınız.

## 4. LEHİMLEME

Isı altında yapılan birleştirme yöntemlerinde parçalara uygulanan ısı, değişik etkiler gösterir. Özellikle yapılan işlem kaynaklı bir birleştirme ise birleştirilecek iş parçaları sıvı hâle gelinceye kadar ısı uygulaması sürdürülür. Sıvı hâle gelmiş olan gereç ergimiş olur. Bu gereç üzerinde çoğu zaman olumlu neticeler vermez. Çünkü ergitme ortamına yani sıvı hâle getirilmiş gerece uygulanan ısı, içyapısında bulunan alaşım elementleriyle alaşımı oluşturan metallerin yok olmasına yol açar. Bu bir bakıma gerecin kimyasal yapısının değiştirilmesi anlamını taşır. Diğer yandan yüksek sıcaklıklar, ergime ısısına kadar ısı uygulanan gerecin kristal yapısında da önemli değişikliklere yol açar. Bunların oluşmasının istenmediği iş parçalarına lehimli birleştirme yapılır. Lehimleme işleminin yapılmasına neden olan son gerekçe ise ısının gereç üzerinde fiziksel bozukluklara yol açmasıdır. Bilindiği üzere ısı uygulanan gereçler biçim değişiklikleriyle sonuçlanan etkiler gösterir. Bu durum özellikle küçük parçalarda daha bariz olarak açığa çıkar. Tüm bu saymaya çalıştıklarımız lehimli birleştirme yapılması için birer gerekçedir. Şimdi bunları maddeler halinde açığa çıkaralım:

- Ergime derecelerine kadar ısıtılan gereçte kimyasal değişimler söz konusudur.
- Aynı gerekçeler ile gereç üzerinde fiziksel değişimler meydana gelmektedir.
- Isı, gereç içerisinde bulunan alaşım elementlerinin ya da metallerin yok olmasına neden olur.

## 4.1. Lehimin Tanımı

Bazı istisnalar dışında tüm birleştirme yöntemlerinde birer ek parçaya gereksinim vardır. Birleştirmeyi vidalı yapacak iseniz bu ek parça bir civatadır. Pimli birleştirmelerde pim, gupilya, ek parçanız olacaktır. Elektrik ark kaynağında elektrot olan ek parçanız, oksijen-gaz kaynağında kaynak teli ya da kaynak çubuğu olacaktır. Lehim de ek teller aracılığıyla yapılan bir birleştirme şeklini oluşturur. Lehim yapımı sırasında oluşturulan ısı aracılığıyla bu ek tel ergitilir ve gerekli ortam sağlandıktan sonra ergimiş haldeki ek telin yardımıyla birleşme sağlanır. İş parçası ise ergimez. Buradan yola çıkarak lehimin tanımına ulaşmak mümkündür.

Metallerin ergime derecelerinin altında bir sıcaklıkta, kullanılan ek telinin ergiyerek birleşme alanına yayılması ile yapılan birleştirme türüne lehim adı verilir.



Resim 4.1: Yumuşak lehim yapımında kullanılan hava

## 4.2. Lehimin Önemi

Şunu kabul etmek gerekir ki endüstrinin ihtiyaçları bitmek tükenmek bilmez. Çünkü endüstri diye adlandırdığımız, ham maddeleri işlenmiş duruma getirmek için uygulanan işlemlerin ve bu işlemleri uygulamak için kullanılan araçların tümü çok geniş kapsamlı olarak düşünülmelidir. Lehim bu geniş uygulama alanında yerini kolaylıkla bulmaktadır. Genel olarak lehimin endüstride sık kullanılma nedenleri şu şekilde sıralanabilir:

- Kaynatılması ekonomik ve pratik olmayan metallerin birleştirilmesi,
- İçyapısında bulunan alaşım elementleri nedeniyle kaynaklı birleştirilmesi mümkün olmayan gereçlerin birleştirilmesi,
- Diğer birleştirme yöntemleriyle birleştirilmesi mümkün olmayacak oranda küçük olan iş parçalarının birleştirilmesi,

Özellikle elektrik ve elektronik endüstrisi, bu sayılanlara çok uymakta, bu nedenle de söz konusu alanlarda daha çok kullanılmaktadır.



### 4.3. Yumuşak Lehim

Lehimler, yumuşak ve sert olmak üzere iki ana grup içerisinde toplanır ve metallerin birleştirilmesinde kullanılan yöntemlerdir. Sert lehim ile yumuşak lehim birbirinden ayıran, ek tellerinin ergime sıcaklığı, dolayısıyla da ek tellerdir. Örneğin, sert lehim yaklaşık 400°C ve üstünde sıcaklıklarda yapılmaktadır. Diğer yandan yumuşak lehim olarak adlandırılan ise 185°C ile 320°C arasında yapılır. Yumuşak lehimlemenin değişik sıcaklıklar altında yapılmasının temel nedeni, ergime meydana gelen ek tellerin bileşimleridir. Eğer yumuşak lehimlemede kullanılan tel, %10 kalay, %90 kurşundan meydana gelen bir alaşım ise lehim ortamındaki sıcaklık yaklaşık 320°C olacaktır. Kalay ve kurşun bileşimleri aynı olan lehim çubuklarıyla yapılan lehim sıcaklığı ise 200°C olarak belirlenebilir. Bu nedenle lehimde kullanılan çubuklar, bir noktada ortam sıcaklığını belirler denilebilir. Ayrıca, yüksek dayanım istenen yerlerde yumuşak lehim kullanılmaz. Çünkü yumuşak lehimli birleştirmenin çekme dayanımı azdır. Bunun yanında, lehimleme birleştirme sıcaklığı ile lehim çubuğunun ergime sıcaklığı ya da buna yakın ısı altındaki ortamlarda kullanılacak iş parçaları, yumuşak lehim ile birleştirilmez. Bu durumda yumuşak lehimli birleştirme yapılmayacak yerleri şu şekilde belirlemek mümkündür:

- Yüksek dayanım gerektiren yerlerde,
- Lehim çubuğu ile birleşme sıcaklığına yakın çalışma sıcaklığı bulunan iş parçalarının birleştirilmesinde lehimli birleştirmeler kullanılmaz.

Lehimlerde birleştirme ısısı oldukça düşük tutulur. Böylece ergime derecelerine yakın değerlerde tutulan kaynak ısısının, parçalar üzerinde gösterdiği olumsuz etkiler uzaklaştırılmış olmaktadır. İster sert, ister yumuşak lehimleme işlemi olsun, temel prensip olarak işlem sırasında birleştirme yapılacak parçalar, kesinlikle ergime derecelerindeki sıcaklıklara ulaşmaz. Yani birleşecek parçalar ergimez. Ancak bunun yanında, kullanılan ek teller ergir ve birleşme ortamını sağlar.

#### 4.3.1. Yumuşak Lehimin Tanımı ve Önemi

Yaklaşık 400°C'nin altındaki sıcaklıkta bir ilave metalin eritildiği ve birleştirilecek parçaların temas yüzeyleri arasına kapiler etkiyle dağıldığı birleştirme yöntemine yumuşak lehim denir.

Yumuşak lehimlemede esas metaller erimez ancak ilave metal, metalürjik bağ oluşturmak üzere esas metali ıslatır ve birleşir. Yumuşak lehimlemenin detayları sert lehimleme ile aynıdır ve aynı ısıtma yöntemlerinin çoğu kullanılır. İlave metal yumuşak lehim olarak adlandırılır. Çoğu elektrik ve elektronik işlemlerle yakından ilgilidir (tellerin yumuşak lehimlenmesi).

### 4.3.2. Yumuşak Lehim Alaşım Elemanları

Yumuşak lehim işleminde genellikle kurşun ve kalayın yapmış olduğu alaşım, kaynak teli ya da çubuğu olarak kullanılmaktadır. Bunlar yuvarlak çubuk, ince plaka, dolu tel, üzeri pasta örtülü tel, çember ve pasta biçiminde yapılarak üreticiler tarafından piyasaya sürülür. Ayrıca çok hassas olmayan işler için kullanılacak lehim çubukları atölye ortamlarında da üretilebilir. Lehim çubuklarının yapımında kullanılan kalay ve kurşunun ergime derecelerinin düşük olması üretilmelerini kolaylaştırmaktadır.

Kalay ve kurşun metallerinin lehim çubuğu olarak kullanılmasının ana nedeni, birdenbire erimemek gibi bir özelliklerinin olmasıdır. Yani lehim alaşımı önce hamurlaşır, daha sonra koyu bir sıvı halini alır ve ancak sıcaklık belli bir değere çıktığı zaman akışkan hale gelir. İçerisinde %65 kalay ile %35 oranında kurşun bulunanlar dışında kalan tüm yumuşak lehim çubuklarında bu özellik görülmektedir.

Aşağıdaki tabloda yumuşak lehimli birleştirmelerde kullanılan çubukların bileşimleri gösterilmektedir.

| Gösterilişi         | Bileşimi (%) |            |             | İşlem Sıcaklığı (C°) | Kullanma Yerleri  |
|---------------------|--------------|------------|-------------|----------------------|---|
|                     | Sembol       | Kalay (Sn) | Kurşun (Pb) |                      |   |
| Kurşun lehim 98,5   | LPb 98,5     | Kalan      | 98,5        | 320                  | Küçük kuvvetler ile karşılaşılabilecek varsayılan yerler: Örneğin, radyatörlerin daldırılarak lehimlenmesi gibi |
| Kalay lehim 8       | LSn 8        | 8          | Kalan       | 320                  | 98,5'lük lehime göre daha büyük dayanım gösterir.   |
| Kalay lehim 25      | LSn 25       | 25         | Kalan       | 257                  | Alev ile yapılan lehim  |
| Kalay lehim 30      | LSn 30       | 30         | Kalan       | 249                  | Paylı lehim   |
| Kalay lehim 33      | LSn 33       | 33         | Kalan       | 242                  | Halkalı lehim   |
| Kalay lehim 35      | LSn 35       | 35         | Kalan       | 237                  | Büyük kuvvetler altında kalacağı varsayılan iş parçalarının lehim   |
| Kalay lehim 40      | LSn 40       | 40         | Kalan       | 223                  | Hassas parçalar   |
| Kalay lehim 40      | LSn 50       | 50         | Kalan       | 200                  | Hassas parçalar   |
| Kalay lehim 60      | LSn 60       | 60         | Kalan       | 185                  | Elektrik kablolarının kalaylanması  |
| Kalay lehim 90      | LSn 90       | 90         | Kalan       | 219                  | Kap, kazan ve gıda maddeleri cihazlarının kalaylanması  |
| Özel lehim          | -            | 62         | 38          | 182                  | Küçük sıcaklıkta hassas parçalar  |
| Başka özel lehimler | -            | -          | -           | 60-100               | Yangın habercisi aygıtların eriyen kısımları  |

**Tablo 4.1: Lehim çubuklarının bileşimleri ve kullanım alanları**

Tablodan da anlaşılacağı üzere lehim çubukları bazı durumlarda kalaylamak olarak adlandırılan işlem ile gereçlerin üzerinin kaplanmasında da kullanılmaktadır. Bunun yanında bileşimler, iç yapısında bulunan az orandaki kalay ergime derecesini attırmaktadır. Kalayın çubuk içerisindeki yüzdesi arttıkça daha iyi bir ergiyik yapılmakta ve lehimlemede çatlama azalmaktadır. Bu nedenle yüksek oranlı kalaylı lehim çubukları elektrik işlerinde kullanılacak iş parçalarında daha yaygın olarak tercih edilir. İç yapısında %60 ya da daha fazla oranlarda kalay bulunduran lehim çubuklarıyla yapılan birleştirme işlemleri yüksek kaliteli ola-

rak kabul görmektedir. Bu tür çubuklar, kritik sıcaklığın söz konusu olduğu işlerde de tercih edilmektedir.

Aynı zamanda bileşimdeki fazla kalay, istenilen oranda yüzeysel yayılma yapmamaktadır. Bu açıdan lehim çubuğunun oluşturulmasında kalay oranı dikkatlice ayarlanmalıdır ve yapılacak birleştirmenin niteliğine göre kalay yüzdesinde değişikliklere gitmek yararlı olur. Diğer yandan kalay kurşuna nazaran pahalı bir metaldir. Bu nedenle az kalay alaşımli lehimler ekonomik olduğundan büyük hacimli lehimleme işlemleri, az kalaylı lehim çubuklarıyla yapılmaktadır.

Yumuşak lehimlemede çok sık karşımıza çıkmamalarına rağmen, değişik amaçlı üretilmiş çubuklar da bulunmaktadır. İçyapısında kalaydan başka antimuan bulunan çubuklar, yiyecek maddelerinin korunduğu metalik kapların lehimlenmesi için uygundur. Bunun sebebi olarak kurşun metalinin zehirleyici etkisinin insan sağlığı açısından yiyecek kaplarında kullanılmaması gösterilebilir. Ayrıca kalay-çinko alaşımlarından üretilmiş yumuşak lehim çubukları, ısı ve dayanım gerektiren yerlerde kullanılabilir.

#### **4.3.3. Yumuşak Lehim Temizleme Maddeleri**

Lehimli birleştirmenin yapılabilmesi için bazı şartların yerine getirilmesi gerekir.

- Lehimlenecek parçaların yüzeyi son derece iyi bir şekilde temizlenmiş olmalıdır. Yani dış etkilerin oluşturduğu pislüğün, havanın oksijeniyle metalin birleşiminden oluşan oksit tabakasının oluşmamış olması gerekir.
- Lehimleme esnasında bir oksit tabakasının oluşmasına meydan verilmemesi gerekir. Çünkü oksit oluşumu ısı altında da meydana gelebilir. Bundan lehimleme esnasında da oksit tabakasının oluştuğu anlaşılmalıdır.
- Parçalar ve lehim teli, birleştirmenin yapılacağı alanlarda, uygun sıcaklığa çıkarılmalıdır. Bu sıcaklık kullanılan lehim telinin cinsine göre değişir.

Lehim katılaştırırken -sıvı halden katı hale geçerken- herhangi bir titreşim meydana gelmemelidir. Lehim yapılacak parçalar, öncelikli olarak temizlenmelidir. Bu temizlenme işlemiyle, yüzeylerinde bulunan yabancı maddeler uzaklaştırılmış olur. Ancak tüm temizleme işlemlerine rağmen, lehimleme işlemi sırasında parçalara uygulanan ısı nedeniyle, yüzeyde oksit tabakaları açığa çıkar. Lehim yapılacak parçaların yüzeyinde oluşan oksit tabakaları, birleşme için gerekli olan ek telin yayılmasını önler. Ek telin ergiyik halde olması bile birleşme için yeterli değildir. İyi bir yumuşak lehim birleşmesi için parça yüzeyinde oksit tabakalarının oluşmaması gerekir.

#### **4. 3.4. Kimyasal Temizleme Maddeleri**

İş parçası yüzeyinde bulunan yabancı maddelerin uzaklaştırılmasında kullanılan kimyasal maddeler, yüzeyde kimyasal reaksiyon oluşturarak temizlik yapmaktadır. Bu işlemi yapan maddeler kendilerine has özelliklerinden dolayı asidik özelliklere sahiptir. Bu açıdan seçimleri yapılırken yan etkileri dikkate alınmalı ve lehimleme işlemi bitiminde yüzeyler su ile yıkanmalıdır. Böylece asidik etkileri ortadan kaldırılmış olur. Bir diğer önemli husus;

asidik özellikteki maddelerin etkilerinin uygulama süresiyle bağlantılı olmasıdır. Yani iş parçası üzerinde bırakılan bu tür asidik özellikteki maddeler geçen zaman içerisinde etkilerini sürdürür. Bu nedenle kullanılma süreleri dikkate alınmalıdır. Aksi takdirde yüzey temizliği ötesinde iş parçasının aşınmasına da neden olabilir.

Bilindiği üzere asitler, yanlış kullanıldıkları takdirde çevreye zarar verebilir. Ancak çok sayıda ve üzerine mekaniksel bir araç ile aşındırma yapılması mümkün olmayan iş parçalarında daha etkili olur.

#### 4.3.5. İş Parçalarının ve Havyanın Temizlenmesi

İş parçalarında olduğu gibi lehimleme için gerekli olan ısıyı taşıma ya da oluşturma işleminde kullandığımız havyaların da temiz olma gerekliliği vardır. Çünkü havyalar ısı oluşturma ya da taşımanın ötesinde lehim alaşımının birleştirme alanına yayılmasında da etkin görevler alır. Birçok durumda havya üzerinde biriken lehim alaşımları, havyanın görevini yerine getirmesine engel teşkil eder. Bu alaşımların havya ucundan uzaklaştırılmaları gerekir. Aksi takdirde havya ile iş parçası arasında gerçekleşmesi beklenen ısı geçişleri, havya üzerinde bulunan lehim alaşımı artıkları nedeniyle engellenmiş olur. Tüm bu görevlerini gereği gibi yerine getirebilmesi için havyanın aşağıda sıralandığı şekilde temizlenmesi ve lehimleme işlemine hazır hale getirilmesi zorunludur.

- Havyanın sivri ucu bozulmamış olmalıdır. Bundan kast edilen lehimleme alanını dolduracak lehim alaşımı genişliğine sahip bir havya ucunun biçimlendirilmiş olması anlaşılmalıdır. Eğer havya daha önceden bu biçimini kaybetmiş ise eğeler aracılığıyla sivri bir uca sahip oluncaya kadar işlenir. Eğer uç daha da ileri aşamalarda biçim değiştirmiş ise özellikle büyük kütlere sahip havya uçları ısı altında dövülmek suretiyle biçimlendirilir.
- Havya uçları üzerinde yanlış kullanma neticesinde lehim alaşımı artıkları kalmış olabilir. Bunların yeni bir lehimleme öncesi temizlenmesi öncelikli olarak yapılır. Genelde ilk ısıtma esnasında bu artıklar havya ucundan uzaklaşır. Bunun için normal işleme sıcaklığına kadar ısıtılan havya, yün paçavra ile ya da metal bir fırça aracılığıyla silinir.
- Kaba temizliği yapılmış olan havyanın daha sonra tuz ruhu aracılığıyla kimyasal temizliği yapılır. Bunun için havyanın bir miktar tuz ruhuna daldırılması yeterli olacaktır.

Daha sonra havyanın özelliğine bağlı olarak kalaylanmasına geçilir ve ısınması sağlanır. Isınan havya ucu nişadır üzerine sürtülür. Nişadır üzerinde ileri geri hareketler ile sürtülen havyalar temizlenmiş olur. Bütün bu temizleme işlemi ardından bir miktar kalaya değiştirilir. Kalay, ısıtılmış olan havya ucuna kolaylıkla yayılabiliyor ise havyanın hem lehim sıcaklığına getirildiği hem de lehim için gerekli temizliğe sahip olduğu anlaşılır. Yapılan bu işlem havyanın kalaylanması olarak anılır. Kalaylama iş parçasına taşınacak lehim alaşımının havya üzerine tutunması için gereklidir.



**Resim 4.2: Yumuşak lehim havya takım**

- Bundan sonra lehimleme işlemi için havyanız hazırdır.

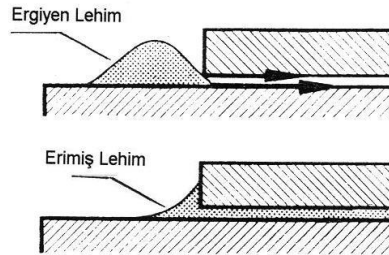
#### **4.4. Yumuşak Lehim Uygulama Teknikleri**

İyi bir lehimleme işleminin gerçekleşmesi için gerekli şartlar oluşturulduğu takdirde lehimlemenin iyi netice vermemesi için hiçbir neden kalmaz. Temizlik, lehim esnasında oksit tabakasının oluşumunu önlemek, uygun sıcaklık değerlerinin lehim yapılacak alana uygulanması ve lehim gerecinin katılaşması esnasında hareket ettirilmemesi gibi gerekli şartlar oluşturulduktan sonra lehim olayı aşağıdaki aşamalar dahilinde gerçekleşir:

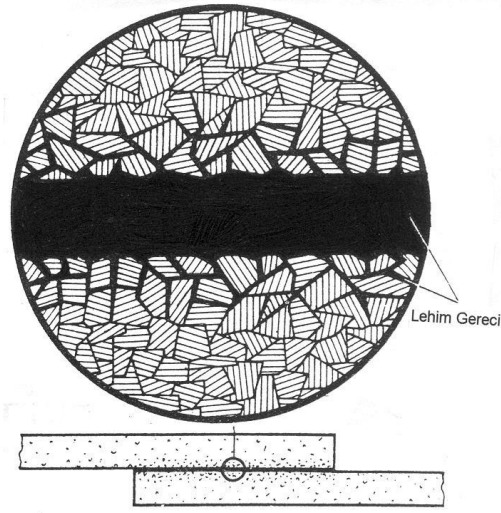
**Sıvılaşma:** İyice temizlenmiş iş parçalarına uygun lehim ısısi tatbik edilecek olursa, lehim teli ergir ve süratle birleştirilecek parçaların yüzeylerinde sıvılaşmaya başlar.

**Akıtma:** Sıvılaşmanın ardından lehim sıcaklığına gelmiş bütün iş parçası yüzeyinde lehim teli parça tarafından emilircesine yayılarak akar. Bu akma sırasında temizleyici özelliği olan maddeleri lehim teli iter.

**Tutma:** Tüm bunlar olurken iş parçası katı haldedir. Lehim telinin oluşturduğu sıvı o kadar ince bir yapıya sahiptir ki katı haldeki iş parçasının iç kısmına girer ve oralara tutunur. İşlem bitiminde soğuyan lehim alanının sürekli olarak birleşmesi sağlanmış olur



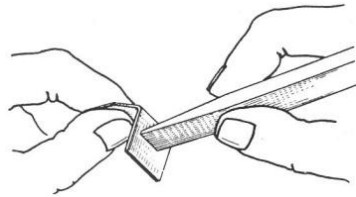
**Resim 4.3: Isı uygulanmasıyla lehim çubuğu ergir ve iş parçalarının yüzeyinde sıvılaşmaya başlar.**



**Resim 4.4: Lehim bileşiminin, iş parçası kristal dokusunda yayılması**

İki parçanın birbirine lehim ile birleştirilmesi aşamaları şunlardır:

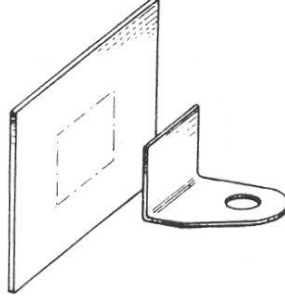
- Lehimli birleştirme yapılacak iş parçalarının lehim alanları temizlenir. Bu temizleme yüzeylerin kir tabakalarına bağlı olarak mekanik ve kimyasal maddeler kullanılarak yapılır.
- Gerekirse havya ucu da temizlenir.
- İş parçalarının boyutlarıyla orantılı büyüklükte havya seçimi yapılır.
- Lehimleme için gerekli olan lehim çubuğu belirlenir.
- Havyanın ısınması sağlanır.
- Havya ucu kalaylanır.
- Lehim ucuna bir miktar lehim alaşımı sürülür. Havyanın ısıyla lehim alaşımı ergir ve kalaylanmış havya ucuna lehim alaşımı yayılır. Havya ucundaki lehim alaşımının yere akmayacak miktarda olması yararlı olur. Gereğinden fazla lehim alaşımı verilen havya ucu, fazla miktardaki lehim alaşımının tutunmasına olanak vermez.
- İş parçalarının lehimlenecek alanlarına havya aracılığıyla bir miktar lehim alaşımı yayılması sağlanır.



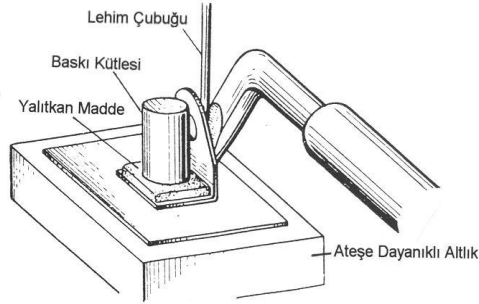
**Resim 4.5: İş parçası yüzeyine bir parça lehim alaşımı sürülür**

- Lehimli birleştirme yapılacak iş parçası alanları işlem sıcaklığına havya aracılığıyla çıkarılır. Gerektiği miktarda bu alana lehim alaşımı ilave edilir

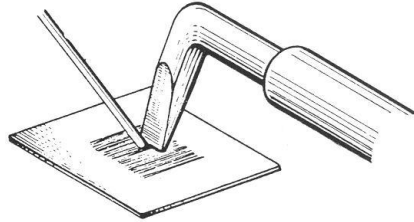
- Daha önceden belirlenmiş kısımlara iş parçaları konular ve iki parçanın istenilen şekilde birleşmesi sağlanır. İyi temizlenmiş iş parçaları bu aşamada birbirine tutunur.
- Birleşme alanının lehim alaşımı ile kaplandığından emin olunduktan sonra havya iş parçalarından uzaklaştırılır



**Resim 4.6: İş parçasının yerleştirilmesi**



**Resim 4.7: İş parçasının sabitlenmesi**



**Resim 4.8: Lehim alaşımının yayılması**

- Bundan sonra iş parçasının titreşime uğramaması sağlanır ve soğumaya bırakılır.
- Gerekirse lehim ek yeri temizlenir.
- Lehim yerlerinin kontrolü yapılır

## 4.5. Yumuşak Lehim Uygulama Hataları

Lehimlemede görülen hatalar lehimleme yöntemine (fırında, hamlaçla, indüksiyonla, rezistansla) bakılmaksızın değişik metal ve alaşımlarında benzerlik gösterir. Lehimleme hatasının çokluğu ya da azlığı metallerin lehimlenebilme yeteneğinin farklı olmasındandır.

Düşük karbonlu çelikler, bakır ve bakır alaşımları (yüksek oranda kurşun içerenleri hariç) genellikle çok kolay lehimlenebilir. Paslanmaz çelikler ve ısıya dayanıklı çelikler lehimlenmesi zor metaller olarak bilinmelidir. Lehimleme yeteneği az olursa birleşme zayıflar. Paslanmaz çelik ve ısıya dayanıklı çeliklerde lehim alaşımının etkinliği sıvı metal gevrekliğinden dolayı çatlamayla sonuçlanır.

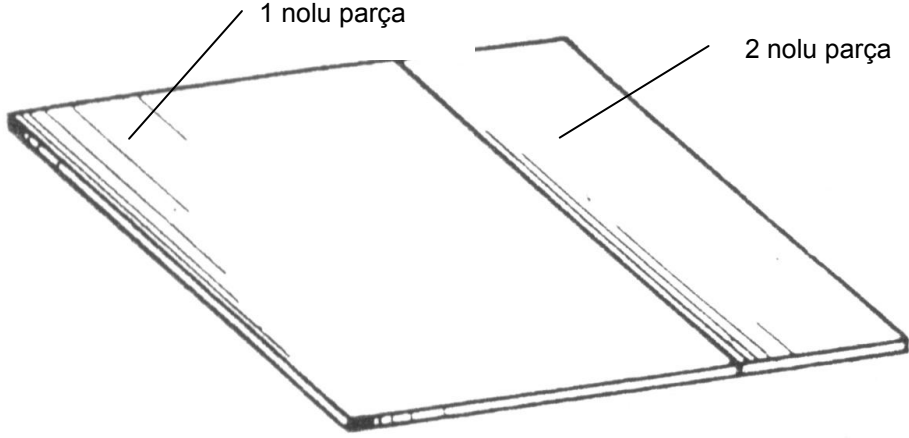
Yumuşak lehimlemenin uygulama hataları şunlardır:

- Özellikle ana malzeme yüzeyindeki oksit, sülfid, nitrit gibi içerikler, dolgu metalinin eriyiğine karışarak zayıf bağ oluşumuna dolayısıyla da düşük dayanıma neden olur. Ayrıca dolgu metalinin kendisi lehimlenecek yüzeylerin aşırı gevşek aralıklı olması ve uygun olmayan ısıtma da zayıf bağ oluşumuna neden olur.
- Lehim öncesi metal yüzeylerinin yeterince temizlenmemesi gözeneklere yol açar. Ayrıca dolgu metalinin düşük buharlaşma derecesine sahip olmamasından da meydana gelebilir. Hızlı soğuma, genel gözenek sebebidir.
- Yüzey temizliği iyi yapılmamış birleştirmelerde eksik lehimleme meydana gelir. Bu durumda birleşen yüzeyler, dolgu metaliyle tam olarak örtülmez ve bağ oluşmaz. Çünkü yüzey temizliği iyi yapılmamışsa ısı yetersiz ve oksitlenme sonucu koruyucu sıvı ya da gaz kaybolmuşsa ve çok fazla lehim aralığı bırakılmışsa dolgu metalinin akıcılığı zayıflar ve eksik lehimleme meydana gelir.
- Ana metalin alaşım elementleri içerisinde gereğinden fazla kurşun, arsenik gibi lehimlemeyi zorlaştıran alaşım elementleri varsa lehimleme gerçekleşmez ya da lehim kırılabilir olur.
- Bazı metaller hava ile temas ettikleri anda korozyona uğrar. Bunlara en iyi örnek nikelli paslanmaz çeliklerdir. Bu çelikler lehimlenirken ara yüzey korozyonu meydana gelir. Bu tür çelikler lehim koruyucu ortamlarda lehimlenir.




## UYGULAMA FAALİYETİ

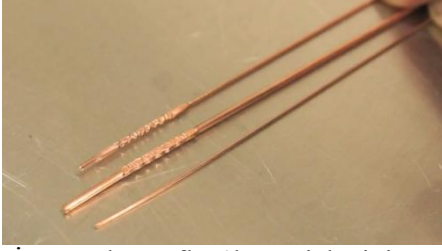
Aşağıdaki uygulamaları yapınız.



İki iş parçasını yukarıda verilen ölçüler doğrultusunda yumuşak lehim ile birleştiriniz.

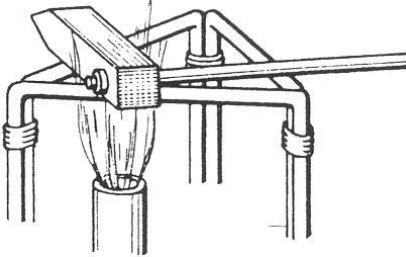
- 1 no.lu parça : 0.6 ya da 1 mm kalınlığında 40x80 ebatlarında DKP sac
- 2 no.lu parça : 0.6 ya da 1 mm kalınlığında 25x80 ebatlarında DKP sac

| İşlem Basamakları  | Öneriler  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Birleşecek parçaları lehime hazırlayınız.</li></ul>  <ul style="list-style-type: none"><li>➤ İlave teli belirleyiniz.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Paslı ve temizlenmeyen parçalara lehim uygulamayınız.</li><li>➤ Hangi parçalara yumuşak lehim uygulanabileceğine karar veriniz.</li><li>➤ Darbe ve yüksek sıcaklıklara maruz kalacak iş parçalarına yumuşak lehim yapmayınız.</li><li>➤ Yangın ve emniyet tedbirlerine uyunuz.</li><li>➤ Dikkatli ve düzenli çalışınız.</li></ul> |

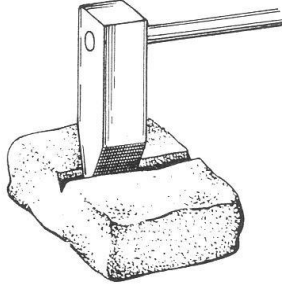


➤ İş parçalarını flux'le temizleyiniz.

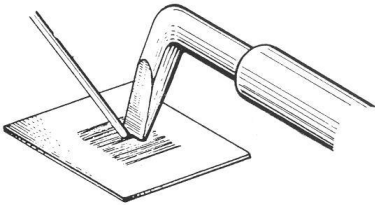
➤ Havyayı ısıtınız.



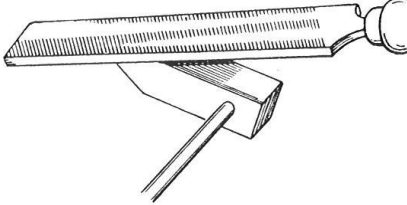
➤ Havyayı nişadıyla temizleyiniz.



➤ Yumuşak lehimle parçaları birleştiriniz.



➤ Flux kalıntılarını yok ediniz.



## KONTROL LİSTESİ

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

| Değerlendirme Ölçütleri                         | Evet | Hayır |
|---|------|-------|
| 1. Birleşecek parçaları lehime hazırladınız mı? |      |       |
| 2. İlave teli belirlediniz mi?                  |      |       |
| 3. İş parçalarını flux'le temizlediniz mi?      |      |       |
| 4. Havyayı ısıttınız mı?                        |      |       |
| 5. Havyayı nişadıyla temizlediniz mi?           |      |       |
| 6. Yumuşak lehimle parçaları birleştirdiniz mi? |      |       |
| 7. Flux kalıntılarını yok ettiniz mi?           |      |       |

## 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 okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Lehimde aşağıdakilerden hangisi ergir?  
A) Ek tel  
B) Elektrot  
C) Havya  
D) İş parçası
2. Ham maddeleri işlenmiş duruma getirmek için uygulanan eylemlerin ve bu eylemleri uygulamak için kullanılan araçların tümü aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Teknoloji  
B) Malzeme  
C) Endüstri  
D) Teknik
3. Sert lehim hangi sıcaklıklarda yapılmaktadır?  
A) 120°C ve üstünde  
B) 400°C ve üstünde  
C) 400°C ve altı  
D) 120°C ve altı
4. Yumuşak lehim hangi sıcaklıklarda yapılmaktadır?  
A) 185°C ile 320°C arasında  
B) 285°C ile 420°C arasında  
C) 385°C ile 420°C arasında  
D) 485°C ile 520°C arasında

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

5. ( ) Yumuşak lehimli birleştirme yapılmayacak yerlerden biri yüksek dayanım gerektiren yerlerdir.
6. ( ) Lehim çubuğu ile birleşme sıcaklığına yakın çalışma sıcaklığı bulunan iş parçalarının birleştirilmesinde lehimli birleştirmeler kullanılmaz.
7. ( ) Lehimlerde birleştirme ısısı oldukça düşük tutulur.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

8. Lehimler, ..... ve ..... olmak üzere iki ana gruba ayrılır ve metallerin birleştirilmesinde kullanılan yöntemlerdir.
9. Yumuşak lehimlemede esas metaller ....., ancak ilave metal, metalürjik bağ oluşturmak üzere esas metali ..... ve ..... kullanılır.
10. Yumuşak lehim işleminde genellikle ..... ve ..... yapılmış olduğu alışım; kaynak teli ya da çubuğu olarak kullanılmaktadır.

### 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-5

## AMAÇ

Yumuşak lehimle sızdırmazlık sağlayabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Otomotiv sektöründe kullanılan metal ve alaşımlarının standartlarını *İnternet*, kütüphane ve işletmelerin ar-ge kısımlarından araştırınız. Araştırma sonuçlarınızı faaliyet sonucunda rapor halinde sununuz. Bu araştırmaları yaparken uygulama alanlarını da görmeniz sizlere faydalı olacaktır.

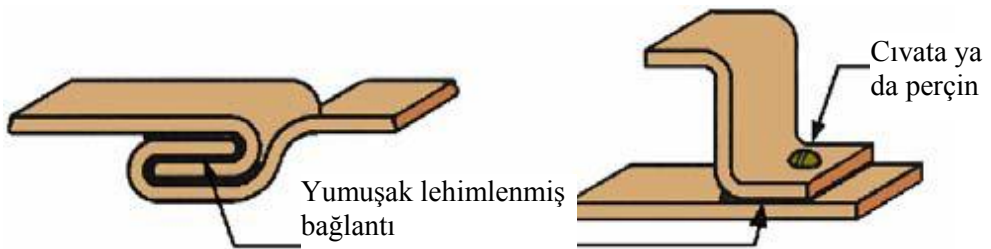
## 5. YUMUŞAK LEHİMLE SIZDIRMAZLIĞIN SAĞLAMA

Yumuşak lehimle sızdırmazlığın sağlanabilmesi için iş parçası yüzeyine kalaylama yapmak gerekir. Kalaylama, yüzeyin lehim kabul edebilecek ve tutabilecek şekilde hazırlanmasıdır. Kalaylama aslında lehimlemenin ilk basamağıdır.

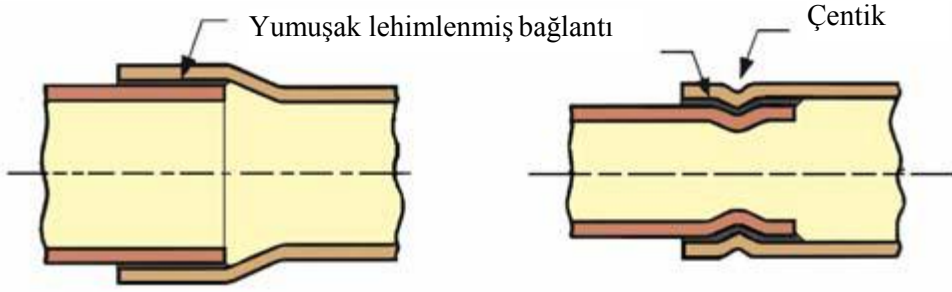
Kalaylama öncesi yüzeyin temiz olması gerekir. Kaynak edilmiş yüzeylerde ise zımparalama ve tel fırça ile yapılacak temizleme işlemleri bütün oksit tabakasını ve yabancı maddeleri uzaklaştırmaz. Kaynak edilmiş yüzeyin çok kaba olması hallerinde de zımpara ve tel fırça ufak çukurlara etkide bulunmaz. Bunun gibi durumlarda kaba noktalara hidroklorik aside daldırılmış küçük bir fırça sürmek suretiyle oksit tabakası kaldırılabilir.

### 5.1. Yumuşak Lehimle Sızdırmazlığın Sağlanabileceği Malzemeler

Yumuşak lehimle sızdırmazlığın sağlanabileceği malzemelerin başında çelik ve alaşımları gelir. Bunun dışında bakır ve alaşımları da yumuşak lehimle sızdırmazlığın sağlanabileceği malzemelerdir.



Resim 5.1: Sızdırmazlığın mekanik kilitlemeyle sağlanması



Resim 5.2: Boru birleştirmede sızdırmazlığın mekanik kilitlemeyle sağlanması

## 5.2. Yumuşak Lehim Sızdırmazlığı Sağlama Uygulama Teknikleri

Yumuşak lehim sızdırmazlığı sağlanabilmesi için bazı şartların yerine getirilmesi gerekir.

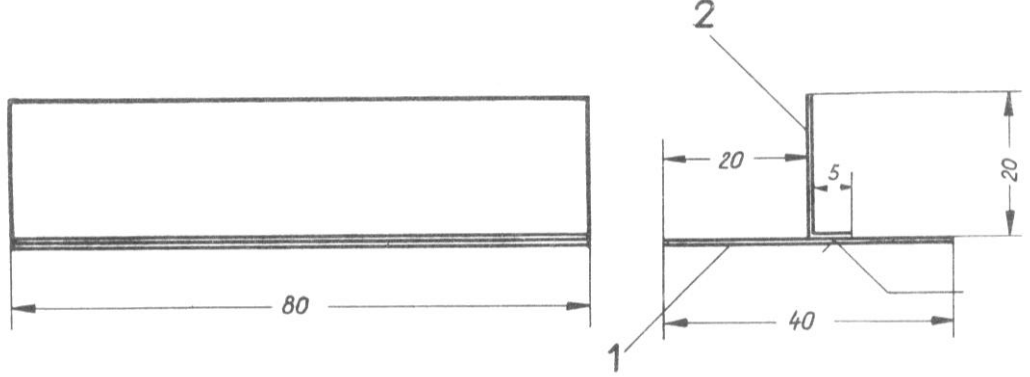
- Lehimlenecek parçaların yüzeyi son derece iyi bir şekilde temizlenmiş olmalıdır. Yani dış etkilerin oluşturduğu pisliğin, havanın oksijeniyle metalin birleşiminden oluşan oksit tabakasının oluşmamış olması gerekir.
- Lehimleme esnasında bir oksit tabakasının oluşmasına meydan verilmemesi gerekir. Çünkü oksit oluşumu ısı altında da meydana gelebilir. Bundan lehimleme esnasında da oksit tabakasının oluştuğu anlaşılmalıdır.
- Parçalar ve lehim teli, birleştirmenin yapılacağı alanlarda, uygun sıcaklığa çıkarılmalıdır. Bu sıcaklık kullanılan lehim telinin cinsine göre değişir.

## 5.3. Yumuşak Lehim Uygulama Hataları

Lehim katılaşp -sıvı halden katı hale geçerken- herhangi bir titreşim meydana gelmemelidir. Lehim yapılacak parçalar, öncelikli olarak temizlenmelidir. Bu temizlenme işlemiyle, yüzeylerinde bulunan yabancı maddeler uzaklaştırılmış olur. Ancak tüm temizleme işlemlerine rağmen, lehimleme işlemi sırasında parçalara uygulanan ısı nedeniyle, yüzeyde oksit tabakaları açığa çıkar. Lehim yapılacak parçaların yüzeyinde oluşan oksit tabakaları, birleşme için gerekli olan ek telin yayılmasını önler. Ek telin ergiyik halde olması bile birleşme için yeterli değildir. İyi bir yumuşak lehim birleşmesi için parça yüzeyinde oksit tabakalarının oluşmaması gerekir.


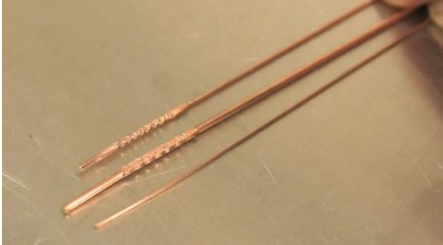
## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki uygulamaları yapınız.

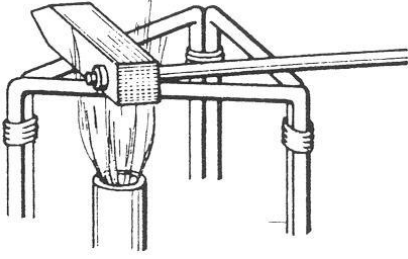


İki iş parçasını yukarıdaki verilen ölçüler doğrultusunda yumuşak lehim ile birleştiriniz.

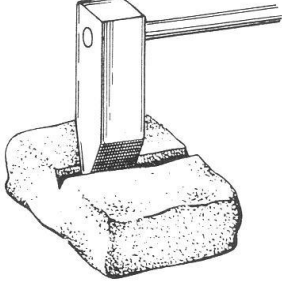
- 1 no.lu parça: 0.6 ya da 1 mm kalınlığında 40x80 ebatlarında DKP sac
- 2 no.lu parça: 0.6 ya da 1 mm kalınlığında 25x80 ebatlarında DKP sac

| İşlem Basamakları  | Öneriler   |
|--|--|
| <p>➤ Birleşecek parçaları lehime hazırlayınız.</p>  | <p>➤ Paslı ve temizlenmeyen parçalara lehim uygulamayınız.</p> <p>➤ Hangi parçalara yumuşak lehim uygulanabileceğine karar veriniz.</p> <p>➤ Darbe ve yüksek sıcaklıklara maruz kalacak iş parçalarına yumuşak lehim yapmayınız.</p> <p>➤ Yangın ve emniyet tedbirlerine uyunuz.</p> |
| <p>➤ İlave teli belirleyiniz.</p>                   | <p>➤ Dikkatli ve düzenli çalışınız.</p>  |
| <p>➤ İş parçalarını flux'le temizleyiniz.</p>  |  |

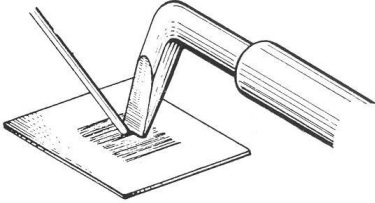
➤ Havyayı ısıtınız.



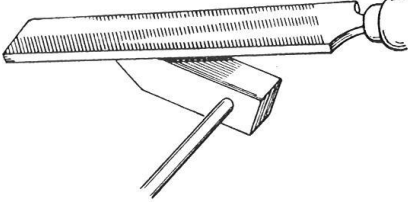
➤ Havyayı nişadıyla temizleyiniz.



➤ Yumuşak lehimle parçaları birleştiriniz.



➤ Flux kalıntılarını yok ediniz.





## KONTROL LİSTESİ

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

| Değerlendirme Ölçütleri                         | Evet | Hayır |
|---|------|-------|
| 1. Birleşecek parçaları lehime hazırladınız mı? |      |       |
| 2. İlave teli belirlediniz mi?                  |      |       |
| 3. İş parçalarını flux'le temizlediniz mi?      |      |       |
| 4. Havyayı ısıttınız mı?                        |      |       |
| 5. Havyayı nışadıyla temizlediniz mi?           |      |       |
| 6. Yumuşak lehimle parçaları birleştirdiniz mi? |      |       |
| 7. Flux kalıntılarını yok ettiniz mi?           |      |       |

## 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 okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Yumuşak lehimle sızdırmazlığın sağlanabilmesi için iş parçası yüzeyine aşağıdakilerden hangisinin yapılması gerekir?  
A) Kalaylama  
B) Çinkolaşma  
C) Karalama  
D) Daldırma
2. Yumuşak lehimle sızdırmazlığın sağlanabileceği malzemelerin başında aşağıdakilerden hangisi gelir?  
A) Bakır ve alaşımları  
B) Döküm ve alaşımları  
C) Çelik ve alaşımları  
D) Çinko ve alaşımları
3. Temizleme işlemlerine rağmen, lehimleme işlemi sırasında parçalara uygulanan ısı nedeniyle yüzeyde aşağıdaki tabakalardan hangisi açığa çıkar?  
A) Kalay  
B) Çinko  
C) Boya  
D) Oksit

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

4. ( ) Kalaylama, yüzeyin lehimini kabul edebilecek ve tutabilecek şekilde hazırlanmasıdır.
5. ( ) Kalaylama aslında lehimlemenin sonucudur.
6. ( ) Kalaylama öncesi yüzeyin temiz olması gerekir.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

7. Kaynak edilmiş yüzeylerde ise ..... ve ..... ile yapılacak temizleme işlemleri bütün ..... tabakasını ve yabancı maddeleri uzaklaştırmaz.
8. Kaynak edilmiş yüzeyin çok kaba olması hallerinde de ..... ve ..... ufak çukurlara etkide bulunmaz.
9. Lehim ..... sıvı halden katı hale geçerken- herhangi bir ..... meydana gelmemelidir.
10. Lehim yapılacak parçaların yüzeyinde oluşan ..... tabakaları, birleşme için gerekli olan ek telin ..... önler.

## 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-6

## AMAÇ

Sert lehimle sacları birleştirebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Daha önce karşılaşmadığımız kavramları, bir kâğıda, kitaptaki boş yerlere not alınız ya da altlarını çiziniz. Yalnız her şeyin altını çizmek, not almak yanlıştır. Seçici olunuz.
- Not aldığınız kavramları soru biçimine dönüştürünüz.
- Not aldığınız kavramları arkadaşlarınız ile tartışınız. Açıklığa kavuşmamış olanları öğretmeninize sorunuz. Aldığınız cevapları görselleştiriniz ve örnekleri kafanızda çoğaltmaya çalışınız.

## 6. SERT LEHİM

Alçak sıcaklıklarda yapılan kaynak olarak da anılan sert lehim, adından anlaşılacağı üzere bir lehim türüdür. Lehimler, yumuşak ve sert olmak üzere iki ana grup içerisinde toplanır ve metallerin birleştirilmesinde kullanılan yöntemlerdir. Sert lehim ile yumuşak lehim birbirinden ayıran, ek tellerinin ergime sıcaklığı, dolayısıyla da ek tellerdir. Örneğin, sert lehim yaklaşık 400°C de yapılmaktadır. Diğer yandan yumuşak lehim olarak adlandırılan ise 185°C ile 300°C arasında yapılır. Yumuşak lehimlemenin değişik sıcaklıklar altında yapılmasının temel nedeni, ergime meydana gelen ek tellerin bileşimleridir. Eğer yumuşak lehimlemede kullanılan tel, %10 kalay, %90 kurşundan meydana gelen bir alaşım ise lehim ortamındaki sıcaklık, yaklaşık 300°C olacaktır. Kalay ve kurşun bileşimleri aynı olan lehim çubuklarıyla yapılan lehim sıcaklığı ise 185°C olarak belirlenebilir. Bu nedenle lehimde kullanılan çubuklar, bir noktada ortam sıcaklığını belirler denilebilir.



Resim 6.1: Bir borunun sert lehimle birleştirilmesi

## 6.1. Tanımı ve Önemi

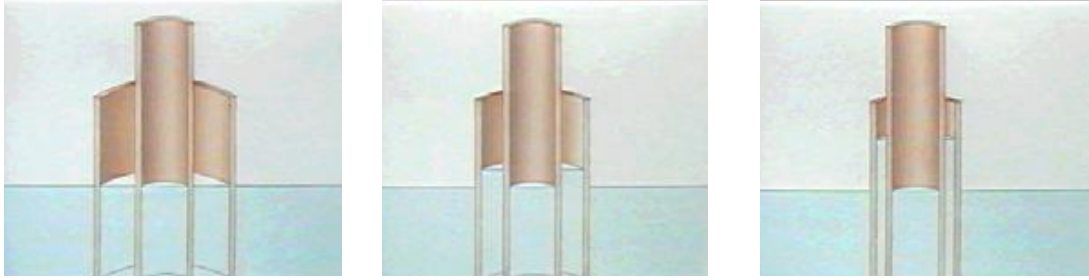
Lehimin ısı altında yapılan diğer kaynaklı birleştirme şekillerinden ayrılan en önemli özelliği, birleştirilecek parçalara uygulanan ısının, ergime derecelerinin altında olmasıdır. Örneğin, şu ana kadar oksijen gaz kaynağı adı altında gördüğümüz kaynaklı birleştirmelerin büyük çoğunluğunda, metalleri kaynaklı olarak birbirine birleştirmek için uygulanan ısı, ergime dereceleri yakınlarındaydı. Lehimlerde ise birleştirme ısısı oldukça düşük tutulmaktadır. Böylece ergime derecelerine yakın değerlerde tutulan kaynak ısısının, parçalar üzerinde gösterdiği olumsuz etkiler, uzaklaştırılmış olmaktadır. İster sert, ister yumuşak lehimleme işlemi olsun, temel prensip olarak işlem sırasında birleştirme yapılacak parçalar, kesinlikle ergime derecelerindeki sıcaklıklara ulaşmaz. Yani birleşecek parçalar ergimez. Ancak kullanılan ek teller ergir ve birleşme ortamını bunlar sağlar.

Buradan yola çıkarak sert lehimlemenin genel bir tanımına ulaşmak mümkündür. Bir ilave metalin eritildiği ve birleştirilecek parçaların temas eden yüzeyleri arasında kapiler etkiyle dağıldığı birleştirme yöntemidir.

Bu yöntemde esas metaller erimez, sadece dolgu metalleri erir.

Doğal olarak sert lehimlemenin olumsuzlukları da söz konusudur. Bunlar;

- 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.
- Kaynağa göre sert lehimlemenin üstünlükleri şunlardır:
- Farklı metaller dâhil, 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 metalde ısı tesiri altında bulunan bölgedeki (ITAB) problemler daha azdır.
- Kapiler etki, erimiş metali bağlantının içine çektiğinden, çoğu kaynak yöntemiyle ulaşılamayan bağlantı bölgeleri sert lehimlenebilir (bk. Resim 6.2).
- Sert lehim aşağıda sıralanan yerlerde sıkça kullanılır:
- Otomotiv (örneğin, boruların ve tesisatların birleştirilmesi)
- Elektrik ekipmanlar (örneğin, tel ve kabloların birleştirilmesi)
- Kesici takımlar (örneğin, sement 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



**Resim 6.2: Kapiler etki**

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 dışarıdaki suyun seviyesine çıkar.
- Yeterince küçük bir aralıkta kapiler etki en üst seviyesine çıkarak iki boru arasındaki boşluğu doldurur.

## 6.2. Sert Lehim Alaşım Elemanları

Metal ve alaşımlarının çoğunluğu, uygun yöntemlerin uygulanması koşuluyla sert lehim yapılabilir. Buradan istediğinize bağlı olarak her parçanın sert lehim ile birleştirilebileceği, anlaşılmalıdır. Birleştirmeden beklediğiniz kıstasları yerine getirdikten sonra sert lehimlemeyle birleştirilemeyecek parça yok gibidir. Ancak metallere bazıları, sert lehimlenmiş birleşmelerin davranışını etkileyen ve bazı hâllerde özel süreçler gerektiren metalürjik olgular meydana getirir.

Birçok metal ve alaşımı için geliştirilmiş sert lehim pasta ve çubuğu bulunmaktadır. Bu nedenle uluslararası standartlar geliştirilmiştir. Bu standartlar doğrultusunda sert lehim çubuklarını, beş ana grup içerisinde ele almak mümkündür.

- Lehim Çubuğunun Ergime Sıcaklığına Göre Sınıflandırma

Çok alçak ergime sıcaklığı olan çubuklar: Bu kısımda ele alınan çubukların ergime dereceleri 145°C'dir. İçyapılarında bizmut, indiyum, galyum, kalay, kurşun, kadmiyum ve cıva bulunabilir. Alçak ergime sıcaklığı olanlar: Çubuğun ergime derecesinin sınırı olarak 449°C alınmıştır. Alüminyumun sert lehiminde kullanılan çubuklar, örnek olarak verilebilir.

Orta ergime sıcaklığı olanlar: Demir-bor, nikel-bor (1080°C), kobalt-bor (1095°C) ve bakır (1083°C) gibi metallere, ergime sıcaklıklarına uyan çubuklardır. Bu sınıfa alüminyum yanında, magnezyum, gümüş, bakır ve bazı titanyum, paladyum ile nikel alaşım, içyapılı çubukların tamamı girer.

Yüksek ergime sıcaklığı olanlar: Çubuğun ergime sıcaklığı üst sınırı 1850°C olarak kabul edilenler bu sınıfa girer. Çok yüksek ergime sıcaklığı olanlar: 1850°C'den yüksek sıcaklıklarda ergiyen sert lehim çubuklarıdır.

➤ Temel Bileşenine Göre Sınıflandırma

Bileşenlerinden birinin oranı %50'yi aşan sert lehim çubuklarıdır. Aynı miktarda birkaç bileşen içeren çubuklarda iki ya da üç bileşene göre adlandırılır. Bu sınıflandırma içinde ele alınan çubuklar şu şekilde gruplanır:

- Gümüş alaşımlılar
- Alüminyum-silisyum alaşımları
- Bakır-fosforlu çubuklar
- Bileşiminde altın bulunanlar
- Magnezyumlular
- Bakır ve bakır-çinko alaşımlılar
- Nikelli çubuklar

➤ Temizleme Gücüne Göre Sınıflandırma

Bazı sert lehim çubukları, temizleyici olarak da kullanılmaktadır. İçyapılarında bulunan lityum, potasyum, sodyum, fosfor, cesium ve bor gibi elementler sayesinde işlevlerini yerine getirir. Bu elementler, çubuğun birleştirilecek gereç üzerinde yayılıp onu ısıtmasında yardımcı olur. Çubuk içyapısında bulunan bu tür elementlerin, parça yüzeyinde oluşan oksitleri uzaklaştırabilecek yapıda ve ergime derecelerinin ise sert lehim sıcaklığından düşük olması gerekir.

➤ Ergime Alanına Göre Sınıflandırma

Sert lehimde kullanılan çubuğun, hangi sıcaklık değerleri içerisinde ergidiği önemlidir. Bu alan ne kadar dar olursa çubuğun sert lehimleme aralığı içinde yayılıp akma kabiliyeti üstün olacağından, birleştirme işlemi de o kadar başarılı sonuçlanacaktır.

➤ Lehim Çubuğunun Ergime Derecesine Göre Sınıflandırma

Bu grup içerisinde ele alınan çubuklar, tamamen ya da kısmen ergime derecelerine göre sınıflandırılır. Çubuk içerisine eklenen elementler sayesinde, çubuğun ergimeye karşı dayanım göstermesi sağlanır. Böylece homojen olmayan, bir kısmı ergiyebilen ve kompozit olarak adlandırılan sert lehim çubukları oluşturulmuştur.

Görüldüğü gibi birçok seçenek içerisinden, sert lehim yapımı için değişik alternatifler seçilebilir. Çok hassas işlemler için üretici firmaların önerileri dikkate alınmalıdır. Bunun yanında genel olarak sert lehim çubuklarında aranılan özellikler sıralamak da mümkündür.

Sert lehim işlemlerinde kullanılan ek tellerde aranılan özellikler şunlardır:

- Ek telleri, gereçlerin yüzeyine eşit olarak yayılma özelliğine sahip olmalıdır.
- İyi bir ergime yapmalı ve yüzeyde tam birleşmeyi gerçekleştirmelidir.
- Telin ergime sıcaklığı, birleştirilen gereçlerin ergime sıcaklığından daima düşük olmalıdır.

| Sert lehim çubuğunun adı | Ergime aralığı (°C) | Çalışma sıcaklığı (°C) | DIN 5813 e göre standarttı | Sert lehim çubuğunun adı | Ergime aralığı (°C) | Çalışma sıcaklığı (°C) | DIN 5813 e göre standarttı |
|--------------------------|---------------------|------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------|------------------------|----------------------------|
| A 1101                   | 890-920             | 910                    | LCuNi10Zn42                | A 1303                   | 690-810             | 810                    | LAg20Cd                    |
| A 1102                   | 870-900             | 890                    | LCUNi10Zn42(L-Ns)+Ag       | A 1306                   | 595-630             | 610                    | LAg40Cd                    |
| A 1211                   | 890-900             | 900                    | LCuZn39Sn                  | A 1314                   | 620-660             | 650                    | LAg55Sn                    |
| A/AF 12111 AG            | 890-900             | 900                    | LCuZn39Sn                  | A 1319                   | 630-730             | 710                    | LAg34Sn                    |
| A 1210                   | 890-900             | 900                    | LCuZn40                    | A 1320                   | 640-840             | 670                    | LAg45Sn                    |

**Tablo 6.1: Sert lehimde kullanılan kaynak çubuklarından bazılarına ait bilgiler**

### 6.3. Sert Lehim Temizleme Maddeleri

Sert lehim yapılacak parçalar, öncelikli olarak temizlenmelidir. Bu temizlenme işlemi aracılığıyla, yüzeylerinde bulunan yabancı maddeler uzaklaştırılmış olur. Ancak tüm temizleme işlemlerine rağmen, lehimleme işlemi sırasında parçalara uygulanan ısı nedeniyle, yüzeyde oksit tabakaları açığa çıkar. Sert lehim yapılacak parçaların yüzeyinde oluşan oksit tabakaları, birleşme için gerekli olan ek telin yayılmasını önler. Ek telin ergiyik hâlde olması bile birleşme için yeterli değildir. İyi bir sert lehim birleşmesi için parça yüzeyinde oksit tabakalarının oluşmaması gerekir.

Lehimleme işlemi sırasında yüzeyde oluşan oksitleri çözme ve diğer yabancı maddeleri temizleme işlemlerinde kullanılan kimyasal maddelere, pasta (dekapan) adı verilir. Sert lehimleme işlemlerinde, tek tür temizleyici madde kullanılmaz. Bunlar piyasada toz, pasta, sıvı ya da reçine kıvamında satılır. Temizleyici maddelerden toz hâlinde olanları dışında kalanlar, çoğu zaman hemen kullanılır. Toz hâlinde bulunanlar ise sıvılar aracılığıyla kullanılır hâlde getirilir. Örneğin boraks; borik asit ile sulandırılır. Boraks örneğinde olduğu gibi bazı temizleme maddelerinin hazırlanmasında, kendi öz katık sıvıları kullanılır.

Temizleyici madde seçiminde dikkat edilecek nokta, lehimleme işlemi sırasında kullanılan tele uygun maddenin bulunmasıdır. Alüminyum ve titanyum türü, yüzeyinde şiddetli oksitlenme özelliği olan metallerin, sert lehimlenmesinde bu tür maddelerin kullanılması zorunludur.

### 6.4. Kimyasal Temizleme Maddeleri

İş parçası yüzeyinde bulunan yabancı maddelerin uzaklaştırılmasında kullanılan kimyasal maddeler, yüzeyde kimyasal reaksiyon oluşturarak temizlik yapmaktadır. Bu işlemi yapan maddeler kendilerine has özelliklerinden dolayı asidik özelliklere sahiptir. Bu açıdan seçimleri yapılırken yan etkileri dikkate alınmalı ve lehimleme işlemi bitiminde yüzeyler su ile yıkanmalıdır. Böylece asidik etkileri ortadan kaldırılmış olur. Bir diğer önemli husus,

asidik özellikteki maddelerin etkileri uygulama süresiyle bağlantılıdır. Yani iş parçası üzerinde bırakılan bu tür asidik özellikteki maddeler, geçen zaman içerisinde etkilerini sürdürür. Bu nedenle kullanılma süreleri dikkate alınmalıdır. Aksi takdirde yüzey temizliği ötesinde iş parçasının aşınmasına da neden olabilir.

Bilindiği üzere asitler yanlış kullanıldıkları takdirde çevreye zarar verebilir. Ancak çok sayıda ve üzerine mekaniksel bir araç ile aşındırma yapılması mümkün olmayan iş parçalarında daha etkili olur.

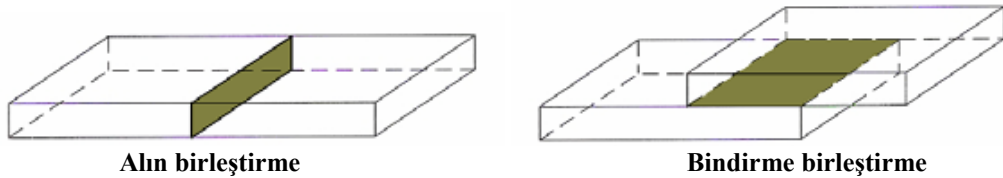
Lehimleme işlemi sırasında yüzeyde oluşan oksitleri çözme ve diğer yabancı maddeleri temizleme işlemlerinde kullanılan kimyasal maddelere, pasta adı verilir. Pasta olarak kullanılan kimyasal maddelerin diğer adı dekapandır. Sert lehimleme işlemlerinde, tek tür temizleyici madde kullanılmaz. Bunlar piyasada toz, pasta, sıvı ya da reçine kıvamında satılır. Temizleyici maddelerden toz halinde olanları dışında kalanlar, çoğu zaman hemen kullanılabilir. Toz halinde bulunanlar ise sıvılar aracılığıyla kullanılır hale getirilir. Örneğin boraks, borik asit ile sulandırılır. Boraks örneğinde olduğu gibi bazı temizleme maddelerinin hazırlanmasında, kendi öz katık sıvıları kullanılır.

## 6.5. İş Parçalarının Sert Lehimlemeye Hazırlamak

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,

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.

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



Resim 6.3: Sert lehimde birleştirme



## 6.6. Sert Lehim Uygulama Teknikleri

Sert lehimin iyi olabilmesi için parçaların iyi hazırlanmış, birleşme yerlerinin oksit ve kirden temizlenmiş olması gereklidir. Lehim sırasında oksitlenmeyi önlemek için birleşme yerlerine pasta ve toz kaplanır. Sert lehim birleştirmeler alın veya bindirme yöntemi ile yapılır (bk. Resim 6.3.). Birleştirme anında kullanılan dekapanlar metallerin cinsine göre dir. Örnek olarak çelik, bakır, pirinç, gibi malzemelerde boraks kullanılır. Bunun dışında özel olarak hazırlanmış dekapanlar vardır.

Sert lehimde kullanılan ilave tellerin özellikleri çeşitlidir. Bakır, pirinç gümüş, nikel, çinko, altın vs. ilave tel olarak kullanılmaktadır.

## 6.7. Sert Lehim Uygulama Hataları

Sert lehimde iş parçası dışarıdan lehim sıcaklığına getirilir. Bu ısıtmanın az ya da fazla yapılması lehim başarısını etkiler. Fazla ısı iş parçasının özelliklerini olumsuz etkiler ve lehimin amacına ulaşmasına mani olur. Düşük ısı ise iş parçaları arasındaki bağın zayıf olmasına neden olur.

Sert lehimde fazla ek tel kullanılmaz. Fazla ek tel lehim dayanımını olumsuz etkiler. Kaynak dikişinde taşmalara neden olur. Bu durum görünüşü ve maliyeti olumsuz etkiler (bk. Resim 6.4.).

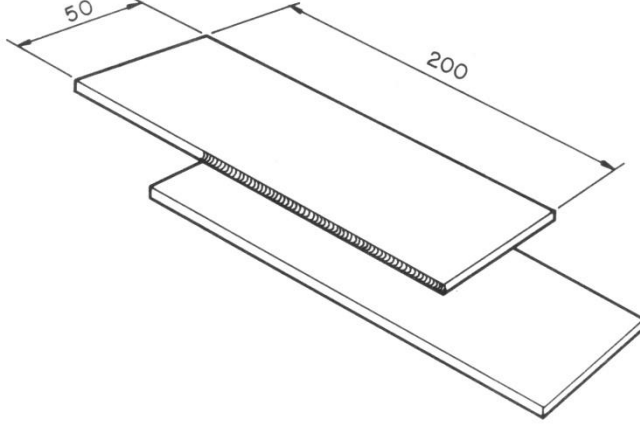
Lehim için kullanılan dekapanlar lehim sonrası iş parçası yüzeyini kaplar. Fazla dekapan kullanımı iş parçasının temizlenmesi esnasında zaman kaybına ve maliyet artışına neden olur. Gereğinden fazla dekapan kullanılmamalıdır.





Resim 6.4: Sert lehimle birleştirilmiş borular

## UYGULAMA FAALİYETİ

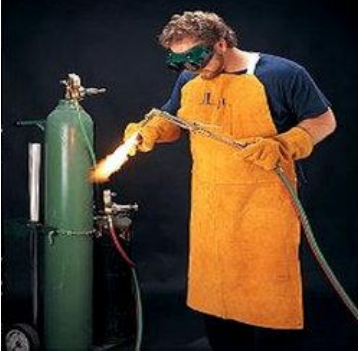
Aşağıdaki uygulamaları yapınız.



200 mmx50 mm ebatlarında 3 mm kalınlığında 2 adet çelik parçayı yukarıdaki çizime göre sert lehimle birleştiriniz.

| İşlem Basamakları  | Öneriler   |
|--|--|
| <p>➤ Birleşecek parçaları lehime hazırlayınız.</p>  | <p>➤ Yangın ve emniyet tedbirlerine uyunuz.</p> <p>➤ Dikkatli ve düzenli çalışınız.</p> <p>➤ Sıcak parçaların emniyetini sağlayınız.</p> |
| <p>➤ İlave teli belirleyiniz.</p>                   |  |

- İş parçalarını flux'le temizleyiniz.



- Birleşecek parçaları ısıtınız.



- Isıtılan bölgeye boraks dökünüz.



- Sert lehim yapınız.



- Flux kalıntılarını yok ediniz.

## KONTROL LİSTESİ

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

| Değerlendirme Ölçütleri                         | Evet | Hayır |
|---|------|-------|
| 1. Birleşecek parçaları lehime hazırladınız mı? |      |       |
| 2. İlave teli belirlediniz mi?                  |      |       |
| 3. İş parçalarını flux'le temizlediniz mi?      |      |       |
| 4. Birleşecek parçaları ısıttınız mı?           |      |       |
| 5. Isıtılan bölgeye boraks döktünüz mü?         |      |       |
| 6. Sert lehim yaptınız mı?                      |      |       |
| 7. Flux kalıntılarını yok ettiniz mi?           |      |       |

## 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. Alçak sıcaklıklarda yapılan kaynak olarak da anılan lehim türü aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Ark kaynağı  
B) Yapıştırma  
C) Sert lehim  
D) Yumuşak lehim
2. Sert lehim yaklaşık kaç derecede yapılmaktadır?  
A) 400°C de  
B) 430°C de  
C) 500°C de  
D) 600°C de
3. Yumuşak lehim aşağıdaki sıcaklıklardan hangisinde yapılır?  
A) 85°C ile 130°C  
B) 15°C ile 35°C  
C) 45°C ile 200°C  
D) 185°C ile 300°C
4. Kalay ve kurşun bileşimleri aynı olan lehim çubuklarıyla yapılan lehim sıcaklığı aşağıdakilerden hangisidir?  
A) 185°C  
B) 285°C  
C) 235°C  
D) 345°C

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise **D**, yanlış ise **Y** yazınız.

5. ( ) Lehimler, yumuşak ve sert olmak üzere iki ana grup içerisinde toplanır ve metallerin parlatılmasında kullanılan yöntemlerdir.
6. ( ) Sert lehim ile yumuşak lehim birbirinden ayıran, ek tellerinin ergime sıcaklığı, dolayısıyla da ek tellerdir.
7. ( ) Lehimin ısı altında yapılan diğer kaynaklı birleştirme şekillerinden ayrılan en önemli özelliği birleştirilecek parçalara uygulanan ısının, ergime derecelerinin altında olmasıdır.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

8. Yumuşak lehimlemede kullanılan tel, ....., meydana gelen bir alaşım ise, lehim ortamındaki sıcaklık yaklaşık ..... olacaktır.
9. .... işlem endüstrisi, ..... tesisatları ve ..... işlemi yapanlar, metal boru ve ..... sert lehimleme ile birleştirirler.
10. Lehimleme işlemi sırasında yüzeyde oluşan oksitleri çözme ve diğer yabancı maddeleri ..... işlemlerinde kullanılan kimyasal maddelere, ..... adı verilir.

## 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-7

## AMAÇ

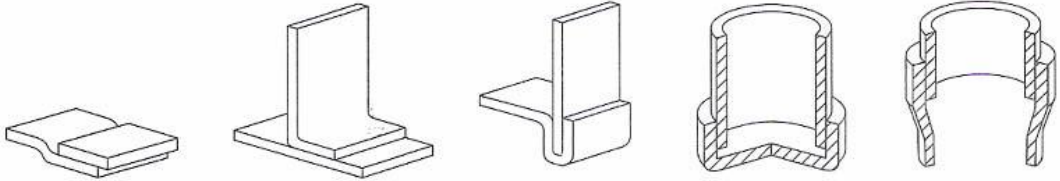
Flanş sert lehim yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Çevrenizde sert lehimleme yapan işletmelerden flanş birleştirmeleri ile ilgili bilgi toplayarak uygulama faaliyetlerini inceleyiniz. Bu konuda işletmelerin yaptığı uygulamaları arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 7. FLANŞ LEHİMLEME

Daha önceki faaliyetlerde gördüğümüz sert lehim, 400°C üzerinde yapılan bir birleştirme işlemidir. Bu işlemi gerçekleştirirken esas metal ergitilmeden ilave tel ergitilmeli kullanılan ilave telin ergime sıcaklığı birleştirme yapılacak metalin sıcaklığından düşük olmalıdır. Sert lehimin dayanımı esas parça kadar olmasa da yine de yüksek dayanım sağlar.



**Resim 7.1: Parçaların değişik biçimde sert lehimle birleştirilmesi**

Sert lehimi farklı özellikteki metal ve alaşımlar için kullanabiliriz. Flanş konumunda sert lehim işlemi yapılırken bu özellikten faydalanılabilir. Flanş birleştirmede kullanılan boru ve taban sacı farklı metallerden oluşabilir. Sert lehim için iş parçası çok temiz olmalı, birleştirme anında kullanılacak temizleyiciler metal cinsine göre seçilmelidir. Flanş konumundaki parçalar karoseri ve kaporta işlerinde zaman zaman karşımıza çıkabilecektir (bk. Resim 7.1). Burada en önemli husus flanş konumunda genellikle oksijen-gaz kaynağı yapılabilmektedir. Sadece birleştirilecek olan iki parçada birbirinden farklı ve ergime yoluyla birleştirme olanaklı olmadığı durumlarda sert lehimleme işlemi kullanılabilir.



**Resim 7.2: Flanş lehimleme**

## **7.1. İş Parçalarını Flanş Lehimlemeye Hazırlamak**

Lehimlenecek parçaların yüzeyi son derece iyi bir şekilde temizlenmiş olmalıdır. Yani ne dış etkilerin oluşturduğu pislik, ne de havanın oksijeniyle metalin birleşiminden oluşan oksit tabakasının oluşmamış olması gerekir (bk. Resim 7.3).

Lehimleme esnasında bir oksit tabakasının oluşmasına meydan verilmemesi gerekir. Çünkü oksit oluşumu ısı altında da meydana gelebilir. Bundan lehimleme esnasında da oksit tabakasının oluştuğu anlaşılmalıdır.

Parçalar ve lehim teli, birleştirmenin yapılacağı alanlarda, uygun sıcaklığa çıkarılmıdır. Bu sıcaklık kullanılan lehim telinin cinsine göre değişir.



**Resim 7.3: İş parçasını eğe ile temizleme**

## 7.2. Flanş Lehimleme Uygulama Teknikleri

- Flanşı oluşturan boru ve sac malzemeler kir, pas, boya gibi maddelerden temizlenmelidir.
- Flanş malzemelerine uygun ilave tel ve temizleyiciler seçilmelidir.
- Uygun ısıtma aracı ile birleştirme yeri ısıtılmalıdır.
- Parçanın sıcaklığı ilave telin ergime sıcaklığına gelince ilave tel ek yerine verilmeye başlanmalıdır.
- Parçalar soğutulduktan sonra parça üzerindeki temizleyici artıkları temizlenmelidir.

## 7.3. Flanş Lehim Uygulama Hataları

Lehim sıcaklığına getirmek için uygulanan ısı parçaların erimesine neden olabilir. Bunun için ısının kontrollü uygulanması önerilir.

Lehim teli ve iş parçasının alaşımlarını olumsuz yönden etkileyebilecek alev türü seçilmemelidir. Örneğin, bakırın çinko ile yapmış olduğu alaşım olan pirinç alaşımları, oksijeni fazla alev kullanılarak lehimlenir. Bunun dışında içyapısında gümüş bulunan pirinçler de oksitleyici alev ile lehimlenir.

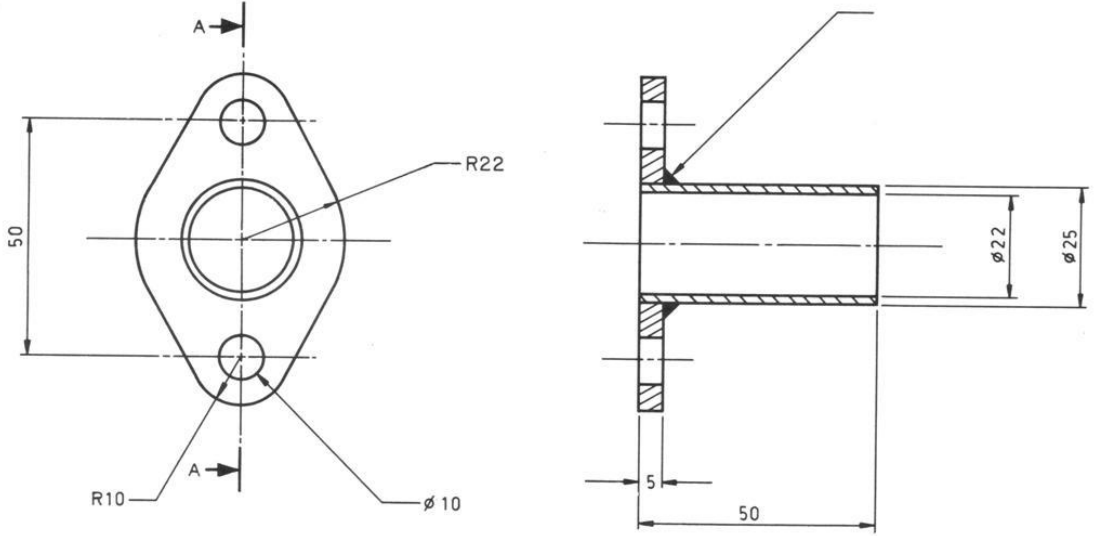


Resim 7.4: Oksijeni fazla alev



## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki uygulamaları yapınız.



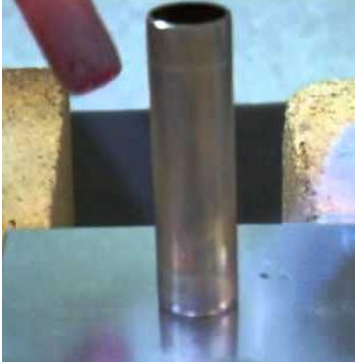
Yukarıda yapım resmi verilen  $\varnothing 25$  mm boru ile 70X44X5 mm ebadındaki iş parçalarını sert lehimle birleştiriniz.

| İşlem Basamakları  | Öneriler  |
|--|---|
| <p>➤ Birleşecek parçaları lehime hazırlayınız.</p>        | <p>➤ Birleştirilecek malzemelerin hangi koşullarda çalışacağını tespit ediniz.</p> <p>➤ Paslı ve temizlenmeyen parçalara lehim uygulamayınız.</p> <p>➤ Yangın ve emniyet tedbirlerine uyunuz.</p> <p>➤ Dikkatli ve düzenli çalışınız.</p> |
| <p>➤ Borunun lehim yapılacak bölgesini temizleyiniz.</p>  | <p>➤ Sıcak parçaların emniyetini sağlayınız.</p>  |

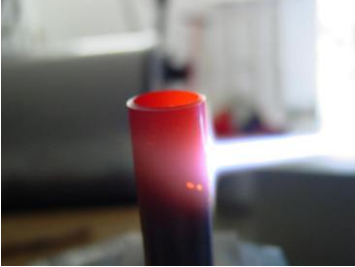
- İlave teli belirleyiniz.



- Birleşecek parçaları puntalayınız.





- Birleşecek parçaları ısıtınız.



- Isıtılan bölgeye flux dökünüz.



- Flanş sert lehim yapınız.

|   |  |
|---|--|
|  <p>➤ Flux kalıntılarını yok ediniz.</p> |  |
|  <p>➤ Sızdırmazlık kontrolü yapınız.</p> |  |

## KONTROL LİSTESİ

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

| Değerlendirme Ölçütleri                               | Evet | Hayır |
|---|------|-------|
| 1. Birleşecek parçaları lehime hazırladınız mı?       |      |       |
| 2. Borunun lehim yapılacak bölgesini temizlediniz mi? |      |       |
| 3. İlave teli belirlediniz mi?                        |      |       |
| 4. Birleşecek parçaları puntaladınız mı?              |      |       |
| 5. Birleşecek parçaları ısıttınız mı?                 |      |       |
| 6. Isıtılan bölgeye flux döktünüz mü?                 |      |       |
| 7. Flanş sert lehim yaptınız mı?                      |      |       |
| 8. Flux kalıntılarını yok ettiniz mi?                 |      |       |
| 9. Sızdırmazlık kontrolü 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. Sert lehim, aşağıdaki sıcaklıkların hangisinin üzerinde yapılan bir birleştirme işlemidir?  
A) 400°C  
B) 485°C  
C) 235°C  
D) 345°C
2. Parçalar ve lehim teli, birleştirmenin yapılacağı alanlarda, uygulanacak ısı aşağıdakilerden hangisine göre değişir?  
A) İş parçasının cinsine  
B) Isı kaynağının türüne  
C) Lehim telinin cinsine  
D) Dekapanın cinsine
3. Bakırın çinko ile yapmış olduğu alaşım olan pirinç alaşımları, aşağıdakilerden hangisi kullanılarak lehimlenir?  
A) Karbonlayıcı alev  
B) Oksijeni fazla alev  
C) Normal alev  
D) Karbürleyici alev

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise **D**, yanlış ise **Y** yazınız.

4. ( ) Sert lehimi gerçekleştirirken esas metal ergitilmeden ilave tel ergitilmeli kullanılan ilave telin ergime sıcaklığı birleştirme yapılacak metalin sıcaklığından düşük olmalı.
5. ( ) Sert lehimin dayanımı esas parça kadar olmasa da yine de yüksek dayanım sağlar.
6. ( ) Sert lehimi farklı özellikteki metal ve alaşımlar için kullanılmaz.
7. ( ) Flanş birleştirmede kullanılan boru ve taban sacı farklı metallerden oluşabilir.
8. ( ) Sert lehim için iş parçası çok temiz olmalı, birleştirme anında kullanılacak temizleyiciler metal cinsine göre seçilmelidir.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

9. Lehimlenecek parçaların ..... son derece iyi bir şekilde ..... olmalıdır.
10. Lehimleme esnasında bir ..... oluşmasına meydan verilmemesi gerekir.

## 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-8

## AMAÇ

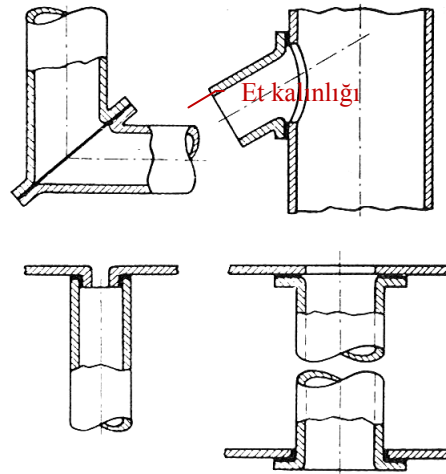
Akışkan borulara sert lehim yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Çevrenizde sert lehimleme yapan işletmelerden bu konu hakkında bilgi toplayarak uygulama faaliyetlerini inceleyiniz ve bu konuda işletmelerin yaptığı uygulamaları arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 8. AKIŞKAN BORULARA SERT LEHİM YAPMA

Petrol, gaz ve bunun gibi diğer yakıtların ve sıvıların taşınması sonucu boruların konstrüksiyonu büyük önem kazanmıştır. Atölyeler dışında yapılması zorunlu olan birleştirmeler özellikle oksi gaz kaynağını ön plana çıkarmıştır. Boruların et kalınlığının az olması, birleştirme tekniği bakımından birinci aşamada oksi-gaz kaynağının tercih edilmesine neden olmaktadır (bk. Resim 8.1). Bunun yanında malzemeleri kullandıkları yer itibariyle malzeme özellikleri bakımından daha yumuşak olan ve daha düşük sıcaklıklarda ergiyen, pirinç, bakır, çinko, vb. ve bu metallerle birleştirilmesi zorunlu olan çelik ve alaşımlarının kaynağında sert lehim ile birleştirme kolay bir yöntem olarak tercih edilmektedir. Ayrıca ergime dereceleri düşük olan bakır, çinko, bronz, gibi malzemelerin kendi aralarında birleştirilmeleri yine sert lehim işlemi ile yapılmaktadır.

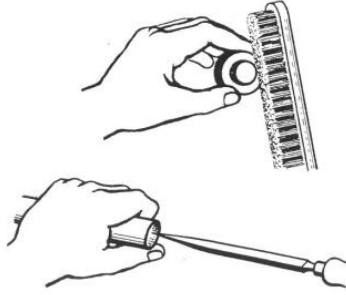


Resim 8.1: Sert lehimde boru birleştirme

## 8.1. Boru Malzemeyi Sert Lehimlemeye Hazırlamak

Lehimleme işlemini yapacağınız boruların yüzeylerini kullanımdan meydana gelen yağ, kir, pas, oksit, ve boya kalıntılarında temizleyiniz. Birleştirmenin sızdırmaz ve dayanımının yüksek olabilmesi için yüzeyler tamamen kimyasal artıklardan arındırılmalıdır. Uygulamaya başlamadan önce oksit-gaz kaynak postasının ve lehimleme işlemi yapacağınız borunun düzgün bir şekilde durabilmesi için köşebent bir altlık temin edebilirsiniz.

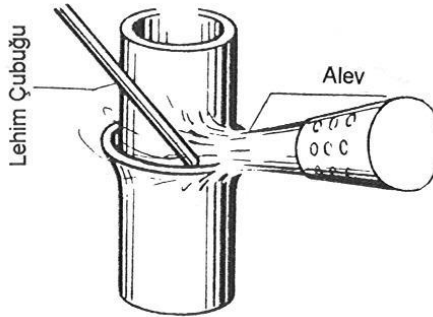
Akışkanların iletilmesinde çokça kullanılmaları, boruların lehimleme işlemine hazırlanmasında özen gösterilmesini önemli kılmaktadır. Özellikle akışkan olarak yanıcı ya da patlayıcı akışkanlar borular içersinde iletilecek ise lehimlemenin hatasız olması koşulu vardır. Lehimlemenin başarılı bir şekilde sonuçlanması doğru lehimleme hazırlıklarıyla sağlanabilir.



Resim 8.2: Borunun mekaniksel temizlenmesi

## 8.2. Sert Lehim Uygulama Teknikleri

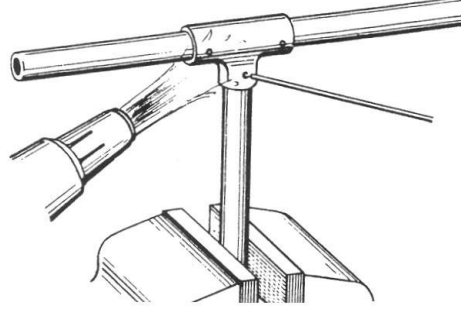
- İş parçaları kir, pas, boya gibi maddelerden temizlenmelidir.
- İş parçalarına uygun ilave tel ve temizleyiciler seçilmelidir.
- Uygun ısıtma aracı ile birleştirme yeri ısıtılmalıdır.
- Parçanın sıcaklığı ilave telin ergime sıcaklığına gelince ilave tel ek yerine verilmeye başlanmalıdır.
- Parçalar soğutulduktan sonra parça üzerindeki temizleyici artıkları temizlenmelidir.



**Resim 8.3: Birleştirme yerinin ısıtılması**

### **8.3. Sert Lehim Uygulama Hataları**

Lehim telinin boru boyunca yüzeyi kapladığından emin olunmalıdır. Aksi takdirde lehim dikişinde kesiklikler meydana gelir. Bu da borunun her yerinde eşit birleşmenin oluşmasını engeller ve kaçaklara meydan verir



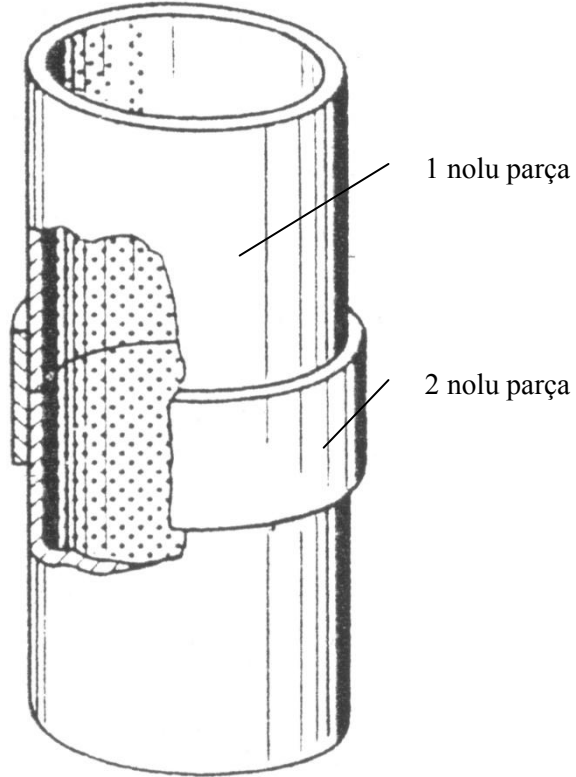
**Resim 8.4: Sert lehimle birleştirme**


## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki uygulamaları yapınız.

İki iş parçasını yanda verilen çizim doğrultusunda sert lehim ile birleştiriniz

- 1 no.lu parça: 2 1/2" ya da 65 mm çapında 80 mm boyunda 2 adet boru
- 2 no.lu parça: 0.7 mm kalınlığında 25x204 ebatlarında 1 adet DKP sac



| İşlem Basamakları   | Öneriler  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Birleşecek parçaları lehime hazırlayınız.</li></ul>  | <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Birleştirilecek malzemelerin hangi koşullarda çalışacağını tespit ediniz.</li><li>➤ Paslı ve temizlenmeyen parçalara lehim uygulamayınız.</li><li>➤ Yangın ve emniyet tedbirlerine uyunuz.</li><li>➤ Dikkatli ve düzenli çalışınız.</li><li>➤ Sıcak parçaların emniyetini sağlayınız.</li></ul> |



- Borunun lehim yapılacak bölgesini temizleyiniz.



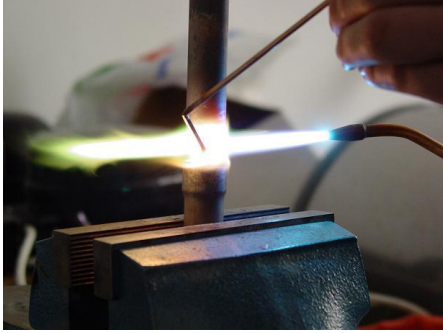
- İlave teli belirleyiniz.



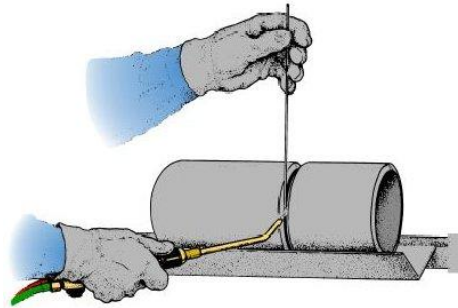
- İş parçalarını flux'le temizleyiniz.



➤ Birleşecek parçaları ısıtınız.



➤ Isıtılan bölgeye boraks dökünüz.



➤ Sert lehim yapınız.



➤ Flux kalıntılarını yok ediniz.

## KONTROL LİSTESİ

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

|    | <b>Değerlendirme Ölçütleri</b>                     | <b>Evet</b> | <b>Hayır</b> |
|----|--|-------------|--------------|
| 1. | Birleşecek parçaları lehime hazırladınız mı?       |             |              |
| 2. | Borunun lehim yapılacak bölgesini temizlediniz mi? |             |              |
| 3. | İlave teli belirlediniz mi?                        |             |              |
| 4. | İş parçalarını flux'le temizlediniz mi?            |             |              |
| 5. | Birleşecek parçaları ısıttınız mı?                 |             |              |
| 6. | Isıtılan bölgeye boraks döktünüz mü?               |             |              |
| 7. | Sert lehim yaptınız mı?                            |             |              |
| 8. | Flux kalıntılarını yok ettiniz mi?                 |             |              |

## 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. Petrol, gaz ve bunun gibi diğer yakıtların ve sıvıların taşınmasında aşağıdakilerden hangisi kullanılır?  
A) Kamyonlar  
B) Tankerler  
C) Borular  
D) Gemiler
2. Atölyeler dışında yapılması zorunlu olan boru birleştirmelerinde aşağıdakilerden hangisi kullanılır?  
A) Oksi gaz kaynağı  
B) Perçinli birleştirme  
C) Cıvatalı birleştirme  
D) Ark kaynağı
3. Boruların sert lehimle birleştirilmesi hazırlığının ilk aşaması aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Kesme  
B) Temizlik  
C) Lehimleme  
D) Isıtma

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

4. ( ) Birleştirmenin sızdırmaz ve dayanımın yüksek olabilmesi için yüzeyler tamamen kimyasal artıklardan arındırılmalıdır.
5. ( ) İş parçalarına uygun ilave tel ve temizleyiciler seçilmelidir.
6. ( ) Uygun ısıtma aracı ile birleştirme yeri ısıtılmalıdır.
7. ( ) Lehim telinin boru boyunca yüzeyi kapladığından emin olunmalıdır.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

8. Lehimleme işlemini yapacağımız boruların yüzeylerini kullanımdan meydana gelen ....., ....., ..... ve ..... kalıntılarında temizleyiniz.
9. Parçanın ..... ilave telin ergime ..... gelince ilave tel ek yerine verilmeye başlanmalıdır.
10. Parçalar soğutulduktan sonra parça üzerindeki ..... temizlenmelidir.

## 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-9

## AMAÇ

Sacları pop perçin ile birleştirebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

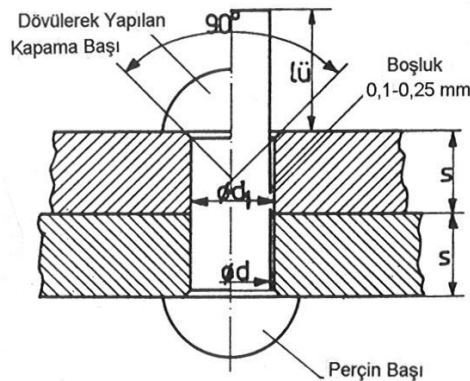
- Perçinlerin otomotiv endüstrisinde uygulama alanlarını araştırınız.

## 9. PERÇİNLE BİRLEŞTİRME

Gelişen kaynak ve yapıştırma endüstrisi, birleştirilmelerde perçinin kullanım alanlarını daraltmıştır. Geçmişteki gibi çok kullanılmamasına rağmen günümüzde de önemini korumaktadır. Özellikle geliştirilen ve piyasada pop perçin (çektirmeli perçin) olarak adlandırılan perçinli bağlantı, kaynaklı birleştirmenin oldukça zahmetli olduğu ince çelik dışı gereçlerin birleştirilmesinde kullanılmaktadır. Diğer yandan çok sallantılı çalışan makinelerin birleşme kısımlarıyla iç ve dış gerilimlerin fazla olduğu konstrüksiyonlar perçin ile birleştirilmektedir.

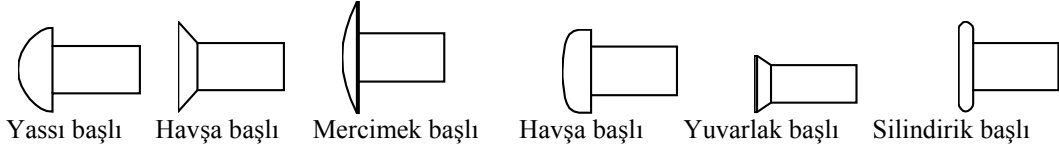
### 9.1. Tanımı ve Çeşitleri

Perçinlerin ortak özellikleri; silindirik bir gövdeye sahip olmaları, bu gövdenin perçinlenecek parça kalınlığına göre değişmesi (boyunun ve çapının), perçinleme işlemi öncesi bir tarafında perçin başı olarak adlandırılan kısma sahip olmaları gösterilebilir. Perçinleme sonrasında silindirik gövdenin perçin başı dışında kalan ucu perçinlemenin türüne göre biçimlendirilir ve kapama başı adını alır. Perçinleme öncesi zaten var olan perçin başı ile perçinleme sonrası açığa çıkan kapama başı, kavram olarak birbirinden ayrılır. İşte perçinlerin biçimlerine göre sınıflandırılması, bu tanımlama içerisinde yerini bulan perçin başı biçimlerine göre yapılır.



Resim 9.1: Perçine ait kavramla

- **Yuvarlak başlı ya da diğer adıyla yarım yuvarlak başlı perçinler:** Perçin kapama başları sıcak ya da soğuk olarak biçimlendirilebilir. Bu biçimlendirme yöntemleri içerisinde en çok kullanılan yuvarlak başlı perçinlerdir. Bu grupta ele alınan perçin başları, yarım küre şeklindedir. Bu yüzden de yarım yuvarlak başlı perçinler olarak da anılır. Perçin gövdesi çapına d olarak simgelersek, yuvarlak başlı perçinlerin baş çapı 1,5 d, baş yüksekliği 0,6 d olarak belirlenir. Yuvarlak başlı perçinler kazan yapımında kullanılacak ise perçin başının diğer kullanma alanlarındaki perçinlerden daha büyük olanları seçilir. Bu seçim, kazanlarda sızdırmazlık sağlamak için perçinleme sonrası yapılacak olan kalafatlama işlemini kolaylaştıracaktır.
- **Yassı başlı ya da diğer adıyla silindirik yassı başlı perçinler:** En çok sac perçinlemede kullanılan bir perçin grubudur. Perçin çapının iki katı (2 d) büyüklükte perçin başı çapına sahiptir. Diğer yandan perçin başı yüksekliği yaklaşık 1/2 d kadardır.
- **Mercimek başlı ve havşa mercimek başlı perçinler:** Fazla çıkıntı yapmaması istenilen perçin başları bu grup içerisinde ele alınanlardan seçilir.
- **Havşa başlı perçinler:** Perçin başının perçin edilen parçalar içine gömülerek gizlenmesi isteniyorsa, kullanılması gereken perçin biçimi havşa başlıdır. Bu türdeki perçinler ile havşa mercimek başlı perçinlerin havşa açıları 45°, 60° ve 75° olabilir.
- **Konik başlı perçinler:** Bazı perçinlerin saclarda kullanılırken kolay takılmalarının sağlanması için baş kısımları konik olarak üretilir ve piyasaya sürülür.



**Resim 9.2: Perçin çeşitleri**

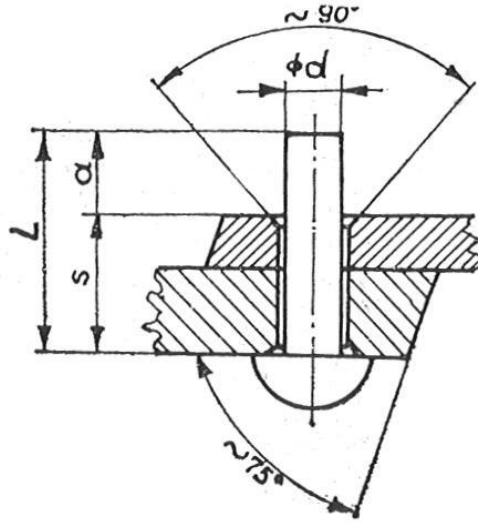
## 9.2. Otomotiv Endüstrisinde Uygulama Alanları

Perçinler otomobillerin karoserinin birleştirilmesinde kullanılır. Özellikle vibrasyona maruz kalan iş parçaları için perçinler idealdir. Otomobil dışında römork, treyler ve kamyon kasaları da perçinlerle birleştirilen otomotiv endüstrisi uygulama alanlarındandır.

## 9.3. Sac Kalınlığına Göre Perçin Boyu Hesabı

Perçinin, perçin başı dışında kalan tüm boyu perçin boyu (L) olarak ifade edilir ve perçinleme işlemine başlanmadan önce belirlenmesi gerekir. Perçinleme işlemine tam bir kapama başının oluşması, perçin boyunun doğru olarak hesaplanmasına bağlıdır. Bu boy, perçinin çapı ve perçinleme işlemi yapılacak parçaların kalınlığıyla doğrudan ilgilidir. Perçin boyunun bulunmasında kullanılan formül;  $L=S+1,6xd$  olarak belirlenmiştir. Burada;

L=perçin boyunu,  
S=perçinlenecek parça kalınlığını ya da kalınlığını,  
d=perçin çapını  
1,6=sabit katsayıyı belirtmektedir.

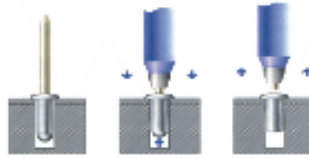


Resim 9.3: Perçine ait değerler

Örneğin, 3 mm kalınlığındaki iki parça 6 mm kalınlığında çapa sahip bir perçin ile birleştirilmek isteniyorsa  $L=3+3+1,6 \times 6=15,6$  mm olur. Demek oluyor ki 6 mm çapında ve 15,6 mm boyundaki perçin 3 mm kalınlığa sahip iki parçanın perçinlenmesi için yeterli olacaktır.

#### 9.4. Pop Perçinler

Perçinleme yapılacak iş parçasının arka tarafına ulaşılması imkânsız ya da gereksiz olan yerlerde kullanılır. Zaten çektirmeli perçinin en önemli özelliği olan perçin başının desteklenme gereği olmaması, işlem basamaklarını azaltmakta, dolayısıyla da perçinlemeyi pratikleştirmektedir.



Resim 9.4: Pop perçinin çalışma prensibi

### 9.4.1. Tanımı ve Kullanım Alanları

Çektirmeli perçinler iki parçadan meydana gelmiştir. İçi delik bir kovanı andıran ve genellikle alüminyum türü yumuşak gereçler kullanılarak üretilen kısım, başın oluşması için düzenlenmiştir. Bu kovan içine yerleştirilmiş çivi (çivi tanımlaması tam yerinde kullanılmaktadır. Çünkü perçinin bu kısmının başı şişirilmiş ancak ucu küttür.) özel tutucusu yardımıyla çekildiği takdirde, yukarı doğru gelen çivi beraberinde kovanı getirmeye çalışır. Özel tutucu pop perçin tabancası olarak anılır.



Resim 9.4: Otomobil karoserinde perçin kullanımı

### 9.4.2. Çeşitleri

Pop perçin çeşitleri şunlardır:

- Standart alüminyum pop perçinler
- Geniş kafalı alüminyum pop perçinler
- Havşa kafalı alüminyum pop perçinler
- Baskılı perçinler
- Geniş kafalı baskılı perçinler
- Ahtapot perçinler
- Arkası kapalı alüminyum pop perçinler
- Çelik pop perçinler
- Paslanmaz çelik pop perçinler
- Yivli perçinler
- Kilitli perçinler





**Resim 9.5: Baskılı, havşa kafalı, geniş kafalı ve standart pop perçinler**



**Resim 9.6: Ahtapot, geniş kafalı ve baskılı pop perçinler**



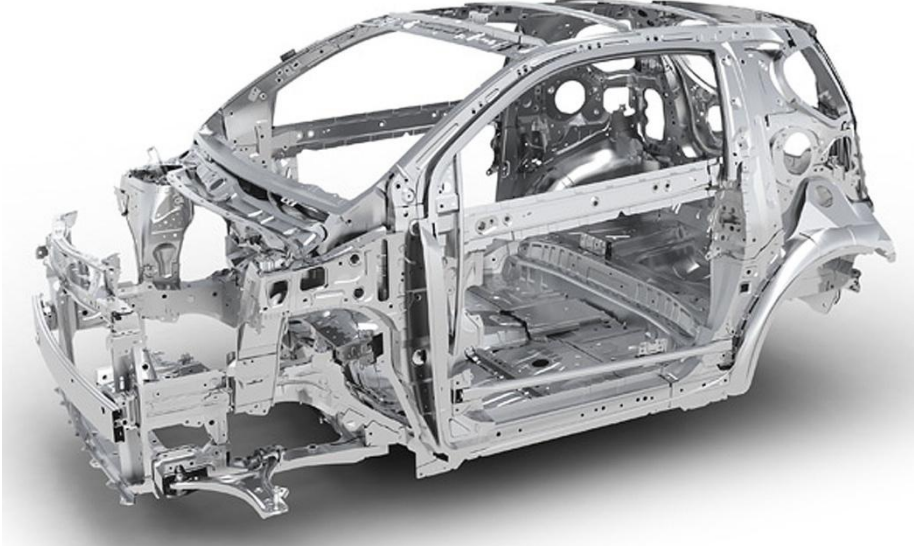
**Resim 9.7: Paslanmaz çelik, çelik ve arkası kapalı alüminyum pop perçinler**



**Resim 9.8: Küçük kilitli çelik çivili, büyük kilitli çelik çivili ve büyük kilitli alüminyum çivili pop perçinler**

### **9.4.3. Otomotiv Gövde Sektöründe Kullanım Alanları**

Otomotiv gövdesini meydana getiren kapı, kaporta, çamurluk iç ve dış bölmelerinde perçinler kullanılır.



**Resim 9.9: Otomobil gövdesi**

#### 9.4.4. Uygulanma Teknikleri

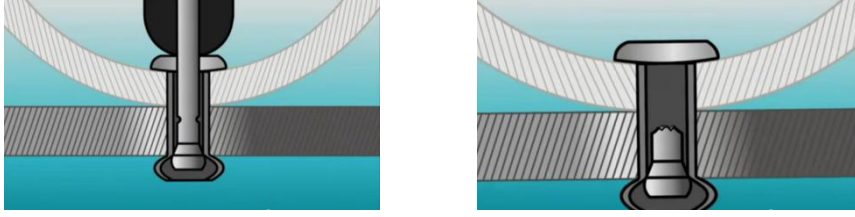
Perçin delikleri perçin çaplarından büyük delinir. Genel olarak 10 mm kalınlığa kadar perçinler için deliklerin yaklaşık 0,5 mm büyük, daha fazla kalınlığa sahip perçinlerin delikleri perçin çapından 1 mm büyük delinir. Alüminyum perçinlerde ise 10 mm'ye kadar delik çapı 0,1 mm, daha büyük çaplı perçinlerde ise 0,2 mm daha büyük delinir.



**Resim 9.10: Pop perçin aşamaları**



**Resim 9.11: Pop perçin aşamaları**



**Resim 9.12: Pop perçin aşamaları**

Perçinleme yapılacak parçaların aynı anda delinmesi önerilir. Bundan kast edilen parçaların üst üste konulduktan sonra birlikte delinmesidir. Bu şekilde uygulamalar, deliklerin eksenlerinde meydana gelebilecek kaçıklıkların oluşmaması açısından önemlidir. Herhangi bir nedenden ötürü meydana gelmiş delik eksenindeki kaçıklıklar, deliklerin büyütülmesi ya da deliklerin raybalanmasıyla düzeltildikten sonra perçinlemeye geçilmelidir. Raybalama delik iç yüzeyinde meydana gelmiş olabilecek pürüzlerin giderilmesini de sağlar.

Deliklerin bir eksen üzerinde olduğu kontrol edildikten sonra bu deliklere uygun boy ve çaptaki perçinler geçirilir. Bazı durumlarda iki farklı özelliğe sahip iş parçalarının perçinli olarak birleştirilmesi söz konusu olur. Bu durumda iş parçalarının arasına korozyon önleyici parçalar eklenmelidir. Dolayısıyla iki farklı gerecin birbirine temasının önüne geçilir.

## 9.5. Pop Perçin Tabancaları ve Kullanımı

Penseyi andıran sıkma kollarına el kuvvetiyle yaptırılacak hareket, çivinin yukarı doğru çekilmesini sağlar. Çivinin çekilmesi tutucunun birkaç hareketi sonucunda oluşur. Çivi, bu hareketler neticesinde, perçin başının olduğu kısımdan çekilmenin etkisiyle bir süre sonra kopar. Kopma aşamasına gelmiş çivi alt kısımda kalan kovana yeterince parçaya yaklaştırmış olur. Baş bu şekilde oluşur. Bazı durumlarda çivi işlem bitiminde yerinden çıkabilir. Bunun perçinleme açısından bir sakıncası yoktur.

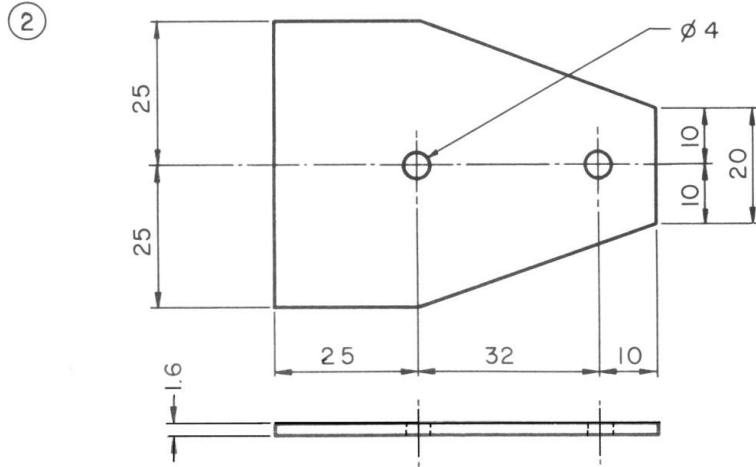
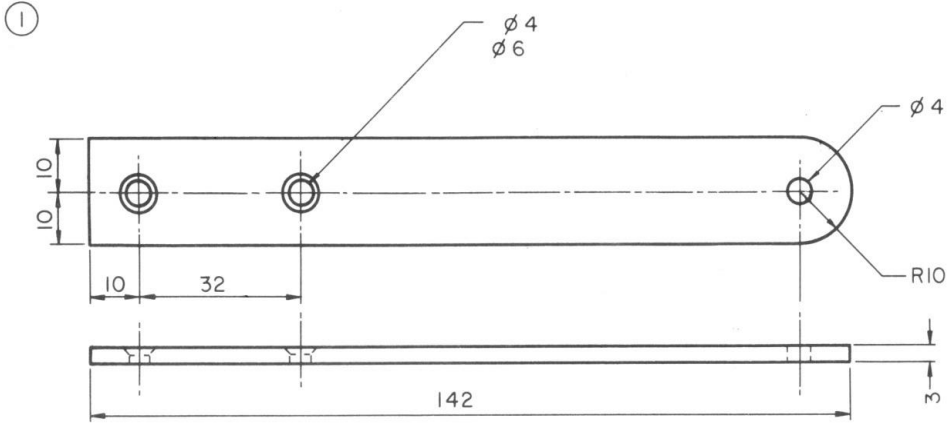
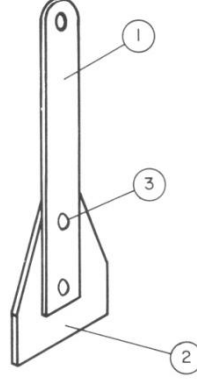


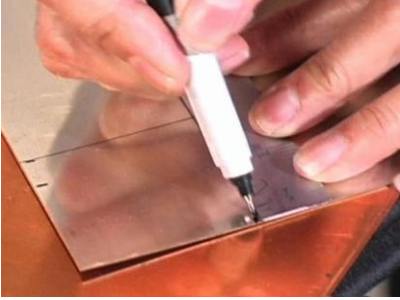



**Resim 9.13: Pop perçin tabancası**

## UYGULAMA FAALİYETİ-1

Aşağıdaki uygulamaları yapınız.

Yanda perspektifi verilen “kazıma küreğini” aşağıdaki yapım resmine göre biçimlendiriniz. 1 numaralı el tutamağı, 2 numaralı parça kazıma küreği, 3 numaralı parça iki adet Ø 4 mm pop perçini ifade etmektedir.



| İşlem Basamakları   | Öneriler  |
|---|---|
| <p>➤ Perçin yapılacak kısımları markalayınız.</p>  <p>➤ Uygun matkap ucunu seçiniz.</p>  <p>➤ Perçin yapılacak parçaları matkap tezgâhı ya da el bireyziyle deliniz.</p>  <p>➤ Uygun kalınlıkta perçini pop perçin tabancasına takınız.</p>  <p>➤ Perçini tabanca ile birlikte deliklere yaklaştırarak perçinlemeyi tamamlayınız.</p> | <p>➤ Gerekli güvenlik tedbirlerini alınız.</p> <p>➤ Dikkatli çalışınız.</p> <p>➤ Planlı ve organize çalışınız.</p> <p>➤ Çevre korumaya karşı duyarlı olunuz.</p> <p>➤ Sacların arasında boşluk kalmamasına dikkat ediniz.</p> |



### KONTROL LİSTESİ



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

| Değerlendirme Ölçütleri |  | Evet | Hayır |
|-------------------------|--|------|-------|
| 1.                      | Perçin yapılacak kısımları markaladınız mı?  |      |       |
| 2.                      | Uygun matkap ucunu seçtiniz mi?  |      |       |
| 3.                      | Perçin yapılacak parçaları matkap tezgâhı ya da el bireyziyle del-diniz mi?        |      |       |
| 4.                      | Uygun kalınlıkta perçini pop perçin tabancasına taktınız mı?                       |      |       |
| 5.                      | Perçini tabanca ile birlikte deliklere yaklaştırarak perçinlemeyi tamamladınız mı? |      |       |

## UYGULAMA FAALİYETİ-2

Kaportada çürümüş bölgenin pop perçinle değiştirilmesi işini aşağıdaki işlem basamakları doğrultusunda yapınız. Burada örnek bir kaporta alınmıştır. Atölye imkânları doğrultusunda benzer bir kaporta seçilir.



| İşlem Basamakları   | Öneriler   |
|---|--|
| <p>➤ Kaportada değişecek kısımları temizleyiniz.</p>  <p>➤ Sac parçasını kesiniz.</p>  <p>➤ Kestiğiniz sac parçasını alıştırınız.</p> | <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Gerekli güvenlik tedbirlerini alınız.</li><li>➤ Dikkatli çalışınız.</li><li>➤ Planlı ve organize çalışınız.</li><li>➤ Çevre korumaya karşı duyarlı olunuz.</li><li>➤ Sacların arasında boşluk kalmamasına dikkat ediniz.</li></ul> |



➤ Saç ve kaportayı deliniz ve perçinleri yapınız.



➤ Yüzeyi taşlayınız.







➤ Dolgu macunu hazırlayınız.



➤ Macun yüzeyini düzeltiniz.



## 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. Biçimlendirme yöntemleri içerisinde en çok kullanılan perçin türü aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Yassı başlı  
B) Havşa başlı  
C) Yuvarlak başlı  
D) Konik başlı
2. Perçin çapının iki katı (2 d) büyüklükte perçin başı çapına sahip perçin türü aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Yassı başlı  
B) Havşa başlı  
C) Yuvarlak başlı  
D) Konik başlı
3. Perçin başı yüksekliği yaklaşık 1/2 d kadar olan perçin türü aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Yassı başlı  
B) Havşa başlı  
C) Yuvarlak başlı  
D) Konik başlı
4. Perçin başının perçin edilen parçalar içine gömülerek gizlenmesi isteniyorsa, kullanılması gereken perçin türü aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Yassı başlı  
B) Havşa başlı  
C) Yuvarlak başlı  
D) Konik başlı

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise **D**, yanlış ise **Y** yazınız.

5. ( ) Perçin kapama başları sıcak ya da soğuk olarak biçimlendirilebilir.
6. ( ) Havşa mercimek başlı perçinlerin havşa açıları 45°, 60° ve 75° olabilir.
7. ( ) Perçin delikleri perçin çaplarından küçük delinir.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

8. Yuvarlak başlı perçinlerin baş çapı ....., baş yüksekliği ..... olarak belirlenir.
9. Genel olarak 10 mm kalınlığa kadar perçinler için deliklerin yaklaşık ..... büyük, daha fazla kalınlığa sahip perçinlerin delikleri perçin çapından ..... büyük delinir.
10. Alüminyum perçinlerde 10 mm'ye kadar delik çapı ....., daha büyük çaplı perçinlerde ise, ..... daha büyük delinir.

### 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-10

## AMAÇ

Sacları şışirmeli perçin ile birleştirebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Perçinlerin otomotiv endüstrisinde uygulama alanlarını araştırınız.

## 10. ŞİŞİRMELİ PERÇİNLER

Perçinli birleştirmeler iç ve dış gerilimlerin fazla olduğu konstrüksiyonlarda kullanılır. Bu tür konstrüksiyonlara en güzel örnek dış hava şartları altında kalan otomobillerdir. Günümüzde perçinin en çok kullanıldığı alan olarak gözümüze çarpan bu konstrüksiyonlara uçak ve raylı sistem teknolojilerini de katmak mümkündür. İster otomotiv olsun, isterse raylı sistemler olsun dış etkiler olarak adlandırabileceğimiz hava şartlarından etkilenirler. Hava şartlarında meydana gelen değişimler, bu tür çelik kütlelerinin kullanıldığı konstrüksiyonlarda kendini gerilmeler olarak gösterir. Örneğin, hava sıcaklığı arttığında konstrüksiyonu oluşturan çelik kütle ısının etkisiyle genleşmeye çalışır, soğuk havalarda ise büzölmeye. Buna bir de rüzgâr gücü ya da kar gibi doğal yağış yükleri eklenince çelik kütleinin üzerine binen yükler artar. Ayrıca bu saydıklarımız oldukça değişkendir. Değişken yüklere göre konstrüksiyonu meydana getiren çelik kütle uyum göstermek zorundadır. Yani gerektiğinde genleşir, gerektiğinde ise büzölür. Tüm bunları yaparken metalik özelliklerinden faydalanır.

İşte bu tarzda yükler altında kalan konstrüksiyonların birleştirme elemanları da çelik kütleinin gösterdiği değişimleri taklit etmek zorundadır. Aksi takdirde çelik kütle genleşmez, ya da aksini gösterirse, birleşme elemanları birleşme noktalarından güçlerin etkisiyle kopma aşamasına gelir. Perçinler bu değişken şartların konstrüksiyon üzerine yüklediği genleşme ve büzölmeleri en iyi karşılayacak birleştirme elemanlarından biridir.

### 10.1. Tanımı ve Özellikleri

İyi seçilmiş perçin gereci, bağlantısını sağladığı kütle ile birlikte hareket eder. Gerilmeler nedeniyle ortaya çıkan biçimsel değişimlere ayak uydurur. Perçinin kullanılmasına esas teşkil edecek davranışları yerine getirir. Bu nedenle, iyi seçilmiş perçin gereci, bağlantısı yapılan gereç ile aynı özellikleri taşımalıdır. Bu mümkün olmadığı takdirde bağlantısı yapılacak gerece en yakın özelliklere sahip olmalıdır.

Perçinli birleştirmelerin sadece çelik ve alaşımlarında kullanılmadığı bir gerçektir. Bu açıdan perçin gereçleri de farklılıklar gösterir. Genel olarak bağlantısı yapılacak gereç ile aynı yapıda olması gereği düşünüldüğünde, perçin yapımında kullanılan gereçleri şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Bakır
- Alüminyum ve alaşımları
- Pirinç
- Akma çeliği

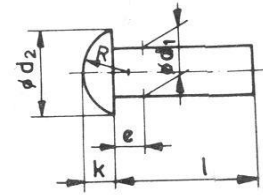
## 10.2. Çeşitleri

Çelik ve alaşımlarının bağlantısında kullanılan perçin gereci yumuşak perçin çeliği ve sert perçin çeliği olarak adlandırılır. Bazı durumlarda ise perçin gereci yumuşak metaller kullanılarak üretilenlerden seçilir. Bundaki temel amaç perçinlemenin kolaylıkla yapılabilmesidir. Çünkü yumuşak gereçler, yapılarından kaynaklanan özellikler nedeniyle perçin yapımında kolaylıkla dövülmekte ve başları şekillenebilmektedir. Gerilimlerin fazla olmadığı ya da dikkate alınmadığı iş parçaları yumuşak gereçlerden üretilmiş perçinler aracılığıyla birleştirilmektedir.

Endüstride kullanılan hemen hemen tüm ham maddeler TSE tarafından standart hâle getirilmiştir. Bunlardan biri de perçinlerdir.

|          | Anma Çapı ( $d_1$ ) |     |     |      |     |     |     |     |      |      |     |      |
|----------|---------------------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|------|
|          | 1                   | 1,2 | 1,7 | 2    | 2,5 | 3   | 4   | 5   | 6    | 7    | 8   | 9    |
| $d_2$    | 1,8                 | 2,1 | 3   | 3,5  | 4,4 | 5,2 | 7   | 8,8 | 10,5 | 12,2 | 14  | 15,8 |
| <b>E</b> | 0,5                 | 1   |     | 1,5  |     |     | 2   | 3   |      |      | 4   |      |
| <b>K</b> | 0,6                 | 0,6 | 0,7 | 11,2 | 1,5 | 1,8 | 2,4 | 3   | 3,6  | 4,2  | 4,8 | 5,4  |
| <b>R</b> | 1                   | 1,2 | 1,6 | 1,9  | 2,4 | 2,8 | 3,8 | 4,6 | 5,7  | 6,6  | 7,5 | 8,5  |

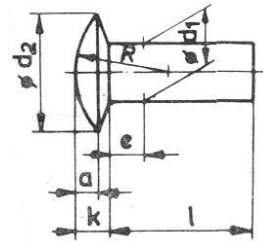
Anma çapları koyu perçinler zorunlu olmadıkça kullanılmamalıdır.



**Tablo 10.1:** l boyları 2 mm ile 60 mm arasındaki yuvarlak baş perçine ait standart ölçüler

|          | Anma Çapı ( $d_1$ ) |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |     |
|----------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|
|          | 1,6                 | 1,7 | 2   | 2,5 | 2,6 | 3   | 3,5 | 4   | 5    | 6    | 7   | 8   |
| $d_2$    | 3,2                 | 3,4 | 4   | 5   | 5,2 | 6   | 7   | 8   | 10   | 12   | 14  | 16  |
| <b>E</b> | 1                   |     | 1,5 |     |     | 2   | 2   | 3   |      |      | 4   |     |
| <b>K</b> | 0,9                 | 3,3 | 4,3 | 5   | 6   | 6,5 | 8,2 | 10  | 11,6 | 13,1 |     |     |
| <b>R</b> | 1                   | 1,2 | 1,6 | 1,9 | 2,4 | 2,8 | 3,8 | 4,6 | 5,7  | 6,6  | 7,5 | 8,5 |
| <b>A</b> | 0,6                 | 0,7 | 0,9 | 1   | 1,2 | 1,3 | 1,7 | 2   | 2,4  | 2,7  |     |     |

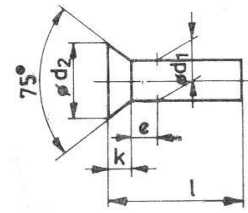
Anma çapları koyu perçinler zorunlu olmadıkça kullanılmamalıdır.



**Tablo 10.2:** l boyları 3 mm ile 40 mm arasındaki havşa mercek baş perçinlere ait standart ölçüler

|          | Anma Çapı ( $d_1$ ) |     |     |     |     |     |   |     |      |      |    |      |
|----------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|------|------|----|------|
|          | 1                   | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 2   | 3   | 4 | 5   | 6    | 7    | 8  | 9    |
| $d_2$    | 1,8                 |     | 2,5 | 3,5 | 3,5 | 5,2 | 7 | 8,8 | 10,5 | 12,2 | 14 | 15,8 |
| <b>E</b> | 0,5                 | 1   |     |     |     | 1,5 | 2 | 3   |      |      | 4  |      |
| <b>K</b> | 0,5                 | 0,7 | 0,7 | 0,9 | 1   | 1,5 | 2 | 2,5 | 3    | 3,5  | 4  | 4,5  |

Anma çapları koyu perçinler zorunlu olmadıkça kullanılmamalıdır.



**Tablo 10.3:** l boyları 2 mm ile 40 mm arasındaki havşa düz baş perçinlere ait standart ölçüler

## 10.3. Otomotiv Gövde Endüstrisinde Kullanıldığı Yerler

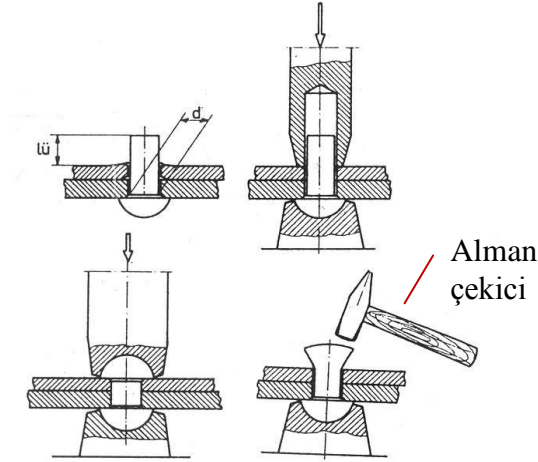
Otomotiv gövdesini meydana getiren kapı, kaporta, çamurluk iç ve dış bölmelerinde perçinler kullanılır.

## 10.4. Şişirmeli Perçin Aparatları ve Kullanımı

Birden fazla parçanın ek yerlerinden delinen delikler içerisine perçin geçirilmesi ve kapama başlarının uygun aletler ile biçimlendirilmesi perçinli birleştirme olarak adlandırılan işlemin gerçekleşmesi anlamını taşır. Perçinleme işlemi uygun biçimlerde yapıldığı takdirde oldukça yalın bir işlemdir. Yalın olmasının diğer bir nedeni, az sayıda takım kullanılmasıdır. Perçin çekici, yuvası ve çekirtmesi, perçin yapılması için yeterli takımlardır. Doğal olarak perçinlemeye hazır parçalar yani delikleri hazır parçalar için bu saydığımız takımlar yeterlidir.

### 10.4.1. Perçin Çekici

Perçinleme işleminde 1000 grama kadar ağırlığa sahip Alman çekiçlerinden biri seçilebilir. Bu seçim yapılacak perçinleme işlemine bağlı olarak değişir. Büyük perçin başlarının oluşturulmasında ağır çekiçlerin kullanılması doğal olacak ve işlem süresini kısaltacaktır. Çekicinin perçin boyutlarına göre darbe oluşturması, çekiçe uygulanan kol kuvvetiyle ayarlanır. Perçin başının herhangi bir şekilde zarar görmemesi için uygun bir altlık üzerinde yapılması önerilir. Kullanılacak altlık, perçin başı içine girecek bir yapıda olabileceği gibi kurşun benzeri yumuşak metaller altlık olarak kullanılabilir.



Resim 10.1: Perçin takımları

### 10.4.2. Perçin Çektirmesi

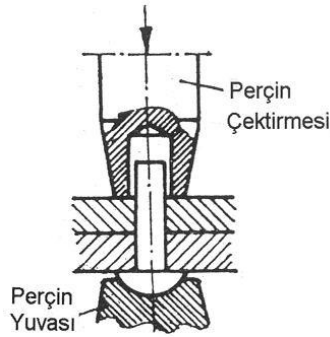
Perçin ile birleştirilecek iki gereç delindikten sonra bu deliklere silindirik yapıdaki perçin geçirilir ve kapama başları dövüldüğünde, silindirik gövde yanlara doğru yayılmaya çalışır. Perçin yapımında kullanılan gerecin özellikleri, bu yayılmanın oluşmasına temel teş-

kil eder. Yanlara doğru yayılma, birleştirilmesi düşünülen iki iş parçasının arasında boşluk oluşmasına neden olabilir. Bu bir perçin hatası olarak karşımıza çıkar ve gerekli önlemler alındığında ortadan kaldırılabilecek bir hatadır. Her hatada olduğu gibi bu durumda da yapılması gereken, hatayı meydana getiren nedenlerin ortadan kaldırılmasıdır. Mademki perçinin silindirik yapısı, yanlara doğru yayılmalara yol açıyor, bir alet aracılığıyla bunun önüne geçer ya da başka bir deyişle, yayılmanın ortaya çıkardığı kuvvetin üzerinde bir karşı kuvvet uygularsak hata ortadan kalkar. Aksi takdirde özellikle sızdırmazlık istenilen yerlerde iki perçinlenmiş parça arasında boşluk meydana gelir.

Perçinleme işlemi uygulanacak iki ya da daha fazla sayıdaki iş parçasının yüzeylerini birbirine yapıştırmak ve perçini çektilerek yerine oturtmak için kullanılan el aletlerine perçin çektilmesi adı verilir. Perçin çektilmeleri, çekiç vurulan başı ile bir ucunda perçin çapından biraz büyük bir deliği vardır ve bu iki kısımda sertleştirilmiştir. Bir el aleti olduğundan elle tutulacak bir boya sahiptir.

### 10.4.3. Perçin Yuvaları

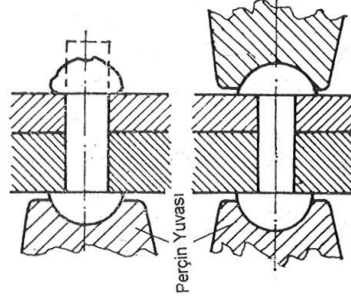
Perçinleme işleminde kapama başının çekiç ile dövülmesi sonucunda ortaya çıkan biçim tam bir kavis oluşmasına olanak vermez. Çekiç ile dövme işleminin arkasından tam kavisin oluşması, iş parçası üzerinde bulunan tüm perçinlerin perçin yuvalarıyla bir kez daha biçimlendirilmesiyle sağlanır. Bir bakıma yuvalar aracılığıyla perçin başının bombelenmesi anlamını taşır. Perçin yuvaları, kapama başının yapısına uygun yarım küre biçiminde sertleştirilmiş bir uç ile çekiç ile vurulabilecek bir başa sahiptir. Elle tutularak kullanıldığından, boyu elle tutulacak şekildedir. Ayrıca perçin başının perçinleme esnasında ezilmesinin önüne geçilebilmesi için altlık kullanılması gereği yukarıda anlatılmıştı. Bu altlıklar, perçin başı biçiminde bir oyuğa sahip ise perçin yuvası olarak adlandırılır. Ancak bu tarzdaki altlıklar elle tutulacak boyda değildir. Çoğu kez düz bir zemin üzerine konulur ya da bir mengene ağzına yerleştirilir ve sıkıştırılır.



Resim 10.2: Perçin yuva ve çektilmesi

Perçin çapı 9 mm'ye kadarsa soğuk, daha kalın perçin çaplarında sıcak perçinleme yapılması önerilmektedir. Ayrıca çelik dışı metallere üretilen tüm perçinler soğuk olarak perçinlenmelidir. Sıcak ve soğuk perçinleme işlem basamakları birbirine yakındır. Aralarında fark olarak sıcak perçinlemede kullanılacak perçinin baş taraftan geriye doğru tavlması gösterilebilir. Bu şekilde tavlanan perçinlerin kapama başları daha kolay biçimlendirilir.

Ayrıca perçin gövdesinin parçada açılan deliği tam anlamıyla dolduracağı düşünülerek özellikle sızdırmazlık niteliği aranılan iş parçalarında tercih edilir. Tüm bunlara rağmen her iki perçinlemenin yapılışı işlem basamakları açısından aynıdır. Buna göre perçinlemeye hazır durumdaki parçaların (delikleri delinmiş, gerekli havşaları açılmış), perçin boyları hesaplandıktan sonra perçinleme işlemine geçilir. Perçin başının ezilmesini önlemek amacıyla, perçin başları ya altlık ya da perçin yuvası üzerine oturtulmalıdır. Parçalar arasındaki boşlukların alınması ve parçaların birbirine yaklaştırılması için perçin çekirtmesi perçin gövdesi üzerine konulur. Bundan sonraki işlem basamakları şu şekilde sıralanabilir:

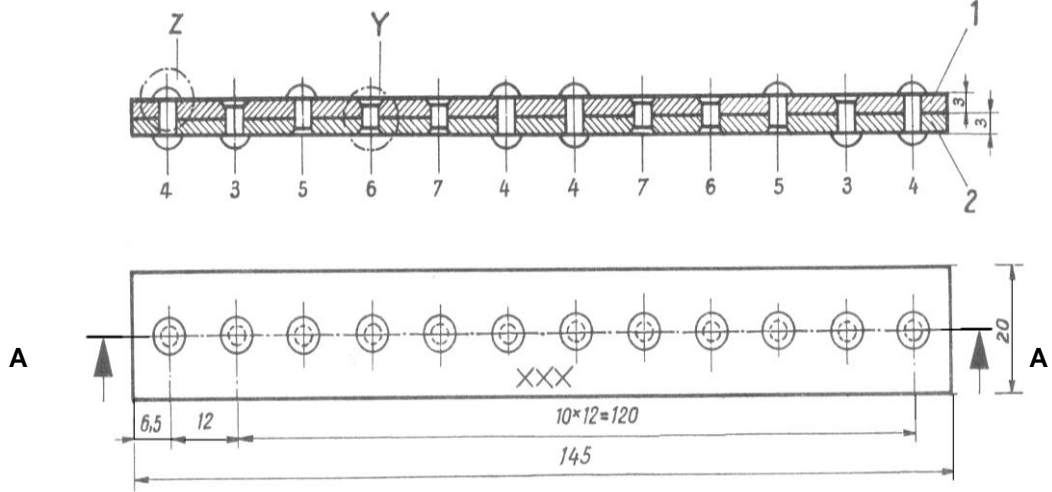


**Resim 10.3: Perçin yapımının aşamaları**

- Çektirme üzerine çekiç ile birkaç kez vurularak parçaların birbirine yaklaşması sağlanır.
- Çapları küçük olan perçinler ve yumuşak gereçler kullanılarak üretilen perçinler, doğrudan perçin yuvası aracılığıyla biçimlendirilir. Perçin üst kısmına yerleştirilen perçin yuvası başına çekiç aracılığıyla oluşturulacak darbeler, kapama başının kavislenmesi için yeterli olacaktır.
- Büyük çaplı perçinler Alman çekici aracılığıyla biçimlendirilir. Çekiç darbeleri, perçinin etrafa yeterli biçimde yayılmasını sağlayacak nitelikte olmalıdır. Bu çekicinin perçin baş kısmının yanlarına darbe uygulanmasıyla sağlanır. Bir bakıma perçinin üst kısmında bir kubbe oluşmasına olanak tanınır.
- Ön biçimlendirme bittikten sonra son biçim verme perçin yuvasıyla sağlanır.
- Tüm bu işlemler yapılırken perçin başının yuva içerisinde ya da altlık üzerinde olması sağlanmalıdır.
- Kazan türü sızdırmazlığın ön plana çıktığı iş parçaları en son işlem olarak kalafatlanmalıdır. Bu sızdırmazlığın oluşması için önemlidir.


## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki uygulamaları yapınız.



3x20x152 mm ebatlarındaki 2 adet parçayı yukarıdaki ölçülere uygun olarak biçimlendirip markalayınız. Resme uygun delikleri deliniz. XXX işaretli yere numaranızı vurunuz.

- 3 no.lu parça: 2 adet yarım yuvarlak başlı perçin 3x8
- 4 no.lu parça: 4 adet yarım yuvarlak başlı perçin 3x10
- 5 no.lu parça: 2 adet havşa başlı perçin 3x8
- 6 no.lu parça: 2 adet havşa başlı perçin 3x8
- 7 no.lu parça: 2 adet havşa başlı perçin 3x8

| İşlem Basamakları  | Öneriler  |
|--|---|
| <p>➤ Perçin yapılacak kısımları markalayınız.</p>  <p>➤ Uygun matkap ucunu seçiniz.</p> | <p>➤ Gerekli güvenlik tedbirlerini alınız.</p> <p>➤ Dikkatli çalışınız.</p> <p>➤ Planlı ve organize çalışınız.</p> <p>➤ Çevre korumaya karşı duyarlı olunuz.</p> <p>➤ Sacların arasında boşluk kalmamasına dikkat ediniz.</p> |





- Perçin yapılacak parçaları matkap tezgâhı ya da el bireyizi ile deliniz.



- Uygun kalınlıkta perçini delik içine yerleştiriniz ve perçin aparatına oturtunuz.



- Çekiç ile perçinin başını şişirerek eziniz ve perçinleme işlemini tamamlayınız.

## KONTROL LİSTESİ

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

| Değerlendirme Ölçütleri  | Evet | Hayır |
|--|------|-------|
| 1. Perçin yapılacak kısımları markaladınız mı?                                       |      |       |
| 2. Uygun matkap ucunu seçtiniz mi?   |      |       |
| 3. Perçin yapılacak parçaları matkap tezgâhı ya da el bireyiziyle deldiniz mi?       |      |       |
| 4. Uygun kalınlıkta perçini delik içine yerleştirip perçin aparatına oturttunuz mu?  |      |       |
| 5. Çekiç ile perçinin başını şişirerek ezmek ve perçinleme işlemini tamamladınız 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. Perçinlemede aşağıdaki çekiçlerden hangisi kullanılır?  
A) Alman çekici  
B) İngiliz çekici  
C) Fransız çekici  
D) Kaporta çekici
2. Perçini çektirerek yerine oturtmak için kullanılan el aletlerine ne adı verilir?  
A) Alman çekici  
B) Perçin çektirmesi  
C) Perçin kovana  
D) Matkap ucu
3. Ön biçimlendirme bittikten sonra son biçim verme aşağıdakilerden hangisiyle sağlanır?  
A) Alman çekici  
B) Perçin çektirmesi  
C) Perçin kovana  
D) Perçin yuvası

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

4. ( ) Perçinli birleştirmeler iç ve dış gerilimlerin fazla olduğu konstrüksiyonlarda kullanılır.
5. ( ) Perçinler bu değişken şartların konstrüksiyon üzerine yüklediği genleşme ve büzülmeleri en iyi karşılayacak birleştirme elemanlarından biridir.
6. ( ) İyi seçilmiş perçin gereci, bağlantısını sağladığı kütle ile birlikte hareket eder.
7. ( ) Perçin, gerilmeler nedeniyle ortaya çıkan biçimsel değişimlere ayak uydurur.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

8. İyi seçilmiş perçin ....., bağlantısı yapılan gereç ile ..... özellikleri taşımaktadır.
9. Çektirme üzerine ..... ile birkaç kez vurularak parçaların birbirine ..... sağlanır.
10. Büyük çaplı perçinler ..... çekici aracılığıyla biçimlendirilir.

## DEĞERLENDİRME

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


# MODÜL DEĞERLENDİRME

## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki uygulamaları yapınız.

Atölye imkanları doğrultusunda bir binek otomobilin kaportasında değiştirmesi gereken parçayı direnç kaynağıyla birleştiriniz. Sizlere fikir vermesi için burada marşbiyel ve arka çamurluğu değiştirilen otomobile ait görseller bulunmaktadır.



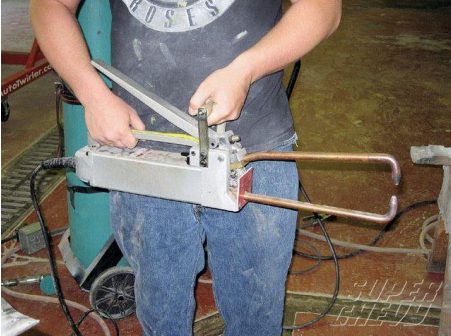
| İşlem Basamakları  | Öneriler   |
|--|--|
| <p>➤ Birleştirilecek sac malzemelerin birleşim yerlerini temizleyip çinkolu antipas sürünüz.</p>  <p>➤ Kaynatılacak parça kalınlıklarına ve pozisyonlarına göre elektrot seçiniz.</p> | <p>➤ Kenar kısımlara yakın yerden kaynak yapmayınız.</p> <p>➤ Kaynatılacak parçaların yüzeyinin temiz olmasına dikkat ediniz.</p> <p>➤ Telefon, saat vb cihazlarla elektromanyetik dalga yayan punta ile kaynak makinesine yaklaşmayınız.</p> <p>➤ Sıcak parçaların önlemini alınız.</p> |



- Kaynak uygulanacak noktalar arasındaki mesafeyi hesaplayınız.



- Sac kalınlığına göre elektroda yapılacak basıncı hesaplayınız.



- Parça kalınlığına göre amper ayarını yapınız.



- Elektrot uçlarını temizleyiniz.



- Direnç kaynağını yapınız.

## KONTROL LİSTESİ

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

| Değerlendirme Ölçütleri  | Evet | Hayır |
|--|------|-------|
| 1. Birleştirilecek sac malzemelerin birleşim yerlerini temizleyip çinkolu antipas sürdünüz mü? |      |       |
| 2. Kaynatılacak parça kalınlıklarına ve pozisyonlarına göre elektrot seçtiniz mi?              |      |       |
| 3. Kaynak uygulanacak noktalar arasındaki mesafeyi hesapladınız mı?                            |      |       |
| 4. Sac kalınlığına göre elektroda yapılacak basıncı hesapladınız mı?                           |      |       |
| 5. Parça kalınlığına göre amper ayarını yaptınız mı?   |      |       |
| 6. Elektrot uçlarını temizlediniz mi?  |      |       |
| 7. Direnç kaynağını yaptınız mı?   |      |       |

## DEĞERLENDİRME

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

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Motor ile şoför mahallini emniyetli bir şekilde birbirinden ayıran, aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Şase  
B) Yangın bölmesi  
C) Şoför mahalli  
D) Karoser
2. Bir aracı işleten ve kontrol eden gösterge ve anahtarların çoğu aşağıdaki bölmelerden hangisinde bulunur?  
A) Şase  
B) Göğüslük  
C) Şoför mahalli  
D) Karoser
3. Otomobilin en büyük yüzeyli ancak en basit yapıları aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Tavan  
B) Taban  
C) Kapı  
D) Kaput
4. Direnç kaynağı uygulanacak parçaların hazırlanmasında ön şart, aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Parçaların ince olması  
B) Parçaların kalın olması  
C) Parçaların temiz olması  
D) Parçaların metal olması
5. Dikiş direnç kaynağında amper ayarı, kaynatılan malzemenin özelliklerinden hangisine göre farklılıklar gösterir?  
A) Elektrik akımına  
B) Malzemenin kalınlığına  
C) Elektrot çapına  
D) Makine kapasitesine
6. Yaklaşık 400°C'nin altındaki sıcaklıkta bir ilave metalin eritildiği ve birleştirilecek parçaların temas yüzeyleri arasında kapiler etkiyle dağıldığı birleştirme yöntemi aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Perçinli birleştirme  
B) Ark kaynağı  
C) Yumuşak lehim  
D) Sert lehim
7. İç yapısında hangi oranlardan kalay bulduran lehim çubuklarıyla yapılan birleştirme işlemleri yüksek kaliteli olarak kabul görmektedir?  
A) %60 ya da daha az  
B) %60 ya da daha fazla  
C) %40 ya da daha fazla  
D) %40 ya da daha az

8. Aşağıdaki malzemelerden hangisi lehimlenmesi zor metaller olarak bilinmelidir?  
A) Çinko ve alaşımları  
B) Paslanmaz çelikler  
C) Bakır ve alaşımları  
D) Kurşun ve alaşımları
9. Aşağıdaki malzemelerden hangisi çok kolay lehimlenebilir?  
A) Çinko ve alaşımları  
B) Paslanmaz çelikler  
C) Düşük karbonlu çelikler  
D) Kurşun ve alaşımları
10. Aşağıdaki malzemelerden hangisi lehimlenmesi zor metaller olarak bilinmelidir?  
A) Çinko ve alaşımları  
B) Isıya dayanıklı çelikler  
C) Bakır ve alaşımları  
D) Kurşun ve alaşımları

**Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.**

11. ( ) Direnç kaynağı; iş parçalarından geçen elektrik akımına karşı iş parçalarının gösterdiği dirençten sağlanan ısı ve aynı zamanda, basınç uygulanmasıyla gerçekleştirilen bir kaynak yöntemidir.
12. ( ) Kaynak edilecek yüzeylerin iyi bir şekilde temizlenmemiş olması, yağ, kir ve oksit gibi yabancı maddelerin kaynak dikişi çekilecek bölgede olması yetersiz birleştirmelere neden olur.
13. ( ) Genel olarak tavanın tamamı tek parçalı çelik saçtan yapılır ve karosere direnç kaynağıyla birleştirilir.
14. ( ) Tabanlar çeşitli nedenlerle düz yüzeyle yapılır.
15. ( ) Transmisyon mili arkadan çekişli arabalarda bulunmaz.
16. ( ) İster sert, ister yumuşak lehimleme işlemi olsun, temel prensip olarak işlem sırasında birleştirme yapılacak parçalar, kesinlikle ergime derecelerindeki sıcaklıklara ulaşmaz.
17. ( ) Lehim bileşimdeki fazla kalay, istenilen oranda yüzeysel yayılma yapmamaktadır.
18. ( ) Kurşun kalaya nazaran pahalı bir metaldir.
19. ( ) Büyük hacimli lehimleme işlemleri az kalaylı lehim çubuklarıyla yapılmaktadır.
20. ( ) Lehimleme yeteneği az olursa birleşme zayıflar.

**Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.**

21. Otomobil tabanında en çok dikkati çeken ve ..... engelleyen ..... milinin geçtiği kısımdır.
22. Lehim ..... -sıvı halden katı hale geçerken- herhangi bir ..... meydana gelmemelidir.
23. İyice temizlenmiş iş parçalarına uygun lehim ısısı tatbik edilecek olursa, lehim teli ..... ve süratle birleştirilecek parçaların yüzeylerinde ..... başlar.



24. Lehimlemede görülen hatalar lehimleme yöntemine (....., ....., ....., ....., .....) bakılmaksızın değişik metal ve alaşımlarında benzerlik gösterir.
25. .... olarak kullanılan kimyasal maddelerin diğer adı .....
26. En yaygın iki sert lehim bağlantı türü, ..... ve ..... birleşimdir.
27. Lehim sırasında ..... önlemek için birleşme yerlerine ..... ve ..... kaplanır.

## 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 modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

|    |                                   |
|----|-----------------------------------|
| 1  | D                                 |
| 2  | B                                 |
| 3  | C                                 |
| 4  | D                                 |
| 5  | Y                                 |
| 6  | D                                 |
| 7  | Y                                 |
| 8  | Basınç - elektrotlar -<br>çeneler |
| 9  | Hidrolik - mekanik                |
| 10 | Direnç kaynağı                    |

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'İN CEVAP ANAHTARI

|    |   |
|----|---|
| 1  | B   |
| 2  | A   |
| 3  | B   |
| 4  | B   |
| 5  | D   |
| 6  | Y   |
| 7  | D   |
| 8  | 50  |
| 9  | Dayanıklılık artar, su<br>- toz             |
| 10 | Teller, sigortalar,<br>göstergeler delikler |

## ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

|    |                                   |
|----|-----------------------------------|
| 1  | C                                 |
| 2  | D                                 |
| 3  | B                                 |
| 4  | D                                 |
| 5  | D                                 |
| 6  | D                                 |
| 7  | D                                 |
| 8  | Kaynatma hızına -<br>soğutma suyu |
| 9  | Hatasız - hataların               |
| 10 | Özellikleri – dayanı-<br>mı       |

### ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

|    |                             |
|----|-----------------------------|
| 1  | A                           |
| 2  | C                           |
| 3  | B                           |
| 4  | A                           |
| 5  | D                           |
| 6  | D                           |
| 7  | D                           |
| 8  | Yumuşak - sert              |
| 9  | Erimez, -ıslatır - birleşir |
| 10 | Kurşun – kalayın            |

### ÖĞRENME FAALİYETİ-5'İN CEVAP ANAHTARI

|    |                                 |
|----|---------------------------------|
| 1  | A                               |
| 2  | C                               |
| 3  | D                               |
| 4  | D                               |
| 5  | Y                               |
| 6  | D                               |
| 7  | Zımparalama - tel fırça - oksit |
| 8  | Zımpara - tel fırça             |
| 9  | Katılaşım - titreşim            |
| 10 | Oksit – yayılmasını             |

### ÖĞRENME FAALİYETİ-6'NIN CEVAP ANAHTARI

|    |   |
|----|---|
| 1  | C                                       |
| 2  | A                                       |
| 3  | D                                       |
| 4  | A                                       |
| 5  | Y                                       |
| 6  | D                                       |
| 7  | D                                       |
| 8  | %10 kalay, %90 kurşundan - 300°C        |
| 9  | Kimyasal -, boru - ısıtma - tesisatları |
| 10 | Temizleme – pasta                       |

### ÖĞRENME FAALİYETİ-7'NİN CEVAP ANAHTARI

|    |                      |
|----|----------------------|
| 1  | A                    |
| 2  | C                    |
| 3  | B                    |
| 4  | D                    |
| 5  | D                    |
| 6  | Y                    |
| 7  | D                    |
| 8  | D                    |
| 9  | Yüzeyi - temizlenmiş |
| 10 | Oksit tabakasının    |

### ÖĞRENME FAALİYETİ-8'İN CEVAP ANAHTARI

|    |                             |
|----|-----------------------------|
| 1  | C                           |
| 2  | A                           |
| 3  | B                           |
| 4  | D                           |
| 5  | D                           |
| 6  | D                           |
| 7  | D                           |
| 8  | Yağ, kir, pas, oksit - boya |
| 9  | Sıcaklığı - sıcaklığına     |
| 10 | Temizleyici artıkları       |

### ÖĞRENME FAALİYETİ-9'UN CEVAP ANAHTARI

|    |                  |
|----|------------------|
| 1  | C                |
| 2  | A                |
| 3  | A                |
| 4  | B                |
| 5  | D                |
| 6  | D                |
| 7  | Y                |
| 8  | 1,5 d, -i 0,6 d  |
| 9  | 0,5 mm - 1 mm    |
| 10 | 0,1 mm, - 0,2 mm |

## ÖĞRENME FAALİYETİ-10'UN CEVAP ANAHTARI

|    |                    |
|----|--------------------|
| 1  | A                  |
| 2  | B                  |
| 3  | D                  |
| 4  | D                  |
| 5  | D                  |
| 6  | D                  |
| 7  | D                  |
| 8  | Gereci, - aynı     |
| 9  | Çekiç - yaklaşması |
| 10 | Alman              |

## MODÜLÜN CEVAP ANAHTARI

|    |  |
|----|--|
| 1  | B  |
| 2  | B  |
| 3  | A  |
| 4  | C  |
| 5  | B  |
| 6  | C  |
| 7  | B  |
| 8  | B  |
| 9  | C  |
| 10 | B  |
| 11 | D  |
| 12 | D  |
| 13 | D  |
| 14 | Y  |
| 15 | Y  |
| 16 | D  |
| 17 | D  |
| 18 | Y  |
| 19 | D  |
| 20 | D  |
| 21 | Rahat oturuşu -<br>transmisyon                       |
| 22 | Katılırken -- titre-<br>şim                          |
| 23 | Ergir - sıvılaşmaya                                  |
| 24 | Fırında, hamlaçla,<br>indüksiyonla, rezis-<br>tansla |
| 25 | Pasta - dekapandır                                   |
| 26 | Küt alın ve bindirme                                 |
| 27 | Oksitlenmeyi - pasta -<br>toz                        |

# KAYNAKÇA

- ANIK Selahaddin, **Kaynak Tekniği El Kitabı**, Gedik Eğitim Vakfı, İstanbul 1991.
- ANIK Selahaddin, Adnan DİKİCİOğLU, Murat VURAL, **İmal Usulleri**, Birsen Yayın Evi, İstanbul 1997.
- BURGHARDT, D. Henry, **Machine Tool Operation Part 1**, McGraw-Hill Book Company, 1959, New York ABD.
- Çeviren, ADSAN Kasım, **Kaynak Teknolojisi**, Yüksek Teknik Öğretmen Okulu Yayınları, Ankara 1976.
- Çeviren; AŞICI Ahmet, **Metallerin İşlenmesi**, ABB Yayını.
- Çeviri; AKBAŞ Aytekin, Mustafa BAĞCI, Necmettin YEŞİLMEN, Sami AHMET, **Metallerin İşlenmesi**, Meslekî ve Teknik Öğretim Kitapları.
- Çeviren; YÜKSEL Zeynel, **Markalama**, ABB Yayını.
- ERSOY Rüştü, **Demircilik Meslek Teknolojisi**, Millî Eğitim Basım Evi, İstanbul.
- FEİRER Carle Tatro, L. John, Machine Tool Metalworking (Principles and Practice), McGraw-Hill Book Company, New York, ABD, 1961.
- JOHNSON Spencer, Johnson, Constance, **Bir Dakikalık Öğretmen**, Epsilon Yayıncılık, İstanbul.
- **Kaynak Tekniği**, SEGEM Yayınları, Ankara 1993.
- MEGEP (Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi), **Metal Teknolojisi**, Elektrik Direnç Kaynağı, Ankara, 2012.
- MEGEP (Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi), **Motorlu Araçlar Teknolojisi Direnç Kaynağı ve Lehimleme**, Ankara, 2006.
- ÖRSMEN, Naim, **Soğuk Demircilik**, Ankara, 1948.
- SERFİÇELİ, Y, Saip, Endüstri Meslek Liseleri Metal İşleri Bölümü **3.-4. Dönem Meslek Bilgisi**, Ankara, 1995.
- SERFİÇELİ, Y, Saip, Endüstri Meslek Liseleri Metal İşleri Bölümü **5.-6. Dönem Meslek Bilgisi**, Ankara, 1994.
- SERFİÇELİ, Y, Saip, **Endüstriyel Üretim**, MEB Yayınları, İstanbul, 2005.

- SERFİÇELİ, Y, Saip, **Elektrik Ark ve Oksi Gaz Kaynağı**, Ankara, 1997.
- SERFİÇELİ, Y, Saip, **Kaynak Teknolojisi**, Ankara, 2003.
- SERFİÇELİ, Y, Saip, **Makine Bilgisi ve Şekillendirme**, MEB Yayınları, İstanbul, 2005.
- SERFİÇELİ, Y, Saip, Metal İşleri Bölümü **9. Sınıf İş ve İşlem Yaprakları**, MEB Yayınları, İstanbul, 2005.
- SERFİÇELİ, Y, Saip, **Metal İşleri Bölümü Öğrencileri İçin Malzeme Bilgisi**, Ankara, 1998.
- SERFİÇELİ, Y, Saip, **Metal İşleri Meslek Teknolojisi 2**, Ankara, 1996.
- SERFİÇELİ, Y, Saip, **Metal İşleme Teknolojisi Deyimler, Tanımlar ve Açıklamalar**, Ankara, 2005.
- SERFİÇELİ, Y, Saip, **Modüler Program Yapısı**, Ankara, 2005.
- SERFİÇELİ, Y, Saip, **Soğuk ve Sıcak Şekillendirme**, Ankara, 1997.
- Venk, Spicer, Davies, **Karoseri Onarımı**, MEB Etüd ve Programlama Dairesi Yayınları, Ankara, 1972.
- Türk Dil Kurumu **İmla Kılavuzu**, Ankara, 2005.
- Türk Dil Kurumu **Türkçe Sözlük**, Ankara, 2005.