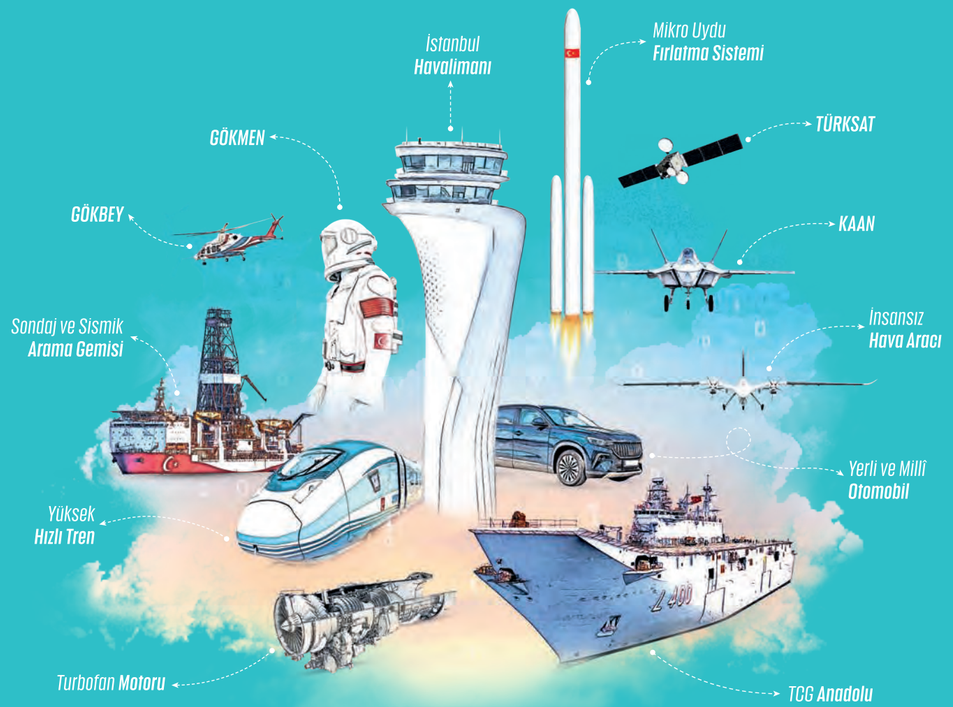
# Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

## Teknoloji Yolculuğumuz





**BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.**
**PARA İLE SATILAMAZ.**



**ISBN: 978-975-11-6222-9**


*Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşıması Zorunlu Değildir.*



**MESLEKİ VE TEKNİK** ANADOLU LİSESİ

**MOTORLU ARAÇLAR TEKNOLOJİSİ** ALANI

# OTOMOTİV GÖVDE KAYNAK ATÖLYESİ



**10** DERS MATERYALİ


MEB__ 211860-OTOMOTİV GÖVDE KAYNAK ATÖLYESİ 10

Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi

Motorlu Araçlar Teknolojisi

# OTOMOTİV GÖVDE KAYNAK ATÖLYESİ

10

DERS MATERYALİ

**YAZARLAR**

Uzm. Öğrt. Serkan TÜRETEN

Şerafettin EKİN

Y. Saip SERFİÇELİ

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI ..... : 8019
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ ..... : 1947

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir.
Ders materyalinin metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

## HAZIRLAYANLAR

**DİL UZMANI:**
İsmail DURMUŞ

**GÖRSEL TASARIM UZMANI:**
Raşit ERTUNÇ

ISBN: 978-975-11-6222-9

Millî Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile
Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.

**BASKI**
Ayrıntı Basım Yayım ve Mat. Hiz. Sanayi Ticaret A.Ş.
Saray Mahallesi 126. Cadde No: 20
Kahramankazan/Ankara
**Sertifika No: 49599**



# İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

**Mehmet Âkif Ersoy**

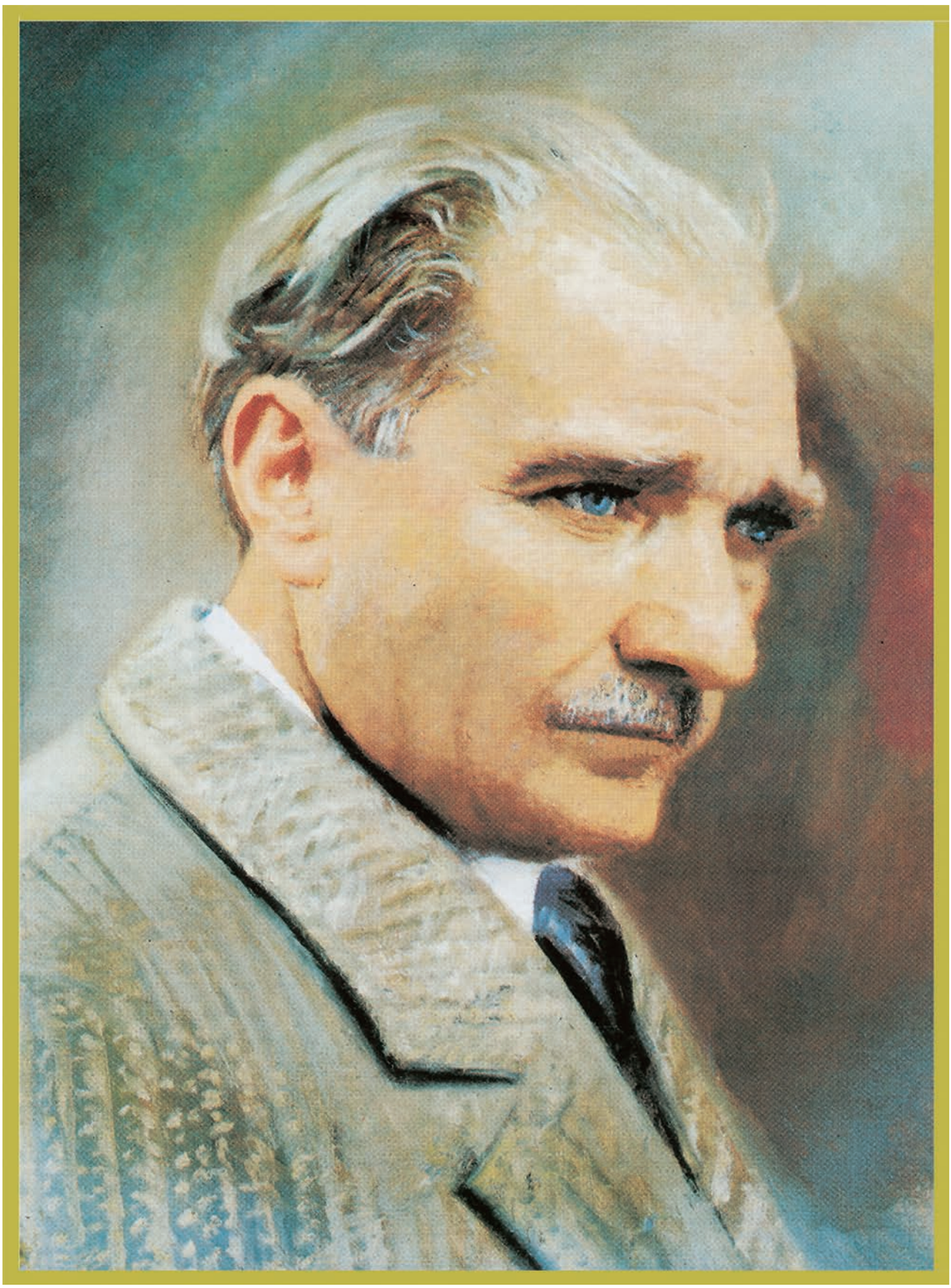
## GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

# İÇİNDEKİLER





**DERS MATERYALİNİN TANITIMI** ..... 15

**ÖĞRENME BİRİMİ 1: ATÖLYE DÜZENİ VE GÜVENLİĞİ** ..... 17

1.1. GÖVDE ATÖLYESİNDE DÜZEN ..... 18
- 1.1.1. Gövde Atölyesi ve Bölümleri ..... 19
- 1.1.2. Gövde Atölyesinde Kullanılan Ekipmanlar ..... 21

1.2. GÖVDE ATÖLYESİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ..... 22
- 1.2.1. Gövde Atölyesinde Oluşabilecek Muhtemel İş Kazaları ..... 22
- 1.2.2. Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) ..... 24
- 1.2.3. Kişisel Koruyucu Donanım Sınıflandırılması ..... 25
- **Uygulama 1.1: Kişisel Koruyucu Donanım Kullanımı** ..... 29
- **Uygulama 1.2: Çalışma Alanının Temizlenmesi, Donanım ve Ekipmanların Düzenlenmesi** ..... 30

1.3. ONARIM ÖNCESİ YAPILMASI GEREKEN HAZIRLIKLAR ..... 31
- 1.3.1. Zarar Görmemesi Gereken Parçaların Korunması ..... 32
- 1.3.2. Araçlardaki Elektronik Cihazların Korunması ..... 32
- 1.3.3. Metal Yüzeylerin Temizlenmesi ..... 32
- 1.3.4. Otomotiv Kaynak Atölyesinde Temrin Malzeme Hazırlığı ..... 33
- **Uygulama 1.3: Onarım Yapılacak Parçanın Hazırlanması** ..... 34
- **Uygulama 1.4: Uygulama Parçasının Hazırlanması** ..... 35

1.4. TEHLİKELİ VE ZARARLI ATIKLARIN GEÇİCİ DEPOLANMASI ..... 36
- 1.4.1. Tehlikeli Atıklar ..... 37
- 1.4.2. Gövde Atölyelerinde Ortaya Çıkan Tehlikeli ve Zararlı Atıklar ..... 37
- **Uygulama 1.5: Atıkların Geçici Depolanması** ..... 39






**ÖĞRENME BİRİMİ 2: TEMEL KAYNAK** ..... 41

2.1. OKSİ-GAZ KAYNAĞI ..... 42
- 2.1.1. Oksi-Gaz Kaynağında Kullanılan Gazlar ..... 42
- 2.1.2. Oksijen ve Asetilen Tüpleri ..... 43
- 2.1.3. Basınç Düşürücüler ..... 44
- 2.1.4. Güvenlik Sistemleri ..... 44
- 2.1.5. Gözlük ..... 45
- 2.1.6. Çakmak ..... 45
- 2.1.7. Önlük ve Eldiven ..... 45
- 2.1.8. Hortumlar ..... 46
- 2.1.9. Üfleçler ..... 46
- 2.1.10. Kaynak Alevi ..... 47
- 2.1.11. Kaynakta Yön (Sağ ve Sol Kaynak) ..... 48
- 2.1.12. Telsiz Kaynak Dikişi Uygulama Tekniği ..... 49
- **Uygulama 2.1: Alev Ayarı Yapma** ..... 51
- **Uygulama 2.2: İstenilen Ölçüde Parça Kesme** ..... 53
- **Uygulama 2.3: Oksi-Gaz Kaynağı ile Yatayda Telsiz Dikiş Çekme (Sola Kaynak) İşlemi** ..... 54

2.2. TELLİ KAYNAK UYGULAMALARI ..... 56
- 2.2.1. Oksi-Gaz Kaynağında Kullanılan İlave Kaynak Telleri ..... 56
- 2.2.2. Telli Kaynak Dikişi Çekme Uygulama Teknikleri ..... 56
- **Uygulama 2.4: Oksi-Gaz Kaynağı ile Yatayda Telli Dikiş Çekme (Sola Kaynak) İşlemi** ..... 57

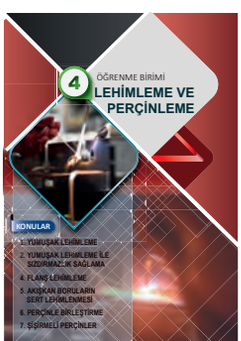
**Uygulama 2.5: Oksi-Gaz Kaynağı ile Yatayda Telli Dikiş Çekme (Sağa Kaynak) İşlemi** ..... 59
2.3. KENET (BÜKÜNTÜ) KAYNAĞI ..... 61
2.3.1. Büküntü Kaynak Dikişi Çekme Uygulama Teknikleri ..... 61
2.3.2. Büküntülü Dikiş Kaynak Hataları ..... 62
**Uygulama 2.6: Oksi-Gaz Kaynağı ile Yatayda Kenetli Kaynak Dikişi Çekme** ..... 62
2.4. KÜT EK KAYNAĞI ..... 64
2.4.1. Küt Ek Kaynak Uygulama Teknikleri ..... 64
2.4.2. Küt Ek Kaynak Hataları ..... 65
**Uygulama 2.7: Oksi-Gaz Kaynağı ile Yatayda Küt Ek Kaynak Dikişi Çekme** ..... 66
2.5. BİNDİRME KAYNAĞI ..... 68
2.5.1. Bindirme Kaynağı Uygulama Teknikleri ..... 68
2.5.2. Bindirme Kaynağı Hataları ..... 68
**Uygulama 2.8: Oksi-Gaz Kaynağı ile Yatayda Bindirme Kaynak Dikişi Çekme** ..... 69
2.6. ELEKTRİK ARK KAYNAĞI ..... 71
2.6.1. Elektrik Ark Kaynağı Donanımları ..... 71
2.6.1.1. Kaynak Makineleri ..... 71
2.6.1.2. Kaynak Pens ve Şasesi ..... 73
2.6.1.3. Kaynak Maskeleri ve Camı ..... 74
2.6.1.4. Elektrotlar ..... 74
2.6.2. Kaynak Uygulama Teknikleri ..... 76
2.6.3. Kaynak Etkisi ile Malzemede Meydana Gelen Fiziksel ve Kimyasal Değişimler ..... 78
2.6.4. İş Parçasını ve Gereçleri Kaynağa Hazır Hale Getirme ..... 79
2.6.5. Yatayda Sağ Dikiş Çekme Tekniği ..... 80
**Uygulama 2.9: Elektrik Ark Kaynağı ile Yatayda Sağ Dikiş Çekme** ..... 81
2.7. YATAYDA SOL DİKİŞ ÇEKME ..... 83
2.7.1. Elektrik Ark Kaynağında Yatayda Sola Dikiş Çekme Teknikleri ..... 83
2.7.2. Elektrik Ark Kaynağı Hataları ..... 83
**Uygulama 2.10: Elektrik Ark Kaynağı ile Yatayda Sol Dikiş Çekme** ..... 85
2.8. ELEKTRİK ARK KAYNAĞI İLE YATAYDA KÜT EK KAYNAK ..... 87
2.8.1. Yatayda Küt Ek Kaynağı Tekniği ..... 87
2.8.2. Yatayda Küt Ek Kaynağı Hataları ..... 87
**Uygulama 2.11: Elektrik Ark Kaynağı ile Yatayda Küt Ek Kaynak Yapma** ..... 89




**ÖĞRENME BİRİMİ 3: PUNTA KAYNAĞI** ..... 91
3.1. PUNTA KAYNAĞI. ..... 92
3.1.1. Direnç Kaynağı Çeşitleri ..... 97
3.1.2. Direnç Kaynağı Makineleri ..... 98
3.1.3. Punta Kaynağı ..... 98
3.1.4. Sac Parçalara Direnç Kaynağı Uygulama Teknikleri ..... 99
3.1.5. Punta Kaynak Hataları ..... 99

**Uygulama 3.1: Punta Kaynağı Yapma** ..... 99
3.2. PUNTA KAYNAĞI İLE MONTAJ ..... 102
3.2.1. Punta Kaynağının Otomotiv Gövdesinde Kullanıldığı Yerler ..... 102
3.2.2. Otomotiv Gövde Atölyelerinde Kullanılan Punta Kaynak Makineleri ..... 103
3.2.3. Punta Kaynağı ile Gövde Onarımı ..... 104
3.2.4. Alın Direnç Kaynağı ..... 105
3.2.5. Alın Direnç Kaynağı Kullanım Yerleri ..... 106
**Uygulama 3.2: Punta Kaynağı ile Montaj Yapma** ..... 107
**Uygulama 3.3: Punta Kaynağı Tek Elektrotla Parça Montajı** ..... 110
**Uygulama 3.4: Punta Kaynağı ile Saplama, Pul, Perçin Montajı Yapma** ..... 113
3.3. DİKİŞ KAYNAĞI ..... 116
3.3.1. Dikiş Kaynağının Kullanıldığı Yerler ..... 116
3.3.2. Dikiş Kaynağı Uygulama Teknikleri ..... 116
3.3.3. Dikiş Kaynak Hataları ..... 117
**Uygulama 3.5: Dikiş Kaynağı Yapma** ..... 118

**ÖĞRENME BİRİMİ 4: LEHİMLEME VE PERÇİNLEME** ..... 121
4.1. YUMUŞAK LEHİMLEME ..... 122
4.1.1. Yumuşak Lehim ve Çeşitleri ..... 123
4.1.2. Yumuşak Lehimlemede Temizlik ..... 124
4.1.2.1. Mekanik Temizlik ..... 124
4.1.2.2. Kimyasal Temizlik ..... 124
4.1.3. Yumuşak Lehimlemede Kullanılan Isıtma Takımları ..... 125
4.1.3.1. Havyalar ..... 126
4.1.4. Yumuşak Lehimleme Uygulama Teknikleri ..... 126
4.1.5. Yumuşak Lehimleme Uygulama Hataları ..... 128
4.1.6. Otomotiv Gövde Atölyelerinde Yumuşak Lehimleme Uygulamaları ..... 128
**Uygulama 4.1: Lehimleme Yapılacak Yüzeyi Temizleme** ..... 129
**Uygulama 4.2: Yumuşak Lehimleme** ..... 130
**Uygulama 4.3: Yumuşak Lehimleme ile Yüzey Dolgu İşlemi** ..... 132
4.2. YUMUŞAK LEHİMLEME İLE SIZDIRMAZLIK SAĞLAMA ..... 134
4.2.1. Yumuşak Lehimleme ile Sızdırmazlık Sağlanabilecek Malzemeler ..... 134
4.2.2. Yumuşak Lehimleme ile Sızdırmazlık Sağlama Uygulama Teknikleri ..... 135
4.2.3. Yumuşak Lehimleme ile Sızdırmazlık Sağlama Hataları ..... 136
**Uygulama 4.4: Yumuşak Lehimleme ile Sızdırmazlık Sağlama** ..... 137
4.3. SERT LEHİMLEME ..... 139
4.3.1. Sert Lehimleme Kullanım Nedenleri ..... 139
4.3.2. Sert Lehim Alaşımının Özellikleri ..... 140
4.3.3. Sert Lehimlemede Temizlik ..... 141
4.3.4. Sert Lehimleme Uygulama Teknikleri ..... 142
4.3.5. Sert Lehimleme Hataları ..... 143
**Uygulama 4.5: Sert Lehimleme Yapma** ..... 144
4.4. FLANŞ LEHİMLEME ..... 146



4.4.1. Flanş Lehimlemeye Hazırlık ..... 146
4.4.2. Flanş Lehimleme Uygulama Teknikleri ..... 147
4.4.3. Flanş Lehimleme Uygulama Hataları ..... 147
**Uygulama 4.6: Flanş Lehimleme Yapma** ..... 147
4.5. AKIŞKAN BORULARIN SERT LEHİMLENMESİ ..... 150
4.5.1. Boru Malzemenin Sert Lehimlemeye Hazırlanması ..... 150
4.5.2. Boru Malzemenin Sert Lehimleme Uygulama Teknikleri ..... 150
4.5.3. Boru Malzemenin Sert Lehimleme Uygulama Hataları ..... 151
**Uygulama 4.7: Sert Lehim ile Boru Birleştirme** ..... 151
4.6. PERÇİNLE BİRLEŞTİRME ..... 153
4.6.1. Pop Perçin ..... 153
4.6.2. Kullanılacak Pop Perçin Ölçülerinin Belirlenmesi ..... 155
4.6.3. Pop Perçin Tabancaları ..... 156
4.6.4. Pop Perçin Uygulama Teknikleri ..... 157
**Uygulama 4.8: Sac Parçaları Pop Perçinle Birleştirme** ..... 158
4.7. ŞİŞİRMELİ PERÇİNLER ..... 160
4.7.1. Şişirmeli Perçin Çeşitleri ..... 160
4.7.2. Şişirmeli Perçin Aparatları ..... 161
4.7.3. Şişirmeli Perçin Uygulama Teknikleri ..... 162
**Uygulama 4.9: Şişirmeli Perçin ile Birleştirme** ..... 163




**ÖĞRENME BİRİMİ 5: GAZALTI KAYNAĞI** ..... 167
5.1. GAZALTI KAYNAĞI ..... 168
5.1.1. Gazaltı Kaynağı Çeşitleri ve Özellikleri ..... 169
5.1.2. Gazaltı Kaynak Makineleri ve Donanımları ..... 169
5.1.2.1. Güç Ünitesi ..... 170
5.1.2.2. Tel Sürme Tertibatı ..... 170
5.1.2.3. Koruyucu Gaz Ünitesi ..... 171
5.1.2.4. Kaynak Torcu ve Kablosu ..... 171
5.1.3. Gazaltı Kaynağında Kullanılan Sarf Malzemeler ..... 171
5.1.4. Gazaltı Kaynak Uygulama Teknikleri ..... 172
5.1.5. Yatayda Sağ Dikiş Uygulama Teknikleri ..... 173
5.1.6. İş Parçalarının Kaynağa Hazırlanması ..... 174
5.1.7. Gazaltı Kaynağında Karşılaşılan Hatalar ..... 174
**Uygulama 5.1: Gazaltı Kaynağı ile Yatayda Sağ Kaynak Yapma** ..... 178
5.2. GAZALTI KAYNAĞI İLE SOL KAYNAK ..... 180
5.2.1. Sol Dikiş Kaynak Uygulama Teknikleri ..... 180
5.2.2. Sol Dikiş Kaynak Hataları ..... 180
**Uygulama 5.2: Gazaltı Kaynağı ile Yatayda Sol Kaynak Yapma** ..... 181
**Uygulama 5.3: Gazaltı Kaynağı ile Yatayda Nokta Şeklinde Kaynak Yapma** ..... 182
5.3. GAZALTI KAYNAĞI İLE YATAYDA KÜT EK KAYNAĞI ..... 184
5.3.1. Yatayda Küt Ek Kaynağı Uygulama Teknikleri ..... 184
**Uygulama 5.4: Gazaltı Kaynağı ile Yatayda Küt Ek Kaynak Yapma** ..... 185
5.4. GAZALTI KAYNAĞI İLE DİKEYDE KÜT EK KAYNAĞI ..... 187
5.4.1. Dikeyde Küt Ek Kaynağı Uygulama Teknikleri ..... 187
5.4.2. Dikeyde Küt Ek Kaynak Hataları ..... 187

**Uygulama 5.5: Gazaltı Kaynağı ile Dikeyde Küt Ek Kaynak Yapma** ..... 188
5.5. GAZALTI KAYNAĞI İLE KÖŞE KAYNAĞI ..... 190
5.5.1. Köşe Kaynağı Uygulama Teknikleri ..... 190
**Uygulama 5.6: Gazaltı Kaynağı ile Köşe Kaynak Yapma** ..... 191
5.6. GAZALTI KAYNAĞI İLE TAVAN KÜT EK KAYNAĞI ..... 193
5.6.1. Tavan Küt Ek Kaynağı Uygulama Teknikleri ..... 193
5.6.2. Tavan Küt Ek Kaynak Hataları ..... 193
**Uygulama 5.7: Gazaltı Kaynağı ile Tavan Küt Ek Kaynağı Yapma** . 194
5.7. GAZALTI KAYNAĞI İLE ALÜMİNYUM KAYNAĞI ..... 196
5.7.1. Alüminyum Kaynağı Uygulama Teknikleri ..... 196
5.7.2. Alüminyum Kaynak Hataları ..... 197
**Uygulama 5.8: Gazaltı Kaynağı ile Alüminyum Kaynağı Yapma** ... 198
5.8. GAZALTI KAYNAĞI İLE TAPA KAYNAĞI ..... 200
5.8.1. Tapa Kaynağı Uygulama Teknikleri ..... 200
5.8.2. Tapa Kaynağı Hataları ..... 200
5.8.3. Gazaltı Kaynağı ile MIG Lehim ..... 201
5.8.3.1. MIG Lehim Uygulama Teknikleri ..... 201
5.8.3.2. MIG Lehim Hataları ..... 201
**Uygulama 5.9: Gazaltı Kaynağı ile Tapa Kaynağı Yapma** ..... 202
**Uygulama 5.10: Gazaltı Kaynağı ile MIG- Lehim Yapma** ..... 204

**ÖĞRENME BİRİMİ 6: OTOMOTİV SAC ŞEKİLLENDİRME** ..... 207
6.1. OTOMOTİV SACLARINDA BÜKME TEKNİKLERİ ..... 208
6.1.1. Otomotiv Gövde İmalatında Kullanılan Saclar ..... 208
6.1.1.1. Çelik ..... 208
6.1.2. Otomotiv Sac Şekillendirmede Kullanılan El Takımları ..... 210
6.1.3. Otomotiv Sac Şekillendirme Makineleri ..... 210
6.1.3.1. Kollu Makas ..... 210
6.1.3.2. Giyotin Makinesi ..... 210
6.1.3.3. Dekupaj Makinesi ..... 211
6.1.3.4. Caka (Kenet) Makinesi ..... 211
6.1.3.5. Akbant Pres ..... 211
6.1.3.6. Hidrolik Pres ..... 212
6.1.3.7. Silindir Makinesi ..... 212
6.1.3.8. Kordon Makinesi ..... 212
6.1.4. Markalama ve Markalama Takımları ..... 213
6.1.4.1. Markalama Pleyti ..... 213
6.1.4.2. Çizecek.. ..... 213
6.1.4.3. Çelik Cetvel ..... 214
6.1.4.4. Pergel ..... 214
6.1.4.5. Gönye ..... 214
6.1.4.6. Nokta ..... 215
6.1.4.7. Çekiç ..... 215
6.1.4.8. Mihengir ..... 215
6.1.5. Elastikiyet Sınırı Yüksek Sacların Şekillendirilmesi ..... 216
6.1.5.1. Saclarda Yapılan Şekillendirme Çeşitleri ..... 216
**Uygulama 6.1: Sac Üzerinde Markalama Yapma** ..... 218



6.2. OTOMOTİV SACLARINDA DOĞRULTMA TEKNİKLERİ ..... 219
6.2.1. Sac Doğrultma İşleminde Kullanılan El Aletleri ..... 219
6.2.1.1. Çekiçler ..... 219
6.2.1.2. Tokmaklar ..... 220
6.2.1.3. Örs ..... 220
**Uygulama 6.2: Sac Doğrultma Yapma** ..... 221
6.3. OTOMOTİV SACLARINDA ÇUKURLAŞTIRMA TEKNİKLERİ ..... 223
**Uygulama 6.3: Sac Çukurlaştırma Yapma** ..... 224
6.4. OTOMOTİV SACLARINDA ÇIKINTI GİDERME TEKNİKLERİ ..... 225
**Uygulama 6.4: Sac Üzerinde Çıkıntı Giderme** ..... 226
6.5. OTOMOTİV SACLARINDA DÜZELTME TEKNİKLERİ ..... 227
6.5.1. Dayama Takozları ..... 227
6.5.2. Trançalar (Kaşık Dayamalar) ..... 228
6.5.3. Kaportacı Çekiçleri ..... 228
6.5.4. Çekiç Dayama ile Sac Düzeltmenin Uygulandığı Yerler ..... 228
6.5.5. Panel Saclarında Çekiç ve Dayama ile Düzeltme Teknikleri .. 229
6.5.6. Çekiç ve Dayama Yöntemi ile Sac Yüzeyinin Düzeltilmesinde Dikkat Edilecek Hususlar..... ..... 230
**Uygulama 6.5: Çekiç ve Dayama ile Sac Yüzeyini Düzeltme** ..... 231




**ÖĞRENME BİRİMİ 7: SAC MALZEMELERDEN İMALAT** ..... 233
7.1. KUTU YAPMA TEKNİKLERİ ..... 234
7.1.1. Kenetli Birleştirmeler ..... 234
7.1.2. Kenet Makineleri ..... 235
7.1.3. Gövde Üzerinde Kenetli Birleştirmelerin Kullanıldığı Yerler. 235
7.1.4. Kenetli Birleştirme Resimlerinin Sac Üzerine Aktarımı ..... 236
**Uygulama 7.1: Sacdan Kutu Yapma** ..... 238
7.2. BORU DİRSEK VE T YAPMA TEKNİKLERİ ..... 240
7.2.1. Boru Dirsek ve T Yapımı ..... 241
7.2.1.1. Boru Dirsek Yapımı ..... 241
7.2.1.2. Boru T Yapımı ..... 242
**Uygulama 7.2: Borudan Dirsek Yapma** ..... 244
**Uygulama 7.3: Borudan T Yapma** ..... 246
7.3. KONİ PİRAMİT YAPMA TEKNİKLERİ ..... 248
7.3.1. Koni Piramit Yapımı ..... 248
7.3.2. Bükülmüş Sac Malzemenin Birleştirilmesi ..... 249
**Uygulama 7.4: Sacdan Koni Piramit Yapma** ..... 250
7.4. PROFİLDEN BASİT İMALATLAR YAPMA TEKNİKLERİ ..... 252
7.4.1. İmalat (Yapım) Resimleri ..... 252
7.4.2. İmalatta Kullanılan Malzemeler ..... 253
7.4.3. İmalatta Kullanılan Makineler ve Ekipmanlar ..... 254
**Uygulama 7.5: Profilden Basit İmalat Yapma** ..... 256

**KAYNAKÇA** ..... **260**

# DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Öğrenme biriminin tematik görseli bu alanda yer alır.

Öğrenme birimi içerisindeki konu başlıklarını gösterir.




Öğrenme birimi numarası

Konu numarası

Alt konu numarası

Konu adı

4.1.2.2. Kimyasal Temizlik

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Öğrenme biriminin adı bu alanda yer alır.

Öğrenme birimi içerisindeki konuların ana başlıklarını gösterir.


ÖĞRENME BİRİMİ 1
ATÖLYE DÜZENİ VE GÜVENLİĞİ
1.1. GÖVDE ATÖLYESİNDE DÜZEN

Atölyelerde yapılan çalışmaların verimli ve kaliteli olması için bir düzenin olması gerekmektedir. Düzen, atölye ortamının yapılan çalışmaya ve çalışanlara uygun olarak tasarlanmasıdır. Ayrıca atölye güvenliği en önemli hususlardan biridir. Güvenlik hem çalışanların hem de yapılan işin emniyetli şartlar altında bulundurulmasıdır.

Otomotiv sektörü; motorlu araçları tasarlayan, geliştiren, üreten, satış ve satış sonrası hizmetlerini kapsayan çok geniş bir sanayi dalıdır. Otomotiv sektörü; sadece üretim kısmından ibaret olmayıp dağıtıcılar, yetkili satıcılar, yetkili ve özel satış sonrası servis hizmetleri, kullanılmış araç satışları, araç kiralama hizmetleri ve sigortacılık faaliyetleri de sektörün içerisine dâhildir.



**Görsel 1.1:** Otomotiv gövde üretim hattı

Ayrıca otomotiv sanayi; ham madde, yan sanayi, aksesuar, lastik, yakıt, nakliye gibi birçok sektör ile etkileşim içinde olup hem ekonomik hem de teknolojik gelişim olarak bu sektörlere katkı sağlamaktadır. Dolayısıyla bu sektörle direkt veya dolaylı olarak ilgili olan iş gücü sayısı oldukça fazladır.

Dünya üzerindeki motorlu araç sayısının 1,3 milyar olduğu tahmin edilmektedir. TUİK Ocak 2021 verilerine göre ülkemizde trafiğe kayıtlı motorlu araç sayısı 24 milyondur. Bunların yaklaşık 13 milyon adedi otomobil sınıfındaki araçlardır. Bunun yanında trafikte olmayan yarış sporları araçları, savunma sanayi araçları ve özel araçlar mevcuttur. Otomotiv sanayisinin en önemli kısmı, "dünyayı değiştiren makine" olarak adlandırılan otomobil olmuştur.

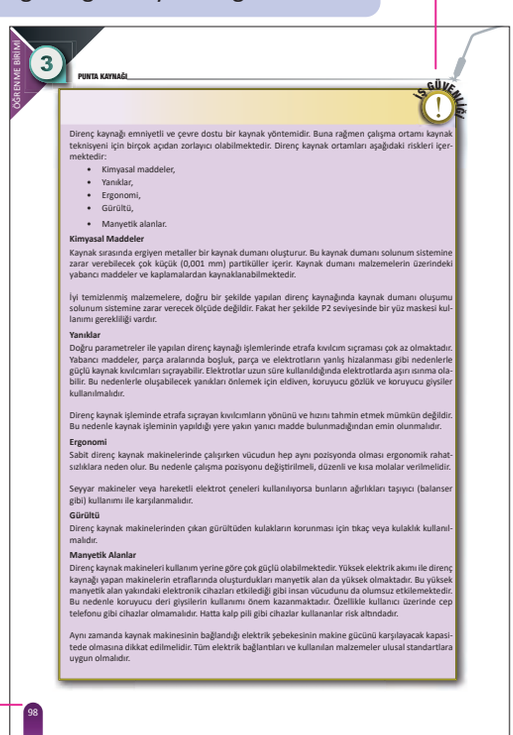
Bu kadar önemli ve yaygın bir sektörün satış sonrası hizmetleri de büyük önem arz etmektedir. Üretim yapan otomotiv firmaları, piyasaya sunmuş oldukları araçlarının satış sonrası hizmetlerini karşılamak zorundadır. Bu, hem yasal hem de müşteri memnuniyeti açısından ticari bir zorunluluktur.

Üretilip piyasaya arz edilen bir aracın satış sonrası hizmetleri şu kısımlardan oluşur:

- Aracın periyodik bakımlarının yapılması
- Aracın mekanik aksamlarının (motor, aktarma organları, yürür aksamı vb.) bakım ve onarım hizmetleri
- Hasar almış araçların gövde onarımlarının gerçekleştirilmesi
- Onarım sonrası araçların boyama işlemleri

18

İş güvenliği ile ilgili bilgilerin yer aldığı bölümdür.


ÖĞRENME BİRİMİ 3
PUNTA KAYNAĞI
İŞ GÜVENLİĞİ

Direnç kaynağı emniyetli ve çevre dostu bir kaynak yöntemidir. Buna rağmen çalışma ortamı kaynak teknisyeni için birçok açıdan zorlayıcı olabilmektedir. Direnç kaynak ortamları aşağıdaki riskleri içermektedir:

- Kimyasal maddeler,
- Yanıklar,
- Ergonomi,
- Gürültü,
- Manyetik alanlar.

**Kimyasal Maddeler**

Kaynak sırasında ergiyen metaller bir kaynak dumanı oluşturur. Bu kaynak dumanı solunum sistemine zarar verebilecek çok küçük (0,001 mm) partiküller içerir. Kaynak dumanı malzemelerin üzerindeki yabancı maddeler ve kaplamalardan kaynaklanabilmektedir.

İyi temizlenmiş malzemelere, doğru bir şekilde yapılan direnç kaynağında kaynak dumanı oluşumu solunum sistemine zarar verecek ölçüde değildir. Fakat her şekilde P2 seviyesinde bir yüz maskesi kullanımı gerekliliği vardır.

**Yanıklar**

Doğru parametreler ile yapılan direnç kaynağı işlemlerinde etrafa kıvılcım sıçraması çok az olmaktadır. Yabancı maddeler, parça aralarında boşluk, parça ve elektrotların yanlış hizalanması gibi nedenlerle güçlü kaynak kıvılcımları sıçrayabilir. Elektrotlar uzun süre kullanıldığında elektrotlarda aşırı ısınma olabilir. Bu nedenlerle oluşabilecek yanıkları önlemek için eldiven, koruyucu gözlük ve koruyucu giysiler kullanılmalıdır.

Direnç kaynak işleminde etrafa sıçrayan kıvılcımların yönünü ve hızını tahmin etmek mümkün değildir. Bu nedenle kaynak işleminin yapıldığı yere yakın yanıcı madde bulunmadığından emin olunmalıdır.

**Ergonomi**

Sabit direnç kaynak makinelerinde çalışırken vücudun hep aynı pozisyonda olması ergonomik rahatsızlıklara neden olur. Bu nedenle çalışma pozisyonu değiştirilmeli, düzenli ve kısa molalar verilmelidir.

Seyyar makineler veya hareketli elektrot çeneleri kullanılıyorsa bunların ağırlıkları taşıyıcı (balanser gibi) kullanımı ile karşılanmalıdır.

**Gürültü**

Direnç kaynak makinelerinden çıkan gürültüden kulakların korunması için tıkaç veya kulaklık kullanılmalıdır.

**Manyetik Alanlar**

Direnç kaynak makineleri kullanım yerine göre çok güçlü olabilmektedir. Yüksek elektrik akımı ile direnç kaynağı yapan makinelerin etraflarında oluşturdukları manyetik alan da yüksek olmaktadır. Bu yüksek manyetik alan yakındaki elektronik cihazları etkilediği gibi insan vücudunu da olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle koruyucu deri giysilerin kullanımı önem kazanmaktadır. Özellikle kullanıcı üzerinde cep telefonu gibi cihazlar olmamalıdır. Hatta kalp pili gibi cihazlar kullananlar risk altındadır.

Aynı zamanda kaynak makinesinin bağlandığı elektrik şebekesinin makine gücünü karşılayacak kapasitede olmasına dikkat edilmelidir. Tüm elektrik bağlantıları ve kullanılan malzemeler ulusal standartlara uygun olmalıdır.

98

Sayfa numaralarını gösterir.

# DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Uygulama adı ve numarasını gösterir.

Uygulamaya ait videonun karekodu burada yer alır.

İşlem basamaklarının yer aldığı bölümdür.

Uygulama değerlendirme tablosu bu alanda yer alır.

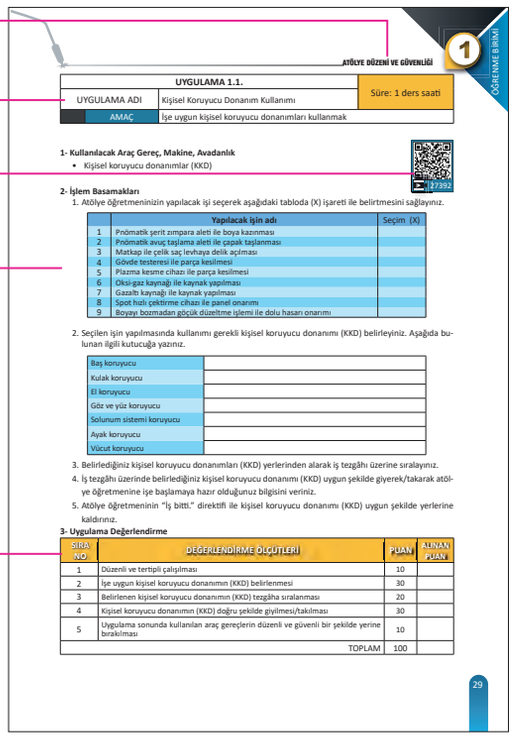
Uygulamanın numarasını gösterir.

Uygulamanın süresini gösterir.

Uygulamanın amacını gösterir.

Konuya ilişkin ek bilgilerin verildiği bölümdür.

Öğrenme biriminin sonunda farklı bulmacaların yer aldığı bölümdür.


ATÖLYE DÜZENİ VE GÜVENLİĞİ

ÖĞRENME BİRİMİ 1

| UYGULAMA 1.1. | | Süre: 1 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Kişisel Koruyucu Donanım Kullanımı | |
| AMAÇ | İşe uygun kişisel koruyucu donanımları kullanmak | |

**1- Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)

17392

**2- İşlem Basamakları**

1. Atölye öğretmeninizin yapılacak işi seçerek aşağıdaki tabloda (X) işareti ile belirtmesini sağlayınız.

| | Yapılacak işin adı | Seçim (X) |
|---|---|---|
| 1 | Pnömatik şerit zımpara aleti ile boya kazınması | |
| 2 | Pnömatik avuç taşlama aleti ile çapak taşlanması | |
| 3 | Matkap ile çelik saç levhaya delik açılması | |
| 4 | Gövde testeresi ile parça kesilmesi | |
| 5 | Plazma kesme cihazı ile parça kesilmesi | |
| 6 | Oksi-gaz kaynağı ile kaynak yapılması | |
| 7 | Gazaltı kaynağı ile kaynak yapılması | |
| 8 | Spot hızlı çektirme cihazı ile panel onarımı | |
| 9 | Boyayı bozmadan göçük düzeltme işlemi ile dolu hasarı onarımı | |

2. Seçilen işin yapılmasında kullanımı gerekli kişisel koruyucu donanımı (KKD) belirleyiniz. Aşağıda bulunan ilgili kutucuğa yazınız.

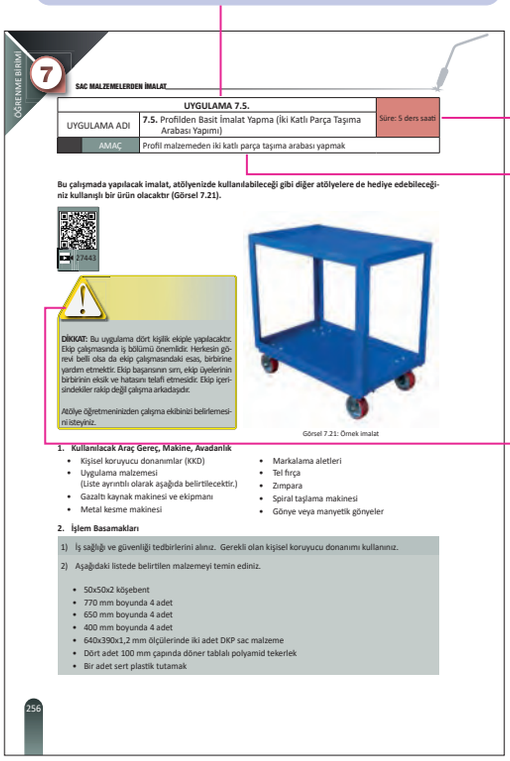
| | |
|---|---|
| Baş koruyucu | |
| Kulak koruyucu | |
| El koruyucu | |
| Göz ve yüz koruyucu | |
| Solunum sistemi koruyucu | |
| Ayak koruyucu | |
| Vücut koruyucu | |

3. Belirlediğiniz kişisel koruyucu donanımları (KKD) yerlerinden alarak iş tezgâhı üzerine sıralayınız.
4. İş tezgâhı üzerinde belirlediğiniz kişisel koruyucu donanımı (KKD) uygun şekilde giyerek/takarak atölye öğretmenine işe başlamaya hazır olduğunuz bilgisini veriniz.
5. Atölye öğretmeninin "İş bitti." direktifi ile kişisel koruyucu donanımı (KKD) uygun şekilde yerlerine kaldırınız.

**3- Uygulama Değerlendirme**

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | Düzenli ve tertipli çalışılması | 10 | |
| 2 | İşe uygun kişisel koruyucu donanımın (KKD) belirlenmesi | 30 | |
| 3 | Belirlenen kişisel koruyucu donanımın (KKD) tezgâha sıralanması | 20 | |
| 4 | Kişisel koruyucu donanımın (KKD) doğru şekilde giyilmesi/takılması | 30 | |
| 5 | Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenli ve güvenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

29


ÖĞRENME BİRİMİ 7

SAÇ MALZEMELERDEN İMALAT

| UYGULAMA 7.5. | | Süre: 5 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | **7.5.** Profilden Basit İmalat Yapma (İki Katlı Parça Taşıma Arabası Yapımı) | |
| AMAÇ | Profil malzemeden iki katlı parça taşıma arabası yapmak | |

**Bu çalışmada yapılacak imalat, atölyenizde kullanılabileceği gibi diğer atölyelere de hediye edebileceğiniz kullanışlı bir ürün olacaktır (Görsel 7.21).**

27443

**DİKKAT:** Bu uygulama dört kişilik ekiple yapılacaktır. Ekip çalışmasında iş bölümü önemlidir. Herkesin görevi belli olsa da ekip çalışmasındaki esas, birbirine yardım etmektir. Ekip başarısının sırrı, ekip üyelerinin birbirinin eksik ve hatasını telafi etmesidir. Ekip içerisindekiler rakip değil çalışma arkadaşıdır.

Atölye öğretmeninizden çalışma ekibinizi belirlemesini isteyiniz.


Görsel 7.21: Örnek imalat

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama malzemesi (Liste ayrıntılı olarak aşağıda belirtilecektir.)
- Gazaltı kaynak makinesi ve ekipmanı
- Metal kesme makinesi
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Zımpara
- Spiral taşlama makinesi
- Gönye veya manyetik gönyeler

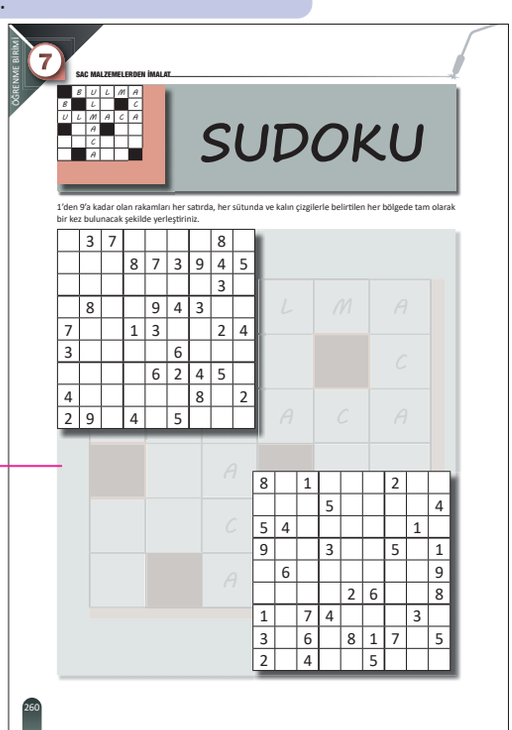
**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.

2) Aşağıdaki listede belirtilen malzemeyi temin ediniz.

- 50x50x2 köşebent
- 770 mm boyunda 4 adet
- 650 mm boyunda 4 adet
- 400 mm boyunda 4 adet
- 640x390x1,2 mm ölçülerinde iki adet DKP sac malzeme
- Dört adet 100 mm çapında döner tablalı polyamid tekerlek
- Bir adet sert plastik tutamak

256


ÖĞRENME BİRİMİ 7

SAÇ MALZEMELERDEN İMALAT

# SUDOKU

1'den 9'a kadar olan rakamları her satırda, her sütunda ve kalın çizgilerle belirtilen her bölgede tam olarak bir kez bulunacak şekilde yerleştiriniz.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 | 7 | | | | | 8 | |
| | | | 8 | 7 | 3 | 9 | 4 | 5 |
| | | | | | | | 3 | |
| | 8 | | | 9 | 4 | 3 | | |
| 7 | | | 1 | 3 | | | 2 | 4 |
| 3 | | | | | 6 | | | |
| | | | | 6 | 2 | 4 | 5 | |
| 4 | | | | | | 8 | | 2 |
| 2 | 9 | | 4 | | 5 | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | | 1 | | | | 2 | | |
| | | | 5 | | | | | 4 |
| 5 | 4 | | | | | | 1 | |
| 9 | | | 3 | | | 5 | | 1 |
| | 6 | | | | | | | 9 |
| | | | | 2 | 6 | | | 8 |
| 1 | | 7 | 4 | | | | 3 | |
| 3 | | 6 | | 8 | 1 | 7 | | 5 |
| 2 | | 4 | | | 5 | | | |

260

ÖĞRENME BİRİMİ

# 1 ATÖLYE DÜZENİ VE GÜVENLİĞİ



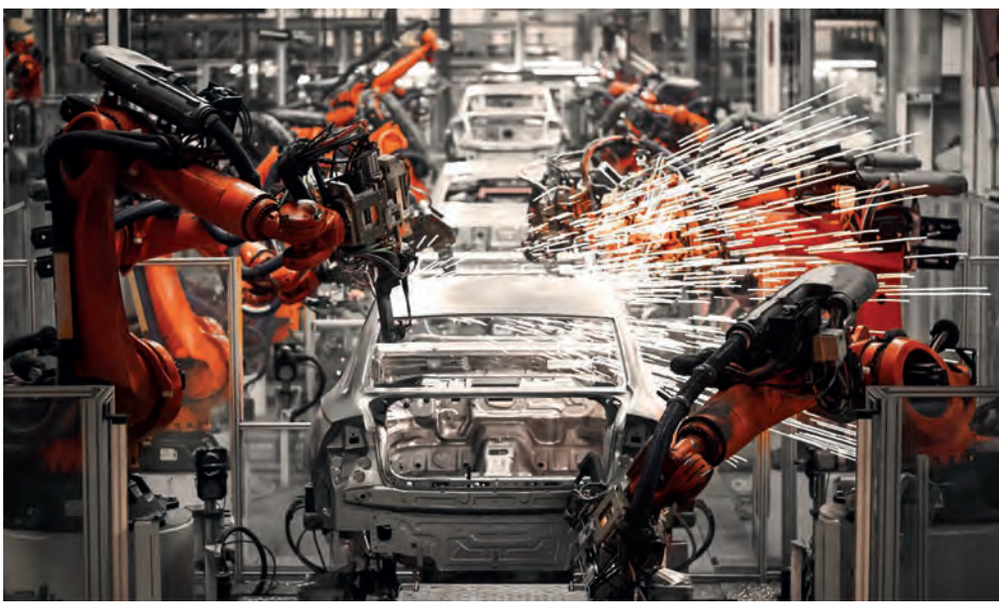
## KONULAR

1. GÖVDE ATÖLYESİNDE DÜZEN
2. GÖVDE ATÖLYESİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ
3. ONARIM ÖNCESİ YAPILMASI GEREKEN HAZIRLIKLAR
4. TEHLİKELİ VE ZARARLI ATIKLARIN GEÇİCİ DEPOLANMASI

## 1.1. GÖVDE ATÖLYESİNDE DÜZEN

Atölyelerde yapılan çalışmaların verimli ve kaliteli olması için bir düzenin olması gerekmektedir. Düzen, atölye ortamının yapılan çalışmaya ve çalışanlara uygun olarak tasarlanmasıdır. Ayrıca atölye güvenliği en önemli hususlardan biridir. Güvenlik hem çalışanların hem de yapılan işin emniyetli şartlar altında bulundurulmasıdır.

Otomotiv sektörü; motorlu araçları tasarlayan, geliştiren, üreten, satış ve satış sonrası hizmetlerini kapsayan çok geniş bir sanayi dalıdır. Otomotiv sektörü; sadece üretim kısmından ibaret olmayıp dağıtıcılar, yetkili satıcılar, yetkili ve özel satış sonrası servis hizmetleri, kullanılmış araç satışları, araç kiralama hizmetleri ve sigortacılık faaliyetleri de sektörün içerisine dâhildir.



**Görsel 1.1:** Otomotiv gövde üretim hattı

Ayrıca otomotiv sanayi; ham madde, yan sanayi, aksesuar, lastik, yakıt, nakliye gibi birçok sektör ile etkileşim içinde olup hem ekonomik hem de teknolojik gelişim olarak bu sektörlere katkı sağlamaktadır. Dolayısıyla bu sektörle direkt veya dolaylı olarak ilgili olan iş gücü sayısı oldukça fazladır.

Dünya üzerindeki motorlu araç sayısının 1,3 milyar olduğu tahmin edilmektedir. TUİK Ocak 2021 verilerine göre ülkemizde trafiğe kayıtlı motorlu araç sayısı 24 milyondur. Bunların yaklaşık 13 milyon adedi otomobil sınıfındaki araçlardır. Bunun yanında trafikte olmayan yarış sporları araçları, savunma sanayi araçları ve özel araçlar mevcuttur. Otomotiv sanayisinin en önemli kısmı, "dünyayı değiştiren makine" olarak adlandırılan otomobil olmuştur.

Bu kadar önemli ve yaygın bir sektörün satış sonrası hizmetleri de büyük önem arz etmektedir. Üretim yapan otomotiv firmaları, piyasaya sunmuş oldukları araçlarının satış sonrası hizmetlerini karşılamak zorundadır. Bu, hem yasal hem de müşteri memnuniyeti açısından ticari bir zorunluluktur.

Üretilip piyasaya arz edilen bir aracın satış sonrası hizmetleri şu kısımlardan oluşur:

- Aracın periyodik bakımlarının yapılması
- Aracın mekanik aksamlarının (motor, aktarma organları, yürür aksamı vb.) bakım ve onarım hizmetleri
- Hasar almış araçların gövde onarımlarının gerçekleştirilmesi
- Onarım sonrası araçların boyama işlemleri

- Müşteri isteğine bağlı aksesuar ve modifikasyon (tuning) işlemleri

Satış sonrası hizmetler araçlar için yetkili servislerce sağlanır.
**Yetkili Servis:** Üretici veya ithalatçıların, ürettikleri veya ithal ettikleri araçlar için satış sonrası bakım ve onarım hizmetlerini yürütmek üzere, kendileri veya bu amaçla yetki verilen gerçek veya tüzel kişiler tarafından kurulan tesisleri ifade eder.

Otomobil yetkili servisleri 3 temel kısımdan oluşur.

| | | |
|---|---|---|
| 1- Mekanik Atölye | 2- Gövde Atölyesi | 3- Boya Atölyesi |

### 1.1.1. Gövde Atölyesi ve Bölümleri

Gövde atölyesi, bir araç servisinin en önemli bölümlerinden biridir. Çünkü servis cirosunun yani ticari kazancının büyük bir kısmı hasar onarımından sağlanmaktadır.
Gövde teknisyenleri iş gücü temininde güçlük çekilen meslekler arasında üst sıralarda yer almaktadır. Yani, sektörün eğitimli ve tecrübeli gövde onarım teknisyeni ihtiyacı çok fazladır.

Gövde atölyesi personelinin meslek içinde çok önemli bir avantajı bulunmaktadır. Gövde teknisyeni, ister fosil yakıtla ister elektrik enerjisiyle çalışsın her türlü araç tipi ve markası üzerinde gövde ile ilgili tüm işlemleri yapacak şekilde eğitim almaktadır. Yani gövde teknisyeni otomobil, kamyon, otobüs gibi her sınıftaki benzinli, dizel veya elektrikli her türlü yakıtla çalışan; çelik, alüminyum veya kompozit malzemeden imal edilmiş gövdeye sahip bütün araçlar üzerinde onarım işlemlerini yapabilmektedir.

Otomotiv gövde atölyelerinde çok çeşitli işlemler gerçekleştirilmektedir. Bu işlemleri şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Hasarlı kaporta aksamının onarımı ve değişimi
- Araç iç ve dış plastik kısımlarının tamir ve değiştirilmesi
- Cam değişim ve tamir işlemleri
- Trim adı da verilen kapı, bagaj ve tavan döşemeleri ile koltukların tamir ve değişim işlemleri
- Araç göğüslük (torpido), havalandırma sistemi bakım ve onarım işlemleri
- Kapı kilit bakım ve onarım işlemleri

Yetkili servisler için en önemli kavram **müşteri memnuniyeti** olmaktadır. Yapılan bütün işlemlerde bu husus dikkate alınmaktadır.

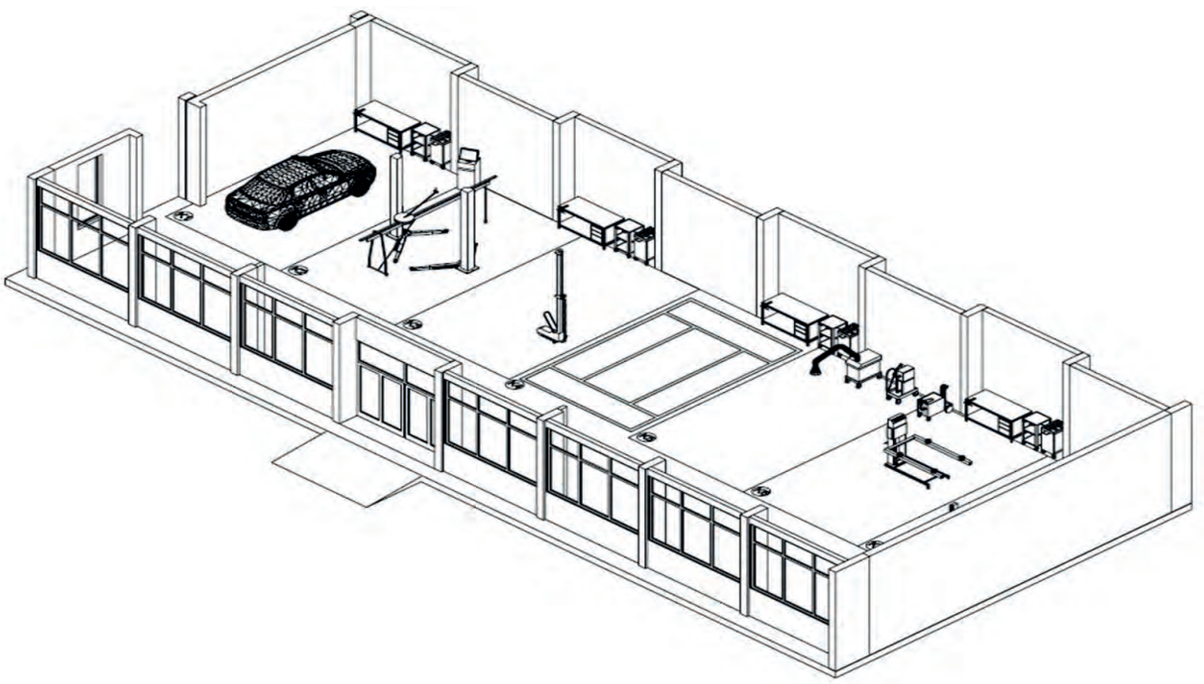
Müşteri memnuniyetinin en basit tanımı bireyin, bir mal veya hizmet alımında tüm istek ve beklentilerinin ne kadarının karşılandığıdır. Müşteri memnuniyet düzeyini öğrenebilmek için mal veya hizmet veren kuruluşlar müşterileri ile çeşitli anket ve görüşmeler yapmaktadır. Araç satış sonrası hizmeti veren yetkili servisler de anket ve araştırmalar ile müşteri memnuniyet seviyelerini daima takip etmektedir.

Yapılan çeşitli araştırmalara göre, hizmet veya üründen memnun kalmayan müşterinin yaptığı kötü reklam, memnun kalan müşterinin iyi reklamından çok daha fazla etkili olmaktadır. Bu nedenle firmalar için yeni bir müşteri kazanmak, eski müşterileri elde tutmaktan çok daha masraflı olmaktadır.

Müşteri şikâyeti veya kaza sonucu gövde onarım atölyesine gelen aracın mümkün olan en kısa zamanda işlemlerinin bitirilip müşteriye teslim edilmesi gereklidir. Bu noktada müşteri memnuniyetini etkileyen ve dikkat edilmesi gereken bazı unsurlar bulunmaktadır.

- Hazırlanan onarım planı çerçevesinde belirlenen süre içinde aracın bakım veya onarım işleminin eksiksiz olarak bitirilmesi gerekir.
- Müşteri belli bir şikâyet (ses, titreşim problemleri vb.) ile gelmiş ise problemin çözüldüğünden emin olunmalıdır. Yoksa servisler tarafından istenmeyen bir durum olan iş tekrarına neden olunmaktadır.
- Araç sahibine işlemlerin başlangıcında belirtilen masraflardan farklı ek masraf çıkartılmamalıdır. Tahmin edilemeyen masraflar çıkarsa işlem yapılmadan müşteriden onay alınmalı ve müşteriye ek masraflar ve nedenleri çok iyi bir şekilde izah edilmelidir.
- Araç müşteriden serviste teslim alınmalı, uygun formlar doldurulmalıdır.

Bu nedenlerden dolayı gövde atölyelerinde işlemlerin eksiksiz ve bir düzen içerisinde yapılabilmesi için işlerin uygun bir şekilde tasarlanması gerekmektedir. Bir atölyede aynı anda çok farklı işlemler yapıldığından karmaşa ve dağınıklıktan korunmak için atölye belirli bölümlere ayrılmıştır.



**Görsel 1.2:** Gövde atölyesinin tasarımı

Görsel 1.2'de bir gövde atölyesinin tasarım aşamasındaki hâli görülmektedir. Bir gövde atölyesi temel olarak şu bölümlerden oluşur:

1. Hasar tespit ve ön ekspertiz bölümü
2. Mekanik aksam sökme takma bölümü
3. Kaynak işlemleri bölümü
4. Hafif ve orta hasar onarım bölümü
5. Ağır hasar, gövde düzeltme bölümü
6. Trim ve cam işlemleri bölümü
7. Boyayı bozmadan onarım bölümü
8. Alüminyum araç onarım bölümü
9. Yedek parça ve sarf malzeme bölümü

### 1.1.2. Gövde Atölyesinde Kullanılan Ekipmanlar

Gövde atölyelerinde çok farklı işlemler yapıldığından alet, donanım ve makineler de çok çeşitlilik arz etmekte ve çok sayıda bulunmaktadır. Bu kadar çeşitliliğin olduğu bir yerde dikkat edilmediği takdirde karışıklık kaçınılmazdır. Yapılan işlemlerde olduğu gibi donanım ve makinelerin kullanımında da bir düzenin takip edilmesi gerekir.

Kullanılan ekipman, el aletleri ve özel takımlar her zaman olması gereken yerde bulundurulmalıdır. Bir teknisyen tarafından zamanında yerinde bulunamayan bir alet veya ekipman iş zamanının uzamasına neden olabilir. Hatta eksik işlem yapılmasına sebep olabilir.

Gövde atölyelerinde kullanılan alet, takım ve cihazlar şu şekilde sınıflandırılır:

1. El aletleri
2. İş güvenliği ekipmanları
3. Pnömatik ekipmanlar
4. Elektrikli ekipmanlar
5. Kaynak makineleri
6. Çektirme cihazları
7. Çektirme tezgâh ve avadanlıkları
8. Seyyar duman emiş sistemleri
9. Kaldırma ekipmanları (kriko, sehpa)
10. Takım arabalı alet setleri

Gövde atölyelerinde çalışmaların kesintisiz ve düzenli olarak sürdürülebilmesi için aşağıdaki hususlara dikkat edilmesi gereklidir.

- Kullanılan her türlü alet, takım, ekipman veya cihaz kullanım sonrası temiz ve düzenli bir şekilde yerine bırakılmalıdır.
- Ekipman veya makine yerine bırakılırken kullanımdan dolayı malzeme sarfiyatı varsa kontrol edilmeli, eksik ise tamamlanmalıdır.
- Yanıcı, yakıcı veya koruyucu olarak kaynak işlemlerinde kullanılan gazların tüp vanaları, kısa duraklamalar hariç işlem bitiminde muhakkak kapatılmalıdır.
- Kaynak işlemlerinde tüplerdeki gaz miktarları iş başlangıcında ve bitiminde kontrol edilmeli, azalma seviyesine göre ilgili personele bilgi verilmelidir.
- Alet, ekipman veya cihaz kesinlikle temizlenmiş bir şekilde yerine bırakılmalıdır.
- Kullanım sırasında alet veya donanımda bir arıza, kırılma vb. olay meydana gelmiş ise hemen ilgili amire bilgi verilmeli ve donanım arızalı bir şekilde yerine bırakılmamalıdır. Gerekiyorsa ekipmanın üzerine “Arızalı” tabelası asılmalıdır.
- Bütün cihazların ve donanımların yanında veya üzerinde bakım ve kullanım talimatlarının bulunması gerekmektedir. Donanımın kullanımı sırasında bu talimatlar dikkate alınmalıdır.
- Cihaz ve donanımların yetkili personel tarafından periyodik bakımlarının takip edilmesi ve yapılması gerekir.
- Gerekli olan tüm cihazların (manometreler, ölçü aletleri, vb.) kalibrasyonları belirlenen zaman ara-

lıklarında yapılmalı ve sertifikaları dosyalanmalıdır.

## 1.2. GÖVDE ATÖLYESİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

**İş sağlığı ve güvenliği**, iş yerinde işin yürütülmesi sırasında çeşitli nedenlerden kaynaklanan sağlığa, işe ve donanımlara zarar verebilecek koşullardan korunmak amacıyla yapılan sistemli çalışmalar bütünüdür.
İş sağlığı ve güvenliği içerisinde dikkat edilmesi gerekli iki temel başlık vardır: İş kazaları ve meslek hastalıkları.

**İş kazası:** İş yerinde veya işin yürütülmesi nedeniyle meydana gelen ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü bedenen veya ruhen engelli hâle getiren olaylardır. İş kazalarına, kaynak esnasında elin yanması, keskin ve ince metal sac parçalardan dolayı uzuv kesilmeleri, ayağa düşen ağır cisim yaralanmaları, kimyasal buharlardan ve kaynak dumanlarından dolayı zehirlenmeler örnek verilebilir.

**Meslek hastalığı:** Mesleki risklere maruziyet sonucu ortaya çıkan işin yürütüm şartları dolayısıyla çalışanın geçici veya sürekli hastalık veya engellilik hâlleridir. Aşırı gürültülü ortam nedeniyle işitme kaybı, kaynak ışıklarına maruziyet dolayısıyla görme problemleri, kimyasal toz ve buharlardan kaynaklı solunum yolu hastalıkları gövde atölyesindeki mesleki hastalıklara örnek teşkil etmektedir.

### 1.2.1. Gövde Atölyesinde Oluşabilecek Muhtemel İş Kazaları

Otomotiv gövde atölyesinde iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat etmek büyük önem arz etmektedir. Çünkü gövde kaynak ve onarım atölyeleri çok fazla tehlike kaynakları barındırmaktadır. Bu tehlike kaynakları aşağıdaki gibi sıralanmaktadır.

| | |
|---|---|
| • Kesici ve ağır metal levha ve parçalar | • Sıcak yüzeyler |
| • Kızılötesi, parlak ve morötesi ışınlar | • Otomotiv boya tozları |
| • Kaynak gazları ve dumanı | • Elektromanyetik alan |
| • Ergonomik zorlanmalar | • Yüksek gürültü seviyesi |

Gövde atölyesinde oluşabilecek muhtemel iş kazaları şunlardır:

**a) Levha ve saclardan kaynaklı kesilme ve ezilmeler**

Hasarlı araçlardan çıkan keskin sac parçalar, taşlama ve kesme sonucu keskinleşen metal levhalar ciddi kesilmelere neden olabilmektedir. Bunun için koruyucu eldivenler kullanılmalıdır. Ayrıca ağır alet, cihaz ve yedek parçaların taşınması sırasında bu malzemelerin düşerek ayaklara zarar vermesini engellemek için uygun iş ayakkabısının kullanılması gerekir.

**b) Elektrik çarpması**

Gövde atölyeleri kaynak, taşlama, kesme gibi işlemlerin sıklıkla yapıldığı bir ortam olduğundan atölyelerde keskin, sivri, sıcak parça ve kısımlar bulunmaktadır. Bunlar elektrikli makine ve el aletlerinin kablolarına zarar verdiğinden elektrik kaçaklarına, dolayısıyla elektrik çarpılmalarına neden olabilmektedir. Kablolar bu gibi keskin ve sivri kısımlardan uzak tutulmalı, kablo kıvrılmaları engellenmeli, kablolarda çatlama ve kesiklerin olup olmadığı kontrol edilmelidir. Çok uzun bir elektrik kablosu ile çalışmaktansa yakın bir elektrik prizinden faydalanmak daha doğru olacaktır.

**c) Kaynak ışıklarının oluşturacağı zararlar**

Kaynak sırasında kızılötesi (infrared), morötesi (ultraviyole) ve parlak ışınlar oluşmaktadır. Bunlar gözlerde ciddi hasarlara hatta cilt üzerinde yanıklara ve artan strese neden olabilmektedir. Dolayısıyla yapılan kay-

nak çeşidine göre uygun göz ve vücut koruyucuların kullanılması büyük önem taşımaktadır.

**ç) Kaynak yanmaları**

Kaynak, metal parçayı ergitme esasına dayandığı için parça üzerindeki sıcaklıklar 4000 °C gibi yüksek değerlere çıkabilmektedir. Bu sıcaklıklar ciddi yanıklara neden olabilir. Bu nedenle elleri ve vücudu korumak için yanmaz eldiven ve önlükler kullanılmalıdır.



**Görsel 1.3:** Kaynak duman emiş sistemi

**d) Kaynak gazları ve dumanları**

Kaynak uygulamaları sırasında yakıcı ve yanıcı gazlar ile koruyucu olarak kullanılan gazların ortamda solunmaması gerekir. Ayrıca kaynak sırasında yüksek sıcaklıkta bazı maddeler zararlı gaz ve dumana dönüşmektedir. Bunların teneffüs edilmesi ciddi sağlık problemlerine neden olmaktadır. Hatta yoğun kaynak işlemlerinde çalışanlarda meslek hastalığı olarak kabul edilen **inhalasyon ateşi/akut inhalasyon hasarı** adı verilen bir rahatsızlık görülmektedir. Kaynak işlemleri sırasında kullanıcı, gerekli gaz ve duman maskelerini takmalı; ayrıca ortamdaki gazı ve dumanı dışarı atacak veya filtre edecek donanımları kullanmalıdır. Görsel 1.3'te seyyar kaynak duman emiş sistemi ile çalışma yapılmaktadır.

**e) Kimyasal tozlar dolayısıyla solunum problemleri**

Gövde atölyelerinde onarım işlemi öncesi parça üzerindeki koruyucu kaplama kısımlarının (boya, astar, macun vb.) kazınması gerekmektedir. Bunlar yüksek hızlı zımparalama cihazları ile temizlenmektedir. Ortama çok küçük parçacıklar hâlinde kimyasal tozlar dağılır. Bunlardan korunmak için yeterli koruyuculuğa sahip maskelerin kullanımı gerekmektedir. Bu durum, dikkat edilmediği takdirde uzun süreli ve tedavisi mümkün olmayan mesleki hastalıklara neden olur.

**f) Elektromanyetik alan**

Onarım işlemlerinde teknolojinin de gelişimi ile oldukça yüksek güce sahip direnç kaynak ve gazaltı kaynak cihazları kullanılmaktadır. Bu cihazlar yüksek seviyede elektromanyetik alan oluşturmaktadır. Örneğin, punta kaynak işlemi yapılırken elektromanyetik alan şiddeti çok fazla arttığında punta kaynak cihazının yanında bulunan ve elektrik prizine bağlı olmayan başka bir cihazda elektrik akımı oluşabilmektedir. Bu sebeplerle elektromanyetik alandan korunmak için uygun elbise ve koruyucuların kullanımı gereklidir.

**g) Gürültü ve titreşim kaynaklı problemler**

Gövde atölyelerinde onarımlarda kullanılan pnömatik el aletleri gürültülü ve titreşimli çalışır. Önlem alınmazsa bu çalışan üzerinde duyma problemlerine ve strese neden olmaktadır. Dolayısıyla gürültü seviyesinin yüksek olduğu yerlerde uygun kulak koruyucuların kullanımı gereklidir.

**h) Kaynak tüplerinden kaynaklı kazalar**

Kaynak işlemlerinde kullanılan gazlar, tüplerde muhafaza edilmekte ve kullanılmaktadır. Bu tüplerin vanalarında ve yüzeylerinde oluşabilecek kaçaklar ve zedelenmeler çok ciddi kazalara neden olabilir. Kazaları önlemek için tüplerin eskime ve yıpranma durumları kontrol edilmeli, yanıcı ve yakıcı gazların yakın depolanmaması, her türlü gaz tüpünün bulunduğu yerde sabitlenmesine özen gösterilmelidir. Özellikle oksijen tüpleri ile işlem yapılırken yağa bulaşmış eller ve eldivenler ile iş yapılması yangına neden olabilir. Ayrıca

**ı) Taşlama ve kesme işlemlerinden kaynaklı kazalar**

Gövde onarım ve kaynak atölyelerinde taşlama ve kesme işlemleri sıklıkla yapılan işlerdir. Hasarlı parçaların gövdeden ayrılması, yeni parçaların alıştırma sırasında kesilmesi, kaynakların taşlanması gibi işlemlerde ortama sıcak metal ve toz parçaları sıçramaktadır. Bunlardan gözleri, elleri ve vücudu korumak gereklidir. Kesme ve taşlama taşları yüksek hızda dönen cihazlarda kullanılmaktadır. Yanlış kullanım ve montaj nedeniyle taş sıkışması ve patlaması durumları ile karşılaşılmaktadır. Çok ciddi zarar veren bu durum için gerekli koruyucu donanım kullanılmalıdır.

### 1.2.2. Kişisel Koruyucu Donanım (KKD)

Çalışanı, yapılan işten kaynaklanan, bir veya daha fazla sağlık ve güvenlik riskine karşı korumak amacıyla çalışan tarafından giyilmek, takılmak ve kullanılmak üzere tasarlanmış ve imal edilmiş donanım, araç gereç ve cihazlara **kişisel koruyucu donanım** adı verilir. Kısaca KKD ile ifade edilir (Görsel 1.4).



**Görsel 1.4:** Kişisel koruyucu donanım (KKD)

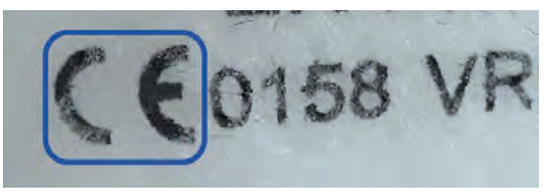
**İŞ GÜVENLİĞİ**

**Kişisel koruyucu donanım kullanımında süreklilik esastır. Donanım, kullanımda olduğu süre boyunca koruma sağlar.**

Kişisel koruyucu donanımlarda bulunması gereken özellikler şu şekilde sıralanabilir:

- Kullanımı sırasında ergonomik bakımdan kullanıcıyı mümkün olan en yüksek düzeyde koruyacak şekilde tasarlanarak imal edilmelidir.
- KKD'nin kendisi tehlikeye yol açmamalıdır. Yani KKD öngörülebilir koşullarda kullanımı sırasında tehlikelere ve yapısından kaynaklanan rahatsızlık verici diğer faktörlere neden olmayacak şekilde imal edilmelidir.
- KKD malzemesi ve parçaları, bozulma sonucu ortaya çıkan maddeler de dahil olmak üzere kullanıcının sağlık ve güvenliğini olumsuz etkilememelidir.
- Giyildiğinde kullanıcıya temas eden bir KKD elemanı tahriş ya da yaralanmalara sebep olacak derecede sert olmamalı, keskin kenarlar ve çıkıntılar bulundurmamalıdır.
- KKD'nin vücudun duruş şekline ve rahat hareket etmemesine neden olan kısıtlamaların, duyularda yol açacağı hassasiyet kaybı en az seviyede olmalıdır. Bu amaçla KKD'nin ayarlanabilir ve eklenebilir sistemler yardımıyla farklı beden ölçülerine uyumu sağlanmalıdır.
- KKD dayanıklılığını ve işlevselliğini azaltmayacak şekilde olabildiğince hafif imal edilmelidir.
- KKD'ler "CE" işaretini taşımak zorundadır. CE işareti 1985 yılında benimsenmiş olup bu simge Avrupa Birliği'nin teknik mevzuat uyumunu ifade eder. "CE" işareti, ürünün ilgili teknik düzenlemesine uygun olduğunu ve ürünlerin amacına uygun kullanıldığında insan can ve mal güvenliği, bitki ve hayvan varlığı ile çevreye zarar vermeyeceğini gösterir.

Görsel 1.5'te bir toz maskesi üzerinde yer alan CE işareti görülmektedir.




**Görsel 1.5:** Avrupa Birliği teknik uygunluk işareti

### 1.2.3. Kişisel Koruyucu Donanım Sınıflandırılması

| | |
|---|---|
| a) Baş koruyucuları | ç) Kulak koruyucuları |
| b) Göz ve yüz koruyucuları | d) El ve vücut koruyucuları |
| c) Solunum sistemi koruyucuları | e) Ayak ve bacak koruyucuları |

**a) Baş Koruyucuları**

Başı darbelere, çarpmalara ve düşmelere karşı koruyan baret ve başlıklardır (Görsel 1.6).




**Görsel 1.6:** Başlık, baret ve baret yapısı

**b) Göz ve Yüz Koruyucuları**

Gözleri ve yüzü; toz, çapak, kaynak kıvılcımları ve kimyasal madde sıçramalarından korumak üzere çeşitli gözlük ve siperlikler kullanılmaktadır. Kaynak sırasında kaynak ışıklarından ve sıçrayan kıvılcımlardan gözleri ve yüzü korumak için çeşitli kaynak maskeleri bulunmaktadır. Sıçrayan kıvılcımlar küçük sıcak metal parçacıklarıdır. Görsel 1.7 ve 1.8'de gözlük ve yüz siperliğinin kullanımı görülmektedir.



**Görsel 1.7:** İş gözlüğü kullanımı



**Görsel 1.8:** Yüz siperliği kullanımı

**c) Solunum Sistemi Koruyucuları**

Gövde onarım ve kaynak atölyelerinde çeşitli kimyasal sıvılar, gazlar ve kaynak dumanları bulunmaktadır. Bunlar solunum yolları için tehlike arz etmektedir. Bu nedenle yapılan işin gerekliliğine göre uygun toz ve gaz maskeleri kullanılır. Gövde atölyelerinde genel olarak "FaceFilter" (FF) olarak adlandırılan yarım yüz maskeler kullanılır. Üç kategoride koruma sağlar.

**FFP1**- Mekanik çalışmalar ile oluşan zehirli olmayan toz, buğu, su ve yağ bazlı parçacıklar (taşlama işlemleri vb.).

**FFP2**- Düşük ve orta seviye zehirli ince tozlar, katı ve sıvı parçacıklar (kaynak, lehim işlemleri vb.).

**FFP3**- Çok zehirli, kanserojen, radyoaktif tozlar.

Görsel 1.9'da koruma seviyeleri farklı yüz maskeleri görülmektedir.



**Görsel 1.9:** Yüz koruyucu maskeler

**ç) Kulak Koruyucuları**

Çalışma ortamı gürültüsünden kulakların korunması gerekmektedir. Yasal olarak 85 dB (desibel) üzerindeki gürültü seviyelerinde kulaklık kullanımı zorunludur. Ama her gürültü seviyesinde işitme sisteminin hasar alması muhtemeldir. Dolayısıyla gürültülü iş ortamında kulaklık veya kulak tıkaçlarının kullanımı gereklidir. Görsel 1.10'da kulak tıkaçları, Görsel 1.11'de kulaklık görülmektedir.



**Görsel 1.10:** Kulak tıkaçları



**Görsel 1.11:** Kulaklık

### d) El ve Vücut Koruyucuları

Bütün işlerde en çok kullandığımız uzvumuz olan eller tehlikelere en fazla maruz kalan kısımdır. Tahriş edici ve korozif madde teması ile yanma, kesilme gibi kazalara karşı el ve kolların korunması için çeşitli eldiven ve önlükler kullanılmaktadır. Görsel 1.12'de eldiven çeşitleri ve Görsel 1.13'te kaynak önlüğü görülmektedir.









**Görsel 1.12:** Çeşitli iş eldivenleri



**Görsel 1.13:** Kaynak önlüğü

**e) Ayak ve Bacak Koruyucuları**

Ayak üzerine ağırlık düşmesi, sivri cisme çarpma, kesici malzemelerin düşmesi, ıslak zeminde kayma gibi riskler için uygun iş ayakkabılarının kullanılması gereklidir.

Görsel 1.14'te iş ayakkabısı ve Görsel 1.15'te iş ayakkabısı burun kısmının yük altındaki dayanıklılığı görülmektedir.



**Görsel 1.14:** İş ayakkabısı




**Görsel 1.15:** Presle test edilen iş ayakkabısı

Gövde atölyelerinde ilgili çalışma alanlarında Görsel 1.16'da görülen gerekli kişisel koruyucu donanımın kullanılmasını hatırlatıcı görsel uyarı işaretleri yer alır.




**Görsel 1.16:** Kişisel koruyucu donanım kullanılması ile ilgili emredici işaretler

| UYGULAMA 1.1. | | Süre: 1 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Kişisel Koruyucu Donanım Kullanımı | |
| AMAÇ | İşe uygun kişisel koruyucu donanımları kullanmak | |

**1- Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)

**2- İşlem Basamakları**

1. Atölye öğretmeninizin yapılacak işi seçerek aşağıdaki tabloda (X) işareti ile belirtmesini sağlayınız.

| | Yapılacak işin adı | Seçim (X) |
|---|---|---|
| 1 | Pnömatik şerit zımpara aleti ile boya kazınması | |
| 2 | Pnömatik avuç taşlama aleti ile çapak taşlanması | |
| 3 | Matkap ile çelik saç levhaya delik açılması | |
| 4 | Gövde testeresi ile parça kesilmesi | |
| 5 | Plazma kesme cihazı ile parça kesilmesi | |
| 6 | Oksi-gaz kaynağı ile kaynak yapılması | |
| 7 | Gazaltı kaynağı ile kaynak yapılması | |
| 8 | Spot hızlı çektirme cihazı ile panel onarımı | |
| 9 | Boyayı bozmadan göçük düzeltme işlemi ile dolu hasarı onarımı | |

2. Seçilen işin yapılmasında kullanımı gerekli kişisel koruyucu donanımı (KKD) belirleyiniz. Aşağıda bulunan ilgili kutucuğa yazınız.

| | |
|---|---|
| Baş koruyucu | |
| Kulak koruyucu | |
| El koruyucu | |
| Göz ve yüz koruyucu | |
| Solunum sistemi koruyucu | |
| Ayak koruyucu | |
| Vücut koruyucu | |

3. Belirlediğiniz kişisel koruyucu donanımları (KKD) yerlerinden alarak iş tezgâhı üzerine sıralayınız.
4. İş tezgâhı üzerinde belirlediğiniz kişisel koruyucu donanımı (KKD) uygun şekilde giyerek/takarak atölye öğretmenine işe başlamaya hazır olduğunuz bilgisini veriniz.
5. Atölye öğretmeninin "İş bitti." direktifi ile kişisel koruyucu donanımı (KKD) uygun şekilde yerlerine kaldırınız.

**3- Uygulama Değerlendirme**

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | Düzenli ve tertipli çalışılması | 10 | |
| 2 | İşe uygun kişisel koruyucu donanımın (KKD) belirlenmesi | 30 | |
| 3 | Belirlenen kişisel koruyucu donanımın (KKD) tezgâha sıralanması | 20 | |
| 4 | Kişisel koruyucu donanımın (KKD) doğru şekilde giyilmesi/takılması | 30 | |
| 5 | Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenli ve güvenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

| UYGULAMA 1.2. | | Süre: 1 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Çalışma Alanının Temizlenmesi Donanım ve Ekipmanların Düzenlenmesi | |
| AMAÇ | İşe uygun kişisel koruyucu donanımları kullanmak | |

**1- Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Belirtilen donanım ve ekipmanlar

**2- İşlem Basamakları**

1. Atölye öğretmeninizin yapılacak işi seçerek aşağıdaki tabloda (X) işareti ile belirtmesini sağlayınız.

| | Yapılacak işin adı | Seçim (X) |
|---|---|---|
| 1 | Tezgâh üzerinde bulunan el aletlerinin temizlenerek panoya yerleştirilmesi | |
| 2 | Tekerlekli takım arabasının belirtilen aletlerinin temizlenerek yerlerine yerleştirilmesi | |
| 3 | Pnömatik aletlerin uygun yerlerine yerleştirilmesi | |
| 4 | Oksi-gaz kaynak donanımının temizlenmesi ve uygun şekilde yerine bırakılması | |
| 5 | Gazaltı kaynak donanımının temizlenmesi ve uygun şekilde yerine bırakılması | |
| 6 | Çok yönlü punta kaynak makinesinin temizlenmesi ve uygun şekilde yerine bırakılması | |

2. Seçilen işin yapılmasında kullanımı gerekli kişisel koruyucu donanımı (KKD) belirleyiniz. Belirlediğiniz kişisel koruyucu donanımı (KKD) uygun şekilde giyiniz.
3. Tabloda belirtilen işlemi yapınız.
4. Atölye öğretmeninin kontrolü sonrası KKD'leri uygun şekilde yerlerine kaldırınız.

**3- Uygulama Değerlendirme**

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İşe uygun kişisel koruyucu donanımın (KKD) belirlenmesi ve giyilmesi | 30 | |
| 2 | Düzenli ve tertipli çalışılması | 20 | |
| 3 | Belirlenen işin gerçekleştirilmesi | 40 | |
| 4 | Uygulama sonunda kullanılan KKD'lerin düzenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 1.3. ONARIM ÖNCESİ YAPILMASI GEREKEN HAZIRLIKLAR

Atölyede yapılacak olan onarım işlemlerine başlamadan önce belirli hazırlıkların yapılması gerekir. Bu hazırlıklar, onarımın içeriğine göre değişmekle birlikte genel olarak yüzey temizliği, parçaların ve elektronik sistemlerin korunmasını içerir.

### 1.3.1. Zarar Görmemesi Gereken Parçaların Korunması

Gövde onarım atölyesinde birçok araç aynı ortamda bir arada bulunmaktadır. Araçları birbirinden çok uzak bölümlere koymak veya tamamen izole etmek mümkün değildir. Boya kazıma işlemi yapılan bir araçtan çıkan boya tozları yakında bulunan bir aracın üzerine yapışabilir. Metal yüzey zımparalama işlemi yapılırken veya kaynak sırasında ortaya çıkan kıvılcımlar başka bir aracın boyasına zarar verebilir.

Kimyasal sprey malzemeler ile çalışırken veya ortaya küçük toz taneciklerinin çıkacağı boya zımparalama işlemleri yapılacaksa hem işlem yapılan aracın diğer parçalarını hem de atölyede bulunan diğer araçları koruma altına almak gerekir. Ayrıca araç iç döşemeleri bu tozlardan kirlenme ve kıvılcımlardan yanma riski taşır. Araç iç kısmı ile ilgili bir işlem yapılacak ise direksiyon sarılmalı ve koltuklara koruyucu kılıf takılmalıdır. Boya zımparalama işlemi yapılacak aracın sadece onarım yapılacak kısmı açıkta kalacak şekilde maskeleme işlemi yapılmalıdır. Yakında bulunan ve tozun bulaşma riski olan araçların üzerleri özel maskeleme örtüsü ile örtülmelidir.
Maskeleme işlemi için özel maskeleme kâğıtları, maskeleme naylonları, örtüler ve kâğıt bantlar kullanılır. Görsel 1.17 ve Görsel 1.18'de maskeleme yapılmış araçlar görülmektedir. Gazete kâğıdı gibi uygun olmayan veya sert malzemeler ile istenilen kalite standardında olmayan ürünler kullanılmamalıdır. Kullanılan kâğıt bantların fazla veya az yapışkan olması boya üzerinde problemlerle karşılaşılmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle kâğıt bant seçimi önemlidir.



**Görsel 1.17:** Kısmi maskeleme yapılan araç



**Görsel 1.18:** Maskeleme naylonu ile maskelenmiş araç

Ayrıca taşlama ve kaynak işlemleri sırasında aracın diğer parçalarını ve diğer araçları korumak üzere Görsel 1.19'da yanmaz örtüler ve Görsel 1.20'de araç üzerinde kullanılışı görülmektedir.



**Görsel 1.19:** Yanmaz kaynak örtüsü



**Görsel 1.20:** Kaynak örtüleri ile aracın korunması



**Görsel 1.21:** Araç akım koruma cihazı ve aküye bağlanması

### 1.3.2. Araçlardaki Elektronik Cihazların Korunması

Teknolojinin hızla ilerlemesi, değişerek ve artarak devam eden müşteri istekleri sonucu araçlar çeşitli ek sistemler ile donatılmaya başlanmıştır. Araçlarda kullanılan güvenlik ve konfor sistemlerinin hepsi elektronik ve bilişim temelli çok fonksiyonlu sistemler hâline gelmiştir.

Kullanım özellikleri arttıkça daha karmaşık ve hassas bir yapıya sahip olan bu sistemler elektrik akımlarının değişimine oldukça duyarlıdır. Sistemlerde kullanılan elektronik kontrol ünitelerinin her birini küçük bir bilgisayar kabul etmek gereklidir.

Bu nedenlerden dolayı araç üzerinde elektrik enerjisi ile kaynak, elektrikli cihazlar ile doğrultma işlemleri yapılacak ise aşırı akım yüklenmelerine karşı elektronik parçaların korunması gereklidir.

Onarım işlemlerine başlamadan önce akım koruma cihazları, Görsel 1.21'de görüldüğü üzere akünün kutup başlarına bağlanarak kaynak ve düzeltme işlemlerinde ortaya çıkabilecek voltaj dalgalanmalarından elektronik sistem ünitelerinin korunmasını sağlar.

### 1.3.3. Metal Yüzeylerin Temizlenmesi

Atölyede yapılacak işlemler öncesinde onarım yapılacak aracı ve parçaları uygun hazırlık aşamalarından geçirmek gereklidir. Hazırlık aşamaları araç üzerinde yapılacak işlemlere göre farklılık gösterir. Örneğin, boyayı bozmadan düzeltme işlemi yapılacak bir araç için öncelikli işlem aracın yıkanması olurken, spot hızlı çektirme ile hasar onarımı ve kaynak işlemi yapılacak bir parçada ilk işlem boyanın yüzeyden temizlenmesi olmaktadır.

Hasar görmüş ve onarımı yapılacak araç parçaları üzerinde başta kendi koruyucu eski boya tabakası olmak üzere kir, oksit tabakası, kimyasal kirler gibi temizlenmesi gereken malzemeler bulunmaktadır. Kaynak işlemlerinin düzgün ve verimli olarak yapılabilmesi için çıplak metal parçaya ulaşılması gerekmektedir. Kaynak işlemi öncesi sac malzemenin üzerinde kalacak boya kalıntısı, yağ tabakası ve oksitlenmiş kısımlar kaynağı olumsuz olarak etkiler.

Gövde onarım atölyelerinde metal yüzeylerin temizlenmesi iki temel yöntem ile yapılmaktadır.

1. Mekanik temizleme
2. Kimyasal temizleme

**1-Mekanik Temizleme**

Metal yüzey üzerinde bulunan eski boya, kir, yağ ve oksit tabakası gibi maddelerin tel fırça, zımpara gibi aletler yardımıyla mekanik olarak temizlenmesidir. Bu işlemin hızlı bir şekilde fakat sac yüzeye zarar vermeden yapılması gerekir. Bu işlem tel fırça ve zımparalar kullanılarak el ile yapılabileceği gibi özel makinelere takılan zımpara ve tel fırçalar ile de yapılabilmektedir.

Yüzey temizleme ve düzeltme işlemleri için kullanılan aşındırıcı malzemelere **zımpara** adı verilir. En yaygın şekli kâğıt zımparalardır. Kâğıt zımparalar özel bir kâğıdın üzerine aşındırıcı özellikteki taneciklerin yapıştırılması ile elde edilir. Tanecik yapısının büyüklüğüne ve kullanım yerine göre numaralandırılır. Zımpara numarası birim alandaki tanecik sayısını ifade eder. Yani zımpara numarası yükseldikçe taneciklerin boyutları küçülür. Bu da demek oluyor ki zımpara numarası büyük olanlar daha ince, düşük olanlar daha kalın zımparalama işlemlerinde kullanılır.

Gövde onarım işlemlerinde parçalardaki boya, macun, oksit tabakalarının temizlenmesi işleminde genel olarak "P80" zımpara kullanılmaktadır. Zımpara üzerindeki sayı tanecik büyüklüğünü gösterir. Örneğin, P80 zımparadaki tane büyüklüğü 180-200 µm, P320 zımparadaki tane büyüklüğü ise 36-44 µm [Mikron/mikrometre, mm'nin binde bir (1/1000) ölçüsüdür.] olmaktadır. Görsel 1.22'de zımpara çeşitleri, Görsel 1.23'te el ile veya makineye takılarak kullanılan tel fırça çeşitleri görülmektedir.



**Görsel 1.22:** Zımpara çeşitleri



**Görsel 1.23:** Tel fırça çeşitleri

**2-Kimyasal Temizleme**

Parça yüzeyindeki boya, yağ, kir, pas ve oksit tabakalarını çıkarmak için çeşitli kimyasal maddeler de kullanılmaktadır. Bu maddeler sıvı olup fırça ile sürülenleri olduğu gibi sprey hâlinde kullanılan çeşitleri de mevcuttur.




**Görsel 1.24:** Kimyasal temizlik maddeleri

Bu tür kimyasal maddeler kullanılırken iş güvenliği kurallarına titizlikle uyulması gerekir. Kimyasal temizleme maddeleri temas ettikleri yerde bulunan malzemeler ile tepkimeye girerek gaz ve duman çıkartmaktadır. Bu gaz ve dumanların solunmaması gerekir.

Araç üreten firmalara göre bu kimyasalların kullanımına izin verilme durumu değişmektedir. Bazı firmalar boya, yağ ve oksitlenme temizliği için mekanik temizleme yöntemlerinin haricine sağlık açısından izin vermemektedir.

### 1.3.4. Otomotiv Kaynak Atölyesinde Temrin Malzeme Hazırlığı

Otomotiv kaynak atölyesinde yapılacak kaynak uygulamalarında sac metal parçaları da sıklıkla kullanılır. Kullanılan bu saclar, sıcak haddeleme ile elde edilmiş DKP sac adı verilen mamullerdir.

Uygulamalarda 0,8/1,0/1,2 mm kalınlıklarda saclar kullanılmaktadır. Atölye uygulama işlemlerinde kullanılan bu sac malzemenin de hazırlık aşamasında temizlik işlemlerinden geçirilmesi gerekir. Çünkü üretimden sonra atölyeye ulaşana kadar geçen süre içerisinde sacın yüzeyinde hava ile temasından kaynaklı korozyon oluşumunu önlemek amacıyla çok ince bir yağ tabakası bulunmaktadır. Kullanılacak olan DKP sac uygulama sayfalarında belirtilen ölçüde kesilir. Daha sonra üzerinde bulunan yağ tabakası ve diğer kirletici etkenler mekanik temizleme yöntemleri ile temizlenir.

Temizlik işlemleri tamamlanan sac parça üzerine öncelikli olarak parçaların atölyede karışmasını engellemek amacıyla markalama aletleri kullanılarak okul numarasının işlenmesi gereklidir. Daha sonra uygulama faaliyetinde varsa ilgili çizimlerin parça üzerine aktarılması gerçekleştirilir.

| UYGULAMA 1.3. | | Süre: 1 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Onarım yapılacak parçanın hazırlaması | |
| AMAÇ | Kaynak işlemi yapılacak aracı hazırlamak | |

**1- Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Araç
- Araç akım koruma cihazı
- Maskeleme malzemeleri, kaynak paravanları, yanmaz örtüler

**2- İşlem Basamakları**

1. Aracın iç kısmı ile ilgili koruma önlemlerini alınız.
2. Aracın ön çamurluğu üzerinde yapılacak olan kaynak işlemi için aracı hazırlayınız.
3. Punta kaynak işlemi yapılacağından akım koruma cihazını uygun şekilde araca bağlayınız.
4. İşlem sonunda tüm malzemeleri yerine kaldırınız.

**3- Uygulama Değerlendirme**

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Araç iç kısmı ile ilgili koruma önlemlerinin alınması | 30 | |
| 3 | Aracın zarar görmemesi gereken parçaları ile diğer araçların korunmasına yönelik uygun önlemlerin alınması | 20 | |
| 4 | Araç akım koruma cihazının doğru olarak bağlanması | 30 | |
| 5 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

| UYGULAMA 1.4. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Uygulama parçasının hazırlanması | |
| AMAÇ | Uygulama yapılacak parçayı hazırlamak | |

**1- Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçası
- Tel fırça
- P80 tabaka kuru kâğıt zımpara
- Markalama takımları

**2- İşlem Basamakları**

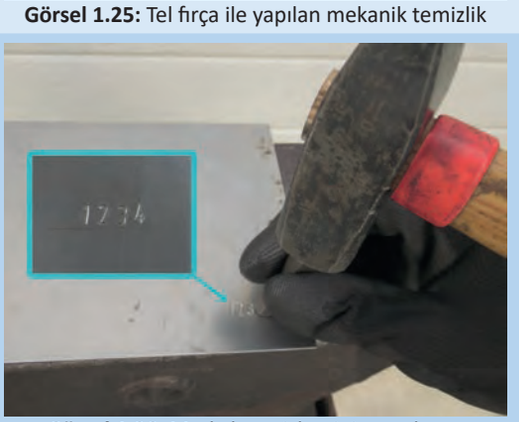
1. Atölye öğretmeninizden hazır kesilmiş 100x120x1 mm ölçüsünde DKP sac malzemeyi temin ediniz.

2. Sac parçayı mekanik yöntemler ile temizleyiniz. Tel fırça veya zımpara kullanınız.



**Görsel 1.25:** Tel fırça ile yapılan mekanik temizlik

3. Markalama takımlarını kullanarak sac parçanın bir yüzünde sağ alt köşeye okul numaranızı markalayınız.




**Görsel 1.26:** Markalama işleminin yapılması

4. İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

**3- Uygulama değerlendirme**

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 20 | |
| 2 | Parçanın temizlenmesi | 30 | |
| 3 | Parçanın doğru olarak markalanması | 30 | |
| 4 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerine bırakılması | 20 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 1.4. TEHLİKELİ VE ZARARLI ATIKLARIN GEÇİCİ DEPOLANMASI

Atık, üretimden ve kullanımdan kaynaklı olarak ortaya çıkan, çevreye atılan veya bırakılan ya da atılması zorunlu madde ve materyalleri ifade eder. Diğer bir tabirle **çöp** olarak ifade edilen atıklar, günümüzde nüfusun çoğalması ile hem üretim hem de tüketimin artmasından kaynaklı büyük bir sorun olmuş ve planlı bir şekilde yönetilmesi gereken toplumsal bir kavram hâline gelmiştir.

Dünyada sanayileşme ve kentselleşmenin etkisi ile kaynakların bilinçsizce kullanımı sonucu atıklar artmaktadır. Atığın oluşumunun önlenmesi, kaynağında azaltılması, yeniden kullanılması, ayrıştırılması, biriktirilmesi, toplanması, geri kazanımı ve bertaraf edilme işlemleri **atık yönetimi** denilen geniş bir plan çerçevesinde gerçekleştirilir. Atık yönetim planlarının resmi ve özel tüm kurum ve kuruluşlar tarafından uygulanması gerekmektedir.

Atık yönetiminin en önemli kısımlarından birisi **geri kazanım**dır. Geri kazanım, atıkların özelliklerinden yararlanılarak içindeki bileşenlerin fiziksel, kimyasal veya biyokimyasal yöntemlerle başka ürünlere veya enerjiye çevrilmesidir.

Geri kazanım, uluslararası standart hâline gelmiş Görsel 1.27' de görülen Mobius Döngüsü sembolü ile gösterilir. Sembolde yer alan üç ok sırasıyla "toplama-ayrıştırma", "dönüştürme", "tekrar kullanım" olarak geri kazanım aşamalarını ifade etmektedir. Sembolün farklı zemin renklerinde kullanımı, okların renkli, beyaz ve koyu olmaları durumu, geri kazanım işlemleri ile ilgili bilgileri içerir.

Geri kazanımın yararları:

- Doğal ve milli kaynaklarımız korunur.
- Çevre korunur.
- Enerji tasarrufu sağlanır.
- Atık miktarı azaltılmış olur.
- Çöp alanlarının ömrü uzar.
- Ekonomiye katkı sağlanır.
- Geleceğe yapılan yatırımdır.



**Görsel 1.27:** Mobius döngüsü

Atıkların özellikleri ne olursa olsun insan ve canlı yaşamının bulunduğu ortamlara hiçbir önlem alınmaksızın doğrudan atılmaması gereklidir. Bu durum, ülkemizde 1983 yılında çıkarılan "Çevre Kanunu" ile yasal zorunluluk hâline getirilmiştir.

Geri kazanım, ortaya çıkan atıkların kaynağında ayrıştırılması ile başlayan bir süreçtir. Atıkların hepsinin çöpe atılması değil de özelliklerine göre ayrı kutulara biriktirilmesidir. Görsel 1.28'de geri kazanım kutuları görülmektedir. Görsel 1.29'da artık sac parçalarının toplanarak geri kazanıma hazır hâle getirilmiş şekli görülmektedir.




**Görsel 1.28:** Geri kazanım ayrıştırma kutuları



**Görsel 1.29:** Ayrıştırılmış metal sac parçaları

### 1.4.1. Tehlikeli Atıklar

Atıklar, çevre ve insan sağlığına etkileri oranında tehlikeli ve tehlikesiz olarak değerlendirilir.

**Tehlikeli atıklar**, patlayıcı, parlayıcı, kendiliğinden yanmaya müsait, oksitleyici, zehirli, korozif, aşındırıcı, hava ve su ile temasında zehirli gaz bırakan atıklar olarak ifade edilir.

Tehlikeli atıklar özellikle içerdikleri zararlı kimyasallar ve diğer maddeler nedeniyle insan sağlığına ve çevreye kalıcı zararlar verebilmektedir.

Gövde atölyesinde çok çeşitli kimyasal malzemeler kullanılmaktadır. Kimyasal malzemelerin etiket kısımlarında Görsel 1.30'da gösterilen, tehlike sınıflandırılmasını belirten piktogramlar bulunmaktadır.




**Görsel 1.30:** Tehlike sınıfını gösteren piktogramlar

### 1.4.2. Gövde Atölyelerinde Ortaya Çıkan Tehlikeli ve Zararlı Atıklar

Gövde kaynak ve onarım atölyelerinde yapılan işlemlerden kaynaklı çeşitli malzeme sınıflarında tehlikeli ve zararlı atıklar ortaya çıkabilmektedir. Bu atıklar özelliğine göre sınıflandırılmalı ve ayrı olarak toplanıp depolanmalıdır.

Gövde onarım atölyelerinde ortaya çıkan atıklar aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

a) Metal atıklar
b) Plastik atıklar
c) Cam atıklar
ç) Tehlikeli atıklar
d) Kontamine atıklar

**a) Metal Atıklar**

Otomotiv gövde atölyelerinde, hasar almış araçlardan sökülen metal panel parçaları, artık sac parçaları; atölye çalışmalarında yapılan kesme, taşlama işlemlerinden dolayı oluşan metal parçaları ve tozları; artık kaynak elektrot ve telleri gibi birçok metal atık oluşmaktadır. Bu atıkların sınıflandırılarak ayrıştırılmaları gerekir.

**b) Plastik Atıklar**

Hasarlı, kırık, değiştirilen plastik tamponlar, iç döşeme plastik aksamları, far gövdeleri, döşeme kolçakları, plastik kaporta aksamları (davlumbaz, çamurluk vb.), plastik bağlantı klipsleri gibi birçok malzeme atık olarak ortaya çıkmaktadır.

**c) Cam Atıklar**

Gövde atölyelerinde otomotiv cam değiştirme işlemlerinden kaynaklı oldukça fazla cam atık oluşmaktadır. Ayrıca farların kırık cam ve ampulleri de cam atıklar olarak ayrıştırılmalıdır.

**ç) Tehlikeli Atıklar**

Araçlarda su, ses ve ısı yalıtımı için kullanılan malzemeler tehlikeli atık sınıfına girmektedir. Ayrıca onarım öncesi araç üzerindeki her türlü koruyucu boya benzeri tabakaların kazıma işlemleri yapılır. Bu işlemlerde ortaya çıkan döküntü ve tozlar da tehlikeli atıklardandır. Bu çeşit atıklar tehlikeli atık olarak ayrı toplanmalı ve depolanmalıdır.

**d) Kontamine Atıklar**

Tehlikeli madde ile kontamine olmuş (karışmış, temas etmiş) her türlü malzeme atığını ifade eder. Bu kısım atıklar asıl malzemesine bakılmaksızın ayrı bir şekilde kontamine atık olarak depolanmalıdır. Kontamine atıklara şu şekilde örnek verilebilir:

- Boya veya kimyasal sürülmüş plastik, cam ve metal atıklar
- Kimyasal malzemenin konduğu boşalmış her türlü kutu
- Tehlikeli madde ile temas eden kâğıt ve ambalaj atıkları
- Tehlikeli madde ile pislenmiş bez, eldiven ve üstüpü gibi atıklar
- Yağlı, boyalı metal parça ve talaşlar

| UYGULAMA 1.5. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Atıkların geçici depolanması | |
| AMAÇ | Tehlikeli ve zararlı atıkların geçici depolanmasını sağlamak | |

**1- Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Atık depolama kutuları

**2- İşlem Basamakları**

1. Atölyenizde bulunan atık toplama ve depolama kutularının yerlerini bulunuz. Bulduğunuz atık depolama kutularının renklerini ve üzerinde yazan atık cinsini aşağıdaki kutuya yazınız.

| ATIK KUTUSU RENGİ | ATIK İÇERİK YAZISI |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |

2. Aşağıda belirtilen atık kutularının içerisine, atölyenizde ortaya çıkacak hangi atıkların atılabileceğini yanlarındaki alana yazınız. Atığı ayrıntılı belirtiniz. (Tampon kırık parçası vb.)



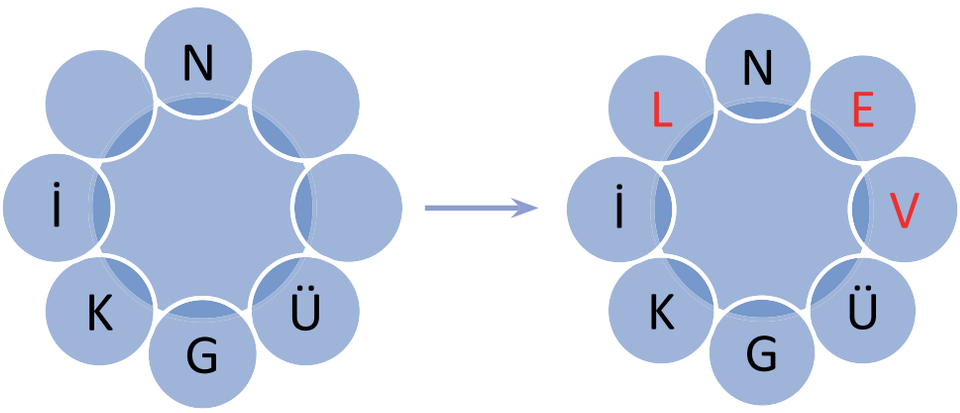

**3- Uygulama Değerlendirme**

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 20 | |
| 2 | Atölyedeki atık kutularının bulunması | 30 | |
| 3 | Atık kutularına atılacak içeriğin yazılması | 50 | |
| | TOPLAM | 100 | |

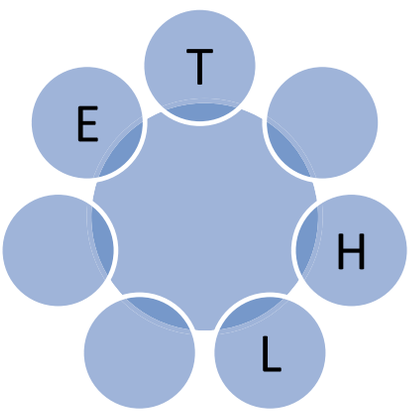
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | B | U | L | M | A |
| B | | L | | | C |
| U | L | M | A | C | A |
| | | A | | | |
| | | C | | | |
| | | A | | | |

# EKSİK HARFLER

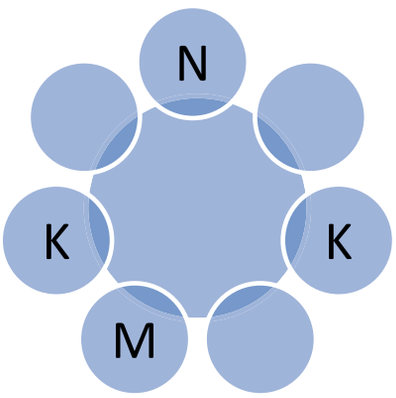
Saat yönünde ya da ters yönde okuduğunuzda bir sözcük elde etmek üzere eksik harfleri tamamlayınız.



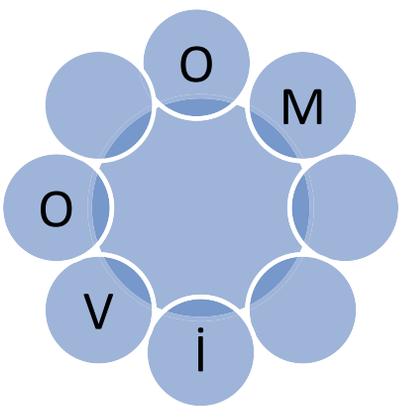

GÜVENLİK



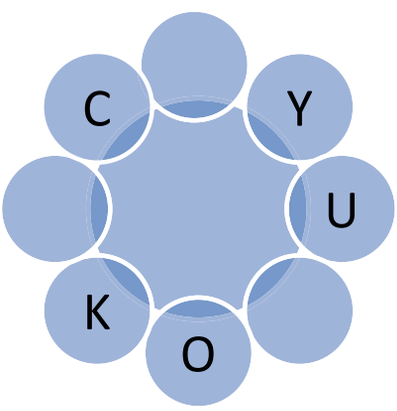

.....




.....




.....




.....

2

ÖĞRENME BİRİMİ

# TEMEL KAYNAK



## KONULAR

1. OKSİ-GAZ KAYNAĞI
2. TELLİ KAYNAK UYGULAMALARI
3. KENET (BÜKÜNTÜ) KAYNAĞI
4. KÜT EK KAYNAĞI
5. BİNDİRME KAYNAĞI
6. ELEKTRİK ARK KAYNAĞI
7. YATAYDA SOL DİKİŞ ÇEKME
8. ELEKTRİK ARK KAYNAĞIYLA YATAYDA KÜT EK KAYNAK

## 2.1. OKSİ-GAZ KAYNAĞI

**Kaynak**, metal ve alaşımlarının ergime derecelerinin üzerindeki sıcaklıklarda ergitilerek birleştirilmesi anlamını taşımaktadır. Bu işlem gerçekleştirilirken bir ısı kaynağına ihtiyaç duyulmaktadır. Çünkü metal, ancak bir ısı kaynağından alınan ısı enerjisiyle ergime derecesinin üzerine kadar olan sıcaklıklarda ergitilebilir. Oksi-gaz kaynağında ısı kaynağı, yanıcı ve yakıcı iki gazın birleşiminden ve yakılmasından sağlanır. Daha sonra elde edilen ısı, uygun donanımlar yardımıyla kaynak bölgesine iletilir. Isı elde edilmesinde mutlaka gazlardan yararlanmak ve bununla kaynak yapmak zorunluluğu yoktur. Birçok kaynak uygulamasında değişik yöntemler kullanarak ısı elde etmek mümkündür. Örneğin, elektrik ark kaynağında ısı enerjisi, elektrik akımıyla sağlanır.

Metalik özelliklere sahip gereçleri sadece ısı, sadece basınç ya da her ikisi birden kullanılarak, aynı cinsten ve ergime aralığı aynı/yaklaşık bir gereç katarak veya katmadan birleştirme işlemine **metal kaynağı** denir. Söz konusu iki parçanın birleştirilmesinde, ilâve bir gereç kullanılıyorsa bu gerece **ilâve metal** ya da **ek kaynak teli** denir.

Metal kaynağı genel olarak iki alt gruba ayrılır:

1. Ergitme kaynağı
2. Basınç kaynağı

Oksi-gaz kaynağı bir ergitme kaynağıdır. İş parçaları ergitme sıcaklıklarına kadar ısı enerjisi kullanılarak tavlanır. Isı enerjisinin üretilmesinde yanıcı ve yakıcı gazlardan yararlanılır. Kaynak alevinin atmosferik ortamda oluşturulması, ortamdaki havanın da kullanılması anlamını taşır. Meydana gelen sıcaklık değerleri, kaynak dikişinde bir kaynak banyosu oluşmasına olanak tanır. Bu banyo ek teli kullanılarak ya da kullanılmadan kaynak dikişi haline getirilir.

### 2.1.1. Oksi-Gaz Kaynağında Kullanılan Gazlar

Yanıcı ve yakıcı gazların belli oranlarda karışımıyla elde edilen ve üfleçlerde yakılan gazlar, oksi-gaz kaynağı için gerekli kaynak ısısını sağlar. Oksi-gaz kaynağında çoğunlukla yakıcı gaz olarak oksijen kullanılır. Yanıcı gazlar ise şunlardır:

1. Asetilen
2. Hidrojen
3. Metan
4. Propan
5. Bütan
6. Propan-Bütan karışımı
7. Hava gazı
8. Benzin ve benzol buharı

Bunlardan her biri oksi-gaz kaynağında yanıcı gaz olarak kullanılabilir. Seçim, uygulamanın niteliğine bağlıdır. Diğer yandan yanıcı gaz seçimi yaparken bazı özellikler, dikkate alınmalıdır. Yanıcı gaz seçimi yaparken dikkat edilmesi gereken kriterler aşağıda sıralanmıştır.

1. Isı değerinin ve alev sıcaklığının yüksek olması,
2. Tutuşma hızının fazla olması,
3. Kaynak banyosunu, havanın zararlı etkilerinden koruma,
4. Artıksız bir yanma,
5. Ucuz ve kolay üretim.

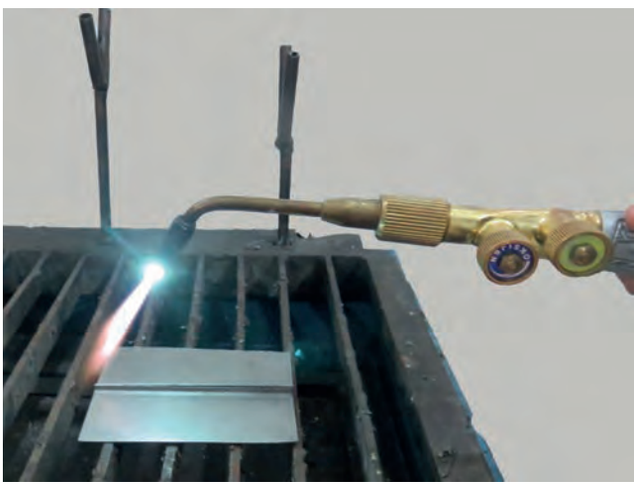
### 2.1.2. Oksijen ve Asetilen Tüpleri

Oksi-gaz kaynağında, yanıcı gaz olarak değişik gazların kullanımı mümkündür. Ancak yakıcı gaz olarak sadece oksijen gazı kullanılır. Zaten kaynak işlemi adını buradan alır.

Oksi-gaz kaynağında kullanılan oksijen havadan üretilir. Oksijen gazı kokusuz, tatsız ve renksizdir. Kendisi yanmaz ancak tüm yanma olaylarında mutlak surette bulunur. Oksijen olmadığı takdirde, yanma olayı da gerçekleşmez. Sıvı hâle getirildiğinde mavimsi bir renk alır ve -183 °C'de buharlaşır. Oksijen tüpü genelde mavi renktedir.



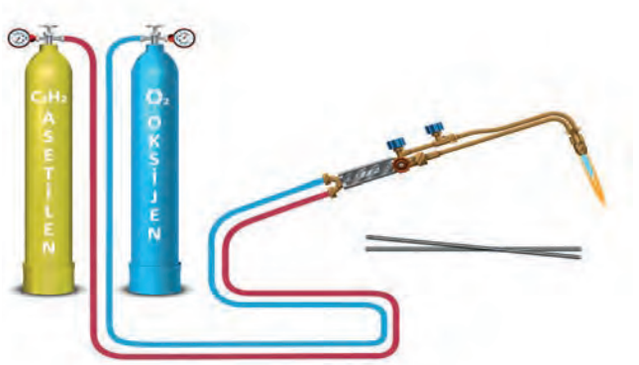
**Görsel 2.1:** Oksi-gaz kaynak işlemi



**Görsel 2.2:** Oksi-gaz kaynak alevi

Asetilen gazı, değişik kapasitelerdeki üretim cihazlarında üretilerek tüpler aracılığıyla atölyelerde kullanılır. Görsel 2.3'te kaynak gazı tüpleri görülmektedir. Renksiz, boğucu, sarımsak benzeri bir kokuda, parlayıcı bir gazdır. Serbest asetilen gazı 1,5 bar üzerindeki kullanımda patlama riski taşır. Tüplerde kullanılan asetilenin sağladığı üstünlükleri, şu maddeler altında toplamak mümkündür:

1. Diğer asetilen üretim yöntemlerine göre daha temizdir.
2. Her türlü hava şartında ve her yerde kullanılma olanağı vardır.
3. Kısa süreli kullanımlara uygundur.
4. Bir yerden bir yere ulaştırılması kolaydır.
5. Asetilenin meydana getirebileceği kazalara karşı emniyetlidir.
6. Kullanım sonucunda kalsiyum hidroksit kireci gibi artık maddeler bırakmaz.




**Görsel 2.3:** Kaynak gazı tüpleri

Asetilen gazının tüm bu üstünlüklerinin yanında, maliyeti fazladır.

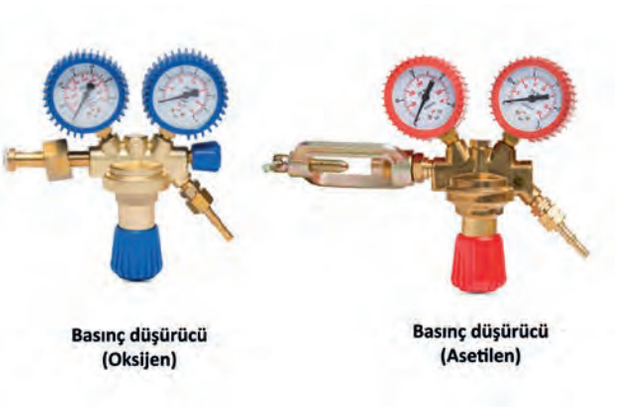


En yüksek alev gücü ve en yüksek alev sıcaklığı veren yanıcı gaz asetilendir.

### 2.1.3. Basınç Düşürücüler

Kaynak işleminde kullanılacak gazlar, tüpler içinde sıkıştırılmış halde bulunur ve basınçları yüksektir. Tüp içindeki gazın yüksek basınçta sıkıştırılması, ekonomik bir şekilde taşınması için gereklidir. Bu basınç, kaynak işlemi için gerekli basıncın çok üzerindedir. Örneğin, oksijen tüplerinde 150-200 bar (atmosfer), asetilen tüplerinde ise 15 bardır.

Tüp basıncının kaynak işleminde kullanılabilir basınca düşürülmesinde, basınç düşürücülerden yararlanılır. Değişik gazların, değişik basınçtaki tüplerde kullanılması ve çalışma basınçlarının farklılık göstermesi, basınç düşürücülerinin de çeşitlenmesine neden olmaktadır. Görsel 2.4'te basınç düşürücüler görülmektedir.




**Görsel 2.4:** Basınç düşürücüler

### 2.1.4. Güvenlik Sistemleri

Oksi-gaz kaynağında sıkça karşılaşılan ve çalışma güvenliğini tehdit eden bir olay vardır, geri tepme. **Geri tepme**, kaynak için gereken alevin lüle, üfleç ya da hortum içerisinde oluşmasıdır. Önlenmediği takdirde patlama ile sonuçlanan kazalara yol açabilir. Önlenmesi sulu ve kuru güvenlik araçları sayesinde gerçekleşir. Geri tepme nedenleri şu şekilde sıralanabilir:

1. Anormal gaz basınçları,
2. Yıpranmış ya da özelliği kaybolmuş üfleç lülesi kullanılması,
3. Lülenin fazla ısınması ya da tıkanması,
4. Enjektör sisteminin bozulması,
5. Hortumların sıkışması ya da dolaşması,
6. Kanalların temiz olmaması.




**Görsel 2.5:** Alev geri tepme emniyet valfleri

Geri tepme, çok keskin ve tiz sesle alev yanışı olarak kendisini gösterir. Fark edildiği zaman, önce oksijen valfi sonra da asetilen valfi kapatılarak yanma engellenir. Meydana gelen alevin asetilen bulunan kısma geçmesine izin verilmemelidir. Kuru güvenlik araçları bu amaçla kaynak donanımına yerleştirilir. Görsel 2.5'te basınç düşürücüye takılan alev geri tepme emniyet valfleri görülmektedir.

Güvenlik tertibatının da aşağıda sıralanan görevleri yerine getirmesi beklenir:

1. Üfleçten geri tepen gazın tüp ya da kazana geçmesine engel olmak,
2. Geri tepen alevi söndürmek,
3. Alçak ve orta basınçlı kazanlarda, havanın emilerek kazana girmesine engel olmak.

### 2.1.5. Gözlük

Oksi-gaz kaynağında, elektrik ark kaynağında olduğu gibi bir ark ve yüksek ışıklar oluşmaz. Dolayısıyla gözler, aşırı ışık ile karşılaşmaz. Ancak bu demek değildir ki kaynak, çıplak gözle takip edilebilir. Kaynak oksi-gaz kaynağı için geliştirilmiş gözlükler aracılığıyla izlenmelidir. Kaynak işleminde kullanılan ve gözleri korumakla görevlendirilen araçlar **gözlük** olarak adlandırılır. Çünkü bu tür gözlükler, kaynak işlemi sırasında her iki elin de kullanılması nedeniyle, başa takılacak niteliktedir ve sadece gözleri kaplar. Görsel 2.6'da oksi-gaz kaynağında kullanılan çeşitli gözlükler görülmektedir.



**Görsel 2.6:** Oksi-gaz kaynak gözlükleri

### 2.1.6. Çakmak



**Görsel 2.7:** Çakmak

Oksi-gaz kaynağında alev çıkarmayan, yanıcı gaz taşımayan, sadece kıvılcım üreten özel çakmaklar kullanılır. Özellikle bu iş için üretilmişlerdir. Kıvılcım çıkaran kısmı elden uzakta yer alır. Alev parlamalarından dolayı yanmaların önüne bu şekilde geçilmiş olur. Görsel 2.7'de kıvılcım çakmağı ve çalışması görülmektedir.

İŞ GÜVENLİĞİ

Üfleçlerin yakılması kıvılcım üreten araçlar ile yapılmalıdır. Yakma işlemide kullanılan araçlar çakmak olarak adlandırılır. Üflecin yakılmasında çakmak dışında araçlar kullanılması tehlikelidir. Tehlikeli araçlara verilebilecek örneklerden biri kibrittir. Kibrit ile üfleç yakılması, kibrit üzerindeki alevin parmakla üfleç üzerine taşınması sırasında yanıklar meydana geldiği için yanlıştır. Gazlı çakmaklar kesinlikle kullanılmamalıdır. Gazlı çakmağın oksi-gaz alevine, sıcak iş parçasına ya da üflece temasından kaynaklanan patlamalar olabilir.

Bir başka yanlış uygulama, özellikle kapalı mekânlarda iş parçasının ısısından yararlanılarak üfleç yakılmasıdır. Kapalı alanlar gazın toplanabileceği boşluklar meydana getirir. Bu tür boşluklarda yanmamış gazların toplanma ihtimali vardır. Yanmamış gazlar da bir anda tutuşarak patlamalara neden olabilir.

### 2.1.7. Önlük ve Eldiven

Oksi-gaz kaynağındaki çalışmalarda iş giysileri ve eldiven kullanılması gerekir. Diğer atölye çalışmalarında kullanılan giysi, oksi-gaz için de önerilebilir. Sürekli kaynak yapımı söz konusu olduğunda ise giysi; deri önlük, tozluk ve kolluklar ile giysi takviye edilmelidir. Kaynak sırasında metal kıvılcımları açığa çıktığı göz önüne alındığında vücudun hiçbir yerinin açıkta kalmaması önerilir. Diğer yandan ne sebeple olursa olsun iş elbisesi kollarının kıvrılmasına izin verilmez. Çünkü kaynak sırasında açığa çıkan kıvılcımlar, öncelikle bu kısımlarda toplanır ve yanıklara neden olur.



**Görsel 2.8:** Eldiven ve önlük kullanımı



**Görsel 2.9:** Eldiven ve önlük kullanımı

Görsel 2.8 ve 2.9'da eldiven ve önlük ile yapılan oksi-gaz kaynak çalışmaları görülmektedir.

### 2.1.8. Hortumlar

Oksi-gaz kaynağında yanıcı ve yakıcı gazlar hortumlarla iletilir. Özel olarak gözeneksiz üretilen hortumlar, asetilen ve oksijeni tüplerden üfleçlere iletir.

Oksijen hortumlarının ölçüleri dış çapları 16 mm, iç çapları ise 6,3 mm'dir. Renkleri ise mavidir. Asetilen hortumlarının ölçüleri ise genelde dış çap 16 mm, iç çap 8 mm'dir. Renkleri ise kırmızıdır. Görsel 2.10'da asetilen ve oksijen gazı hortumları görülmektedir. Oksi-gaz kaynak tertibatında kullanılan hortumların boyu 6 metreden uzun tutulmamalıdır.



**Görsel 2.10:** Gaz hortumları




**Görsel 2.11:** Hortum rakorları ve üflece bağlanmış hali

Asetilen hortum rakorları çentikli ve sol dişli (ters), oksijen hortum rakorları ise çentiksiz ve sağ dişli olur. Görsel 2.11'de hortum rakorları görülmektedir.

### 2.1.9. Üfleçler

Oksi-gaz kaynak alevinin oluşmasını ve kontrol altında tutulmasını sağlayan, üfleçtir. İşlevlerini yerine getirirken yanıcı ve yakıcı gazları karıştırır. Üfleç üzerinde bulunan iğneli iki kontrol valfi, hortumlarla iletilen oksijen ve asetilenin geçiş miktarını ayarlar. Görsel 2.12'de üfleç ve kısımları gösterilmektedir.




**Görsel 2.12:** Üfleç ve kısımları

Üfleç ucuna takılan gazların karışarak çıktığı kısma **bek** adı verilir. Bek üzerinde, bek ucundaki gaz çıkış kısmının büyüklüğünü belirten sayılar bulunmaktadır. Kaynak yapılacak parçaların kalınlığına göre uygun numaradaki bek kullanılmalıdır. Tablo 2.1'de kaynak yapılacak malzemenin kalınlığına göre kullanılacak bek numaraları görülmektedir. Görsel 2.13'te üfleç takımı görülmektedir.

Tablo 2.1 Bek Numaraları

| Üfleç Bek Numarası | Parça Kalınlığı (mm) |
|---|---|
| 1 | 0,3-0,5 |
| 2 | 0,5-1 |
| 3 | 1-2 |
| 4 | 2-4 |
| 5 | 4-6 |
| 6 | 6-9 |
| 7 | 9-14 |
| 8 | 14-20 |
| 9 | 20-30 |



**Görsel 2.13:** Üfleç takımı ve çantası

Üfleçler hassas aletlerdir. Bu nedenle kullanımlarında özen gösterilmesi gerekir. Üfleç lülelerinin çıkarıp takılmasında ara somunların zedelenmemesine dikkat edilmelidir. Üfleç kaynak masasında bulunan özel yerine konulmalıdır. Bek ucu herhangi bir yere çarpılmamalıdır.

Isınan üfleçler suya batırılarak soğutulur, kirlenenler tahta parçalarına sürtülerek temizlenir. Bek ucundaki delik, temizleme aletiyle temizlenmelidir.

### 2.1.10. Kaynak Alevi

Oksi-gaz kaynağında, yanıcı ve yakıcı gaz karışımlarının yanmasıyla meydana gelen aleve, **kaynak alevi** adı verilir. Teorik açıdan bakıldığında oksi-gaz kaynak alevinin oluşması için gerekli olan ortamda, 1 birim asetilen için 2,5 birim oksijene ihtiyaç vardır. Oksijen tüpünden alınan oksijen miktarı bu işlem için 1 birimdir. Alev için gerekli olan ve geriye kalan 1,5 birim oksijen, ortamdaki havadan alınır. Sonuçta kaynak için gerekli olan her 1 birim asetilen için tüpten 1 birim oksijen çıkar.

| Kaynak Alev Çeşitleri | | |
|---|---|---|
| 1- Normal alev | 2- Oksitleyici alev | 3- Karbonlayıcı alev |

Asetilen ve oksijen miktarlarının eşit olduğu aleve **normal alev** denir. Normal alev yumuşak ve sert alev olarak ikiye ayrılır. Yumuşak alev, ince kalınlığa sahip çeliklerin kaynağında, sert alev ise kalınlığı fazla olan çeliklerin kaynağında kullanılır. Görsel 2.14'te oksi-gaz kaynağında kullanılan alev çeşitleri görülmektedir.




**Görsel 2.14:** Oksi-gaz kaynak alevi çeşitleri

Pirinç kaynağında tavlama, doğrultma ve sertleştirme işlerinde oksitleyici alev kullanılır. Oksijen miktarı, asetilen miktarına göre fazladır. Özellikle bakırın çinko ile yapmış olduğu alaşım olan pirinç alaşımları, oksijeni fazla alev kullanılarak kaynatılır. Bunun dışında iç yapısında gümüş bulunan pirinçler de oksitleyici alev ile kaynatılır.

Dökme demir, alüminyum ve alaşımlarında **karbonlayıcı alev** kullanılır. Bu alev türünde asetilen miktarı oksijene göre fazladır. Asetilen miktarı arttıkça da serbest karbon meydana gelmesi artar. Bu nedenle de bu tür aleve, **karbonlayıcı alev** adı verilir. Karbonlayıcı alev kullanılarak kaynatılan gereçler şunlardır:

- Alüminyum ve alaşımları
- Nikelli alaşımlar
- Monel metali
- Krom, karbon alaşımı olan krom karbür
- Dökme demir
- Yüksek karbonlu çelikler

### 2.1.11. Kaynakta Yön (Sağ ve Sol Kaynak)

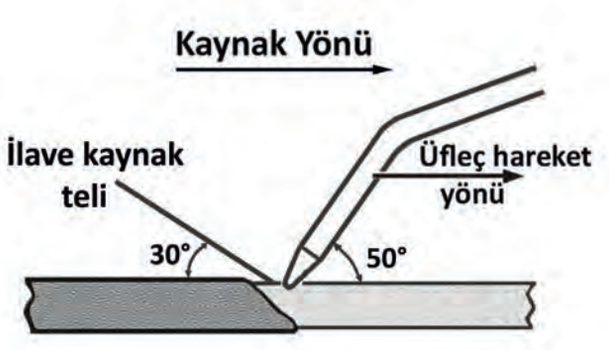
**Sağ Kaynak:** Oksi-gaz kaynağında sağ kaynak olarak bilinen uygulama; dikişe göre, üfleç önde, ek teli arkada olacak şekilde soldan sağa doğru yapılan işlemdir. Kalın parçaların ergitilmesi için yüksek ısıya ihtiyaç duyulması, sağ kaynağın özellikle kalın parçalar ile boruların kaynağında kullanılmasına neden olur. Şekil 2.1'de sağa kaynak yönteminin uygulanışı görülmektedir.

Sağ kaynağın üstünlükleri şunlardır:

- Isı kaynağı dikişin tam üzerine gelir.
- 3 mm'den kalın gereçlerde çok iyi kök kaynağı yapılır.
- Gereç yavaş soğur.
- En iyi koruyuculuk sağlanır.

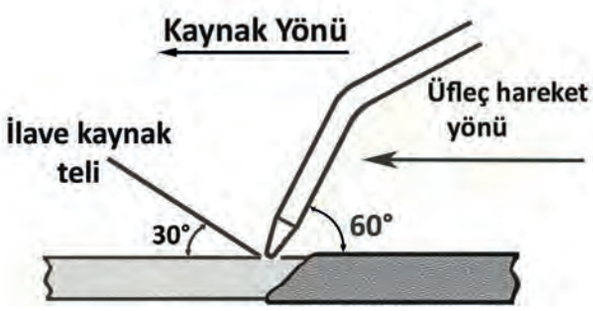
Sağ kaynağın olumsuzlukları ise şunlardır:

- Kaynak dikişinin yüzeyi düzgün gözükmez.
- Gereç kalınlığı 2,5 mm'den az olduğunda kaynak zorlaşır.




**Şekil 2.1:** Sağa kaynak yöntemi

**Sol Kaynak:** Dikişe göre üfleç arkada, ek tel önde olacak şekilde iş parçasının sağından başlanıp sola doğru yapılan kaynak işlemine **sol kaynak** adı verilir. Yüksek ısı girdisi istenilmeyen ince kesitli parçalar, bu uygulama ile kaynatılır. Şekil 2.2'de sola kaynak yönteminin uygulanışı görülmektedir.




**Şekil 2.2:** Sola kaynak yöntemi

Sol kaynağın üstünlükleri şunlardır:

- Dikiş görüntüsü güzeldir.
- Gereç daha az ısıtılır.
- 3 mm kalınlığa kadar olan malzemelerde iyi kaynak yapılabilir.

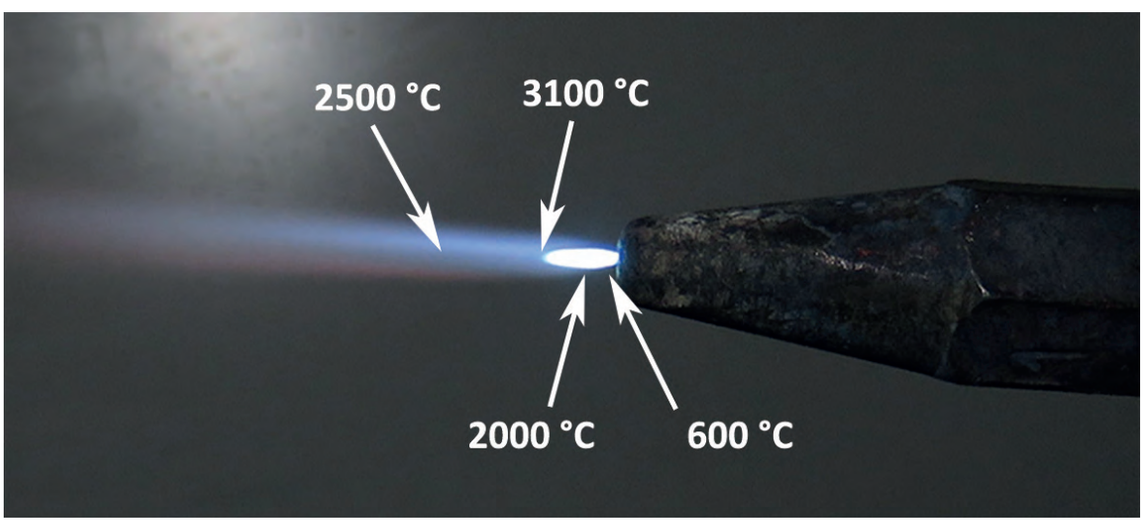
Tüm bunların yanında sol kaynağın olumsuz yönleri de bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla şunlardır:

- Büyük bir ısı kaybı,
- Erimiş kaynak bölgesinin kaynak yönüne doğru dolmasıyla birleşme hatası doğması,
- 1,5 mm'den kalın gereçlerin kök kaynağının zorlaşması.

### 2.1.12. Telsiz Kaynak Dikişi Uygulama Tekniği

Telsiz kaynak dikişi çekme uygulaması daha çok eğitim amacıyla kullanılır. Uygulamada kullanılan bir oksi-gaz kaynak yöntemi değildir. Kaynak eğitimine yeni başlayan teknisyenin el becerisinin geliştirilmesi, kaynak alevine alışması ve iş parçasını deforme etmeden kaynak işlemini yapması için en uygun yöntemdir.

Telsiz kaynak dikişi uygulamasında normal alev kullanılır. Kaynak sırasında alevin kaynatılan metali ergitme sıcaklığının üzerinde bir sıcaklıkta olması gerekmektedir. Çelik malzeme kaynatılıyorsa ortalama ergime sıcaklık derecesi olan 1535 °C'nin üzerinde 3000 °C civarlarında olması gerekir.




**Görsel 2.15:** Alev çekirdeğinin ısı dağılımı

Görsel 2.15'te görüldüğü gibi kaynak alev çekirdeğinin en uç noktasında en yüksek sıcaklık değeri alınmaktadır. Çekirdeğin uç kısmından ileriye ve geriye gidildikçe sıcaklık düşmektedir. Bundan dolayı üfleç ucu, yani bek kaynak yapılan noktaya belirli mesafede tutulması gerekmektedir. Alevin kaynak yapan bölümü, alev çekirdeğinin uç kısmıdır.

Oksi-gaz kaynak üfleci, pozisyon olarak sola kaynak tekniğinde parçaya yaklaşık olarak 60°'lik açı yapacak şekilde tutulmalıdır. Açının ve bek ucunun parça ile olan mesafesini koruyabilmek için boşta bulunan el, üfleci desteklemelidir. Parçanın fazla ısındığı düşünülen yerlerde açı azaltılarak ısı girdisi düşürülür.

Kaynak sırasında ileriye doğru hız ayarlanmalıdır. İstenilen oranda nüfuziyet ve görsel olarak güzel bir kaynak dikişi için kaynak işleminin başından sonuna kadar aynı hızın muhafaza edilmesi gerekir. Kaynak çok hızlı yapıldığında kaynak dikişi ince, nüfuziyet de az olur. Kaynak çok yavaş yapıldığında parçada istenmeyen deformasyonlar oluşur. Kaynak hız ayarı, teknisyenin tecrübesinin artması ile sağlanacak bir durumdur. Kaynak yapma alıştırmalarının sayısı arttıkça hız ayarı da alışkanlık haline gelecektir.

Kaynak dikişine parçanın kenarından bir miktar boşluk verilerek başlanır. Dikiş, kenara gelmeden sonlandırılır. Kaynak işlemi bittiğinde parçada deforme oluşmuşsa örs üzerinde doğrultma yapılır. Doğrultma işleminde parçayı çok fazla çekiçlemek parça kenarlarında uzamaya neden olur. Bu hususa özellikle dikkat edilmesi gerekmektedir.

İŞ GÜVENLİĞİ

Oksi-gaz kaynağında alınması gereken güvenlik tedbirleri aşağıda belirtilmektedir.

1. Oksi-gaz kaynağının yapılacağı yerlerin yakınlarında yanıcı ve patlayıcı maddeler bulundurulmamalıdır.
2. Asetilen ve diğer yanıcı gazlar atmosfere bırakılmamalıdır. Çalışma alanında bu tür gazlar fazla oranda serbest olarak bulunursa yangına sebep olur.
3. Yanıcı ve yakıcı gazların iletildiği hortumların bağlantı yerlerinde gaz kaçağı olup olmadığı kontrol edilmeli, varsa kaynak işlemine başlamadan önce bu sorun giderilmelidir.
4. Oksijen tüp vanası açılmadan önce düşürücü ayar vidasının gevşek olup olmadığı kontrol edilmelidir. Ayar vidası gevşek değilse, gevşetildikten sonra tüp vanası açılmalıdır.
5. Üfleçler yakılırken kaynakçının eline yakın yerlerde bu işlemin yapılmamasına özen gösterilmelidir.
6. Birleştirilecek gereç konusunda kesin bilgilere sahip olunmalıdır. İç yapısı bilinmeyen parçaların oksi-gaz kaynağıyla birleştirilmesinden kaçınılmalıdır.
7. İşlemin yapılış türüne göre özel koruyucu giysiler kullanılmalıdır.

Aşağıdaki tabloda kaynak işlemlerinde kullanılacak özel koruyucu kıyafetler ve avadanlıklar gösterilmiştir.

| Giysi | Koruma Alanı | Açıklama |
|---|---|---|
| İş elbisesi (tulum) | Işınlar ve sıçramalar | Naylon ve türevlerinden üretilmiş olanlar yasaklanmıştır. Yanmaya dayanıklı olanlar seçilmelidir. |
| İş ayakkabısı | Sıçramalar, aşağı düşen kaynak parçaları | Boğazlı ve çelik burunlu olanı en uygun olanıdır. |
| Şapka ya da kep | Sıçramalar ve kıvılcımlar | Plastik ya da kâğıttan yapılanlar yasaklanmıştır. Mümkünse kask türünde olanlar kullanılmalıdır. |
| Koruyucu gözlük | Işınlar ve sıçramalar | Sadece kalitesi kontrol edilmiş olan camlar kullanılır. |
| Deri önlük, eldiven, kolluk ve tozluk | Sıçrama ve ısı | Yüksek ısı karşısında kullanılan önlük ya da tulum yeterli koruma sağlamayabilir. Bu gibi durumlar için tasarlanmış özel koruyucu malzeme kullanılması tercih edilmelidir. |
| Kulak tıkacı | Ses | Taşlama ve çekiçleme sırasında ortaya çıkan seslere karşı korur. |

| UYGULAMA 2.1. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Alev Ayarı Yapma | |
| AMAÇ | Oksi-gaz kaynağında alev ayarı yapmak | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- İlgili KKD malzemesi
- Oksi-gaz kaynak masası
- Oksi-gaz kaynak seti

**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Oksi-gaz kaynak işlemleri ile ilgili kişisel koruyucu donanımı hazırlayınız. Yangına karşı güvenlik tedbirlerinizi alınız.
2) Oksi-gaz kaynak setini kaynak masasının yanına getiriniz. Kaynak gaz tüplerini ve gaz miktarlarını kontrol ediniz. Gaz hortumlarını kesik ve çatlaklık yönünden kontrol ediniz. Hortum kelepçe bağlantılarının sıkılığını kontrol ediniz ve kelepçelerin hortumları kesmediğinden emin olunuz.
3) Üfleç ucu yani beki kontrol ediniz. 2 No.lu beki takınız. Bek delikleri çap olarak bozulmamış olmalı ve tıkanıklık olmamalıdır. Delikleri uç temizleme iğnesinin uygun çapı ile temizleyiniz.



**Görsel 2.16:** Üfleç



**Görsel 2.17:** Bek temizleme iğnesi

4) Yanıcı ve yakıcı gazları kullanıma hazır hâle getiriniz. Asetilen gazının kullanım basıncını 0,5 bar, oksijen tüpünün kullanım basıncını 2,5 bar olarak ayarlayınız.




**Görsel 2.18:** Asetilen basınç düşürücü




**Görsel 2.19:** Oksijen basınç düşürücü

5) Atölye öğretmeninizden kıvılcım çakmağını temin ediniz.

Önce oksijen vanasını daha sonra asetilen vanasını bir miktar açarak alevi yakınız.




**Görsel 2.20:** Üfleç gaz vanaları

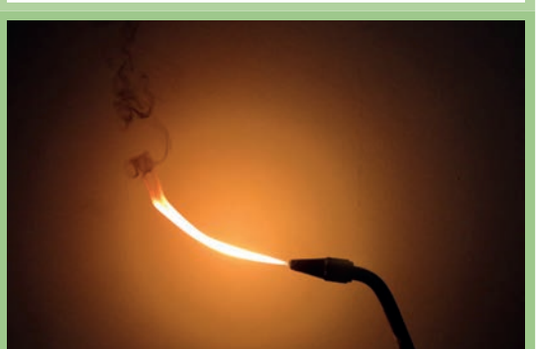
6) Sırasıyla alev çeşitlerini, oksijen ve asetilen gaz çıkış miktarlarını değiştirerek ayarlayınız.
- Normal (nötr) alev (asetilen ve oksijen gaz oranları eşit miktarda) hazırlayınız.
- Karbonlayıcı alev (asetilen gaz oranı daha fazla) hazırlayınız.
- Oksitleyici alev (oksijen gaz oranı daha fazla) hazırlayınız.




**Görsel 2.21:** Alev çeşitleri

7) Alevi söndürmek için üfleç üzerinde önce asetilen vanasını daha sonra oksijen vanasını kapatınız. Önce oksijen vanasını kapatmaya başlarsanız üfleçten çıkan asetilen, havadaki oksijen ile yanmaya devam eder. Oksijen miktarı az olduğu için isli olarak yanar.

Görsel 2.22'de ortamdaki hava ile yanmaya devam eden asetilen alevi görülmektedir. Alev ucundaki is, net olarak görülmektedir.



**Görsel 2.22:** Asetilen alevi

8) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Oksi-gaz kaynak setinin hazırlanması | 10 | |
| 3 | Üfleç bekinin kontrolü ve temizlenmesi | 10 | |
| 4 | Oksi-gaz kaynak gaz basınçlarının doğru ayarlanması | 20 | |
| 5 | Üfleç gaz vanalarının doğru açılması | 5 | |
| 6 | Oksi-gaz kaynak alev çeşitlerinin hazırlanması | 30 | |
| 7 | Üfleç gaz vanalarının doğru kapatılması | 5 | |
| 8 | Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

| UYGULAMA 2.2. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | İstenilen Ölçüde Parça Kesme | |
| AMAÇ | Sac malzemeden istenilen ölçüde parça kesmek | |

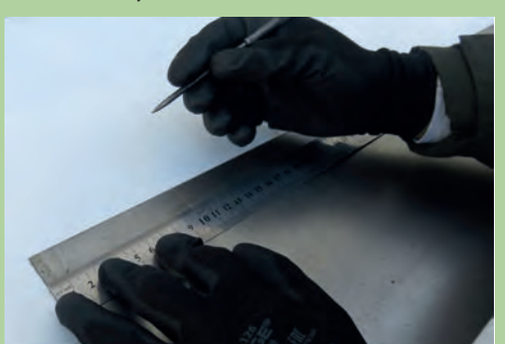
**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçası (1,2 mm kalınlıkta DKP sac)
- Kollu makas
- Tel fırça
- P80 tabaka kuru kâğıt zımpara
- Markalama takımları

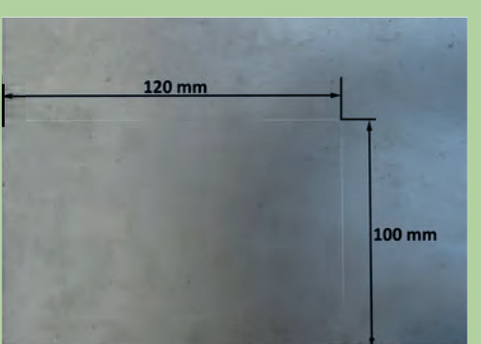
**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.

2) Uygulama sac parçası üzerine gönye, cetvel ve çizecek yardımıyla 100x120 ölçüsünde kesim çizgilerini markalayınız.



**Görsel 2.23:** Parçanın markalanması

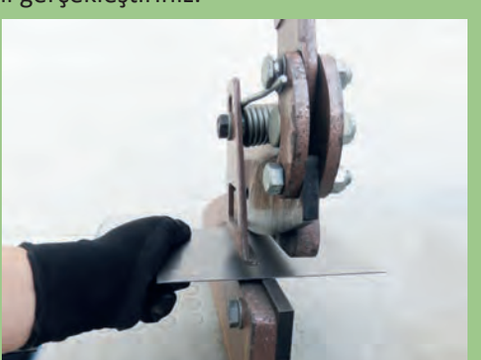



**Görsel 2.24:** Markalanmış parça

3) Kesim çizgileri üzerinden kollu makasta kesme işlemini gerçekleştiriniz.



**Görsel 2.25:** Kollu makas



**Görsel 2.26:** Kollu makasta kesme işlemi

4) Kestiğiniz sac parça üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız. **Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama Parçasının Hazırlanması**

5) Parçanın bir yüzüne sağ alt köşeye uygun büyüklükteki numaratör ile okul numaranızı markalayınız. **Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama Parçasının Hazırlanması**

6) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Parçanın uygun ölçüde kesilmesi | 20 | |
| 3 | Parçanın temizlenmesi | 25 | |
| 4 | Parçanın doğru olarak markalanması | 25 | |
| 5 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 10 | |
| 6 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz ve düzenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

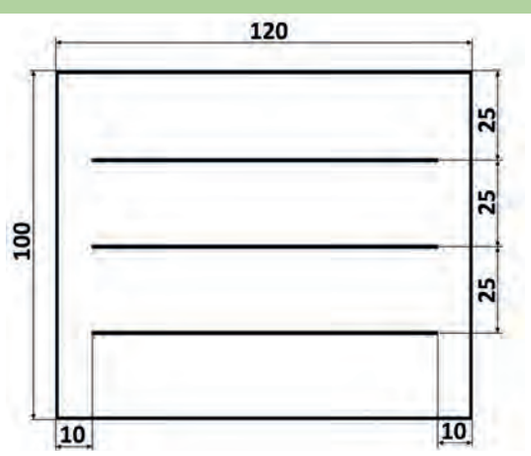
| UYGULAMA 2.3. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Oksi-Gaz Kaynağı ile Yatayda Telsiz Dikiş Çekme (sola kaynak) İşlemi | |
| AMAÇ | Oksi-gaz kaynağı ile sola kaynak yöntemi ile yatayda telsiz dikiş çekmek | |

### 1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçası (1,2 mm kalınlıkta DKP sac)
- Kollu makas
- Oksi-gaz kaynak seti
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Zımpara

### 2. İşlem Basamakları

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız. Yangına karşı güvenlik tedbirlerini alınız.
2) Uygulama sac parçası üzerine gönye, cetvel ve çizecek yardımıyla 100x120 ölçüsünde kesim çizgilerini markalayınız. **Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2. İstenilen ölçüde parça kesme**
3) Kestiğiniz sac parça üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız. **Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama parçasının hazırlanması**
4) Kestiğiniz ve temizliğini yaptığınız parça üzerine şekilde görülen ve ölçüleri verilen çizgileri çiziniz.



**Şekil 2.3:** Parça ölçüleri


**Görsel 2.27:** Cetvel ve çizecek kullanımı

5) Oksi-gaz kaynak setini ve kaynak masasını hazırlayınız.

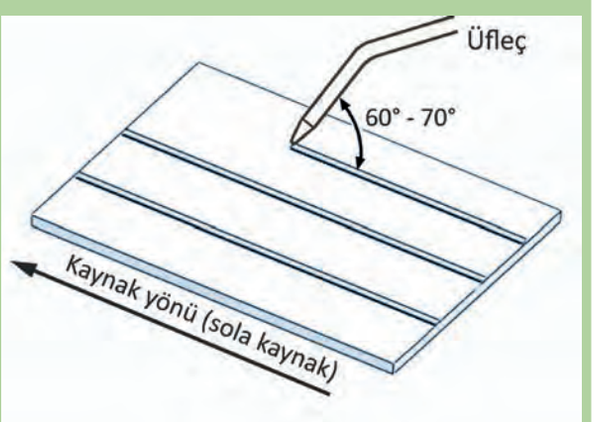
Üflece 2 numaralı beki takınız.

Oksi-gaz kaynağında normal alev yakınız.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.1. Alev ayarı yapma**

6) Aşağıdaki işlem sırasını takip ediniz.

- Kaynağa kenar kısmın yaklaşık olarak 10 mm içerisinden başlayınız.
- Üfleç ucu dikey konumda ve parçaya 60-70° açı ile tutulmalıdır. Sol kaynak yöntemi uygulayınız. Üfleç ucu kaynak yönüne bakmalıdır.
- Üfleci ilerletirken aşağı yukarı hilal şeklinde hareket ettiriniz.
- Kaynağa başladığınız zamanki açınızı, doğrultunuzu ve hızınızı değiştirmeden kaynağı tamamlayınız.
- Markalama yaptığınız tüm çizgiler üzerinde kaynak işlemini tekrar ediniz.
- Her kaynak dikişi bitiminde parçanın çarpılmasını önlemek için bir müddet soğumasını bekleyin.




**Şekil 2.4:** Sola kaynak yönteminin uygulanışı

7) Kaynak dikişlerini tel fırça ile temizleyip gözle kontrol ediniz.

8) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçasının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 10 | |
| 3 | Uygulama parçasının doğru olarak markalanması | 10 | |
| 4 | Oksi-gaz kaynak gaz basınçlarının doğru ayarlanması | 10 | |
| 5 | Oksi-gaz kaynağı ile telsiz dikiş çekme işleminin yapılması | 45 | |
| 6 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 7 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz ve düzenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 2.2. TELLİ KAYNAK UYGULAMALARI

Oksi-gaz kaynağında telli kaynak dikişi çekme uygulaması teknisyenin kaynak yapma kabiliyetini artırmak, kaynatılan malzemeleri tanıma ve uygun ilave kaynak teli seçme tecrübesi kazanması için yapılmaktadır. Bu yöntem malzeme üzerindeki küçük delikleri ve çatlakları kapatmak için de kullanılır.

### 2.2.1. Oksi-Gaz Kaynağında Kullanılan İlave Kaynak Telleri

Oksi-gaz kaynağında çıplak kaynak telleri kullanılmaktadır. Kullanılacak olan ilave kaynak teli kaynatılacak olan malzemeye yakın özellikte seçilmelidir. İlave kaynak telleri oksi-gaz kaynağının uluslararası sembolü olan "G" harfi ile ifade edilir. Ayrıca tellerin kolay ayırt edilmeleri için renk kodları belirlenmiştir. Tablo 2.2'de oksi-gaz kaynağında kullanılan ilave kaynak tellerinin sınıflandırılması ve özellikleri gösterilmiştir.

**Tablo 2.2:** Oksi-Gaz Kaynak İlave Telleri Sınıflandırılması

| Kaynak Teli Sınıfı | Renk Kodu | Akışkanlık | Sıçrama | Gözenek Yapma Eğilimi | Maliyeti |
|---|---|---|---|---|---|
| G I | Yok | Fazla | Fazla | Var | Çok düşük |
| G II | Gri | Orta | Az | Var | Düşük |
| G III | Altın | Düşük | Yok | Yok | Düşük |
| G IV | Kırmızı | Düşük | Yok | Yok | Orta |
| G V | Sarı | Düşük | Yok | Yok | Orta |
| G VI | Yeşil | Düşük | Yok | Yok | Yüksek |
| G VII | Gümüş | Düşük | Yok | Az | Çok yüksek |

Oksi-gaz kaynak tellerine, içerisine silisyum (Si), manganez (Mn), fosfor (P), kükürt (S), molibden (Mo), nikel (Ni), krom (Cr) gibi ilave katkı elementleri katılarak farklı özellikler kazandırılmıştır. Kaynak telinin iç yapısının bilinmesi, kaynak yapılacak malzemeye uygun kaynak telinin tespitinde kolaylık sağlar.

### 2.2.2. Telli Kaynak Dikişi Çekme Uygulama Teknikleri

**Tablo 2.3:** İlave Tel Çapı Seçimi

| Gereç Kalınlığı (mm) | Birleştirme Şekli | İlave Tel Çapı (mm) |
|---|---|---|
| 0,4 - 0,8 | Kenet (Büküntü) | Yok |
| 1-1,5 | Alın (Küt ek) | 1,5 |
| 2,5 | Alın (Küt ek) | 2 |
| 3 | Alın (Küt ek) | 2 |

Üfleçte oluşturulan oksi-gaz kaynak alevinin meydana getirdiği ısı yardımıyla iş parçası ergitilir. Meydana gelen kaynak banyosu içine daldırılan ilave kaynak teli ergiyerek kaynak metalini meydana getirir. Bu yönden kaynak telinin çapı kaynak metalinin oluşmasında en önemli etkendir. Kaynak telinin çapı, parça kalınlığına göre belirlenir. Malzeme kalınlığına göre birleştirme şekli ve ilave kaynak teli çapı Tablo 2.3'te belirtilmiştir.

Genel olarak kaynak telinin çapı, gereç kalınlığı ile aynı ölçülere sahip olmaktadır. İlave kaynak teli çapı verilen değerlerden fazla alınacak olursa kaynak alevi teli zamanında ergitmekte güçlük çeker. Dola-

yısıyla kaynak banyosunun oluşumu mümkün olmaz. Kaynak çapı uygun olandan daha küçük çapta seçildiği takdirde tel, kaynak alanındaki ısının emilmesini sağlayacak kütlede olamayacağından kaynak yerinde delinmeler meydana gelir.

Kaynak banyosu, kaynak işlemi boyunca üfleç tarafından taşınarak ilave kaynak teli banyo içine sokulup, geri çekilir. Kaynak banyosunun alev ve ek teli aracılığıyla parçanın birleştirileceği yöne doğru çekilmesi, parçanın ergimesini kolaylaştırmaktadır. Böylece banyonun istenilen doğrultuda ilerlemesi gerçekleşmiş olur. Bu hareket dikişin düzgün oluşmasını sağlar.

Dikiş sonlarına doğru, üfleç ile parça arasındaki açı küçültülür. Bu işlem, parça kalınlığına bağlı olarak oldukça yavaş yapılmalıdır. Böylece kaynak banyosunun meydana getirdiği kraterde boşluk oluşmasının, önüne geçilmiş olunur. Üfleç genel olarak bir yay çizecek şekilde kaynak banyosundan uzaklaştırılır. Kaynak bitişinde, dikiş yüksekliğinin azalmaması için ek telin bir miktar daha banyo içinde tutulması, yararlı olacaktır.

| **UYGULAMA 2.4.** | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | **2.4.** Oksi-Gaz Kaynağı ile Yatayda Telli Dikiş Çekme (Sola Kaynak) İşlemi | |
| AMAÇ | Oksi-gaz kaynağı ile sola kaynak yöntemi ile yatayda telli dikiş çekmek | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçası (1,2 mm kalınlıkta DKP sac)
- Kollu makas
- Oksi-gaz kaynak seti
- Ek kaynak teli (Ø 2 mm)
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Zımpara

**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız. Yangına karşı güvenlik tedbirlerini alınız.

2) 100x120x1,2 mm ölçülerinde DKP sac malzemeyi temin ediniz.

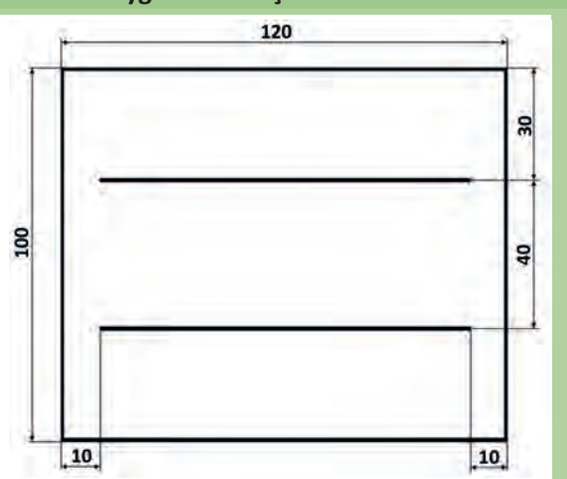
   Kesme ve markalama işlemlerini gerçekleştiriniz.

   **Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2. İstenilen Ölçüde Parça Kesme**

3) Kestiğiniz sac parça üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız.

   **Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama Parçasının Hazırlanması**

4) Kestiğiniz ve temizliğini yaptığınız parça üzerine şekilde görülen ve ölçüleri verilen çizgileri çiziniz.




**Şekil 2.5:** İş parçasının markalanması

5) Oksi-gaz kaynak setini ve kaynak masasını hazırlayınız.

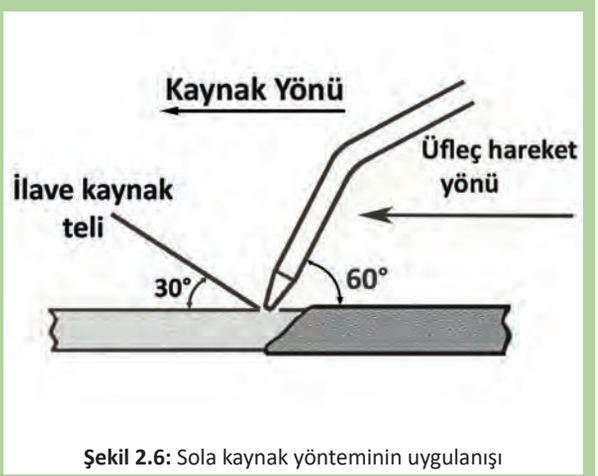
Üflece 2 numaralı beki takınız.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.1. Alev Ayarı Yapma**

Oksi-gaz kaynağında normal alev yakınız.

6) Aşağıdaki işlem sırasını takip ediniz.

- Kaynağa kenar kısmın yaklaşık olarak 10 mm içerisinden başlayınız.
- Üfleç ucu dikey konumda ve parçaya 60-70° açı ile tutulmalıdır. Sol kaynak yöntemi uygulayınız. Parçanın sağından başlayarak sola doğru hareket ediniz. Üfleç ucu kaynak yönüne bakacak, ek tel önde üfleç arkada olacak şekilde takip ediniz.
- Üfleci ilerletirken ek kaynak telini, kaynak banyosu içerisinde hafif şekilde aşağı yukarı hilal şeklinde hareket ettiriniz.
- Kaynağa başladığınız zamanki açınızı, doğrultunuzu ve hızınızı değiştirmeden kaynağı tamamlayınız.
- Markalama yaptığınız tüm çizgiler üzerinde kaynak işlemini tekrar ediniz.
- Her kaynak dikişi bitiminde parçanın aşırı sıcaklıktan çarpılmasını önlemek için bir müddet soğumasını bekleyin.




**Şekil 2.6:** Sola kaynak yönteminin uygulanışı

7) Kaynak dikişlerini tel fırça ile temizleyip gözle kontrol ediniz.

8) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçasının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 10 | |
| 3 | Uygulama parçasının doğru olarak markalanması | 10 | |
| 4 | Oksi-gaz kaynak gaz basınçlarının doğru ayarlanması | 10 | |
| 5 | Oksi-gaz kaynağı ile telli dikiş çekme işleminin yapılması | 45 | |
| 6 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 7 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz ve düzenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

| UYGULAMA 2.5. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | **2.5.** Oksi-Gaz Kaynağı ile Yatayda Telli Dikiş Çekme (Sağa Kaynak) İşlemi | |
| AMAÇ | Oksi-gaz kaynağı ile sağa kaynak yöntemi ile yatayda telli dikiş çekmek | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçası (1,2 mm kalınlıkta DKP sac)
- Kollu makas
- Oksi-gaz kaynak seti
- Ek kaynak teli (Ø 2 mm)
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Zımpara

**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız. Yangına karşı güvenlik tedbirlerini alınız.

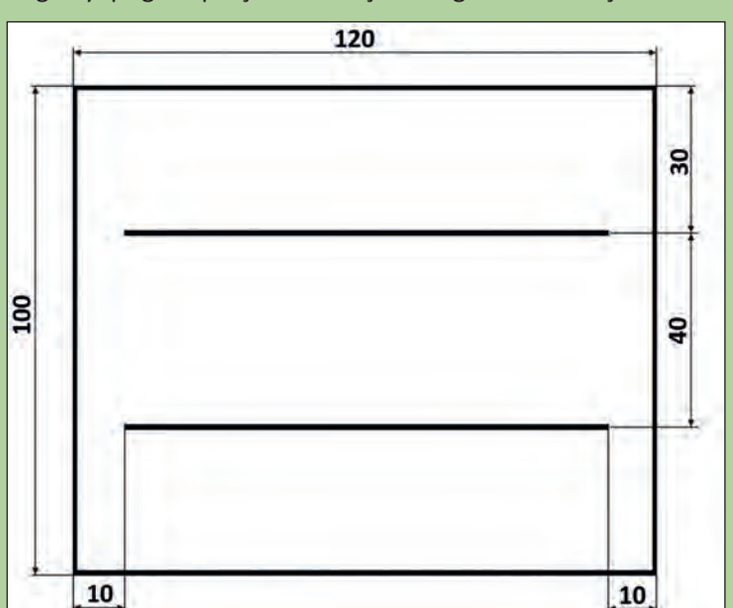
2) 100x120x1,2 mm ölçülerinde DKP sac malzemeyi temin ediniz.
Kesme ve markalama işlemlerini gerçekleştiriniz.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2. İstenilen Ölçüde Parça Kesme**

3) Kestiğiniz sac parça üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama Parçasının Hazırlanması**

4) Kestiğiniz ve temizliğini yaptığınız parça üzerine şekilde görülen ve ölçüleri verilen çizgileri çiziniz.



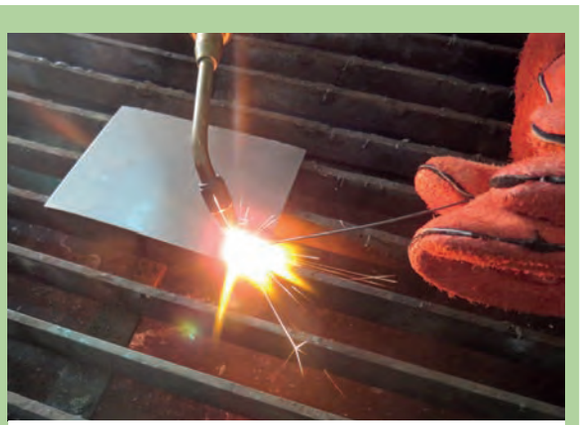

**Şekil 2.7:** İş parçasının markalanması

5) Oksi-gaz kaynak setini ve kaynak masasını hazırlayınız.
Üflece 2 numaralı beki takınız.
Oksi-gaz kaynağında normal alev yakınız.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.1. Alev Ayarı Yapma**

6) Aşağıdaki işlem sırasını takip ediniz.

- Kaynağa kenar kısmın yaklaşık olarak 10 mm içerisinden başlayınız.
- Üfleç ucu dikey konumda ve parçaya 50°lik bir açı ile tutunuz. Sağ kaynak yöntemi uygulayınız. Parçanın solundan başlayarak sağa doğru hareket ediniz. Üfleç ucunu kaynak yönünün tersine bakacak şekilde konumlandırınız. Ek kaynak telini, üfleci takip edecek şekilde hareket ettirerek kaynak işlemini yapınız.
- Üfleci ilerletirken ek kaynak teline, kaynak banyosu içerisine batırıp çıkarma hareketi veriniz.
- Kaynağa başladığınız zamanki açınızı, doğrultunuzu ve hızınızı değiştirmeden kaynağı tamamlayınız.



**Görsel 2.28:** Sağa kaynak yönteminin uygulanışı

- Markalama yaptığınız tüm çizgiler üzerinde kaynak işlemini tekrar ediniz.
- Her kaynak dikişi bitiminde parçanın aşırı sıcaklıktan çarpılmasını önlemek için bir müddet soğumasını bekleyin.

7) Kaynak dikişlerini tel fırça ile temizleyip gözle kontrol ediniz.

8) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

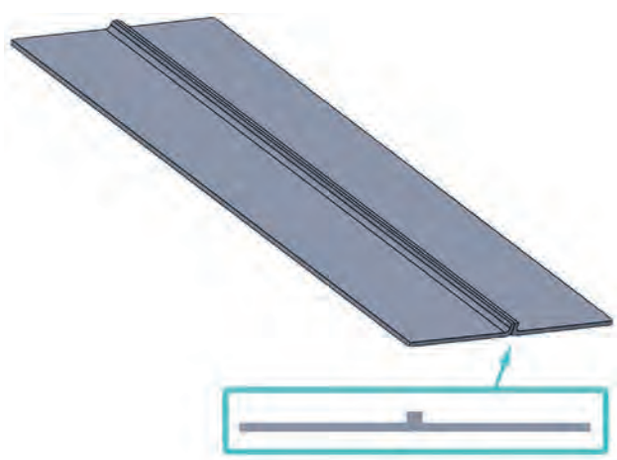
| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçasının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 10 | |
| 3 | Uygulama parçasının doğru olarak markalanması | 10 | |
| 4 | Oksi-gaz kaynak gaz basınçlarının doğru ayarlanması | 10 | |
| 5 | Oksi-gaz kaynağı ile telli dikiş çekme işleminin yapılması | 45 | |
| 6 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 7 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz ve düzenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 2.3. KENET (BÜKÜNTÜ) KAYNAĞI

Kaynak işleminde en önemli hususlardan biri, dikişi meydana getiren kaynak metalinin kaynatılan metal ile aynı özellikte olmasıdır. Bu sağlandığı takdirde, kaynak başarısı artacaktır. Oksijen kaynağı ile yapılan uygulamalardan biri olan kenet (büküntülü) kaynak bunu sağlar. Özellikle ince parçalar, bu yöntem ile başarılı bir şekilde kaynatılır.

Bunun için parça kalınlığından 1 mm daha fazla olacak şekilde, birleşme kenarları 90° bükülen iş parçaları, ek kaynak teli kullanılmadan kaynatılabilir. Örneğin, 1,6 mm kalınlığındaki bir parçaya büküntülü dikiş çekilecek ise birleşme kenarlarını 2,6 mm bükmek yeterli olacaktır. Kaynak metalini, bükülen kısımdaki metal kaynak esnasında ergiyerek oluşturur.

### 2.3.1. Büküntü Kaynak Dikişi Çekme Uygulama Teknikleri



**Görsel 2.29:** Kenet (büküntü) kaynağı şekli

Kenet kaynak dikişi uygulamasında normal alev kullanılmalıdır. İş parçası kaynak sırasında hizalamasını kaybetmemesi ve aralarda boşluk kalmaması için kaynak öncesinde puntalanmalıdır. Puntalama ile ilk düzenlemesi yapılan iş parçalarının kaynak başlangıcından bitimine kadar eşit aralıkta ve aynı hizada olması sağlanır. Puntalama yapılmadığı zaman kaynak dikişinin meydana getirdiği sıcaklık farklılıkları gerilmelere yol açarak iş parçasında değişimlere neden olur.

İş parçası üzerinde yapılacak olan kaynak dikişinin uzunluğu ve parça kalınlığı dikkate alınarak punta aralığı belirlenmelidir. Kalınlıkları 1-2 mm civarında olan iş parçaları, 25 mm aralıklar ile puntalanır. Daha kalın kesitli gereçlerde puntalama aralıkları 40 mm'ye kadar çıkabilir.

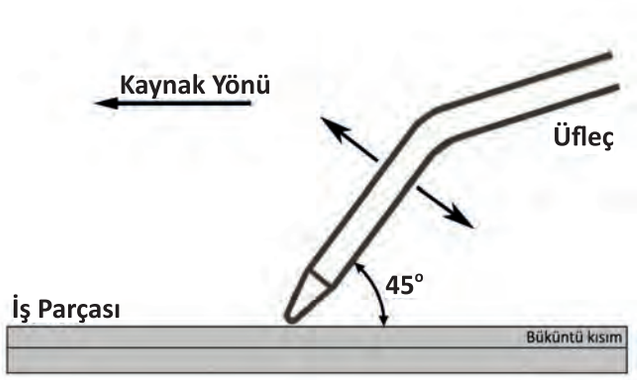
Puntalama işleminde kenet ve bindirme kaynağı uygulanacaksa telsiz punta, küt ek kaynak yapılacaksa telli punta tercih edilmelidir.

İş parçaları puntalandıktan sonra, örs üzerinde punta yerleri hafifçe çekiçlenerek kaynak sırasında çekmelerden ötürü kaynak aralığının azalması önlenmelidir.

Büküntülü kaynak dikişinde sol kaynak uygulanmalıdır. Yani kaynak yapılacak yerin sağından başlanıp sola doğru kaynak yapılmalıdır. Kaynak ucu sola bakacak şekilde kaynak yapılan parçaya 45°'lik açı ile tutulmalıdır.

Kaynatılan parçaların et kalınlığının ince olması durumunda ergime fazla oluyorsa üfleç açısı azaltılmalı yani üfleç parçaya yaklaştırılmalıdır. Et kalınlığı fazla olması durumunda ergime az ise üfleç açısı artırılmalıdır.

Kaynak süresince üfleç ilerleme hızı sabit olmalı ve parçaların ergimesine göre ayarlanmalıdır. Üflece yay veya zikzak hareketi verilir.




**Şekil 2.8:** Kenet kaynakta yön ve açılar

### 2.3.2. Büküntülü Dikiş Kaynak Hataları

Kaynatılan iş parçaları üzerinde kaynak başlangıç ve bitiş noktalarında fazla ısınma olabilir. Bu durumda parça delinmelerine karşı dikkatli olunmalıdır. Parça kenarlarında yanmaların olmamasına özen gösterilmelidir.

Üflecin fazla yüksekte tutulması veya üflecin gereğinden hızlı ilerletilmesi büküntülü bölgenin tamamının ergimemesine neden olacaktır. Bu nedenle kaynak hızını büküntülü bölgenin ergimesine göre ayarlamakta yarar vardır.

| UYGULAMA 2.6. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Oksi-Gaz Kaynağı ile Yatayda Büküntülü Kaynak Dikişi Çekme | |
| AMAÇ | Oksi-gaz kaynağında sola kaynak yöntemi ile yatayda büküntülü kaynak dikişi çekmek | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçası (1,2 mm kalınlıkta DKP sac)
- Kollu makas
- Oksi-gaz kaynak seti
- Caka
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Zımpara

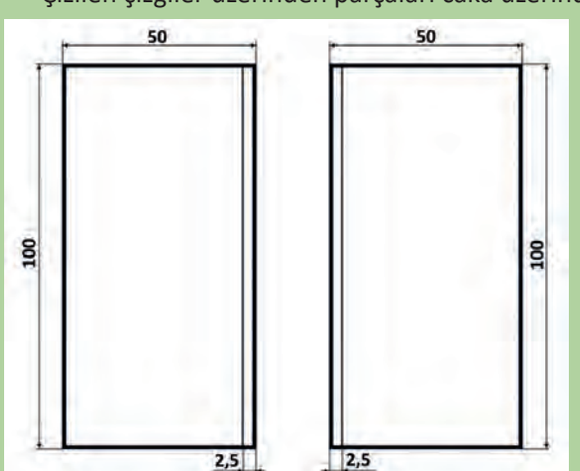
**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Oksi-gaz kaynak işlemleri ile ilgili kişisel koruyucu donanımı hazırlayınız. Yangına karşı güvenlik tedbirlerinizi alınız.

2) 100x50x1,2 mm ölçülerinde 2 adet DKP sac malzemeyi keserek temin ediniz. **Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2. İstenilen Ölçüde Parça Kesme**

3) Kestiğiniz sac parça üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız. Markalama işlemlerini gerçekleştiriniz. Parçalardan birine okul numaranızı markalayınız. **Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama Parçasının Hazırlanması**

4) Kestiğiniz ve temizliğini yaptığınız parça üzerine şekilde görülen ve ölçüleri verilen çizgileri çiziniz. Çizilen çizgiler üzerinden parçaları caka üzerinde 90°lik açı ile bükünüz.



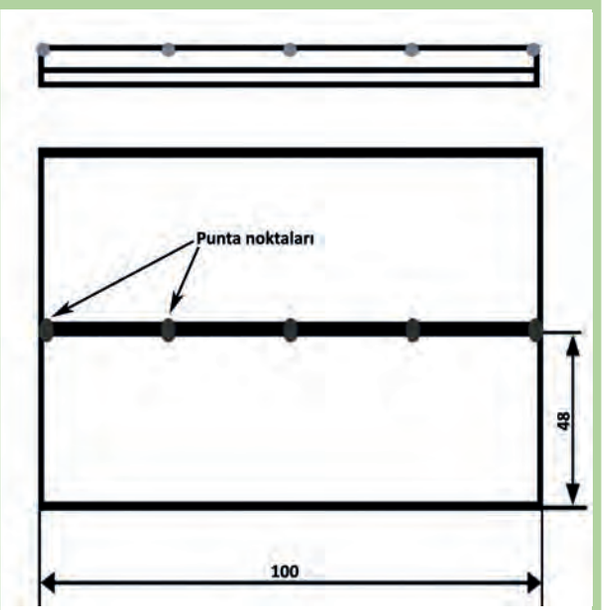
**Şekil 2.9:** Büküntü markalama


**Görsel 2.30:** Cakayla sacın bükülmesi

5) Oksi-gaz kaynak setini ve kaynak masasını hazırlayınız.
Üflece 2 numaralı beki takınız.
Oksi-gaz kaynağında normal alev yakınız. **Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.1. Alev Ayarı Yapma**

6) Aşağıdaki işlem sırasını takip ediniz.

- İki parçayı sırt sırta hizalayarak Şekil 2.10'da görüldüğü gibi puntalama işlemini yapınız.
- Üfleç ucunu dikey konumda ve parçaya 60°lik bir açı ile tutulmalıdır. Sol kaynak yöntemi uygulayınız. Parçanın sağından başlayarak sola doğru hareket ediniz. Üfleç ucunu kaynak yönüne bakacak şekilde 60°lik açı ile konumlandırınız.
- Üfleci ilerletirken hafif şekilde aşağı yukarı hilal şeklinde hareket ettirerek kaynak banyosunun nüfuziyetini sağlayınız.
- Kaynağa başladığınız zamanki açınızı, doğrultunuzu ve hızınızı değiştirmeden kaynağı tamamlayınız.
- Kaynak dikişi sonuna doğru üfleç açısını parçaya yaklaşacak şekilde azaltınız. Bu durum, parça üzerinde aşırı ısınmayı önler.
- Kaynak sonunda parçada deforme varsa örs üzerinde çekiçle doğrultma yapınız.




**Şekil 2.10:** Büküntü kaynağı için parça markalama işlemi

7) Kaynak dikişlerini tel fırça ile temizleyip gözle kontrol ediniz.



**Görsel 2.31:** Büküntü kaynağı bitmiş görüntüsü

8) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçasının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 10 | |
| 3 | Uygulama parçasının doğru olarak markalanması | 10 | |
| 4 | Uygulama parçasının caka üzerinde kıvırma işlemi | 10 | |
| 5 | Oksi-gaz kaynak gaz basınçlarının doğru ayarlanması | 10 | |
| 6 | Oksi-gaz kaynağı ile büküntü kaynağının yapılması | 35 | |
| 7 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 8 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz ve düzenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 2.4. KÜT EK KAYNAĞI

**Küt ek kaynağı**, iki iş parçasının kenarları birbirine bakacak pozisyona getirilerek kaynatılmasıdır. Alın kaynağı olarak da ifade edilir. Küt ek kaynağı adı içerisinde geçen "ek" kelimesi, parçaların birleştirilmesini ifade eder.

İnce kesitli parçaların oksi-gaz kaynağı ile küt ek kaynağı yapılmasında kaynak ağzı açılmasına gerek yoktur. Parça kalınlığı 3.5 mm'den fazla ise kaynak ağzı açılması iyi bir kaynak nüfuziyeti için şarttır. Kaynakta nüfuziyet kaynak eriyiğinin parçalara işleme derinliğini ifade eder.



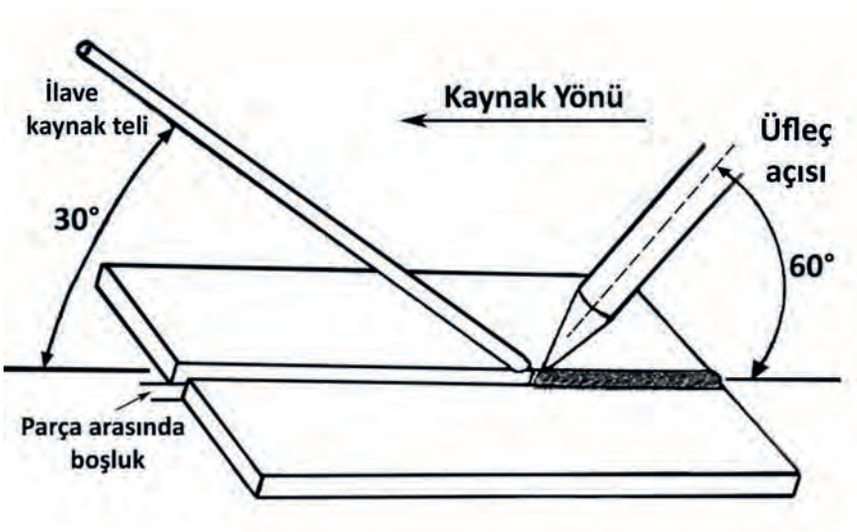
**Görsel 2.32:** Küt ek kaynağı

Kaynak ağzı açılmadan yapılan küt ek kaynakları, ekonomik olarak en düşük maliyete sahip dikişlerdir. Bu bakımdan ideal bir küt ek kaynağı ince kesitli tüm parçalara uygulanabilmektedir. Görsel 2.32'de küt ek kaynak işleminin yapılmış hali görülmektedir.

### 2.4.1. Küt Ek Kaynak Uygulama Teknikleri

Oksi-gaz kaynağında birleştirilecek iki parça, kalınlıklarıyla bağlantılı bir aralık kalacak şekilde birbirlerinin kenarlarına yaklaştırılır. Bu boşluk az olursa nüfuziyet iyi olmaz, çok olursa kaynak yapımı zorlaşır. Bu boşluk pratikte parça kalınlığının yarısı olarak uygulanır.

Üfleç kaynatma konumu süresince birleşme alanına 60-70° açı ile tutulur. İlave kaynak teli, iş parçası ile 30°lik açı yapacak şekilde konumlandırılır. Şekil 2.11'de küt ek kaynak uygulaması görülmektedir.
Her zaman kaynatılan iki parçanın kalınlığı aynı ölçüde olmayabilir. Bu durumda üflecin kalın parçaya doğru tutulması uygun olacaktır. İnce kesitli parçaların küt ek kaynağında üfleç ve kaynak teli bir doğru üzerinde hareketsiz olarak ilerletilir. Kalın kesitli parçalarda ise kaynak banyosunun parçalar üzerinde geniş bir yayılım sağlaması bakımından üflece zikzak hareketleri yaptırılması gerekir.




**Şekil 2.11:** Küt ek kaynak uygulaması

### 2.4.2. Küt Ek Kaynak Hataları

**Gaz boşlukları:** Oksi-gaz kaynağında meydana gelen yüksek sıcaklık, kimyasal reaksiyonlara neden olur. Reaksiyonlarla açığa çıkan gazlar eriyik kaynak metali içerisinde sıkışıp kalır ve gaz boşlukları (gözenek) oluşturur.

**Dikişte genleşme:** Kaynak banyosunun aşırı yayılması neticesinde dikişte genişleme en çok karşılaşılan hatadır. Krater adı verilen yerlerde boşluk oluşumu, çok sık karşılaşılan bir başka hata olarak karşımıza çıkar. Bu hatanın önüne geçmek için kaynak bitiminde üfleç aniden çekilmemelidir. Bitime yakın, ilerlemenin bir süre durdurulması ve üfleç hareket açısının arttırılarak üflecin yavaşça kaynak banyosundan uzaklaştırılması önerilir.

**Kenar yenmeleri:** Genellikle iş parçası üzerinde dikişin kenarlarına denk gelen alanlarda karşılaşılan hatadır. Kenar yenmeleri, oyuk ve çentik biçiminde dış kaynak hatası olarak dikiş boyunca sürekli ya da kesintili olarak devam edebilir.

**Çatlamalar:** Diğer kaynak hatalarına göre daha büyük bir sorundur. Zaman içerisinde ortaya çıkacak zorlamalar, çatlağın ilerlemesine ve iş parçasının kırılmasına yol açar. Kaynaklı parçanın değişik yerlerinde çatlaklara rastlamak mümkündür. Bu bakımdan çatlakları, oluşabilecek yerlerine göre iki ana grupta toplamak gerekir. Bunlar; kaynak metalinde ve kaynak yapılan parçada meydana gelen çatlaklardır.

**Yabancı madde kalıntısı:** Oluşma nedeni olarak iş parçası yüzeyindeki yabancı maddelerin, kaynak ısının etkisiyle kaynak metalinin altında kalması ya da dikiş boyunca yayılması gösterilir. Kaynak öncesi, dikiş çekilecek yüzeyin mekaniksel ya da kimyasal yöntemler ile temizlenmesi gerekir. Yabancı madde kalıntıları kaynak dikişinde, gaz boşlukları gibi etki bırakır. Düzgün sıralar takip eden yabancı madde kalıntıları, kaynaklı birleştirmenin dayanımını etkilediği gibi birleşmenin hasarlı olmasına neden olur. Yabancı madde kalıntılarının olduğu dikişlerin yenilenmesi gerekir.

Aşağıdaki kurallara uyulduğu takdirde, kaynak dikişinde görülecek yabancı madde kalıntılarının önüne geçmek mümkündür.

1. Kaynak ağzı açısı doğru seçilmelidir.
2. Kaynak esnasında üflece uygun bir hareket verilmelidir.
3. Üfleç ile iş parçasındaki çalışma ve hareket açısı uygun seçilmelidir.

| UYGULAMA 2.7. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Oksi-Gaz Kaynağı ile Yatayda Küt Ek Kaynak Dikişi Çekme | |
| AMAÇ | Oksi-gaz kaynağında sola kaynak yöntemi ile yatayda küt ek kaynak dikişi çekmek | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçası (1,2 mm kalınlıkta DKP sac)
- Kollu makas
- Oksi-gaz kaynak seti
- İlave kaynak teli
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Zımpara

**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Oksi-gaz kaynak işlemleri ile ilgili kişisel koruyucu donanımı hazırlayınız. Yangına karşı güvenlik tedbirlerinizi alınız.

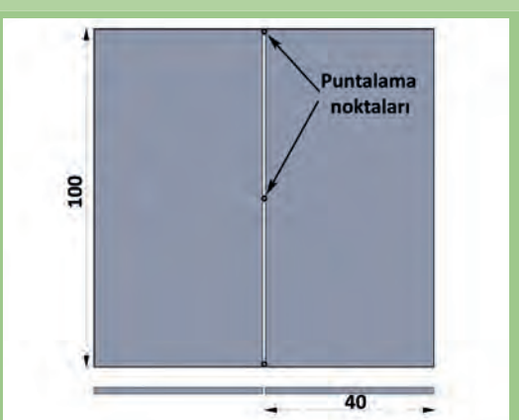
2) 100x50x1,2 mm ölçülerinde 2 adet DKP sac malzemeyi keserek temin ediniz.
**Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2. İstenilen Ölçüde Parça Kesme**

3) Kestiğiniz sac parça üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız. Markalama işlemlerini gerçekleştiriniz. Parçalardan birine okul numaranızı markalayınız.
**Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama Parçasının Hazırlanması**

4) Oksi-gaz kaynak setini ve kaynak masasını hazırlayınız.
Üflece 2 numaralı beki takınız.
Oksi-gaz kaynağında normal alev oluşturunuz.
**Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.1. Alev Ayarı Yapma**

5) Aşağıdaki işlem sırasını takip ediniz.

- İki parçayı aralarında parça kalınlığının yarısı kadar boşluk bırakarak uç noktalardan ve ortadan puntalayınız.
- Üfleç ucu dikey konumda ve parçaya 60°lik bir açı ile tutulmalıdır. Sol kaynak yöntemi uygulayınız. Parçanın sağından başlayarak sola doğru hareket ediniz. Üfleç ucu kaynak yönüne bakacak şekilde 60°lik açı ile konumlandırılır. İlave kaynak telini birleştirme noktası ile 30°lik açı ile tutunuz.
- Üfleci ilerletirken hafif şekilde aşağı yukarı hilal veya zikzak şeklinde hareket ettirerek kaynak banyosunun nüfuziyetini sağlayınız.
- Kaynağa başladığınız zamanki açınızı, doğrultunuzu ve hızınızı değiştirmeden kaynağı tamamlayınız.
- Kaynak dikişi sonuna doğru üfleç açısını parçaya yaklaşacak şekilde azaltınız. Bu durum, parça üzerinde aşırı ısınmayı önler.
- Kaynak sonunda parçada deforme varsa örs üzerinde çekiçle doğrultma yapınız.



**Şekil 2.12:** Küt ek kaynakta parçaların puntalanması


**Görsel 2.33:** Küt ek kaynakta birleştirme

6) Kaynak dikişlerini tel fırça ile temizleyip gözle kontrol ediniz.

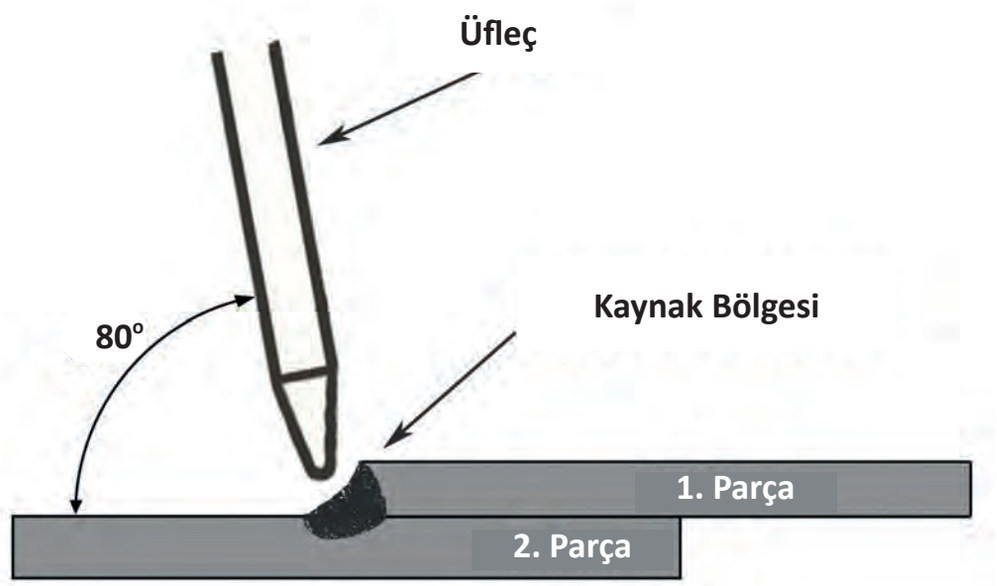
7) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

**3. Uygulama Değerlendirme**

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçasının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 10 | |
| 3 | Uygulama parçasının doğru olarak markalanması | 10 | |
| 4 | Oksi-gaz kaynak gaz basınçlarının doğru ayarlanması | 10 | |
| 5 | Uygulama parçalarının hizalı puntalanması | 10 | |
| 6 | Oksi-gaz kaynağı ile küt ek kaynak işleminin yapılması | 35 | |
| 7 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 8 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz ve düzenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 2.5. BİNDİRME KAYNAĞI

**Bindirme kaynağı**, parçalardan birinin kenarı ile diğer parçanın bir yüzeyinin kaynatılarak birleştirilmesidir. Bu kaynak yama kaynağı olarak da adlandırılır. Şekil 2.13'te bindirme kaynağı uygulaması görülmektedir.

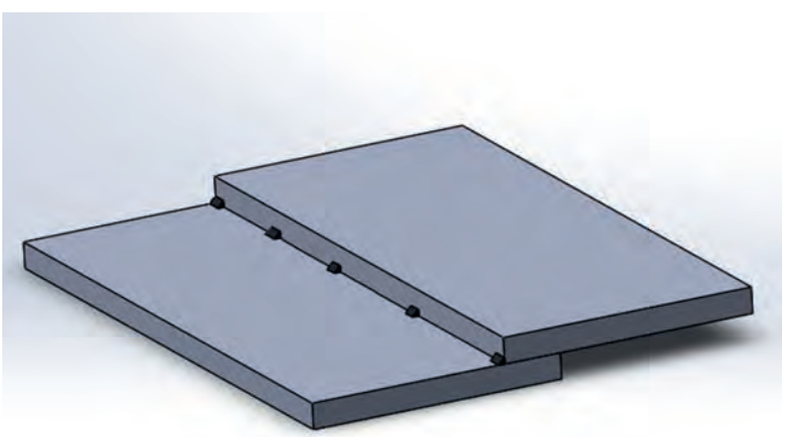



**Şekil 2.13:** Bindirme kaynağı

### 2.5.1. Bindirme Kaynağı Uygulama Teknikleri

Bindirme kaynağında sol kaynak tercih edilir. Üfleç bindirme kaynağında dik açı ile değil, 80°lik açı ile tutulur. Üfleç ucu kaynak birleştirme noktasına 60-70°lik açı ile hizalanmalıdır. İlave kaynak teli 30°lik açı yapacak şekilde tutulur.

Kaynak sırasında parçaların hizalarında değişim olmaması için Görsel 2.34'te görüldüğü gibi puntalama işlemi yapılır.



**Görsel 2.34:** Parçaların birbirine puntalanması

### 2.5.2. Bindirme Kaynağı Hataları

Bindirme kaynağında sıklıkla karşılaşılan hata kenar yenmesidir. Kenar yenmeleri bindirme kaynağında oyuk ve çentik şeklinde, dikiş boyunca oluşabilecek bir hatadır. Kenar yenmesi hatasının oluş sebebi olarak yanlış üfleç hareketi, yetersiz bindirme ve uygun olmayan parça kalınlıkları gösterilebilir.

| UYGULAMA 2.8. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Oksi-Gaz Kaynağı ile Yatayda Bindirme Kaynak Dikişi Çekme | |
| AMAÇ | Oksi-gaz kaynağında sola kaynak yöntemi ile yatayda bindirme kaynak dikişi çekmek | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçası (1,2 mm kalınlıkta DKP sac)
- Kollu makas
- Oksi-gaz kaynak seti
- İlave kaynak teli
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Zımpara
- Ayarlı kaynakçı pensesi

**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Oksi-gaz kaynak işlemleri ile ilgili kişisel koruyucu donanımı hazırlayınız. Yangına karşı güvenlik tedbirlerinizi alınız.

2) 100x50x1,2 mm ölçülerinde 2 adet DKP sac malzemeyi keserek temin ediniz. **Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2. İstenilen Ölçüde Parça Kesme**

3) Kestiğiniz sac parça üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız. Markalama işlemlerini gerçekleştiriniz. Parçalardan birine okul numaranızı markalayınız. **Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama parçasının hazırlanması**

4) Oksi-gaz kaynak setini ve kaynak masasını hazırlayınız. Üflece 2 numaralı beki takınız. Oksi-gaz kaynağında normal alev oluşturunuz. **Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.1. Alev Ayarı Yapma**

5) Aşağıdaki işlem sırasını takip ediniz.

- A parçasını B parçası üzerine, kenarı çizilen çizgiye hizalanacak şekilde yerleştiriniz. Ayarlı kaynakçı pensesi ile parçaları aralarında boşluk kalmayacak şekilde sabitleyiniz.
- Bindirme bölgesini baştan, ortadan ve sondan olmak üzere üç noktadan puntalayınız. Ayarlı kaynakçı pensesini alınız.
- Üfleç ucu 80°'lik konumda ve parçaya 60°'lik bir açı ile tutulmalıdır. Sol kaynak yöntemi uygulayınız. Parçanın sağından başlayarak sola doğru hareket ediniz. Üfleç ucunu kaynak yönüne bakacak şekilde 60°'lik açı ile konumlandırınız. İlave kaynak telini birleştirme noktası ile 30°'lik açı ile tutunuz.Kaynağa başladığınız zamanki açınızı, doğrultunuzu ve hızınızı değiştirmeden kaynağı tamamlayınız.
- Üfleci ilerletirken hafif şekilde aşağı yukarı hilal veya zikzak şeklinde hareket ettirerek kaynak banyosunun nüfuziyetini sağlayınız. Kaynak sonunda parçada deforme varsa örs üzerinde çekiçle doğrultma yapınız.



**Görsel 2.35:** Bindirme işleminde ayarlı pense kullanımı

- Kaynağa başladığınız zamanki açınızı, doğrultunuzu ve hızınızı değiştirmeden kaynağı tamamlayınız.
- Kaynak dikişi sonuna doğru üfleç açısını azaltarak parçaya doğru yaklaştırınız. Bu durum, parça üzerinde aşırı ısınmayı önler.
- Kaynak sonunda parçada deforme varsa örs üzerinde çekiçle doğrultma yapınız.



**Görsel 2.36:** Bindirme kaynak uygulaması

6) Kaynak dikişlerini tel fırça ile temizleyip gözle kontrol ediniz.

7) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçasının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 10 | |
| 3 | Uygulama parçasının doğru olarak markalanması | 10 | |
| 4 | Oksi-gaz kaynak gaz basınçlarının doğru ayarlanması | 10 | |
| 5 | Uygulama parçalarının doğru bir şekilde puntalanması | 10 | |
| 6 | Oksi-gaz kaynağı ile telli dikiş çekme işleminin yapılması | 35 | |
| 7 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 8 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz ve düzenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 2.6. ELEKTRİK ARK KAYNAĞI

Elektrik ark kaynağı, metal ergitme kaynaklarından biridir. Gereci, yalnız sıcaklığın tesiriyle bölgesel olarak (sınırlandırılmış bir kısmını) ergitip, bir ilâve metal katarak ya da katmadan gerçekleştirildiği için ergitme kaynağı kapsamı içinde ele alınmaktadır. Tüm bu bilgiler doğrultusunda elektrik ark kaynağının tanımı şu şekilde yapılabilir:

Kaynaklı birleştirme için gerekli ısının, elektrotlar arasında oluşturulduğu ve ark yardımıyla sağlandığı ergitme kaynak türüne, elektrik ark kaynağı adı verilir.



**Görsel 2.37:** Elektrik ark kaynağı

### 2.6.1. Elektrik Ark Kaynak Donanımları

Ark kaynağı tüm yalınlığına rağmen, bir dizi işlem basamağını ve ekipmanın kullanılmasını gerektirmektedir. Ekipmanları, "temel elemanlar ve yardımcı elemanlar" olarak iki ana grupta toplamak mümkündür. Temel elemanlar içerisine, kaynak makineleri, pens ve şaseleri, maske ve camları, kablolar ve elektrotlar girmektedir. Yardımcı elemanlar olarak ise kaynak masası, önlük ve eldiven, kaynak çekici, tel fırça, pens sehpası, paravanlar ve havalandırma işlemlerinde kullanılan aspiratör ve vantilatör sayılabilir. Görsel 2.38'de elektrik ark kaynağında kullanılan donanımlar görülmektedir.



**Görsel 2.38:** Elektrik ark kaynağı donanımları

İŞ GÜVENLİĞİ

Kaynak makinelerinde **boşta çalışma gerilimi** adı verilen bir kavram vardır. Bu kavram, makinenin kaynak yapmaya hazır olduğu halde kaynak yapılmadığı zaman kabloların bağlandığı noktalar arasındaki gerilimdir. Boşta çalışma gerilimi olarak açıklanan değer en fazla 70 volttur. İnsan vücudunun elektrik enerjisinden olumsuz etkilenme sınırının bir miktar üzerinde olan bu değer nedeniyle transformatörlerin kullanılma yerleri kısıtlanmıştır. Özellikle her yanı çelik kaplı yerler bu sınırlama içerisindedir. Bu nedenle kaynak transformatörlerinin kazanların, kapların, kapalı kirişlerin ve büyük korunakların içerisinde kullanılmasına izin verilmez. Söz konusu kapalı alanlarda kullanılacak kaynak transformatörlerinin boşta çalışma geriliminin 52 voltu aşmaması zorunludur. Her tarafı çelik kaplı olmayan yerlerde sıradan transformatörlerle kaynak yapılması tehlikesizdir.

#### 2.6.1.1. Kaynak Makineleri

Elektrik akımı bir elektron hareketidir. Elektronlar uygun ortamlar sağlandığı takdirde, çok oldukları yönden az oldukları ya da hiç olmadıkları yöne doğru ilerler. Bu genel bir elektrik kuralıdır ve elektronlar (-) kutup olarak adlandırılan katottan, (+) kutup olarak adlandırılan anoda doğru hareket eder. Elektronların bu hareketine **elektrik akımı** adı verilir. Ayrıca + ve - kutuplar arasında elektronları harekete geçiren bir elektron fazlalığı vardır. Buna da **gerilim** adı verilmektedir.

Elektrik akımı tek başına elektrik ark kaynağı için yeterli değildir. Çünkü günlük yaşantıda ve endüstride başka amaçlar için kullanılan elektrik enerjisi, elektrik ark kaynağında aşağıda sıralanan olumsuzluklara yol açar:

- Şebeke gerilimi olan 220 ya da 380 volt, kaynak işlemi için çok yüksektir.
- Bu gerilimin doğrudan kaynak işleminde kullanılması, öldürücü etkisinden dolayı tehlikelidir.
- Bu gerilim ile kaynak arkı oluşturulduğu takdirde elektrot ucundan iş parçasına elektron geçişleri esnasında patlamalar ve etrafa metal sıçramaları tehlikeli biçimde artar.

Tüm bunların nedeni, elektrik şebekesinden geçen elektrik enerjisinin gerilimin yüksek, şiddetinin düşük olmasıdır. Oysa elektrik ark kaynağı yapılabilmesi için gerilimin düşük (25-55 volt), şiddetinin yüksek (10-600 amper) olması istenir. Bu nedenle, elektrik akımının kaynak makineleri adı verilen gerilim üreteçleri tarafından, uygun bir elektrik arkı oluşacak şekle dönüştürülmesi gerekir. Kaynak makineleri elektrik akımının geçtiği elektrik tesisatından/şebekesinden aldıkları elektrik enerjisini, kaynak arkını sürekli kılacak gerilim ve şiddete dönüştürerek kaynak akımını sağlar. Bunu yaparken de ya elektrik şebekesinden aldıkları alternatif akımdan yararlanır ya da kendi donanımlarında bulunan ekipman yardımıyla, alternatif akımı doğru akıma dönüştürür. Ark kaynağını hem alternatif akımla hem de doğru akımla yapmak mümkündür. Dolayısıyla kaynak makineleri,

1. Doğru akım veren kaynak makineleri,
2. Alternatif akım veren kaynak makineleri olarak sınıflandırılır.

Doğru akım veren kaynak makineleri olarak kaynak jeneratörleri ve kaynak redresörleri kullanılmaktadır. Alternatif akım veren makineler ise transformatör olarak anılır. Her iki grupta toplanan makinelerin, birbirlerine göre üstünlükleri vardır. İlk satın alma maliyeti açısından alternatif akımla çalışan makinelerin tartışılmaz üstünlükleri olması, bu tür makinelerin her gövde atölyesinde bulunmasını sağlamaktadır.

### Kaynak Redresörleri

Elektrik şebekesinde bulunan elektrik akımının türü alternatif akımdır. Redresörler alternatif akımı doğru akıma çevirir. Bu yönleriyle jeneratörlere benzetilebilir. Ancak jeneratörler gibi dairesel hareket yapan organları olmadığı için sessiz çalışır ve jeneratörlere nazaran daha az masraflı makinelerdir.

Görsel 2.39'da kaynak redresörü, Görsel 2.40'ta jeneratör kaynak makinesi görülmektedir.



**Görsel 2.39:** Kaynak redresörü



**Görsel 2.40:** Jeneratör kaynak makinesi

### Kaynak Transformatörleri

Alternatif akım veren kaynak makinelerine **transformatör** ya da kısa adıyla **kaynak trafosu** adı verilmektedir. Alternatif akımı doğru akıma çevirme gibi bir özellikleri yoktur. Sadece şebekeden aldıkları akımı kaynak yapılabilecek niteliklere dönüştürür. Bu yönleriyle oldukça yalın makinelerdir. Görsel 2.41'de transformatör kaynak makinesi görülmektedir.



**Görsel 2.41:** Transformatör kaynak makinesi

### İnvertör Kaynak Makineleri

İnvertörlü ark kaynağı güç üniteleri uluslararası pazarda 1980'lerde ortaya çıkan bir teknolojidir. 50-60 Hz frekans makinedeki elektronik devre tarafından 20 kHz ve üzeri yüksek frekansa dönüştürülür ve daha sonra gerilim düşürülerek dalgalı akım (AC), doğru akıma (DC) çevrilir. İnvertör teknolojisi sayesinde kaynak makinesinin boyutu ve ağırlığı önemli ölçüde azaltılmış ve verimliliği %30 artmıştır. Kararlı ark oluşumu, güvenirlik, hafiflik ve enerji tasarrufu gibi konular bu makinelerin en önemli özelliklerindendir. Görsel 2.42'de invertör kaynak makinesi görülmektedir.



**Görsel 2.42:** İnvertör kaynak makinesi

### 2.6.1.2. Kaynak Pens ve Şasesi

Kaynak için gerekli olan arkın oluşabilmesi, elektrik akımının elektroda, oradan da iş parçasına iletilmesini gerektirir. Makinelerin ürettiği kaynak akımı, kaynak kabloları aracılığıyla elektroda iletilir. Üretilen elektrik akımının kaynak elektroduna iletilmesi, buradan da iş parçasına yönlendirilmesi kaynak işleminin ana prensibini oluşturur. İş parçası üzerinde ark oluşturarak görevini yerine getiren kaynak akımı, yine kablolar aracılığıyla kaynak makinesine geri döner. Gerek elektrodun kavranması gerekse kaynak dikişinin istenilen şekilde biçimlendirilmesi için kaynak pensi adı verilen aparatlara ihtiyaç vardır. Pensler değişik biçimlerde üretilmektedir. Görsel 2.43'te kaynak pens ve şasesi ile bağlantı kabloları görülmektedir.



**Görsel 2.43:** Kaynak bağlantı kabloları

Kaynak pensleri, özellikle elle yapılan elektrik ark kaynağında, kaynakçının el ile kavrayabileceği biçime sahiptir. Elektrot, kaynak pensine çıplak olan ucundan takılır. Bir mandal prensibiyle çalışan pensin ağzı, elektrodu istenilen açıda sıkıca tutabilecek biçimde tasarlanmıştır. Pensler yüksek bir iletkenliğe sahip, aynı zamanda kaynak esnasında meydana gelen yüksek sıcaklığa dayanıklı metalik özelliklere sahip gereçler kullanılarak üretilir. Pensin kaynakçı tarafından el ile tutulan kısımları iyi derecede yalıtılmıştır (Görsel 2.44).



**Görsel 2.44:** Kaynak pens (altta) ve şasesi (üstte)

Kaynak arkının, dolayısıyla da ergimenin oluşabilmesi için kaynak makinesinde üretilen akımın pensten elektroda, buradan iş parçasına, sonra da kaynak makinesine iletilmesi gerekmektedir. İş parçasıyla kaynak makinesi arasındaki akım iletimi kaynak kablolarıyla sağlanır. Bu kabloya **topraklama kablosu** adı verilmekte olup iş parçasına temasının sağlanmasında, **şase** adı verilen aparatlardan yararlanılmaktadır.

### 2.6.1.3. Kaynak Maskeleri ve Camı

Kaynak esnasında gözlerin zararlı ışınlardan korunması için kaynak arkına renkli koruyucu camlar ile bakılması zorunludur. Kaliteli koruyucu camlar; gözleri görünen ışınlardan koruduğu gibi hemen hemen bütün ultraviyole ışınları da emer. Kullanılacak camların önceden kontrol edilmesi ve kalitesinin onaylanması gerekmektedir. Elektrik ark kaynağında kullanılan camlar, maskelere uyum sağlayabilmeleri için 60x110 mm ölçülerinde üretilir. Kaynak esnasında sıçramaların cama zarar vermemesi ve kırılmalarını engellemek için camlar iki adi cam arasına konularak maskeye takılır.

Camların korunması ve kullanılmasının kolaylaştırılması için **maske** adı verilen kaynak temel elemanına ihtiyaç vardır. Koruyucu camları ile gözleri koruduğu gibi zararlı ışınların kaynakçının yüzünde olumsuz etkiler bırakmasına da engel olan maskeler, ışınların yüz derisini yakmasını da önler. Maskeler el ya da kask türünde olabilir. Görsel 2.45'te bu tür maskeler görülmektedir.

Elektrik ark kaynağında kullanılacak en ideal maske ve camlar normal ışıkta renksiz şeffaf cam, ark ışığında koyu cam özelliğini alabilen yapıya sahip olanlardır. Yani ortamdaki ışık şiddetine bağlı olarak camın koyuluğu değişmektedir. Bu türdeki maskeler diğerlerine nazaran daha pahalı olmasına rağmen kaynak işleminin rahat bir şekilde ve kaynakçının gözünü yormadan gerçekleştirilmesine olanak tanımaktadır. Görsel 2.46'da otomatik kararan kaynak maskesi gösterilmiştir.



**Görsel 2.45:** Elle tutulan ve kask tipi kaynak maskeleri



**Görsel 2.46:** Otomatik kararan maske

### 2.6.1.4. Elektrotlar

Ark kaynağında kaynak bölgesinin doldurulması ve birleşmenin sağlanması için ek tele ihtiyaç vardır. Bu tel ayrıca kaynak sırasında meydana gelen ergime nedeniyle oluşan metal kayıplarını da telafi eder. Bu işlemlerin tümünü yerine getirecek olan elektrot adı verilen ve özel olarak ark kaynağı için üretilen, üzeri örtülü metal çubuktur. Görsel 2.47 ve 2.48'de kaynak elektrotları gösterilmiştir.



**Görsel 2.47:** Kaynak elektrotları



**Görsel 2.48:** Elektrot çekirdekleri

Bu tanımlamada geçen örtüden, elektrot çubuğu üzerine kaplanan ve kaynak metali üzerinde cüruf tabakası meydana getirerek kaynak metalini atmosfer tesirinden koruyan ve gerektiğinde alaşım elementlerini kaynak metaline geçiren madde anlaşılır. Elektrot çubuğu ise metalden yapılmış ve üzeri örtü ile kaplanmamış daire kesitli tel olarak tanımlanır.

Elektrotları, üç grup altında toplamak mümkün olmaktadır:

1. Kaynağın amacına göre
2. Kaynatılacak gerecin türüne göre
3. Ergiyip ergimediğine göre

Elektrik ark kaynağında elektrotlar; kesme, birleştirme ya da dolgu amacıyla kullanır. Birleştirme işleminde kullanılan elektrotların oluşturduğu kaynak metalinin yüksek dayanımlı, tok ve sünek olması istenir. Dolgu kaynağında kullanılan elektrot kaynak metalinin ise sert ve aşınmaya karşı dayanıklı olması beklenir. Çünkü dolgu kaynağı, aşınan yüzeylerin eski haline getirilmesinde kullanılmaktadır.



**Kaynak işlemi için elektrik arkını oluşturan ve aynı zamanda kendisi ergiyerek kaynak metalini meydana getiren üstü örtü ile kaplı metal çubuklara *elektrot* denir.**

Elektrik ark kaynağı, çelik ve alaşımlarının birleştirilmesinde çokça kullanılır. Ancak elektrotların kullanım alanları bununla sınırlı değildir. Diğer birçok metalin kaynaklı birleştirilmesi için de geliştirilmiş elektrot türlerinin bulunması, ikinci bir sınıflandırmayı gerektirir. Böylece elektrotlar, kullanıldıkları gereç cinsine göre sınıflandırılmış olur. Buna göre elektrot çeşitleri şunlardır:

1. Çeliklerin kaynağında kullanılan elektrotlar,
2. Dökme demirlerin kaynağında kullanılan elektrotlar,
3. Çelik alaşımlarının kaynağında kullanılan elektrotlar, (Bu gruba paslanmaz çelikler, ısıya, korozyona ve aşınmaya karşı dayanıklı çeliklerin kaynağında kullanılan elektrotlar girmektedir.)
4. Alüminyum ve alaşımlarının kaynağında kullanılan elektrotlar,
5. Bakır ve alaşımlarının kaynağında kullanılan elektrotlar,
6. Nikel ve alaşımlarının kaynağında kullanılan elektrotlar olarak sınıflandırılır.

Elektrotların diğer sınıflandırılması, elektrodun kaynak işlemi sırasında eriyip erimediğidir.

Çokça karşılaşılan elektrotlar, kaynak esnasında eriyerek kaynak alanına iç yapılarında bulunan metali ilâve eder ve bunlar eriyen elektrotlar olarak adlandırılır. Erimeyen elektrotlar ise kaynak işlemi sırasında kaynak dikişine ilave bir metal katkısında bulunmaz.

Elektrik ark kaynağında kullanılan, erimeyen elektrotlar; tungsten ya da karbondan yapılır ve yapıldıkları gerece göre adlandırılır. Özellikle karbon elektrotlarla oyuk açma ve kesme işlemlerinde karşılaşma olanağı vardır.

Eriyen elektrotlar ise hem ark oluşturma hem de eriyerek kaynak metali meydana getirme özellikleri yönünden, daha sık kullanılan bir gruptur.

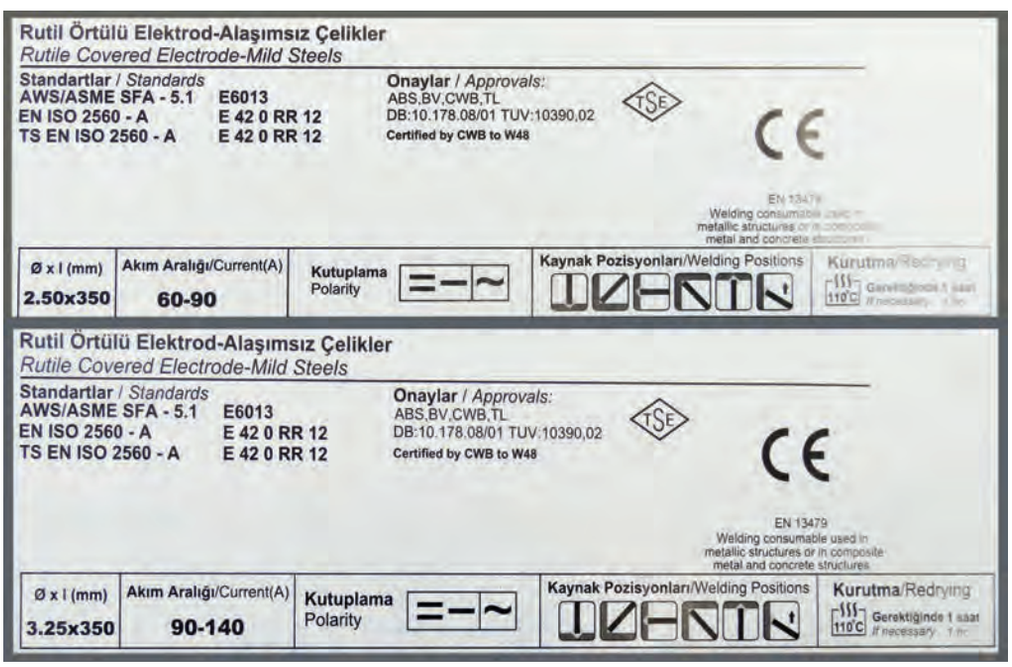
Eriyen elektrotlar da özlü ve örtülü olarak kendi aralarında sınıflanmaktadır.

Elektrik ark kaynağında en çok kullanılan elektrotlar, örtülü elektrot olarak adlandırılan gruptur. Örtülü elektrotlar çubuk şeklinde olup, ark sırasında eriyip kaynak metalini meydana getiren çıplak bir tel üzerine örtü maddesinin kaplanmasıyla üretilmektedir. Elektrodun kaynak pensine takılan kısmı tamamen çıplaktır. Diğer ucu ise arkın kolaylıkla oluşmasını sağlayacak yapıdadır.

Örtülü elektrotlar, örtülerinin içerdikleri ana bileşenlerinin türüne, cüruflarının asitlik ya da bazlık durumuna göre çeşitlenir:

1. Rutil elektrotlar
2. Asit elektrotlar
3. Oksit elektrotlar
4. Bazik elektrotlar
5. Selülozik elektrotlar
6. Demir tozlu elektrotlar
7. Derin nüfuziyet elektrotları

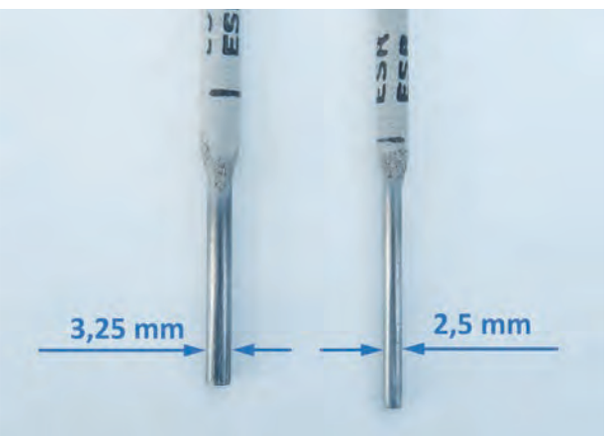
Bir elektroda ait tüm bilgiler, elektrot paketleri üzerindeki etiketlerde bulunmaktadır. Ancak bilgilerin çoğunun, eğitimli her kaynakçının anlayabileceği rakamsal ifadeler hâline dönüştürülmesi gerekmiştir. Görsel 2.49'da iki farklı çapta rutil elektrot etiketi görülmektedir. Bu etiketlerdeki en önemli bilgi, elektrodun kutuplama bilgisidir.




**Görsel 2.49:** Elektrot paketi etiketi

## 2.6.2. Kaynak Uygulama Teknikleri

Elektrik ark kaynak makineleri kapasitelerine göre 10-1200 amper arasında kaynak akımı sağlar. Kaynak işleminde kaynak akımının ayarlanması; iş kalitesinin iyi olması ve hataların önlenmesi için önemlidir. Kaynak akımının uygun olandan yüksek veya az ayarlanması; sıçramaların çoğalması, yanma oluklarının oluşumu, nüfuziyet sorunları, tutuşturma zorlukları, parçada istenmeyen deformasyonlar gibi birçok kaynak hatasına sebebiyet vermektedir.




**Görsel 2.50:** Elektrot çap ölçüleri

Kaynak akımının hesaplanmasında, kullanılan elektrodun örtü yapısı ve çapı esas alınmaktadır. Elektrot çapı, elektrodun penseye takıldığı örtüsüz, çıplak kısmını ifade eder. Görsel 2.50'de elektrot çapları görülmektedir.

Rutil örtülü elektrot kullanımında kaynak akımı için hesaplama işlemi elektrot çapının 40 ile çarpılması şeklindedir.

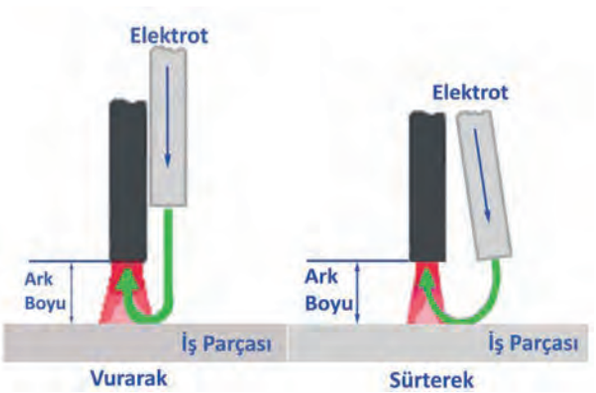
Kullanılan makine ve elektrot kalitesine göre hesaplanan kaynak akımı belli toleranslar dâhilinde azaltılıp çoğaltılabilir. Bu durum, kaynak teknisyeninin tecrübesi ile karar vereceği bir durumdur. Seçilen kaynak akımının yeterli olup olmadığını anlamak için aynı özellikte başka parça üzerinde deneme kaynak işlemi yapılması uygun olacaktır.

**Tablo 2.4:** Kaynak Akımının Hesaplanması

| Elektrot Çapı | Hesap işlemi | Kaynak Akımı |
|---|---|---|
| 2,5 mm | 2,5 x40 | 100 amper |
| 3,25 mm | 3,25x40 | 130 amper |

Çalışır durumdaki kaynak makinesinin pensine, elektrot çıplak ucundan takılır. Elektrodun diğer ucu, şasenin bağlı olduğu iş parçasına temas ettirilir. Böylece kaynak akımı elektrottan iş parçasına doğru geçer. Elektrot ile iş parçası arasında bir hava boşluğu ya da aralığın bulunması, arkın oluşması için ön koşuldur. Bu havanın da elektron akışına uygun olması gerekmektedir. Bu durum, elektrot ile iş parçası arasındaki çok dar hava ortamının ısıtılması olarak düşünülebilir. Elektrot ile iş parçası arasındaki dar hava alanı, çok kısa sürede ısınıp elektron iletimi için uygun hale gelir. Bu işleme **elektrodun yakılması** denir ve genel olarak iki türde uygulama ile sağlanır.

Birinci yöntem, elektrodun iş parçasına vurulmasıdır. Kaynak işleminin yapılacağı yerden yaklaşık 5 mm uzaklığa, elektrodun ucu ile vurulur. Vurma şiddeti, elektrot örtüsünün kırılmasına neden olmayacak biçimde olmalıdır. İkinci yöntemde ise kaynak ile kapanacak bir alana elektrodun ucu sürtülür. Sonra da aradaki havanın ısınması, dolayısıyla arkın oluşması sağlanır. Bu iki yöntemin uygulanışı, iş parçasının cinsine göre farklılık gösterebilir. Her cins metalin kaynağı ile ilgili bilgilerde, kaynak başlangıcının sürtülerek mi, yoksa vurularak mı yapılacağı belirlenmiştir. Şekil 2.14'te elektrot yakılış yöntemleri gösterilmiştir.




**Şekil 2.14:** Elektrot yakılışı

Her iki yöntemin de kaynak yapılacak alanda olması gerekir. Elektrodun yakılacağı yerin ilk etapta kaynak işleminin yapılacağı yer olması, iş parçasında kılcal çatlakların oluşması ihtimalîni en aza indirir.

Parçanın kaynakla ilgili olmayan bölgelerinde ark yanma izleri oluşması istenmeyen bir durumdur. Görsel 2.51'de parçada oluşan ark izi görülmektedir.

Elektrodun yakılışı çok kısa bir süre içerisinde gerçekleştirilir. Elde edilen ark, sonradan kaynağın başlangıç kısmına taşınır.

Ark oluşumundan sonra elektrot ile kaynak gölgesi arasında kalan mesafeye **ark boyu** adı verilir. Bu aralığın mümkün olduğunca sabit tutulması kaynak dikişi genişliği ve derinliği açısından etkilidir. Ark boyu yükseldikçe geniş ve düzgün olmayan kaynak dikişi oluşmaya başlar. Sıçramalar artar.



**Görsel 2.51:** Ark izi

Ark boyu kısaldıkça elektrodun parçaya yapışma riski artar. Ark boyu kullanılan elektrot tel çapı kadar tutulmalıdır. Sadece bazik tip elektrot kullanılıyorsa tel çapının yarısı kadar mesafede tutulur. Şekil 2.15'te ark boyu gösterilmiştir.



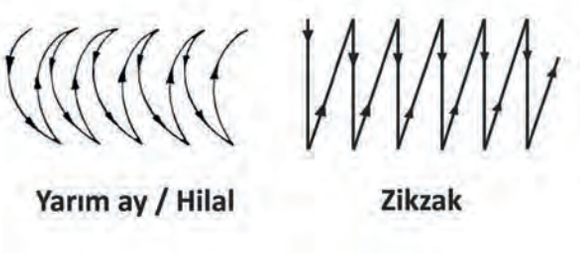

**Şekil 2.15:** Ark boyu

Arkın ilk başlangıcında meydana gelen kaynak metali, sıcaklığın etkisiyle akışkan bir hâldedir ve buna **kaynak banyosu** adı verilir. Elektrot iş parçasının üzerinde tutuşturulup, sürekli aynı yerde tutulursa kaynak banyosu gittikçe büyür ve çevreye yayılır. Elektrot, kaynak yönünde ilerletilirse kaynak banyosu da bu harekete uygun olarak ilerleyecektir. Kaynak banyosunun ölçülerini belirleme görevi kaynakçıya verilmiş olup onun inisiyatifinde gelişen işlemlerle biçiminde değişiklikler yapılabilir. Bir bakıma elektrot iş parçasının neresine tutulursa kaynak banyosu, dolayısıyla kaynak metali yığılması orada meydana gelecektir. Kaynakçı; iş parçasının konumuna, kaynak ağzı biçimine ve parça kalınlığına göre elektrodun parça üzerinde temas ettiği yerlerde değişiklik yapar. Kaynakçının yaptığı bu tarzdaki değişiklikler **elektrot hareketi** olarak tanımlanır. Elektrot hareketleriyle kaynak banyosunun biçimi, kaynak metalinin miktarı ayarlanabilir ve elektrot hareketi değişik işlemleri kapsar. Bu işlemlerden biri, elektrodun belli bir düzen içerisinde ilerletilmesi olup buna **kaynak hızı** adı verilir.

Kaynak hızının fazla olması ince kesitli ve nüfuziyeti az olan bir kaynak dikişine neden olur. Kaynak hızının gereğinden az olduğu durumlarda fazla metal yığılması ve nihayetinde çok yüksek kaynak dikişi meydana gelir.

Elektrodun kaynak sırasında ilerletilmesi sabit bir hızda olmalıdır. Aynı zamanda, yapılan kaynak pozisyonuna göre elektrot ucuna belli formlarda hareket verilmesi gereklidir. Parça kalınlığının ince olduğu durumlarda kaynak dikişinin dar olabilmesi için elektrot, salınım hareketi yaptırılmadan ilerletilir. Kaynak dikişinin geniş olması istenildiğinde elektrot ileri doğru ilerletilirken sağa ve sola doğru zikzak, yay ve hilal şeklinde hareket ettirilir. Elektrot salınım hareketleri kaynağın pozisyonuna göre (yatay, dikey, tavan gibi) farklılık gösterir. Şekil 2.16'da yatay kaynak pozisyonunda kullanılan elektrot hareketleri gösterilmektedir.

Kaynak bitiminde elektrot hızlıca kaynak bölgesinden çekilirse krater oluşması tehlikesi vardır. Bunu engellemek için kaynak sonunda elektrot tam dik pozisyona alınıp, 2-3 mm geri dönülerek kaynak bölgesinden çekilmelidir ya da kaynak dikişinin sonuna doğru elektrot ilerleme hızı yavaşlatılıp, bir miktar bekletilerek elektrot çekilir.



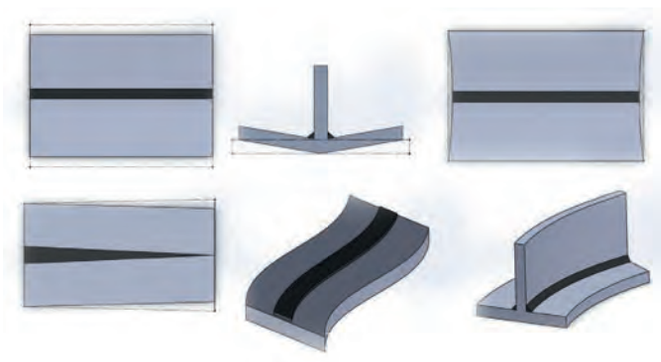

**Şekil 2.16:** Elektrot hareketleri

### 2.6.3. Kaynak Etkisi ile Malzemede Meydana Gelen Fiziksel ve Kimyasal Değişimleri

Kaynaklı birleştirmelerde çarpılma ve kendini çekme gibi sorunlarla karşılaşılabilir. Kaynak yapılan ve ısıdan etkilenen bölge olarak bilinen alan, arkın ortaya çıkardığı sıcaklık nedeniyle önce genleşmeye daha sonra da büzülmeye çalışacaktır. Bu, bir fizik kuralıdır. Genel olarak kaynaklı birleştirmelerde karşılaşılan biçim değiştirmeleri şunlardır:

- Enine çekme
- Boyuna çekme
- Açısal çarpılma
- Kalınlık çekmesidir

Enine çekme, iş parçasında kaynak dikişine dik eksen boyunca ortaya çıkan kendini çekmedir. Kaynak arkının sıcaklığıyla karşılaşan iş parçası, ağız aralığını daraltır. Ayrıca kaynak banyosunun katılaşmasının ve soğumasının sonucunda ortaya çıkan kendini çekmenin de etkisiyle, enine çekme ortaya çıkar. Bu çekmenin %90 ilâ %95'i iş parçasının ısıl uzaması, %5 ilâ 10'u da kaynak metalinin kendini çekmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Enine çekmenin boyutları, kaynak ısısından etkilenen bölgeye verilen ısı miktarına, ortalama ağız genişliğine ve dikiş boyuna bağlı olarak değişir. Görsel 2.52'de kaynak etkisi ile malzemede oluşan etkiler görülmektedir.



**Görsel 2.52:** Kaynak etkisiyle malzemede oluşan değişimler

Boyuna çekme, iş parçasının kaynak dikişi yönündeki ekseni boyunca kendini çekmesidir. Kaynak yapılan parçayı bir bütün olarak kabul etmek gerekir. Diğer yandan bu bütünlük içerisinde bir bölgenin, yani kaynak bölgesin, ergimesinin sağlanması için ısıtılması diğer bölgelerin bu sıcaklığa ulaşması anlamını taşımaz. Dolayısıyla parçanın bir bölgesi sıcaklık karşısında genleşirken, kaynaktan uzaklaştıkça parçanın diğer kısımları daha soğuk olur. Kaynak yerinin ark ile ısıtılması sırasında bu bölgelerde ergime meydana gelirken komşu bölgeler de genleşmeye çalışır. Ancak daha dış kısımlarda kalan bölgeler, bu bölgelere göre daha soğuk olduklarından, bu genleşmeye izin vermez. Tüm bunlar bir araya geldiğinde kaynak bölgesinde plastik bir yığılma ve boyuna çekme meydana gelir.

Açısal çekme, enine çekmenin değişik bir şeklidir. Açısal çekmede parça, kaynağa başlamadan önceki konumuna göre bir a açısı meydana getirir. Ortaya çıkan açısal çarpılmanın büyüklüğü; kaynak ağzının şekline, dikişlerin miktarına, sırasına ve parça kalınlığına bağlı olarak değişir.

Elektrik ark kaynağı ergitme kaynağıdır. Bu nedenle kaynak esnasında iş parçası ergir. Ergime metalin kimyasal yapısında değişikliklere yol açar. Isı, metalin yapısındaki elementlerin buharlaşmasına yol açabileceği gibi sertlik gibi metalik özelliklerini de değiştirebilir. Bu değişiklikler önlenemez hasarlar değildir. Elektrot teknolojisinde meydana gelen gelişmeler bu tür hasarlara engel olmaktadır. Elektrotların teknolojik gelişimleri kaynak esnasında buharlaşan elementlerin yerine konmasına olanak tanımaktadır. Diğer yandan kaynak sonrası yapılacak ısıl işlemler (yavaş soğutma, fırında soğutma vb.) sertlik sorunlarını ortadan kaldırır.

### 2.6.4. İş Parçasını ve Gereçleri Kaynağa Hazır Hale Getirme

Kaynaklı birleştirmenin ilk basamağı, parçaların kaynağa hazırlanmasıdır. Kaynak işlemi bundan başlayarak bir dizi işlem basamağını gerektirir. Her işlem basamağı da üzerinde özenle durulması gereken kısımlardan meydana gelmektedir. Çünkü her işlem basamağının ayrı bir önemi olup bu basamaklardan birinde yapılacak hata, bir silsileyi takip ederek diğer işlem basamaklarına da yansıyacaktır.

Elektrik ark kaynağı ile yapılan birleştirmelerde aranılan ön koşul, birleştirmenin istenilen düzeyde sağlam olmasıdır. Bir kaynak dikişinin sağlamlığını belirleyen belli değerler vardır. Kaynak metalinin, yani kaynak dikişinin iş parçasıyla aynı özellikte oluşması ilk olarak sayılabilecek değer olarak ortaya çıkar. Bu, elektrot seçimiyle sağlanır. Bir diğer aranan özellik birleşmenin derinliği olarak gösterilmektedir. Derinlikten kast edilen, dikişin iş parçasına ne oranda işlediğidir.

Görsel 2.53'te kaynak bölgesindeki nüfuziyet gösterilmektedir. Bu değerde, kaynak esnasında sıcaklığın arttırılmasıyla ancak bir bölüme kadar sağlanabilir. Kesitleri ince parçalarda bu tür sorunlar ortaya çıkmaz. Arkın meydana getirdiği sıcaklık, dikiş metalinin derinliğinin istenilen düzeyde olmasını sağlar. Bilgi ve beceriye sahip eğitimli bir kaynakçı, 1,5 mm kalınlığa sahip çelik sacları elektrik ark kaynağıyla birleştirebilir. Diğer yandan iki tarafının da kaynatılması kaydıyla, 8 mm kalınlığa kadar çelik saclar kaynak ağzı açılmadan birleştirilebilir.



**Görsel 2.53:** Nüfuziyet

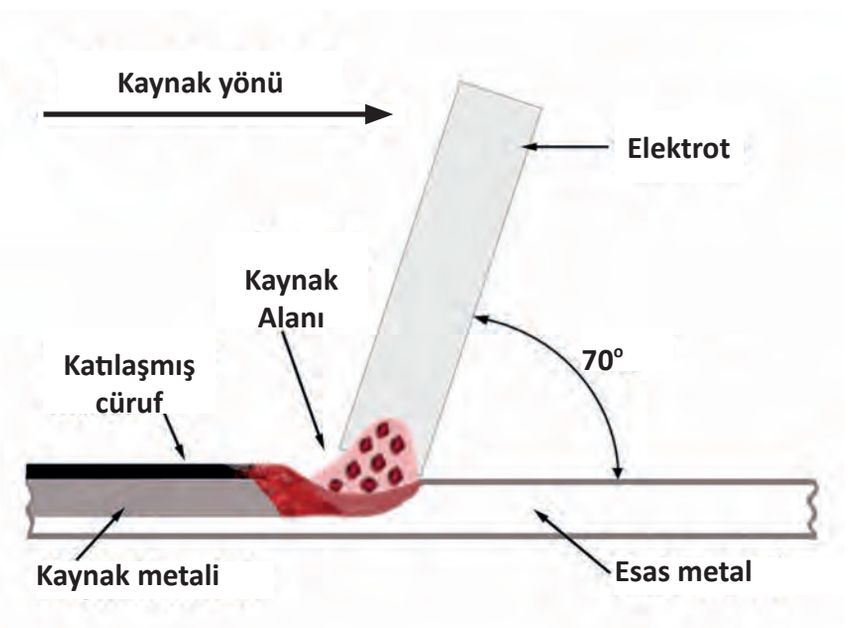
Kaynak işleminin başarılı bir şekilde sonuçlanabilmesi için dikiş ilerledikçe iş parçası kenarlarının birbirlerine göre durumlarında bir değişiklik meydana gelmemesi gerekmektedir. Diğer yandan birleştirilmesi yapılacak parçaların arasındaki mesafenin de hep aynı kalması, dikişin iyi bir birleştirme oluşturabilmesi için önemlidir.

İş parçasında biçim değişikliklerinin engellenmesinin pratik yollarından biri, puntalama olarak adlandırılan ve parçanın kısa ama aralıklı dikişler ile sabitlenmesidir.

### 2.6.5. Yatayda Sağ Dikiş Çekme Tekniği

Kaynak dikişinin en rahat ve düzgün olarak biçimlendirildiği konum, iş parçasının yere paralel yatırılarak, yapılan konum olup yatay kaynak adıyla anılır. Kaynak işlemine soldan başlanarak sağa doğru devam edilir ve kaynak banyosu soldan sağa doğru akar. Böylece yatayda sağ kaynak çekilmiş olur. Yatay konumda kaynak yapılırken iş parçasının kalınlığı ince olmasından dolayı aralık fazla değil ise elektrot salınım hareketi yaptırılmadan çekilir. Kast edilen hareket elektrodun belirlenen bir hızda kaynak yönünde ilerletilmesidir. Böylece dar dikişler elde edilir. Bu uygulama, kök dikişi olarak adlandırılan ve üzerine esas birleştirme (kapak) dikişinin çekileceği kaynaklar için de geçerlidir.

Yatay konumda kalın iş parçalarına dikiş çekilirken kaynak metalinin istenilen biçimde sağlanması için değişik hareketler yaptırmak mümkündür. Genel olarak bu hareketler zikzak şeklindedir. Böylece dikişin genişliği istenilen oranda ayarlanır. Şekil 2.17'de yatayda sağ kaynak yöntemi gösterilmektedir.




**Şekil 2.17:** Yatayda sağ kaynak yöntemi

| UYGULAMA 2.9. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Elektrik Ark Kaynağı ile Yatayda Sağ Dikiş Çekme | |
| AMAÇ | Elektrik ark kaynağı ile yatayda sağ kaynak dikişi çekmek | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçası (120x50x5 mm ölçüsünde lama)
- Elektrik ark kaynak donanımı
- Rutil kaynak elektrodu (Ø 2.5 mm)
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Zımpara
- Ayarlı kaynakçı pensesi

**2. İşlem Basamakları**

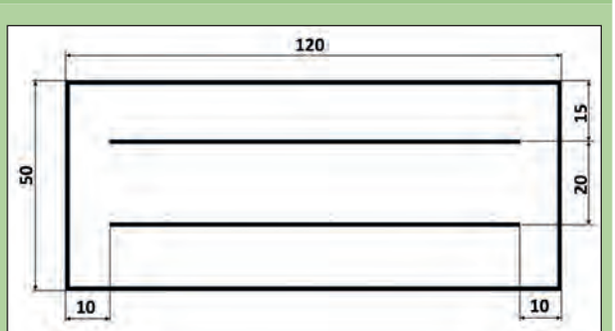
1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız. Özellikle kaynak maskesi ve duman emiş sistemlerini kullanınız. Yangına karşı güvenlik tedbirlerinizi alınız.

2) 120 mm boyunda 50x5 mm ölçülerinde çelik lama malzemeyi temin ediniz.

3) Kestiğiniz sac parça üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız. Markalama işlemlerini gerçekleştiriniz. Parçalardan birine okul numaranızı markalayınız.

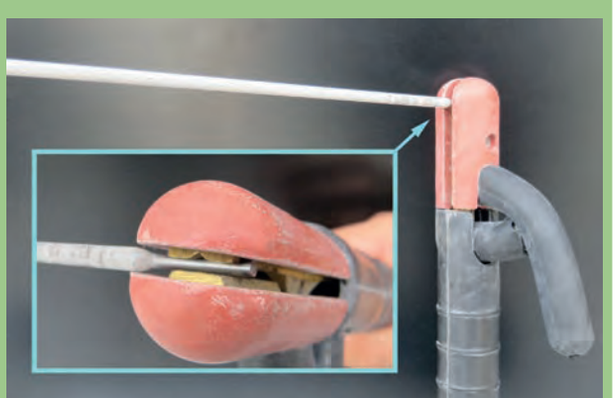
**Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama Parçasının Hazırlanması**

4) Şekil 2.18'de görülen çizgileri markalama takımlarını kullanarak uygulama parçası üzerine çiziniz.




**Şekil 2.18:** Parçanın hazırlanışı

5) Elektrik ark kaynak makinesini ve avadanlıklarını hazırlayınız. Kaynak pensine 2,5'lik rutil elektrodu kanal içine gelecek şekilde yerleştiriniz. Kaynak makinesinde uygun kaynak akımı için uygun amper değerini ayarlayınız.



**Görsel 2.54:** Kaynak pensine elektrot takılışı

6) Aşağıdaki işlem sırasını takip ediniz.

- İlk elektrot yakışını parçanın çizgi olmayan bir kısmında yapınız. Bindirme bölgesini baştan, ortadan ve sondan olmak üzere üç noktadan puntalayınız. Ayarlı kaynakçı pensesini alınız.
- Kaynak işlemine iş parçasının solundan başlayınız ve çizdiğiniz çizgileri takip ederek dikişleri tamamlayınız.
- Her dikiş sonunda örtü maddesi ve sıçramadan meydana gelen artıkları kaynak çekici ve tel fırça yardımıyla temizleyiniz.
- Kaynak işlemini tüm çizgiler üzerinde uygulayınız.
- Kaynağı tamamlandıktan sonra yüzeyde kalan örtü maddesi artıklarını temizleyip dikişi gözle kontrol ediniz.



**Görsel 2.55:** Kaynak çekici ile cüruf temizliği



**Görsel 2.56:** Temizlenmiş kaynak dikişi

7) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

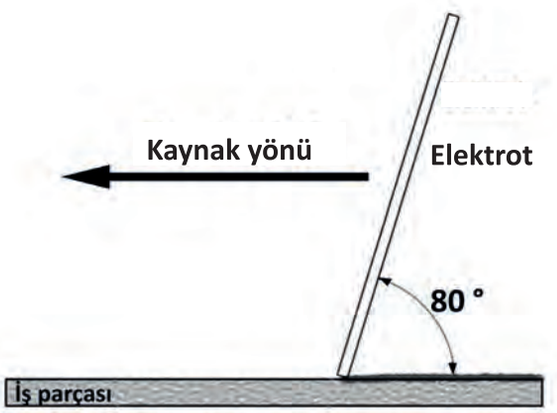
| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçasının temizlenmesi ve markalanması | 10 | |
| 3 | Elektrik ark kaynak makinesi ayarlarının doğru yapılması | 10 | |
| 4 | Elektrodun doğru seçimi ve kaynak pensine takılışı | 10 | |
| 5 | Elektrik ark kaynağı ile yatayda sağ dikiş çekme işleminin yapılması | 40 | |
| 6 | Cüruf ve artıkların temizlenmesi | 5 | |
| 7 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 8 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz ve düzenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 2.7. YATAYDA SOL DİKİŞ ÇEKME

Elektrik ark kaynağında sol kaynak uygulaması zorunlu olmadıkça tercih edilen bir yöntem değildir. Sol kaynak uygulamasında kaynak banyosunun kontrolü zorlaşır. Ayrıca cüruf kaynak banyosunu kaplamada yetersiz kalır.

### 2.7.1. Elektrik Ark Kaynağında Yatayda Sola Dikiş Çekme Teknikleri

Elektroda kaynak yapılacak parça ile 80°lik açı verilir. Elektrotla parça arasındaki mesafe azaltılır. Elektrot hareketleri olarak hafif zikzak ve hilal şekilleri tercih edilmelidir. Şekil 2.19'da sola kaynak yönteminin uygulanışı görülmektedir.




**Şekil 2.19:** Sola kaynak yöntemi

### 2.7.2. Elektrik Ark Kaynağı Hataları

Elektrik ark kaynağında kaynak kalitesi; ark uzunluğu, elektrot açısı ve kaynak hızının ayarlanmasına bağlıdır. Bunlara dikkat edilmediğinde kaynak banyosunun kontrolü zorlaşır ve kaynak dikişinde bozulma meydana gelir. Elektrik ark kaynağında meydana gelebilecek muhtemel hataları çeşitli madde başlıkları altında incelemek gereklidir.

**Ark Üflemesi:** Kaynak arkında meydana gelen kontrolsüz sapmalara ve yön değiştirmelere ark üflemesi adı verilir.

İstenmeyen şekilde oluşan manyetik alanlar ark yönüne etki edebilmektedir. Ark üflemesi sonucu kaynak arkını kontrol etmek zorlaşır. Cüruf, kaynak arkı ile karışmaya başlar. Bu nedenle kaynak dikişi içerisinde cüruf kalıntısı gözlenir. Kaynak dikişi hizasında sapmalar oluşur. Kaynak nüfuziyeti az olur, birleşme zayıf kalır.

Ark üflemesinin başka bir nedeni de kullanılan elektrotta çekirdeğin tam merkezde olmayıp bir kenara yakın olmasından dolayı oluşan akımın da bir tarafa doğru meyletmesidir. Bu nedenle kaynak pensine takılmadan önce elektrot üst kısımdan bakılarak, çekirdeğin merkezli olup olmadığı kontrol edilmelidir.

Ark üflemesini engellemek için şunlara dikkat edilmelidir:

- Ark boyunu kısa tutmaya,
- Elektrot açısını değiştirmeye,
- Şaseyi kaynak bölgesinden uzak bir alana bağlamaya,
- Parça büyük boyutlu ise iki şase maşası kullanmaya.

**Sıçramalar:** Kaynak akımının fazla ayarlanması, ark boyunun yüksek tutulması, elektrot kutuplamasının yanlış yapılması gibi başlıca sebepler nedeniyle kaynak sırasında sıçramalar fazla olmaktadır. Sıçramalar sonucunda etrafa yayılan ergimiş metal parçaları, parçanın çeşitli yerlerine yapışarak ilave temizlik işlemi çıkarır. Kaynakçının kaynak konforunu da olumsuz olarak etkiler.

**Parçada Çarpılma, Bükülme ve Gerginlikler:** Kaynak başlangıcında puntalamanın yapılmaması veya yetersiz olması, gereğinden ince elektrot kullanımı yüzünden fazla ısı girdisi oluşması gibi nedenlerden dolayı parça üzerinde çarpılmalar oluşur. Puntalamanın kaynaklı birleştirme alanı boyunca sabit aralıklar ile yapılması ve uygun elektrot çapı seçimi ile bu hata düzeltilir.

**Yanma Oluğu:** Kaynak dikişinin kenarlarında meydana gelen hafif çöküntülerdir. Kaynak akımının fazla olması, ark boyunun yüksek tutulması, gereğinden büyük çapta elektrot kullanımı ve düşük kaynak hızı bu hatanın başlıca sebepleridir.

**Kaynak Dikişinde Gözenek:** Kaynak dikişi üzerinde karıncalanma izlerine benzer şekillerdir. Kaynak bölgesinin temizliğinin iyi yapılmaması, elektrodun rutubetli olması nedeniyle oluşur.

**Cüruf kalıntıları:** Kaynak dikişinin içerisinde gözle bile fark edilen metalik olmayan kalıntılardır. Kaynak hızının yavaş olması sebebiyle kaynak banyosunun önünde giden cüruf malzemesinden kaynaklanır. Kaynak sırasında elektroda uygun hareket verilmelidir.

**Nüfuziyetin Azlığı:** Ergimenin parça kalınlığı boyunca oluşmaması sonucunda meydana gelir. Kaynak hızının fazla olması, dar dikiş çekilmesi, elektrot çapının büyük olması, elektrot açı ve hareketlerinin yetersiz olması sebeplerinden kaynak bölgesi istenilen derinlikte olmaz.

**Kablo Sarımları:** Kaynak kablolarının birbirlerine veya makineye sarılı olmaları istenmeyen manyetik alan oluşumuna neden olur. Bunun neticesinde de elektrik akımında dengesizlik meydana gelir. Kablolarda aşırı yüklenme, çok fazla ısınmaya ve bunun sonucunda da yangınlara neden olabilir. Kaynak akımında da düşmelere neden olur. Bu nedenle kaynak kabloları tamamen açılarak kaynak işlemi yapılmalıdır.

**Elektrot Sorunları:** Elektrot çekirdeği ve üzerindeki örtüde meydana gelen bazı problemler kaynakta çeşitli sorunlara neden olur. Çekirdekte ve örtüde korozyon olması, örtü malzemesinin kırılması, çatlaması, rutubet ve nemden hasar görmesi gibi sorunlar dikkat edilmesi gereken hususlardır. Kırık, çatlak ve hasar görmüş örtüye sahip elektrotlar kullanılmamalıdır. Aynı şekilde korozyona uğramış elektrotlar da yenisi ile değiştirilmelidir. Rutubet belirtileri görünen elektrotlar mümkünse kurutulmalıdır. Kurutma ile ilgili bilgiler elektrot kutusu üzerindeki etikette belirtilmektedir. Görsel 2.57 ve 2.58'de hasar görmüş, kullanıma uygun olmayan elektrotlar görülmektedir.



**Görsel 2.57:** Hatalı, korozyona uğramış kaynak elektrotları



**Görsel 2.58:** Örtü malzemesi kırılmış elektrot

| UYGULAMA 2.10. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Elektrik Ark Kaynağı ile Yatayda Sol Dikiş Çekme | |
| AMAÇ | Elektrik ark kaynağı ile yatayda sol kaynak dikişi çekmek | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçası (120x50x5 mm ölçüsünde lama)
- Elektrik ark kaynak donanımı
- Rutil kaynak elektrodu (Ø 2.5 mm)
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Zımpara

**2. İşlem Basamakları**

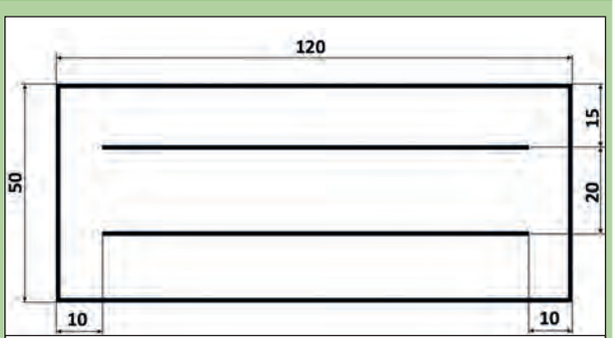
1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız. Özellikle kaynak maskesi ve duman emiş sistemlerini kullanınız. Yangına karşı güvenlik tedbirlerinizi alınız.

2) 120 mm boyunda 50x5 mm ölçülerinde çelik lama malzemeyi temin ediniz.

3) Uygulama parçası üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız. Markalama işlemlerini gerçekleştiriniz. Parçaya okul numaranızı markalayınız.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama Parçasının Hazırlanması**

4) Şekil 2.20'de görülen çizgileri, markalama takımlarını kullanarak uygulama parçası üzerine çiziniz.




**Şekil 2.20:** Parçanın hazırlanışı

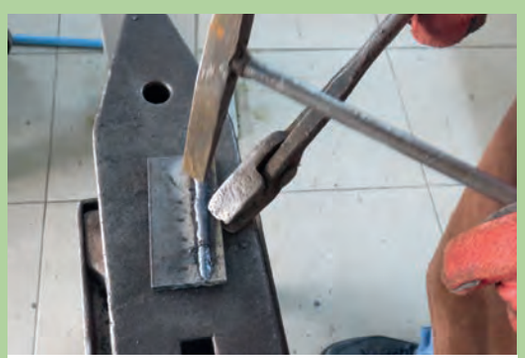
5) Elektrik ark kaynak makinesini ve avadanlıklarını hazırlayınız. Kaynak pensine 2,5'lik rutil elektrodu kanal içine gelecek şekilde yerleştiriniz. Kaynak makinesinde uygun kaynak akımı için uygun amper değerini ayarlayınız.




**Görsel 2.59:** Kaynak akımının ayarlanması

6) Aşağıdaki işlem sırasını takip ediniz.

- İlk elektrot yakışını parçanın çizgi olmayan bir kısmında yapınız.
- Kaynak işlemine iş parçasının sağından başlayınız ve çizdiğiniz çizgileri takip ederek dikişleri tamamlayınız.
- Her dikiş sonunda örtü maddesi ve sıçramadan meydana gelen artıkları kaynak çekici ve tel fırça yardımıyla temizleyiniz.
- Kaynak işlemini tüm çizgiler üzerinde uygulayınız.
- Kaynağı tamamlandıktan sonra yüzeyde kalan örtü maddesi artıklarını temizleyip dikişi gözle kontrol ediniz.



**Görsel 2.60:** Kaynak çekici ile cüruf temizliği



**Görsel 2.61:** Temizlenmiş kaynak dikişi

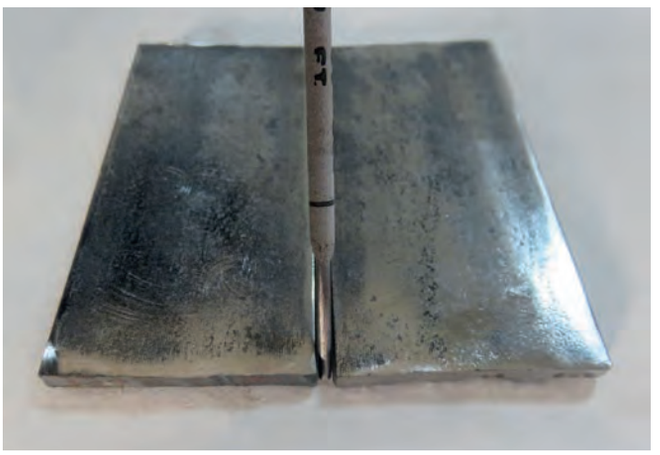
7) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçasının ölçüsünde temizlenmesi ve markalanması | 10 | |
| 3 | Elektrik ark kaynak makinesi ayarlarının doğru yapılması | 10 | |
| 4 | Elektrodun doğru seçimi ve kaynak pensine takılışı | 10 | |
| 5 | Elektrik ark kaynağı ile yatayda sol dikiş çekme işleminin yapılması | 40 | |
| 6 | Cüruf ve artıkların temizlenmesi | 5 | |
| 7 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 8 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz ve düzenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 2.8. ELEKTRİK ARK KAYNAĞI İLE YATAYDA KÜT EK KAYNAK

Küt ek kaynağı diğer adıyla alın kaynağı parçaların bir yüzeylerinin karşılıklı kaynak edilmeleridir. Görsel 2.62'de parçaların küt ek kaynak için hazırlanması ve Görsel 2.63'te küt ek kaynak yapılmış hali görülmektedir.



**Görsel 2.62:** Küt ek kaynak için hazırlanmış parçalar



**Görsel 2.63:** Küt ek kaynağı yapılmış parçalar

### 2.8.1. Yatayda Küt Ek Kaynağı Tekniği

Kaynak sırasında parçalar arasındaki boşlukta değişiklik olmaması için puntalama yapılmalıdır. Puntalama yapılmadan kaynak işlemine başlanırsa ısı etkisi ile parça arasındaki boşlukta açılma meydana gelir.



**Görsel 2.64:** Parçaların uygun şekilde puntalanması

Puntalama belirli ve düzgün aralıklarla yapılmalı ve parça kalınlığına göre ayarlanmalıdır. Puntalama kaynak başlangıcı ve sonu olmak üzere en az iki noktadan yapılmalıdır (Görsel 2.64). Parça uzun ise uygun mesafelerde ek puntalama yapılır. Parçalar arasındaki boşluk, kullanılan elektrot çapı kadar ayarlanır (Görsel 2.62).

Elektrot 60-80° açı ile tutulur. Elektrot, kaynak dikişi yönünde ileriye doğru ve ark boyunun sabit tutulması için boyu kısaldıkça aşağıya doğru hareket ettirilir. Ergiyik metalin kaynak bölgesini tam olarak kapatabilmesi için elektroda yay şeklinde salınım hareketi yaptırılır.

### 2.8.2. Yatayda Küt Ek Kaynağı Hataları

Küt ek kaynağı uygulamalarında puntalama işleminin yapılmaması veya yanlış yapılması nedeniyle parça arasındaki boşlukta değişim olmaktadır. Ayrıca parça arasındaki boşluk az ayarlanırsa kaynak nüfuziyeti yani derinliği az olmaktadır. Fazla parça boşluğu verildiğinde kaynak bölgesini doldurmak ve kaynak banyosunu kontrol etmek zorlaşır. Elektrot sarfiyatı da artar.

| UYGULAMA 2.11. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Elektrik Ark Kaynağı ile Yatayda Küt Ek Kaynak Yapma | |
| AMAÇ | Elektrik ark kaynağı ile yatayda sol kaynak dikişi çekmek | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçası (100x50x5 mm ölçüsünde iki adet lama)
- Elektrik ark kaynak donanımı
- Rutil kaynak elektrodu (Ø 2.5 mm)
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Zımpara

**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız. Özellikle kaynak maskesi ve duman emiş sistemlerini kullanınız. Yangına karşı güvenlik tedbirlerinizi alınız.

2) 100 mm boyunda 50x5 mm ölçülerinde iki adet lama malzemeyi temin ediniz.

3) Uygulama parçası üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız. Markalama işlemlerini gerçekleştiriniz. Parçaya okul numaranızı markalayınız.

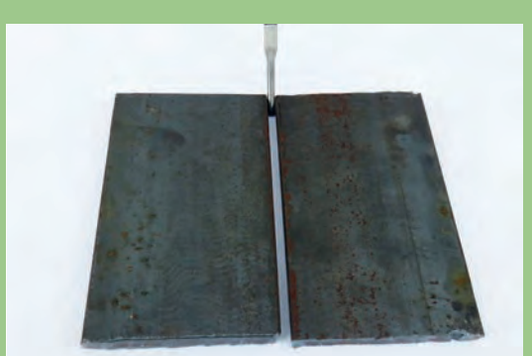
**Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama Parçasının Hazırlanması**

4) Elektrik ark kaynak makinesini ve avadanlıklarını hazırlayınız. Kaynak pensine 2,5'lik rutil elektrodu kanal içine gelecek şekilde yerleştiriniz. Kaynak makinesinde uygun kaynak akımı için uygun amper değerini ayarlayınız.




**Görsel 2.65:** Kaynak akımının ayarlanması

5) İki parçayı aralarında elektrot çapı kadar boşluk olacak şekilde Görsel 2.66'da görüldüğü gibi birbirine puntalayınız.



**Görsel 2.66:** Parçalar arasındaki boşluğun ayarlanması

6) Aşağıdaki işlem sırasını takip ediniz.

- Kaynak işlemine iş parçasının solundan başlayınız ve aralıkta uygun hızda sağa kaynak işlemi yapınız.
- Elektrodu kaynak bölgesi ile 80°lik açıda tutunuz.
- Ark boyunu elektrot çapı olan 2,5 mm seviyesinde tutmaya çalışınız.
- Elektrodu ileri hareket ettirirken hafif yay salınımı veriniz.
- Kaynak dikişi sonunda örtü maddesi ve sıçramadan meydana gelen artıkları kaynak çekici ve tel fırça yardımıyla temizleyiniz.
- Kaynağı tamamlandıktan sonra dikişi gözle kontrol ediniz.



**Görsel 2.67:** Küt ek kaynak yapılışı

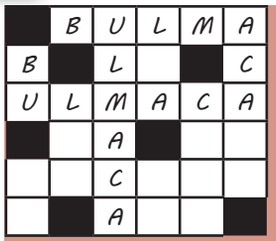


**Görsel 2.68:** Küt ek kaynak yapılmış parçalar

7) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçasının ölçüsünde temizlenmesi ve markalanması | 10 | |
| 3 | Elektrik ark kaynak makinesi ayarlarının doğru yapılması | 5 | |
| 4 | Elektrodun doğru seçimi ve kaynak pensine takılışı | 5 | |
| 5 | Parçaların uygun boşluk ile doğru olarak puntalanması | 20 | |
| 6 | Elektrik ark kaynağı ile yatayda küt ek kaynak işleminin yapılması | 30 | |
| 7 | Cüruf ve artıkların temizlenmesi | 5 | |
| 8 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 9 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz ve düzenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |




# KELİME BULMACA

Aşağıdaki verilen kelimeleri tablodaki karelerin içinde yatay, dikey ve çapraz olarak arayınız ve bulduğunuz kelimelerin üzerini karalayınız. Kalan harfleri soldan sağa doğru sırayla aşağıdaki boşluklu yerlere yazarak gizlenmiş cümleyi bulunuz.

**KELİMELER**

**Oksijen, Asetilen, Basınç, Güvenlik, Ark, Elektrot, Rutil, Akım, Üfleç, Bek, Eldiven, Büküntü, Punta, İnvertör**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M | O | E | Ü | T | B | A | S | I | N | Ç | A | L | V | E | A | L | A |
| Ş | K | I | M | F | L | A | R | G | I | N | I | N | E | R | R | G | İ |
| A | S | E | T | İ | L | E | N | Ü | M | E | E | D | P | U | N | T | A |
| E | İ | R | E | C | E | E | L | V | E | R | L | İ | N | T | İ | N | Ü |
| Z | J | E | R | İ | N | D | Ç | E | E | K | İ | E | S | İ | I | C | A |
| K | E | L | I | B | Ü | K | Ü | N | T | Ü | K | L | K | L | A | R | D |
| İ | N | V | E | R | T | Ö | R | L | A | E | R | G | İ | T | T | İ | L |
| E | R | E | K | B | İ | R | L | İ | E | A | K | I | M | Ş | R | T | İ |
| R | B | E | K | İ | L | M | E | K | S | İ | N | E | K | A | Y | O | A |
| A | R | K | A | K | E | L | D | İ | V | E | N | D | E | N | İ | R | T |

_____ __ _____ _____ _____

_____ _____ _____

_____ _____ _____.

3

ÖĞRENME BİRİMİ

# PUNTA KAYNAĞI



## KONULAR

1. PUNTA KAYNAĞI
2. PUNTA KAYNAĞI İLE MONTAJ
3. DİKİŞ KAYNAĞI

## 3.1. PUNTA KAYNAĞI

Elektrik akımı bir elektron hareketidir. Elektron hareketi, metal gibi iletken bir malzemeden geçtiğinde iletken bu elektronların geçmesine bir direnç gösterir. İletkenin göstermiş olduğu bu direnç, iletkenin temas kısmında ısı oluşturur. Ortaya çıkan ısı, uygun donanımlar ile direnç kaynağı gibi uygulamalarda kullanılmaktadır (Görsel 3.1).

Basınç ve elektrik akımı yardımıyla meydana getirilen ısı ile yapılan kaynaklı birleştirme, **direnç kaynağı** olarak adlandırılır.



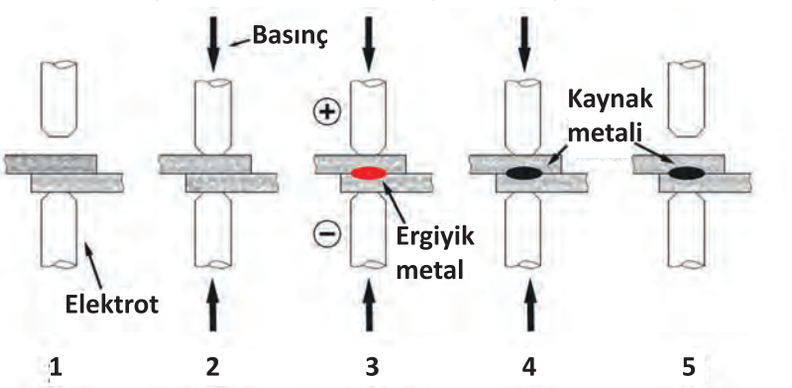
**Görsel 3.1:** Direnç punta kaynağı

Bu tanımdan anlaşıldığı üzere direnç kaynağında hem elektrik akımı hem de basınç birlikte kullanılarak kaynak işlemi yapılmaktadır. Direnç kaynağı üç aşamada gerçekleştirilerek uygulanır:

1. Sıkıştırma işlemi,
2. Elektrik akımı uygulanması,
3. Basınç ve basınç altında tutma.

Direnç kaynağı ile yapılan kaynak işleminin prensip olarak çalışma işlem basamakları sırasıyla aşağıdaki gibidir:

1. Birleştirilecek malzemeler, yüzeyleri temiz bir şekilde ve aralarında boşluk kalmayacak hâlde üst üste hizalanır (Şekil 3.1-1).
2. Direnç kaynak makinesinin elektrotları, parçaları bir arada tutmaya yetecek bir kuvvet uygular (Şekil 3.1-2).
3. Elektrot uçları arasından ve dolayısıyla aradaki malzeme üzerinden bir elektrik akımı geçirilir. Akımın büyüklüğü makinenin elektriksel gücüne, parçaların kalınlık ve özelliklerine göre değişmektedir. Akım parçalardan geçerken dirençle karşılaştığı için ısı oluşur. Kaynak, adını burada oluşan dirençten almaktadır (Şekil 3.1-3).

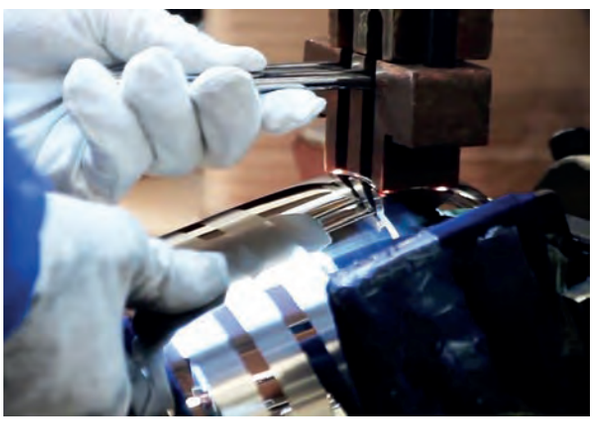



**Şekil 3.1:** Direnç kaynağı aşamaları

4. Akım geçmeye devam ederken yeterince ısınan parçalarda birleşmeyi sağlamak için elektrotlar basınç uygular. Isı ile ergitilen bölge basınç altında katılaşarak kaynak işlemi gerçekleşir (Şekil 3.1-4).
5. Önce akım, sonra basıncın kesilmesi ile elektrotlar parçadan ayrılır (Şekil 3.1-5).

Parçalar üzerinden geçen elektrik akımı çok yüksek ama geçiş süresi çok kısadır. Bu süre uygulama prosesine (süreç) göre 0,05-3 saniye arasında değişir. Parçalarda ısınma çok kısa sürmektedir. Ayrıca malzemeler sadece direnç kaynak makinesinin elektrotlarının temas ettiği bölgede ısınır. Çok küçük bir alanda, kısa bir süre ısınma gerçekleştiği için malzemelerde ısıdan kaynaklı deformasyonlar oluşmaz. Elbette kaliteli direnç kaynak işlemi için kaynak parametrelerinin doğru ayarlanması önemlidir.

Birleştirilen malzemelerde az deformasyon oluşturmasından dolayı direnç kaynak yöntemleri birçok farklı sektörde birleştirme yöntemi olarak tercih edilmektedir. Direnç kaynak işlemi, görsel açıdan güzel göründüğünden özellikle paslanmaz çelik mutfak eşyası üretim sektöründe en çok tercih edilen birleştirme yöntemidir. Görsel 3.2'de çelik çaydanlık ürününün kulp kısmının punta kaynağı ile yerine montaj edilmesi görülmektedir.

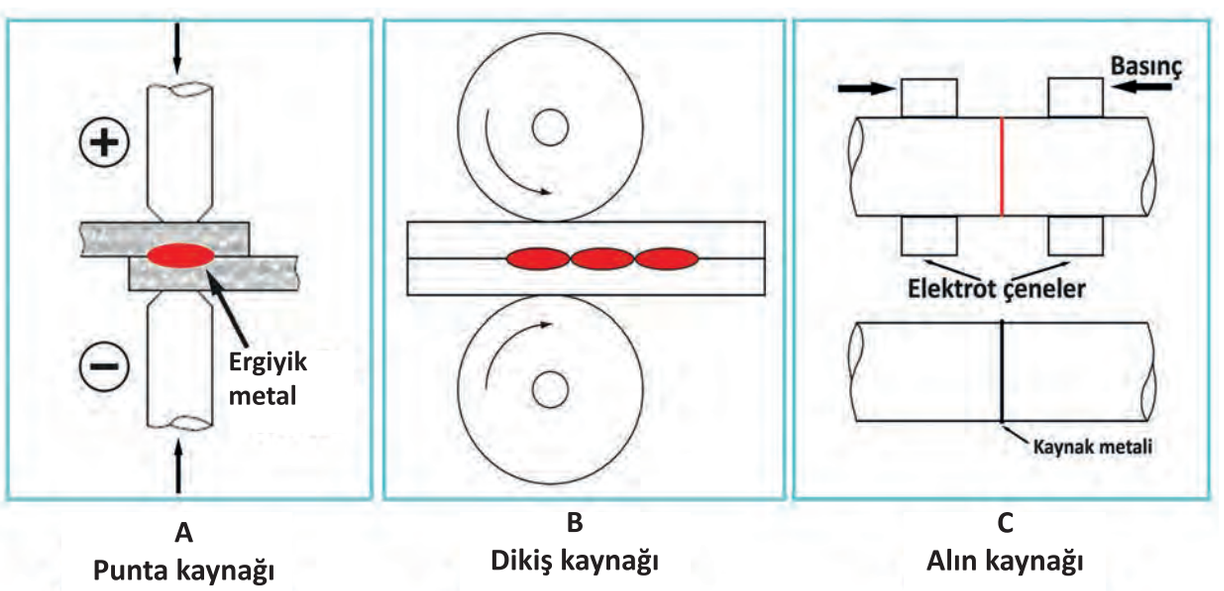


**Görsel 3.2:** Çelik çaydanlık kulpunun punta kaynağı ile montajı

### 3.1.1. Direnç Kaynağı Çeşitleri

Basınç ve akım temel alınıp, makine donanımlarında değişiklikler yapılarak direnç kaynağının çeşitlenmesi gerçekleşmektedir. Direnç kaynağının çeşitleri, aynı prensipten yola çıkılarak değişik amaçlara hizmet etmek gayesiyle geliştirilmiş kaynaklardır. Direnç kaynağı çeşitleri genel olarak üç kısma ayrılmaktadır.

1. Punta kaynağı (Şekil 3.2-A)
2. Dikiş kaynağı (Şekil 3.2-B)
3. Alın kaynağı (Şekil 3.2-C)




**Şekil 3.2:** Direnç kaynağı çeşitleri

Punta kaynağı nokta halinde, dikiş kaynağı aralıklı veya aralıksız çizgi şeklinde olacak biçimde direnç kaynağı yapılmasıdır. Alın kaynağı ise elektrot görevi gören çeneler veya kalıplar vasıtasıyla kaynatılacak malzemelerin birbirine bastırılarak kaynatılması şeklindedir.

### 3.1.2. Direnç Kaynağı Makineleri

Direnç makinelerinde üretilen akımın iyi bir iletken olan metal malzemenin üzerinden geçirilmesiyle, sıcaklıklarında önemli değişiklikler meydana getirilir. 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 ergiyiklerin iç içe geçmesi gerekir. Bu nedenle ısı ile birlikte basınç uygulanmalıdır. Hem ısının hem de basıncın oluşturulmasında etkin olarak direnç kaynak makinelerinin bir parçası olan elektrotlardan yararlanılır.

Direnç kaynağının en önemli parçalarından biri olan elektrotlar, elektrik ark kaynağında ergiyen elektrotlardan farklı olarak ergimez. Görevleri, basıncı ve ısı oluşumunu sağlayan kaynak akımını kaynak bölgesine iletmektir.

**ARAŞTIRINIZ!**
Direnç kaynak elektrotları kaynak esnasında ergimez. Başka hangi kaynak yönteminde elektrotlar ergimez?

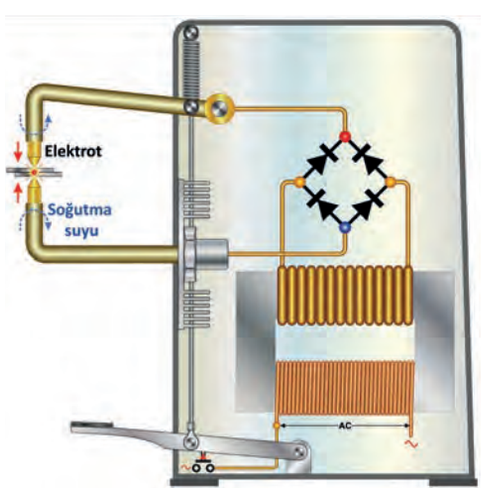
Elektrik ark kaynak makinelerinde kullanılan transformatörler, direnç kaynak makinesinin akım üreteci ana elemanıdır. Diğer yandan çoğunlukla iyi bir elektrik iletkeni olduğu için bakır ve alaşımlarından yapılmış elektrotlar ile basınç oluşturan mekanizmalar bir araya getirilerek kaynak makinesi oluşturulur. Bir direnç kaynak makinesi, akım üreteci (transformatör), elektrot ve basınç mekanizması kısımlarından meydana gelmiştir. Görsel 3.3'te sabit direnç kaynak makinesi görülmektedir.



**Görsel 3.3:** Sabit direnç punta kaynak makinesi

### 3.1.3. Punta Kaynağı

Direnç kaynak yöntemleri arasında en çok bilinen ve en yaygın kullanılanıdır. Punta kaynağı; nokta kaynağı ve spot kaynağı olarak da adlandırılır. Bu isimler malzemelerin birleşme bölgesindeki kaynak görüntüsünün nokta şeklinde olmasındandır.

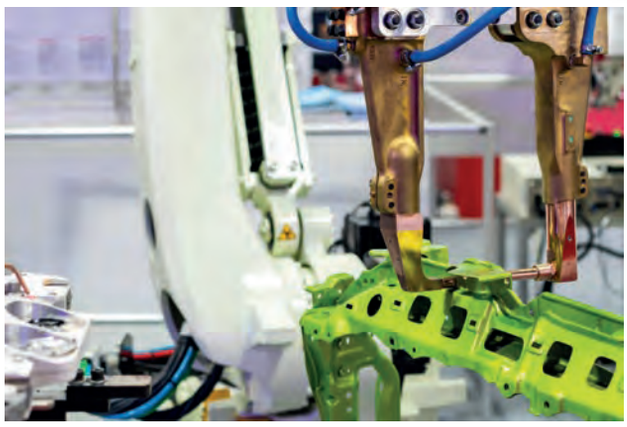


**Görsel 3.4:** Punta kaynak makinesi çalışma prensibi

Bu kaynak yönteminde birleştirilecek malzemeler bakır elektrotlar arasında sabitlenir. Birbirine doğru dik şekilde kapanan elektrotlar parçaların birleşik kalmaları için gerekli basıncı uygular. Elektrotlar arasından dolayısıyla malzemelerin içinden elektrik akımı geçirilir. Bu sayede parçalar ısınır ve anlık ergime oluşur. Ergimenin oluştuğu noktada elektrotların baskısı ile metaller birbirine kaynar. Görsel 3.4'te punta kaynak makinesinin çalışma prensibi görülmektedir.

Fazla ısınarak uç kısımlarının ergimelerini engellemek için elektrotlar değişik yöntemler ile soğutulur. Kaynak sırasında uygulanacak basınç, birleştirilen malzemenin kalınlığına göre ayarlanır. Bu basınç; makinede mekanik, pnömatik veya hidrolik olarak sağlanmaktadır.

Punta kaynak yöntemi seri üretime ve robotik uygulamalara yatkınlığı nedeniyle üretim yapılan birçok sektörde kullanılmaktadır. Görsel 3.5'te otomotiv yedek parça imalatında kullanılan robotik punta kaynağı işlemi görülmektedir.



**Görsel 3.5:** Robotik punta kaynağı uygulaması

### 3.1.4. Sac Parçalara Direnç Kaynağı Uygulama Teknikleri

Birleştirilecek parçaların kalınlığına bağlı olarak kaynak akımının seçimi, elektrot biçim ve özellikleri, akım süresi, parçaya uygulanan basınç miktarı ve süresi kaynakçı tarafından kontrol edilir. Bunlardan kaynak akımının seçimi, kademeli olarak makine üzerindeki anahtar aracılığıyla yapılabilir. Parçalara uygulanacak basınç uygun olmalıdır. Gereğinden düşük basınç uygulanması, kaynak alanında koyu bir renk tabakasının oluşmasıyla kendini gösterir. Uygulanan basıncın fazla olması ise, kaynak alanında yanmalara ve kıvılcımların fazlalaşmasına neden olur.

Başarılı bir nokta kaynağının gerçekleşmesinde en önemli etken temizliktir. Temizlikten kast edilen ise hem elektrotların hem de kaynatılacak parçanın temizliğidir. Yabancı maddeler, oksit tabakası, yağ ve kir kaynak alanına akımın iletilmesini zorlaştıracağından, kaynağın hazırlık aşamasında parçaların bu tür olumsuzluklardan arındırılması gerekmektedir. Genellikle bakır ve alaşımlarından yapılan elektrotlarda kullanım süreleriyle bağlantılı olarak yüzeylerinde aşınmayla birlikte kir tabakaları oluşabilir. Kaynak başlangıcında bunların giderilmesi başarılı kaynak sonuçlarının alınabilmesi için şarttır.

Elektrotlarda karşılaşılan bir başka sorun elektrotların uç biçimlerinin bozulmasıdır. Normal şartlarda iki elektrot birbirini hizalamak zorundadır. Ancak kaynak işlemi sırasında açığa çıkan sıcaklıktan elektrotlar da etkilenerek uç kısımlarında yanlara doğru genişleme ve uç biçimlerinde bozulmalar olur.



**Görsel 3.6:** Soğutmalı elektrotlar

Elektrotların sıcaklıktan etkilenmemesi için tüm direnç kaynak makinelerinde soğutmayı sağlayan bir sistem vardır. Soğutma işlemi su ile veya basıncı sağlayan hava ile yapılabilmektedir. Görsel 3.6'da su ile soğutma sistemi hortumlarının elektrot arka kısımlarından giriş ve çıkışı görülmektedir.

Elektrotların kullanım süreleriyle bağlantılı bir şekilde aşınmaları kaçınılmazdır. Bu tür elektrotların kullanılmaya devam edilmesi, kaynak başarısını olumsuz etkiler. Her şeyden önce kaynak alanında dar tutulması gereken bölge, elektrot uçlarının baskı yüzeyinin genişlemesiyle doğru orantılı olarak büyüyecektir. Kaynak başlangıcında elektrotların uç biçimlerini koruyup korumadığı da gözden geçirilerek gerekirse eğe ya da zımpara türündeki talaş çıkaran araçlar ile uç biçimleri düzeltilmelidir. Ancak talaş kaldırarak düzeltmenin sürekli yapılmasının elektrot ölçülerinde kayıplara yol açacağı da dikkate alınmalıdır. Bazı makinelerde elektrot uçlarında yüksükler bulunur. Makine kullanma talimatına göre belirtilen sürelerde bu yüksükler yenileri ile değiştirilir.

Direnç kaynağı farklı malzemelerin birleştirilmesine de imkân vermektedir. Tablo 3.1'de birbirine direnç kaynağı ile kaynatılabilecek malzemeler gösterilmektedir. Alüminyum, bakır, çelik metalleri ve alaşımları direnç kaynağına en uygun metallerdir.

**Tablo 3.1:** Direnç Kaynağında Birbiri ile Kaynatılabilir Malzemeler

| MALZEME TÜRÜ | Alüminyum | Pirinç | Bakır | Galvanizli Sac | Nikel | Çelik | Kalay Kaplı Sac | Çinko |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Alüminyum | ✓ | | | | | | ✓ | ✓ |
| Pirinç | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Bakır | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Galvanizli Sac | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| Nikel | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| Çelik | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| Kalay Kaplı Sac | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| Çinko | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | ✓ |

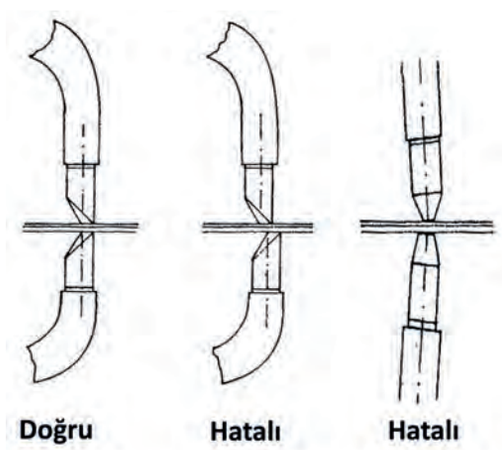
Paslanmaz çeliklerin diğer kaynak yöntemleri ile birleştirilmesinde nüfuziyet ve görünüş sorunları ortaya çıktığından direnç kaynağı ile birleştirme tercih edilir. Bu nedenle gıda sektöründe kullanılan birçok üründe (çelik tencereler, kaplar gibi) direnç kaynağı uygulaması görülmektedir.

### 3.1.5. Punta Kaynak Hataları

Punta kaynak kalitesini etkileyen en önemli faktör, malzemeler arasında elektrik akımının tam olarak geçişinin sağlanmasıdır. Elektrik akımının geçişini engelleyecek veya akımı zayıflatacak her şey kaynak kalitesinin düşmesine neden olur. Punta kaynağı yapılacak malzeme yüzeylerinin ve elektrotların parçalara temas eden kısımlarının temizliği büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle kaynak yapılacak malzemelerin yüzeyleri mekanik ve kimyasal yollar ile temizlenmelidir.

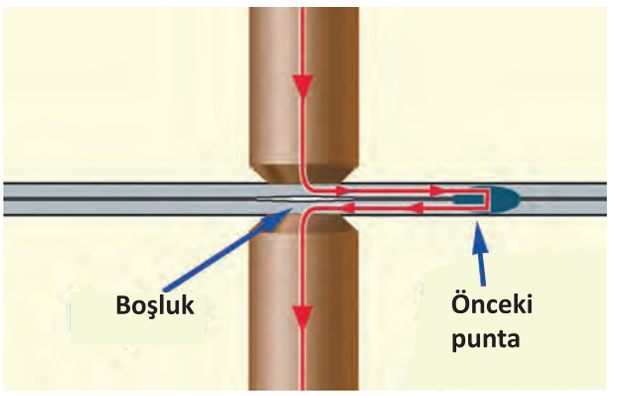
Elektrot uçları, punta işlemi yaptıkça kirlenir. Meydana gelen elektrik arklarından dolayı elektrot üzerine parçalar yapışır. Bunların mekanik olarak tel fırça, zımpara veya eğe kullanılarak temizlenmesi gereklidir. Bazı punta kaynak makinelerinin avadanlıkları içinde elektrot kalemtıraşı bulunmaktadır. Uç düzeltme kalemtıraşı breyiz ucuna takılarak mengeneye bağlanan elektrot ucu esas formuna getirilir.

Elektrotların uç geometrisinin bozuk olması veya elektrotların hizalı olmamalarından dolayı punta kaynak noktası ekseninden kaçık olmaktadır (Şekil 3.3). Kaynak noktası bir kısmı ezik bir kısmı tümsek görüntüsü verir. Bu hem görünüşü hem de kaynak kalitesini olumsuz etkiler.




**Şekil 3.3:** Elektrot uçlarının hizalanmaları

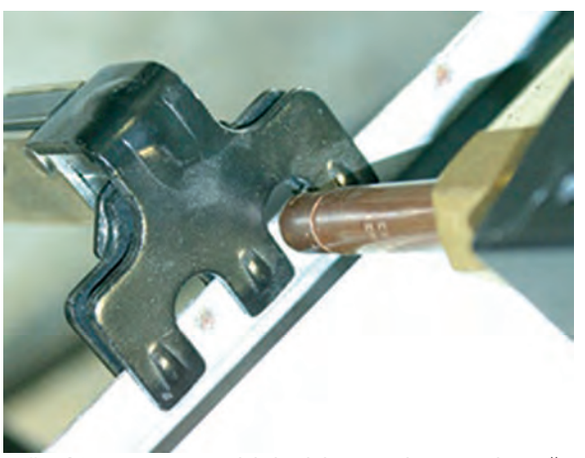
Punta kaynağında elektrik akımının geçişini engelleyen diğer bir sorun parçalar arasında boşluk kalmasıdır. Bu boşluk içindeki hava, yalıtkanlık özelliği göstererek akım geçişini zayıflatır. Punta kaynak makinesi elektrotları parçayı sıkıştırdığında arada boşluk kalırsa punta kaynağı hiç olmaz veya çok zayıf olur. Görsel 3.7'de malzemeler arasındaki boşluktan dolayı elektrik akımının daha önce yapılmış diğer punta kaynak noktası üzerinden geçmesi görülmektedir. Zayıf kaynağı, gözle görmek mümkün olmadığından bu kaynak, kontrollerde tespit edilemeyebilir. Zayıf kaynak, kullanım sürecinde yük ile karşılaştığında kopar. Bu hata ile karşılaşmamak için parçalar boşluk olmayacak şekilde hizalanmalıdır. Bunun için özel imal edilmiş ayarlı penseler kullanılarak malzemeler sabitlenir (Görsel 3.8). Bu özel ayarlı penseler, ağız kısımlarındaki boşluklardan punta atılmasına imkân verecek yapıda imal edilmiştir (Görsel 3.9).




**Görsel 3.7:** Malzemeler arası boşluk



**Görsel 3.8:** Özel punta kaynak montaj Penseleri



**Görsel 3.9:** Pense arasındaki boşluktan yapılan punta kaynağı

Punta kaynağında basıncın yanlış ayarlanması başka hatalara neden olmaktadır. Basıncın düşük olması elektrotların parçalara tam baskı uygulayamamasına ve kaynağın zayıf olmasına neden olur. Yüksek basınç ise kaynak noktasında ezilmelere ve çok fazla kıvılcıma neden olur.

Punta kaynağında çekirdek görüntüsü kaynak hakkında bilgi verir. Görsel 3.10'da görüldüğü gibi punta kaynak çekirdeğinin görünüşüne bakılarak yapılan punta kaynağının kalitesi ve yapılan hatalar hakkında karar vermek mümkündür.




**Görsel 3.10:** Punta kaynak çekirdeği görünüşünün değerlendirilmesi

İŞ GÜVENLİĞİ

Direnç kaynağı emniyetli ve çevre dostu bir kaynak yöntemidir. Buna rağmen çalışma ortamı kaynak teknisyeni için birçok açıdan zorlayıcı olabilmektedir. Direnç kaynak ortamları aşağıdaki riskleri içermektedir:

- Kimyasal maddeler,
- Yanıklar,
- Ergonomi,
- Gürültü,
- Manyetik alanlar.

**Kimyasal Maddeler**

Kaynak sırasında ergiyen metaller bir kaynak dumanı oluşturur. Bu kaynak dumanı solunum sistemine zarar verebilecek çok küçük (0,001 mm) partiküller içerir. Kaynak dumanı malzemelerin üzerindeki yabancı maddeler ve kaplamalardan kaynaklanabilmektedir.

İyi temizlenmiş malzemelere, doğru bir şekilde yapılan direnç kaynağında kaynak dumanı oluşumu solunum sistemine zarar verecek ölçüde değildir. Fakat her şekilde P2 seviyesinde bir yüz maskesi kullanımı gerekliliği vardır.

**Yanıklar**

Doğru parametreler ile yapılan direnç kaynağı işlemlerinde etrafa kıvılcım sıçraması çok az olmaktadır. Yabancı maddeler, parça aralarında boşluk, parça ve elektrotların yanlış hizalanması gibi nedenlerle güçlü kaynak kıvılcımları sıçrayabilir. Elektrotlar uzun süre kullanıldığında elektrotlarda aşırı ısınma olabilir. Bu nedenlerle oluşabilecek yanıkları önlemek için eldiven, koruyucu gözlük ve koruyucu giysiler kullanılmalıdır.

Direnç kaynak işleminde etrafa sıçrayan kıvılcımların yönünü ve hızını tahmin etmek mümkün değildir. Bu nedenle kaynak işleminin yapıldığı yere yakın yanıcı madde bulunmadığından emin olunmalıdır.

**Ergonomi**

Sabit direnç kaynak makinelerinde çalışırken vücudun hep aynı pozisyonda olması ergonomik rahatsızlıklara neden olur. Bu nedenle çalışma pozisyonu değiştirilmeli, düzenli ve kısa molalar verilmelidir.

Seyyar makineler veya hareketli elektrot çeneleri kullanılıyorsa bunların ağırlıkları taşıyıcı (balanser gibi) kullanımı ile karşılanmalıdır.

**Gürültü**

Direnç kaynak makinelerinden çıkan gürültüden kulakların korunması için tıkaç veya kulaklık kullanılmalıdır.

**Manyetik Alanlar**

Direnç kaynak makineleri kullanım yerine göre çok güçlü olabilmektedir. Yüksek elektrik akımı ile direnç kaynağı yapan makinelerin etraflarında oluşturdukları manyetik alan da yüksek olmaktadır. Bu yüksek manyetik alan yakındaki elektronik cihazları etkilediği gibi insan vücudunu da olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle koruyucu deri giysilerin kullanımı önem kazanmaktadır. Özellikle kullanıcı üzerinde cep telefonu gibi cihazlar olmamalıdır. Hatta kalp pili gibi cihazları kullananlar da risk altındadır.

Aynı zamanda kaynak makinesinin bağlandığı elektrik şebekesinin makine gücünü karşılayacak kapasitede olmasına dikkat edilmelidir. Tüm elektrik bağlantıları ve kullanılan malzemeler ulusal standartlara uygun olmalıdır.

| UYGULAMA 3.1. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Punta Kaynağı Yapma | |
| AMAÇ | Punta kaynağı yapmak | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçaları (120x60x1,2 mm DKP sac iki adet)
- Punta kaynak makinesi
- Kollu makas
- Kaynakçı ayarlı pensesi
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Zımpara (P 80)

**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.

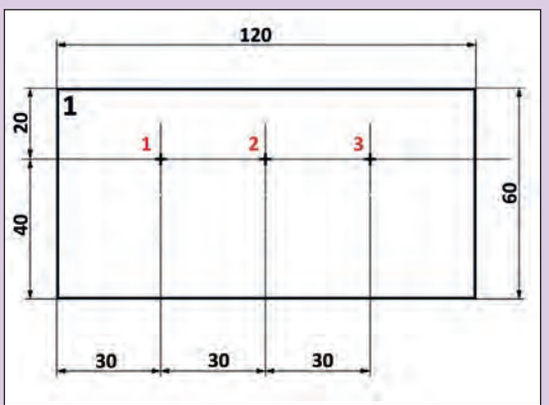
2) 120x60x1,2 mm ölçülerinde iki adet DKP sac malzemeyi temin ediniz. Kesme ve markalama işlemlerini gerçekleştiriniz. Parçalardan birini 1 ve diğerini 2 olarak sol üst köşeden markalayınız.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2. İstenilen Ölçüde Parça Kesme**

3) Kestiğiniz sac parçalar üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız.

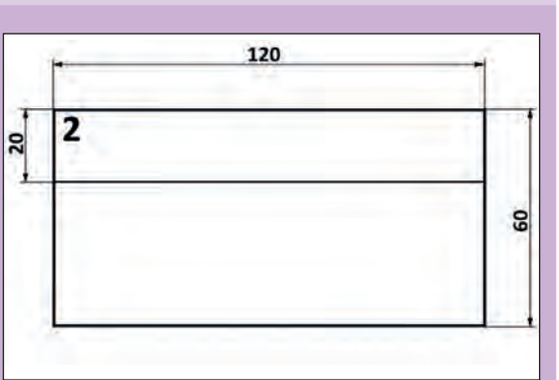
**Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama Parçasının Hazırlanması**

4) Parça 1 üzerine Şekil 3.4'te görülen ve ölçüleri verilen şekli çiziniz.



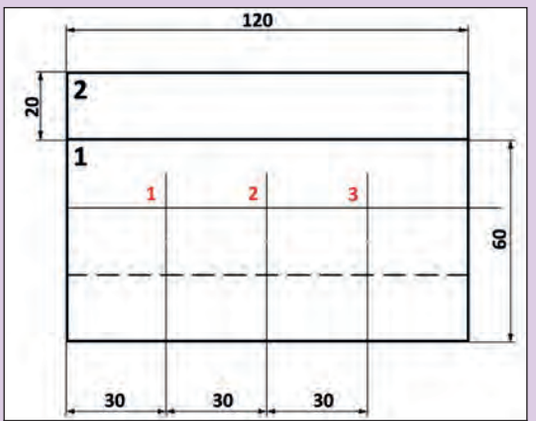

**Şekil 3.4:** Parça 1 üzerine markalama yapılması

5) Parça 2 üzerine Şekil 3.5'te görülen ve ölçüleri verilen şekli çiziniz.



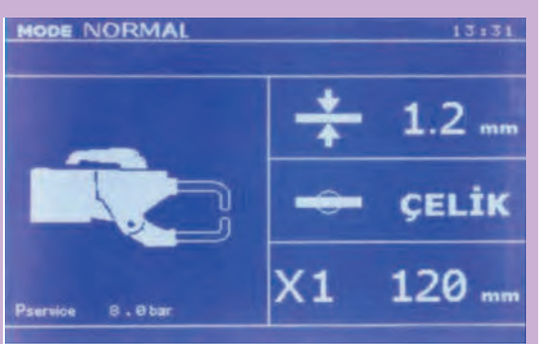

**Şekil 3.5:** Parça 2 üzerine markalama yapılması

6) Parçalardan 1 No.lu parçayı 2 No.lu parça üzerine Şekil 3.6'da görüldüğü gibi yerleştirerek kaynakçı ayarlı pensesi ile sabitleyiniz.




**Şekil 3.6:** Parçaların hizalanması

7) Punta kaynak makinesinin elektrotlarını kontrol ediniz. Uçlarında çapak ve kir olmamalıdır. Çapakları zımparalayınız. Uç şekil formu bozulmuşsa atölye öğretmenine bilgi veriniz.




**Görsel 3.11:** Kaynak parametrelerinin ayarlanması

8) Bir elinizde punta kaynak makinesinin çift elektrotlu tabancasını tutarken diğer elinizle kaynakçı ayarlı pensesi ile sabitlediğiniz parçaları elektrotların arasına yerleştiriniz.

Markalama ile işaretlediğiniz yerlerden 1 No.lu punta noktasına üst elektrodu, parça ile 90°lik açı yapacak şekilde değdiriniz.



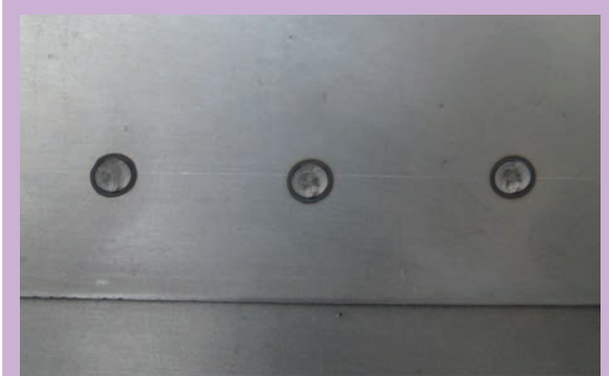
**Görsel 3.12:** Punta kaynağının yapılması

9) Tabanca üzerindeki punta tuşuna basınız ve basılı tutunuz. Tuşa bastığınız ilk anda elektrotlar, uçları arasında parçayı sıkar. Hizalamada yanlışlık fark ederseniz tuşu hemen bırakın. Puntalama başlamaz ve elektrotlar açılır.

10) Hizalama doğru ise tuşa basmaya devam ediniz. Elektrotlar parçaya elektrik akımı uygulayarak basınca devam edecektir. Punta kaynağı cızırtı sesini duyduğunuzda tuşa basmayı bırakın. Elektrotlar basınca bir müddet daha devam edip daha sonra açılacaktır.

11) Parça üzerindeki punta kaynak noktasını görüntü olarak kontrol ediniz. Çekirdek ve etrafındaki halkanın görünümüne göre punta kaynağı hakkında değerlendirme yapınız. Punta kaynak çekirdeği, işaretlemiş olduğunuz noktayı tam olarak ortalamış olmalı, çekirdekte kaçıklık olmamalıdır (Görsel 3.13). Kaçıklık görülüyor ise diğer işaretlerdeki punta kaynaklarında bu hususa dikkat ediniz.

Punta kaynak makineleri özelliklerine göre yapılan kaynağın parametrelere uygun olup olmadığını kontrol ederek ekranda kaynak durumu ile ilgili bilgi verir (Görsel 3.14).



**Görsel 3.13:** Punta kaynak çekirdeğinin görünüşü




**Görsel 3.14:** Makine kaynak sonucu bilgi ekranı

12) Diğer işaretlediğiniz 2 ve 3 No.lu yerlere de aynı şekilde punta kaynağı yapınız.

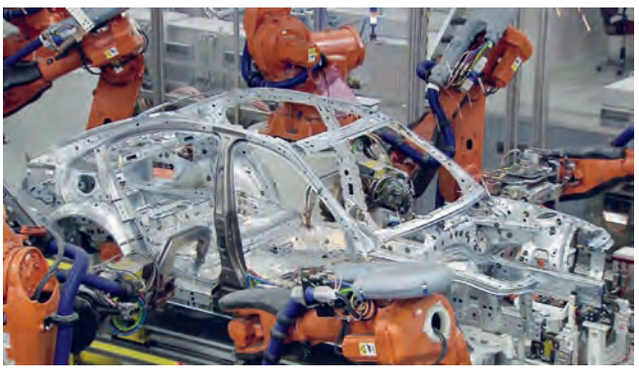
13) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçasının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 5 | |
| 3 | Uygulama parçasının doğru olarak markalanması | 10 | |
| 4 | Parçaların doğru şekilde yerleştirilerek kaynakçı ayarlı pense ile sabitlenmesi | 10 | |
| 5 | Punta kaynak makinesinin ayarlanması | 5 | |
| 6 | Punta kaynak işleminin yapılması | 45 | |
| 7 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 8 | Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 3.2. PUNTA KAYNAĞI İLE MONTAJ

Punta kaynağı güvenli ve otomatik kaynaklama istenilen imalat sektörlerinde en çok tercih edilen birleştirme yöntemidir. Punta kaynağı robotik uygulamalar için çok uygun olması nedeniyle özellikle otomotiv imalat sanayinde kullanılmaktadır (Görsel 3.15).



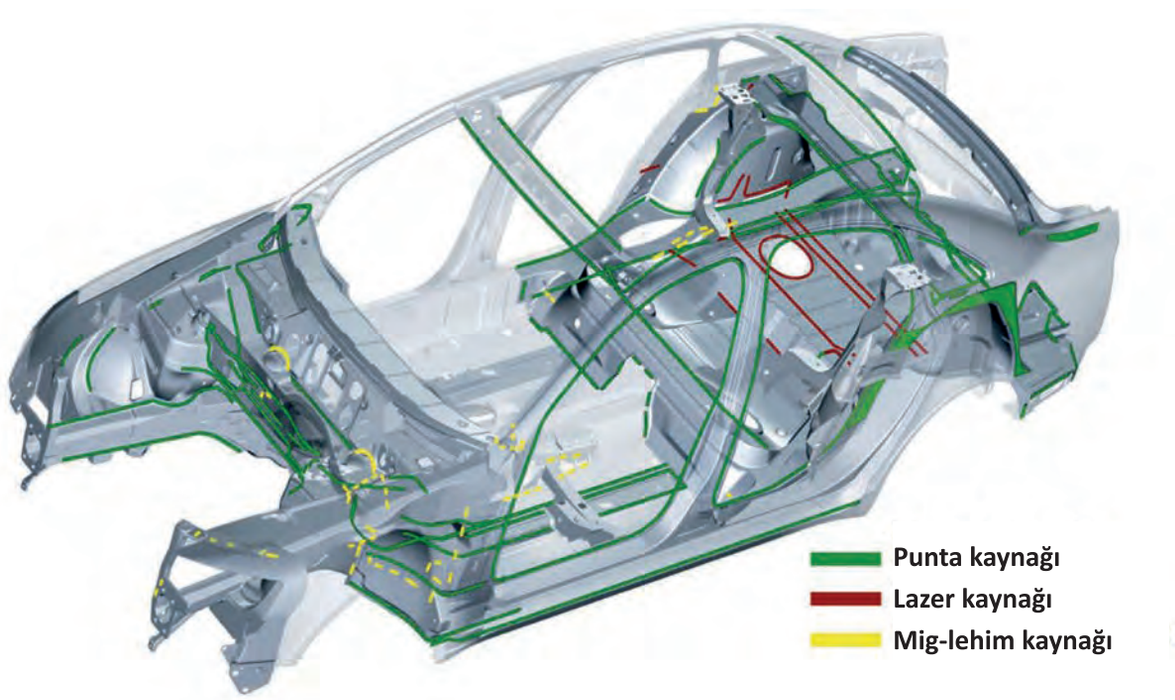
**Görsel 3.15:** Otomobil gövde imalatında robotik punta kaynağı

Otomotiv sektöründe üretim sırasında ve satış sonrası hizmetlerde onarım işlemlerinde en çok kullanılan kaynak yöntemi punta kaynağıdır. Bunun başlıca sebeplerini şu şekilde sıralamak mümkündür:

- İşçilik süresinin az olması
- Kaynak parametrelerinin daha çok makine tarafından ayarlanması nedeniyle kaynak teknisyeninden doğacak hataların az olması
- Kaynak yapılan metal parçalara en az hasar veren kaynak yöntemi olması
- Kaynak uygulamaları sırasında sarf malzeme miktarının az olması

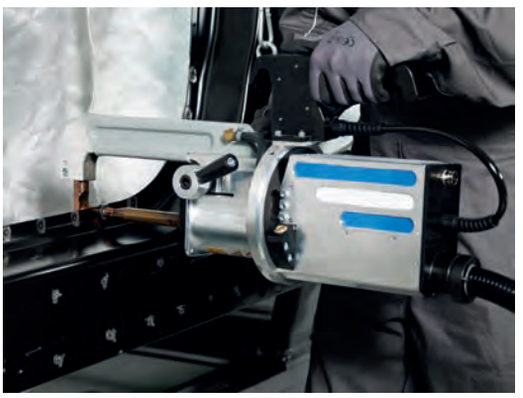
### 3.2.1. Punta Kaynağının Otomotiv Gövdesinde Kullanıldığı Yerler

Otomobil sınıfında yer alan bir araçta aracın gövde yapısı ve büyüklüğüne göre ortalama 3.500-6.000 adet arasında punta kaynağı bulunmaktadır. Görsel 3.16'da orta sınıf sedan gövde yapısına sahip bir otomobilde punta kaynağı ile yapılan birleştirmelerin çokluğu görülmektedir. Bu araçta toplam punta kaynak sayısı yaklaşık 5.400 adettir.




**Görsel 3.16:** Sedan gövde yapısında bir otomobilde kullanılan birleştirme çeşitleri

Otomotiv satış sonrası hizmetlerde de araçlar üzerinde yapılan onarım işlemlerinde ve parça değişimlerinde punta kaynağı kullanılmaktadır (Görsel 3.17 ve Görsel 3.18).



**Görsel 3.17:** Punta kaynağı ile marşpiye montajı



**Görsel 3.18:** Punta kaynağı ile arka bagaj paneli montajı

### 3.2.2. Otomotiv Gövde Atölyelerinde Kullanılan Punta Kaynak Makineleri

Otomotiv gövde atölyelerinde birbirinden çok farklı özelliklere sahip punta kaynak makineleri kullanılmaktadır. Aracın her tarafında punta kaynağı yapabilme kabiliyeti için sabit değil hareketlidir. Punta kaynak makineleri, her yere kolayca taşınabilir (Görsel 3.19 ve Görsel 3.20).



**Görsel 3.19:** Punta kaynak makinesi



**Görsel 3.20:** Punta kaynak makinesi

Bu makineler çift elektrot ile punta kaynak işleminden başka birçok işlem yapabilme özelliğine sahiptir. Punta kaynak makineleri tek taraflı punta kaynağı, çektirme teli ve pulu kaynatma, gövdede ihtiyaç duyulan yere vida ve perçin kaynatma, karbon elektrot kullanımı gibi birçok işlemi yerine getirmektedir. Bu nedenle bu cihazlara **çok yönlü punta kaynak makineleri** adı verilir. Farklı her işlem için değişik şekilde elektrotları ve aparatları mevcuttur.

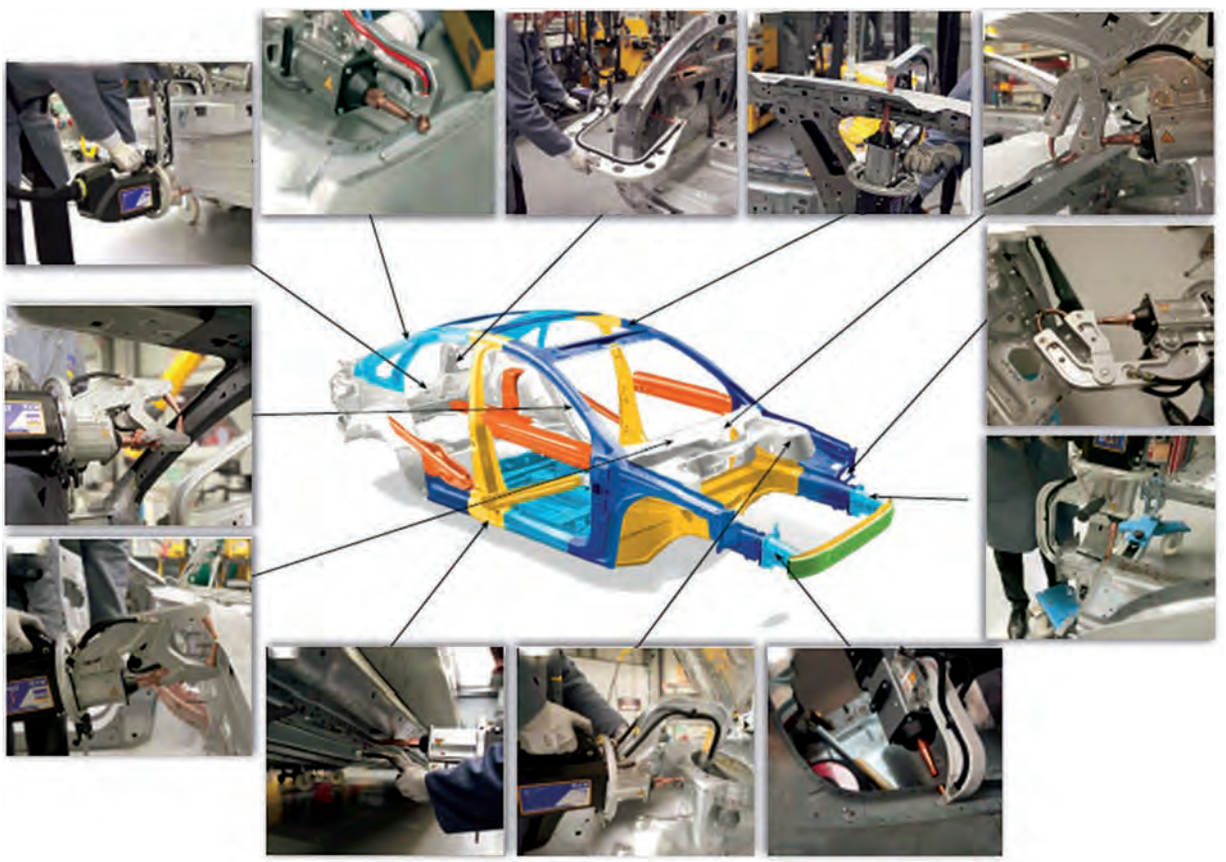
Görsel 3.21'de punta kaynak makinesi elektrot çeşitleri ve kaynatma işlemi yapılan pul, perçin ve vida gibi sarf malzemeler görülmektedir.



**Görsel 3.21:** Punta kaynak makinesi elektrot ve sarf malzemeleri

### 3.2.3. Punta Kaynağı ile Gövde Onarımı

Punta kaynak makineleri ile araç üzerinde çeşitli yerlerde parça değişimi ve montaj işlemleri yapılmaktadır. Arkasına ulaşılabilen bölümlerde çift elektrot ile punta kaynağı farklı şekillerdeki elektrot çeneleri yardımıyla gerçekleştirilir.



**Görsel 3.22:** Farklı elektrot ve çeneler kullanılarak yapılan punta kaynak montaj işlemleri

Görsel 3.22'de araç gövdesi üzerinde çok yönlü punta kaynak makinesine takılan, farklı elektrot ve tutucu çeneler ile yapılan çeşitli parça montaj işlemleri görülmektedir.

Punta kaynak makinelerinin kullanımında atölyenin elektrik gücünün yeterli olması gerekir. Makine kullanım kılavuzundaki talimatlara göre atölyenin elektrik donanımı kontrol edilmelidir. Araç gövdelerinde çok farklı çelikler kullanıldığı için punta kaynak makineleri çok yüksek elektrik akımı ile punta yapacak kapasitededir. Atölyenin elektrik tesisatı bu yüke uygun değilse elektrik problemleri ve düşük kalite punta kaynak sorunları ortaya çıkar.

Punta kaynak makinesinin elektrik kablosu burulmadan ve katlanmadan tamamen açılmalıdır. Sarılı kablo ile punta kaynağı yapılması kabloda manyetik alan oluştuğu için yüksek ısıya neden olur. Yüksek ısı kabloda erimeye ve kısa devreye sebebiyet verir.

İŞ GÜVENLİĞİ

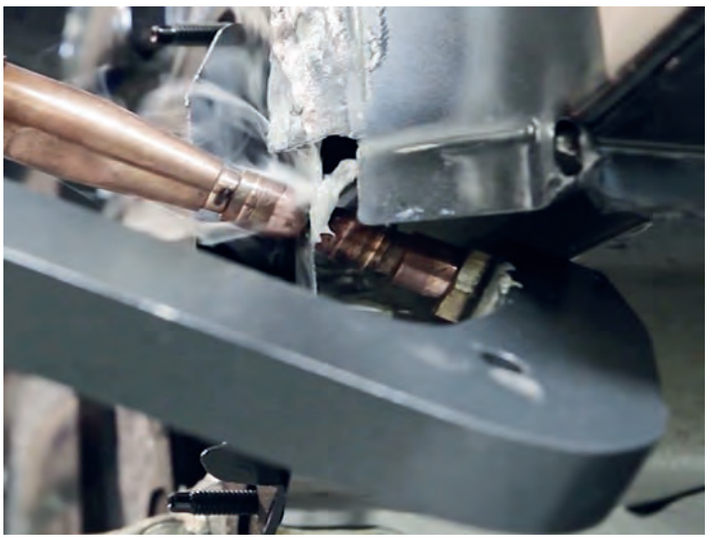
Punta kaynak makinelerinde kullanılacak olan basınçlı hava kesinlikle kuru hava olmalıdır. Yani şartlandırıcıda nem tutucu filtreden geçen hava, yağlayıcıya girmeden aradaki çıkıştan alınmalıdır. Aksi takdirde yağlı hava hem cihazın arıza yapmasına hem de elektrik yangınlarına neden olur.

Elektrotların kaynak için kullandıkları baskı kuvveti basınçlı hava ile sağlanır. Cihaz, 6,5-8 bar hava basıncı ile çalışır. Kullanılacak olan basınçlı hava kesinlikle kuru olmalıdır. Basınçlı hava şartlandırıcıya geldiğinde nem tutucu ve filtreden geçtikten sonra yağlayıcıdan önceki çıkıştan alınmalıdır.

Punta kaynağı yapılan yerlerin dış kısımları boya uygulamaları ile korozyondan korunur. Fakat iç kısımlar boyanamayacağı için buralarda korozyon riski bulunmaktadır. Bu nedenle punta kaynak işlemi yapılmadan önce bu kısımlara korozyon koruması için macun veya sprey şeklinde kimyasallar uygulanır. Hem korozyon koruması sağlaması hem de punta kaynağı sırasında elektrik akımının geçişine engel olmaması için iletken özelliğe sahip mastik ve spreyler kullanılır.




**Görsel 3.23:** Punta kaynak astarı



**Görsel 3.24:** Punta kaynak macunu kullanımı

Görsel 3.23'te punta kaynak astarı ve Görsel 3.24'te punta kaynağı yapılırken koruyucu kaynak macununun uygulanmış hali görülmektedir.

Punta kaynağı ile gövde üzerindeki onarım işlemlerinde genelde çift elektrotlu punta kaynak pensesi kullanılarak punta kaynağı yapılmaktadır. Çift elektrot ile punta kaynağı, arka tarafına ulaşılabilen ve punta kaynak pensinin girebildiği yerlerde kullanılmaktadır. Arkasına ulaşılması mümkün olmayan parçalara punta kaynağı ile montaj işlemi yapılacaksa punta tabancası ile tek elektrot kullanılarak kaynak yapılır. Tek elektrot ile yapılan punta kaynağı ile çift elektrotla yapılan punta kaynağı arasında kaynak kalitesi açısından büyük fark vardır. Çift elektrotla yapılan punta kaynağı çok mukavemetli olmaktadır. Çift elektrotlu punta kaynağında basıncı makine kendi ayarlamaktadır. Tek elektrotlu punta kaynağında ise basınç, teknisyenin uyguladığı kuvvet kadar olmaktadır. Bu nedenle mümkün olduğunca tek elektrotla punta kaynağı gövde onarımında tavsiye edilmemektedir.

Araç panellerinde yapılacak çektirme işlemlerinde kullanılan pul ve teller punta kaynak makinesinin tabancası ile yapılır. Gövde üzerinde çeşitli bağlantılar için kullanılan pul, saplama ve perçinlerin kaynak işlemleri de punta kaynak tabancasına farklı elektrot uçlarının takılması ile yapılmaktadır.

### 3.2.4. Alın Direnç Kaynağı

Çalışma prensipleri aynı olmakla beraber, donanımları bakımından ayrılan birçok özelliğinin olması alın kaynağının diğer direnç kaynaklarından farklı olmasına neden olmaktadır.

Alın kaynağının aşamaları aşağıdaki işlem sırasıyla gerçekleşir:

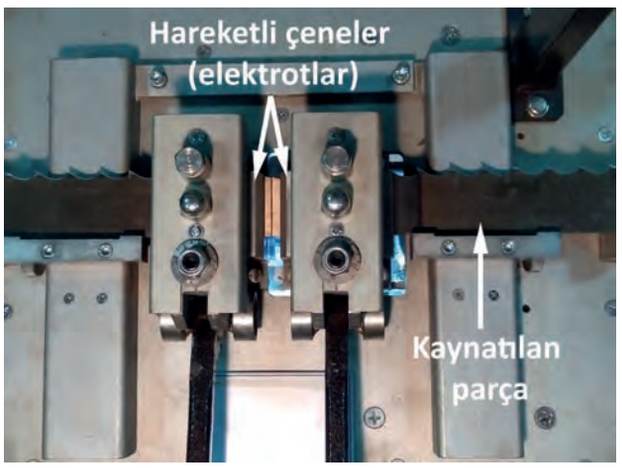
1. Alın kaynağında elektrot görevini gören kalıplara, iş parçası bağlanır.
2. Parçalar, kalıplar aracılığıyla birbirine yaklaştırılır ve temas etmeleri sağlanır.
3. Bu sırada iyi bir iletkenliğe sahip elektrotlar aracılığıyla, parçalara kaynak akımı verilir.
4. Kaynak akımı sayesinde, parçalar birleşme sıcaklığına getirilmiş olur.

5. Sıcaklığı yükselmiş iş parçaları hareketli çeneler ile birbirlerine bir miktar daha yaklaştırılır ve bu parçalara basınç uygulanır.

6. Elektrik akımı kesilirken hareketli çeneler, parçaları bir müddet daha basınç altında tutmaya devam eder. Böylece kaynak işlemi gerçekleştirilmiş olur (Görsel 3.25).

Alın direnç kaynağının uygulanmasında dikkat edilecek önemli husus, kaynak yapılacak malzemelerin aynı doğrultuda olmalarıdır. Doğrultuları aynı hizada olmadan yapılan kaynak işlemlerinde birleştirilen parçalarda eksenel kaçıklıklar oluşur.

Alın kaynağında elektrot görevi görerek elektrik akımını ileten, doğrultuyu hizalayan ve parçaları basınçla birbirine bastıran hareketli çenelerdir. Kaynak sırasında oluşan yoğun ısıdan bu çeneler çok ısınır. Makinede bulunan soğutma sistemi ile bu çenelerin soğutulması sağlanır.

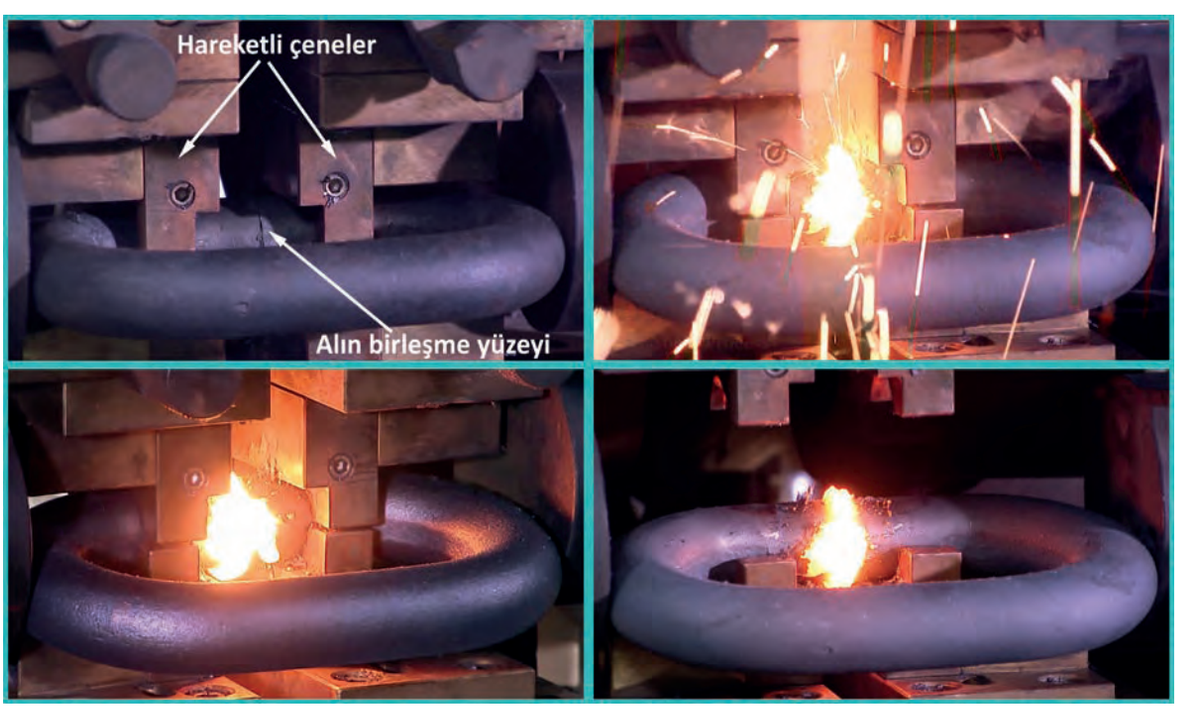



**Görsel 3.25:** Alın direnç kaynağı

### 3.2.5. Alın Direnç Kaynağı Kullanım Yerleri

Bu kaynak yöntemi ile çelik ve alaşımlarının kaynağı çok kaliteli bir şekilde yapılmaktadır. Genellikle boru gibi yuvarlak kesitli malzemelerin, kare kesitli malzemelerin ve kalın düz saçların birleştirilmesinde kullanılır. Alın direnç kaynağı; zincir ve halka imalatı, soğutma ünitelerinin üretimi ve boru kaynaklarında tercih edilir.

Görsel 3.26'da alın direnç kaynağı ile kaynak yapılan halka baklası görülmektedir.




**Görsel 3.26:** Alın direnç kaynağı ile kaynaklanan halka

| UYGULAMA 3.2. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Punta Kaynağı ile Montaj Yapma | |
| AMAÇ | Punta kaynağı ile montaj uygulaması yapmak | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçası (Bir adet 200x60x1,2 mm DKP sac)
- Punta kaynak makinesi
- Kollu makas
- Kaynakçı ayarlı pensesi
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Zımpara
- Çinko punta kaynak spreyi

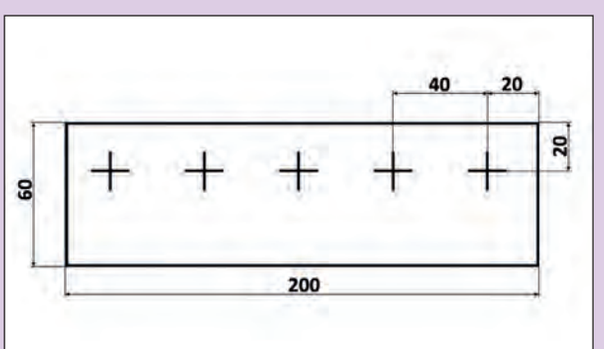
**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.

2) 200x60x1,2 mm ölçüsünde bir adet DKP sac malzemeyi temin ediniz.
Kesme ve markalama işlemlerini gerçekleştiriniz.
**Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2. İstenilen Ölçüde Parça Kesme**

3) Kestiğiniz sac parça üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız.
**Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama Parçasının Hazırlanması**

4) Parça üzerine Şekil 3.7'de görülen ve ölçüleri verilen şekli çiziniz.




**Şekil 3.7:** Uygulama parçasının markalanması

5) Atölyede bulunan araç gövdesi üzerinde iş parçasını montaj edeceğiniz bölgeyi atölye öğretmeninin belirlemesini sağlayınız.

6) Montaj yapılacak olan bölgeye mekanik temizleme işlemi uygulayınız.

7) Montaj yapacağınız bölge ile iş parçasının yüz yüze gelecek kısımlarına çinko punta kaynak spreyini uygulayınız. Fazla miktarda sprey kullanmayınız. Doğru ölçü göstergesi, spreyleme yaptığınız kısımda akıntı olmamasıdır.



**Görsel 3.27:** Parçalara çinko sprey uygulanması

7) Hazırladığınız iş parçasını montaj yapılacak kısım üzerinde hizalayınız. Montajı yapılan parçaların birbirine olan mesafelerinin hizalanması işlemine **parça alıştırma** adı verilir. Parçaları uygun pozisyona getirdiğinizde montaj penseleri ile birbirine tutturunuz. Parçalar arasında boşluk kalmamasına dikkat ediniz.



**Görsel 3.28:** Parça alıştırma işlemi

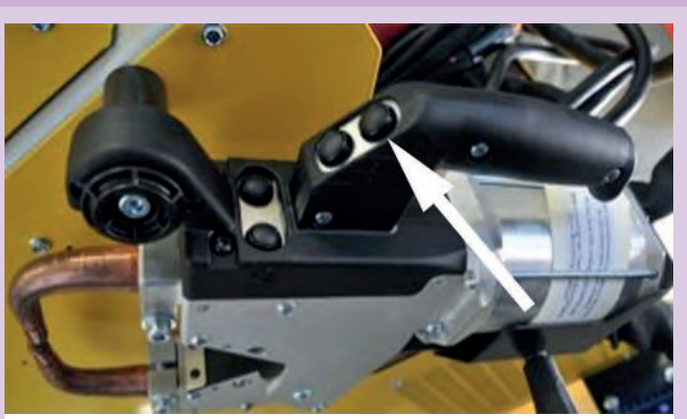
8) Punta kaynak makinesinin elektrotlarını kontrol ediniz. Çift elektrotlu kaynak pensi kullanılacaktır. Uçlarında çapak ve kir olmamalıdır. Çapakları zımparalayınız. Uç şekil formu bozulmuşsa atölye öğretmenine bilgi veriniz.

9) Makineyi ilgili parametrelere göre ayarlayınız. Montaj yapılacak malzemelerin özelliklerini ve kalınlıklarını dikkate alınız. Kullandığınız punta kaynak makinesinin kullanım talimatındaki yönergelere uyunuz.




**Görsel 3.29:** Kaynak parametreleri ayarlama ekranı

10) Kaynak pensi üzerindeki punta tuşuna basınız ve tuşu basılı tutunuz. Tuşa bastığınız ilk anda elektrotlar, uçları arasında parçayı sıkar. Hizalamada yanlışlık fark ederseniz tuşu hemen bırakın. Puntalama başlamaz ve elektrotlar açılır.



**Görsel 3.30:** Punta kaynak pensi ve kaynak tuşu

11) Hizalama doğru ise tuşa basmaya devam ediniz. Elektrotlar parçaya elektrik akımı uygulayarak basınca devam edecektir. Punta kaynak makinesinden gelen cızırtı sesini duyduğunuzda tuşa basmayı bırakın. Elektrotlar basınca bir müddet daha devam edip daha sonra açılacaktır.

12) Parça üzerindeki punta kaynak noktasını görüntü olarak kontrol ediniz. Çekirdek ve etrafındaki halkanın görünümüne göre punta kaynağı hakkında değerlendirme yapınız. Punta kaynak çekirdeği, işaretlemiş olduğunuz noktayı tam olarak ortalamış olmalı ve çekirdekte kaçıklık olmamalıdır. Kaçıklık görülüyor ise diğer işaretlerdeki punta kaynaklarında bu hususa dikkat ediniz.

13) Punta kaynak makineleri özelliklerine göre yapılan kaynağın parametrelere uygun olup olmadığını kontrol ederek ekranda kaynak durumu ile ilgili bilgi verir.



**Görsel 3.31:** Punta kaynağı yapılmış parça

14) Diğer işaretli noktalara da aynı şekilde punta kaynağı yapınız.

15) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçasının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 5 | |
| 3 | Uygulama parçasının doğru olarak markalanması | 5 | |
| 4 | Parçalara gerekli korozyon korumasının yapılması | 10 | |
| 5 | Parçaların doğru şekilde yerleştirilerek kaynakçı ayarlı pensesi ile sabitlenmesi | 10 | |
| 6 | Punta kaynak makinesinin ayarlanması | 5 | |
| 7 | Punta kaynak işleminin yapılması | 40 | |
| 8 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 9 | Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

| UYGULAMA 3.3. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Punta Kaynağı Tek Elektrotla Parça Montajı | |
| AMAÇ | Punta kaynağı tabancası kullanılarak tek elektrotla parça montajı yapmak | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçası (Bir adet 120x60x1,2 mm DKP sac)
- Kollu makas
- Punta kaynak makinesi
- C tipi ayarlı pense takımı
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Zımpara
- Çinko punta kaynak spreyi

**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.

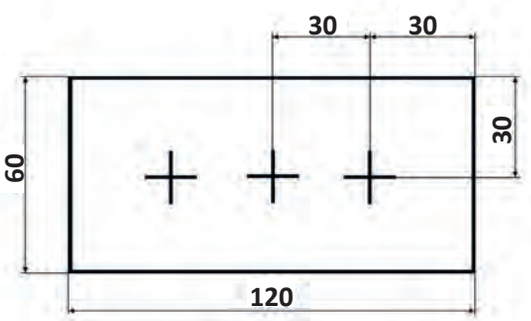
2) 120x60x1,2 mm ölçüsünde bir adet DKP sac malzemeyi temin ediniz. Kesme ve markalama işlemlerini gerçekleştiriniz.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2. İstenilen Ölçüde Parça Kesme**

3) Kestiğiniz sac parça üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama Parçasının Hazırlanması**

4) Parça üzerine Şekil 3.8'de görülen ve ölçüleri verilen şekli çiziniz.




**Şekil 3.8:** Uygulama parçasının markalanması

5) Atölyede bulunan araç gövdesinde, arka kısmına ulaşma imkânı olmayan marşpiye üzerinde iş parçasını montaj edeceğiniz bölgeyi atölye öğretmeninin belirlemesini sağlayınız.

6) Montaj yapılacak olan bölgeye mekanik temizleme işlemi uygulayınız.

7) Montaj yapacağınız bölge ile iş parçasının yüz yüze gelecek kısımlarına çinko punta kaynak spreyini uygulayınız. Fazla miktarda sprey kullanmayınız. Doğru ölçü göstergesi, spreyleme yaptığınız kısımda akıntı olmamasıdır.



**Görsel 3.32:** Kaynak bölgesine punta kaynak astarının uygulanması

8) Hazırladığınız iş parçasını montaj yapılacak kısım üzerinde hizalayınız. İş parçasını marşpiye üzerinde sabitlemek için C tipi ayarlı penseleri kullanınız. Parçalar arasında boşluk kalmamasına dikkat ediniz.
Görsel 3.33'te C tipi ayarlı pense çeşitleri görülmektedir.



**Görsel 3.33:** C tipi ayarlı penseler

9) Punta kaynak makinesinin tabanca ekipmanı kullanılacaktır. Tabancanın ucuna punta kaynak elektrodunu takınız. Elektrot sıkıştırma somununu anahtarı ile sıkınız. Somun gevşek olmamalıdır. Aksi takdirde elektrik akımının geçişi tam olmaz. Elektrot ucunu kontrol ediniz. Uç üzerinde çapak ve kir olmamalıdır. Çapakları zımparalayınız. Uç şekil formu bozulmuşsa atölye öğretmenine bilgi veriniz.

10) Makineyi ilgili parametrelere göre ayarlayınız. Montaj yapılacak malzemelerin özelliklerini ve kalınlıklarını dikkate alınız. Kullandığınız punta kaynak makinesinin kullanım talimatındaki yönergelere uyunuz.




**Görsel 3.34:** Makine kaynak parametreleri ayarlama ekranı

11) Punta kaynak işlemi için makinenin şase bağlantısını marşpiyenin üzerinde boya ve kirden temizlenmiş bir bölgesine yapınız. Sabitleme işleminde ayarlı pense kullanabilirsiniz.



**Görsel 3.35:** Punta kaynak makinesinin şase bağlantısı

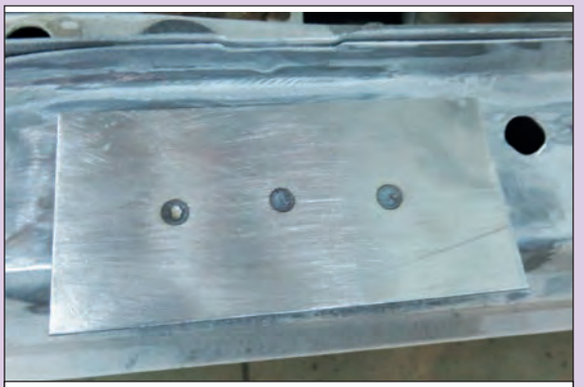
12) Elektrot ucunu parça üzerinde işaretlemiş olduğunuz noktaya değdiriniz. Punta kaynağı baskı kuvvetini tabancayı ileri doğru bastırma gücünüz sağlayacaktır. Bu basınç yaklaşık olarak 10 kg kuvvetinde olmalıdır.

13) Tabanca üzerindeki tetik tuşuna basınız ve basılı tutunuz. Punta kaynak akımı uygulanır ve punta kaynak makinesinden cızırtı sesi duyulur. Punta kaynak sesini duyduğunuzda tetiği bırakın ve tabancayı bir iki saniye daha bastırmaya devam edin.



**Görsel 3.36:** Tabanca ile punta kaynağı yapılması

14) Parça üzerindeki punta kaynak noktasını görüntü olarak kontrol ediniz. Çekirdek ve etrafındaki halkanın görünümüne göre punta kaynağı hakkında değerlendirme yapınız.



**Görsel 3.37:** Punta kaynağı çekirdek görünüşü

15) Diğer işaretli noktalara da aynı şekilde punta kaynağı yapınız.

16) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçasının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 5 | |
| 3 | Uygulama parçasının doğru olarak markalanması | 5 | |
| 4 | Parçalara gerekli korozyon korumasının yapılması | 10 | |
| 5 | Parçaların doğru şekilde yerleştirilerek c tipi ayarlı pense ile sabitlenmesi | 10 | |
| 6 | Punta kaynak makinesinin ayarlanması | 5 | |
| 7 | Punta kaynak işleminin yapılması | 40 | |
| 8 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 9 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz ve düzenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

| UYGULAMA 3.4. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Punta Kaynağı ile Saplama, Pul, Perçin Montajı Yapma | |
| AMAÇ | Punta kaynağı ile iş parçası üzerine saplama, pul, perçin kaynatmak | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçası (Bir adet 120x100x1,2 mm DKP sac)
- Kollu makas
- Punta kaynak makinesi
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Zımpara (P 80)
- Punta aksesuar seti

**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.

2) 120x100x1,2 mm ölçüsünde bir adet DKP sac malzemeyi temin ediniz. Kesme ve markalama işlemlerini gerçekleştiriniz.

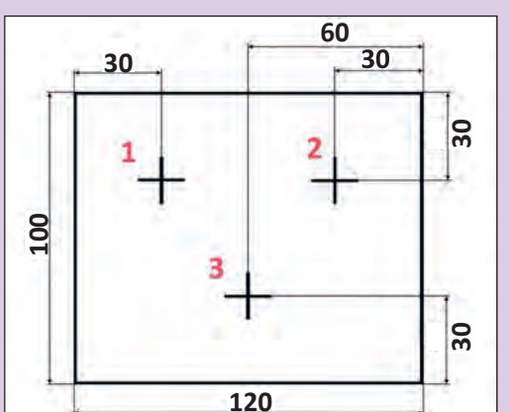
**Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2. İstenilen Ölçüde Parça Kesme**

3) Kestiğiniz sac parça üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama Parçasının Hazırlanması**

4) Parça üzerine Şekil 3.9'da görülen ve ölçüleri verilen şekli çiziniz.

5) Parça üzerinde 1 No.lu kısma pul, 2 No.lu kısma saplama, 3 No.lu kısma perçin kaynatılacaktır. Kaynatılacak malzemeler punta kaynak makinesinin aksesuar seti içerisinde bulunmaktadır. Bu malzemeleri birer adet temin ediniz.




**Şekil 3.9:** Uygulama parçasının markalanması

6) Punta kaynak makinesinin kaynak tabancası aparatı kullanılacaktır. Pul, vida ve perçin kaynak işlemi için özel olan elektrotları belirleyiniz.

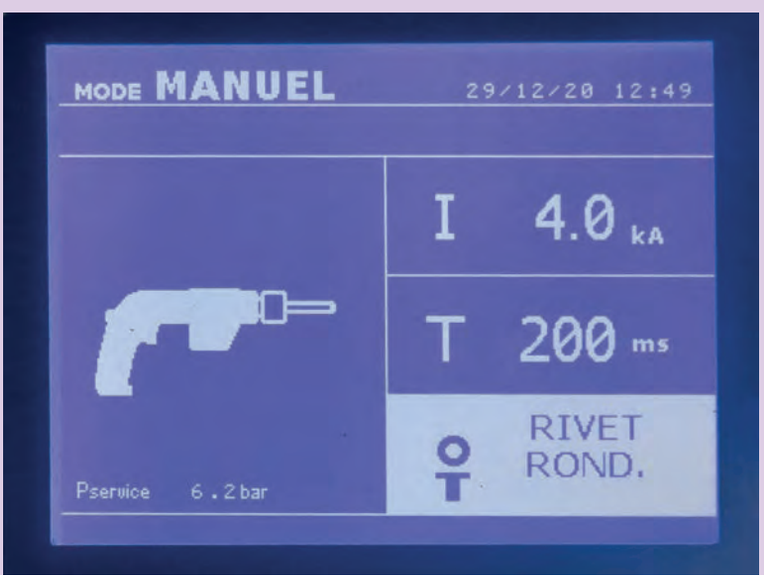



**Görsel 3.38:** Çeşitli işlemler için kullanılan elektrotlar

7) Makineyi ilgili parametrelere göre ayarlayınız. Montaj yapılacak malzemelerin özelliklerini ve kalınlıklarını dikkate alınız. Kullandığınız punta kaynak makinesinin kullanım talimatındaki yönergelere uyunuz. Görsel 3.39 ve Görsel 3.40'ta örnek makine ayarlama ekranları görülmektedir.




**Görsel 3.39:** Makine ayarlama ekranı
(saplama kaynak işlemi)




**Görsel 3.40:** Makine ayarlama ekranı
(perçin ve pul kaynatma işlemi)

8) Punta kaynak makinesinin şasi bağlantısını, iş parçasının kaynak işlemine engel olmayacak bir kısmına yapınız.

9) Tabanca ucuna pul kaynatma elektrodunu takınız. Bağlantı somununun tam sıkıldığından emin olunuz. Elektrot üzerindeki kanala pulu yerleştiriniz. Pulu parça üzerinde belirtilen 1 No.lu kısma değdirerek bastırınız. Tabancanın tetiğine basınız. Punta kaynak işlemi sesini takip ederek bir iki saniye tabancaya baskıya devam ediniz.

10) Kaynak yaptığınız malzemenin sağlamlığını göz ile ve el gücünüzle kontrol ediniz.



**Görsel 3.41:** Pul, saplama, perçin kaynatılmış parça

11) Aynı işlemleri (8 ve 9) sırasıyla 2 No.lu kısımda saplama ve 3 No.lu kısımda perçin kaynatma için tekrar ediniz.

12) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçasının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 10 | |
| 3 | Uygulama parçasının doğru olarak markalanması | 10 | |
| 4 | Punta kaynak makinesinin ayarlanması ve şasi bağlantısının yapılması | 10 | |
| 5 | Uygulama parçasında belirtilen yere pul kaynatılması | 15 | |
| 6 | Uygulama parçasında belirtilen yere saplama kaynatılması | 15 | |
| 7 | Uygulama parçasında belirtilen yere perçin kaynatılması | 15 | |
| 8 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 9 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz ve düzenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

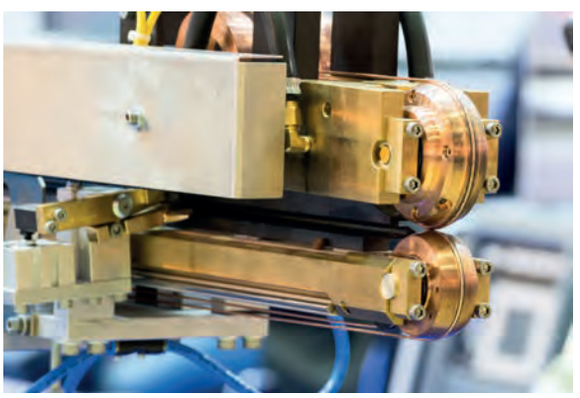
## 3.3. DİKİŞ KAYNAĞI

Punta kaynağı, parçalar üzerinde aralarında sistematik bir boşluk bırakılarak birbirini takip edecek şekilde yapılan direnç kaynağıdır. Elektrotlar, iş parçasının belirlenen kısımlarında, birleşmeye olanak tanır. Ne kadar sık aralıklarla yapılırsa yapılsın, punta kaynak dikişleri arasında bir boşluk bulunur. Bu boşluklar nedeniyle sızdırmazlık istenen iş parçalarının kaynak işlemlerinde punta kaynağı yerine dikiş kaynağı tercih edilir.

Punta kaynağının sızdırmazlık istenen parçalarda kullanılamaması, dikiş kaynağının geliştirilmesine yol açmıştır. Tüm çalışma prensipleri aynı olmasına rağmen, punta ve dikiş kaynağını birbirinden ayıran fark elektrotların biçimi ve elektrotların dairesel hareket yapmasıdır (Görsel 3.42).

### 3.3.1. Dikiş Kaynağının Kullanıldığı Yerler

Silindirik hale getirilen malzemelerin birleşme kısımlarında dikiş direnç kaynağı kullanılır. Variller ve havalandırma sistemleri gibi yerlerde kullanılan borular vb. birçok malzemenin üretiminde özellikle robotik uygulamalara elverişli olduğu için dikiş kaynağı tercih edilir. Görsel 3.43'te dikiş kaynağı ile birleştirilen varil imalat safhası görülmektedir. Otomotiv sektöründe direnç kaynağının yaygın olarak kullanımı sızdırmazlığın büyük önem taşıdığı yakıt depolarının imalatındadır. Görsel 3.44'te robotik olarak dikiş kaynağı yapılan yakıt deposu görülmektedir.



**Görsel 3.42:** Dikiş kaynağı makinesi



**Görsel 3.43:** Dikiş kaynağı ile varil yapımı



**Görsel 3.44:** Yakıt deposunun dikiş kaynağı yapılması

### 3.3.2. Dikiş Kaynağı Uygulama Teknikleri

Dikiş kaynağı uygulanan parçalarda istenilen düzeyde bir dikiş kalitesinin elde edilebilmesi için parçalardan öngörülen akımın geçmesi gerekir. Kaynak akımı iletken gereçlerden sorunsuzca geçer. Metallerin çoğuna bu özelliklerinden ötürü sorunsuz bir şekilde dikiş kaynağı ile kaynak yapılabilmektedir. 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, kirler, boya kalıntıları ve oksit tabakaları kaynaklı birleşmenin istenilen seviyede olmasına engel teşkil eder. Kısaca, dikiş kaynağı uygulanacak parçaların hazırlanmasında ön şart, parçaların temiz olmasıdır. Aynı şekilde elektrotların da temiz olması istenir.

Dikiş kaynak makinelerinde parçaya uygulanan kaynak akımının süresi büyük önem taşır. Bu sürenin uzunluğu ya da kısalığı, parçanın sıcaklığının yeterince yükselmesini etkiler. Gereğinden fazla tespit edilen süre, dikişin istenilenden yüksek sıcaklıklara ulaşmasına neden olur.

Bu da yüzeyin niteliğinde önemli değişikliklere yol açacağı için istenmeyen bir durumdur. Olması gerekenden kısa süre ise yeterli birleşme sıcaklığının oluşmasına fırsat vermediği için kaynak dikişlerinin zayıf olmasına sebebiyet verir.

Modern imalat tesislerinde akım ve süre ile ilgili tüm ayarlamalar otomatik olarak makineler tarafından yapıldığı için herhangi bir sorunla karşılaşılmaz. Fakat otomatik olmayan kaynak makinelerinde bu sürenin tespiti, yaklaşık değerler içerisinde kaynakçı tarafından yapılır. Kaynakçının tecrübesine güvenilir. Kaynakçı ise gözlem ve tecrübelerine dayanarak süreyi tespit eder ve işlemi tamamlar. Oysa dikiş kaynağı için parçadan geçirilecek akımın süresi saniyeler ile ifade edilmekte olup, bir kaynakçının her kaynak dikişinde bu süreyi tam olarak tespit edip makineye müdahale etmesi zordur. Özellikle hassas kaynak dikişinin gerekli olduğu işlerde bu durumun önemi daha bariz olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenlerden dolayı imalat süreçlerinde robotik uygulamaya uygun ve tam otomatik dikiş kaynak makineleri kullanılmaktadır.

Otomatik dikiş kaynak makinelerinde zaman sorunu elektronik devreler ile çözülmektedir. Kaynak makinelerinde elektronik devrelerin sağladığı faydaları, aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür:

- Kaynak akımının devreye girip çıkması
- Akım ve basınç değerlerinin hassas ayarlanması
- Elektrot hareketinin kontrol edilmesi

Otomatik kaynak makineleri iki ana grup içerisinde düşünülmelidir. Birinci gruba giren makinelerde iş sabit durur. Kaynak ünitesi hareketlidir ve iş parçasının değişik kaynak konumlarına giderek işlemi sürdürür. İkinci gruptaki otomatik makinelerde kaynak ünitesi sabit, iş parçası hareketlidir. Her iki grubu oluşturan türleri otomotiv endüstrisindeki uygulamalarda görmek mümkündür.

### 3.3.3. Dikiş Kaynak Hataları

Bütün elektrik kaynak işlemlerinde olduğu gibi dikiş kaynağında da en sık karşılaşılan hata yeterli yapılmayan temizlik işlemleridir. Dikiş kaynağının yapılacağı iş parçalarının kaynak bölgeleri temiz olmalıdır. Yani kaynak yüzeylerinde yabancı madde bulunmamalıdır. Özellikle imalat esnasında yağ, kir ve talaş artıkları kaynak öncesi mekanik ya da kimyasal yollarla temizlenmelidir. Buna rağmen kaynak bölgelerinde yabancı madde artıkları nedeniyle nüfuziyet azlığı oluşur. Nüfuziyet azlığı da dayanım sorunlarını açığa çıkarır. İlk başlarda iş parçasında dayanım sorunu olmasa da kullanım şartları nedeniyle parça, ilerleyen aşamalarda sızdırmaya başlayabilir.

Dikiş kaynağı sızdırmazlık istenen yerlerde kullanılmaktadır. Bu nedenle kaynak sonrası dikişin sızdırmaz olması beklenir. Örneğin, bir aracın benzin deposu dikiş kaynağıyla birleştirildikten sonra sıvıyla doldurulup, depoda kaçak olup olmadığına bakılır. İlerleyen kullanım aşamalarında kaynak yerlerinde çatlaklar oluşmaması için kontrol, basınçlı su ile yapılır. Bu kontrolden başarılı sonuçlar elde edilirse parça kullanıma sunulur.

Kaynak parametrelerinin yanlış seçimi, kaynak bölgesinde aşırı ısınma ya da az ısınmaya neden olabilir. Bu da kaynak metalinin istenilen özellikte olmasını engeller. Bu durum birleşmenin tam olmamasına neden olur. Kaynak bölgesi yeterli mukavemette olmaz ve yük altında kalınca bu kısımlarda hasarlar oluşur. Bu nedenle kaynatılacak malzemelerin özellikleri ve makine kullanım kılavuzundaki yönergeler dikkate alınarak parametrelerin seçimi yapılmalıdır.

İş parçası kaynak bitiminden sonra aniden soğutulmamalıdır. Ani soğutma kaynak metalinin çatlamasına neden olabilir. Çatlama ilk başlarda iş parçasının birleşmesini olumsuz etkileyebileceği gibi ilerleyen aşamalarda daha da artarak iş parçasının kullanılamaz hale gelmesine neden olur.

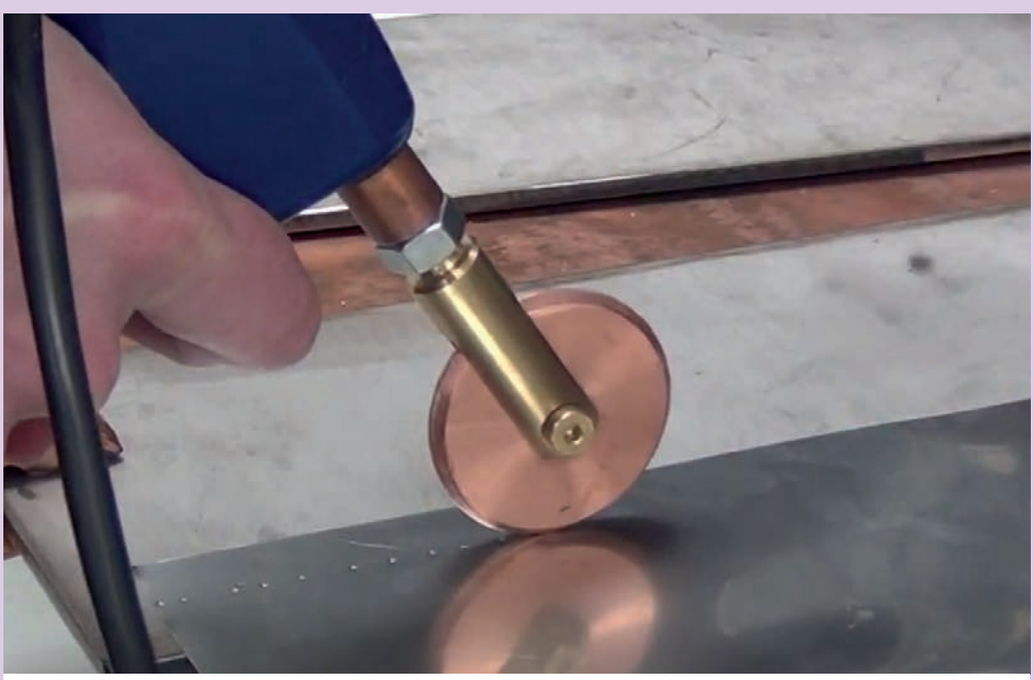
| UYGULAMA 3.5. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Dikiş Kaynağı Yapma | |
| AMAÇ | Dikiş kaynağı ile parçaları birleştirmek | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama parçaları
  (Bir adet 300x100x1,2 mm DKP sac)
  (Bir adet 450x100x12 mm levha)
- Kollu makas
- Dikiş kaynak makinesi
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Zımpara (P 80)

**2. İşlem Basamakları**

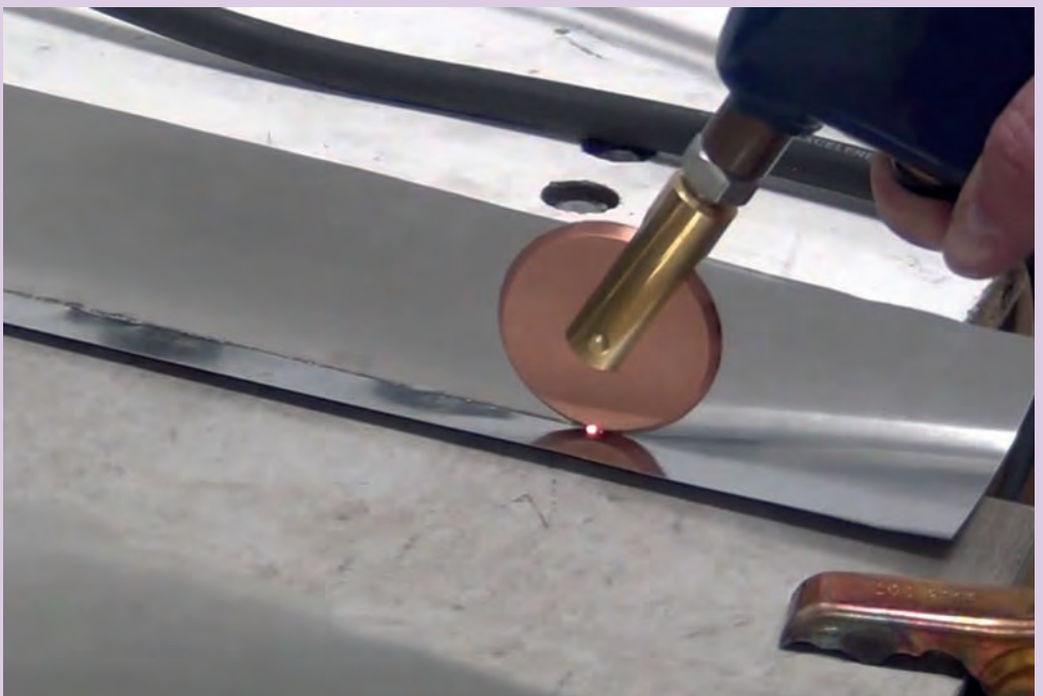
1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.
2) 300x100x1,2 mm ölçüsünde DKP sac malzemeyi temin ediniz. Kesme ve markalama işlemlerini gerçekleştiriniz. **Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2. İstenilen Ölçüde Parça Kesme**
3) Kestiğiniz uygulama parçaları üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız. **Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama Parçasının Hazırlanması**
4) DKP sac malzemeyi levha üzerine gelecek şekilde hizalayınız.
5) Parçaları kaynakçı penseleri ile sabitleyiniz.
6) Dikiş kaynak tabancasının ucuna tekerlek elektrodu takınız.
7) Makine şasi bağlantısını alttaki parça üzerinde kaynak başlangıcından uzak bir yere yapınız.



**Görsel 3.45:** Dikiş kaynak elektrodu

8) Makineyi ilgili parametrelere göre ayarlayınız. Dikiş kaynağı yapılacak malzemelerin özelliklerini ve kalınlıklarını dikkate alınız. Kullandığınız dikiş kaynak makinesinin kullanım talimatındaki yönergelere uyunuz.

9) Elektrot tekerleğini düz bir hat üzerinde kol gücünüz ile bastırarak ileriye veya geriye doğru hareket ettiriniz. Hareket hızınız yavaş ve sabit olmalıdır.



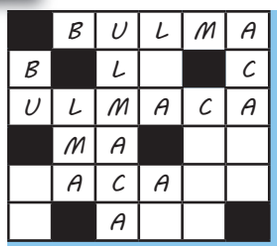
**Görsel 3.46:** Dikiş kaynağı yapılması

10) İşlem sonunda kaynak dikişini kontrol ediniz.

11) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçasının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 10 | |
| 3 | Parçaların doğru şekilde yerleştirilerek kaynakçı ayarlı pense ile sabitlenmesi | 10 | |
| 4 | Dikiş kaynak makinesinin ayarlanması | 10 | |
| 5 | Dikiş kaynak işleminin yapılması | 40 | |
| 6 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 10 | |
| 7 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz ve düzenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |




# KELİME TURU

Her karede tam olarak bir kez bulunmak koşuluyla tüm kareleri dolaşacak ve sırasıyla 4, 5 ve 6 harfli 3 kelime bulacaksınız.

- Herhangi bir kareden başlayabilirsiniz.
- Her adımda bulunduğunuz kareye komşu (yatay, düşey, diyagonal) bir kareye hareket ediniz.
- İpucu olması için her birimde birinci kelimenin ilk harfi ve üçüncü kelimenin son harfi verilmiştir.
- Bulacağınız kelimeler bu öğrenme birimi içerisinde geçmektedir.
- Birinci bölümün çözümü örnek olması için gösterilmiştir.

**1**

| | | |
|---|---|---|
| N | K | S |
| İ | A | E |
| K | R | T |
| I | İ | Ş |
| D | K | İ |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Kelime | S | A | R | I | | |
| 2. Kelime | D | İ | K | İ | Ş | |
| 3. Kelime | T | E | K | N | İ | K |

**2**

| | | |
|---|---|---|
| N | I | S |
| Ç | K | A |
| A | I | B |
| B | K | R |
| M | I | A |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Kelime | A | | | | | |
| 2. Kelime | | | | | | |
| 3. Kelime | | | | | | Ç |

**3**

| | | |
|---|---|---|
| I | N | U |
| L | P | N |
| A | T | A |
| E | R | D |
| N | Ç | İ |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Kelime | A | | | | | |
| 2. Kelime | | | | | | |
| 3. Kelime | | | | | | Ç |

**4**

| | | |
|---|---|---|
| A | E | Ç |
| L | R | Ç |
| K | İ | A |
| A | A | K |
| N | Y | K |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Kelime | A | | | | | |
| 2. Kelime | | | | | | |
| 3. Kelime | | | | | | K |

4

ÖĞRENME BİRİMİ

# LEHİMLEME VE PERÇİNLEME



## KONULAR

1. YUMUŞAK LEHİMLEME
2. YUMUŞAK LEHİMLEME İLE SIZDIRMAZLIK SAĞLAMA
3. SERT LEHİMLEME
4. FLANŞ LEHİMLEME
5. AKIŞKAN BORULARIN SERT LEHİMLENMESİ
6. PERÇİNLE BİRLEŞTİRME
7. ŞİŞİRMELİ PERÇİNLER

## 4.1. YUMUŞAK LEHİMLEME

**Lehimleme;** metallerin ergime derecelerinin altında bir sıcaklıkta, kullanılan ek telinin ergiyerek birleşme alanına yayılması ile yapılan birleştirme işlemidir. Lehimleme, sökülemeyen birleştirme çeşitlerindendir.

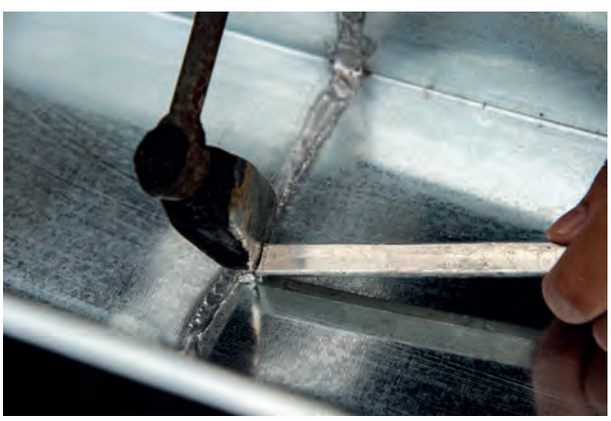
Lehimleme işleminde, birleştirme sağlanacak parçalarda ergime olmaz. Lehim adı verilen ilave dolgu malzemesi, ergimiş halde birleştirilecek malzemelere yapışır ve nüfuz eder. Kullanılan lehim malzemesinin ergime sıcaklığı birleştirilen malzemelerin ergime sıcaklıklarından düşüktür. İnce kesitli, fazla ısıtılması istenmeyen, yük taşımayacak ve zorlanmalara maruz kalmayacak yerlerin birleştirme işlemlerinde lehimleme kullanılır.

Maliyetinin az olması, kolay ve hızlı yapılması, çok iyi sızdırmazlık özelliği sağlaması gibi avantajları sayesinde lehimleme pek çok sanayi sektöründe tercih edilmektedir. Ayrıca elektrik iletkenlik özelliği çok iyi olduğundan elektronik sektörünün vazgeçilemez birleştirme tekniğidir.

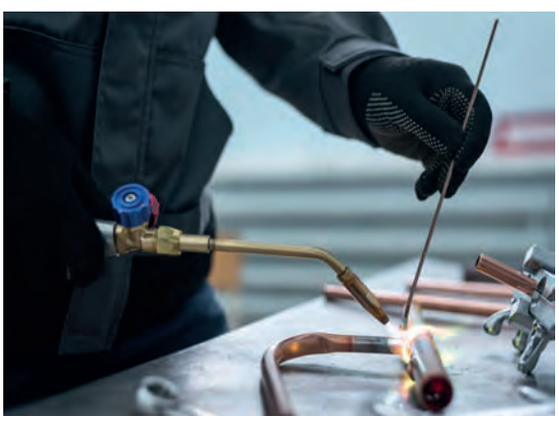
Lehimleme çeşitleri şunlardır:

- Yumuşak lehimleme (Görsel 4.1)
- Sert lehimleme (Görsel 4.2)

Yumuşak ve sert lehimlemeyi birbirinden ayıran temel fark, kullanılan dolgu malzemesi yani lehimin ergime sıcaklığıdır. Yumuşak lehimlemede kullanılan lehimler 450 °C'nin altında ergime sıcaklığına, sert lehimlemede ise kullanılan lehimler 450 °C'nin üzerinde ergime sıcaklıklarına sahiptir.



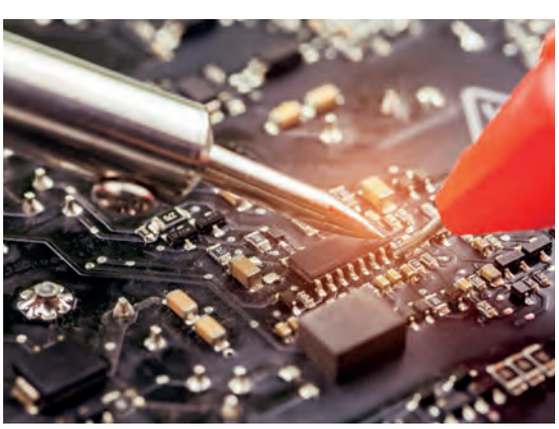
**Görsel 4.1:** Yumuşak lehimleme



**Görsel 4.2:** Sert lehimleme

Yumuşak lehimleme işlemi 450 °C'nin altında yapılır. Genel olarak sıcaklık 200-400 °C civarındadır. Yumuşak lehimleme; fazla yük taşımayan, hareketsel olarak zorlanmayan, aşırı ısıya maruz kalmayan yerler ve ince kesitli malzemelerin birleştirilmesi işlemlerinde tercih edilir.

Yumuşak lehimleme denildiğinde ilk akla gelen elektronik sektörüdür (Görsel 4.3). Yumuşak lehimleme en çok elektronik devre elemanlarının birleştirilmesinde kullanılır. Ayrıca çok ısı girdisi istenmeyen bakır ve alaşımlarının birleştirilmesinde de kullanılır.



**Görsel 4.3:** Havya ile yumuşak lehimleme

### 4.1.1. Yumuşak Lehim ve Çeşitleri

Yumuşak lehim çeşitli metallerin alaşımından oluşmaktadır. En yaygın bilinen ve kullanılanı, kalay (Sn) ve kurşun (Pb) alaşımından oluşan lehim telidir. Genel olarak lehim teli alaşımında kalay ve kurşunun yanında bakır, gümüş, antimon, çinko gibi malzemeler de kullanılmaktadır. Kurşun kalay karışımı lehimler, bakır ve çelik gibi metaller ile bağ yapma kabiliyetinin yüksek olmasından dolayı birçok alanda kullanılmaktadır.

Yumuşak lehim telinde bulunan kalay ve kurşun miktarı, kullanım yeri ve istenilen özelliklere göre ayarlanır. Elektronik işlerinde yaygın olarak kullanılan yumuşak lehim %60 kalay (Sn), %40 kurşundan (Pb) oluşur. Otomotiv gövde işlemlerinde ise %30 kalay, %70 kurşun veya %25 kalay, %75 kurşun oranlarına sahip yumuşak lehimler kullanılır.

Lehimin içerisindeki malzeme oranına göre özellikle ergime sıcaklığı değişmektedir. Tablo 4.1'de yumuşak lehim içerisindeki kalay ve kurşun oranının ergime derecesine etkisi görülmektedir. Kalay, lehimin ergime sıcaklığını düşürür ve korozyon direncini arttırır. Kurşun ise lehimin plastiklik özelliğine etki ederek çatlama ihtimalini azaltır. Farklı malzemeler eklenerek lehimin kullanım yerleri genişletilmektedir.

**Tablo 4.1:** Yumuşak Lehim Alaşımındaki Malzemelerin Ergime Sıcaklığına Etkisi

| Lehim teli | Kalay oranı (%) | Kurşun oranı (%) | Ergime sıcaklığı (°C) |
|---|---|---|---|
| 63Sn 37Pb | 63 | 37 | 183 |
| 60Sn 40Pb | 60 | 40 | 190 |
| 50Sn 50Pb | 50 | 50 | 220 |

Kurşun zehirli bir metaldir. Bu nedenle insan sağlığına ve çevreye etkileri çok zararlı olabilmektedir. Yasal düzenlemeler ile kurşun kullanımı sınırlandırılmaya ve azaltılmaya çalışılmaktadır.

Yumuşak lehimleme işleminin yapıldığı yerler gıda malzemeleri, doğal çevre (toprak, içme ve sulama suları gibi) ile etkileşim halinde ise kurşun içermeyen lehim alaşımlarının kullanımı önem arz etmektedir. Özellikle gıda işleme makinelerinde kullanılacak yumuşak lehimler; kalay oranı çok yüksek, kurşunsuz lehimlerden seçilmelidir. Dolayısıyla artık yumuşak lehim alaşımında bakır, gümüş, indiyum, antimon, germanyum, bizmut gibi malzemeler kullanılmaya başlanmıştır. Bu malzemelerin kullanımıyla yumuşak lehimin ergime derecesi yükselmekte ve maliyeti de artmaktadır.

Otomotiv gövde işlemlerinde kullanılan kurşunsuz, yumuşak lehim; kalay, çinko ve bakır alaşımıdır. Kaporta tamir uygulamalarında kurşunlu veya kurşunsuz lehimin kullanımı, araç üretici firma yönergeleri esas alınarak belirlenir.

**Tablo 4.2:** Kurşunsuz Yumuşak Lehim Alaşımındaki Malzemelerin Ergime Sıcaklığına Etkisi

| 1.Malzeme | 2.Malzeme | 3.Malzeme | Ergime sıcaklığı (°C) |
|---|---|---|---|
| %99 Sn (Kalay) | %1 Cu (Bakır) | ------ | 228 |
| %90 Sn (Kalay) | %10 Ag (Gümüş) | ------ | 217 |
| %96,5 Sn (Kalay) | %3 Ag (Gümüş) | %0,5 Cu (Bakır) | 220 |

Yumuşak lehim etiketlerinde veya üzerinde baskı olarak alaşım oranları ve varsa diğer özellikler belirtilmektedir (Görsel 4.4 ve Görsel 4.5).




**Görsel 4.4:** Kurşunlu lehim




**Görsel 4.5:** Kurşunsuz lehim



**Görsel 4.6:** Çubuk lehim

Yumuşak lehim şekli, lehimlemenin yapılacağı yere göre farklılık göstermektedir. Elektronik işlerde daha ziyade tel ve krem yumuşak lehimler kullanılırken gövde onarım işlemleri gibi daha fazla miktarda lehim girdisi istenilen yerlerde çubuk şeklinde olan lehimler kullanılır. Görsel 4.4 ve 4.5'te tel, Görsel 4.6'da çubuk lehim görülmektedir.

### 4.1.2. Yumuşak Lehimlemede Temizlik

Tüm birleştirme yöntemlerinde olduğu gibi yumuşak lehimlemede de lehim bölgesinin temizliği büyük önem taşır. İstenilen mukavemette ve istenilen özellikleri verecek bir lehimleme için birleştirilecek malzemelerin ve kullanılan ekipmanın temizlenmesi gereklidir.

Temizlik işlemi, önce mekanik daha sonra kimyasal temizlik olarak iki kademede gerçekleştirilir.

#### 4.1.2.1. Mekanik Temizlik

Lehimleme işlemi yapılacak olan malzemelerin birleştirme kısımları ve lehimlemede kullanılan araçların eğe, zımpara ve tel fırça gibi aletler ile mekanik olarak temizliğinin yapılması gereklidir (Görsel 4.7). Bu temizlik işlemleri lehimin birleştirilen malzemelere yapışma özelliğini artırmak için büyük önem taşır. Mekanik temizlik, temizleme aletleri kullanılarak el ile yapılabileceği gibi makinelere takılarak kullanılan özel tel fırça ve zımparalar ile de yapılabilmektedir. Ayrıca mekanik temizleme ile birleştirme bölgesi pürüzlendirilerek lehimin ıslatma kabiliyeti artırılmış olur.



**Görsel 4.7:** Mekanik temizlik aletleri

#### 4.1.2.2. Kimyasal Temizlik

Yumuşak lehimleme işleminde lehimin yapışma ve malzemeyi ıslatma özelliğinin artırılması bilhassa kimyasal temizliği ön plana çıkarmaktadır. Kullanılan kimyasal temizleyiciler; macun, sıvı ve toz biçimlerinde bulunmaktadır. Görsel 4.8'de macun (krem), Görsel 4.9'da sıvı şeklinde olan kimyasal temizleyiciler görülmektedir.




**Görsel 4.8:** Lehim pastası




**Görsel 4.9:** Lehim suyu

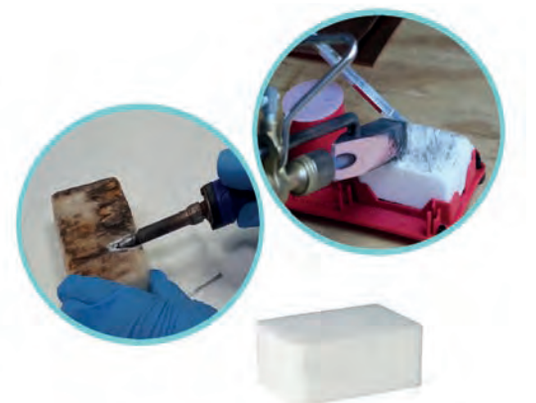
Lehim pastası ve lehim suyu (flux/flaks) denilen bu kimyasal ürünler lehimlenecek malzemeler üzerindeki kirleri ve özellikle varsa oksit tabakasını temizleyerek lehimleme işleminin kaliteli ve uzun ömürlü olmasını sağlar. Ayrıca lehimin yüzey gerginliğini alarak yayılmasını ve yapışmasını sağlar.

Kimyasal içerik olarak lehim suyu çinko klorür, lehim pastası amonyum klorürden oluşmaktadır. Bunların kullanımında dikkat edilmesi gereken husus aşındırıcı özellikte olup olmadıklarıdır. Aşındırıcı özellikte olan kimyasal temizleyiciler işlem sonrası su ile yıkanmalıdır. Aşındırıcı olmayan pastalar ise ardında çıkarılması zor kahverengi kalıntılar bırakır. Kullanılan kimyasal temizlik ürünlerinin kalıntıları, lehimleme işleminden sonra kesinlikle mekanik olarak temizlenmelidir.

Elektronik işlemlerde kullanılan lehim tellerinin içerisinde belli oranda flux bulunduğundan sadece havya ucunun temizliği için lehim pastası kullanılır.



**Görsel 4.10:** Havya ucu temizleme teli



**Görsel 4.11:** Nişadır ile havya ucu temizliği

Kullanılan havyaların uç kısımları ısınma ve soğumadan dolayı zamanla oksitlenerek kirlenir. Bu uç kısımların temizliği nişadır ve tel tipi temizleyiciler kullanılarak yapılmaktadır. Nişadır, kalıp taş halindeki amonyum klorürden ibarettir.

### 4.1.3. Yumuşak Lehimlemede Kullanılan Isıtma Takımları

Yumuşak lehimleme işlemi genellikle elle ve otomasyonla yapılmaktadır. İndüksiyon, fırında ve daldırma lehimleme gibi farklı uygulamalar da bulunmaktadır.

Yumuşak lehimleme el ile yapıldığında lehimi ergitmek için üç temel yöntem kullanılmaktadır:

1. Sıcak hava ile ısıtarak
2. Oksi-gaz kaynağı veya pürmüz alevi ile ısıtarak
3. Isınmış metal havya uçları ile ısıtarak

Bu üç yöntemden hangisinin kullanılacağı birleştirilecek malzemelerin ve birleştirme yerinin özellikleri dikkate alınarak tespit edilir. Küçük ve ısıdan zarar görecek parçaların yumuşak lehimleme işleminde açık alev ve sıcak havanın kullanımı uygun değildir. Geniş bir alanda yumuşak lehimleme ile birleştirme yapılıyorsa havyalardan ziyade açık alevin kullanımı daha uygun olmaktadır. Bu tercih uygulamayı yapacak teknisyenin tecrübesi ile karar vereceği bir durumdur. Görsel 4.12'de oksi-gaz kaynak alevi ile yapılan yumuşak lehimleme görülmektedir.



**Görsel 4.12:** Oksi-gaz kaynak alevi ile yumuşak lehimleme

### 4.1.3.1. Havyalar

Yumuşak lehimleme işleminde kullanılacak havyalar uç kısımlarının ısınması ve lehimi ergitmesi esasına göre çalışmaktadır.

Elektrikli havyalarda uç kısımlarının ısıtılması elektrik enerjisi kullanılarak yapılır (Görsel 4.13). Diğer bir kısım havyalarda ise uç kısmın ısıtılması alev ile yapılmaktadır (Görsel 4.14). Küçük ve taşıma kolaylığı sağlayan kendinden gazlı havyalar da bulunmaktadır (Görsel 4.15).



**Görsel 4.13:** Elektrikli havya



**Görsel 4.14:** Kalın uçlu elektrikli havya



**Görsel 4.15:** Kendinden gazlı havya

Havyalarda uç kısmın temizliği önemlidir. Uç kısım hem mekanik hem de kimyasal olarak temizlenmelidir. Havya uç kısmı, lehimleme işleminin yerine göre değişik geometrik şekillerde olmaktadır. Sivri, küt, ince, kalın, yuvarlak gibi çok farklı yapıya sahip uçlar kullanılmaktadır. Zamanla bu geometrik yapı, kullanımdan kaynaklı olarak bozulmaktadır. Bu nedenle eğeler kullanılarak uç kısım eski şekline getirilmelidir. Burada dikkat edilmesi gereken kısım havya ucunun çok fazla kısalmamasıdır. Uç çok kısalmış veya düzeltilemeyecek kadar bozulmuşsa yenisi ile değiştirilmelidir.

Kimyasal olarak temizlik havya ucunun lehimleme kabiliyeti açısından önemlidir. Kirli havya ucu hem lehimi ergitmede hem de lehimin yayılımında problemler çıkarır. Elektrikli havyalar pastayla temizlenirken alev ile ısıtılan havyalar nişadır ile temizlenir.

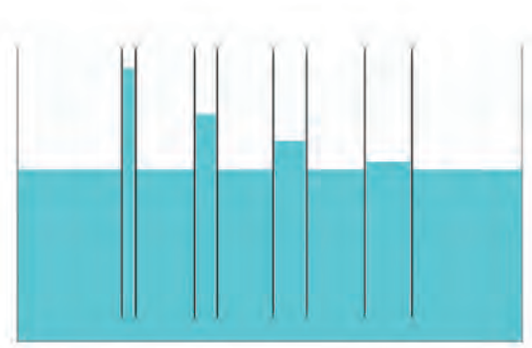
### 4.1.4. Yumuşak Lehimleme Uygulama Teknikleri

Yumuşak lehimleme işlemi için bazı terimleri ve fizik kurallarını hatırlamak gerekmektedir. Adezyon, kohezyon, kapiler etki ve yüzey gerilimi terimlerinin incelenmesi yumuşak lehimleme işleminde dikkat edilecek noktaları ortaya çıkarmaktadır.

**Adezyon**, farklı maddelerin birbirine tutunması yani yapışmasıdır. Örnek olarak pencere camına yağmur damlasının temas ettikten sonra pencereye yapışarak tutunması verilebilir.
**Kohezyon**, aynı tür maddelerin moleküllerinin çekim kuvvetiyle birbirlerine tutunmasıdır. Bir cam parçası veya metal üzerine damlatılan bir damla suyun su moleküllerinin birbirlerini çekmesinden dolayı damla olarak yüzeyde kalması en iyi örnektir.

Sıvıların genellikle küre şeklinde damlacıklar halinde olmalarının sebebi yüzey gerilimidir. Suyun cam veya metal yüzey üzerinde damla olarak kalabilmesi yüzey geriliminin yüksek olmasına bağlıdır. Yüzey gerilimi suyu damla halinde yüzey üzerinde tutar. Yüzey gerilimini bozacak etkenler oluşursa (ağırlığın artması, damla formunu bozacak dış etkenler gibi) su damlası yüzeye yayılmaya başlar. Cam veya metal üzerindeki su damlasına damlalar eklendiğinde veya damla, bir çubukla karıştırıldığında su damlası yüzeye yayılmaya başlar.

Bir sıvı ile maddenin molekülleri arasındaki çekim kuvvetinin (adezyon), sıvının kendi molekülleri arasındaki çekim kuvvetinden (kohezyon) daha büyük olması sonucu gerçekleşen etkiye **kapiler etki/kılcallık** denir. Şekil 4.1'de görüldüğü gibi suyun içine daldırılmış cam borularda su, boru boyunca yukarıya doğru tırmanmaktadır. Boru çeperleri su moleküllerini kendine doğru çekmektedir. Kesit inceldikçe kapiler etki daha fazla olmakta ve sonuçta su yukarıya daha fazla tırmanmaktadır.



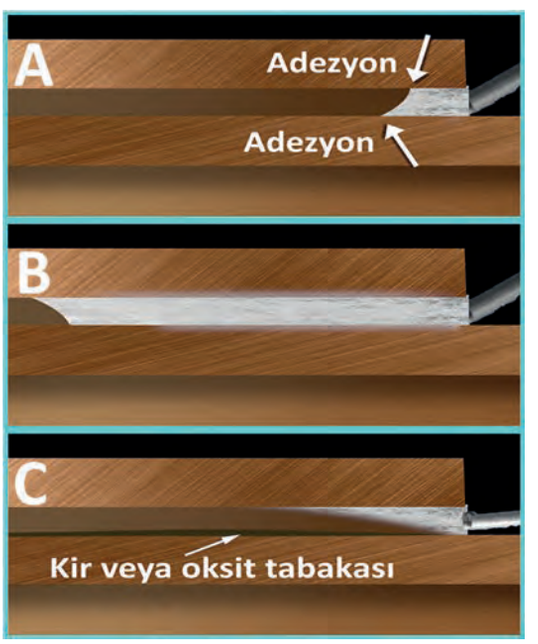
**Şekil 4.1:** Kapiler etki (Kılcallık)

Kapiler etkinin fazla olması için yüzey geriliminin düşmesi gerekir.

Yumuşak lehimleme işleminde sıcaklık etkisiyle sıvı hale gelen lehim, birleştirilecek malzemelerin arasındaki boşluğu kapiler etki ile doldurmaktadır. Boşluk mesafesi çok iyi ayarlanmalıdır. Boşluk miktarının çok az olması lehimin sıvı olarak girişini engeller. Boşluk miktarı fazla olduğunda kapiler etki azalarak lehimin boşluk içinde ilerleyişi mümkün olmaz.

Birleştirilecek malzemelerdeki yüzey geriliminin düşük olması sağlanmalıdır. Sıcaklığın artması malzemelerdeki yüzey gerilimini düşürür. Bu nedenle lehimleme işleminin başında, birleştirilecek olan malzemelerin ısıtılması lehimleme kalitesi için önemlidir.

Ayrıca, kullanılan flux (flaks) ve pasta malzemeleri, yüzey gerilimlerini düşürerek kapiler etkiyi artırır. Lehimin birleştirme bölgesine yayılımını ve malzemeleri ıslatma kabiliyetinin artmasını sağlar. Görsel 4.16'da A şeklinde görülen adezyon etkisi ile B şeklinde düzgün bir lehim yayılımı görülmektedir. C şeklinde ise alttaki parçada kir veya oksit tabakası tam temizlenmediğinden lehimin yüzeyi ıslatması mümkün olmamıştır. Lehim sadece üstteki malzemeye yapışmıştır.




**Görsel 4.16:** Lehimde kapiler etki

Bu hususlara dikkat edilmediğinde lehimleme görünüş itibarıyla yapılmış olarak gözükse de tam bir yayılım sağlanamadığından daha sonraki zamanlarda problemler ortaya çıkacaktır.

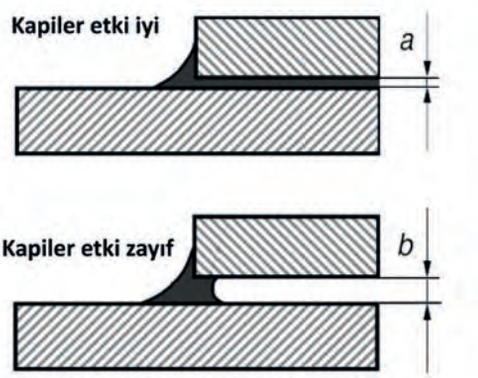
Yumuşak lehimleme uygulamasında aşağıdaki şu hususlara dikkat edilmesi gerekir:

- Lehimlenecek malzemeler hem mekanik hem de kimyasal olarak temizlenmelidir. Mekanik temizlemede yüzeyin pürüzlü hale getirilmesi lehimin parçaları ıslatmasında önemli etkendir.
- Lehimlemede havya ucu kullanılacaksa ucun da temizliği yapılmalıdır. Uç şekli yapı olarak kontrol edilmelidir. Gerekiyor ise düzeltilmeli veya yenisi ile değiştirilmelidir. Uç büyüklüğü lehimleme yerine uygun ölçüde seçilmelidir.
- Malzemelerin birleşme bölgelerine lehim suyu sürülerek yüzey gerilimi azaltılır ve varsa oksit tabakasının temizlenmesi sağlanır. Malzemeler havya ucu ile hafif ısıtılır.
- Havya ucu pastaya hafif daldırılıp çıkarılır. Lehim, havya ucuna değdirilip ergitildiğinde uç üzerinde yayılması gereklidir. Yayılma olmuyorsa uç kirli veya yeteri kadar ısınmıyordur.
- Havya ucu ile ısıtılan bölgeye lehim değdirilerek lehimin ergimesi ve malzemeler arasındaki boşluğa nüfuz etmesi sağlanır.
- Kapiler etkinin iyi olması ve lehimin malzemeler arasındaki boşluğu tam doldurabilmesi için havya ucu, parçaları bir müddet ısıtmaya devam etmelidir. Fazla ısıtmadan dolayı lehimin kontrolden çıkıp dağılma tehlikesi olduğu için dikkat dilmelidir.
- Havya ucu lehim bölgesinden alındığında parçaların ve lehimin soğuması sırasında lehim bölgesinin bozulmaması için parçaların hareket etmemelerine dikkat edilmelidir.
- Lehimleme işlemi bittiğinde lehim bölgesi tel fırça ile temizlenmelidir.

### 4.1.5. Yumuşak Lehimleme Uygulama Hataları

Yumuşak lehimleme hatalarından en çok karşılaşılanı soğuk lehim hatasıdır. Soğuk lehim; lehimin, lehimlenen parçaları tam ıslatamayıp parçaların düzgün bir şekilde yapışamadığını ifade eder. Bu hata genelde parçaların yeterli seviyede ısıtılamadığı veya lehimin tam ergitilemediği durumlarda ortaya çıkmaktadır. Lehim yapılan bölgedeki hava sirkülasyonu dikkate alınmalıdır. Lehimin soğuması gereken süreden daha erken soğumaması sağlanmalıdır.

Lehimleme yapılacak parçaların arasındaki mesafe fazla tutulduğunda kapiler etki zayıflar ve lehimin parçalar arasına yayılımı azalır (Şekil 4.2).




**Şekil 4.2:** Kapiler etkide aralığın önemi

### 4.1.6. Otomotiv Gövde Atölyelerinde Yumuşak Lehimleme Uygulamaları

Otomotiv gövde atölyelerinde yumuşak lehimleme, parça birleştirme işlemleri için kullanılmamaktadır. Sadece bazı bölgelerde dolgu amacıyla kullanılmaktadır.

Gövde parçaları üzerinde oluşan, onarımı uzun sürecek ve maliyeti yüksek olacak küçük hasarların giderilmesi amacıyla kullanılır. Genelde yük taşımayan hareketsel olarak zorlanmayan parçalarda böyle işlemler yapılır.

Çektirme işlemlerinde fazla hasar alacak ince kesitli panel parçalarının düzeltme işlemlerinde tercih edilmektedir.

Yumuşak lehimin gövde onarımlarında kullanıldığı yerlere aşağıdaki kısımlar örnek verilebilir.

- Arka çamurluk gibi büyük ve değişimi zor olan parçaların köşelerinde veya stop lambalarının altında kalan yerlerde oluşan hasarların doldurulmasında,
- Dış panel saclarının geometrik olarak düz olmayan bölümlerinde oluşan küçük hasarların doldurulmasında,
- Çok ince dış panel saclarında oluşan hafif hasarların çektirme sistemleri ile düzeltilmesi sırasında sacın delinme riski varsa,
- Marşpiye gibi arka kısmına ulaşım imkânı olmayan bölgelerde oluşan çok küçük eziklerin doldurulmasında kullanılır.

Otomotiv gövde uygulamalarında yumuşak lehimleme yapılacak yerlerde lehimlemenin iyi olabilmesi için lehim uygulanacak bölgeye kalaylama işlemi yapılır. Kalaylama işlemi kalay macunu veya kalay pastası adı verilen kimyasal madde ile yapılır (Görsel 4.17). Sıcak hava üfleyici veya açık alev kullanılarak uygulanması daha uygundur. Kalay macunu özel kendi fırçası ile uygulama yapılacak yere sürülerek kalaylama işlemi yapılır. Genelde kalay macunu kutusunun yanında veya kutu kapağına monte edilmiş şekilde fırça bulunmaktadır. Fırça kutudan çıkmazsa 1 numaralı boya fırçası kullanılabilir.




**Görsel 4.17:** Kalay pastası

| UYGULAMA 4.1. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Lehimleme Yapılacak Yüzeyi Temizleme | |
| AMAÇ | Yumuşak lehimleme işlemi yapılacak iş parçalarınI temizlemek | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçaları (1,2 mm kalınlıkta DKP sac)
- Lehim suyu
- Tel fırça
- P80 tabaka kuru kâğıt zımpara
- Fırça (1 numara)

**2. İşlem basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.

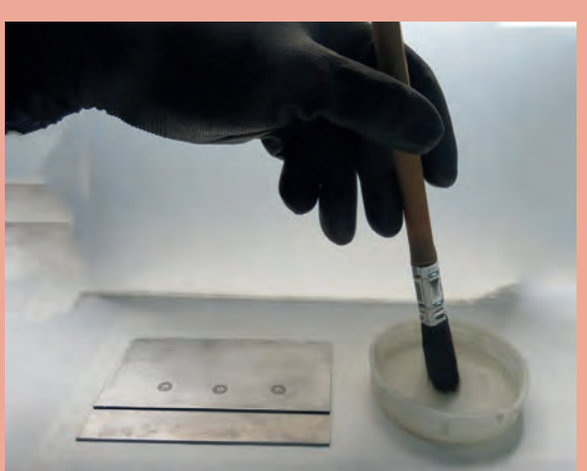
2) Bu uygulamada daha önce Uygulama 3.1'de yapılmış olan iş parçası kullanılacaktır.

Atölye uygulamalarında kullanılan tüm malzemeler ülke ekonomisi için değerlidir. Her zaman olduğu gibi bu konuda da israftan kaçınmak gerekmektedir. Özellikle kullanılan sarf malzemeler israf edilmemeli ve malzemenin tamamı kullanımda değerlendirilmelidir. Tamamen kullanım dışı kalanlar da muhakkak ilgili geri dönüşüm kutusuna atılmalıdır. Özellikle metal malzemelerin geri dönüşümü ekonomik olarak çok büyük katkı sağlamaktadır. Çöpe atılan her türlü malzemenin de çevreye zarar verdiği unutulmamalıdır.

Öğretmen, öğrenci, kimse israf etmemelidir ve malzemelerin bilinçli kullanımı konusunda herkesin vicdani sorumluluğu olduğu unutulmamalıdır.

3) Uygulama sac parçası üzerinde Görsel 4.18'de belirtilen bölümleri tel fırça ve zımpara kullanarak kir, yağ ve oksit tabakalarından temizleyiniz.

4) 1 numaralı fırça ile lehim suyunu Görsel 4.19'da görüldüğü gibi belirtilen yerlere bölgenin dışına taşmayacak şekilde sürünüz. Unutmayınız ki fazla lehim suyu, lehimleme işlemi sonrasında temizlik işlerinin uzamasına neden olacaktır. Kuru, temiz bir bezle parçayı siliniz.



**Görsel 4.18:** Temizlenmiş uygulama parçası



**Görsel 4.19:** Lehimleme bölgesine lehim suyu uygulaması

5) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | İş parçasının mekanik temizliğinin yapılması | 35 | |
| 3 | İş parçasına lehim suyu uygulanması | 35 | |
| 4 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 10 | |
| 5 | Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

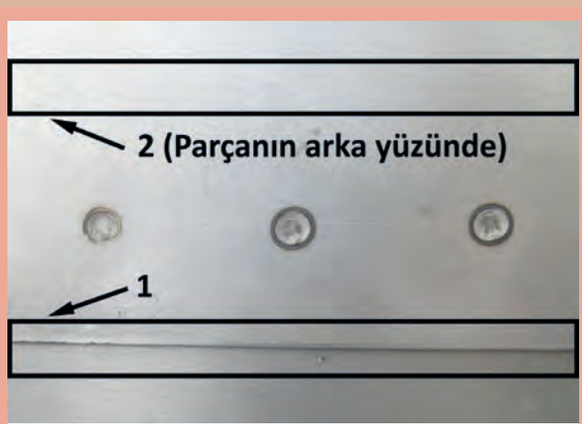
| UYGULAMA 4.2. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Yumuşak Lehimleme | |
| AMAÇ | Yumuşak lehimleme işlemi yapmak | |

### 1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçaları
- Havya 2 adet (Elektrikli ve harici ısıtmalı)
- Yumuşak lehim çubuğu (Pb %65, Sn %35)
- Lehim pastası
- Nişadır
- Tel fırça
- Kıvılcım çakmağı

### 2. İşlem basamakları

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.
2) Uygulama 4.1'de temizliğini yaptığınız iş parçasını hazır ediniz.
3) Uygulama sac parçası üzerinde Görsel 4.20'de belirtilen 1 numaralı kısma elektrikli havya ile yumuşak lehimleme yapılacaktır.
4) Havyayı çalıştırarak ısınmasını bekleyiniz.
5) Havya ucunu pastaya batırınız. Ucuna lehim çubuğunu değdirerek uç üzerinde lehimin yayılımını izleyiniz. Lehim ergiyerek uç üzerinde yayılma sağlıyorsa havya, kullanım sıcaklığına ulaşmıştır.
6) 1 numaralı bölgeyi bir ucundan havya ile ısıtmaya başlayınız.



**Görsel 4.20:** Yumuşak lehimleme yapılacak iş parçası

7) Isıtılan bölgeye, havya ucuna yakın kısma, lehim çubuğunu değdirerek lehimin ergimesini sağlayınız.
8) Havya ucu ile lehimin yayılmasına yardımcı olunuz.
9) Yüzeydeki lehim yüksekliği tümsek halinde olmamalı ve lehim, parçalar arasındaki boşluğa doğru girmelidir.
10) Lehimleme işlemi sonunda bir müddet parçayı hareket ettirmeden lehimin soğumasını bekleyiniz.
11) Lehimleme bölgesi üzerindeki kalıntıları tel fırça ile temizleyiniz.

12) İş parçasının Görsel 4.20'de belirtilen 2 numaralı kısmına harici ısıtmalı havyayı kullanarak yumuşak lehimleme yapılacaktır.
13) Havya ucunda şekil bozukluğu gözlemliyorsanız ucu, eğe ile düzeltin veya ucu değiştirin.
14) Gaz vanasını açıp kıvılcım çakmağı ile yakınız. Havya ucunun ısınmasını bekleyiniz.
15) Havya ucunu nişadır üzerinde ileri geri hareket ettirerek temizleyiniz.
16) Havya ucuna lehim çubuğunu değdirerek uç üzerinde lehimin yayılımını izleyiniz. Lehim ergiyerek uç üzerinde yayılma sağlıyorsa havya kullanım sıcaklığına ulaşmıştır.
17) 2 numaralı bölgeyi bir ucundan havya ile ısıtmaya başlayınız.
18) Isıtılan bölgeye, havya ucuna yakın kısma, lehim çubuğunu değdirerek lehimin ergimesini sağlayınız.
19) Havya ucu ile lehimin yayılmasına yardımcı olunuz.
20) Yüzeydeki lehim yüksekliği tümsek halinde olmamalı ve lehim parçalar arasındaki boşluğa doğru girmelidir.
21) Lehimleme işlemi sonunda parçayı bir müddet hareket ettirmeden lehimin soğumasını bekleyiniz.
22) Lehimleme bölgesi üzerindeki kalıntıları tel fırça ile temizleyiniz.
23) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Elektrikli havya ile yumuşak lehimleme yapılması | 30 | |
| 3 | Harici ısıtmalı havya ile yumuşak lehimleme yapılması | 30 | |
| 4 | İş parçasının iş bitiminde temizlenmesi | 10 | |
| 5 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 10 | |
| 6 | Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

| UYGULAMA 4.3. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Yumuşak Lehimleme ile Yüzey Dolgu İşlemi | |
| AMAÇ | Yumuşak lehimleme ile sac yüzey üzerinde dolgu işlemi yapmak | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçaları
- Sıcak hava üfleyicisi (Fön)
- Yumuşak lehim çubuğu (Pb %65, Sn %35)
- Kalay pastası
- Kalay spatulaları
- Tel fırça
- Karoseri eğesi (Amerikan eğesi)

**2. İşlem basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.

2) Uygulama 4.1'de temizliğini yaptığınız iş parçasını hazır ediniz. **Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2. İstenilen ölçüde parça kesme**

3) Kestiğiniz sac parça üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız. **Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama parçasının hazırlanması**

4) Görsel 4.21'de görülen kalay setini kullanmak için hazırlayınız.

5) İş parçası üzerinde öğretmeniniz tarafından çukur oluşturulmasını sağlayınız.

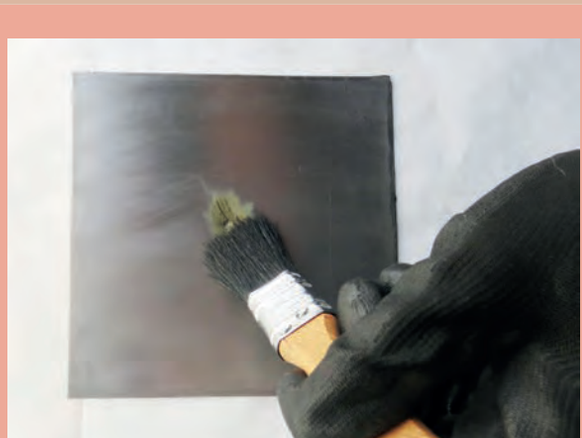


**Görsel 4.21:** Kalay seti

6) İş parçasının çukurlaşan bölgesini fön ile ısıtınız.

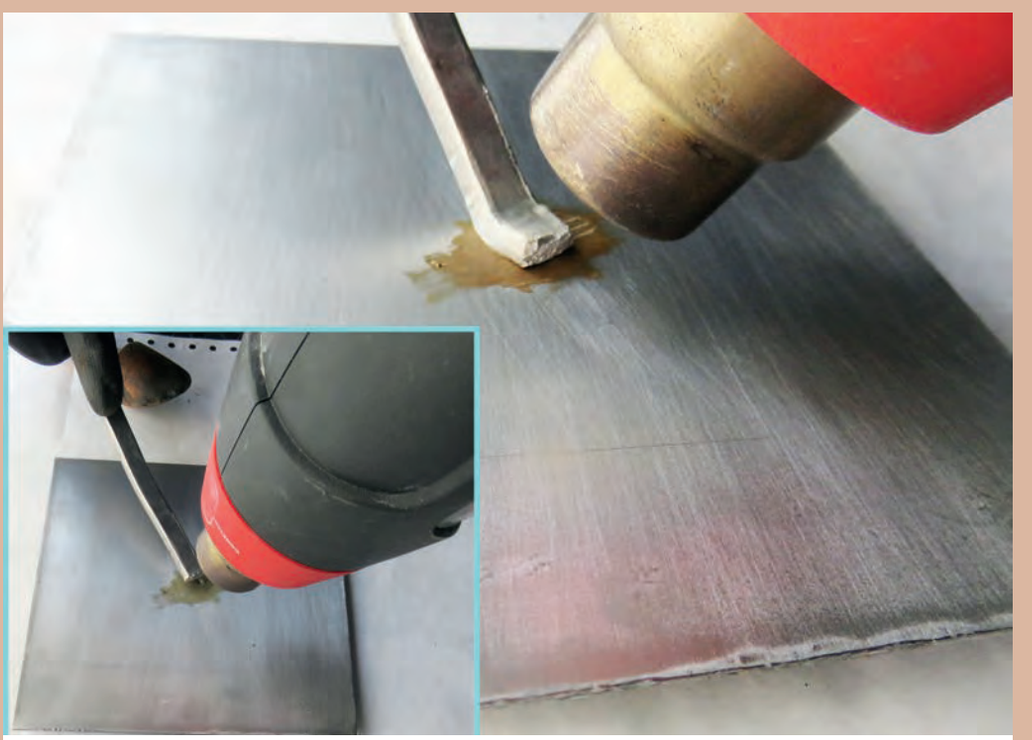
7) Çukur kısma bir miktar dışına taşacak şekilde kendi fırçasını kullanarak kalaylama pastasını sürünüz.

8) Sürülen kalaylama pastasını fön ile hafif ısıtınız.Bu ısıtmalar kalaylama pastasının aktifleşerek yüzey gerilimini azaltması için yapılmaktadır.



**Görsel 4.22:** Kalay pastası sürülmesi

9) Fön yardımıyla lehim çubuğunu ergiterek çukur bölümün içine akıtınız.



**Görsel 4.23:** Yumuşak lehim çubuğunun ergitilmesi

10) Çukur bölümün içindeki lehimi fön ile ısıtmaya devam ederken kalaylama spatulası ile şekillendiriniz. İşleme çukur bölüm dolana kadar devam ediniz.



**Görsel 4.24:** Yumuşak lehim dolgusunun tesviyesi

11) Lehim soğuduktan sonra düzgün bir yüzey elde edene kadar karoseri eğesi ile eğeleyiniz.

12) İş parçası dolgu kısmını tel fırça ile temizleyiniz.

13) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

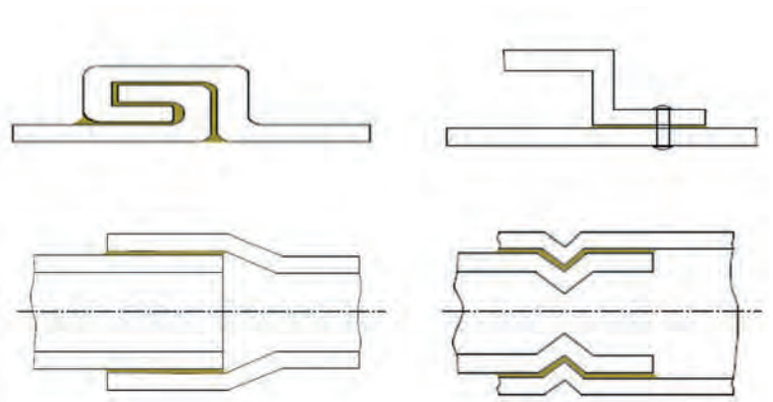
**3. Uygulama değerlendirme**

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçasının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 5 | |
| 3 | Uygulama parçasının doğru olarak markalanması | 5 | |
| 4 | Kalay pastası uygulanması | 10 | |
| 5 | Yumuşak lehimleme ile dolgu işleminin yapılması | 20 | |
| 6 | Dolgu yüzeyinin kalay spatulası ile düzeltilmesi | 20 | |
| 7 | Yüzeyin karoseri eğesi ile tesviye edilmesi | 10 | |
| 8 | Uygulama parçasının iş bitiminde temizlenmesi | 5 | |
| 9 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 10 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz ve düzenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 4.2. YUMUŞAK LEHİMLEME İLE SIZDIRMAZLIK SAĞLAMA

Yumuşak lehimleme işlemi ile parçalar arasında sızdırmazlık sağlanabilmektedir. Temizliği iyi yapılmış yüzeylere iyi yapışarak yüzeyi ıslatan yumuşak lehim tam bir sızdırmazlık sağlamaktadır (Şekil 4.3).

Sızdırmazlığın iyi olabilmesi için lehimleme işleminin sıcak hava üfleyici veya açık alev kullanılarak uygulanması daha kolaydır. Yumuşak lehimleme öncesi yüzeylerin mekanik temizliğinin çok iyi yapılmış olması gerekir. Mekanik temizliğin yanında kimyasal temizliğin de yapılması uygun olacaktır.



**Şekil 4.3:** Yumuşak lehimleme ile sızdırmazlık

### 4.2.1. Yumuşak Lehimleme ile Sızdırmazlık Sağlanabilecek Malzemeler

Yumuşak lehimleme, çelik ve tüm alaşımlarında sızdırmazlık sağlamak için kullanılır. Çelik dışında en çok bakır ve alaşımlarının sızdırmazlığının sağlanmasında kullanılır.

Otomotiv sanayinde yumuşak lehimleme ile sızdırmazlık işlemleri bakırdan mamul radyatörlerde yapılmaktadır. Motor soğutma suyu radyatörlerinde ve araç içi ısıtma kalorifer radyatörlerinde oluşan deliklerin kapatılmasında başvurulan ilk yöntem yumuşak lehimlemedir.

Yumuşak lehim özellikle bakır boruların birleşim yerlerinde çok iyi sızdırmazlık sağlar ve çok kolay uygulanır (Görsel 4.25).



**Görsel 4.25:** Bakır boruların yumuşak lehimleme işlemi

### 4.2.2. Yumuşak Lehimleme ile Sızdırmazlık Sağlama Uygulama Teknikleri

Yumuşak lehimleme ile sızdırmazlığın sağlanabilmesi için bazı şartların yerine getirilmesi gereklidir.

- Lehimlemede ergiyip sıvılaşan lehimin parçalara tutunması gereklidir. Bu da parçaların son derece iyi bir şekilde temizlenmesi ile mümkündür. Mekanik ve kimyasal yöntemler ile kirler ve oksit tabakalar temizlenmeli ve yüzey çok hafif pürüzlü hale getirilmelidir. P80 veya P120 kuru zımpara kullanımı iyi sonuç verecektir.

- İyi bir sızdırmazlık için parçaların arasındaki boşluğun dolması gereklidir. Bu da kapiler etkinin çok iyi olması ile mümkündür. Bu nedenle kapiler etkiyi artırmak ve yüzey gerilimini azaltmak için parçaların ön ısıtma sürelerinin uzun tutulması gereklidir.

- Parçalarda lehimin temas edeceği her yere lehim pastası sürülmelidir. Lehim pastası ısı verildiğinde kir ve oksit tabakasını temizler. Ayrıca lehimin parçalara yapışma kabiliyetini artırır.

- Borularda sızdırmazlık için yumuşak lehimleme yapılıyorsa boruları ısıtmaya alttan başlanmalıdır. Alttan gelen ısı, borunun üst kısmını da ısıtacaktır. Lehimlemeye de alttan başlanmalıdır. Çünkü üstten lehimleme sırasında akan lehim, borunun soğuk kısmına gideceğinden hemen katılaşmaya başlar ve parçaların arasına giremez.

### 4.2.3. Yumuşak Lehimleme ile Sızdırmazlık Sağlama Hataları

Yumuşak lehimleme ile sızdırmazlık işlemlerinin yapılmasında en çok karşılaşılan hatalar şunlardır:

- En sık karşılaşılan hata lehim pastasının gereken miktardan az veya fazla kullanımıdır. Az kullanılan lehim pastası temizlik işlemini yeteri kadar yapamaz ve lehimin ilerleyişi iyi olmaz. Çok kullanılan lehim pastası lehim sırasında ısıdan dolayı artık bırakarak lehimin parçaları ıslatmasına engel olur. Görsel 4.26'da farklı miktarlarda pasta kullanımı görülmektedir.




**Görsel 4.26:** Lehim pasta miktarı

- Bir diğer hata parçalara yeteri kadar ön tavlama yapmadan lehimlemeye başlanmasıdır. Sızdırmaz bir lehimleme için parçaların lehimleme sıcaklığına gelmiş olması gerekir. Bu da lehimin boşluğa çekilmesi ile anlaşılır. Isıtılan kısma lehim değdirildiğinde boşluk içerisine doğru gidiyorsa bu sıcaklık uygundur. Yeteri sıcaklığa ulaşmayan parçalara lehimleme yapıldığı takdirde lehim boşluk ağzında kalacak ve içeriye gireme-yecektir.

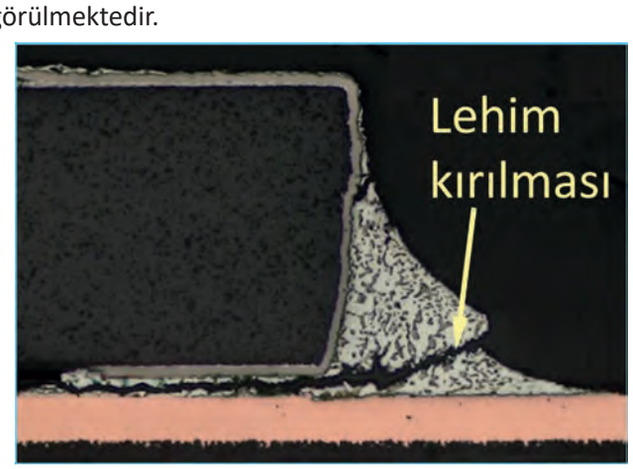
- Parçalar gereğinden fazla ısıtıldığında da lehim pastası kaynayarak etkisini yitirir ve lehimin parçalara yapışması zorlaşır. Parçalar, pasta kaynamayacak şekilde ısıtılmalıdır. Pastanın kaynamaya başlaması gözle kolayca fark edilir. Görsel 4.27'de görüldüğü gibi kaynayan pasta malzemesi bulunduğu kısmı karartmış ve ergiyen lehim, malzemelere tutunamamaktadır. Lehim, damla şeklinde kalmaktadır.



**Görsel 4.27:** Aşırı ısıdan kaynamış pasta

- En çok karşılaşılan bir diğer hata lehimleme bittikten sonra lehim bölgesi yeterince soğumadan parçaların hareket ettirilmesidir. Bu durumda, lehim boyunca lehimde kırılma olur. Çok ince olduğundan kırılmayı fark etmek mümkün olmaz. Bu nedenle lehimleme bitince parçaların hareket ettirilmemesi gerekir. Görsel 4.28'de hareket ettiğinden boydan boya kırılmış bir lehimin kesiti görülmektedir.

- Diğer bir hata ise gereğinden fazla lehim kullanımıdır. Sızdırmazlık bölgesi lehimlenirken çok fazla lehim kullanılmamalıdır. Boru, radyatör gibi malzemelerde işlem yapılıyorsa lehimin içeriye çekilen fazla bölümü başka yerlerde tıkanmalara ve boruda kesit daralmasına neden olur.




**Görsel 4.28:** Kırılmış lehim bölgesi

| UYGULAMA 4.4. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Yumuşak Lehimleme ile Sızdırmazlık Sağlama | |
| AMAÇ | Yumuşak lehimleme ile sızdırmazlık sağlamak | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

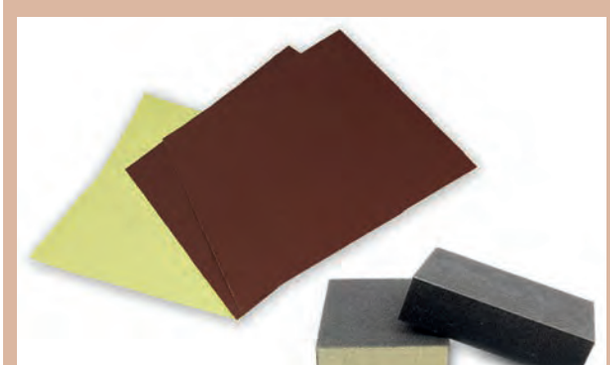
- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Bakır dirsek 1” (1 adet)
- Bakır boru 1” 150 mm boyunda (1 adet)
- Sıcak hava üfleyicisi (Fön)
- Yumuşak lehim çubuğu (Pb %50, Sn %50)
- Lehim pastası
- Tel fırça
- Zımpara (P120)

27417

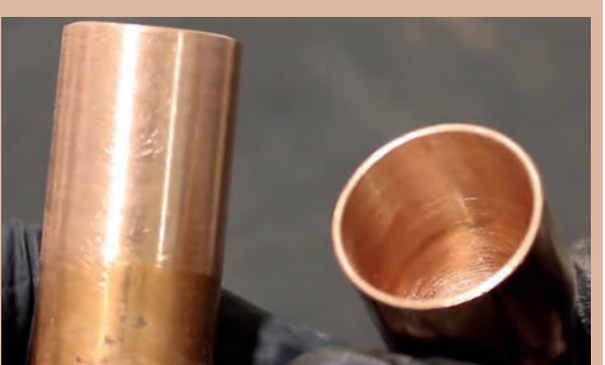
**2. İşlem basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.

2) Bakır dirsek ve bakır boru parçalarının lehimlenecek bölgelerini mekanik olarak temizleyiniz. P120 zımpara veya sünger zımpara kullanarak dirseğin iç kısmını ve borunun dış kısmını zımparalayınız.



**Görsel 4.29:** Kâğıt ve sünger zımpara



**Görsel 4.30:** Zımparalanmış uygulama parçaları

3) Parçaların birleşme bölgelerine, dirseğin iç, borunun dış kısmına, fırça ile yeteri kadar lehim pastası sürünüz (Görsel 4.31).

4) Parçaları birbirine monte ediniz (Görsel 4.32).



**Görsel 4.31:** Parçalara lehim pastası uygulaması



**Görsel 4.32:** Parçaların montaj durumu

5) Montajı yaptıktan sonra bakır boruyu bir ucundan mengeneye ezmeden bağlayınız. Ezilmesini engellemek için etrafına bez sarılmalıdır. Mengeneyi çok sıkmamaya dikkat ediniz.

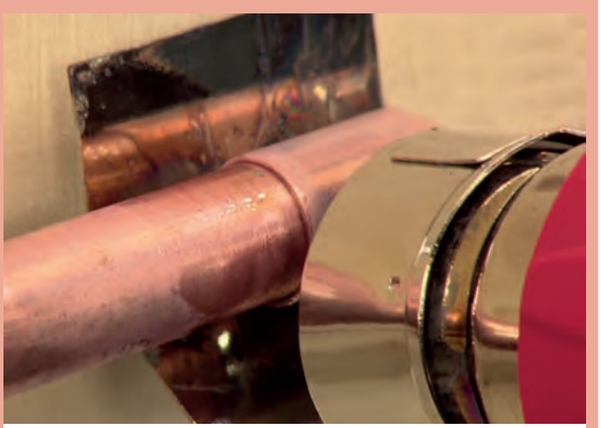
6) Sıcak hava üfleyiciye Görsel 4.33'te görülen ucu takınız. Bu, uç sıcak havanın ortamda muhafaza olmasını ve boru etrafında dönmesini sağlamaktadır.

7) Sıcak hava üfleyici ile borunun birleşme kısmını bir müddet ısıtınız.

8) Birleşme bölgesini alttan ısıtmaya (Sıcaklık yukarıya doğru yükselir.) dikkat ediniz (Görsel 4.34).



**Görsel 4.33:** Fön boru ısıtma ucu



**Görsel 4.34:** Sıcak hava üfleyici ile ön ısıtma

9) Lehim pastası ve parçaların yeteri kadar ısındığını gözlemlediğinizde lehimi birleştirme noktasına değdiriniz. Aynı zamanda ısıtmaya da devam ediniz.

10) Lehim ergiyerek parçalar arasına girmeye başlamalıdır (Görsel 4.35). Lehim parçalar arasına girerken boru etrafında gezdirerek lehimin yayılmasını sağlayınız.

11) Lehimleme işlemi sonunda bir müddet parçayı hareket ettirmeden lehimin soğumasını bekleyiniz.

12) Lehimleme bölgesi üzerindeki kalıntıları tel fırça ile temizleyiniz ve bölgeyi bezle siliniz.

13) Lehimleme bölgesini gözle kontrol ediniz.



**Görsel 4.35:** Yumuşak lehimleme yapılması

14) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama değerlendirme

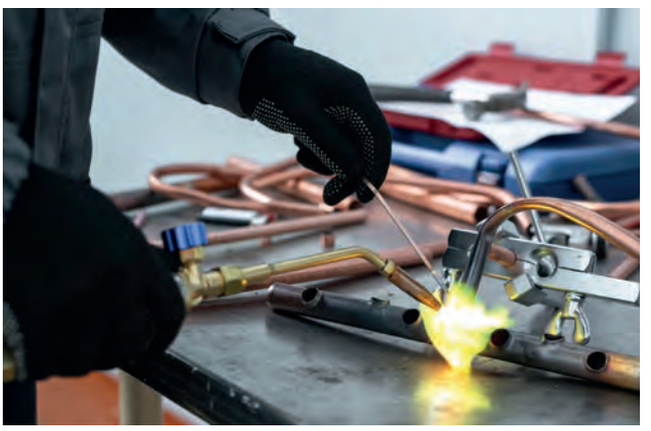
| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçalarının temizlenmesi | 30 | |
| 3 | Uygun miktar ve şekilde lehim pastası kullanımı | 30 | |
| 4 | İş parçasının iş bitiminde temizlenmesi | 10 | |
| 5 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 10 | |
| 6 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz ve düzenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 4.3. SERT LEHİMLEME

Aynı veya yakın özellikteki farklı cins malzemelerin 450 °C'nin üzerinde birleştirilmesi işlemine sert lehimleme denir. Esas metaller ergimez. Ergiyen lehim malzemesi malzemeler arasına yayılarak birleşimi sağlar (Görsel 4.36). Sert lehimleme; "sarı kaynak", "pirinç kaynağı", "bronz kaynağı", "gümüş kaynağı" gibi farklı isimler ile de anılır.

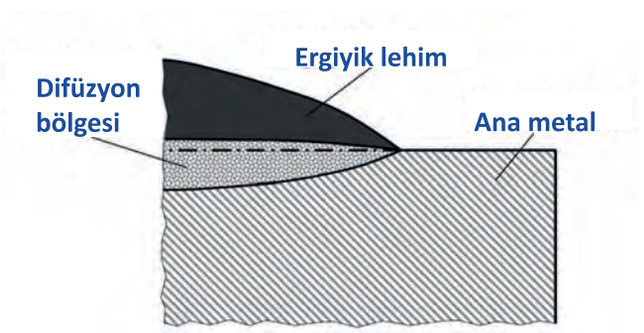
Sert lehimlemede şu üç husus sağlanmalıdır:

1. Birleştirme işlemi ana metaller ergimeden yapılmalıdır.
2. Sert lehim malzemesi 450 °C'nin üzerinde bir likidus sıcaklığına sahip olmalıdır. Likidus sıcaklığı, malzemenin ergiyik sıvı halden katı hale geçmeye başlama sıcaklığını ifade eder.
3. İlave sert lehim malzemesi, birleştirilen malzemelerin yüzeylerini ıslatmalı, aradaki boşlukları kapiler etki ile doldurmalı ve yüzeyler arasında metalik bir bağ oluşturmalıdır.



**Görsel 4.36:** Oksi-gaz kaynak alevi ile sert lehimleme

Sert lehim malzemesi ile ana metaller arasındaki bu metalik bağa **difüzyon** adı verilir. Ergiyik halde bulunan sert lehim malzemesi 450 °C'nin üzerinde, yüksek bir sıcaklık seviyesinde, katı metal malzeme ile temas eder. Bu temas neticesinde katı metal malzemenin atomları temas yüzeyinde sıvı malzemenin atomları ile karışarak temas bölgesinde bir yayılma (difüze) olayı gerçekleşir. Şekil 4.4'te ergiyik lehim metali ile ana metal arasındaki difüzyon olayı görülmektedir.




**Şekil 4.4:** Sert lehimlemede difüzyon olayı

Bu şekilde esas metaller ve sert lehim arasında mukavemetli bir birleşme oluşur. Bu sağlam bağ kaynaktaki kadar güçlü olmasa da yeteri kadar sağlamdır.

Elbette difüzyon olayının istenilen seviyede gerçekleşmesi yine birleştirilecek yüzeylerin kir ve oksit tabakasından temizlenmiş olmasına bağlıdır.

### 4.3.1. Sert Lehimleme Kullanım Nedenleri

Endüstri kollarında parçaların birleştirilme işlemleri büyük önem taşımaktadır. Kullanılacak olan birleştirme şekli; birleştirilecek malzemeler, maliyet ve işçilik süresi gibi etkenler göz önünde bulundurularak seçilir. Sert lehimleme ile birleştirme işleminin tercih edilme nedenleri şu şekilde sıralanabilir:

- Farklı ergime derecesine sahip farklı cins metallerin birleştirilmesi sert lehimleme ile çok kolaydır.
- Farklı kalınlıktaki malzemelerin birleştirilmesi sert lehimleme ile mümkündür.
- Birleştirme işlem sıcaklıkları esas metallerin ergime sıcaklıklarından düşük seviyelerde olduğu için yüksek ısıdan kaynaklı deformasyonlar olmamaktadır.
- Isı yayılımını kontrol etmek kaynaktan daha kolay olduğu için malzemelerde oluşacak çarpılmalar kontrol edilebilmektedir.
- Sert lehimlemede birleştirme bölgesi darbe ve titreşimlere karşı dayanıklı bir yapıdadır.
- Sert lehimleme işleminin uygulanması kolay ve işçilik süresi azdır.

- Sızdırmazlık istenilen birleştirmeler için en iyi yöntemlerden biridir.
- İkiden fazla parçaların çoklu birleştirilmesini sağlar.
- Kapiler etki ile esas metallerin arasına yayıldığı için kaynak yöntemi ile ulaşılamayan bağlantı bölgelerinde kullanılır.
- Özellikle korozyon olasılığı fazla olan kenar ve uç bağlantı şekillerinde özellikle tercih edilir.

Sert lehimleme otomotiv gövde atölyelerinde özellikle korozyon riski bulunan ve güç taşıma durumu olmayan birleştirme noktalarında tercih edilmektedir. Kapı dış panel saclarının iç kısım ile birleşiminin yapıldığı üst kısımlarda sert lehimleme yapılması buna en iyi örnektir.

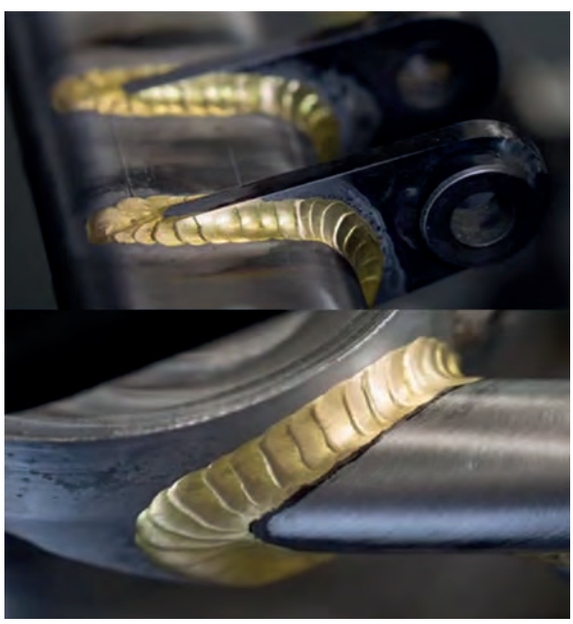
### 4.3.2. Sert Lehim Alaşımının Özellikleri

Sert lehimlemede kullanılacak olan sert lehim alaşım malzemesinden şu özellikler beklenmektedir:

- Sert lehim alaşımının ergime sıcaklığı esas metallerden oldukça düşük seviyede olmalıdır.
- Kapiler etki ile metalleri iyi ıslatabilmesi için sıvı haldeyken yüzey gerilimi düşük olmalıdır. Bu da sıvı fazdaki viskozitesi ile yani akışkanlığı ile alakalıdır. Akışkanlığı ne kadar fazla ise yüzey gerilimi de o kadar azalmaktadır.
- Birleştirme bölgesine yayılımını sağlayacak kadar akışkan olmalıdır. Fakat akışkanlığın çok fazla olması bölgeden akmasına neden olabilir.
- Birleştirme yapılan esas metaller ile istenmeyen etkileşimler göstermemelidir. Özellikle galvanik reaksiyonlardan dolayı temas korozyonu oluşmamalıdır.

Sert lehimleme işleminde birleşimi yapılacak esas metallerin özellikleri dikkate alınarak sert lehim teli seçilir. Sert lehim alaşımlarından bazıları şunlardır:

- Bakır-çinko alaşımı (Cu-Zn),
- Bakır-fosfor alaşımları (Cu-P),
- Alüminyum-çinko alaşımları (Al-Zn),
- Alüminyum-silisyum alaşımları (Al-Si),
- Gümüş-bakır-çinko alaşımları (Ag-Cu-Zn).



**Görsel 4.37:** Pirinç tel ile sert lehimleme

Bakır-çinko alaşımı sert lehim teli **pirinç tel** olarak da bilinmektedir. Telin renginin sarı olması ve sert lehimleme bölgesinin de sarı renkte olmasından dolayı **sarı kaynak, pirinç kaynağı** olarak da adlandırılır (Görsel 4.37).



**Görsel 4.38:** Bakır-çinko alaşımı sert lehim teli

Bakır-çinko alaşımı sert lehim teli özellikle galvaniz kaplı panel saclarında kullanılmaktadır. Lehimleme sırasında malzemeye fazla ısı girdisi olmadığı için malzeme üzerindeki galvaniz kaplamayı yakmamaktadır. Zarar görmeyen galvaniz kaplama sacı, korozyona karşı korumaya devam eder (Görsel 4.38).

### 4.3.3. Sert Lehimlemede Temizlik

Sert lehimleme işleminde lehimin birleştirme bölgesine yayılması, parçalar ile metalik bağ oluşturarak difüzyon olayının gerçekleşmesi birleştirme yerinin temizliğine bağlıdır. Birleştirilecek parçalar kir, yağ ve oksit tabakasından arındırılmış olmalıdır. Bu temizlik mekanik ve kimyasal olmak üzere iki aşamada gerçekleşir.

Mekanik temizlik, zımparalar ve tel fırçalar aracılığı ile yapılmaktadır. Birleştirme alanının büyüklüğü ve yapısına göre zımpara ve tel fırçalar el ile veya makineye takılarak kullanılır.

Sert lehimlemede kimyasal temizleme işleminde kullanılan maddelerin geneline **dekapan** adı verilir. Birleştirilen parçaların ve sert lehim telinin malzeme özelliğine uygun dekapan kullanımına dikkat edilmelidir. Yanlış seçilen bir dekapan, lehimleme işleminin gerçekleşmesine engel olacaktır.

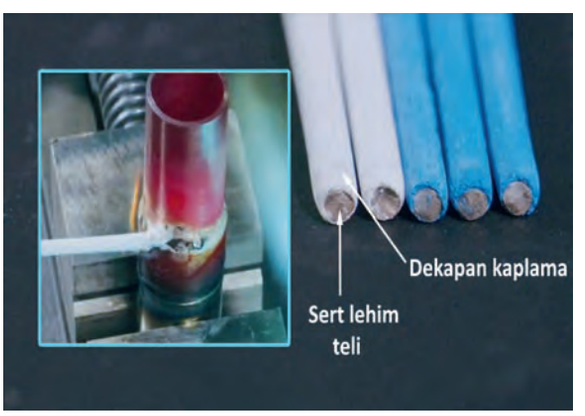
Sert lehimlemede kullanılan dekapanlar aşağıdaki özellikleri karşılamalıdır.

- Düşük ergime sıcaklığına sahip olmalıdır.
- Birleştirme bölgesindeki kirleri, yağları ve oksit tabakasını çözecek yapıda olmalıdır.
- Sert lehimin yüzey gerilimini azaltarak parçaları ıslatma kabiliyetini artırmalıdır.
- Kullanılan sert lehimden daha düşük bir viskoziteye sahip olmalıdır. Yani daha akıcı olmalıdır.
- İlave metal katılaşması sırasında lehim bölgesinin yavaş soğumasını sağlamalıdır.

Dekapanlar toz, macun, sıvı veya gaz halinde bulunmaktadır (Görsel 4.39). Toz halinde olan dekapanlar ısıtılan sert lehim teline yapışmak suretiyle lehim bölgesine taşınır. Macun ve sıvı hâlde olanlar fırçayla sürülerek gaz hâlindekiler ise sprey şeklinde lehim bölgesine uygulanır. Üzeri dekapan ile kaplı sert lehim telleri de kullanılmaktadır. Görsel 4.40'ta dekapan kaplı sert lehim teli ile yapılan lehimleme görülmektedir.




**Görsel 4.39:** Boraks toz dekapan




**Görsel 4.40:** Dekapan kaplı sert lehim teli

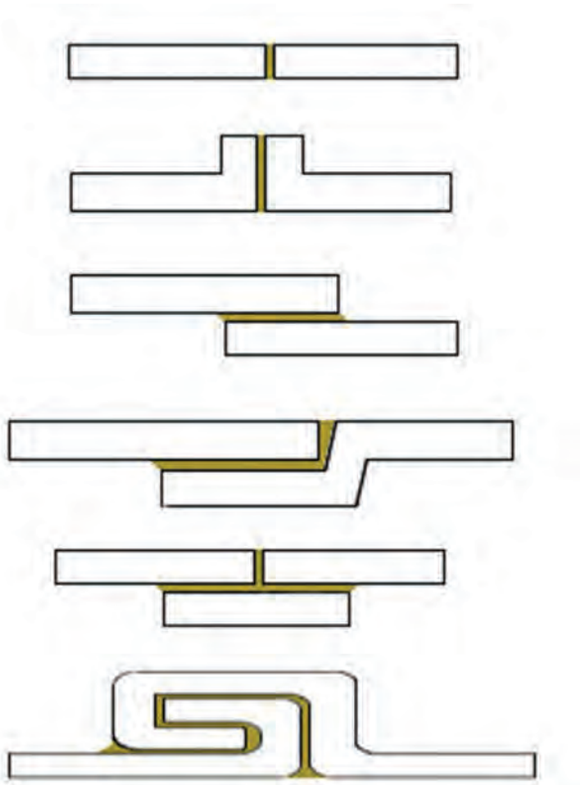
Sert lehimlemede kullanılan dekapanlar lehim teline ve birleştirilen malzemelere göre seçilir. Pirinç tel olarak bilinen bakır ve çinko alaşımı olan teller birçok malzeme ile kullanıma uygun olduğundan en fazla kullanılan sert lehim telidir. Bu tel ile uygun kullanımdaki dekapan da borakstır. Bu nedenle set lehimleme dekapanı denildiğinde akla gelen ilk ürün boraks olmaktadır. Boraks, adından da anlaşıldığı üzere bor madeni içermektedir. Ülkemiz, zengin bor madeni yataklarına sahiptir. Dekapan, "boraks dekahidrat" ismi ile yerli olarak üretilmektedir. Bu, millî ekonomi için büyük bir kazançtır. Ülkemizde bulunan yer altı kaynaklarının değeri bilinmeli ve kaynakların faydalı kullanımı için çalışılmalıdır. Bu, millî bir sorumluluktur.

### 4.3.4. Sert Lehimleme Uygulama Teknikleri

Sert lehimleme işleminin olabilmesi kapiler etkiye bağlıdır. Birleştirilecek olan malzemeler arasındaki boşluk kapiler etkiyi sağlayacak aralıkta olmalıdır. Lehimleme aralığı olarak adlandırılan bu boşluk 0,05-0,5 mm arasında olduğunda kapiler etki oluşmaktadır.

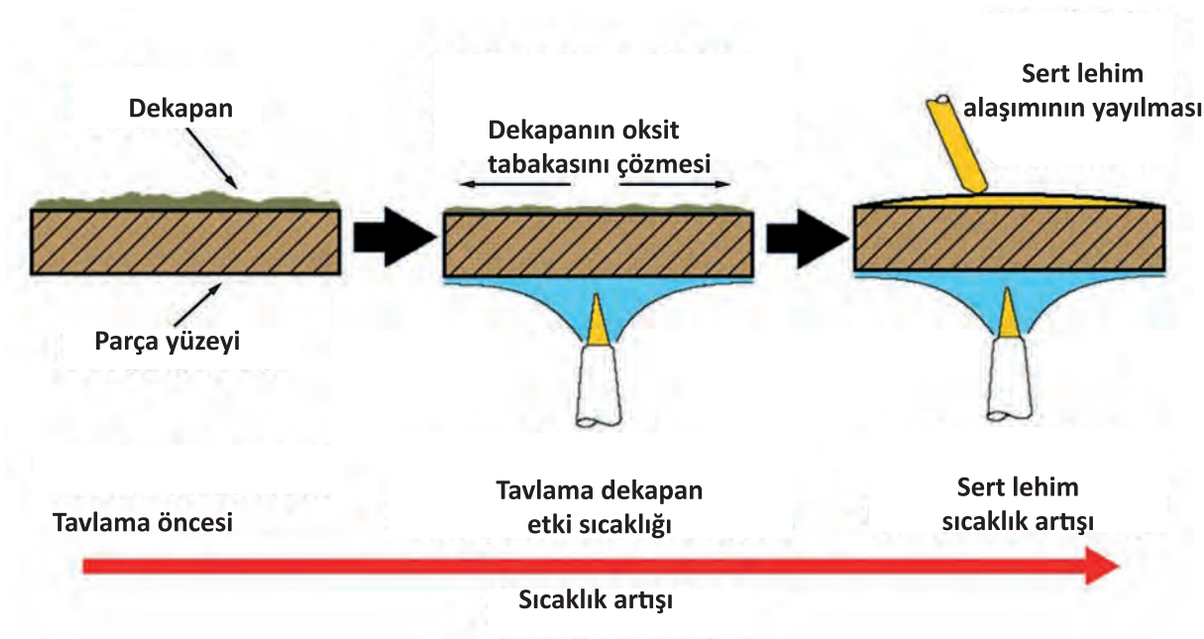
Uygun lehimleme aralığı ayarlandığında, ergiyerek sıvı hale geçen lehim malzemesi yayılarak malzemelerin arasındaki boşluğu doldurur. Şekil 4.5'te farklı sert lehim birleştirme pozisyonlarında lehimin doldurduğu aralık görülmektedir.

Lehim malzemesinin malzemelere tutunabilmesi için yüzey geriliminin azaltılması ve ıslatma kabiliyetinin artırılması sağlanmalıdır. Ayrıca birleşecek malzemelerin de dekapan ile kir ve oksit tabakasından temizlenmiş olması gerekir. Sert lehim malzemesinden daha düşük sıcaklıkta ergiyen dekapan, ön tavlamanın etkisi ile yüzeydeki kir ve oksit tabakasını çözmeye başlar. Daha yüksek sıcaklıkta ergiyen sert lehim, çözülen kir ve oksit tabakasını dekapan ile birlikte birleşme bölgesinin dışına iter.



**Şekil 4.5:** Sert lehim birleştirme şekilleri

Şekil 4.6'da dekapanın temizlik işlevini yerine getirmesi görülmektedir.




**Şekil 4.6:** Dekapanın yüzeyleri temizleme etkisi

Lehim teli ergidiğinde kapiler etki ile lehimlenecek bölgeyi doldurarak, birleştirilen malzemelerin yüzeylerini ıslatıp metalik bir bağ (difüzyon) oluşumunu sağlar. Sert lehim malzemesi ve esas metallerin atomları arasında oluşan kimyasal bağ ile lehim metal yüzeye tutunur. Isı azalmaya başladığında birleşme bölgesi katılaşmaya başlar.

Sert lehimlemede birleştirilecek malzemelerin ve ilave lehim malzemesinin lehimleme sıcaklığına getirilmesi için farklı ısıtma yöntemleri kullanılmaktadır.

- Oksi-gaz alevi ile lehimleme
- Fırında lehimleme
- İndüksiyonla lehimleme
- Elektrik arkı ile lehimleme
- Lazer lehimlemesi
- Optik lehimleme

İnce ve orta kalınlıktaki malzemelerin sert lehimleme uygulamalarında en çok oksi-gaz kaynak alevi ısıtma yöntemi olarak kullanılır. Birleştirilecek malzemeye göre oksi-gaz kaynak alevi çeşidi seçilmelidir. Çelik ve bakır gibi metallerin sert lehimlemesinde normal alev, pirinç malzemelerin sert lehimlemesinde oksitleyici alev, alüminyum alaşımlarının sert lehimlenmesinde karbürleyici alev kullanılır.

Sert lehimleme işlemi yapılacak metallerin kalınlığına göre uygun üfleç beki seçilir. Lehimleme bölgesi ısıtılmaya başlanır. Dekapan ergimeye başladığında birleşme sıcaklığına ulaşıldığı anlaşılır. Isıtma dikkatli yapılmalıdır. İlave sert lehim malzemesi, lehimleme bölgesine ergitilmeye başlanır. Alev direkt olarak ilave metal üzerine tutulmamalıdır. Aksi halde ilave sert lehim malzemesi yanabilir. Ana metallerin ısıtılmasına devam edilerek sert lehim malzemesinin yayılması sağlanır. Bu şekilde lehimleme tamamlanır.

Lehimleme sonunda birleştirme bölgesi soğuyana kadar malzemeler hareket ettirilmemeli ve bir süre beklenmelidir. Malzemelerin ani soğumasına neden olacak şekilde lehimleme bölgesine veya birleştirilen metallere su temas ettirilmemelidir. Bu işlem, parçalarda ani ısı değişikliğine dolayısıyla çarpılmaya ve lehimde çatlamalara neden olur.

### 4.3.5. Sert Lehimleme Hataları

Sert lehimleme işleminde yetersiz nüfuziyet hatası ile sık karşılaşılmaktadır. Lehimleme aralığı yeterli olmadığında veya ilave dolgu metali yanlış seçildiğinde nüfuziyet sağlanamamaktadır. Lehimleme aralığının 0,3 mm olması yeterlidir.

Birleştirme yapılacak malzemelerin ön tavlamasının yapılması lehimleme kalitesi için önemlidir. Ön tavlama, malzemelerin lehime hazır hale gelene kadar ısıtılmasıdır. Ön tavlamanın az yapıldığı yani parçaların iyi ısıtılmadığı durumlarda dekapan ergimez. Ergimeyen dekapan temizlik görevini yapamaz. Çok gazla tavlama dekapanın yanmasına, lehimin ergiyerek akmasına ve ana metallerin fazla ısıdan çarpılmasına neden olur.

Dekapan miktarına dikkat edilmesi gerekir. Az miktarda dekapan, oksit tabakasını çözmede yetersiz kalır. Fazla kullanılan dekapan, lehimleme sonunda temizleme işleminin artmasına ve gereksiz sarf malzeme harcanmasına neden olur. Lehim kalitesini de olumsuz etkiler.

Karşılaşılan hatalardan birisi de lehim telinin fazla kullanılmasıdır. Fazla miktarda kullanılan lehim, dayanımı olumsuz etkiler. Lehim dikişinde taşmalar meydana gelir. Bu hem görünüşü hem de maliyeti olumsuz etkiler.

| UYGULAMA 4.5. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Sert Lehimleme Yapma | |
| AMAÇ | Sert lehimleme ile iş parçalarını bindirme şeklinde birleştirmek | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçaları (100x40x1,2 mm DKP sac 2 adet)
- Oksi-gaz kaynak seti
- Sert lehim teli [Bakır – çinko alaşımı/Pirinç tel (Ø 2 mm)]
- Dekapan (Boraks)
- Kaynakçı ayarlı pensesi
- Tel fırça
- Zımpara (P80)

**2. İşlem basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız. Açık alev kullanıldığından yangına karşı güvenlik tedbirlerinizi alınız.

2) 100x40x1,2 mm ölçülerinde 2 adet DKP sac malzemeyi temin ediniz.

   Kesme ve markalama işlemlerini gerçekleştiriniz.

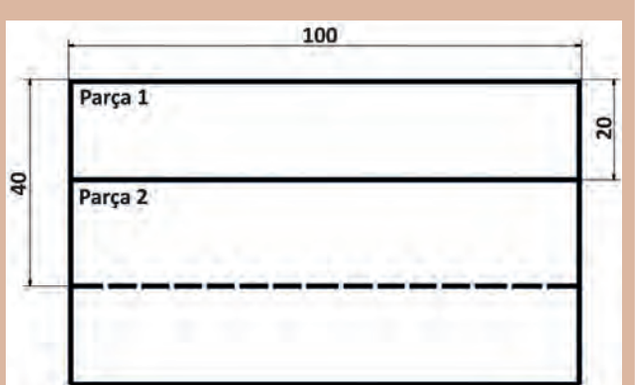
**Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2. İstenilen ölçüde parça kesme**

3) Kestiğiniz sac parça üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız.

4) Parçaların üst üste bindirme yapılacak bölümlerini, P80 zımpara ile pürüzlendirecek şekilde zımparalayınız. Parçalardan birine okul numaranızı markalayınız.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama parçasının hazırlanması**

5) Parçaları Şekil 4.7'de görüldüğü gibi bindirme şeklinde hizalayınız. Parçaları hizalamada kaynakçı ayarlı pensesini kullanınız.




**Şekil 4.7:** Parçaların bindirme hizalanması

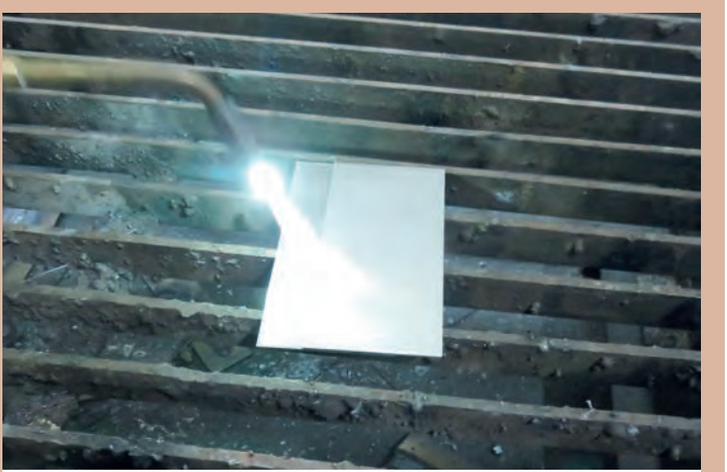
6) Oksi-gaz kaynak setini ve kaynak masasını hazırlayınız.

   Üflece 2 numaralı beki takınız.

   Oksi-gaz kaynağında normal alev yakınız. Çelik parçaların sert lehimlemesinde normal alev kullanılır.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.1. Alev Ayarı Yapma**

7) Lehimlenecek birleştirme bölgesini oksi-gaz kaynak alevi ile ısıtınız. Isıtma işleminde alevin çekirdek kısmını değil, alevin sıcaklığı daha düşük olan orta kısımlarını kullanınız. Yelpaze hareketi ile üfleci sallayarak alev ısısının geniş bir bölgeyi homojen olarak ısıtmasını sağlayınız.



**Görsel 4.41:** Lehimleme bölgesinin ısıtılması

8) Sert lehim bölgesine toz halindeki dekapanı uygulayınız. Tuz serper gibi eliniz ile veya ilave telle dekapanı bölgeye uygulayınız.

   Dekapan lehimleme bölgesinde ergimeye başladığında lehimleme sıcaklığına ulaşıldığı anlaşılır.



**Görsel 4.42:** Dekapan uygulanması

9) Lehim telinin uç kısmını hafif ısıtarak dekapana batırınız. Dekapanlı teli lehim bölgesinde ısıtıp ergiterek lehimleme işlemine başlayınız. Sola kaynak yöntemini uygulayınız.

   Üflece yelpaze hareketi vererek lehimin kapiler etki ile parçaların arasına yayılmasını sağlayınız.



**Görsel 4.43:** Sert lehimleme yapılması

10) Sert lehimleme işlemi bittiğinde parçaları hareket ettirmeden soğumaları için bir müddet bekleyiniz. Soğuk halde görünseler dahi parçaları kıskaç yardımıyla tutunuz.

11) Lehimleme bölgesinde kalan artık dekapanı ve oluşmuş ise camsı tabakayı tel fırça yardımıyla temizleyiniz.

12) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

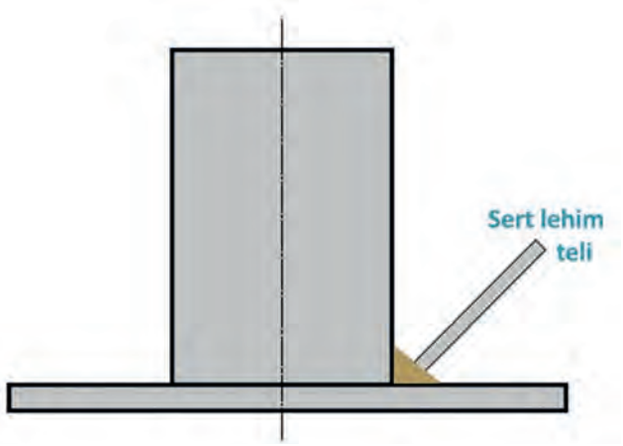
**3. Uygulama değerlendirme**

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçasının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 5 | |
| 3 | Parçaların birdirme şeklinde hizalanması | 5 | |
| 4 | Oksi-gaz kaynağında normal alevin hazırlanması | 10 | |
| 5 | Ön tavlama işleminin yeterli seviyede yapılması | 20 | |
| 6 | Sert lehimleme işleminin yapılması | 30 | |
| 7 | Uygulama parçasının iş bitiminde temizlenmesi | 5 | |
| 8 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 9 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz ve düzenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 4.4. FLANŞ LEHİMLEME

Flanş bağlantı silindirik parçaların ekseninde düz yüzeyler ile birleştirilmesidir (Şekil 4.8). Genelde boruların bir sisteme giriş ve sistemden çıkış yaptığı yerlerde sızdırmaz bağlantı olabilmesi için flanşlar kullanılır. Flanş bağlantı, kaynak yöntemleri ile yapılmaktadır. Parçaların ince olması veya farklı malzemelerin flanş bağlantısı söz konusu ise sert lehimleme yöntemi kullanılır.

Flanş birleştirmede boru ve taban sacı farklı metallerden olabilir.




**Şekil 4.8:** Flanş bağlantı

### 4.4.1. Flanş Lehimlemeye Hazırlık

Lehimlenecek malzemelerin yüzeyleri çok iyi temizlenmiş olmalıdır. Kir, yağ kalıntılarından ve oksit tabakalarından tamamen temizlenmiş olması lehim kalitesini direkt olarak etkilemektedir.

İşlem öncesinde parçaların mekanik temizliği tel fırçalar ve zımparalar kullanılarak elle veya makineyle yapılmalıdır.

Parçaların birleşme yerinde birbirleriyle uyumu önemlidir. Çok fazla boşluk oluşturacak yapısal bozukluklar giderilmelidir. Eğeleme yöntemi ile fazlalıklar düzeltilmeli ve parçalar birbirine uyumlu hale getirilmelidir.

### 4.4.2. Flanş Lehimleme Uygulama Teknikleri

Flanş lehimleme işlemi yapılırken uygulamada aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

- Flanşı oluşturan boru ve sac malzemeler kir, boya, yağ artıkları ve oksit tabakasından temizlenmelidir.
- Parçaların birbirlerine oturma yüzeyleri uyumlu olmalıdır.
- Sert lehimleme için uygun ilave tel ve dekapan seçilmelidir.
- Uygun ısıtma cihazı seçilmelidir. Genelde oksi-gaz alevi ile ısıtma pratik ve etkili bir yöntemdir.
- Ön tavlama yapılarak parçalar ısıtılır. Ön tavlama sırasında dekapan uygulanarak temizliğin etkili olması sağlanır.
- Lehim telinin çok kullanımından sakınılmalıdır.
- Parçalar soğuduktan sonra yüzeyler dekapan artıklarından temizlenmelidir.

### 4.4.3. Flanş Lehimleme Uygulama Hataları

Flanş lehimlemede farklı metallerin birleştirilmesi yapılırken yanlış seçilen ilave tel nedeniyle parçalarda ergime olabilir. Ana metalden daha yüksek sıcaklıklarda ergiyen tel kullanımında veya parçaların ergime sıcaklıkları birbirinden çok farklı ise bu hata ile karşılaşılır.

Sert lehimleme işleminde birleştirilen metallere göre yanlış oksi-gaz kaynak alevinin seçilmesi hatalara sebep olmaktadır. Yanlış seçilen alev nedeniyle parçalar ya ısınamaz, birleşmez ya da aşırı ısınmadan dolayı parçalarda delinmeler olur.

Flanş bağlantı genelde sızdırmazlık istenilen yerlerde kullanılmaktadır. Bu nedenle lehimleme işleminin sızdırmaz olması gereklidir. Lehimleme sonrası sızdırmazlık, bağlantı şekline göre kontrol edilmelidir.

| **UYGULAMA 4.6.** | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Flanş Lehimleme Yapma | |
| AMAÇ | Sert lehimleme ile iş parçalarını flanş birleştirmek | |

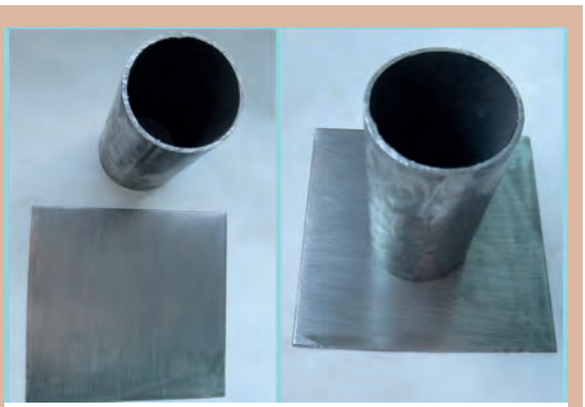
**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama parçaları
  (Bir adet 100x100x1,2 mm DKP sac)
  (100 mm boyunda Ø 40x2 boru)
- Oksi-gaz kaynak seti
- Sert lehim teli [Bakır-çinko alaşımı/Pirinç tel (Ø 2 mm)]
- Dekapan (Boraks)
- Tel fırça
- Zımpara (P80)

**2. İşlem basamakları**

| | | |
|---|---|---|
| 1) | İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız. Açık alev kullanıldığından yangına karşı güvenlik tedbirlerinizi alınız. | |
| 2) | 100x100x1,2 mm ölçülerinde DKP sac malzemeyi ve 40 mm çapında, 2 mm et kalınlığında ve 100 mm boyunda boruyu temin ediniz.<br><br>Kesme ve markalama işlemlerini gerçekleştiriniz. Okul numaranızı sac parçaya markalayınız. | **Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2. İstenilen ölçüde parça kesme** |
| 3) | Parçalar üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız.<br><br>P80 zımpara ile sac ve borunun birleşim yerlerini pürüzlendirecek şekilde zımparalayınız. | **Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama parçasının hazırlanması** |

4) Parçaları Görsel 4.44'te görüldüğü gibi hizalayınız.



**Görsel 4.44:** Parçaların flanş lehimleme için hazırlanması

5) Oksi-gaz kaynak setini hazırlayınız.

Üflece 2 numaralı beki takınız.

Oksi-gaz kaynağında normal alev yakınız. Çelik parçaların sert lehimlemesinde normal alev kullanılır.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.1. Alev Ayarı Yapma**

6) Lehimlenecek birleştirme bölgesini oksi-gaz kaynak alevi ile ısıtınız. Isıtma işleminde alevin çekirdek kısmını değil, alevin sıcaklığı daha düşük olan orta kısımlarını kullanınız. Yelpaze hareketi ile üfleci sallayarak alev ısısının geniş bir bölgeyi homojen olarak ısıtmasını sağlayınız.



**Görsel 4.45:** Lehimleme bölgesinin ön tavlamasının yapılması

7) Sert lehim bölgesine toz halindeki dekapanı uygulayınız. Tuz serper gibi eliniz ile veya ilave telle dekapanı bölgeye uygulayanız.

Dekapan, lehimleme bölgesinde ergimeye başladığında lehimleme sıcaklığına ulaşıldığı anlaşılır.



**Görsel 4.46:** Dekapan uygulanması

8) Lehim telinin uç kısmını hafif ısıtarak dekapana batırınız. Dekapanlı teli lehim bölgesinde ısıtıp ergiterek lehimleme işlemine başlayınız.

   Üflece yelpaze hareketi vererek lehimin kapiler etki ile parçaların arasına yayılmasını sağlayınız.



**Görsel 4.47:** Sert lehimleme ile flanş birleştirme işlemi

9) Sert lehimleme işlemi bittiğinde parçaları hareket ettirmeden soğumaları için bir müddet bekleyiniz. Soğuk halde görünseler dahi parçaları kıskaç yardımıyla tutunuz.

10) Lehimleme bölgesinde kalan artık dekapanı ve oluşmuş ise camsı tabakayı tel fırça yardımıyla temizleyiniz.

11) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

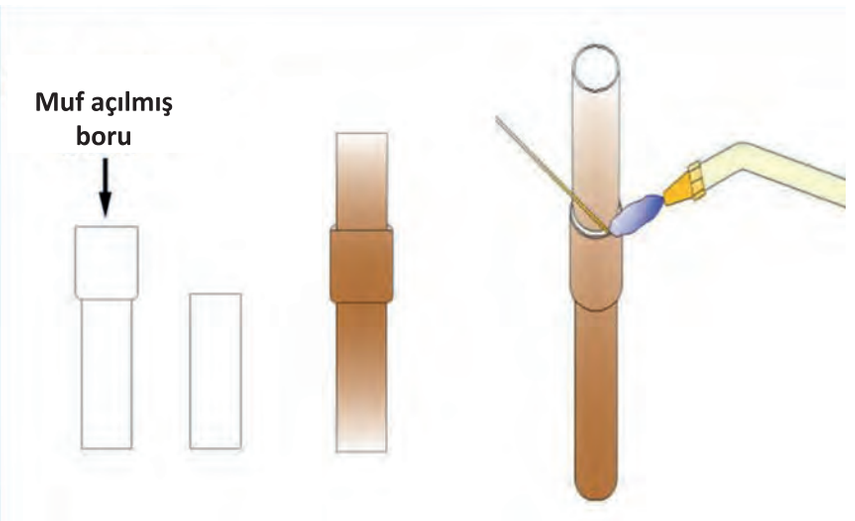
**3. Uygulama değerlendirme**

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçasının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 10 | |
| 3 | Oksi-gaz kaynağında normal alevin hazırlanması | 10 | |
| 4 | Ön tavlama işleminin yeterli seviyede yapılması | 20 | |
| 5 | Sert lehimleme işleminin yapılması | 30 | |
| 6 | Uygulama parçasının iş bitiminde temizlenmesi | 5 | |
| 7 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 8 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz ve düzenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 4.5. AKIŞKAN BORULARIN SERT LEHİMLENMESİ

Sert lehimleme işlemi çok iyi sızdırmazlık sağlaması, farklı cins ve kalınlıktaki parçalara uygulanması dolayısıyla akışkan boruların birleştirme işleminde en çok kullanılan yöntemlerdendir. Bu yöntemle her türlü pozisyon ve açıda birleştirme sağlanabilmektedir.

Özellikle ince kesitli bakır tesisat borularının birleşiminde sert lehimleme kullanılır. Birleştirilecek borulardan birine muf açılır. Muf, bakır boru çapının diğer bakır boru içine girecek şekilde dış çap ölçüsüne genişletilmesidir. Şekil 4.9'da bakır tesisat borularında yapılan sert lehimleme işleminin şematik hali görülmektedir.




**Şekil 4.9:** Akışkan borularda sert lehimleme işlemi

### 4.5.1. Boru Malzemenin Sert Lehimlemeye Hazırlanması

Sert lehimleme işlemi yapılacak boruların birleşim şekillerine göre hazırlık aşamalarının yapılması gerekir. Uç uca boru birleştirilmesi yapılacak ise boruların düzgün hizalanabilmesi için "V yatak" altlıkların kullanımı uygun olacaktır. Boru kalınlıkları fazla ise lehimin birleştirme alanını artırmak için kaynak ağzı açılmalıdır.

Lehimleme kalitesi için borularda kir, yağ, boya artıkları ve yüzeyde oksit tabakası olmamalıdır. Bunun için mekanik temizliğin çok iyi yapılmasına dikkat edilmelidir. Kimyasal temizlik dekapan ile sağlanacaktır. Parçaların ve lehim telinin özelliklerine uygun dekapan seçilmelidir. Kullanılan lehim teli kutusu üzerindeki etiket bilgilerinde veya ürün kılavuzunda uygun dekapan bilgileri verilmektedir.

### 4.5.2. Boru Malzemenin Sert Lehimleme Uygulama Teknikleri

Sert lehimleme işleminin istenilen kalitede olabilmesi lehimin birleşme bölgesine tam olarak yayılmasına bağlıdır. Ayrıca parça yüzeylerine de tutunarak yapışabilmelidir. Yüzeyler, tel fırça ve zımpara gibi aşındırıcılar ile temizlenerek lehimin yapışmasına uygun hale getirilir (Görsel 4.48).

Kullanılan dekapan ile hem kimyasal temizlik yapılır hem de lehimin yüzey gerginliği azaltılarak lehimin ıslatma kabiliyeti arttırılır.



**Görsel 4.48:** Tel fırça ve zımpara çeşitleri

Dekapanın etkisinin artırılması, yapılan ön tavlamanın yeterli olmasına bağlıdır. Az yapılan ısıtma yeterli temizlik etkisi vermeyeceği gibi fazla ısıtma da dekapanın yanmasına neden olacaktır.

Yapılan ön tavlamadan sonra dekapanın ergimeye başlaması ile lehimleme sıcaklığına gelindiği anlaşılır. Lehim parçaların birleştirme noktalarına ergitilerek lehimleme işlemine başlanır.

Lehimleme bittiğinde parçalar soğuması için hareket ettirilmeden bir müddet beklenir. Daha sonra dekapan artıkları yüzeylerden temizlenmelidir.

### 4.5.3. Boru Malzemenin Sert Lehimleme Uygulama Hataları

Akışkan borulardaki lehimleme işleminde en önemli konu sızdırmazlıktır. Bu nedenle lehim boyunca kesiklikler olmamasına dikkat edilmelidir. Kesiklikler borunun her yerinde eşit birleşmeyi engeller ve kaçaklar oluşmasına neden olur.

Fazla miktarda lehim teli kullanımı, boruların içerisine ergiyik lehimin girmesine dolayısıyla da tıkanmalara neden olur. Az miktarda kullanım ise sızdırmazlık sorunlarına sebep olabilmektedir.

Dekapanın çok kullanılması veya aşırı ısıdan zarar görmesi lehimleme sonrası temizlik işlemlerinin uzun sürmesine ve maliyetli olmasına neden olmaktadır.

| **UYGULAMA 4.7.** | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Sert Lehimleme ile Boru Birleştirme | |
| AMAÇ | Akışkan boruları sert lehimleme ile birleştirmek | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

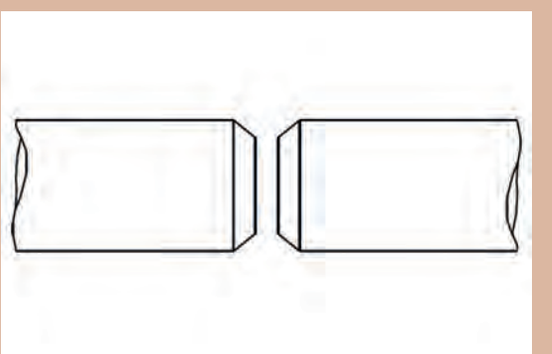
- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama parçaları
  (2 Adet Ø 40x2 boru, 100 mm boyunda)
- Oksi-gaz kaynak seti
- Sert lehim teli [Bakır-çinko alaşımı/Pirinç tel (Ø 2 mm)]
- Dekapan (Boraks)
- Tel fırça
- Zımpara (P80)

**2. İşlem basamakları**

| | | |
|---|---|---|
| 1) | İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız. Açık alev kullanıldığından yangına karşı güvenlik tedbirlerinizi alınız. | |
| 2) | 40 mm çapında, 2 mm et kalınlığında ve 100 mm boyunda iki adet boru malzemeyi temin ediniz.<br><br>Kesme işlemlerini gerçekleştiriniz. | **Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2. İstenilen ölçüde parça kesme** |
| 3) | Parçalar üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız. | **Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama parçasının hazırlanması** |

4) Boruların birleştirilecek uçlarına Şekil 4.10'da görüldüğü şekilde kaynak ağzı açınız.

5) Boruları V altlık üzerine yerleştirerek hizalayınız (Görsel 4.49).



**Şekil 4.10:** Kaynak ağzı açılmış parça



**Görsel 4.49:** Boruların V yatağa konulmuş hâli

6) Oksi-gaz kaynak setini hazırlayınız.

Üflece 2 numaralı beki takınız.

Oksi-gaz kaynağında normal alev yakınız. Çelik parçaların sert lehimlemesinde normal alev kullanılır.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.1. Alev Ayarı Yapma**

7) Lehimlenecek birleştirme bölgesini oksi-gaz kaynak alevi ile ısıtınız. Isıtma işleminde alevin çekirdek kısmını değil, alevin sıcaklığı daha düşük olan orta kısımlarını kullanınız. Yelpaze hareketi ile üfleci sallayarak, alev ısısının geniş bir bölgeyi homojen olarak ısıtmasını sağlayınız.

8) Sert lehim bölgesine toz halindeki dekapanı uygulayınız. Tuz serper gibi eliniz ile veya ilave telle dekapanı bölgeye uygulayanız.

Dekapan lehimleme bölgesinde ergimeye başladığında lehimleme sıcaklığına ulaşıldığı anlaşılır.

9) Lehim telinin uç kısmını hafif ısıtarak dekapana batırınız. Dekapanlı teli lehim bölgesinde ısıtıp ergiterek lehimleme işlemine başlayınız.

10) Üflece yelpaze hareketi vererek lehimin kapiler etki ile parçaların arasına yayılmasını sağlayınız.

11) Boruların üst kısmı lehimlendiğinde boruları kıskaç ile çevirerek lehimlemeye devam ediniz.

12) Sert lehimleme işlemi bittiğinde parçaların soğuması için bir müddet bekleyiniz. Soğuk halde görünseler dahi parçaları kıskaç yardımıyla tutunuz.

13) Lehimleme bölgesinde kalan artık dekapanı ve oluşmuş ise camsı tabakayı tel fırça yardımıyla temizleyiniz.

14) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçasının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 10 | |
| 3 | Oksi-gaz kaynağında normal alevin hazırlanması | 10 | |
| 4 | Ön tavlama işleminin yeterli seviyede yapılması | 20 | |
| 5 | Sert lehimleme işleminin yapılması | 30 | |
| 6 | Uygulama parçasının iş bitiminde temizlenmesi | 5 | |
| 7 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 8 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz ve düzenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 4.6. PERÇİNLE BİRLEŞTİRME

Perçinleme, sökülemeyen birleştirme çeşitlerindendir (Görsel 4.50). Köprü, kule ve çelik konstrüksiyon yapılarda, uçak gövdelerinde, tanklar gibi askeri araçlarda, basınçlı kazan imalatı gibi birçok sektörde geniş bir kullanım sahası mevcuttur.

İnce kesitli malzemelerin, farklı kalınlıkta ve farklı özellikteki malzemelerin birleştirilmesi işleminde perçinleme kullanılmaktadır. Özellikle lehimleme ve kaynak işlemlerinde kullanılan ısıtma gerekliliği perçinlemede olmadığı için malzemelerde ısı deformasyonları ve kristal yapı bozulmaları olmaz. Cıvatalı birleştirmelerdeki gevşeme sorunları perçinlemede olmaz.



**Görsel 4.50:** Perçin

Otomotiv sektöründe üretim ve onarım işlemlerinde kullanılmaktadır. Görsel 4.51'de araç üzerinde yakıt doldurma kapağının perçinleme ile yerine montaj edilmesi görülmektedir.



**Görsel 4.51:** Depo kapağının perçin ile montajı

Perçin bağlantıları; birleştirilecek malzemenin şekil, cins, dayanım, yük taşıma, sızdırmazlık durumlarına göre çok çeşitlilik göstermektedir. Perçinle birleştirme işleminde pop perçin, şişirmeli perçin, somun perçin, kendi delen perçin gibi pek çok perçin çeşidi mevcuttur.

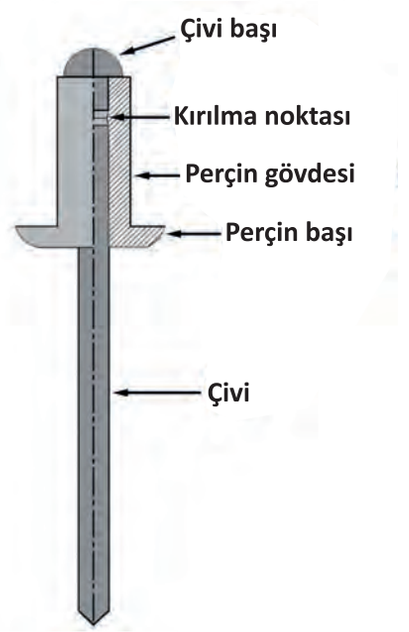
### 4.6.1. Pop Perçin

Pop perçin her cins ve şekildeki malzemenin birleştirme işleminde kullanıldığı gibi özellikle birleştirilen malzemenin arka kısmına ulaşılmasının mümkün olmadığı durumlarda tercih edilmektedir. Bu sebepten dolayı kör perçin de denir.

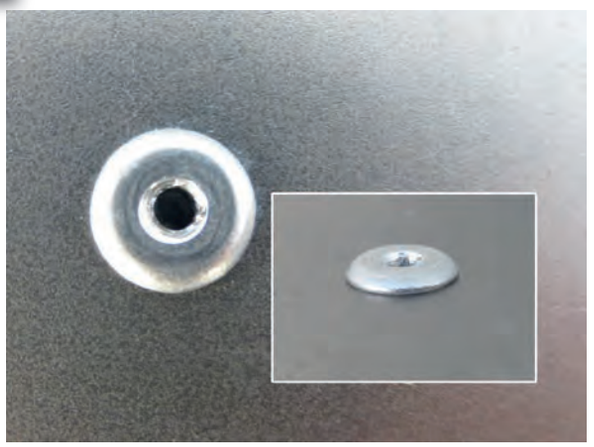
Pop perçin ile perçinleme işlemi kolay, hızlı ve az masraflıdır. İşlem öncesi ve sonrası basit bir mekanik temizlik yeterli olduğundan sarf malzeme harcanması olmamaktadır. Teknisyenin perçinleme tecrübesi kazanması kısa sürer.

Pop perçinin yapısı, başlıklı bir perçin gövdesi ve içindeki çividen ibarettir (Şekil 4.11). Çivi üzerinde bir noktada kesit daraltılmış ve kopma noktası oluşturulmuştur.

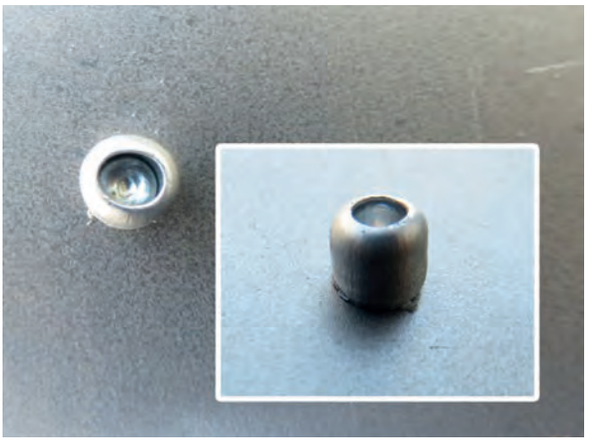
Birleştirilecek malzemeler delinerek pop perçin, çivi başı delik içine gelecek şekilde yerleştirilir. Perçin tabancası yardımıyla çivi çektirilerek çivi başının perçin gövdesini kabartması ve malzemeleri sıkıştırması sağlanır. Çektirme gücü çiviyi kopartacak seviyeye geldiğinde çivi, kopma bölgesinden kırılır. Bu şekilde perçinleme işlemi bitmiş olur.




**Şekil 4.11:** Pop perçinin yapısı



**Görsel 4.52:** Pop perçin ön kısmı



**Görsel 4.53:** Pop perçin arka kısmı

Görsel 4.52 ve 4.53'te bitmiş bir pop perçinleme işleminde ön ve arka kısımlar görünmektedir.

Pop perçinleri genel olarak aşağıdaki gibi gruplandırmak mümkündür.

a. Malzeme cinsine göre;
   1) Alüminyum pop perçinler
   2) Çelik pop perçinler
   3) Paslanmaz çelik pop perçinler

b. Perçin kafa tipine göre;
   1) Bombe kafalı perçinler
   2) Geniş kafalı perçinler
   3) Havşa kafalı perçinler

c. Perçin gövde ve çivi tipine göre;
   1) Alüminyum gövde / Alüminyum çivi
   2) Alüminyum gövde / Çelik çivi
   3) Alüminyum gövde / Paslanmaz çelik çivi
   4) Paslanmaz çelik gövde / Paslanmaz çelik çivi
   5) Paslanmaz çelik gövde / Çelik çivi
   6) Çelik gövde / Çelik çivi
   7) Bakır gövde / Çelik çivi

Bu sınıflandırmanın haricinde özel amaçlar için kullanılmak üzere tasarlanmış birçok perçin çeşidi mevcuttur. Plastik ve çelik malzemenin birleştirilmesinde kullanılan tırtıklı pop perçin, geniş bir arka yüzey tutma imkânı sağlayan ahtapot pop perçin gibi perçinler de kullanılmaktadır.

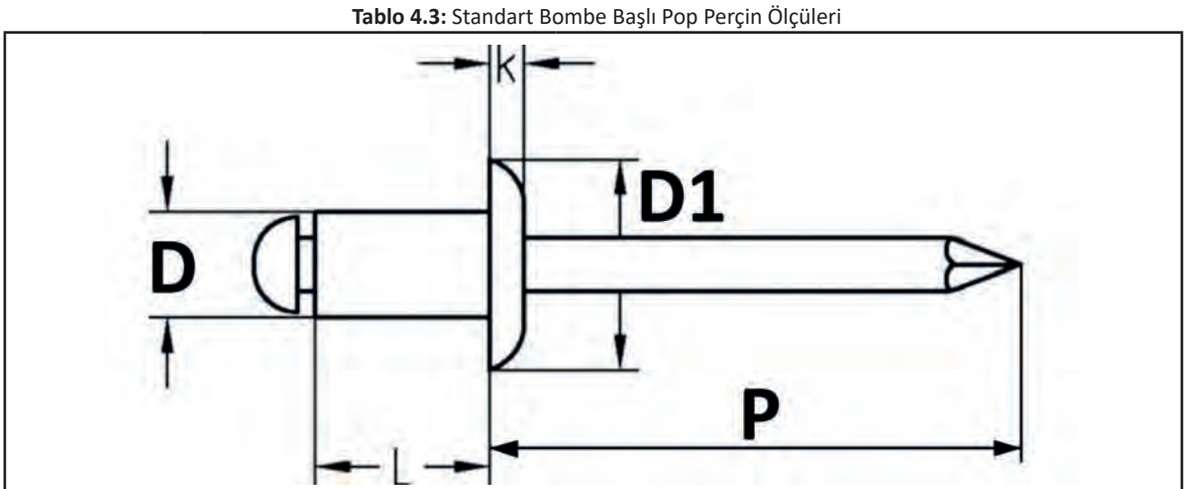
Çivi malzemesi çelik olan perçinlerde çivi, galvaniz ile kaplıdır. Galvaniz kaplama çelik malzemenin üzerinin çinko ile kaplanmasıdır. Bu, korozyon direncinin arttırılmasını sağlar.

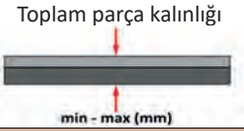
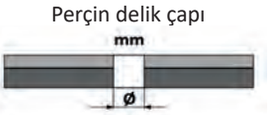
Malzemesi alüminyum olan perçinlerde alüminyum magnezyum alaşımı kullanılmaktadır. Saf alüminyum çok yumuşak olduğundan eğilmesi kolaydır. Mukavemet kazandırmak için alüminyum içine magnezyum katılmaktadır.

### 4.6.2. Kullanılacak Pop Perçin Ölçülerinin Belirlenmesi

Kullanılacak perçin belirlenirken, öncelikli olarak birleştirme yapılacak malzemelerin cinsine uygun malzeme yapısına sahip perçin seçilmelidir. Pop perçin birleştirme işlemi için konstrüksiyon tasarlanır. Malzemenin toplam kalınlığına göre perçin çap ve boyu seçilir. Seçilen perçin için malzemelere açılacak delik çapı da belirlenir. Bu işlemler pop perçin türüne özel hazırlanmış olan tablolara göre yapılır. Tablo 4.3'te malzeme kalınlığına göre standart bombe başlı pop perçin ölçüleri gösterilmektedir.

**Tablo 4.3:** Standart Bombe Başlı Pop Perçin Ölçüleri



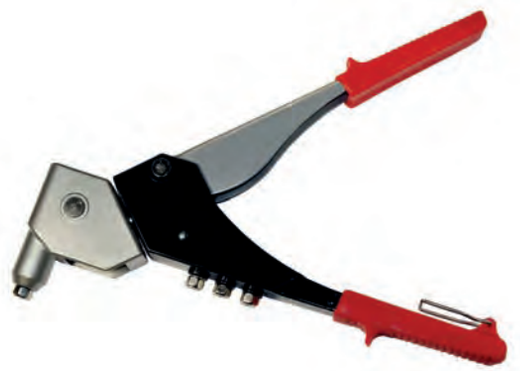

| DxL mm | D mm | D1 mm | P mm | Toplam parça kalınlığı   | Perçin delik çapı   |
|---|---|---|---|---|---|
| 2,4x4,0 | 2,40 | 5,00 | >30 | 0,5-2,0 | 2,5-2,6 |
| 2,4x6,0 | | | | 2,0-3,5 | |
| 2,4x8,0 | | | | 3,5-5,0 | |
| 2,4x10 | | | | 5,5-8,0 | |
| 3,2x6 | 3,20 | 6,30 | >30 | 1,0-3,0 | 3,3-3,4 |
| 3,2x8 | | | | 3,0-5,0 | |
| 3,2x10 | | | | 5,0-7,0 | |
| 3,2x12 | | | | 7,0-9,0 | |
| 4,0x10 | | | >30 | 5,0-6,5 | 4,1-4,2 |
| 4,0x12 | | | | 6,5-8,5 | |
| 4,0x15 | | | | 8,5-11,5 | |
| 4,0x20 | | | | 11,5-16,5 | |
| 4,8x10 | | | >30 | 5,0-6,5 | 4,9-5,0 |
| 4,8x12 | | | | 6,5-8,5 | |
| 4,8x15 | | | | 8,5-11,5 | |
| 4,8x20 | | | | 11,5-16,5 | |
| 4,8x25 | | | | 16,5-21,5 | |
| 6,0x12 | | | >30 | 2,5-7,0 | 6,1-6,2 |
| 6,0x16 | | | | 7,0-11,0 | |
| 6,0x20 | | | | 10,0-15,0 | |
| 6,0x25 | | | | 15,0-20,0 | |
| 6,0x30 | | | | 20,0-25,0 | |

### 4.6.3. Pop Perçin Tabancaları

Pop perçinlemede çektirme işleminin yapılması için özel perçin tabancaları geliştirilmiştir. Bu perçin tabancaları içinde el gücü ile çalışanları olduğu gibi pnömatik olanları da mevcuttur. Görsel 4.54'te el pop perçin tabancası ve ağır perçinleme işlemlerinde kullanılan kollu, Görsel 4.55'te kafa kısmı dönebilen, Görsel 4.56'da hızlı ve kullanıcıyı yormadan perçinleme işlemi yapan havalı pop perçin tabancaları görülmektedir.



**Görsel 4.54:** El ve kollu perçin tabancaları



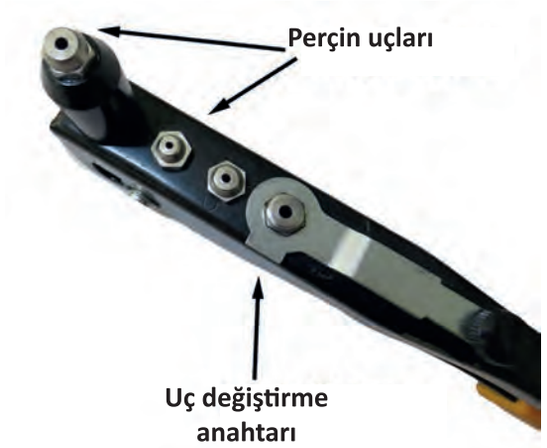
**Görsel 4.55:** Kafası dönebilen perçin tabancası

Pop perçin tabancasından beklenilen özelliklerin başında perçin çivisini sıkıca kavraması ve çektirme sırasında perçini yüzeye dik pozisyonda tutmaya yardımcı olması gelir. Perçin çivisi koptuğu zaman kırık parçanın perçin tabancasının içerisinden rahat çıkması gerekir. Bazı perçin tabancalarında kopan çivi kısmını çıkarmak zaman kaybına neden olmaktadır. Havalı perçin tabancaları kopan çivi atıklarını içerisinde toplar. Görsel 4.56'da havalı perçin tabancasının arka kısmında, kopan çivilerin toplandığı şeffaf hazne görülmektedir.



**Görsel 4.56:** Havalı perçin tabancası

Pop perçin tabancalarında perçin çivisinin içine gireceği farklı çaplarda uçlar bulunmaktadır. Uçlar tabancaya vidalı olarak monte edilmiştir. Pop perçin tabancasının üzerinde takılı anahtar mandren veya uygun anahtar ile uç değişimi yapılır (Görsel 4.57 ve 4.58 ).




**Görsel 4.57:** Perçin tabanca uçları

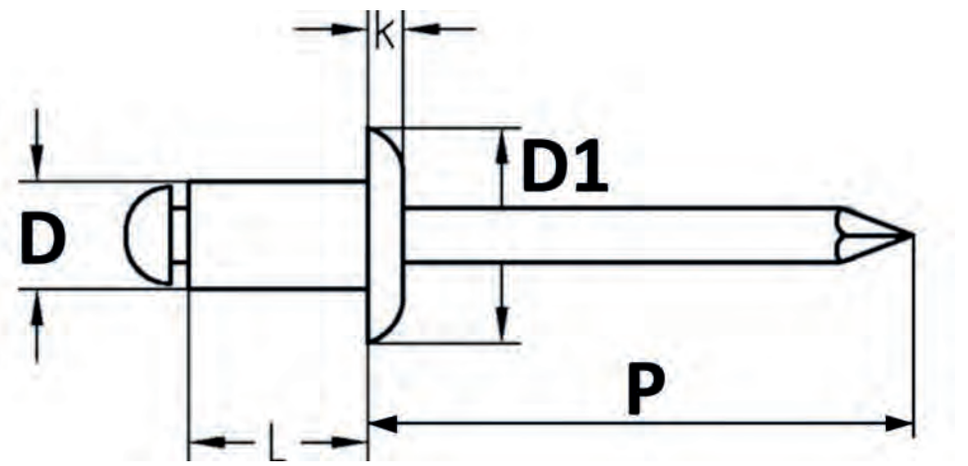


**Görsel 4.58:** Uçların değiştirilmesi

### 4.6.4. Pop Perçin Uygulama Teknikleri

Pop perçinleme işleminde ilk yapılacak olan, birleştirilecek malzemenin cinsine uygun pop perçin çeşidinin belirlenmesidir. Perçin; malzeme cinsi ve perçin başı yapısı dikkate alınarak seçilir.

Perçin çapı, birleştirilecek malzemelerin kalınlıkları ve birleştirme şekli dikkate alınarak belirlenir. Pop perçin çapı, Şekil 4.12'de "D" ile gösterilen perçin çivisi baş kısmının çapıdır. Perçin çapı seçildiğinde ilgili perçin kullanım tablosuna bakılarak "L" ile gösterilen perçin gövde boyu uzunluğu belirlenir. Aynı tablodan çap ve boyu belirlenen perçin için malzemelere açılacak delik çapı bulunur.

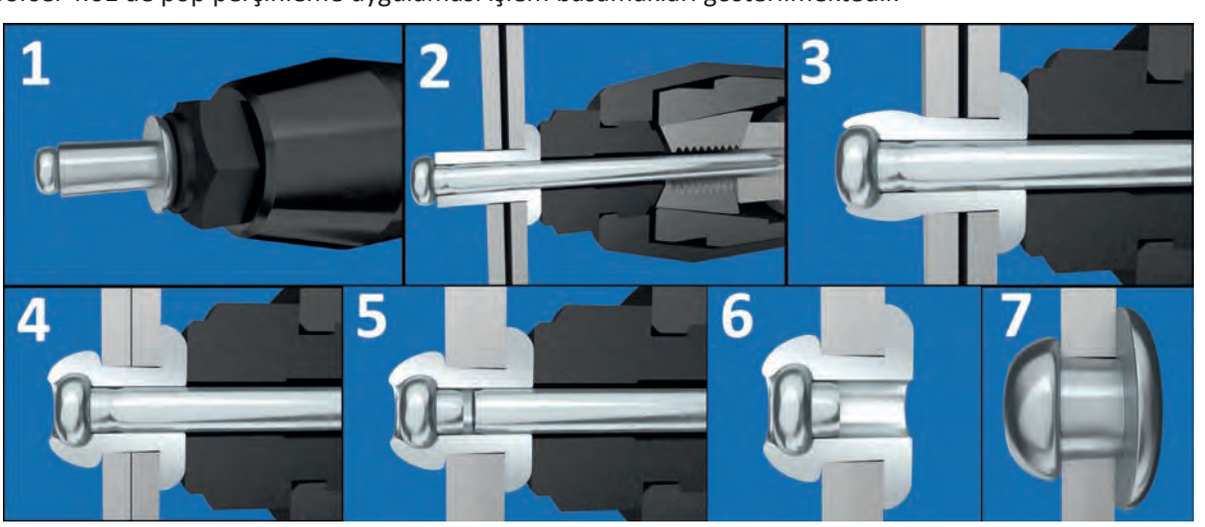



**Şekil 4.12:** Pop perçin ölçüleri

Perçinlenecek malzemeler birleştirme hizasına getirilir. Uygun çapta matkap ile malzemelere delme işlemi gerçekleştirilir. Delik etrafındaki çapaklar zımparalanır.

Pop perçin çivisine uygun uç, pop perçin tabancasına takılır. Perçin, çivi kısmından perçin tabancasına yerleştirilir. Perçin çivi başı malzemelerdeki deliğe yerleştirilir. Perçin tabancası kolu sıkılarak önce malzemelerin boşluğu alınır. Ardından kollar daha fazla sıkılarak perçinlemeye devam edilir. Perçin çivi boyu uzun olduğunda perçin tabancasının iki veya üç defa tekrar sıkılması gerekebilir. Perçin tabancası, perçin yüzeyde dik duracak ve perçin başı yüzeyin tamamına temas edecek şekilde sabit tutulmalıdır.

Perçin çivisi kopana kadar çivinin tabancayla sıkılmasına devam edilir. Çivi koptuğunda birleşme noktasının ön yüzeyi kontrol edilir. Perçin başı düzgün oluşmuş ve yüzeyin tamamına temas ediyor şekilde olmalıdır. Görsel 4.61'de pop perçinleme uygulaması işlem basamakları gösterilmektedir.




**Görsel 4.59:** Pop perçinleme uygulaması işlem basamakları

| UYGULAMA 4.8. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Sac Parçaları Pop Perçinle Birleştirme | |
| AMAÇ | Sac parçaları pop perçin ile birleştirmek | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçaları (100x40x1,2 mm DKP sac malzeme)
- Pop perçin (3,2 mm çapında)
- Pop perçin tabancası
- Matkap uç seti
- Havalı pop perçin tabancası
- Pnömatik matkap
- Zımpara (P80)
- Ayarlı penseler
- Nokta zımbası
- Çekiç

27421

**2. İşlem basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.

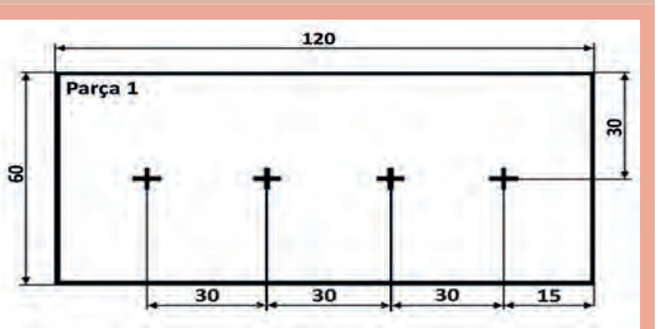
2) 100x40x1,2 mm ölçülerinde iki adet DKP sac malzemeyi temin ediniz.

   Kesme ve markalama işlemlerini gerçekleştiriniz. Parçalardan birine okul numaranızı markalayınız.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2.**
**İstenilen ölçüde parça kesme**

3) Parçalardan birine Görsel 4.72'de görülen markalamayı yapınız. Belirlediğiniz delik merkezini matkap ucunun oturabilmesi için zımba ile noktalayınız. Bu matkap ucunun kaymadan doğru yeri delmesi için gereklidir.

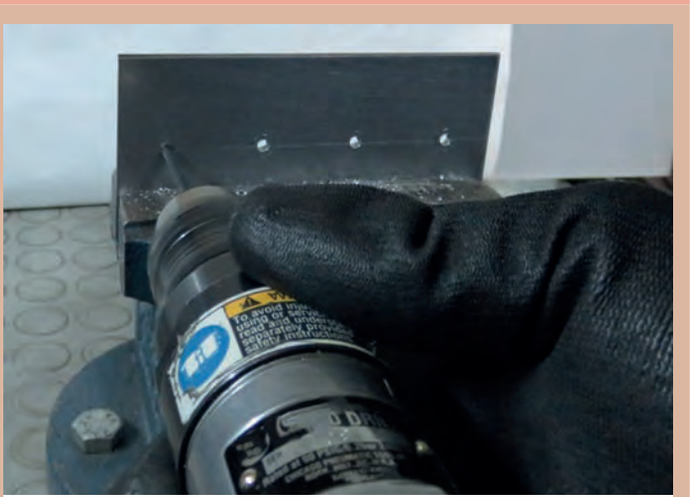
   Parçaları sırt sırta hizalayıp markalama yaptığınız parça size bakacak şekilde mengenede hizalayınız. Üst kısımlarını ayarlı pense ile birbirine tutturunuz.




**Şekil 4.13:** Perçinleme için markalama resmi

4) Havalı matkaba uygun ucu takınız. Nokta zımba ile işaretlediğiniz yerlerden parçaların ikisini de deliniz. Delme işlemi sırasında parçaların hizalanmasında bozulma olmamalıdır.

   Delme işlemi bittiğinde delik çevrelerindeki çapakları zımparalayınız.



**Görsel 4.60:** Perçin deliklerinin delinmesi

5) Perçinleme işlemi için belirtilen 3,2 mm çaptaki perçinden uygun boyda olanı belirleyiniz.
6) İki perçinleme işlemini el pop perçin tabancası ile yapınız.
7) Perçin tabancasına uygun ucu takınız.

8) Perçini çivi kısmından tabancaya yerleştiriniz.
9) Perçin çivi başını deliğe yerleştirip, kolları sıkarak tabancanın boşluğunu alınız.
10) Tabancanın dik konumda olmasını ve perçin başının tüm yüzeye eşit olarak temas etmesini sağlayınız.
11) Perçin çivisi kopana kadar tabanca kollarını sıkınız.
12) Perçinleme sonunda perçin başının düzgünlüğünü kontrol ediniz.



**Görsel 4.61:** Perçin tabancası ile pop perçinleme işlemi

13) Diğer iki perçinleme işleminde havalı perçin tabancasını kullanınız.

14) Havalı perçin tabancasını uygun basınçtaki hava hattına bağlayınız.

15) Perçin tabancasına, uygun ucu takınız.

16) Perçini çivi kısmından tabanca ucuna takınız.

17) Pop perçinin çivi başını deliğe yerleştirip iyice bastırınız. Tabancayı dik pozisyonda ileri doğru bastırırken tabancanın tetiğine basınız.

18) Tetiğe bastığınızda perçinleme işlemi gerçekleşerek kopan çivi parçası tabanca haznesine düşecektir.

19) Perçinleme sonunda perçin baş kısmının düzgünlüğünü kontrol ediniz.



**Görsel 4.62:** Pnömatik perçin tabancası ile pop perçinleme işlemi

20) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçasının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 5 | |
| 3 | Çizimin parça üzerine aktarılması ve zımba ile noktalanması | 10 | |
| 4 | Havalı matkap ile malzemelerin delinmesi | 10 | |
| 5 | Uygun boyda pop perçinin seçilmesi | 10 | |
| 6 | El pop perçin tabancası ile perçinleme yapılması | 20 | |
| 7 | Havalı pop perçin tabancası ile perçinleme yapılması | 20 | |
| 8 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 9 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz ve düzenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 4.7. ŞİŞİRMELİ PERÇİNLER

Şişirmeli perçinler güçlü ve mukavemetli yapıları sayesinde birçok alanda kullanılmaktadır. Özellikle çelikten imal edilen yapıların birleştirme işlemlerinde şişirmeli perçinler kullanılmaktadır. Görsel 4.63 ve 4.64'te çelik köprülerdeki bağlantıların perçinler ile sağlandığı görülmektedir.



**Görsel 4.63:** Perçinleme ile yapılmış bir köprü



**Görsel 4.64:** Perçinli köprü kirişi

Yüksek basınçlı kazanların yapımında da şişirmeli perçinler kullanılmıştır. Görsel 4.65'te buhar kazanı, şişirmeli perçinle imal edilmiş bir lokomotif görülmektedir.



**Görsel 4.65:** Perçinlenmiş lokomotif kazanı

Şişirmeli perçinleme işleminde parçalara ısı uygulanmaması ve maliyetin az olması avantaj olarak görülürken, ana malzemenin delinmesi parçayı zayıflattığından eksik yön olarak kabul edilmektedir.

Otomotiv sektöründe perçinleme birçok parçanın imalat sürecinde kullanılmaktadır. Ağır vasıta ve arazi araçlarının şasilerinde, debriyaj balatası, baskı plakası, kampana fren pabuçları gibi parçaların üretiminde perçinleme kullanılmaktadır. Görsel 4.66'da perçinli birleştirme kullanılmış debriyaj baskı balatası ve plakası görülmektedir.

### 4.7.1. Şişirmeli Perçin Çeşitleri

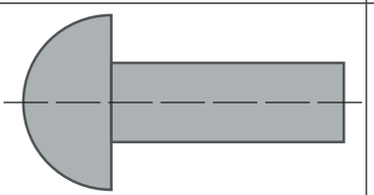
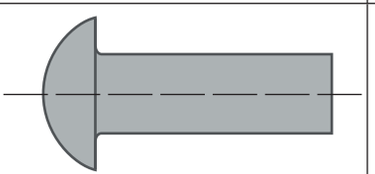
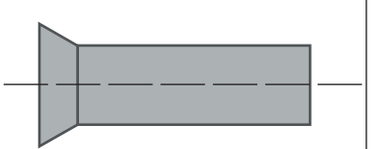
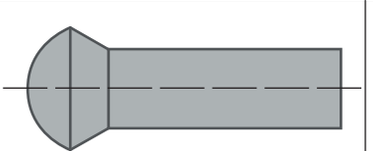
Şişirmeli perçinler, kullanılacakları yerlere göre çok çeşitli malzemelerden imal edilmektedir. Yük taşıması ve zorlamalara dayanması gereken yerlerde çelik malzemeden yapılanlar kullanılır. Havacılık alanında kullanılan perçinler hafiflik avantajından dolayı daha çok alüminyum alaşımından imal edilir. Bakır ve pirinç malzemeden imal edilen perçinler de birçok alanda kullanılmaktadır. Özellikle otomotiv sektöründe plastik ve kompozit malzemelerin birleştirilmesinde plastik perçinler kullanılmaktadır.



**Görsel 4.66:** Debriyaj balatası ve baskı plakasında perçinler

Şişirmeli perçinler baş kısımlarının yapısına göre sınıflandırılır. Tablo 4.4'te baş kısmının yapısına göre perçin çeşitleri ve kullanım alanları gösterilmiştir.

**Tablo 4.4:** Baş Yapısına Göre Perçin Çeşitleri

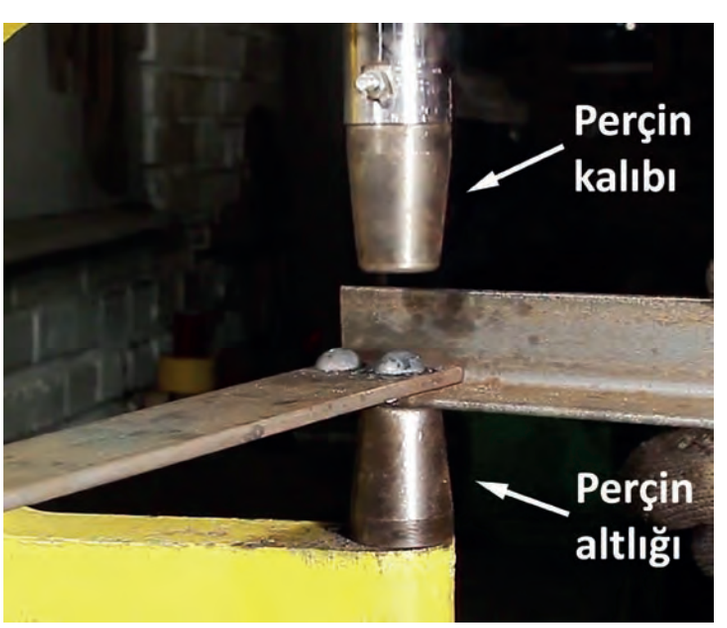
| Perçin Çeşidi | Perçin Şekli | Kullanım Yeri |
|---|---|---|
| Yuvarlak başlı perçin |  | En yaygın kullanılan standart perçin türüdür. Yük taşıma kapasitesi fazla olduğu için zorlanma riski olan yerlerde tercih edilmektedir. |
| Yassı başlı perçin (mercimek) |  | Perçin başı çıkıntısı az olduğu için özellikle ince kesitli malzemelerin birleştirilmesinde kullanılır. |
| Havşa başlı perçin |  | Perçin başının perçinlenecek yüzeyde çıkıntı yapması istenilmediği durumlarda kullanılır. Perçin başına uygun havşa açılması gerektiğinden işçilik süresi uzar. |
| Yassı havşa başlı perçin |  | Perçinli birleştirmenin yuvarlak başlı perçin kadar sağlam olmasının fakat perçin başının çıkıntı yapmamasının istendiği yerlerde kullanılır. |
| Silindirik başlı perçin |  | Zorlanmaya karşı dayanıklıdır. Genellikle kalın sacların birleşiminde kullanılır. |

### 4.7.2. Şişirmeli Perçin Aparatları

Şişirmeli perçinleme uygulamalarında, perçinin hazır olan kafasının yerleştiği **perçin altlığı** ve perçinin diğer kafasını oluşturmada kullanılan **perçin kalıbı** esas takımlardır.

Görsel 4.67'de perçinlemede kullanılan altlık ve kalıp kısımları görülmektedir.

Perçin, çekiç ile dövülerek kabaca şekillendirilip perçin üst kalıbı ile tekrar dövülerek perçine baş şekli verilir. Perçin kafasını oluşturmak için dövme işlemi el çekici, havalı çekiç veya pnömatik perçin makinesi kullanılarak yapılır.

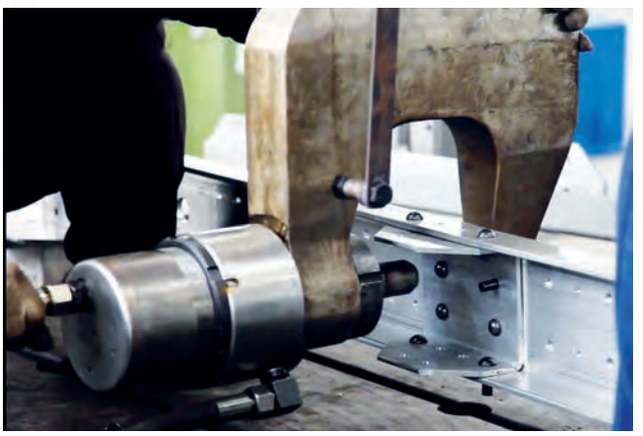



**Görsel 4.67:** Perçin altlık ve üst kalıbı

Görsel 4.68'de el çekici ve havalı çekiç, Görsel 4.69'da ağır hizmet tipi pnömatik perçin makinesi görülmektedir.



**Görsel 4.68:** El çekici ve havalı çekiç



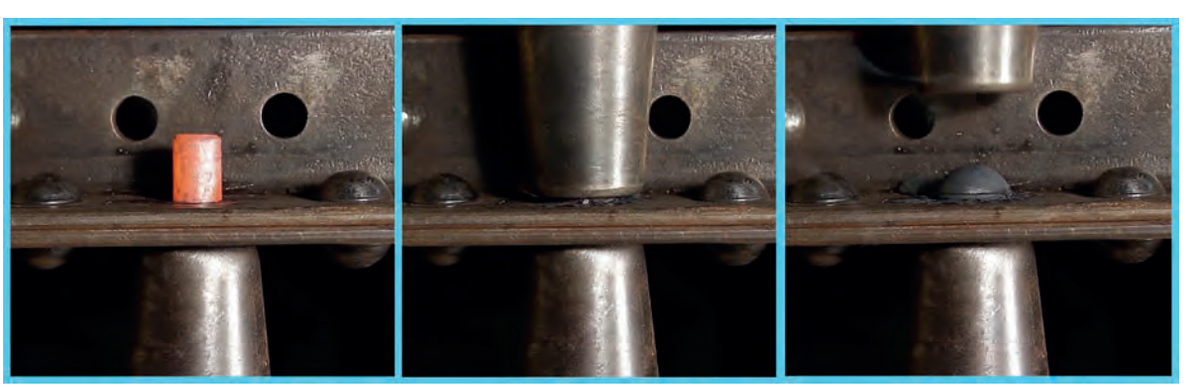
**Görsel 4.69:** Pnömatik perçin makinesi

### 4.7.3. Şişirmeli Perçin Uygulama Teknikleri

Şişirmeli perçinler ile birleştirme yapılırken iki yöntem uygulanır.

1. Sıcak perçinleme
2. Soğuk perçinleme

Sıcak perçinleme çapı 10 mm'den fazla olan perçinler için uygulanır. Perçin ısıtılarak gerçekleştirilir. Bunun nedeni kesiti büyük olan perçinin sıcak hâlde iken dövülmesi ve perçine şekil verilmesinin daha kolay olmasıdır. Perçin yüksek bir sıcaklığa kadar ısıtılır. Daha yumuşak ve şekillendirmeye elverişli hâle gelen perçin deliğe takılır. Perçin baş kısmı altlığa yerleştirilir. El çekici veya havalı çekiçle dövülerek perçin kapama başı oluşturulur. Pnömatik perçin makinesi kullanılarak işlem yapılıyorsa makine çenelerine uygun altlık ve kalıp takılarak çenelerin birleştirilmesi ile perçinleme yapılır. Bu makineler, alt çene kısmı ile perçini desteklerken üst çene kısmı ile perçine baskı uygulayarak kapama kafasını oluşturur (Görsel 4.70).



**Görsel 4.70:** Sıcak perçinleme işlemi

Çapı 10 mm'den küçük olan perçinler soğuk perçinleme yöntemi ile perçinlenir. Birleştirme tekniği sıcak perçinleme ile aynıdır. Sadece perçin ısıtılmadan normal sıcaklığında perçinlenir.

| UYGULAMA 4.9. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Şişirmeli Perçin ile Birleştirme | |
| AMAÇ | Sac parçaları şişirmeli perçin ile birleştirmek | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Yuvarlak başlı perçin (Ø 8 mm)
- Pnömatik matkap
- Matkap uç seti
- Kaportacı ayarlı pensesi
- Nokta zımbası
- Çekiç
- Havalı çekiç
- Örs

**2. İşlem basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.

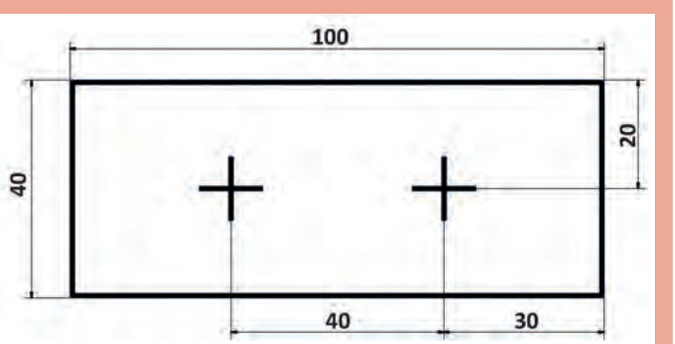
2) 5x40 lamadan 100 mm ölçülerinde iki adet parçayı temin ediniz.

   Kesme ve markalama işlemlerini gerçekleştiriniz. Parçalardan birine okul numaranızı markalayınız.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2.**
**İstenilen ölçüde parça kesme**

3) Parçalara Şekil 4.14'te görülen markalamayı yapınız. Belirlediğiniz delik merkezini matkap ucunun oturabilmesi için zımba ile noktalayınız. Bu, matkap ucunun kaymadan doğru yeri delmesi için gereklidir.

4) İki parçada da belirtilen delikleri açınız.




**Şekil 4.14:** İş parçasının markalanmış şekli

5) Parçaları delikleri hizalayarak üst üste yerleştiriniz. Parçaları mengeneye sıkıca tutturunuz.

6) Perçini deliğe yerleştiriniz.

7) Perçin başı altta kalacak şekilde parçaları örs üzerine yerleştiriniz.



**Görsel 4.71:** Perçinlerin yerine yerleştirilmesi

8) Parçaları kaportacı ayarlı pensesinden sağlamca tutarken perçin uç kısmını çekiç ile dövmeye başlayınız.

9) Perçini kapama başı oluşacak şekilde 360° her tarafından dövmeye devam ediniz.Perçin tabancasına uygun ucu takınız.



**Görsel 4.72:** El çekici ile perçin başı dövülmesi

10) Diğer perçinleme işlemini havalı çekiçi kullanarak yapınız.

11) Havalı çekice perçin dövme ucunu takınız. Emniyet yayının doğru takıldığında emin olunuz. Kullanmaya başlamadan önce atölye öğretmeninize havalı çekiç emniyet yayını kontrol ettiriniz.

12) Perçini deliğe yerleştirerek parçaları örs üzerine koyunuz.

13) Parçaları kaportacı ayarlı pensesinden sağlamca tutarken perçin ucuna havalı çekici bastırıp tetiğe basınız.



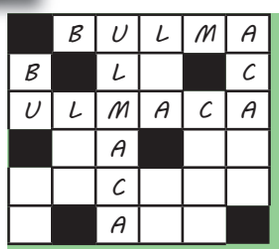
**Görsel 4.73:** Havalı çekiç ile perçin başı dövülmesi

14) Perçinleme sonunda perçin baş kısmının düzgünlüğünü kontrol ediniz.

15) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

**3. Uygulama değerlendirme**

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçasının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 10 | |
| 3 | Çizimin parça üzerine aktarılması ve zımba ile noktalanması | 10 | |
| 4 | Havalı matkap ile malzemelerin delinmesi | 15 | |
| 5 | El çekici kullanarak şişirmeli perçin ile perçinleme yapılması | 20 | |
| 6 | Havalı çekiç kullanarak şişirmeli perçin ile perçinleme yapılması | 20 | |
| 7 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 8 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz ve düzenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |




# KELİME BULMACA

Numaralar ile belirtilen kavramları aşağıdaki bulmacada ilgili yerlere yukarıdan aşağıya doğru yazınız. Tüm kelimeleri yerlerine yazdığınızda koyu kutular ile belirtilen bölgede, bulmacanın anahtar kelimesini bulmuş olacaksınız.

1-Yumuşak lehim tellerinin her türünde kullanılan vazgeçilemez elementtir.

2-Bu etki sayesinde ergiyerek sıvı hale gelen lehim malzemeler arasındaki boşluğu doldurur.

3-Uç kısımlarının ısıtılması suretiyle lehim telini ergitmeye yarayan aletlerdir.

4-Isıl işlem uygulamadan kullanılan sökülemeyen birleştirme çeşitlerinden birisidir.

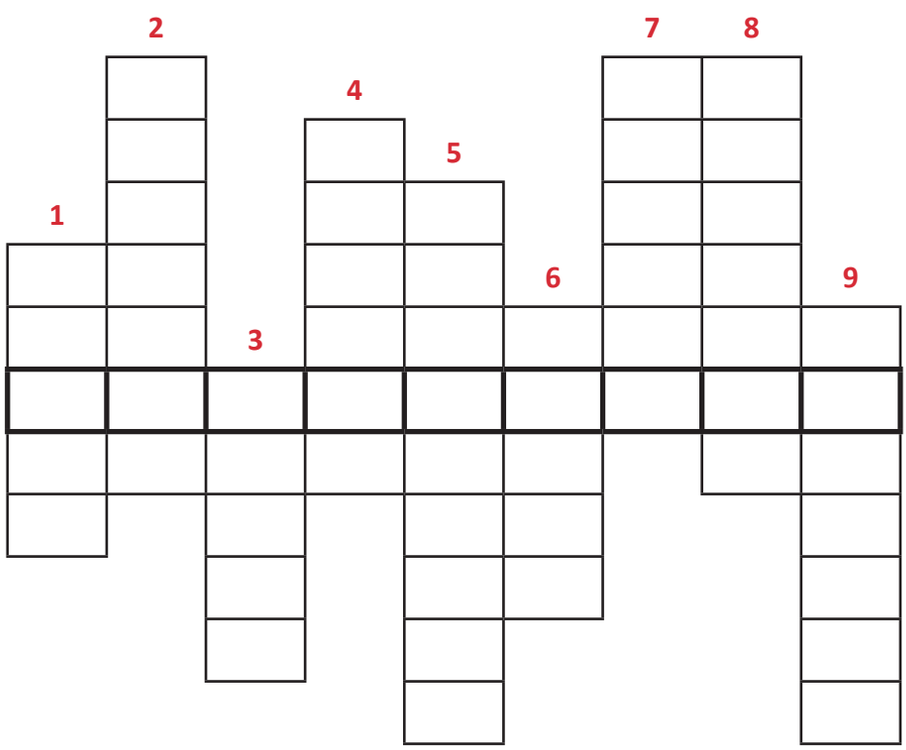
5-Pop perçin imalatında kullanılan metallerden birisidir.

6-Boruların yüzeyler ile dik birleştikleri bağlantı şeklidir.

7-Sıcaklık etkisi ile malzemenin katı hâlden sıvı hâle geçişini ifade eder.

8-Sert lehimleme öncesi parçaların ısıtılması işlemidir.

9-Sert lehimlemede kimyasal temizleyicilerin geneline verilen isimdir.



ÖĞRENME BİRİMİ

# 5 GAZALTI KAYNAĞI



## KONULAR

1. GAZALTI KAYNAĞI
2. GAZALTI KAYNAĞI İLE SOL KAYNAK
3. GAZALTI KAYNAĞI İLE YATAYDA KÜT EK KAYNAĞI
4. GAZALTI KAYNAĞI İLE DİKEYDE KÜT EK KAYNAĞI
5. GAZALTI KAYNAĞI İLE KÖŞE KAYNAĞI
6. GAZALTI KAYNAĞI İLE TAVAN KÜT EK KAYNAĞI
7. GAZALTI KAYNAĞI İLE ALÜMİNYUM KAYNAĞI
8. GAZALTI KAYNAĞI İLE TAPA KAYNAĞI

## 5.1. GAZALTI KAYNAĞI

Gazaltı kaynağı, adından da anlaşıldığı üzere koruyucu bir gaz tabakası altında gerçekleştirilen elektrik ark kaynağıdır. İyi bir gazaltı kaynak eğitiminden sonra kaynak işlemi teknisyen için gayet kolaydır. Her pozisyonda kaynak yapılabilmesi ve robotik uygulamalara çok uygun olması nedeniyle birçok sektörde tercih edilen kaynak yöntemidir. Görsel 5.1'de robot kol ile yapılan gazaltı kaynak uygulaması görülmektedir.

Gövde imalat ve onarım süreçlerinde gazaltı kaynak yönteminin bütün çeşitleri kullanılmaktadır. Özellikle ince sac malzemelerin kaynatılması ve değişim yapılan parçalarda eski punta kaynakları yerine yapılan tapa kaynağı uygulamalarında gazaltı kaynağı tercih edilmektedir.

Elle ark kaynağındaki aksaklıkları ortadan kaldırmak amacıyla geliştirilen gazaltı kaynağında, elektrot üzerindeki örtü gerecinin görevini koruyucu gaz yerine getirir. Örtü gerecinin en önemli özelliklerinden biri olan kaynak banyosunu, havanın içerisinde bulunan oksijen ve azotun zararlı etkilerinden koruması görevini bu yöntemlerde koruyucu gaz üstlenmiştir. Koruyucu gaz kaynaklarında kullanılan gazlar kaynak bölgesinin etrafını sararak bir örtü görevi görür. Görsel 5.2'de gazaltı kaynağının yapılışı görülmektedir.



**Görsel 5.1:** Gazaltı kaynağında robotik uygulama



**Görsel 5.2:** Gazaltı kaynağı uygulaması

Kaynak için gerekli olan ark, kaynak torcundan gelen çıplak tel aracılığıyla oluşur. Diğer kaynak yöntemlerinde kullanılan üfleç ve elektrot pensi görevini gazaltı kaynağında torç yerine getirir. Torç içerisindeki telin, şasenin bağlı olduğu iş parçasına değmesiyle başlayan kaynak, kaynakçının torcu hareket ettirmesiyle devam eder. Kaynak için gerekli olan kaynak teli (elektrot) örtüsüz şekliyle, otomatik tel verme sisteminden kaynak banyosuna iletilir. Bu yönüyle kaynakçıdan, üst düzey beceri istemeyen bir kaynak yöntemidir. Geliştirilen kaynak donanımlarıyla kaynak mesafesi, kaynak hızı ve kaynak şiddeti otomatik olarak düzenlenir. Kaynak teli, tel verme sisteminden kaynak banyosuna sürekli iletildiğinden örtülü elektrotla yapılan ark kaynağında olduğu gibi elektrot değiştirme ile zaman kaybı ve atılan elektrot uçları ile elektrot kaybı söz konusu değildir. Örtüsüz elektrotların üzeri oksitlenmeyi önlemek ve telin kaynak akımını iletilmesi için bakır kaplanmıştır.

### 5.1.1. Gazaltı Kaynağı Çeşitleri ve Özellikleri

Çeşitli metallerin kaynak yapılabilirliklerini artırma gereği, koruyucu gaz kaynak çeşitlerini ortaya çıkarır. Koruyucu gaz altında yapılan kaynak yöntemleri, iki ana grupta ele alınır:

1.TIG/WIG kaynak yöntemi

2.MIG-MAG Kaynak yöntemi

**TIG/WIG Tungsten Elektrotla Yapılan Kaynak Yöntemi:** Kaynak yöntemine adını veren Tungsten Inert Gas (TIG) kelimesidir. Kaynak, bu kelimenin baş harfleriyle anılır. Bu kaynak, ülkemizde daha çok tungsten adıyla bilinen, volfram metalinin periyodik cetveldeki "W" sembolü ile yabancı dilde "WIG" olarak adlandırılmıştır. Kaynak teknisyenleri arasında "ergimeyen elektrotlu kaynak" olarak da isimlendirilmektedir.

Kaynak işlemini gerçekleştirecek ısı, ergime derecesi oldukça yüksek olan tungsten/volfram metalinden yapılmış elektrotlar ile kaynatılacak parçalar arasında oluşur. Tungstenin ergime derecesi 3482 °C'dir. Kaynak bölgesi, elektrodu çevreleyen torcun ucundaki lüleden gönderilen argon veya helyum gazı tarafından korunur. Kaynak yönteminde kullanılan elektrotlar kendileri ergimeden, kaynak yapılan gereci ergiterek birleştirmeyi sağlar. Gerektiğinde ilâve kaynak çubukları, oksi-gaz kaynağında olduğu gibi kaynakçı tarafından veya otomatik tel sürme tertibatlarıyla kaynak bölgesine iletilir.

TIG kaynak uygulamaları alüminyum ve paslanmaz çeliklerin kaynaklarında kullanılmaktadır. Özellikle alüminyum kaynak işlemlerinde en çok tercih edilen yöntemdir.

**MIG-MAG Kaynak Yöntemi:** Koruyucu gaz kaynakları içerisinde önemli bir yer tutan MIG-MAG kaynak yöntemleri, kullanılan gaza göre iki gruba ayrılır. MIG kaynağı, Metal Inert Gas kelimesinin baş harfleri alınarak adlandırılır. Bu kaynakta kullanılan gazlar asal gaz olduklarından helyum veya argon gazlarından biridir. MAG kaynağında ise aktif gaz olan karbondioksit ($CO_2$) veya karışım gazlar kullanılır ve Metal Active Gas kelimelerinin baş harfleriyle anılır.

MAG gazaltı kaynak yöntemi alaşımsız ve az alaşımlı çeliklerin kaynak işleminde, MIG kaynak yöntemi ise paslanmaz çelikler ve diğer metallerin kaynak işlemlerinde kullanılmaktadır. Gövde onarım atölyelerinde MIG ve MAG kaynak yöntemleri kullanılmaktadır.

### 5.1.2. Gazaltı Kaynak Makineleri ve Donanımları

MIG-MAG kaynak donanımı şu kısımlardan oluşur:

1. Kaynak akım üreteci/Güç ünitesi
2. Tel sürme tertibatı
3. Üzerinde basınç düşürücü bulunan koruyucu gaz tüpü
4. Kaynak tabancası da denilen kaynak torcu
5. Gerektiğinde soğutma suyunu, kaynak telini, elektrik akımını, şalter kablosunu bir arada tutan torç bağlantı kablosu

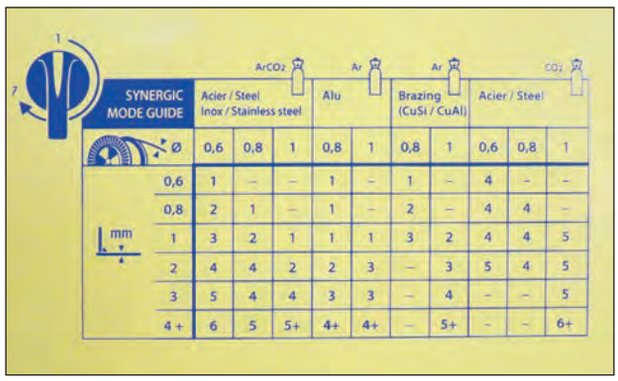
Görsel 5.3'te gazaltı kaynak makinesi görülmektedir.




**Görsel 5.3:** Gazaltı kaynak makinesi

### 5.1.2.1. Güç Ünitesi

Gazaltı kaynak işlemi için gereken kaynak akımının üretilmesini ve ayarlanmasını sağlayan kısımdır. Kullanılan kaynak teli ve kaynak yapılacak parçaların kalınlığına göre güç ünitesi üzerinden gereken kaynak parametreleri ayarlanmaktadır. Kaynak parametrelerinin doğru olarak ayarlanması için mutlaka makine kullanım talimatındaki yönergelere uyulmalıdır. Görsel 5.4'te kaynak teli çapına ve parça kalınlığına göre örnek bir ayar tablosu görülmektedir.



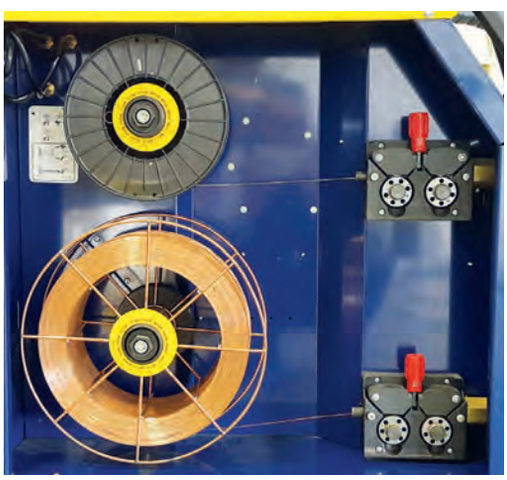
| SYNERGIC MODE GUIDE | | Acier / Steel Inox / Stainless steel | | | Alu | | Brazing (CuSi / CuAl) | | Acier / Steel | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ø | 0,6 | 0,8 | 1 | 0,8 | 1 | 0,8 | 1 | 0,6 | 0,8 | 1 |
| mm | 0,6 | 1 | – | – | 1 | – | 1 | – | 4 | – | – |
| | 0,8 | 2 | 1 | – | 1 | – | 2 | – | 4 | 4 | – |
| | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 4 | 4 | 5 |
| | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 3 | – | 3 | 5 | 4 | 5 |
| | 3 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | – | 4 | – | – | 5 |
| | 4+ | 6 | 5 | 5+ | 4+ | 4+ | – | 5+ | – | – | 6+ |

**Görsel 5.4:** Kaynak parametreleri

Güç üniteleri kaynak sırasında gereken kaynak akımını üretirken ısınır. Soğutulmaları için genelde içlerinde bir vantilatör sistemi mevcuttur. Vantilatör sisteminin hava çıkış ızgaraları periyodik olarak kontrol edilmelidir. Izgaralar tozdan temizlenmeli ve ızgaraların önleri hava çıkışına engel olmaması için açık tutulmalıdır.

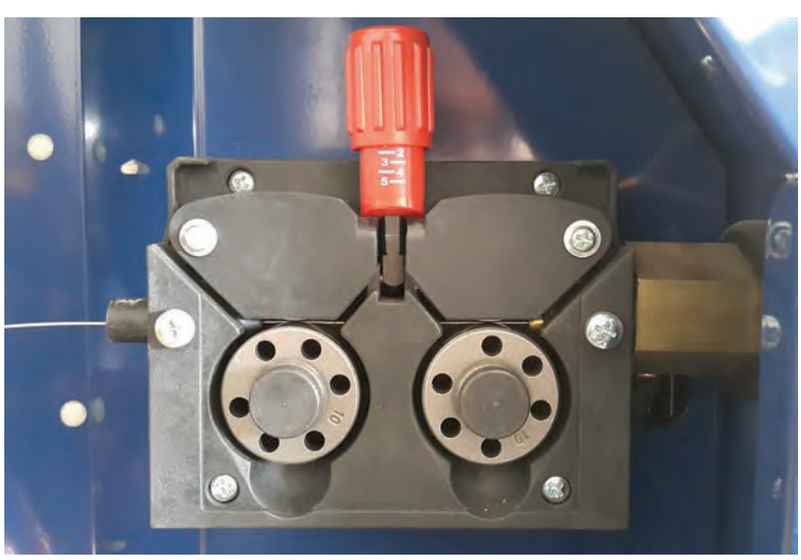
### 5.1.2.2. Tel Sürme Tertibatı

Kaynak telinin kangaldan açılarak torca iletilmesini sağlayan mekanizmadır. Telin belirlenen hızda dağılmadan, katlanmadan ve kırılmadan iletimini sağlar. Makine içerisinde bir bölümde olabildiği gibi bazı kaynak makinelerinde çıkarılıp taşınabilir ayrı ünite şeklinde de olmaktadır. Bu sayede güç ünitesinden uzak ve yüksek yerlere kaynak yapılabilmektedir. Görsel 5.5'te iki ayrı özellikte kaynak teli takılabilen bir gazaltı kaynak makinesinin tel sürme tertibatı görülmektedir.



**Görsel 5.5:** Tel sürme tertibatı

İki veya dört adet makara ile makaradaki kanal içerisinden kaynak teli kangaldan alınarak torca iletilir. Görsel 5.6'da tel sürme tertibatının dört makarası görülmektedir. Alttaki makaralarda tel kanalı bulunmaktadır. Üstteki makaralar baskı kuvvetini oluşturur. Kırmızı vida baskı ayar kısmıdır.



**Görsel 5.6:** Tel sürme makaraları

### 5.1.2.3. Koruyucu Gaz Ünitesi

Gazaltı kaynak makinelerinde koruyucu gaz, tüp halinde güç mekanizmasının arkasında bulunur. Gaz tüpleri üzerinde gaz çıkışını ayarlayan basınç regülatörleri vardır (Görsel 5.7). Regülatörden geçen gaz, hortum ile makine içerisine ve oradan da torca iletilir.

### 5.1.2.4. Kaynak Torcu ve Kablosu

Gazaltı kaynak makinesi torcu kaynak bölgesine kaynak telini, koruyucu gazı ve kaynak akımını iletir. Kaynak yapılmasını sağlayan bu üç etken torç ucunda birleşir.
Kaynak torcu kabzasında bir tetik mekanizması vardır. Tetik; kaynak teli, koruyucu gaz ve akımı kumanda eder. Bazı torçların üzerinde kaynak parametrelerini ayarlamak için kullanılan dijital bir ekran bulunmaktadır. Bu sayede makineye gitmeden ayarlarda değişiklik yapmak mümkün olmaktadır. Görsel 5.8'de torç ve bağlantı kablosu görülmektedir.



**Görsel 5.7:** Koruyucu gaz tüpü ve regülatörü



**Görsel 5.8:** Torç ve bağlantı kablosu

### 5.1.3. Gazaltı Kaynağında Kullanılan Sarf Malzemeler

**Koruyucu Gazlar:** Koruyucu gaz olarak argon (Ar), helyum (He), karbondioksit ($CO_2$) kullanılır. Bunlara ek olarak bu gazların çeşitli oranlarda karışımı ile elde edilen ve karışım gaz adı verilen gazlar da kullanılmaktadır. Gazaltı kaynağında kullanılan gazları iki gruba ayırmak gereklidir.

1.Asal/soy gazlar (argon ve helyum gazları)

2.Aktif gazlar ($CO_2$ ve karışım gazları)

Argon ve helyum, soy gaz/asal gaz sınıfında yer alan elementlerdir. Asal gazlar kararlı bir yapıya sahiptir ve başka maddeler ile bileşik oluşturmaz. Bu nedenle soy gazlar, koruyucu gaz olarak MIG kaynak yönteminde kullanılır.

Helyum gazının esas kullanım alanı uçan balonlar, zeplinler, dalgıç tüpleri olmakla birlikte, televizyon programlarında da ses inceltmek için kullanılır. Amerika'da, maden yataklarının fazlalığı nedeniyle bu ülkede en fazla kullanılan soy gaz, helyumdur. Avrupa'da ve ülkemizde helyumun üretim maliyeti fazla olduğundan genelde argon gazı kullanılır.

Argon gazının diğer bir özelliği ise düşük ark gerilimi oluşturmasıdır. Bu özelliği, ince gereçlerin kaynağında, kaynak banyosun içerisinde yanma delikleri oluşturmama şeklinde kendini gösterir.

MAG kaynak yönteminde kullanılan karbondioksit gazı, çeliklerde derin nüfuziyet vermesi ve düşük maliyeti sebebiyle tercih edilir. Karbondioksit gazı başka bir üretimde yan ürün olarak ortaya çıktığı için kaynak maliyeti düşüktür.

Argona az miktarda oksijen ile değişik oranlarda karbondioksit ilâve edilerek karışım gazlar elde edilir. Argon içerisine katılan oksijen gazı, kaynak bölgesi sıcaklığının yükselmesine ve yüzey gerilmesinin azalmasına sebebiyet verir. Bu da kaynak bölgesinin akıcılığını artırarak kaynak bünyesindeki gazların giderilmesini sağlar. Koruyucu gaz içerisindeki oksijenin diğer bir katkısı sprey ark oluşumunda görülür. Argon gazına ilâve edilen karbondioksit ise kaynak dikişine derin nüfuziyet verir. Düşük alaşımlı çeliklerin kaynağında argon ve karbondioksit karışımı gaz kullanılmaktadır.

**Elektrotlar:** MIG-MAG kaynağında kullanılan elektrotlar tel hâlindedir ve bir kangala sarılmış halde tel verme sistemine takılır (Görsel 5.9 ve Görsel 5.10). Kangal büyüklükleri, ağırlıkları ve tel çapları ile ifade edilerek sınıflandırılır. Elektrot tüketiminin çok olduğu işletmeler için geliştirilmiş "Büyük Paket" olarak adlandırılan kangallar da bulunmaktadır. Küçük kangallar makine üzerindeki tel verme sistemine bağlanırken büyük paketler silindir şeklindeki koruyucuları içinden kullanılır.



**Görsel 5.9:** Gazaltı kaynağı tel elektrodu



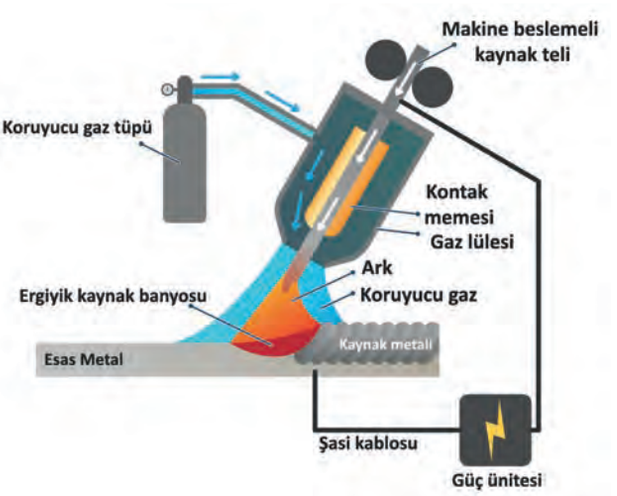
**Görsel 5.10:** Farklı tel kangal göbekleri

Ticari olarak her türlü ihtiyaca cevap verecek MIG-MAG kaynak elektrodu bulunmaktadır. Elektrot seçiminde, aşağıdaki hususlar dikkate alınır.

- **Esas Metalin Mekanik Özellikleri:** Esas metalin çekme ve akma dayanımı göz önüne alınır. Bazı durumlarda malzeme kırılma tokluğu da (çentik-darbe dayanımı) dikkate alınır.
- **Esas Metalin Kimyasal Bileşimi:** Özellikle renk uyumunun, korozyon direncinin, elektriksel ve ısıl iletkenliğinin ön plana çıktığı hâllerde gereklidir.
- **Koruyucu Gaz Türü:** Koruyucu gaz olarak aktif ya da asal gazların kaynak bölgesine yaptıkları etki farklıdır. MIG yöntemi için üretilmiş elektrot, MAG kaynağında kullanılmaz. Doğal olarak bunun tersi de söz konusudur. Özellikle karbondioksit ve karışımlı gazlar kullanıldığında yanma meydana gelir. Bu yanmalar, esas metalde kayıplara yol açar. Bu kayıpların giderilmesi, elektrot seçiminin doğru yapılmasına bağlıdır.

### 5.1.4. Gazaltı Kaynak Uygulama Teknikleri

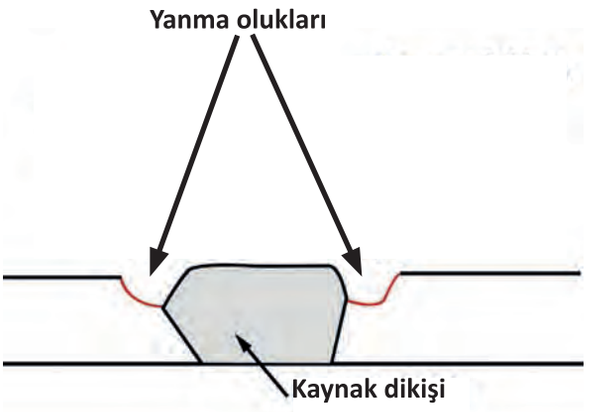
MIG-MAG kaynağında gerekli olan ısı enerjisi; iş parçası ve eriyen elektrot arasında oluşan elektrik arkı tarafından sağlanmaktadır. Bu olayın gerçekleşmesi için çalışır durumdaki kaynak makinesine ait torcun iş parçasına yaklaştırılması ve tetik mekanizmasının çalıştırılması yeterlidir. Tetik mekanizması, kaynak metali oluşması için gerekli olan kaynak akımının yanında, kaynak telinin ve koruyucu gazın kaynak bölgesine iletilmesini sağlar (Şekil 5.1).




**Şekil 5.1:** Gazaltı kaynağı çalışma prensibi

Kaynakta kullanılan amper ayarı; ergime gücüne, nüfuziyete, kaynak dikişine ve boyutlarına etkisi, diğer kaynak parametrelerine göre daha fazladır. Sabit gerilim sistemli olan MIG-MAG kaynak makinelerinde, hem amper ayarı hem de tel hızı, tel hız ayar düğmesinden yapılır. Tel ilerletme hızı arttıkça amper şiddeti de artar. Diğer yandan amper ayarının belirlenmesinde elektrot çapı etkin rol alır. Aksi belirtilmedikçe elektrot çapına göre belirlenen amper ayarı kullanılır. Bütün diğer kaynak parametreleri (ark boyu, ilerleme hızı, tel verme hızı gibi) sabit tutulduğu zaman, artan amper ayarıyla kaynak dikişi yüksekliğinin, nüfuziyetinin ve boyutlarının da arttığı görülür.

Aşırı yüksek amper ayarı kaynak banyosunun çok geniş, nüfuziyetin derin olmasına ve delinmelere neden olur. Yüksek akımın göstergesi kaynak dikişi kenarlarındaki yanma oluklarıdır (Şekil 5.2). Çok düşük amper değerleriyse çok kötü nüfuziyete ve elektrot metalinin iş parçası üzerine yığılmasına sebep olur.




**Şekil 5.2:** Yüksek akımdan oluşan yanma olukları

Gazın koruyuculuk etkisinin istenildiği şekilde olabilmesi için torç, kaynak bölgesine yaklaştırılmalıdır. Pratik olarak ayarlama işlemi, kullanılan kaynak teli kalınlığının 10 katı olarak hesaplanmasıdır. Örneğin, 0,8 mm kalınlıkta kaynak teli kullanılıyorsa gaz debisi tel kalınlığının on katı olan 8 lt/dk olarak ayarlanır. Kaynak işlemi açık havada veya hava akımı olan bir yerde yapılıyorsa torç lülesinden çıkan gazın etkilenmemesi için debi %10 oranında artırılır.

Her kaynak pozisyonu için uyulması gereken kural, kaynak torcunun kaynak yönüne doğru tutulması ve eğilmesidir. Her ne kadar eğim açılarında konumlara göre farklar bulunuyorsa da torç içinden çıkan koruyucu gazın kaynak alanını koruması için bu kurala uyulması şarttır. Torçtan çıkacak olan gaz debisi gaz ünitesindeki basınç regülatörleri ile ayarlanmalıdır. Tavan pozisyonunda yapılan kaynaklarda serbest tel boyu daha kısa tutulmalıdır (Görsel 5.11).



**Görsel 5.11:** Tavan pozisyonunda yapılan gazaltı kaynağı

Gazaltı kaynağı değişik kaynak konumlarına uygundur. İş parçası; yatay, dik, yan (duvar ya da korniş) ve tavan konumlarında kaynak edilebilir. Ayrıca her bir kaynak konumu, birleştirme şekillerine göre de gruplanır. Küt ek kaynağı bu birleştirme gruplarından sadece birini temsil etmektedir. Bunun dışında bindirme, T köşe iç ve dış köşe kaynak pozisyonları da uygulanmaktadır (Şekil 5.3).

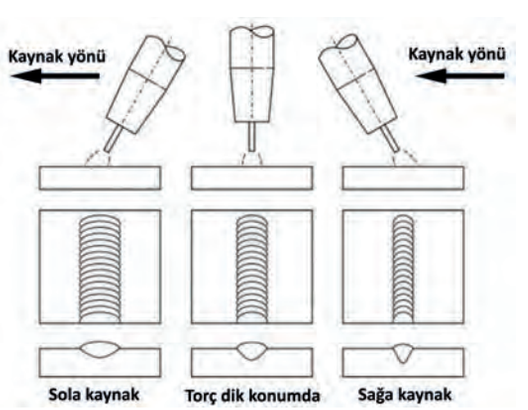



**Şekil 5.3:** Kaynakta parça pozisyonları

### 5.1.5. Yatayda Sağ Dikiş Uygulama Teknikleri

Torcun ucu kaynak yönünün aksi yönüne çevrilmişse bu yönteme "sağa kaynak", kaynak yönüne çevrilmişse "sola kaynak" adı verilir (Şekil 5.4).

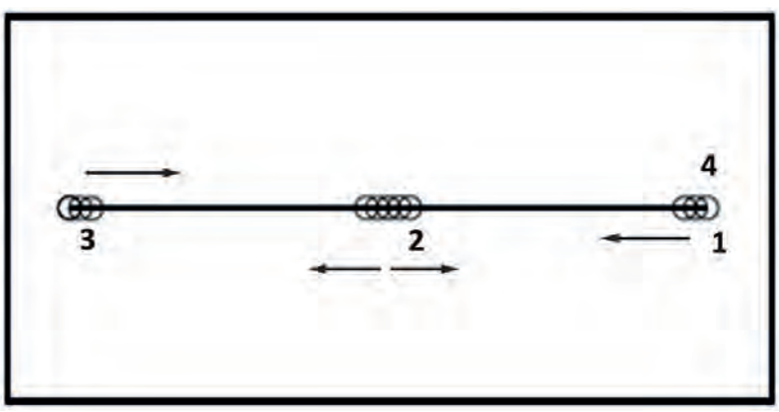
Bütün diğer şartlar değiştirilmeden hareket açısı sıfırdan itibaren sola kaynak tekniğine doğru arttırılacak olursa nüfuziyet artar, kaynak dikişi geniş ve düz hâle döner. En fazla nüfuziyet sağa kaynak tekniği ile hareket açısı 25° iken meydana gelir. Sağa kaynak tekniği, aynı zamanda daha dışbükey ve daha dar bir dikiş, daha kararlı bir ark ve iş parçası üzerinde daha az sıçrama meydana getirir.




**Şekil 5.4:** Gazaltı kaynağında kaynak yönü

Gazaltı kaynağında en çok kullanılan yöndür. Bazı istisnalar dışında sağdan sola kaynak kullanılmaz. Kaynakçının hangi elini kullanma alışkanlığı daha fazla ise ona uygun yönü seçmesi yerinde olacaktır. Bununla beraber ulaşılması zor noktalardaki kaynak işlemleri için her iki yön kullanımının bilinmesi ve ihtiyaç hâlinde kolaylıkla uygulaması iyi bir kaynakçı için gereklidir.

Gövde onarımlarında araç üzerindeki parçaların kalınlıkları ince olduğundan gazaltı kaynak işlemleri farklı uygulanmaktadır. Sağ ve sol kaynak yönlerinden daha çok puntalama şeklinde noktalar halinde kaynak yapılır. Kaynak işlemi üç bölümde yapılır. Kaynak bölümünün başı, ortası ve sonu noktalar halinde kaynak yapılarak işlem bitirilir. Kaynatılacak kısmın önce başına, sonra ortasına ve daha sonra da sonuna bir nokta kaynak yapılır. İşlem tamamlandıktan sonra başa dönülür ve işlem tekrarlanır. Bu yapılan işlem yani her nokta kaynaktan sonra ileriye gitmek ve daha sonra geri gelmek parçanın o bölümde soğuması için kaynağa zaman vermek anlamına gelir. Bu şekilde ince parçaların kaynak sırasında çarpılmaları ve delinmeleri engellenmiş olur. Bir defada kaynak dikişinin çekilmesi, parçaya çok fazla ısı girdisi olacağı için mümkün olduğunca tercih edilmemelidir. Şekil 5.5'te noktalar halinde sıra ile yapılan gazaltı kaynak yöntemi görülmektedir.




**Şekil 5.5:** İleri geri nokta halinde kaynatma yöntemi

### 5.1.6. İş Parçalarının Kaynağa Hazırlanması

Küt olarak birleştirilecek parçaların kalınlıkları 5 mm'nin altında ise kaynak ağzı açılmadan, 5 mm den kalın malzemelerde ise uygun biçimdeki kaynak ağızları açıldıktan sonra kaynak işlemine başlanır. Her durumda parçaların temiz olması gerekir. Kaynak yüzeylerinde yabancı maddelerin bulunmamasına özen gösterilir. Kaynak esnasında parçaların birbirine olan pozisyonlarında değişiklik olmaması için parçaların puntalanması doğru olur.

### 5.1.7. Gazaltı Kaynağında Karşılaşılan Hatalar

Gazaltı kaynağında kaynak parametrelerinin yanlış seçilmesi, donanımda meydana gelen problemler ve kaynak teknisyeninin yanlış işlemlerinden dolayı kaynak hataları meydana gelmektedir. Çoğu zaman hata sebeplerinin ne olduğu kaynak dikişinin görüntüsü ile anlaşılmaktadır.

Hataların mümkün olan en az seviyede olabilmesi için uyulması gereken dört temel kural bulunmaktadır:

1. Parçaların kaynak yapılacak yerleri ve şasi bağlantısının yapılacağı bölge temizlenmiş olmalıdır.
2. Gazaltı kaynak ekipmanının tamamı temiz ve tüm bakımları yapılmış olmalıdır.
3. Donanımda kullanılan tüm aparat, avadanlıklar ve sarf malzemeler uygun ölçülerde olmalıdır.
4. Kaynak ekipmanları yerlerine düzgün ve sıkı bir şekilde takılmış olmalıdır.

Başlıca meydana gelen gazaltı kaynak hataları ve sebepleri aşağıda sıralanmaktadır. Hata açıklamalarından da anlaşılacağı üzere kaynak hatalarının neredeyse tamamı önlenebilecek hatalardır. Eksikliklerin giderildiği ve dikkatle yapılacak işlemlerde hata olma olasılığı çok azalmaktadır.

**Kaynak Dikişinde Gözenek:** Bu hata kendisini kaynak dikişi üzerinde sönmüş köpüklenme ve karıncalanma şeklinde gösterir (Görsel 5.12). Gözenek oluşumunun genel sebebi koruyucu gazın kaynak bölgesini atmosferin ve dış etkenlerin zararlı etkisinden koruyamaması nedeniyle olmaktadır. Gazın yetersiz olmasının birçok sebebi bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir:



**Görsel 5.12:** Kaynak dikişinde oluşan gözenekler

- Koruyucu gazın bitmesi, tüpteki miktarının azalması veya tüp vanasının kapalı olmasından gazın kaynak bölgesine gelmemesi
- Koruyucu gaz basınç regülatöründe gaz debisinin düşük ayarlanması
- Makine içerisindeki gaz borularında veya torç içinde gaz kaçaklarının olması
- Kaynak yapılan yerin çok fazla hava akımına maruz kalması nedeniyle gazın dağılması
- Torcun kaynak bölgesine gereğinden uzak veya çok eğik tutulması
- Torcun lüle içerisinin kaynak kıvılcımlarından dolması nedeniyle gazın yeterli seviyede lüleden çıkamaması
- Torç kontak memesi torç içinde eğildiğinden koruyucu gaz çıkışının belli bölgelerde zayıflaması

Bu hataların önlenmesi, ekipmanların periyodik olarak bakımlarının yapılması ile mümkün olmaktadır. Kaynak teknisyeni ise kaynak sırasında torç mesafesini sabit tutmaya dikkat etmelidir. Torcun gereğinden uzak tutulduğu durumlarda gazın koruyuculuk görevi azaldığından kaynak dikişi üzerinde gözenekler oluşmaya başlar. Serbest tel boyu yani kaynak telinin torç nozülünden uzaklığı en fazla 15 mm olmalıdır.

Kaynak yapılan parça üzerindeki aşırı yağ, kir ve yabancı madde kalıntıları da gözenek oluşumuna sebep olmaktadır. Kaynak bölgesi yeterli şekilde temizlenmelidir.

**Kaynak Kenarlarında Oyuklar:** Kaynak bölgesinin kenar kısımlarında kaynak metalinin yeterli seviyede doldurma görevi yapamadığı durumlarda kenar oyukları oluşur. Bu hata genelde kaynak akımının fazla olması ve yetersiz torç hareketleridir. Kaynak akımının azaltılması ve kenarlara yaklaşıldığında kaynak hızının yavaşlatılıp torca salınım hareketi verilmesi ile bu sorun ortadan kalkar.

**Nüfuziyet Sorunları:** Kaynak bölgesinde esas metalin delinmesi aşırı nüfuziyet, kaynak dikişinin ince ve düzgün olmayışı yetersiz nüfuziyet hataları olarak ortaya çıkmaktadır. Aşırı nüfuziyet hatasının sebepleri parçaya ısı girdisinin fazla olmasıdır. Tel besleme hızının yüksek ve kaynak hızının yavaş olması buna neden olur. Tel besleme hızının uygun olarak ayarlanması ve kaynak hızının yavaşlatılması ile bu sorunlar çözülmektedir.

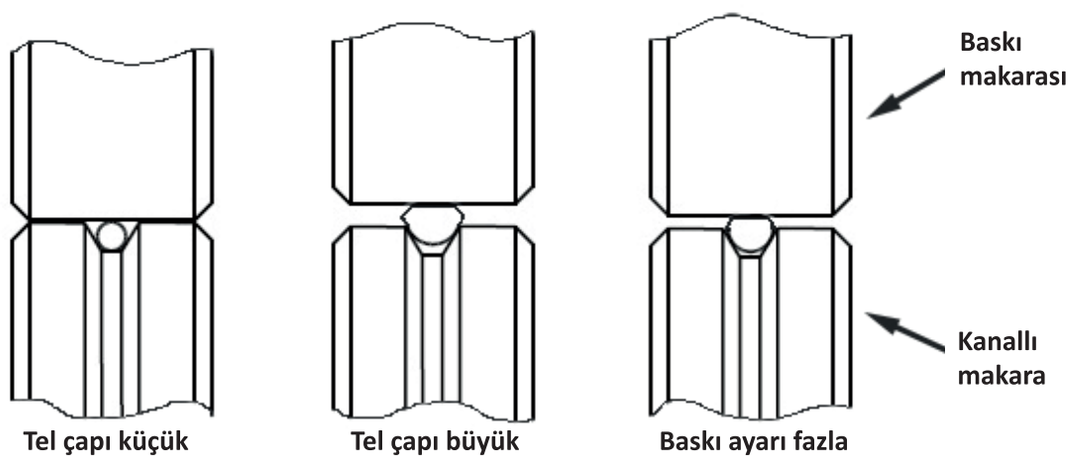
Yetersiz nüfuziyet sebepleri olarak da çok hızlı yapılan kaynak veya yavaş tel besleme hızı gösterilebilir. Teknisyenin kaynak hızını dikiş genişliğine göre ayarlayarak yavaşlatması ve tel besleme hızını arttırması ile bu hata önlenir.

**Aşırı Kıvılcım Sıçraması:** Kaynak esnasında etrafa kıvılcımlar sıçramaktadır. Bunlar ergiyik halde metal parçalarıdır. Bu kıvılcımlar oldukça yüksek sıcaklıklardadır. İş parçasının kaynak olmayan bölgelerine yapışır ve fazladan temizleme işçiliğine neden olur. Kaynak dikişinin içine girerek dikişte gözenek hatalarına da neden olur. Ayrıca yüksek sıcaklıkta olduğundan iş kıyafetlerini deler, etraftaki yumuşak malzemelerin içine nüfuz eder. Aşırı sıçramanın nedenleri yüksek tel besleme hızı, yüksek kaynak voltajı, gereğinden uzun serbest tel boyu ve yanlış gaz seçimidir. Uygun gaz seçilmeli ve ayarlar uygun değerlere getirilerek sıçramalar azaltılmalıdır.

**Tel Besleme Problemleri:** Tel sürme ünitesinde kaynak telinin sıkışması, kırılması, dolanması, şeklinin bozulması gibi birçok sorun ortaya çıkabilmektedir. Bu problemler genelde kaynak teknisyeninin tel besleme ünitesindeki ayarlamaları hatalı yapmasından kaynaklanmaktadır.

Tel besleme ünitesindeki makaraların kaynak telinin kalınlığına ve özelliğine uygun olduğu kontrol edilmelidir. Makara üzerinde kanal çapı yazmaktadır. Fakat genelde makara üzerinde farklı çapta iki kanal olduğundan makara ters takılıp tel yanlış kanaldan geçirilmektedir. Malzemesi çelik gibi sert olan kaynak tellerinde V oluklu, alüminyum gibi yumuşak kaynak tellerinde U oluklu makaralar kullanılmalıdır.

Kullanılan tel makaralarının biri kanallı, diğeri düzdür. Düz olan makara, baskı görevi görerek telin ilerletilmesini sağlar. Burada baskı makarasının tele yaptığı basınç uygun değerde olmalıdır. Basınç fazla olduğunda veya tel çapından küçük oluklu makara seçildiğinde tel, oluk içerisinde ezilir. Telin ezilmesi torç spirali içerisinde ilerlerken sürtünmelere, takılmalara ve sıkışmalara neden olur. Ayrıca tam daire olması gereken tel kesiti elips şeklini alacağından kontak meme çıkışında aşınmalara sebep olur. Basınç az olduğunda veya diğer makaradaki oluk, tel kalınlığından büyük ise tel boşta kalıp ilerletilemez (Şekil 5.6). Bu nedenlerle uygun kanala sahip makaralar seçilmeli ve baskı doğru bir şekilde ayarlanmalıdır.




**Şekil 5.6:** Uygun olmayan makara çapı ve baskı ayarı

Kaynak teli kangalının takıldığı yerde kangalı sabitleyen bir somun cıvata bağlantısı bulunmaktadır. Bu somun çok sıkı olduğunda tel sürme mekanizması teli çekmekte zorlanır, makaralar tel üstünde kaymaya başlar. Çok gevşek olduğunda mekanizma teli çektiğinde kangal dönmesi gerekenden daha fazla dönerek teli ortaya açar. Bu da telin dolanmasına ve katlanmasına neden olur.

Torç içerisinde kaynak telinin ilerlemesine kılavuzluk yapan spiral bir boru bulunmaktadır. Spiral boru kaynak telinin kıvrılmadan ve takılmadan torç ucuna gelmesini sağlar. Sert kaynak tellerinde çelik spiral boru tercih edilmelidir. Kaynak teli yumuşak ise torçta plastik veya teflon spiral kullanılmalıdır. Çelik tel, plastik spiralde aşınmalara ve çizilmelere neden olur. Yumuşak kaynak teli ise çelik spiralde yığılma yaparak tıkanmalara sebep olur. Bu nedenle torç spiralinin kaynak teline uygun olması gerekmektedir.

Karşılaşılan problemlerden birisi de tel kılavuz borusunun yerine takılmamasıdır. Tel kılavuz borusu, genellikle bakır ve alaşımlarından üretilen, torcun makineye takıldığı soket ile sevk makaralarının arasında bulunan bir bağlantıdır. Teli hizalama ve telin farklı noktalara sürtünmesini engelleme görevi görmektedir. Burada oluşan sürtünmeler telin yüzeyinden bakır kaplamanın, hatta telin kendisinin kazınmasına neden olabilir.

Tel besleme mekanizmasından kaynaklı problemleri en aza indirmek için periyodik olarak temizlik ve kontrol yapılmalıdır. Uzun süreli kullanımlardan kaynaklanan tel üzerindeki kaplamaların döküntüleri kirliliğe ve sıkışmalara neden olmaktadır. Bu toz halindeki döküntülerin temizlenmemesi makara kanallarının toz ile dolarak telin sıkışmasına ve makaraların dönme hareketlerinde problemlere neden olacaktır.

İŞ GÜVENLİĞİ

Gazaltı kaynak uygulamalarında karşılaşılan tehlikeler şu şekilde sıralanabilir:

1. Elektrik şoku
2. Ark radyasyonu
3. Kirli hava
4. Sıcaklık
5. Yangın ve patlama tehlikeleri

Bu tehlikelerden korunmak için uygun kişisel koruyucu donanım ve gerekli iş güvenliği ekipmanları kullanılmalıdır. Gazaltı kaynak uygulamaları yapılırken dikkat edilmesi gereken iş güvenliği kuralları aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir.

1. Atölye içerisindeki ve kaynak makinesi üzerindeki tüm güvenlik talimatlarına eksiksiz uyulma lıdır.
2. Kaynak sırasında ortaya çıkan kaynak dumanı içerisinde, koruyucu gaz ve metal buharı bulunmaktadır. Bu nedenle kesinlikle solunmamalıdır. Aspiratör veya duman emiş sistemleri mutlaka kullanılmalıdır. Gövde uygulamalarında araç gövdesinin çeşitli bölgelerinde kaynak yapıldığı için hareketli duman emiş sistemleri kullanılır.
3. Kaynak ışıklarından gözlerin ve yüzün korunması için kaynak maskeleri kullanılmalıdır. Kullanım kolaylığı sağlayan, ergonomik olarak konforlu olan ve otomatik kararan maskeler tercih edilmelidir.
4. Ortaya çıkan sıcaklık, radyasyon ve ışıkların etkisinden vücudu korumak için deri eldiven ve önlük kullanılmalıdır.
5. Yangın ve muhtemel patlamalara karşı gerekli güvenlik önlemleri alınmalıdır. Yangın söndürme cihazlarının atölyedeki yerleri ve cihazların kullanımı öğrenilmelidir. Kaynak alanına yakın bir yerde yangın söndürücü hazır bekletilmelidir. Yangın söndürücülerin periyodik bakımları ihmal edilmemelidir.



**Görsel 5.13:** İş güvenliği kurallarına uygun gazaltı kaynağı uygulaması

| UYGULAMA 5.1. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Gazaltı Kaynağı ile Yatayda Sağ Kaynak Yapma | |
| AMAÇ | Gazaltı kaynağı ile yatayda parça üzerine sağ dikiş kaynağı yapmak | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçası (120x100x1,2 mm DKP sac)
- Gazaltı kaynak makinesi
- Koruyucu gaz: Karışım gazı
- Kaynak teli: 1 mm çapında SG2 tel
- Kollu makas
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Zımpara (P80)

**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.

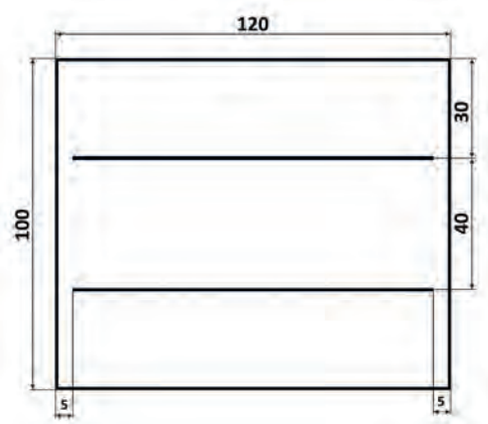
2) 120x100x1,2 mm ölçülerinde DKP sac malzemeyi temin ediniz. Kesme ve markalama işlemlerini gerçekleştiriniz.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2. İstenilen Ölçüde Parça Kesme**

3) Kestiğiniz sac parça üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama Parçasının Hazırlanması**

4) Parça üzerine Şekil 5.7'de görülen ve ölçüleri verilen şekli çiziniz.




**Şekil 5.7:** Parça üzerine markalama yapılması

5) Gazaltı kaynak makinesini hazırlayınız. Koruyucu gaz olarak karışım gazı, kaynak teli olarak 1 mm kalınlıkta SG2 tel kullanılacaktır. Tel sürme mekanizmasını ve tel makaralarını kontrol ediniz.İş parçasının çukurlaşan bölgesini fön ile ısıtınız.

6) Gaz debisini tel kalınlığının on katı olarak 10 lt/dk ayarlayınız.

7) Torç lüle kısmının içerisine, kaynak kıvılcımlarının yapışmalarını engellemek için gazaltı kaynak spreyi uygulayın.

8) Kaynak akımını ayarlayınız. Kullandığınız gazaltı kaynak makinesinin kullanım talimatını dikkate alınız.




**Görsel 5.14:** Kaynak parametrelerinin ayarlanması

9) Uygulama parçası üzerindeki çizgilerden üstteki çizgiye sağa kaynak yöntemi ile kaynak yapınız. Kaynak hızını tel hızına ve dikiş genişliğine uygun olarak ayarlayınız. Parça kenarından 5 mm boşluk bırakarak kaynağa başlayınız. Parça kenarına 5 mm kala kaynağı sonlandırınız. Bu şekilde başta ve sonda parça üzerinde oyuk oluşmasını engellemiş olursunuz.



**Görsel 5.15:** Gazaltı kaynağının yapılması

10) Aynı işlemi uygulama parçası üzerindeki diğer çizgide de gerçekleştiriniz.

11) Kaynak dikişlerini tel fırça ile temizleyiniz. Dikiş görünüşlerini kontrol ediniz.

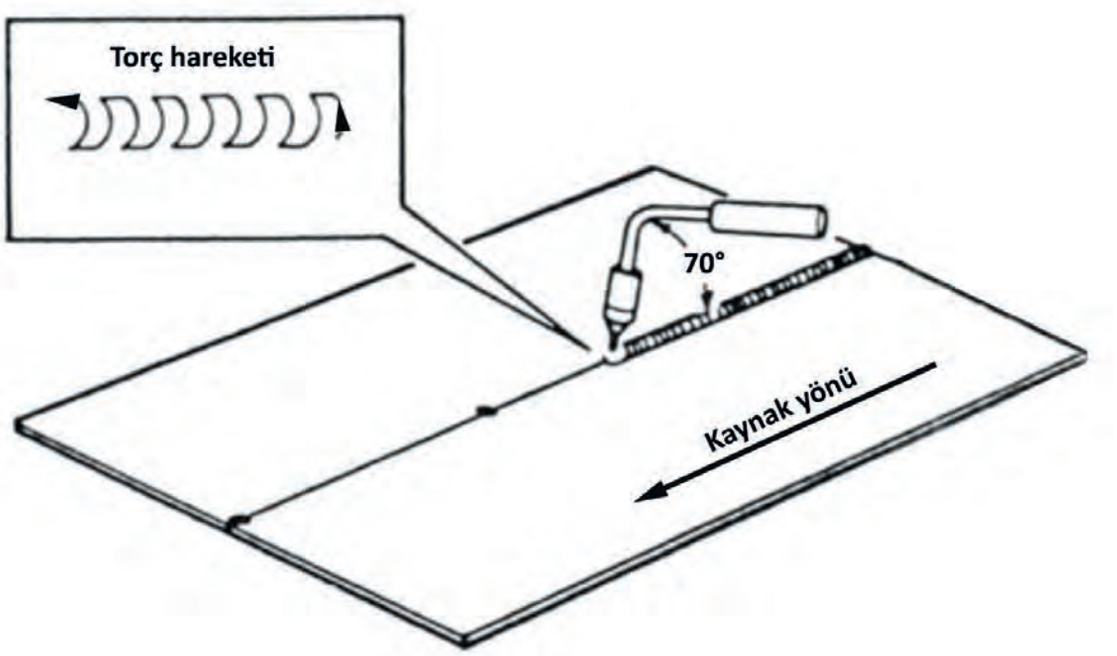
12) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçasının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 10 | |
| 3 | Uygulama parçasının doğru olarak markalanması | 5 | |
| 4 | Koruyucu gaz debisinin doğru olarak ayarlanması | 10 | |
| 5 | Gazaltı kaynak makinesinin akım ayarının doğru olarak ayarlanması | 10 | |
| 6 | Uygulama parçasında sağa kaynak yöntemi ile gazaltı kaynak işlemi yapılması | 40 | |
| 7 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 8 | Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 5.2. GAZALTI KAYNAĞI İLE SOL KAYNAK

İş parçasının sağından başlanıp torç, iş parçasının soluna bakacak şekilde tutularak kaynak devam ettirilir. Şekil 5.8'de sola kaynak yöntemi ile yapılan gazaltı kaynağı görülmektedir.




**Şekil 5.8:** Gazaltı kaynağında sola kaynak yöntemi

### 5.2.1. Sol Dikiş Kaynak Uygulama Teknikleri

Sol dikiş kaynak uygulamasında hafif geri adım yöntemi kullanılır. Geniş ve derin kaynak ağzı açılmış parçaların birleştirilmesinde kademeli paso kaynak yöntemi uygulanır. Kaynak dikişi tekrarlanarak kaynak ağzı kademeli olarak doldurulur. Her çekilen kaynak dikişine **paso** adı verilir. Çok pasolu kaynak işlemi yapıldığında kök pasolarda, kök aralığını doldurmak için hafif bir sarkaç hareketi yapılırken dolgu ve ara pasolarda ise aynı hareket daha geniş olarak uygulanır. Bu işlem yapılırken kenarlarda, gereken erimeyi yapacak ve bu kısımların iyi bir biçimde dolmasını sağlayacak şekilde durulur.

### 5.2.2. Sol Dikiş Kaynak Hataları

Genellikle iş parçası üzerinde dikişin kenarlarına denk gelen alanlarda kenar yenmeleri ortaya çıkabilir. Kenar yenmeleri, oyuk ve çentik biçiminde dış kaynak hatası olarak dikiş boyunca sürekli ya da kesintili olarak devam edebilir. Bunu engellemek için kenarlarda torç açısı daha dik olmalıdır.
Sola kaynak yönteminde iş parçasının delinme ihtimali daha fazladır. Özellikle ince parçalarda ısı girdisi fazla olduğu için delinmelere karşı dikkat edilmelidir. Bu hata kaynak hızı ile telafi edilmelidir. Kaynak çok yavaş olmayacak bir hızda yapılmalıdır.

Kaynakta nüfuziyet sorunları görülebilir. Bu, kaynak hızının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Dikiş genişliği ve yüksekliği parça kalınlığına uygun olacak şekilde hız ayarlanmalıdır.

| UYGULAMA 5.2. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Gazaltı Kaynağı ile Yatayda Sol Kaynak Yapma | |
| AMAÇ | Gazaltı kaynağı ile yatayda parça üzerine sol dikiş kaynağı yapmak | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçası (120x100x1,2 mm DKP sac)
- Gazaltı kaynak makinesi
- Koruyucu gaz: Karışım gazı
- Kaynak teli: 1 mm çapında SG2 tel
- Kollu makas
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Zımpara (P80)

**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.

2) 120x100x1,2 mm ölçülerinde DKP sac malzemeyi temin ediniz. Kesme ve markalama işlemlerini gerçekleştiriniz.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2. İstenilen Ölçüde Parça Kesme**

3) Kestiğiniz sac parça üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama Parçasının Hazırlanması**

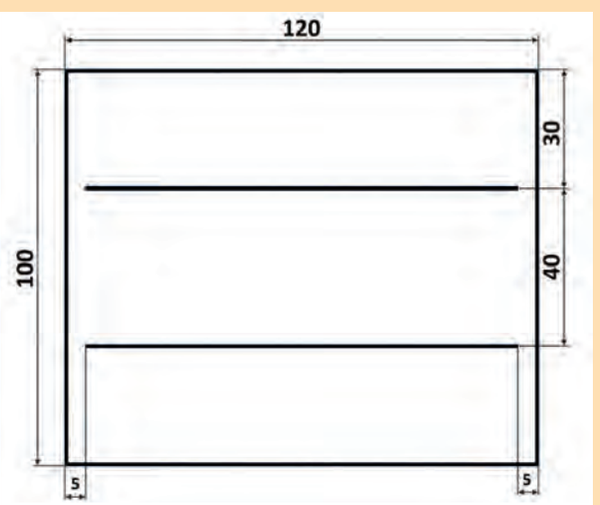
4) Parça üzerine Şekil 5.9'da görülen ve ölçüleri verilen şekli çiziniz.

5) Gazaltı kaynak makinesini hazırlayınız. Koruyucu gaz olarak karışım gazı, kaynak teli olarak 1 mm kalınlıkta SG2 tel kullanılacaktır. Tel sürme mekanizmasını ve tel makaralarını kontrol ediniz.

6) Gaz debisini tel kalınlığının on katı olarak 10 lt/dk. ayarlayınız.

7) Torç lüle kısmının içerisine, kaynak kıvılcımlarının yapışmalarını engellemek için gazaltı kaynak spreyi uygulayın.

8) Kaynak akımını ayarlayınız. Kullandığınız gazaltı kaynak makinesinin kullanım talimatını dikkate alınız.



**Şekil 5.9:** Parça üzerine markalama yapılması

9) Kaynak akımını ayarlayınız. Kullandığınız gazaltı kaynak makinesinin kullanım talimatını dikkate alınız.

10) Uygulama parçası üzerindeki çizgilerden üstteki çizgiye sola kaynak yöntemi ile kaynak yapınız. Kaynak hızınızı tel hızına ve kaynak dikişinin genişliğine göre ayarlayınız.

11) Aynı işlemi uygulama parçası üzerindeki diğer çizgide de gerçekleştiriniz.

12) Kaynak dikişlerini tel fırça ile temizleyiniz. Dikiş görünüşlerini kontrol ediniz.

13) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçasının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 10 | |
| 3 | Uygulama parçasının doğru olarak markalanması | 5 | |
| 4 | Koruyucu gaz debisinin doğru olarak ayarlanması | 10 | |
| 5 | Gazaltı kaynak makinesinin akım ayarının doğru olarak ayarlanması | 10 | |
| 6 | Uygulama parçasında sola kaynak yöntemi ile gazaltı kaynak işlemi yapılması | 40 | |
| 7 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 8 | Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

| UYGULAMA 5.3. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Gazaltı Kaynağı ile Yatayda Nokta Şeklinde Kaynak Yapma | |
| AMAÇ | Gazaltı kaynağı ile yatayda parça üzerine nokta şeklinde kaynak yapmak | |

### 1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçası (120x100x1,2 mm DKP sac)
- Gazaltı kaynak makinesi
- Koruyucu gaz: Karışım gazı
- Kaynak teli: 1 mm çapında SG2 tel
- Kollu makas
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Zımpara (P80)

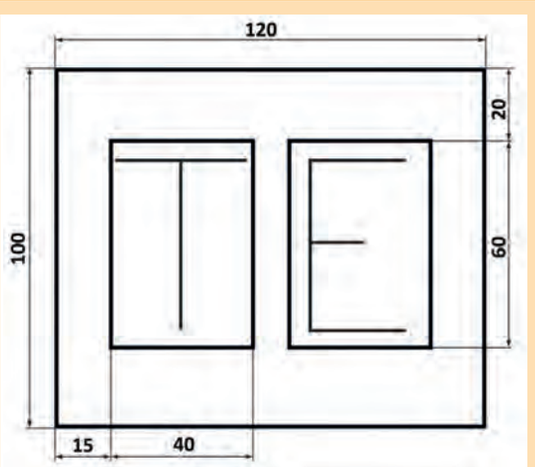
### 2. İşlem Basamakları

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.

2) 120x100x1,2 mm ölçülerinde DKP sac malzemeyi temin ediniz. Kesme ve markalama işlemlerini gerçekleştiriniz. **Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2. İstenilen Ölçüde Parça Kesme**

3) Kestiğiniz sac parça üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız. **Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama Parçasının Hazırlanması**

4) Parça üzerine Şekil 5.10'da görülen ve ölçüleri verilen şekli çiziniz. Bu uygulamada "T" ve "E" harfleri kullanılmıştır. Siz adınız ve soyadınızın baş harflerini kullanarak uygulamayı yapınız. Adınız bir kelimeden fazla ise ilk kelimenin baş harfini esas alınız. Harfleri parça üzerine kâğıt ve karbon kopyalama kâğıdı kullanarak düzgün bir şekilde aktarabilirsiniz. Daha sonra harfleri gönye, cetvel ve çizecek ile belirgin hâle getiriniz.




**Şekil 5.10:** Parça üzerine markalama yapılması

5) Gazaltı kaynak makinesini hazırlayınız. Koruyucu gaz olarak karışım gazı, kaynak teli olarak 1 mm kalınlıkta SG2 tel kullanılacaktır. Tel sürme mekanizmasını ve tel makaralarını kontrol ediniz.

6) Gaz debisini tel kalınlığının on katı olarak 10 lt/dk. ayarlayınız.

7) Torç lüle kısmının içerisine, kaynak kıvılcımlarının yapışmalarını engellemek için gazaltı kaynak spreyi uygulayın.

8) Kaynak akımını ayarlayınız. Kullandığınız gazaltı kaynak makinesinin kullanım talimatını dikkate alınız. Koruyucu gaz seçimi ve tel kalınlığının doğru olduğundan emin olunuz.

9) Uygulama parçası üzerindeki harflerde gazaltı kaynağı ile nokta halinde kaynak yapınız. Her nokta kaynağından sonra harfin başka bir köşesine nokta kaynağı yapıp geri geliniz.

Acele etmeden parçanın soğumasına fırsat vererek kaynak işlemini yapınız. Bu şekilde parçadaki sıcaklık çarpılmalarını önlemiş olursunuz.

Her kaynak noktası önceki kaynak noktasının üçte bir oranında üstüne gelecek şekilde kaynak yapınız.



**Görsel 5.16:** Punta kaynağının yapılması

10) Kaynak işlemine aynı şekilde bütün harfler oluşana kadar devam ediniz.



**Görsel 5.17:** Harflerin kaynak işlemi ile görünüşü

11) Kaynak dikişlerini tel fırça ile temizleyiniz. Harflerin kaynak dikişi ile görünüşlerini kontrol ediniz.

12) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

**3. Uygulama Değerlendirme**

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçasının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 10 | |
| 3 | Uygulama parçasının doğru olarak markalanması | 5 | |
| 4 | Koruyucu gaz debisinin doğru olarak ayarlanması | 10 | |
| 5 | Gazaltı kaynak makinesinin akım ayarının doğru olarak ayarlanması | 10 | |
| 6 | Uygulama parçasında sağ kaynak yöntemi ile gazaltı kaynak işlemi yapılması | 40 | |
| 7 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 8 | Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

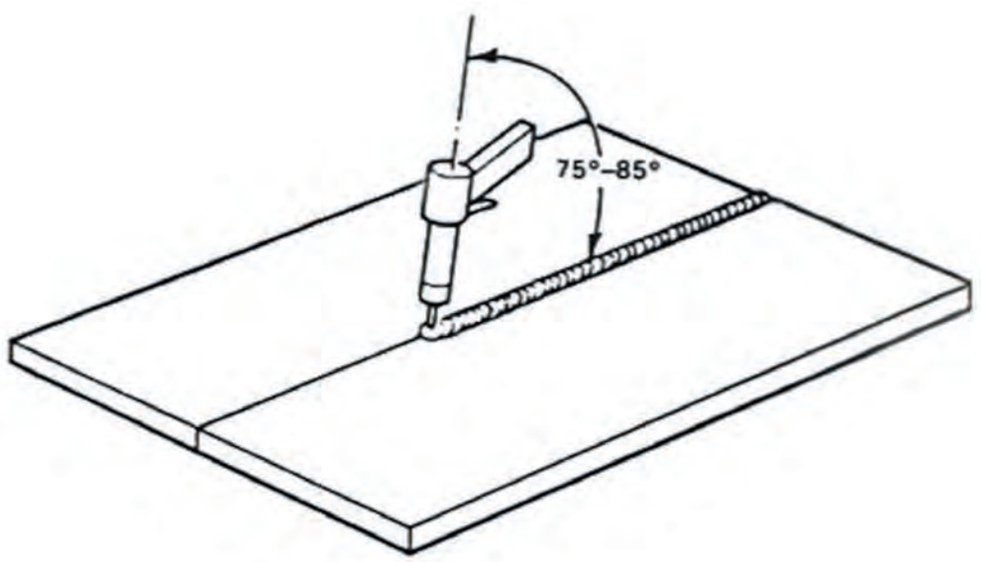
## 5.3. GAZALTI KAYNAĞI İLE YATAYDA KÜT EK KAYNAK

Gazaltı kaynağında birleştirilmek istenen iki parça, kalınlıklarıyla doğru orantılı bir aralık kalacak şekilde birbirlerinin kenarına yaklaştırılır. Bu birleşme kenarlarına kaynak dikişi çekilirse elde edilen birleştirme türü küt ek kaynağı olur. Sıralanan tüm bu işlemler, iş parçası yatay konumdayken yapılırsa o zaman birleştirme yatayda küt ek kaynağı adını alır. İnce kesitli parçalara gazaltı kaynağı ile küt ek kaynağı yapıldığında kaynak ağzının açılmasına gerek yoktur. Eğer parça kalınlığı, 5 mm'den fazla ise kaynak ağzının açılması gerekir.

### 5.3.1. Yatayda Küt Ek Kaynağı Uygulama Teknikleri

Yatay konumunda tek paso ile yapılan kaynakta hafif geri adım yöntemi uygulanır. İş parçası kalın ve kaynak ağzı açılmış ise çok pasolu kaynak işlemi uygulanır. Çok pasolu kaynak bağlantısı hâlinde kök pasolarda, kök aralığını doldurmak için hafif bir sarkaç hareketi, dolgu ve ara pasolarda ise gene aynı hareket daha geniş olarak uygulanır. Bu işlem yapılırken kenarlarda, gereken ergimeyi ve bu kısımların iyi bir biçimde dolmasını sağlayacak şekilde durulur.

Şekil 5.11'de gazaltı kaynağında küt ek kaynak yöntemi ve Görsel 5.18'de gazaltı kaynağı ile küt ek kaynak yapılmış parçalar görülmektedir.




**Şekil 5.11:** Yatayda küt ek kaynak yöntemi



**Görsel 5.18:** Küt ek kaynak

| UYGULAMA 5.4. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Gazaltı Kaynağı ile Yatayda Küt Ek Kaynak Yapma | |
| AMAÇ | Gazaltı kaynağı ile yatayda küt ek kaynağı yapmak | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçası (iki adet 120x60x1,2 mm DKP sac)
- Gazaltı kaynak makinesi
- Koruyucu gaz: Karışım gazı
- Kaynakçı ayarlı penseleri
- Kaynak teli: 1 mm çapında SG2 tel
- Kollu makas
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Zımpara (P80)

**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.

2) İki adet 120x60x1,2 mm ölçülerinde DKP sac malzemeyi temin ediniz.
Kesme ve markalama işlemlerini gerçekleştiriniz.

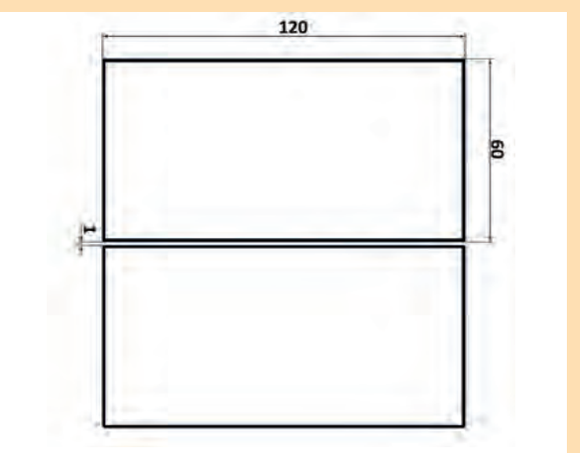
**Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2.
İstenilen Ölçüde Parça Kesme**

3) Kestiğiniz sac parça üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4.
Uygulama Parçasının Hazırlanması**

4) Uygulama parçalarını Şekil 5.12'de görüldüğü şekilde aralarında kaynak teli kalınlığı kadar boşluk kalacak şekilde hizalayınız.

Parçaların konumunu sabitlemek için kaynakçı ayarlı penseleri kullanınız.




**Şekil 5.12:** Parçaların hizalanması

5) Gazaltı kaynak makinesini hazırlayınız. Koruyucu gaz olarak karışım gazı, kaynak teli olarak 1 mm kalınlıkta SG2 tel kullanılacaktır.
Tel sürme mekanizmasını ve tel makaralarını kontrol ediniz.

6) Gaz debisini tel kalınlığının on katı olarak 10 lt/dk. ayarlayınız.

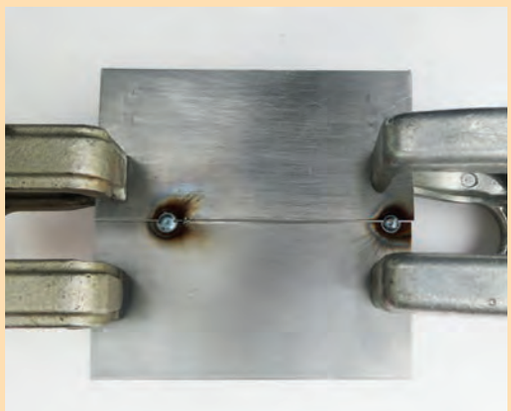
7) Torç lüle kısmının içerisine, kaynak kıvılcımlarının yapışmalarını engellemek için gazaltı kaynak spreyi uygulayın.

8) Kaynak akımını ayarlayınız. Kullandığınız gazaltı kaynak makinesinin kullanım talimatını dikkate alınız.

9) Kaynağa başlamadan önce parçaların hizalarını kontrol ediniz. Parçalar arasındaki boşluk kaynak telinin kalınlığı ölçüsünde olmalıdır. Pratik yöntem olarak kaynak telinden ufak bir parça keserek boşluğu ayarlayabilirsiniz.



**Görsel 5.19:** Parçaların sabitlenmesi

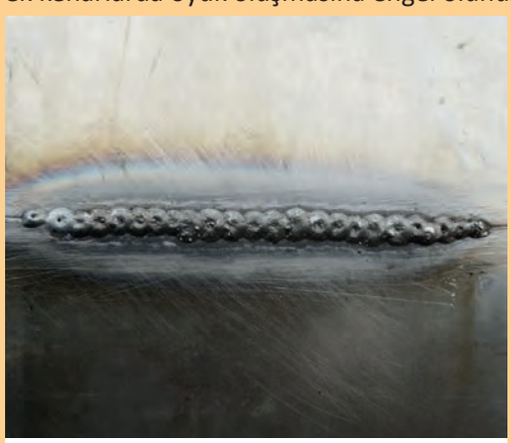


**Görsel 5.20:** Parçaların kaynakla puntalanması

10) Kaynak işlemini nokta kaynak şeklinde üç aşamalı gerçekleştiriniz. Sıcaklıktan dolayı parçaların çarpılmasını engellemek için aşamalar arasında kısa süreli bekleyin. Kaynak başlangıcında ve bitişinde kaynak hızını azaltıp torcu daha dik pozisyona getirerek kenarlarda oyuk oluşmasına engel olunuz.



**Görsel 5.21:** Küt ek kaynak işlemi



**Görsel 5.22:** Küt ek kaynakla birleştirilmiş parçalar

11) Kaynak dikişlerini tel fırça ile temizleyiniz. Dikiş görünüşlerini kontrol ediniz.

12) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçalarının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 10 | |
| 3 | Koruyucu gaz debisinin doğru olarak ayarlanması | 10 | |
| 4 | Gazaltı kaynak makinesinin akım ayarının doğru olarak ayarlanması | 10 | |
| 5 | Uygulama parçalarında gazaltı kaynak işlemi ile küt ek kaynak yapılması | 45 | |
| 6 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 7 | Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 5.4. GAZALTI KAYNAĞI İLE DİKEYDE KÜT EK KAYNAĞI

Dik kaynakta dikiş çekilecek parça, yatay düzlem ile dik bir açı yapacak şekilde durur. Kaynak metalinin fazla akıcı olmaması için yüksek sıcaklıkta kaynak dikişi oluşmaması gerekir. Bunun için de kaynak akım şiddeti mümkün olan en düşük değerlerde tutulur. Bunun dışında kaynak dikişinin görüntüsü, kaynakçının el becerisine bağlı olarak değişir.

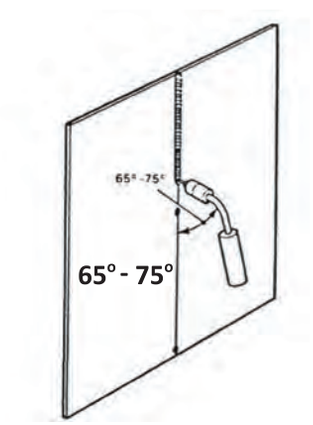
### 5.4.1. Dikeyde Küt Ek Kaynağı Uygulama Teknikleri

Yukarıdan aşağı kaynak yönteminde ergiyik kaynak banyosu yer çekimi etkisiyle aşağı akarak arkın içerisine girmeye çalışır. Bu nedenle hız arttırılmalıdır. Yukarıdan aşağı kaynak ince parçalarda tercih edilir. Aşağıdan yukarıya dikey gazaltı kaynak işleminde ısı girdisi fazla olduğundan kalın malzemelerin kaynak işleminde bu yöntem kullanılmalıdır.

Dikeyde küt ek kaynak işleminde, yukarıdan aşağı ya da aşağıdan yukarı doğru gerçekleşme durumuna göre değişik torç hareketleri vardır.

Aşağıdan yukarı küt alın birleştirme hâlinde hafif zigzaklı, ileri geri bir elektrot hareketi önerilir. Çok pasolu kaynak hâlinde hafifçe, ay biçiminde ve dikiş kenarlarında kısa bir geri adım yapan elektrot ucu hareketi uygulanır. Burada uygulanan geri adımın boyu elektrot çapı kadardır. İç köşe dikişi hâlinde, sedir çamını andıran kenarlarda az beklemeli bir hareket önerilir.

Şekil 5.13'te dikeyde küt ek kaynak yapma yöntemi, Görsel 5.23'te araç gövdesinde dikey pozisyonda yapılan gazaltı kaynağı görülmektedir.




**Şekil 5.13:** Dikeyde küt ek kaynak



**Görsel 5.23:** Dikey pozisyonda gövde üzerinde gazaltı kaynağı yapılması

Yukarıdan aşağıya dik kaynak hâlinde torca, kenarlarda durarak açık tarafı aşağıya bakan U şeklinde bir hareket verilmelidir. Yalnız bu konumda kaynak yaparken metalin arkın önüne akmasına mani olacak bir hızla kaynak gerçekleştirilir.

### 5.4.2. Dikeyde Küt Ek Kaynak Hataları

Dikey küt ek kaynak yapılırken genel gazaltı kaynak hatalarına dikkat edilmelidir. Bununla birlikte kaynak pozisyonu şeklinden dolayı kaynak metali aşağıya doğru sarkmaya çalışacağından torç, akma yönünün tersine doğru tutulmalıdır.

| UYGULAMA 5.5. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Gazaltı Kaynağı ile Dikeyde Küt Ek Kaynak Yapma | |
| AMAÇ | Gazaltı kaynağı ile dikeyde küt ek kaynağı yapmak | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Araç gövdesi veya uygulama araç paneli
- Gazaltı kaynak makinesi
- Koruyucu gaz: Karışım gazı
- Kaynak teli: 1 mm çapında SG2 tel
- Pnömatik matkap ve uç takımı
- Pnömatik karoseri testeresi
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Zımpara (P80)

**2. İşlem Basamakları**

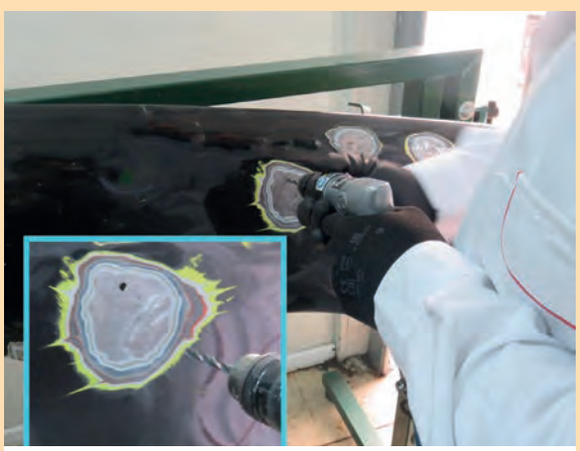
1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.

2) Atölye öğretmeninizden uygulama yapacağınız kısmı araç gövdesi veya kaporta onarım eğitim tezgâhına bağlı araç paneli üzerinde işaretlemesini sağlayınız.

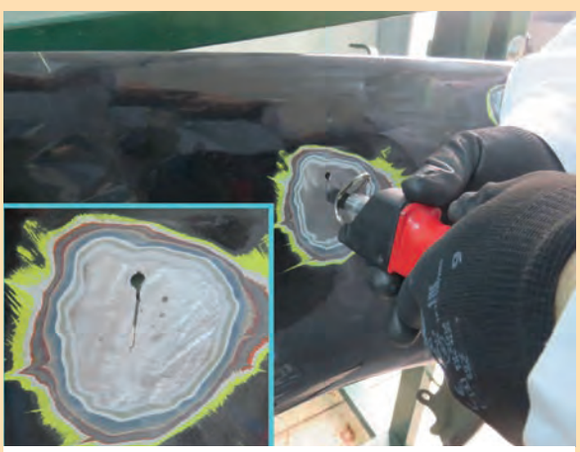
3) Uygulama panel üzerinde dikey pozisyonda 50 mm boyunda çizgi çiziniz.

4) Havalı matkap ile çizginin alt veya üst ucuna 6 mm çapında delik açınız (Görsel 5.24).

5) Havalı karoseri testeresi ile delikten başlayarak çizgi boyunca parçada kesik oluşturunuz. (Görsel 5.25).



**Görsel 5.24:** Havalı matkapla delme işlemi



**Görsel 5.25:** Pnömatik gövde testeresi ile kesme

6) Uygulama parçası üzerinde kestiğiniz kısma mekanik temizleme işlemini yapınız.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4.**
**Uygulama Parçasının Hazırlanması**

7) Gazaltı kaynak makinesini hazırlayınız. Koruyucu gaz olarak karışım gazı, kaynak teli olarak 1 mm kalınlıkta SG2 tel kullanılacaktır. Tel sürme mekanizmasını ve tel makaralarını kontrol ediniz.

8) Gaz debisini tel kalınlığının on katı olarak 10 lt/dk. ayarlayınız.

9) Torç lüle kısmının içerisine, kaynak kıvılcımlarının yapışmalarını engellemek için gazaltı kaynak spreyi uygulayın.

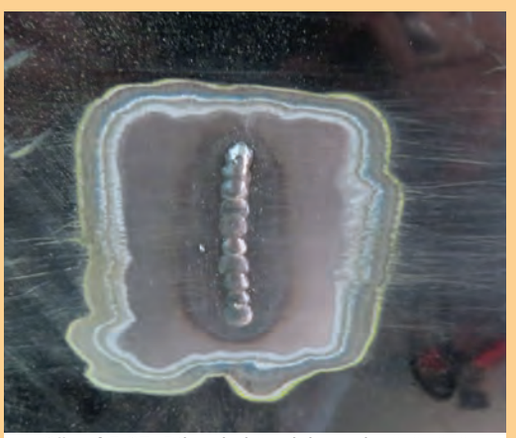
10) Kaynak akımını ayarlayınız. Kullandığınız gazaltı kaynak makinesinin kullanım talimatını dikkate alınız.

11) Araç panel kalınlığı ince olduğu için dikey kaynak işlemini yukarıdan aşağıya doğru gerçekleştiriniz.

12) Çizginin üst kısmından başlayarak aşağıya doğru nokta halinde kaynak yapınız. Delik olan kısmı birkaç kademede kaynatınız. Acele etmeyiniz. Acele etmek deliğin daha çok büyümesine neden olur ve kaynak ile doldurulması zorlaşır.



**Görsel 5.26:** Dikeyde gazaltı kaynağı uygulaması



**Görsel 5.27:** Dikeyde küt ek kaynak görünüşü

13) Kaynak dikişini tel fırça ile temizleyiniz. Dikiş görünüşünü kontrol ediniz.

14) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçalarının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 10 | |
| 3 | Koruyucu gaz debisinin doğru olarak ayarlanması | 10 | |
| 4 | Gazaltı kaynak makinesinin akım ayarının doğru olarak ayarlanması | 10 | |
| 5 | Uygulama parçalarında gazaltı kaynak işlemi ile dikeyde küt ek kaynak yapılması | 45 | |
| 6 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 7 | Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 5.5. GAZALTI KAYNAĞI İLE KÖŞE KAYNAĞI

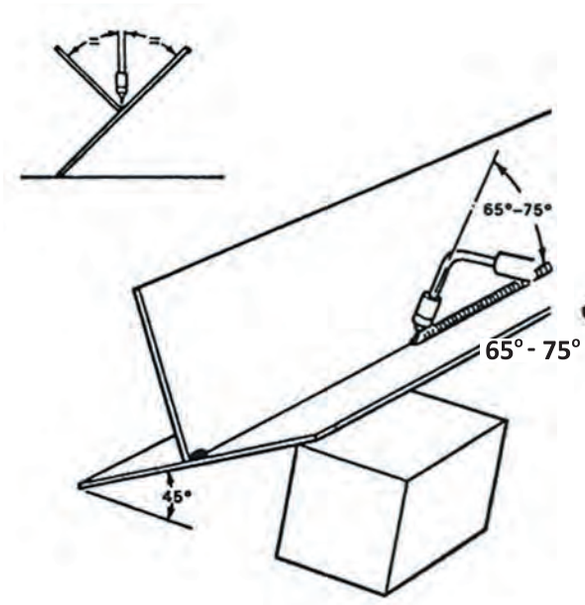
Küt iç ve dış köşe kaynağı, özellikle ince kesitli iş parçalarının eksenel biçimde yük altında çalışmalarında kullanılmaktadır. Ancak dayanım dağılımı belirli bir biçim değişikliği yapmamaktadır. Bu tür birleştirmeler, ani yüklemeler ya da fazla kuvvetlerin etkisinden korunmalıdır. Kalın parçalarda ise kaynak ağzı açma zorunluluğu vardır. Kaynak ağzı açılmış iç ve dış köşe kaynakları, daha fazla yükleri taşıyabilir. Kaynağın tek taraflı ya da çift taraflı yapılması dayanımı etkiler. Yüksek dayanım gerektiren parçaların kaynağı çift taraflı olarak yapılmalıdır.

### 5.5.1. Köşe Kaynağı Uygulama Teknikleri

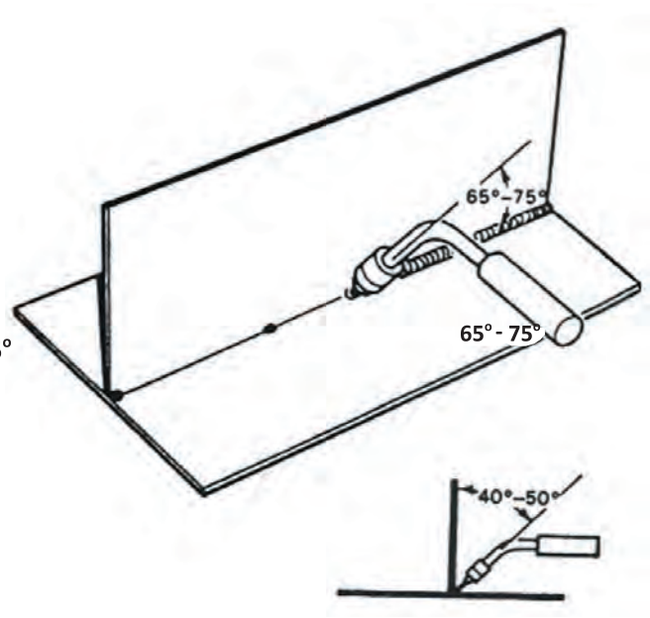
İş parçasının köşe oluşturacak şekilde konumlandırıldığı birleştirme şeklidir (Şekil 5.14). Genel olarak parçalar birbiriyle 90°lik bir açı yapacak şekilde köşeleri üzerinde temas ettirilir. Birleşme kenarlarından da kaynatılır. Parçalardan biri, diğerinin üzerine konumlandırıldığında da köşe oluşur. Dolayısıyla bu tür kaynaklar da köşe kaynağı olarak anılır. Ancak bazı durumlarda bu tür birleştirmeler T kaynağı olarak adlandırılır (Şekil 5.15).

Yatay pozisyonda iç köşe kaynaklarında, parça kalınlığı fazlalaştıkça dikiş sayısının artması gerekir. İlk dikiş olan paso ya da diğer adıyla kök dikişi elektrot hareket ettirilmeden çekilir. Sonradan dikiş yüzeyinde oluşan çapakların temizlenmesiyle diğer dikişlerin çekilmesine geçilir.

Kök pasosunun üzerine çekilen ilk dikişin torç hareketi, küçük hareketler oluşturularak yapılır ve kısa sürelerde her iki parçanın ergime yüzeylerinde bekleme yapılır. En üst kısımda kalacak olan üçüncü paso, radyal hareketler yapılarak çekilir ve torç sadece kaynaşma yüzeylerinin kenarlarına dokundurulur.




**Şekil 5.14:** İç köşe kaynağının yapılışı




**Şekil 5.15:** T köşe kaynağı

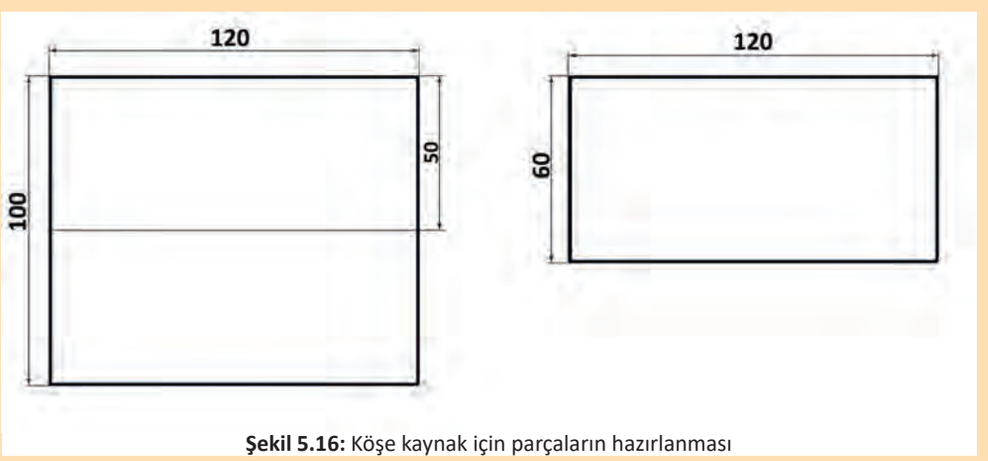
| UYGULAMA 5.6. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Gazaltı Kaynağı ile Köşe Kaynak Yapma | |
| AMAÇ | Gazaltı kaynağı ile köşe kaynağı yapmak | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçaları
  Bir adet 120x100x1,2 mm DKP sac
  Bir adet 120x60x1,2 mm DKP sac
- Gazaltı kaynak makinesi
- Koruyucu gaz: Karışım gazı
- Kaynak teli: 1 mm çapında SG2 tel
- Kollu makas
- Manyetik gönye
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Zımpara (P80)

**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.
2) Uygulama parçalarını 120x100x1,2 mm ölçülerinde bir adet ve 120x60x1,2 mm bir adet DKP sac malzemeyi temin ediniz.
   Kesme ve markalama işlemlerini gerçekleştiriniz.
   **Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2. İstenilen Ölçüde Parça Kesme**
3) Kestiğiniz uygulama parçaları üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız.
   **Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama Parçasının Hazırlanması**
4) 120x100x1,2 mm ölçülerindeki parça üzerine Şekil 5.16'te görülen ve ölçüleri verilen şekli çiziniz.
5) 120x60x1,2 mm ölçülerindeki parçayı hazırlayınız.



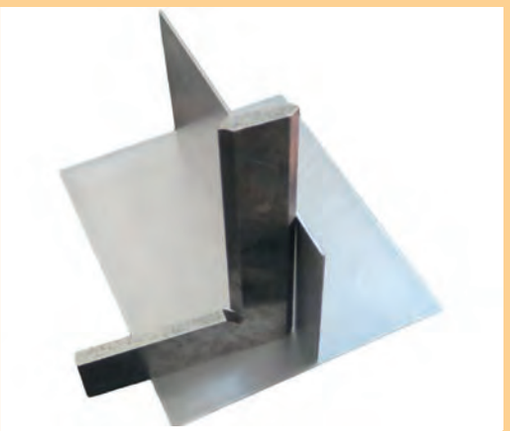

**Şekil 5.16:** Köşe kaynak için parçaların hazırlanması

6) Gazaltı kaynak makinesini hazırlayınız. Koruyucu gaz olarak karışım gazı, kaynak teli olarak 1 mm kalınlıkta SG2 tel kullanılacaktır. Tel sürme mekanizmasını ve tel makaralarını kontrol ediniz.
7) Gaz debisini tel kalınlığının on katı olarak 10 lt/dk. ayarlayınız.
8) Torç lüle kısmının içerisine, kaynak kıvılcımlarının yapışmalarını engellemek için gazaltı kaynak spreyi uygulayın.
9) Kaynak akımını ayarlayınız. Kullandığınız gazaltı kaynak makinesinin kullanım talimatını dikkate alınız.

10) Küçük parçayı büyük parçada çizdiğiniz çizgi üzerine Şekil 5.17'de görüldüğü gibi yerleştiriniz. Gönye ile parçaların birbirine olan dik konumunu ayarlayınız. Manyetik gönye kullanımı daha kolay olacak ve parçaların dik pozisyon duruma daha doğru yapılacaktır.

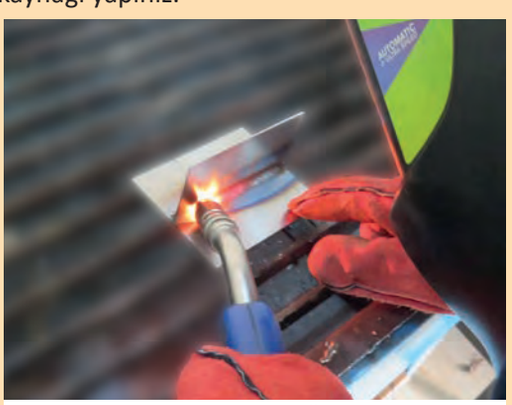


**Şekil 5.17:** Parçaların T köşe için hizalanması

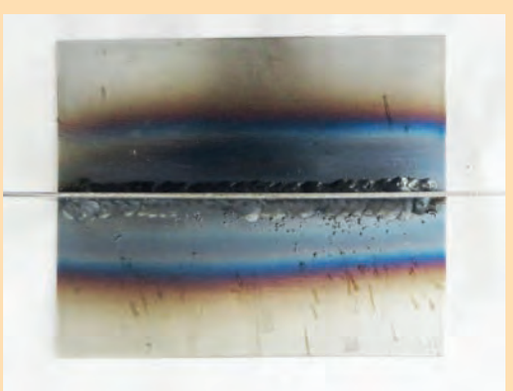


**Görsel 5.28:** Gönye ile parçaların ayarlanması

11) Parçalara iç köşe kaynağı yapınız. Bir müddet soğumasını bekleyerek parçanın arka tarafına da iç köşe kaynağı yapınız.



**Görsel 5.29:** Gazaltı kaynağının yapılması



**Görsel 5.30:** T köşe kaynağı yapılmış parçalar

12) Kaynak işlemini nokta kaynak şeklinde gerçekleştiriniz. Sıcaklıktan dolayı parçaların çarpılmasını engellemek için aşamalar arasında kısa sürelerde bekleyin. Kaynak başlangıcında ve bitişinde kaynak hızını azaltıp, torcu daha dik pozisyona getirerek kenarlarda oyuk oluşmasına engel olunuz.

13) Kaynak dikişlerini tel fırça ile temizleyiniz. Dikiş görünüşlerini kontrol ediniz.

14) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

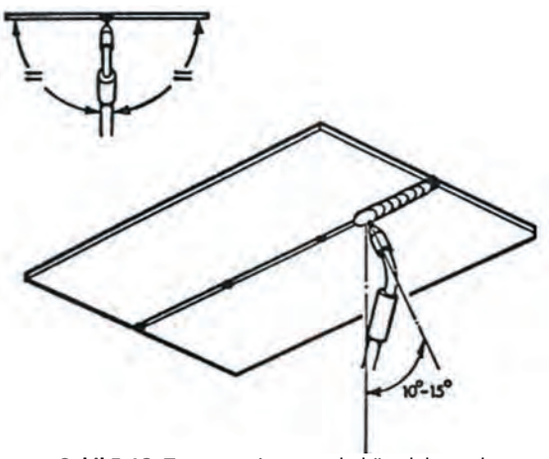
| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçalarının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 10 | |
| 3 | Koruyucu gaz debisinin doğru olarak ayarlanması | 10 | |
| 4 | Gazaltı kaynak makinesinin akım ayarının doğru olarak ayarlanması | 10 | |
| 5 | Uygulama parçalarında gazaltı kaynak işlemi ile köşe kaynak yapılması | 45 | |
| 6 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 7 | Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 5.6. GAZALTI KAYNAĞI İLE TAVAN KÜT EK KAYNAĞI

Gövde onarım işlemlerinde kullanımı çok olmayan bir gazaltı kaynak yöntemidir. Tavan kaynak pozisyonunda gazaltı kaynak işlemi genelde araç alt kısmındaki taban sacına uygulanır. Bu işlem için araç, lifte veya kanala alınarak gazaltı kaynağı yapılır.

### 5.6.1. Tavan Küt Ek Kaynağı Uygulama Teknikleri

Kaynak akım şiddeti olarak önerilen değerin üst sınırına yakın değerler seçilir. Elektrot ile parça arasındaki mesafeyi belirleyen ark boyu kısa tutulur. Elektrot yan kenarlara dik, kaynak yönünde ise çok küçük bir açı ile konumlandırılır. Elektrot metalinin aşağıya doğru akmaya çalıştığı tavan kaynağı konumunda, dikişin derinlere işlemesinin sağlanması için Şekil 5.18'de belirtilen noktalarda elektrot bekletilir. Elektrot ya zikzaklar çizdirilecek ya da köşelerde bekleyecek şekilde hareket ettirilerek kaynak tamamlanır. Görsel 5.31'de tavan pozisyonunda gazaltı kaynak işleminin yapılışı görülmektedir.




**Şekil 5.18:** Tavan pozisyonunda küt ek kaynak



**Görsel 5.31:** Tavan pozisyonunda yapılan gazaltı kaynağı

### 5.6.2. Tavan Küt Ek Kaynak Hataları

Tavan kaynağının en önemli sorunlarından biri, sıçrama ve cüruf damlalarının kaynakçıya doğru düşmesidir. Bu nedenle mümkün oldukça cüruf akmalarına engel olunmalıdır. Sıçramaların önüne geçmek güç olduğundan kaynakçı, başını koruyacak kaynak maskeleri kullanmalıdır. Kaynak sırasında ark boyunun kısa tutulması da sıçrama ve cüruf damlamalarını engeller. Kaynağın sürekli yapılması, konum itibarıyla yorucu olması kaynakçının parça ile arasındaki mesafeyi iyi ayarlamasını gerektirmektedir. Başarılı kaynak dikişinin elde edilmesinin temelinde, kaynakçının alışkanlıklarına bağlı olarak rahat bir konumda, aşırı yorulmadan kaynak dikişini bitirmesi vardır. Kaynak metali aşağıya doğru sarkmaya çalışacağından elektrot, akma yönünün tersine doğru tutulur.

| UYGULAMA 5.7. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Gazaltı Kaynağı ile Tavan Küt Ek Kaynağı Yapma | |
| AMAÇ | Gazaltı kaynağı ile tavanda küt ek kaynağı yapmak | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçaları (İki adet 120x60x1,2 mm DKP sac)
- Gazaltı kaynak makinesi
- Koruyucu gaz: Karışım gazı
- Kaynak teli: 1 mm çapında SG2 tel
- Kollu makas
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Zımpara (P80)

**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.

2) İki adet 120x60x1,2 mm ölçülerinde DKP sac malzemeyi temin ediniz.
Kesme ve markalama işlemlerini gerçekleştiriniz.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2.**
**İstenilen Ölçüde Parça Kesme**

3) Kestiğiniz uygulama parçaları üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4.**
**Uygulama Parçasının Hazırlanması**

4) Parçaları küt ek kaynak için hazırlayınız.

5) Uygulama parçalarını alın kaynak için hizalayarak kaynakçı ayarlı penseleri ile sabitleyiniz.

6) Parçalar arasındaki boşluk kaynak telinin kalınlığı ölçüsünde olacak şekilde ayarlayınız. Pratik yöntem olarak kaynak telinden parça keserek boşluğu ayarlayabilirsiniz.



Görsel 5.32: Kaynatılacak parçaların hizalanması

7) Gazaltı kaynak makinesini hazırlayınız. Koruyucu gaz olarak karışım gazı, kaynak teli olarak 1 mm kalınlıkta SG2 tel kullanılacaktır. Tel sürme mekanizmasını ve tel makaralarını kontrol ediniz.

8) Gaz debisini tel kalınlığının on katı olarak 10 lt/dk. ayarlayınız.

9) Torç lüle kısmının içerisine, kaynak kıvılcımlarının yapışmalarını engellemek için gazaltı kaynak spreyi uygulayın.

10) Kaynak akımını ayarlayınız. Kullandığınız gazaltı kaynak makinesinin kullanım talimatını dikkate alınız.

11) Parçaları kaporta eğitim tezgâhındaki menge-neye bağlayınız. Parçaların alt kısmından tavan pozisyonunda gazaltı kaynak işlemi yapınız.



Görsel 5.33: Tavan pozisyonunda gazaltı kaynağı

12) Kaynak işlemini nokta kaynak şeklinde üç aşamalı gerçekleştiriniz. Sıcaklıktan dolayı parçaların çar-pılmasını engellemek için aşamalar arasında kısa sürelerde bekleyiniz. Kaynak başlangıcında ve bi-tişinde kaynak hızını azaltıp, torcu daha dik pozisyona getirerek kenarlarda oyuk oluşmasına engel olunuz.

13) Kaynak dikişlerini tel fırça ile temizleyiniz. Dikiş görünüşlerini kontrol ediniz.

14) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçalarının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 10 | |
| 3 | Koruyucu gaz debisinin doğru olarak ayarlanması | 10 | |
| 4 | Gazaltı kaynak makinesinin akım ayarının doğru olarak ayarlanması | 10 | |
| 5 | Uygulama parçalarında gazaltı kaynak işlemi ile tavanda küt ek kaynak yapılması | 45 | |
| 6 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 7 | Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 5.7. GAZALTI KAYNAĞI İLE ALÜMİNYUM KAYNAĞI

Araçların hafifletilmesi ihtiyacı, gövde yapısında birçok alüminyum parçanın kullanımına neden olmaktadır. Alüminyum, metaller arasında hafiflik bakımında öne çıkan bir malzemedir. Birçok araç üreticisi; kapı sacları, çamurluklar, tavan, motor ve bagaj kaputlarında alüminyum malzeme kullanmaktadır. Bu nedenle gövde onarımlarında alüminyum kaynağı büyük önem kazanmıştır. Görsel 5.34'te alüminyum kaynağı görülmektedir.

Alüminyumun kaynak işlemleri bazı özel durumlar içermektedir. Alüminyumun ergime sıcaklığının düşük olması, ısı girdisi çoğaldığında şekil bozukluğunun artması ve açık kalan alüminyumun yüzeyinin çok hızlı bir şekilde oksitlenmesi kaynakta zorluklar oluşturmaktadır.

Alüminyumda iki tabaka söz konusudur: Birincisi alüminyumu tamamen kaplayan oksit tabakası, ikicisiyse bunun altındaki esas alüminyum tabakasıdır. Kaynak için alüminyum ergitilmek istenirken verilen ısı üst tabakada bulunan oksit sebebiyle alt tabakadaki alüminyumun, ergiyip ergimediğinin tespitini zorlaştırır. Oksit katmanından daha düşük ergime derecesine sahip alüminyum esas gereci, bir anda ergiyerek kaynakta çökmelere sebep olur. Kaynak sırasında çok dikkatli davranarak gazaltı kaynağıyla alüminyum kaynağı yapmak mümkündür.



**Görsel 5.34:** Alüminyum kaynağı

Kaynak için hazırlanan parçaların tasarımları kaynak başarısına etki eder. Kaynak dikişinde ani yön değişiklikleri olmamalıdır.

### 5.7.1. Alüminyum Kaynağı Uygulama Teknikleri

Alüminyumun otomotiv endüstrisinde kullanımı her geçen gün artmaktadır. Alüminyum alaşımının taşımacılık sektöründeki kullanımının artmasındaki en büyük etmen hafif olmasıdır. Birçok kaynak teknisyeni, yanlış bir düşünce ile alüminyumun çeliğe oranla daha zor kaynak yapılan bir malzeme olduğuna inanmaktadır. Bu düşünce, büyük ölçüde çelik kaynak uygulama tekniklerini alüminyuma uygulamalarından kaynaklanmaktadır.

Alüminyum kaynağı imalat esnasında olduğu gibi onarım işlerinde de kullanılabilmektedir. Her iki durumda da iş parçası kirli, yağlı ve oksitli olabilmektedir. Dolayısıyla kaynak öncesi temizlik önem taşımaktadır. Aksi takdirde kirli iş parçalarının birleşmesi mümkün olmaz.

Alüminyumun kaynak öncesi temizliği için dikkat edilmesi gereken bir sıralama vardır. Öncelikle alüminyum yüzeyinde bulunan yağ, gres ve kirler temizlenmelidir. Ardından yüzeyde oksit tabakası temizlik işlemi yapılmalıdır. Temizleme işlemini bu sırayla yapmak kritik bir önem taşımaktadır. Temizlik işlemlerinde paslanmaz çelik tel fırçalar kullanılmalıdır.

Parçalar temizlendikten sonra, mümkün olduğunca hızlı bir şekilde kaynağın gerçekleştirilmesi gerekir. Çalışma ortamındaki kir, yağ, su buharı vb. hazırlanan malzemenin üzerine yapışabilir ve kaynağa bulaşabilir. Alüminyumun ergime noktası (649-660 °C) çeliğin ergime noktasından (1450-1520 °C) düşüktür. Ergime noktası düşük olduğu için birçok kaynak uygulamasında alüminyum kaynağı için hafif iş tipi ekipmanların yeterli olduğu düşünülür. Ancak alüminyumun ısıl iletkenliği, çeliğin beş katıdır; yani ısı çok hızlı yayılır. Bu nedenle, alüminyum kaynağı uygulamalarında kullanılan kaynak akımları ve voltajları çelik kaynağına göre daha yüksektir.

MIG uygulamalarında, 1,25 cm kalınlığa kadar alüminyum malzemeler için saf argon kullanılır. Kalınlık 1,25 cm üzeri olursa arkı daha sıcak hale getirmek ve kaynak nüfuzunu artırmak için argona %25 ila %75 arası helyum eklenebilir. Argon gazı MIG kaynak uygulamalarında kullanılan en iyi koruyucu gazdır. Çünkü sağladığı ark temizleme etkisi helyumdan daha fazla ve maliyeti daha ucuzdur.

Araç gövde onarımlarında kaynak teli olarak AlSi5, AlSi12, AlMg3 ve AlMg5 adlarıyla anılan silisyum ve magnezyum içeren alüminyum alaşımı teller kullanılır. İfadelerdeki sayılar katkı elementinin yüzdelik oranını gösterir. AlSi5 kaynak teli %5 silisyum katkısı içeren alüminyum alaşımı teli ifade eder. İçerisinde başka katkı elementleri varsa da miktarları bindelik oranda olduğundan kaynak teli isminde sembolleri geçmez.

Alüminyum kaynak telini temiz ve kuru bir ortamda, tercihen orijinal paketinde saklamak gerekmektedir. Bu koşullar altında tel, birkaç yıllık raf ömrüne sahiptir. Hava ile temasından kısa bir süre sonra alüminyum kaynak telinde oksitlenmeler başlar. Bu da kaynak sırasında hatalara neden olur.

Kaynak teli suya maruz kalmamalı ve düşük nem koşullarında saklanmalıdır. Bu koşulları sağlamanın en kolay yolu, telin 60 watt akkor ampul ile aydınlatılmış kapalı metal bir dolap içinde, orijinal paketinde saklamaktır. Ampulden yayılan ısı, dolap içindeki sıcaklığı yaklaşık 10 derece artırarak bağıl nem oranını düşürecektir.

Tamamı kullanılamayan kısmi olarak kullanılan tel kangalları, kullanım sonrası orijinal paketlerine konulmalı ve gece boyunca kaynak makinesi üzerinde açıkta bırakılmamalıdır. Alternatif olarak tel kangalının tamamen kullanılıncaya kadar plastik bir kapta muhafaza edilmesi de uygundur.

Telin klimalı bir ortamda depolanması sorunlara neden olabilir. Nispeten soğuk olan tel; sıcak, nemli bir günde paketinden çıkarılırsa nemli hava, tel üzerinde yoğunlaşabilir.

Alüminyum kaynağında torç içindeki spiral, plastik veya teflon malzeme olmalıdır. Torcun ucundaki kontak memenin delik çapı bir boy büyük olan seçilmelidir. Kaynak teli 0,8 mm çapta ise kontak meme delik çapı 1 mm olan kullanılmalıdır.

Alüminyum kaynağında, genel olarak dikiş boyunca yan yana dikişlerin fazla ısı girişine neden olduğu ve kullanılmaması gerektiği önerilse de kaynakçılar çoğunlukla sıralı dikişleri ya da torca verilecek salınım hareketlerini uygulamaktadır. Salınım genişliği çok büyük olmadığı sürece bu teknik iyi sonuçlar verir.

Torca verilecek hareketin amacı, kaynak üzerinde katlı görünüm elde etmektir. Bu tekniğin en büyük avantajı, net bir şekilde TIG kaynağına benzeyen belirli aralıklarda kaynak dalgaları oluşturmaktır. Bu işlem, alüminyum kaynağında neredeyse mecburiyet gibi görünmektedir. Torç hareketinin genişliği kontrol altına alındığı sürece bu yöntem iyi sonuç verir. Kaynak dikişi genişliği yaklaşık 3-4 mm arasında olmalıdır. Dikiş genişliği daha büyük ise her kaynak hareketi arasında düşük noktalar oluşabilir. Bu da kaynak geçişini uygunsuz bir şekilde daraltabilir.

### 5.7.2. Alüminyum Kaynak Hataları

Alüminyum parçalar, kaynatılmadan önce çeşitli yöntemler ile kesilmiş ve şekillendirilmiş olarak kaynakçının önüne gelecektir. Uygulanan bu işlemler, kaynak yapılacak bölge üzerinde yağ, toz ve kirlerin bulunması demektir. Oysa özellikle kesme ve talaşlı üretim esnasında meydana gelen işlemler, gereçlerin yüzeyinde yağ katmanlarının kalmasına sebep olur. Yüzeyde kalan madensel yağ ve greslerin yapısında hidrojen ve oksijen vardır. Bu elementler ise kaynak sonucunda gözenek ve köpük oluşmasına neden olur. Oksijen, kaynak yüzeyinde köpüklenme, hidrojen ise gözenek yapma özellikleriyle istenmeyen elementlerdir. Üretim artıklarının kaynak yüzeyinden uzaklaştırılması yani temizlenmesi bu nedenle büyük önem taşımaktadır. Temizlik işlemi genelde kimyasal olarak yapılabildiği gibi mekanik yollarla da gerçekleşebilir. Temizleme işlemini takiben en kısa sürede kaynak gerçekleştirilmelidir.

Alüminyum parçaların temizlik işlemlerinde kullanılan ekipman sadece bu iş için kullanılmalıdır. Çelik malzemelerin temizliğinde kullanılan ekipmanların alüminyum malzemelerde kullanımı temas korozyonuna neden olur. Etkisi hemen görülmeyen temas korozyonu temizlik ekipmanlarından alüminyum içerisine giren çelik parçaların oluşturduğu galvanik korozyondur. Aynı şekilde alüminyum parçalara sahip araçlar atölyelerde ayrı bir bölümde tamir edilmelidir. Gövde onarım atölyelerinde “alüminyum tamir odası” denilen izole edilmiş kısımlar bulunmaktadır. Alüminyum kaynak ve tamir işlemleri burada yapılmalıdır.

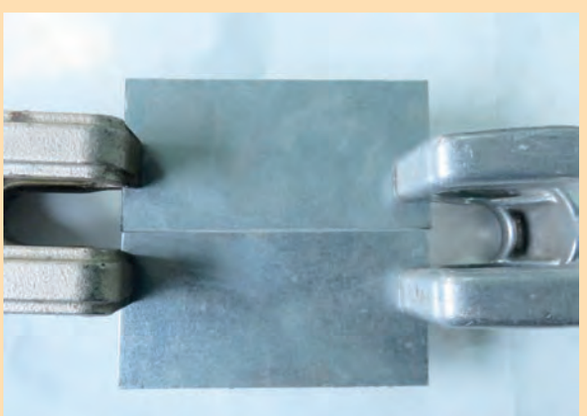
| UYGULAMA 5.8. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Gazaltı Kaynağı ile Alüminyum Kaynağı Yapma | |
| AMAÇ | Gazaltı kaynağı ile alüminyum kaynağı yapmak | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçaları
  (İki adet 120x60x2 mm alüminyum sac)
- Gazaltı kaynak makinesi
- Koruyucu gaz: %100 Argon gazı
- Kaynak teli: 1,2 mm çapında AlSi5 tel
- Kollu makas
- Markalama aletleri
- Paslanmaz çelik tel fırça
  (alüminyum için kullanılan)
- Zımpara (P80)

**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.
2) İki adet 120x60x2 mm ölçülerinde alüminyum sac malzemeyi temin ediniz.
   Kesme ve markalama işlemlerini gerçekleştiriniz.
   **Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2.**
   **İstenilen Ölçüde Parça Kesme**
3) Kestiğiniz uygulama parçaları üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız. Temizlik işlemlerinde kullandığınız ekipmanın alüminyum onarımlarında kullanılmak üzere ayrılmış özel ekipman olduğundan emin olunuz.
   **Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4.**
   **Uygulama Parçasının Hazırlanması**
4) Uygulama parçalarını Görsel 5.35'te görüldüğü gibi hizalayınız.



**Görsel 5.35:** Parçaların hizalanması

5) Gazaltı kaynak makinesini hazırlayınız. Alüminyum kaynağı MIG kaynak yöntemine göre yapılacaktır. Bu nedenle makine donanımını MIG kaynağı için ayarlamanız gerekmektedir.
   Koruyucu gaz olarak %100 argon gazı, kaynak teli olarak 1,2 mm kalınlıkta AlSi5 tel kullanılacaktır.
   Tel sürme mekanizmasını ve tel makaralarını kontrol ediniz. Uygun ölçüde ve "U" kanallı makaraları kullanınız.
   Torcun içindeki kılavuzun plastik spiral olduğunu kontrol ediniz.
6) Gaz debisini tel kalınlığının 12 lt/dk. ayarlayınız.
7) Torç lüle kısmının içerisine, kaynak kıvılcımlarının yapışmalarını engellemek için gazaltı kaynak spreyi uygulayınız.

8) Kaynak akımını ayarlayınız. Kullandığınız gazaltı kaynak makinesinin kullanım talimatını dikkate alınız.




**Görsel 5.36:** Kaynak parametrelerinin ayarlanması

9) Uygulama parçalarını alın kaynak için hizalayarak kaynakçı ayarlı penseleri ile sabitleyiniz.

10) Parçalar arasındaki boşluğu kaynak telinin kalınlığı ölçüsünde ayarlayınız. Pratik yöntem olarak kaynak telinden parça keserek boşluğu ayarlayabilirsiniz.



**Görsel 5.37:** Gazaltı kaynağı ile alüminyum kaynağı

11) Kaynağa başlamadan hemen önce kaynak bölgesine paslanmaz tel fırça ile tekrar mekanik temizleme işlemi yapınız.

12) Kaynak işlemini nokta kaynak şeklinde gerçekleştiriniz. Sıcaklıktan dolayı parçaların çarpılmasını engellemek için kaynak hızını uygun ayarlayınız. Kaynak başlangıcında ve bitişinde kaynak hızını azaltıp torcu daha dik pozisyona getirerek kenarlarda oyuk oluşmasına engel olunuz.

13) Kaynak dikişini tel fırça ile temizleyiniz. Dikiş görünüşünü kontrol ediniz.

14) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçalarının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 10 | |
| 3 | Koruyucu gaz debisinin doğru olarak ayarlanması | 10 | |
| 4 | Gazaltı kaynak makinesinin akım ayarının doğru olarak ayarlanması | 10 | |
| 5 | Uygulama parçalarında gazaltı kaynak işlemi ile alüminyum kaynak yapılması | 45 | |
| 6 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 7 | Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 5.8. GAZALTI KAYNAĞI İLE TAPA KAYNAĞI

Gövde onarımlarında imalat sürecinde olduğu gibi en çok kullanılan birleştirme yöntemi punta kaynağıdır. En sağlam punta kaynak işlemi çift elektrot ile yapılan direnç kaynağıdır. Çift elektrot ile her parçanın kaynatılması mümkün olmamaktadır. Arkası kapalı olan yerlerde kullanılamamaktadır. Bu nedenle aynı kaynak mukavemetini sağlamak için "tapa kaynağı" (dolgu kaynağı) yapılır. Birleştirilecek iş parçalarından biri yani üst tarafta kalan parça delinir. Sonra da bu delik gazaltı kaynağıyla doldurulur. Bu şekliyle sökülemez bir birleştirme elde edilmiş olur.

### 5.8.1. Tapa Kaynağı Uygulama Teknikleri

Sac delme işlemi, delik pensesi veya matkap ile yapılır. Açılacak deliğin çapı sac kalınlığına göre değişir. Sac kalınlığı arttıkça deliğin çapı da büyür. Sac kalınlığına göre açılacak delik çapları Tablo 5.1'de verilmiştir.

Tapa kaynağında birleştirilecek parçaların arasında boşluk olmamalıdır. Delme esnasında meydana gelebilecek çapakların temizlenmesi gerekir. 5 mm çapındaki delikler için kaynak delik pensesi kullanılır (Görsel 5.38).

**Tablo 5.1:** Tapa Kaynağında Açılacak Delik Çapı

| Panel kalınlığı (mm) | Delik çapı (mm) (En az) |
|---|---|
| 0-0,9 | 5 |
| 1,0-1,6 | 6,5 |
| 1,7-2,3 | 8 |
| 2,4'ten fazla | 10 |



**Görsel 5.38:** Kaynak delik pensesi

### 5.8.2. Tapa Kaynağı Hataları

Üst parçanın ergimemesi, kenar boşlukları, yüksek kaynak tapa kaynağında en çok karşılaşılan kaynak hatalarıdır. Görsel 5.39'da doğru yapılmış tapa kaynağı görülmektedir. Görsel 5.40'ta deliği tam kapatamamış ve fazla tümsek şeklinde yapılmış tapa kaynakları görülmektedir.



**Görsel 5.39:** Doğru yapılmış tapa kaynağı görünüşleri



**Görsel 5.40:** Hatalı tapa kaynağı görünüşleri

### 5.8.3. Gazaltı Kaynağı ile MIG Lehim

Araç gövdelerinde karşılaşılan en büyük problem korozyondur. Araçlar kullanım alanları itibarıyla rutubet, aşındırıcılar ve korozyon yapıcı birçok madde ile temas halindedir. Özellikle parçaların birleşim yerleri korozyon ihtimali fazla olan bölgelerdir.

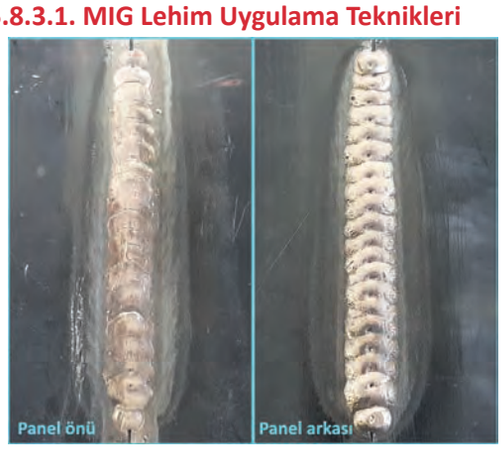
Araç gövdelerinde galvaniz kaplamalı korozyona dayanıklılığı arttırılmış çelik saçlar kullanılmaktadır. Bu parçaların birleştirilme ve onarım işlemlerinde MAG kaynak yöntemi yüksek sıcaklık nedeniyle galvaniz kaplama tabakasının yanmasına, buharlaşmasına neden olmaktadır. Dayanım gerektirmeyen bölgelerde, korozyon ihtimali yüksek olan kısımlarda MIG lehim yöntemi kullanılmaktadır. Özellikle çamurluklar ve marşpiye gibi dış gövde parçalarının değişiminde kullanılmaktadır. Ark ısısı düşük olduğundan saclarda ısıl deformasyon olmaz.



**Görsel 5.41:** MIG lehim

MIG lehim işleminde çalışma sıcaklığı 950 °C'nin altında olduğundan galvaniz tabakaya zarar vermez. Bu işlemde parçalar ergitilmez, birleştirmek için kullanılan tel ergiyerek araya süzülür ve sağlam bir birleştirme oluşturur. İçerisinde %3 oranında silisyum (Si) geri kalanı bakır (Cu) olan CuSi3 kaynak teli kullanılır. Kullanılan tel korozyona dirençlidir. MIG lehim diğer kaynak yöntemlerine nazaran birleştirme bölgesinin arka kısmına daha fazla sirayet eder. Dış panel saclarında alın birleştirme için en uygun yöntemdir. Görsel 5.41'de MIG lehim yapılmış ve taşlanmış hali görülmektedir.

#### 5.8.3.1. MIG Lehim Uygulama Teknikleri




**Görsel 5.42:** MIG lehimde kaynak dikişinin ön ve arka kısımları

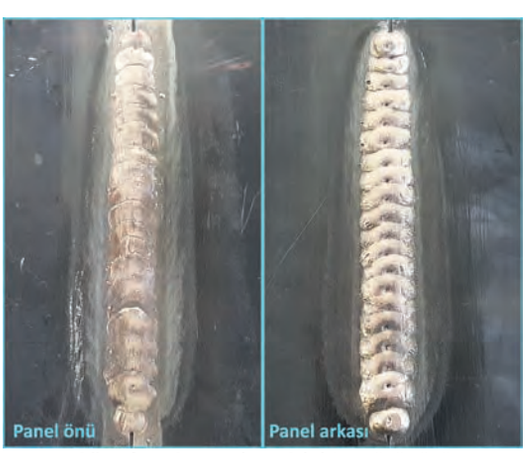
MIG lehim işlemi üzerinde CuSi3 tel ifadesi bulunan makineler ile yapılmalıdır. Kaynak teli yumuşak olduğundan torç ve tel sürme ünitesi buna göre ayarlanmalıdır. Torç içerisindeki tel kılavuz yolu yani spiral çelik değil plastik veya teflon spiral olmalıdır. Tel makaraları U kanallı olanlar ile değiştirilmelidir.

Koruyucu gaz olarak ergiyen metal ile reaksiyona girmeyen, pasif olan argon gazı kullanılır. Argon gazı saf olarak %100 kullanılmalıdır. Maliyeti yüksek olduğundan helyum gazı tercih edilmemektedir.

MIG lehim işlemi de noktalar halinde ve birbiri üzerine binecek şekilde yapılmalıdır. Görsel 5.42'de MIG lehim işleminde birleştirilen panel saclarının ön ve arka kısımları görülmektedir.

#### 5.8.3.2. MIG Lehim Hataları

Parçaların aralarındaki boşlukların aynı olmaması, kaynak hızının fazla olması, tel hızının yavaş olması gibi nedenlerle kaynak dikişinin, parçaların arka kısmına istenilen miktarda geçememesi en büyük hatadır. MIG lehim işleminden sonra mutlaka dikiş görünüşü kontrol edilmelidir. Mümkünse arka kısımdaki dikiş görünüşüne de bakılmalıdır. Ön ve arka kısımdaki dikiş genişlikleri birbirine yakın olmalıdır. Görsel 5.43'te hatalı bir MIG lehim uygulamasının ön ve arka kısımları görülmektedir.




**Görsel 5.43:** Hatalı MIG lehim görünüşü

| UYGULAMA 5.9. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Gazaltı Kaynağı ile Tapa Kaynağı Yapma | |
| AMAÇ | Gazaltı kaynağı ile tapa kaynağı yapmak | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçaları (İki adet 120x100x1,2 mm DKP sac)
- Gazaltı kaynak makinesi
- Koruyucu gaz: Karışım gazı
- Kaynak teli: 1mm çapında SG2 tel
- Havalı matkap ve uç takımı
- Kollu makas
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Zımpara (P80)

**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.

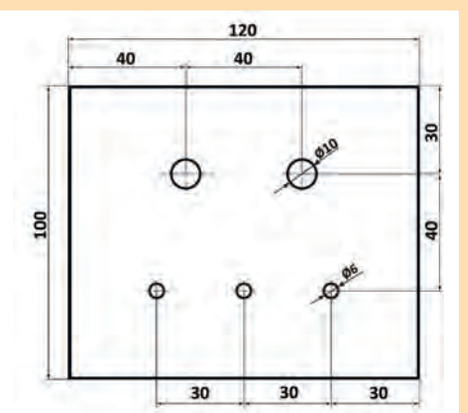
2) İki adet 120x100x1,2 mm ölçülerinde DKP sac malzemeyi temin ediniz. Kesme ve markalama işlemlerini gerçekleştiriniz.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2. İstenilen Ölçüde Parça Kesme**

3) Kestiğiniz uygulama parçaları üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama Parçasının Hazırlanması**

4) Parçalardan birine Şekil 5.19'da görülen ve ölçüleri verilen şekli çiziniz.




**Şekil 5.19:** Parça üzerine markalama yapılması

5) Çizim yaptığınız parça üzerinde havalı matkapla delme işlemlerini yapınız. Delik merkezlerini nokta ile işaretleyiniz. Bu şekilde matkap ucunun kaymasına engel olursunuz. Büyük çaptaki delikler için 10 mm'lik matkap ucunu, küçük delikler için 5 mm'lik matkap ucunu kullanınız.

6) Deliklerin etrafındaki çapakları zımparalayınız.



**Görsel 5.44:** Parçanın hazırlanmış şekli

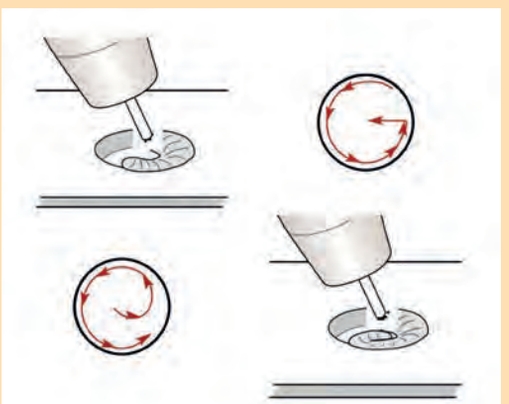
7) Gazaltı kaynak makinesini hazırlayınız.
Koruyucu gaz olarak karışım gazı, kaynak teli olarak 1 mm kalınlıkta SG2 tel kullanılacaktır.
Tel sürme mekanizmasını ve tel makaralarını kontrol ediniz.

8) Gaz debisini tel kalınlığının on katı olarak 10 lt/dk. ayarlayınız.

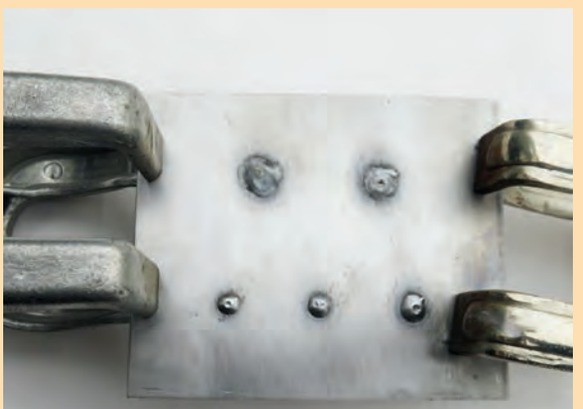
9) Torç lüle kısmının içerisine, kaynak kıvılcımlarının yapışmalarını engellemek için gazaltı kaynak spreyi uygulayın.

10) Kaynak akımını ayarlayınız.
Kullandığınız gazaltı kaynak makinesinin kullanım talimatını dikkate alınız.

11) Uygulama parçalarını delik açtığınız parça üstte olacak şekilde kaynakçı ayarlı penseleri ile sabitleyiniz. Parçalar arasında boşluk olmamasına dikkat ediniz.



**Şekil 5.20:** Tapa kaynağının yapılışı



**Görsel 5.45:** Tapa kaynağının görünüşü

12) Tapa kaynağı işlemini küçük deliklerde torcu dik tutarak tek seferde yapınız. Büyük deliklerde tapa kaynağını merkezden delik kenarına doğru torcu hareket ettirerek yapınız.

13) Kaynak dikişlerini tel fırça ile temizleyiniz. Dikiş görünüşlerini kontrol ediniz.

14) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçalarının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 5 | |
| 3 | Uygulama parçasının doğru olarak markalanması ve delinmesi | 10 | |
| 4 | Koruyucu gaz debisinin doğru olarak ayarlanması | 5 | |
| 5 | Gazaltı kaynak makinesinin akım ayarının doğru olarak ayarlanması | 10 | |
| 6 | Uygulama parçalarında gazaltı kaynak işlemi ile tapa kaynağı yapılması | 45 | |
| 7 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 8 | Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

| UYGULAMA 5.10. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Gazaltı Kaynağı ile MIG-Lehim Yapma | |
| AMAÇ | Gazaltı kaynağı ile parçalara alın pozisyonunda MIG lehim yapmak | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçaları (İki adet 120x60x1,2 mm DKP sac)
- Gazaltı kaynak makinesi
- Koruyucu gaz: %100 Argon gazı
- Kaynak teli: 1mm çapında CuSi3 tel
- Kollu makas
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Zımpara (P80)

**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.
2) İki adet 120x60x1,2 mm ölçülerinde DKP sac malzemeyi temin ediniz. Kesme ve markalama işlemlerini gerçekleştiriniz. **Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2. İstenilen Ölçüde Parça Kesme**
3) Kestiğiniz uygulama parçaları üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız. **Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama Parçasının Hazırlanması**
4) Uygulama parçalarını Şekil 5.21'de görüldüğü şekilde aralarında kaynak teli kalınlığı kadar boşluk kalacak şekilde hizalayınız.

   Parçaların konumunu sabitlemek için kaynakçı ayarlı penseleri kullanınız.



**Şekil 5.21:** Parçaların MIG lehim için hizalanmaları

5) Gazaltı kaynak makinesini hazırlayınız.
   Koruyucu gaz olarak %100 argon gazı, kaynak teli olarak 1 mm kalınlıkta CuSi3 tel kullanılacaktır.
   Torcu, tel sürme mekanizmasını ve tel makaralarını kontrol ediniz. Uygun olanları kullanınız.
6) Gaz debisini tel kalınlığının on katı olarak 10 lt/dk. ayarlayınız.
7) Torç lüle kısmının içerisine, kaynak kıvılcımlarının yapışmalarını engellemek için gazaltı kaynak spreyi uygulayın.

8) Kaynak akımını ayarlayınız. Kullandığınız gazaltı kaynak makinesinin kullanım talimatını dikkate alınız.




**Görsel 5.46:** Kaynak parametrelerinin ayarlanması

9) Kaynağa başlamadan önce parçaların hizalarını kontrol ediniz. Parçalar arasındaki boşluk kaynak telinin kalınlığı ölçüsünde olmalıdır. Pratik yöntem olarak kaynak telinden ufak bir parça keserek boşluğu ayarlayabilirsiniz.



**Görsel 5.47:** MIG lehim yapılması

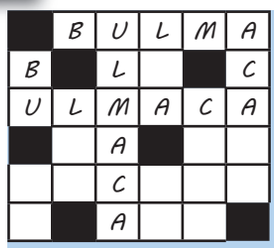
10) MIG lehim işlemini nokta kaynak şeklinde ve birbiri üzerine binecek şekilde yapınız.

11) Kaynak dikişini tel fırça ile temizleyiniz. Dikiş görünüşünü ön ve arka kısımdan kontrol ediniz. Arka kısımdaki dikiş genişliği ön kısımdaki dikiş genişliğine yakın olmalıdır.

12) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçalarının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 5 | |
| 3 | Uygulama parçasının doğru olarak markalanması | 10 | |
| 4 | Koruyucu gaz debisinin doğru olarak ayarlanması | 5 | |
| 5 | Gazaltı kaynak makinesinin akım ayarının doğru olarak ayarlanması | 10 | |
| 6 | Uygulama parçalarında gazaltı kaynak işlemi ile MIG lehim yapılması | 45 | |
| 7 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 8 | Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |




# SİLİNEN HARFLER

Her bölümde yer alan kelimenin bir harfi silinmiş ve kalan harfler alfabetik olarak sıralanmıştır. Silinen harfi ve kelimeyi bulunuz. İlk kelime örnek olarak gösterilmiştir.

Bulacağınız kelimeler öğrenme birimi içerisinde görmüş olduğunuz kelimeler arasından seçilmiştir.

| | |
|---|---|
| A E F M O R T **S** | A T M O S F E R |
| A E G M M N U Y | |
| E G N N S T T | |
| A A E E M R R T | |
| E İ N T U Ü Y | |
| E E G K N Z | |
| N O O O R Y Z | |
| A E E K M M U V | |
| İ İ M S S U Y | |

ÖĞRENME BİRİMİ

6

# OTOMOTİV SAC ŞEKİLLENDİRME



## KONULAR

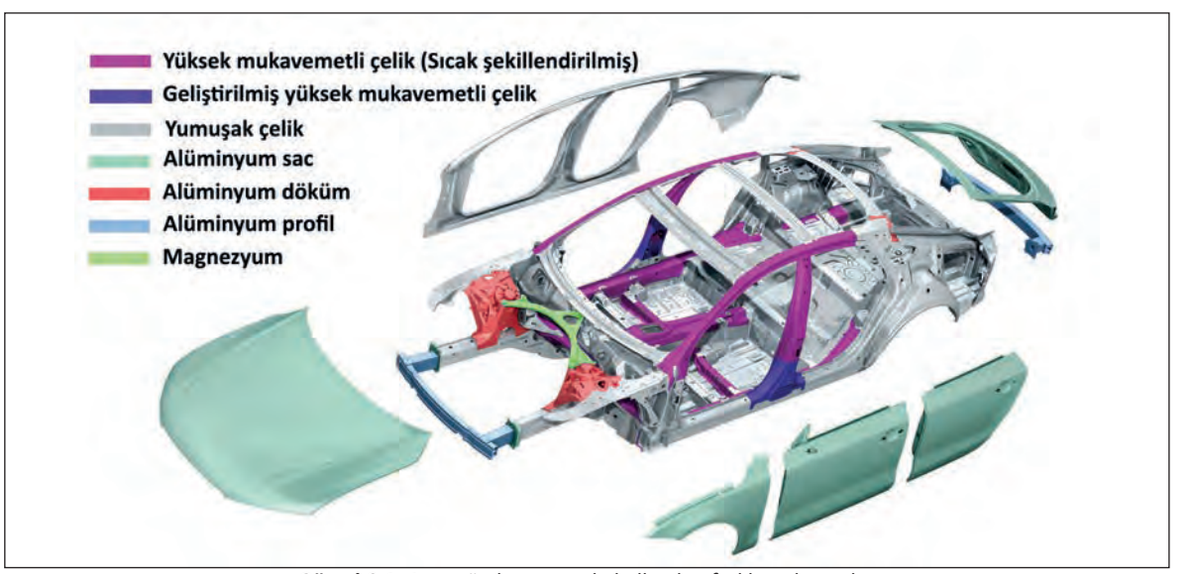
1. OTOMOTİV SACLARINDA BÜKME TEKNİKLERİ
2. OTOMOTİV SACLARINDA DOĞRULTMA TEKNİKLERİ
3. OTOMOTİV SACLARINDA ÇUKURLAŞTIRMA TEKNİKLERİ
4. OTOMOTİV SACLARINDA ÇIKINTI GİDERME TEKNİKLERİ
5. OTOMOTİV SACLARINDA DÜZELTME TEKNİKLERİ



## 6.1. OTOMOTİV SACLARINDA BÜKME TEKNİKLERİ

Araç gövde yapımında çok çeşitli malzemeler kullanılmaktadır. Malzeme çeşitliliğinin birçok nedeni bulunmaktadır. Araçlarda, elde edilen enerjinin en verimli şekilde kullanımı ön planda tutulmaktadır. Ayrıca yasal zorunluluklar nedeniyle araçlardan kaynaklanan egzoz gazlarının emisyon değerlerinin belirli sınırlar içerisinde olması gerekmektedir. Aynı zamanda araçların, yolcuların bulunduğu yolcu kabininin güvenliğini garanti edecek sağlamlık ve yapıda olması gerekmektedir. Bu, pasif emniyet sisteminin temelini oluşturmaktadır.

Araçlarda, yakıt tüketimini azaltmak ve emisyon değerlerinin düşük olmasının istenmesi araçların motor hacimlerinin ve güçlerinin azalmasına neden olmuştur. Aynı zamanda araçtan yüksek performans beklenmektedir. Bunun için enerji verimliliğinin sağlanması gerekmektedir. Bu da araçların hafifletilmelerini ön plana çıkarmaktadır. Aracın hafifletilmesine karşın güvenlikten ödün verilmemelidir. Bu hassas dengeler araç gövde yapıları için uzun mühendislik çalışmalarını ortaya çıkarmıştır. Sonuç olarak gövde yapısında farklı çelik türleri ve farklı malzemeler kullanılmaktadır. Görsel 6.1'de araç gövde yapısında kullanılan farklı malzemeler görülmektedir.




**Görsel 6.1:** Araç gövde yapısında kullanılan farklı malzemeler

### 6.1.1. Otomotiv Gövde İmalatında Kullanılan Saclar

Araç gövde imalatında kullanılan sacları aşağıdaki gibi sınıflandırmak mümkündür:

1) Çelik saclar,

2) Çelik dışı metal saclar (alüminyum ve magnezyum alaşımları gibi),

3) Kompozit ve plastik mamuller.

#### 6.1.1.1. Çelik

Çelik, bir alaşımdır. Demir (Fe) ve karbon (C) elementinin değişik oranlardaki birleşimi ile oluşmaktadır. Bu alaşım bindelik oranlarda farklı elementler ihtiva eder.

Çelikler genel olarak karbonlu ve alaşımlı çelikler olarak iki ana gruba ayrılır. Karbonlu çelikler kullanılan ham madde ve üretim şeklinden kaynaklı olarak içerisinde önemsenmeyecek miktarda kükürt, fosfor, silisyum ve mangan gibi elementler içerir. Bu hali ile **alaşımsız çelik** olarak adlandırılır.

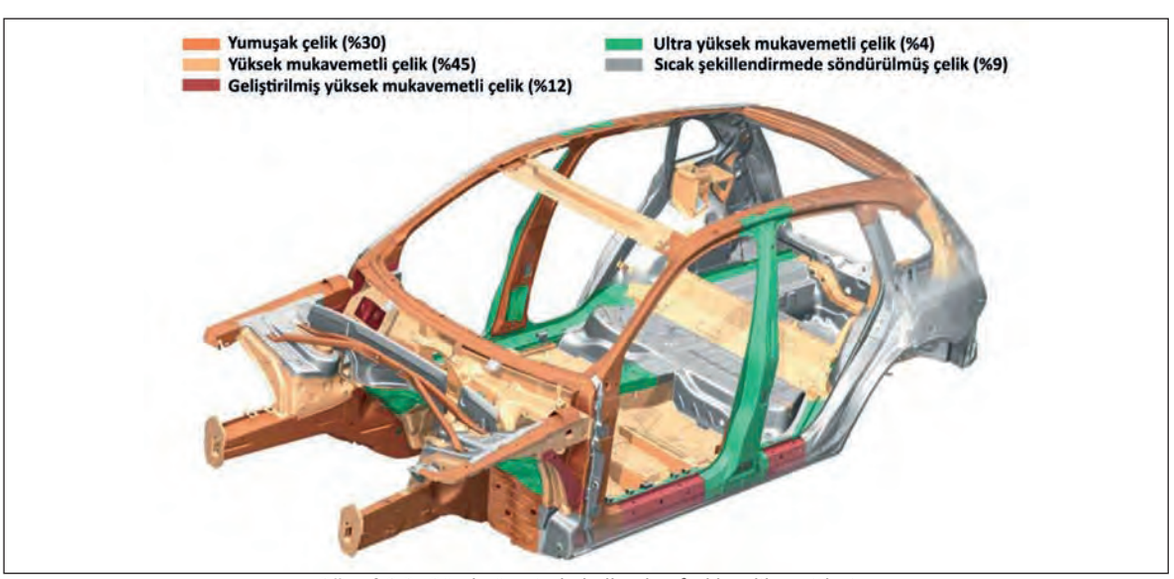
Çeliklerin işlenebilirliğini arttırmak için içerisindeki karbon miktarı arttırılır. Karbonun artmasıyla birlikte çeliğin sertleşme özelliği ve kırılganlığı artar. Bu nedenle çelik içerisine farklı alaşım elementleri eklenerek çok değişik özelliklere sahip yeni çelik ürünleri elde etmek mümkündür. Bu tür çelik ise **alaşımlı çelik** adını alır. Çeliğin içerisindeki katkı alaşım elementlerinin toplamı %5'ten fazla ise **yüksek alaşımlı çelik** olarak adlandırılır.

Çelik için farklı kriterler esas alınarak birçok sınıflandırma yapılması mümkündür. Üretim metodu, kullanım alanı, içerisindeki katkı elementleri, kesit şekilleri gibi farklı esaslara göre çelik sınıflandırılması yapılmaktadır.

Otomotiv gövde imalatında ihtiyaç ve istekler göz önünde tutulduğunda çelik malzemenin en doğru sınıflandırılmasının mukavemet açısından yapılması uygun olmaktadır. Mukavemet yani çeliğin dayanım özelliği dikkate alındığında aşağıdaki gibi sınıflandırma yapılmaktadır.

1) Düşük mukavemetli çelikler (az karbonlu çelikler)
   (yumuşak çelikler, IF çelikler)
2) Yüksek mukavemetli çelikler (HSS)
   (HSLA. BH)
3) Geliştirilmiş yüksek mukavemetli çelikler (AHSS)
   (DP, CP, TRIP, TWIN)
4) Ultra yüksek mukavemetli çelikler (U-AHSS)
   (QP, TBF)
5) Nano çelikler

Sınıflandırmanın son aşamasındaki nano çelikler, üzerinde çalışmaların yoğunlaştığı ve çeliklerin bor ilavesi ile geliştirildiği ileri teknoloji ürünleridir. Ülkemizin bor maden yatakları açısından çok zengin olduğu düşünüldüğünde bu gelişmelerin millî ekonomiye çok fazla katkısının olacağı sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle yer altı kaynaklarının değeri bilinmelidir. Görsel 6.2'de gövde üzerinde farklı çeliklerin kullanım alanları görülmektedir.




**Görsel 6.2:** Gövde üzerinde kullanılan farklı çelik çeşitleri

### 6.1.2. Otomotiv Sac Şekillendirmede Kullanılan El Takımları

Sac şekillendirmede kullanılan başlıca takımlar aşağıda verilmiştir.

- İngiliz çekici
- Tokmak
- Pleyt
- Örs
- Markalama takımları
- Dayama takozları
- Kaportacı çekiçleri
- Özel kaportacı penseleri

### 6.1.3. Otomotiv Sac Şekillendirme Makineleri

Sac şekillendirmede kullanılan başlıca makineler aşağıda verilmiştir.

- Kollu makas
- Giyotin makinesi
- Dekupaj makinesi
- Caka (kenet) makinesi
- Abkant pres
- Hidrolik pres
- Silindir makinesi
- Kordon makinesi

#### 6.1.3.1. Kollu Makas

Üzerindeki momenti arttırmak için kullanılan koldan dolayı kollu makas olarak adlandırılmaktadır. Kollu makas el gücü ile çalışan, metal sac levhaları kesmek için kullanılan ekipmandır (Görsel 6.3). 1-6 mm kalınlıktaki sac ve lamalarda kesme işlemi yapabilecek yapıdadır. Kollu makasların profil ve çubuk kesme işlemi yapabilecek çeşitleri de mevcuttur (Görsel 6.4).



**Görsel 6.3:** Kollu makas



**Görsel 6.4:** Profil ve çubuk kesebilen kollu makas

#### 6.1.3.2. Giyotin Makinesi

Giyotin makaslar büyük ebatlardaki sac levhaların kesilmesinde kullanılır. Hassas ve ölçüsünde kesim işlemi yaparak sac malzemede ebatlama işlemini kolaylaştırır. Kesme işlemini gerçekleştiren alt ve üst iki bıçak vardır. Alt bıçak makine gövdesine sabit, üst bıçak hareketlidir. Kesilecek malzemenin kalınlığına göre üst bıçağın alt bıçağa olan mesafesi ayarlanır. Görsel 6.5'te sac levha kesme işlemi yapılan giyotin makinesi görülmektedir.



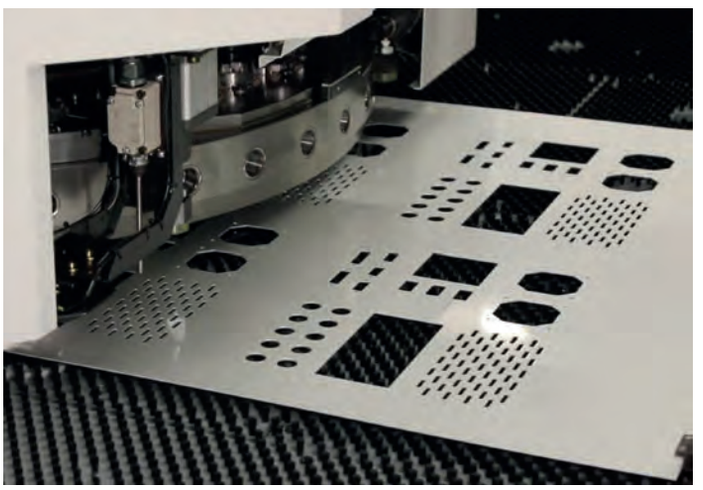
**Görsel 6.5:** Giyotin makinesi

### 6.1.3.3. Dekupaj Makinesi

Sac levha içerisinden parça çıkarılarak yapılan şekillendirme işlemine dekupaj denir. Bu işlemlerin yapılmasında kullanılan makineler de genel olarak bu isimle anılır. Dekupaj işlemi küçük el tipi dekupaj testereleri ile yapıldığı gibi çok büyük panç makineleri ile de yapılmaktadır. Görsel 6.6'da el tipi dekupaj testeresi, Görsel 6.7'de panç makinesinde şekillendirilen sac levha görülmektedir.



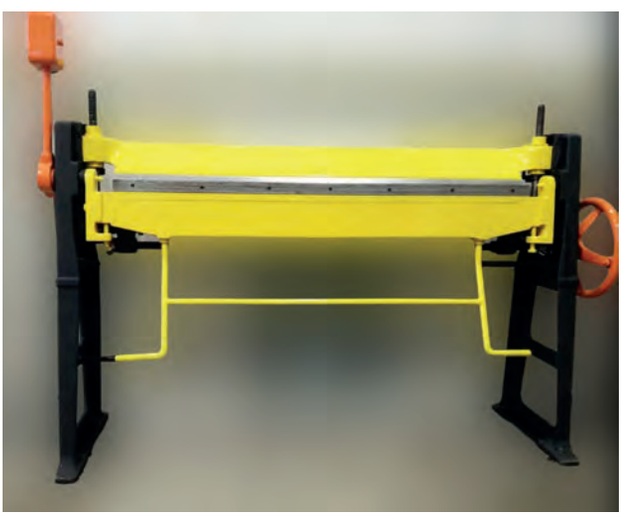
**Görsel 6.6:** El dekupaj makinesi



**Görsel 6.7:** Panç makinesi ile sac malzeme kesimi

### 6.1.3.4. Caka (Kenet) Makinesi

Sac şekillendirme işlemleri arasında en çok kullanılanı sacların kıvrılmasıdır. Sac kıvırma işlemi için kullanılan ekipmana caka adı verilir. Mekanik, hidrolik ve elektrikli cakalar mevcuttur. Atölye uygulamalarında basit el gücü ile hareket ettirilen cakalar kullanılır (Görsel 6.8).



**Görsel 6.8:** Caka

### 6.1.3.5. Abkant Pres

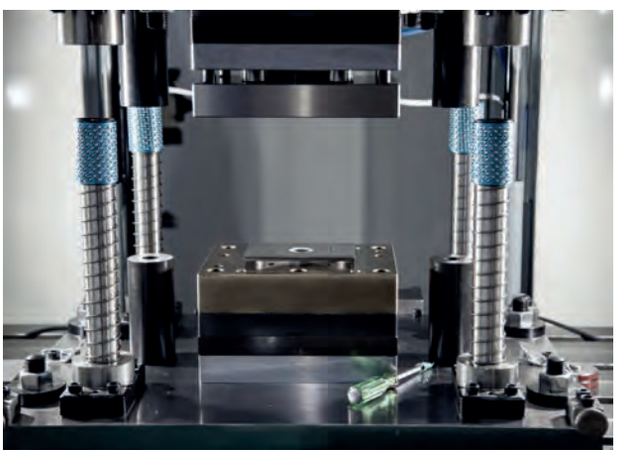
Abkant presler bir alt kalıp ve bir üst kalıp vasıtası ile yüksek güç uygulayarak kalıplar arasındaki metal sac parçayı istenilen şekle getirir. Abkant preslerde uygulanan kuvvet; hidrolik, pnömatik veya elektrikli düzeneklerden sağlanır. Görsel 6.9'da abkant preste bükme işlemi ile şekillendirilmiş sac malzeme görülmektedir.



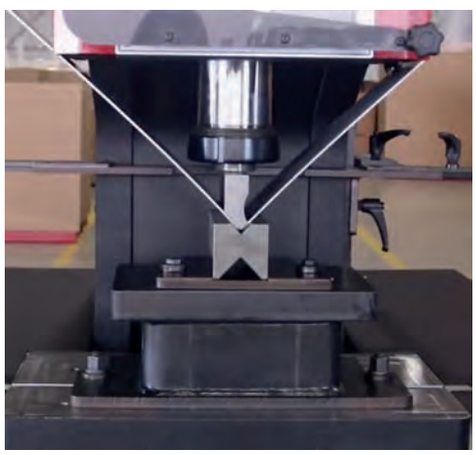
**Görsel 6.9:** Abkant pres makinesi

### 6.1.3.6. Hidrolik Pres

Hidrolik pres iki kalıp arasındaki metal levhayı hidrolik düzenekler ile elde edilen güçle sıkıştırarak istenilen şekle soğuk şekillendirme ile getiren makinelerdir. Otomotiv sektöründe özellikle imalat aşamasında ve yedek parça üretiminde kullanılır. Çamurluklar, kapı ve tavan sacları, motor ve bagaj kaput sacları gibi metal sac levhaların şekillendirilmesinde hidrolik presler kullanılır. Görsel 6.10'da hidrolik pres ve Görsel 6.11'de hidrolik presle yapılan sac malzeme bükme işlemi görülmektedir.



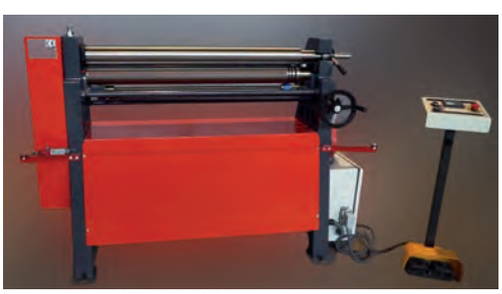
**Görsel 6.10:** Hidrolik pres



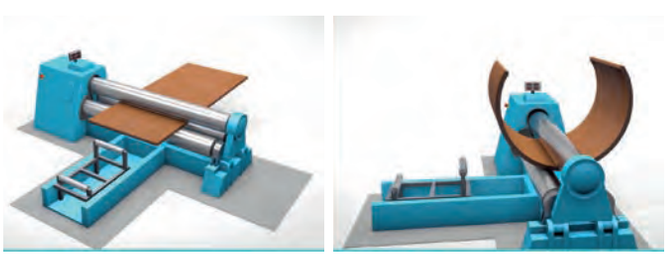
**Görsel 6.11:** Hidrolik preste sac bükme

### 6.1.3.7. Silindir Makinesi

Metal sac levhaların silindirik, yuvarlak, boru gibi parçalar haline getirilmesi için kullanılan şekillendirme makineleridir. Üzerlerinde kapasiteye göre değişen ölçülerde üç veya dört adet silindir bulunur. Sac levha silindirler içerisinden geçirilerek yuvarlatılır. Görsel 6.12'de silindir makinesi ve Görsel 6.13'te sac malzemenin yuvarlatılması işlemi görülmektedir.



**Görsel 6.12:** Silindir makinesi



**Görsel 6.13:** Silindir makinesinde sac malzeme işlenmesi

### 6.1.3.8. Kordon Makinesi

Silindirik olarak şekillendirilen sac parçaların mukavemetini sağlamak, şeklini muhafaza etmek için belirli kalıplarla bükme işlemi yapan makinelerdir. Birbirine ters olarak dönen kalıpların veya oluk makaralarının arasına yerleştirilen sac malzemenin istenilen yerinde kordon bükme işlemi gerçekleştirilir. Kordon makinesi kullanımına en iyi örnek varil yapımıdır. Görsel 6.14'te varil üretiminde kullanılan kordon makinesi görülmektedir.



**Görsel 6.14:** Kordon makinesi ile varil imalatı

### 6.1.4. Markalama ve Markalama Takımları

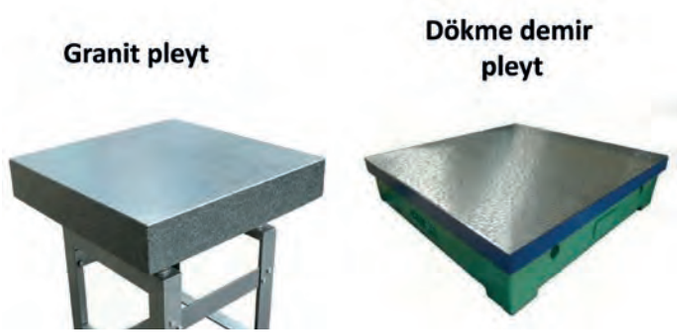
Sac şekillendirme işlemlerinin ilk basamağı markalamadır. Yapılacak olan işlemler ile ilgili çizimlerin iş parçası üzerine aktarılmasına markalama denir. Bu çizimler ile sac malzeme üzerinde kesilecek bölümler, deliklerin yerleri, kaynak yapılacak kısımlar belirtilir. Bu nedenle markalama işlemi yapılırken özen gösterilmeli ve hata yapmamaya dikkat edilmelidir. Markalamadaki hatalar işlem sonunda parçada olacak hatalara sebep olur. Hatalı parçalar hem malzeme israfına hem de zaman kaybına neden olur.

Markalama işlemlerinde kullanılan takımlar şunlardır:

- Markalama pleyti
- Çizecek
- Çelik cetvel
- Pergel
- Gönye
- Nokta
- Çekiç
- Mihengir

#### 6.1.4.1. Markalama Pleyti

Dökme demirden imal edilmiş ve alt kısımları petek benzeri destek bölümlerinden oluşan, yüzeyi hassas işlenmiş tablalardır. Üzerinde markalama işlemleri yapılacağından yüzey düzgünlüğü çok iyidir. Granit malzemeden imal edilenleri de vardır. Görsel 6.15'te granit ve dökme demir pleytler, Görsel 6.16'da pleytin yapısı gösterilmiştir.




**Görsel 6.15:** Pleyt çeşitleri



**Görsel 6.16:** Pleytin yapısı

Pleytlerin yüzeylerinde bozukluk olup olmadığını anlamak için mastarlar ile aralıklı olarak kontrol edilmelidir. Çok ağır olduklarından konuldukları yer sağlam değilse veya pleyt dengesiz yerleştirilmişse eğilmeler olabilir.

Markalama pleytlerinin üzerinde sadece markalama işlemleri ve ölçüm doğrulamaları yapılmalıdır. Yüzeyleri sert cisim darbelerinden, aşındırıcı maddelerle temastan korunmalıdır. Pleytler kullanılmadığında pleytlerin üzerinin örtülmesi gerekir. Pleyt yüzeyine ince bir yağ tabakası sürülerek korozyondan korunmalıdır.

#### 6.1.4.2. Çizecek

Uygulama parçası üzerine markalama çizgilerini çizmek için kullanılan çelik, sivri uçlu kalemlerdir (Görsel 6.17). Kullanıma bağlı olarak köreldiklerinde bilenmelidir. Normal sertlikteki çelik malzemeler ve diğer metaller sert çelik uçlu çizecekle, sertleştirilmiş çelik malzemeler pirinç uçlu çizecekle markalanmalıdır.



**Görsel 6.17:** Çizecek çeşitleri

Çizecekler ile çizme işlemi açılı bir şekilde ve çekilerek yapılmalıdır. Kesinlikle dik tutularak veya ileri doğru itilerek çizim yapılmamalıdır. Dik tutulmaları çizecek ucunun erken körelmesine, ileri iterek çizim yapılması takılma veya kırılmalara neden olur. Çizecekler kullanılmadıklarında sivri uçları özel plastik kapakları ile kapatılarak iş dolabının veya takım arabasının çekmecesine konulmalıdır.

### 6.1.4.3. Çelik Cetvel

Markalamada bütün çizim ve ölçü alma işlemlerinde çelik cetveller kullanılır. Ölçü kısmı "mm" bölüntülü olup çelik cetvellerin uzunlukları 150, 200, 300 ve 500 mm arasında değişmektedir. Görsel 6.18'de çelik cetvel ve çizecek ile markalama işlemi görülmektedir.



**Görsel 6.18:** Çelik cetvel ve çizecek kullanımı



**Görsel 6.19:** Pergel çeşitleri

### 6.1.4.4. Pergel

Pergeller, markalamada daire ve yayların çizimlerinde, deliklerin belirlenmesinde kullanılır. Pergellerin farklı biçimde olanları vardır. Hangi şekilde olursa olsun markalamada kullanılan pergelin ayakları aynı uzunlukta ve ikisinin de ucu sivridir. Ayakları tırtıllı vida ile açılan pergeller daha hassas ayarlanma özelliğine sahiptir. Görsel 6.19'da sabitleme şekilleri farklı pergeller görülmektedir.

Pergel kullanılırken pergelin bir ayağının sivri ucu çizilecek daire veya yayın merkezine konulur. Pergel eğik tutularak diğer ayağın sivri ucu ile çizim gerçekleştirilir. Pergel ve çizecek ile çizim işleminde bir kerede çizmeye dikkat edilmelidir. Tekrar aynı çizimin üstünden geçilmesi hem zaman kaybına hem de çizgilerin çoğalmasına neden olur.

### 6.1.4.5. Gönye

Markalama işlerinde çok farklı biçim ve işlev gören gönyeler kullanılmaktadır. Ayarlı gönye, şapkalı gönye ve merkezleme gönyesi gibi çeşitleri mevcuttur. Gönyeler açılı çizgilerin çizimi, çizgilerin ve kenarların birbirine dikeyliğinin kontrolü, dairesel yüzeyli parçaların merkezini bulma gibi işlevleri yerine getirir. Görsel 6.20 ve Görsel 6.21'de farklı gönyeler görülmektedir.



**Görsel 6.20:** Köşe gönye



**Görsel 6.21:** Ayarlı gönye

### 6.1.4.6. Nokta

Nokta, parça üzerinde bulunan deliklerin merkezinin işaretlenmesinde kullanılır. Bu işaretleme özellikle matkap ucunun delme sırasında parça üzerinde kaymasına engel olarak düzgün bir delmenin yapılmasını sağlar. Delik merkezinin noktalanmasında ucu 90°lik nokta kullanılır. Parçada derin izler olması istenmediğinde ucu 30 ve 60° açılı noktalar kullanılır. Noktalama işleminde de nokta bir defada vurulmalıdır. Tekrar sayısı arttıkça nokta çapı büyür ve noktanın dairesel özelliği kaybolur. Görsel 6.22'de üstte standart bir nokta, altta ise ucu değişebilen nokta, yedek ucu ile birlikte görülmektedir.



**Görsel 6.22:** Nokta çeşitleri



**Görsel 6.23:** Tesviyeci çekici

### 6.1.4.7. Çekiç

Markalama işleminde tesviyeci çekici olarak adlandırılan çekiçler kullanılır. Nokta vurma işleminde kullanılan çekiç ağırlık olarak 100-500 gr arasında değişmektedir. Bu ağırlık noktanın büyüklüğüne ve markalama yapılan malzemenin kalınlık ve cinsine göre ayarlanmaktadır (Görsel 6.23).

### 6.1.4.8. Mihengir

Mihengir, markalama ve kontrol aleti olarak kullanılmaktadır. Çelik cetvel ve çizeceğin birleştirilmiş hali olarak tanımlanabilecek mihengirler, düşey yüzeylerde markalama işlemlerinin kolay yapılmasını sağlar. Mihengir ile düşey pozisyonda birbirine paralel çizgiler çizilmektedir. Mihengirlerin verniyerli, saatli ve dijital çeşitleri bulunmaktadır.

Mihengir, pleyt üzerinde yani düz zeminde kullanılmalıdır. Mihengirin zemine temas eden kısmı ölçü olarak "0/sıfır" alınır. Görsel 6.24'te verniyerli mihengir, Görsel 6.25'te ise saatli mihengir ile parça üzerine çizim işlemi görülmektedir.



**Görsel 6.24:** Verniyerli mihengir



**Görsel 6.25:** Saatli mihengir ile markalama işlemi

### 6.1.5. Elastikiyet Sınırı Yüksek Sacların Şekillendirilmesi

Araç gövde üretiminde ve yedek parça imalatında kullanılan birçok araç kaporta parçası ayrıntılı geometrik şekillerde bulunmaktadır. Kullanılacak çelik malzemenin farklı geometrilerde şekillendirilmesi için işlenebilirlik özelliğinin fazla olması gerekmektedir. Bu noktada iki kavram ortaya çıkar.

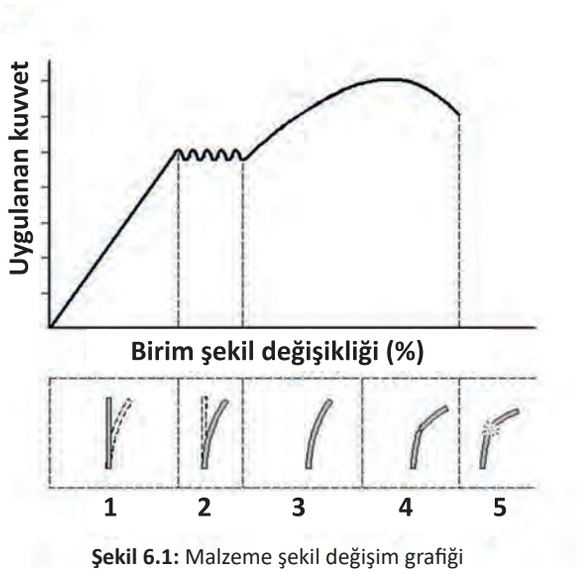
**Elastikiyet:** Bir malzemeye uygulanan kuvvetler ortadan kalktığında malzemenin tam olarak eski haline dönmesine elastikiyet denir. Elastikiyet arttıkça malzemenin kalıcı şekil değişimine uğramadan dayanabileceği kuvvet artar. Elastik şekil değişikliği kalıcı olmayan değişikliktir.

**Plastiklik:** Malzemeye uygulanan kuvvet, akma noktası olarak da bilinen elastikiyet sınırını aşacak büyüklükte olduğunda kalıcı şekil değişimi başlar. Bu, plastiklik/uzayabilme özelliği olarak adlandırılır. Plastiklik özelliği malzemenin şekillendirilme kapasitesini gösterir. Plastik şekil değişikliği kalıcıdır.

Şekil 6.1'de kuvvet uygulanmış malzemede meydana gelen şekil değişikliği grafik olarak görülmektedir.

Malzemede meydana gelen şekil değişikliği 5 kademe halinde olmaktadır.

1. Elastik deformasyon aralığı
2. Akma noktası
3. Plastik deformasyon aralığı
4. Malzemede uzamanın başlaması
5. Malzemede kırılma



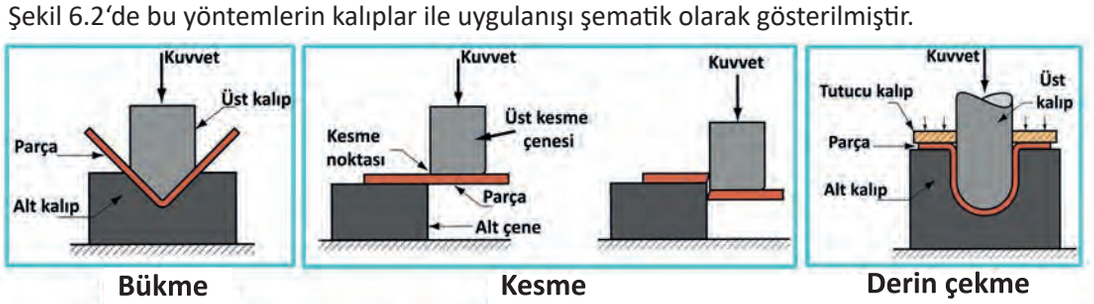

**Şekil 6.1:** Malzeme şekil değişim grafiği

Gövde üzerinde bulunan çamurluklar, kapı sacları, tavan sacı, motor ve bagaj kaputları **panel** olarak adlandırılmaktadır. Paneller yüksek şekillendirme özelliğine sahip malzemeden imal edilmektedir. Otomotiv gövdelerindeki panellerin ve karmaşık geometrik şekle sahip parçaların üretiminde az karbonlu, alaşımsız (düşük alaşımlı) çelikler kullanılır. Çeliğin işlenebilirlik özelliğini arttırmak ve şekillendirmelerde hasar almasını (kılcal çatlaklar, köşelerde uzamalar gibi) önlemek amacıyla bazı katkı elementleri çeliğin içerisine ilave edilmektedir.

Metal sac malzemenin şekillendirilmesi kalıplar yardımıyla olur. Şekillendirme için gereken kuvvet kalıplar yardımıyla malzemeye uygulanır ve malzemedeki yük, akma noktasını geçtiğinde plastik şekil değişimi oluşur. Kalıp ile baskının devam etmesi sonucu malzeme yeni şeklini yani kalıbın şeklini alır.

#### 6.1.5.1. Saclarda Yapılan Şekillendirme Çeşitleri

Metal sac malzemenin şekillendirilmesinde genel itibarıyla bükme, kesme ve derin çekme yöntemleri kullanılır. Şekil 6.2'de bu yöntemlerin kalıplar ile uygulanışı şematik olarak gösterilmiştir.




**Şekil 6.2:** Sac malzemelerde şekillendirme yöntemleri




**Görsel 6.26:** Sac malzemelerde kalıplar yardımıyla yapılan şekillendirme örnekleri

| UYGULAMA 6.1. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Sac Üzerinde Markalama Yapma | |
| AMAÇ | Sac malzeme üzerine belirtilen çizimi markalamak | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçası (150x150x1,2 mm ölçülerinde DKP sac)
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- P80 tabaka kuru kâğıt zımpara

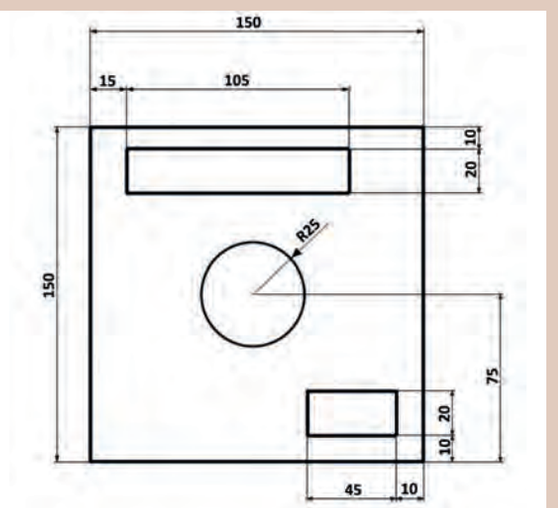
**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.

2) 150x150x1,2 mm ölçülerinde DKP sac malzemeyi temin ediniz.
Kesme işlemlerini gerçekleştiriniz.
**Bakınız: Uygulama Yaprağı 2.2. İstenilen Ölçüde Parça Kesme**

3) Uygulama sac parçasını tel fırça ve zımpara kullanarak kir, yağ ve oksit tabakalarından temizleyiniz.

4) Şekil 6.3'te görülen çizimi uygun markalama aletlerini kullanarak iş parçasına aktarınız.



**Şekil 6.3:** Uygulama parçasının markalanması

5) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

**3. Uygulama Değerlendirme**

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | İş parçasının ölçüsünde kesilmesi | 15 | |
| 3 | İş parçasının mekanik temizliğinin yapılması | 15 | |
| 4 | İş parçasının markalanması | 40 | |
| 5 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 10 | |
| 7 | Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 6.2. OTOMOTİV SACLARINDA DOĞRULTMA TEKNİKLERİ

Harici bir kuvvet etkisi ile eğilen, bükülen ve hasar alan sac metal parçaların çeşitli ekipmanlar kullanılarak eski haline getirilmesi işlemine doğrultma adı verilir. Otomotiv gövde sac malzemelerin doğrultma işlemleri soğuk halde yapılmaktadır. Isıtarak doğrultma, malzemenin iç yapısında istenmeyen etkiler oluşturduğundan kullanılmamalıdır.

Doğrultma işlemi çeşitli el aletleri kullanılarak sacın uygun şekilde dövülmesi suretiyle yapılmaktadır.

### 6.2.1. Sac Doğrultma İşleminde Kullanılan El Aletleri

#### 6.2.1.1. Çekiçler

Sac malzemelerin hasarlı kısımlarının doğrultulması için bir güç uygulanması gerekmektedir. Bu güç çeşitli özelliklerdeki çekiçler kullanılarak sağlanır. Sac malzemelerde kaba doğrultma işlemleri için İngiliz çekici adı verilen bombe başlı çekiç kullanılır (Görsel 6.27). Malzemenin kenarlarında bulunan eğikliklerin düzeltilmesinde ise hafif tesviyeci çekiçleri kullanılır (Görsel 6.28).



**Görsel 6.27:** İngiliz çekici



**Görsel 6.28:** Farklı ağırlıklarda tesviyeci çekiçleri

Çekiçleme işleminde doğrultma yapılacak sac malzemeye ne kadar kuvvet uygulanacağına karar verilmelidir. Hasarın boyutuna ve şekline göre az veya çok kuvvet uygulanması istenebilir. Kuvvet, çekici sallamak için güç aldığımız yer ile bağlantılıdır. Çekiç sallama işlemi; bilekten, koldan ve omuzdan güç alınarak üç farklı şekilde yapılır. Çekiçleme kuvvetinin az olması isteniyorsa bilekten, fazla olması isteniyorsa sırasıyla kol ve omuzdan çekiçleme yapılır. Bu yöntem moment kolunun arttırılarak gücün arttırılması prensibine dayanır.

Çekiçleme yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Uygulama sırasında iş güvenliği kurallarına uyulmalı ve gereken kişisel koruyucu donanım kullanılmalıdır.
- Çekiçleme işlemi sırasında etrafımızda, yakın çevremizde kimse olmaması gereklidir. Ayrıca kırılabilecek ve hasar alabilecek malzemeler de yanımızdan uzaklaştırılmalıdır.
- Çekiç, işlem öncesinde kontrol edilmelidir. Baş kısmı sap üzerinde oynamamalı, sabit durmalıdır. Çekiç başında çatlak, ezik, kopmuş parça gibi hasarlar olmamalıdır.
- Sap kısmında kırık, çatlak, kıymık, keskin kenar gibi hasarlar olmamalıdır. Sap değiştirilecekse çekiç başının ağırlığına uygun sap seçilmelidir.

- Çekiç başka bir çekice, direkt örs üzerine, taşa veya duvara vurulmamalıdır.
- Çekiçlenen malzeme mümkünse kıskaç veya ayarlı pense gibi aletler ile sıkı bir şekilde tutulmalıdır. Eğer malzeme el ile tutulacaksa darbeye dayanıklı eldiven giyilmeli ve çekiçleme dikkatle yapılmalıdır.

### 6.2.1.2. Tokmaklar

İnce kesitli veya yumuşak sac malzemelerde doğrultma işlemlerinde tokmaklar kullanılır. Tokmakların doğrultma için kullanılan kısımlarının ağaç, plastik veya lastik malzemeden imal edilmiş çeşitleri bulunmaktadır. Görsel 6.29'da farklı tokmaklar görülmektedir.



**Görsel 6.29:** Tokmak çeşitleri

### 6.2.1.3. Örs

Sac malzemeler sağlam bir zemin üzerinde çekiçlenerek doğrultulmalıdır. Bu sağlam, dökme demirden veya güçlendirilmiş çelikten imal edilmiş altlık görevi gören alete **örs** denir.

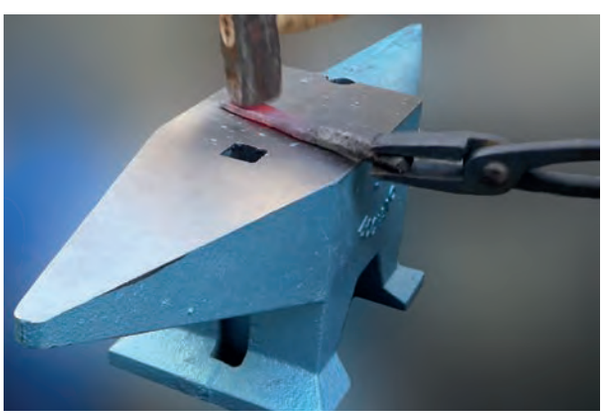
Örslerin bir ucu sivri boynuz şeklindedir. Bu kısımlar malzemelerin oval şekil verilmesi için kullanılır. Örsün üzerinde biri kare, diğeri küçük daire şeklinde iki delik kısım bulunabilir. Daire şeklindeki zımba deliği, kare olan keski deliğidir. Atölyelerde kullanılan örslerin ağırlığı 50-350 kg arasında değişmektedir.

Örs, kullanım için ideal yükseklikte olmalıdır. Çekiçleme sırasında teknisyen eğilmek zorunda kalıyorsa örs alçakta, teknisyenin çekiçleme yaptığı kol tam aşağı inmeden vurma işlemleri yapılıyorsa örs yüksekte demektir. Atölyede örsün yüksekliği 75-80 cm olmalıdır.

Örs yüzeyi çekiçleme işlemleri için sert olmalıdır. Örsün sertlik kontrolü çelik bilye testi ile yapılır. Ağırlığı 100-150 gr olan sert rulman bilyesi belli bir yükseklikten örs yüzeyine serbest olarak bırakılır. Bilyenin örs yüzeyine çarptıktan sonraki zıplama mesafesine bakılır. Kaliteli, istenilen sertlikteki bir örste bilyenin zıplama yüksekliği, bırakıldığı yüksekliğin yaklaşık %70'i kadar olmalıdır. Yani 100 cm yükseklikten bırakılan bir bilye 70 cm yüksekliğe geri zıplayabilmelidir. Görsel 6.30'da örs ve Görsel 6.31'de örs üzerinde çekiçleme işlemi görülmektedir.



**Görsel 6.30:** Örs



**Görsel 6.31:** Örs üzerinde çekiçleme işlemi

| UYGULAMA 6.2. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Sac Doğrultma Yapma | |
| AMAÇ | Sac malzemeyi örs üzerinde doğrultmak | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçası (Uygulama 6.1'de hazırlanan iş parçası)
- Örs
- Çekiç

**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.

2) Bu uygulamada Uygulama 6.1'de hazırlamış olduğunuz 150x150x1,2 mm ölçülerindeki DKP sac malzeme kullanılacaktır. Parçayı hazırlayınız.

3) İş parçasının kalınlığını dikkate alarak uygun ağırlıktaki çekici tespit ediniz ve iş tezgâh üzerine koyunuz.

4) İş parçasını örs üzerine yerleştirerek yüzey düzgünlüğünü kontrol ediniz.

5) Parçanın bir yüzeyini kontrol ettikten sonra ters çevirerek diğer yüzeyini de kontrol ediniz.

6) Özellikle parçanın kesme işlemi yaptığınız kenarlarının düzgünlüğünü kontrol ediniz.



**Görsel 6.32:** Uygulama parçasının örs üzerinde kontrol edilmesi

7) İş parçası üzerinde tespit ettiğiniz hasarları çekiçleme yöntemi ile doğrultunuz.

8) Doğrultma işlemi sabır gerektiren bir işlemdir. Acele ederek hızlı ve kuvvetli çekiç darbeleri sac malzeme üzerinde hasarın artmasına, parçanın bazı bölgelerinde ezilmelere ve istenmeyen çekiç izlerine neden olur. Sonuçta işlem süresi çok uzar, hatta iş parçası kullanılamaz duruma gelir. Hem malzeme hem de zaman israfını önlemek için çekiçleme hafif darbeler ile ve acele etmeden yapılmalıdır.

9) Parçadaki hasarın farklı noktaları çekiçlenmelidir. Parçanın hep aynı yerine vurmak parçada uzamalara neden olur.

10) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygun çekiç seçimi | 20 | |
| 3 | İş parçasının örs üzerinde kontrolü | 20 | |
| 4 | İş parçasının çekiçlenerek doğrultulması | 40 | |
| 5 | Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

**Örs Kullanımında Dikkat Edilecek Hususlar!**

- İyi bir örsün iki özelliği vardır: Serttir ve çok ağırdır. Bu yüzden hareket etmeye direnir ve çekiçleme sırasında çekiç geri tepmesi sağlayarak kullanıcıya yardımcı olur. Bu nedenle çekiçleme yapılacak örs ağırlık olarak iyi seçilmelidir. Ağır bir malzemenin hafif bir örste dövülmesi hem zordur hem de iş güvenliği açısından risk oluşturur.

- Örs her zaman dengeli durmalıdır. Hareket etmemelidir. Bu nedenle örsün yerleştirildiği yerin tesviye edilmiş olması çok önemlidir. Hareket etmemesi için ayaklarına destek yerleştirilmesi doğru bir yöntem değildir. Zeminin darbelere karşı dayanıklı ve darbeyi absorbe edecek bir yapıda olması gereklidir.

- Örs kesinlikle oturtulduğu ayaklardan dışarıya taşmamalı ve havuz gibi kapalı bir bölümün içerisine oturtulmalıdır. Örsün oturtulduğu parçanın ayakları dışa doğru açılı konumlanmış olmalıdır.

- Hiçbir zaman arada parça, malzeme yokken örs üzerine çekiç ile vurulmamalıdır. Bu hem örs ve çekice zarar verir hem de sertlikten kaynaklı çekicin geri teperek kullanıcıya çarpmasına neden olabilir.

- Örs ile çalışma yapılırken kesinlikle darbeye dayanıklı eldiven ve iş ayakkabısı giyilmesi gerekmektedir. Özellikle iş ayakkabısı kullanımı, ayaklara parça ve çekiç düşmesi tehlikesine karşı önemli bir koruma sağlamaktadır. Uzak bir ihtimal olsa da örsün devrilmesi halinde uygun seçilmiş olan bir iş ayakkabısı muhtemel ayak ezilmesine karşı koruma sağlayacaktır.

## 6.3. OTOMOTİV SACLARINDA ÇUKURLAŞTIRMA TEKNİKLERİ

Araçlarda birçok kısımda bombeli, eğimli parçalar kullanılmaktadır. Özellikle çamurluklar ve bagaj kaputlarının köşelerinde bombeli ve dairesel kısımlar bulunmaktadır. Bu gibi kısımlarda yapılacak olan doğrultma işlemleri sacın orijinal formuna uygun olmalıdır. Bu şekillendirme işlemine **saclarda çukurlaştırma** denilir. Çukurlaştırma işlemi ile sac malzemenin istenilen bölümüne derinlik verilmektedir. Çukurlaştırma işlemi dikkat gerektiren ve çok itinalı yapılması gereken şekillendirme yöntemlerinden birisidir. Bu şekillendirme sırasında malzemenin hasar alma olasılığı yüksektir. Özellikle çekiçleme ile yapılan çukurlaştırmada çekicin sivri köşeleri nedeniyle hasarlar ve yırtıklar oluşur. Sac malzemenin çukurlaştırılması sırasında çukurlaştırılan bölgede uzama olduğu için malzeme kalınlığında incelme meydana gelir. Sacın incelmesi dayanımının azalmasına ve bu bölgede çatlaklar oluşmasına neden olabilir.

Sac malzemelerde çukurlaştırma işlemi çekiçleme ile yapıldığı gibi özel makineler kullanılarak da yapılmaktadır. Bu makinelerin en çok kullanılanı **"İngiliz tekeri"** dir (Görsel 6.33). Sac malzemenin, büyüklükleri birbirinden farklı iki teker arasında hareket ettirilmesiyle çukurlaştırma işlemi yapılır.



**Görsel 6.33:** İngiliz tekeri

Özel yapım araçların panel parçalarının ve klasik araçların bulunması zor olan yedek parçalarının sac malzemeden şekillendirilerek yapılması gerekmektedir. Özellikle klasik sayılan veya kişiye özel tasarlanan motosiklet çamurluklarının imalatı sac şekillendirme ile yapılmaktadır. Bu gibi özel panel parçalarının şekillendirilmesinde İngiliz tekeri kullanılmaktadır. Görsel 6.34'te İngiliz tekeri ile sac şekillendirme işlemi görülmektedir.

Sac çukurlaştırma işlemine çukur olacak kısmın merkezinden başlanır. Çukurlaştırma işlemi için en uygun çekiç İngiliz çekicidir. Bombe başlı olması çukurlaştırma işleminde avantaj sağlar. Çekiçleme merkezden başlanarak, dairesel olarak dışarıya doğru yayılmak suretiyle yapılır. Çekiç darbeleri hafif olmalıdır. Çukurlaştırma birkaç kademede tamamlanır.



**Görsel 6.34:** İngiliz tekerinde sac şekillendirme işlemi

| UYGULAMA 6.3. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Sac Çukurlaştırma Yapma | |
| AMAÇ | Sac malzemeyi çukurlaştırarak şekillendirmek | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçası (Uygulama 6.1'de hazırlanan iş parçası)
- Örs
- Çekiç

**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.

2) Bu uygulamada Uygulama 6.1'de hazırlamış olduğunuz 150x150x1,2 mm ölçülerindeki DKP sac malzeme kullanılacaktır. Parçayı hazırlayınız.

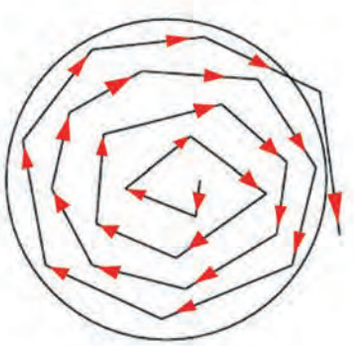
3) İş parçasının kalınlığını dikkate alarak uygun ağırlıktaki çekici tespit ediniz ve iş tezgâh üzerine koyunuz.

4) İş parçası üzerinde çukurlaştırılacak olan markalanmış kısmın orta noktasını tespit ediniz.

5) Merkezden hafif vuruşlar ile çekiçlemeye başlayınız.

6) Çekiçleme işlemine dairesel olarak ve dışarıya doğru genişleterek devam ediniz.

7) Çukurlaştırma işlemi için merkezden dışarıya çekiçlemeyi kademeli olarak tekrar ediniz.



**Şekil 6.4:** Sac üzerinde çukurlaştırma işlemi yapılması

8) Çukurlaştırma işlemi bittiğinde iş parçasını örs üzerine koyunuz. İş parçasının kenar kısımlarının düzgünlüğünü kontrol ediniz. Gerekli ise çekiçleyerek kenarların düzgünlüğünü sağlayınız.

9) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

**3. Uygulama Değerlendirme**

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygun çekiç seçimi | 20 | |
| 3 | İş parçasının belirtilen kısmının çukurlaştırılması | 40 | |
| 4 | İş parçasının örs üzerinde düzgünlüğünün kontrol edilmesi | 20 | |
| 5 | Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

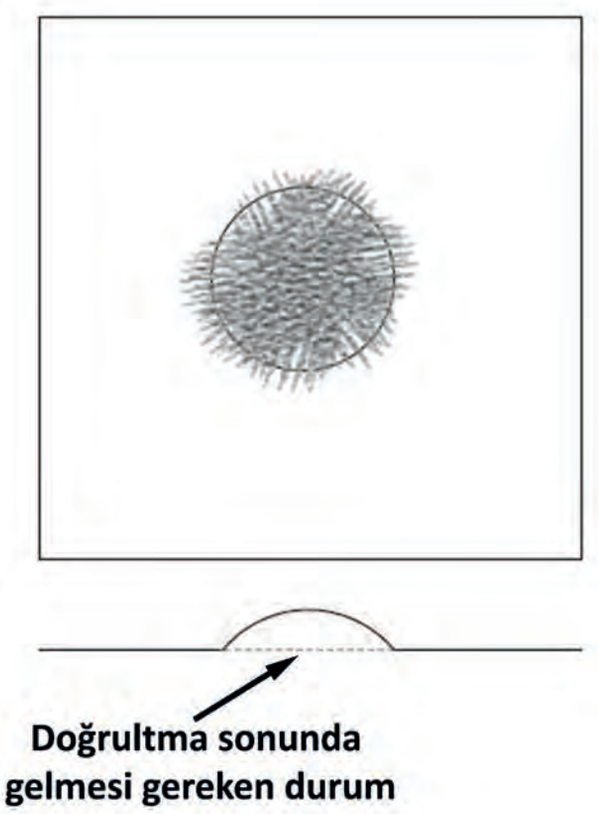
## 6.4. OTOMOTİV SACLARINDA ÇIKINTI GİDERME TEKNİKLERİ

Sac malzeme üzerinde bulunan çıkıntı hasarı malzemede uzama olduğunun göstergesidir. Çıkıntı giderme işleminde bu uzamanın giderilmesi gereklidir.

Çıkıntı giderme işleminde çekiçleme, çıkıntı hasarının dış kısmından başlayarak çevresel olarak hareket edip merkeze doğru yapılır. Parçanın o bölgesinin çıkıntı etrafından merkeze doğru toparlanmasıdır. Çekiçleme çıkıntının ortalarından başlarsa bu, sac üzerinde dalgalanmalara neden olur. Çıkıntı hasarı, küçük boyutlarda daha fazla bir alana yayılır.

Çekiçleme sırasında çekiç hafif darbeler ile vurulmalıdır. Bilekten veya koldan güç alınarak çekiçleme yapılmalıdır. Omuzdan alınan güç ile yapılan çekiçleme hasarın dağılmasına neden olur. Hasarın çevresinde darbeler sık olarak, merkeze doğru ise darbeler azaltılarak çekiçleme yapılmalıdır. Şekil 6.5'te sac malzemede çıkıntı durumu ve hasarın doğrultma işlemi sonunda getirilmesi gereken konum gösterilmiştir.

Çıkıntı giderme işleminin sonuna doğru çekiç yerine tokmak kullanılarak devam edilmelidir. Tokmak ile çekiç izlerinin de ortadan kaldırılması sağlanır. Görsel 6.35'te doğrultma işleminde kullanılan farklı malzemelerden yapılmış tokmak çeşitleri görülmektedir.




**Şekil 6.5:** Sac malzemede çıkıntı giderme işlemi



**Görsel 6.35:** Tokmak çeşitleri

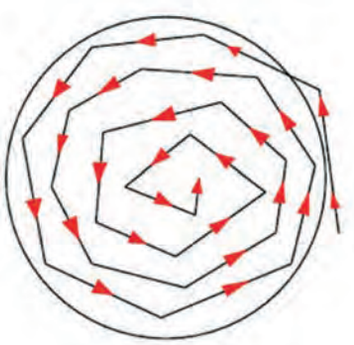
| UYGULAMA 6.4. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Sac Üzerinde Çıkıntı Giderme | |
| AMAÇ | Sac malzemenin üzerinde oluşan çıkıntı hasarını gidermek | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçası
  (Uygulama 6.3 Çukurlaştırılan İş Parçası)
- Örs
- Çekiç
- Plastik tokmak

**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.
2) Bu uygulamada Uygulama 6.3'te çukurlaştırma işlemi yaptığınız 150x150x1,2 mm ölçülerindeki DKP sac malzeme kullanılacaktır. Parçayı hazırlayınız.
3) İş parçasının kalınlığını dikkate alarak uygun ağırlıktaki çekici tespit ediniz.
4) İş parçası üzerinde çıkıntı hasarlı olan bölgeyi tespit ediniz.
5) İş parçasını çıkıntı hasarlı kısım yukarı gelecek şekilde örs üzerine yerleştiriniz.
6) Hasarın dış kısmından başlayarak ve çevresel hareket ederek merkeze doğru çekiçleme işlemi yapınız.
7) Çekiçleme işlemine dairesel olarak ve içeriye doğru daraltarak devam ediniz.
8) Merkeze yaklaştıkça çekiç darbelerini hafifletiniz. Hızlı çekiçlemeden kaçının. Bu, parçadaki hasarın yayılmasına neden olur.
9) Merkeze geldiğinizde son doğrultma darbelerini plastik veya lastik tokmak ile yapınız.



**Şekil 6.6:** Çıkıntı giderme tekniği

10) Çıkıntı giderme işlemi bittiğinde iş parçasını örs üzerine koyunuz. İş parçasının kenar kısımlarının düzgünlüğünü kontrol ediniz. Gerekli ise çekiçleyerek kenarların düzgünlüğünü sağlayınız.
11) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

**3. Uygulama Değerlendirme**

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygun çekiç seçimi | 20 | |
| 3 | İş parçasının çıkıntı hasarının giderilmesi | 40 | |
| 4 | İş parçasının örs üzerinde düzgünlüğünün kontrol edilmesi | 20 | |
| 5 | Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 6.5. OTOMOTİV SACLARINDA DÜZELTME TEKNİKLERİ

Araçların kapı sacları, ön ve arka çamurlukları, tavan sacı, motor ve bagaj kaput sacları **panel** olarak adlandırılır. Otomobil sınıfındaki araçlarda çelik malzemeden imal edilen panellerin kalınlığı ortalama 0,8 mm civarındadır. Bazı otomobil markalarında panel kalınlığı 0,6 mm'ye kadar düşmektedir. Bu değerler araç panel saclarının oldukça ince yapıda olduğunu göstermektedir.

Paneller, araçta kaza ve darbe sırasında yük taşımayan yerler olduklarından ve aracın ağırlığını hafifletmek için mümkün olduğunca ince yapılmaya çalışılır. Paneller inceldikçe hasar alma olasılıkları artmaktadır. Düzeltilmeleri de ince yapılarından dolayı hassasiyet gerektiren işlemler ile yapılır.

Panel saclarının doğrultma ve düzeltme işlemleri; özel çektirme cihazları, doğrultma aletleri ve boya hasarsız onarım yöntemleri ile gerçekleştirilir. Hangi yöntemin kullanılacağı sac malzemedeki hasarın şekli ve boyutuna göre belirlenmektedir. Sac üzerindeki boyanın bozulmadığı hasarlarda boyayı bozmadan düzeltme sistem ve teknikleri kullanılır. Derin ve boyanın bozulduğu hasarlarda çektirme sistemleri ve doğrultma yöntemleri kullanılır.

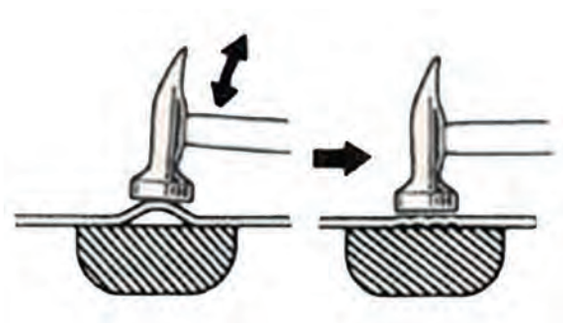


**Görsel 6.36:** Çekiç dayama yöntemi ile sac düzeltilmesi

Doğrultma ve düzeltme tekniklerinin en başında kaportacılığın da temeli olarak sayılan çekiç dayama yöntemi gelmektedir. Bu düzeltme tekniğinde özel kaportacı çekiçleri ve dayama takozları kullanılır. Görsel 6.36'da çekiç dayama yöntemi ile araç üzerinde arka çamurluk düzeltilmesi görülmektedir.

### 6.5.1. Dayama Takozları

Düzeltme işleminde çekiçleme sırasında sacın arka tarafından destek vazifesi görerek sacın eski haline gelmesine yardımcı olan ekipmanlara **dayama takozları** denir. Sac üzerinde düzeltilecek hasarlar çok farklı şekillerde olduklarından dayama takozları da değişik geometrik şekillere sahiptir. Dayama takozları bu şekillerine göre isim almaktadır. Ökçe, kama, dil, topuz, tabaka, kelebek, ray gibi farklı isimlerde de dayama takozu çeşitleri mevcuttur. Şekil 6.7'de dayama takozu kullanımı ve Görsel 6.37'de dayama takozu çeşitleri görülmektedir.



**Şekil 6.7:** Dayama takozunun kullanımı



**Görsel 6.37:** Dayama takozları çeşitleri

Dayama takozları özel sertleştirilmiş yüksek kaliteli çeliklerden imal edilir. Çekiç darbelerine karşı yüzeylerinde ezilme, bozulma ve kırılma olmayacak şekilde dayanımlı yapılmıştır. Buna rağmen çekiç direk olarak dayama takozunun yüzeyine vurulmamalıdır. Arada düzeltme yapılacak sacın olması zorunluluğu vardır.

### 6.5.2. Trançalar (Kaşık Dayamalar)

Arkası açık olan parçaların daralan köşelerinde avuç içinde bulunan dayama takozlarını kullanmak mümkün olmamaktadır. Dar alana hem dayama takozu hem de elin girmesi çok zordur. Bu nedenle dar alanlarda dayama takozu işlevi görecek, tutma kısmı daha uzun olan **kaşık dayamalar** kullanılır. Şeklinden dolayı kaşık dayama ismi alan bu tip takozlara trança da denilmektedir. Görsel 6.38'de trança seti ve Şekil 6.8'de trança ile çekiçleme işlemi görülmektedir.



**Görsel 6.38:** Trança çeşitleri




**Şekil 6.8:** Trança kullanımı

### 6.5.3. Kaportacı Çekiçleri

Sac düzeltme işlemlerinde çekiçleme için "kaportacı çekiçleri" kullanılır. Sadece sac malzemelerin düzeltilmesi amacıyla kullanılan, özel olarak imal edilmiş kaportacı çekiçleri diğer çekiçlerden şekil ve yapı olarak farklıdır. Çok hafif olmalarına rağmen oldukça sert bir yapıları vardır. Ahşap sap kısımları dahi özel bir geometrik şekle sahiptir. Görsel 6.39'da farklı şekillerde kaportacı çekiçleri görülmektedir.
Kaportacı çekiçlerinin hasar şekli ve kullanılacak yerlere göre farklı çeşitleri mevcuttur. Baş kısımlarının yapısı farklı hasarların düzeltilmesinde kullanılır. Kaportacı çekiçleri panel sacındaki hasarların dövülerek düzeltilmesini sağlar. Sac malzemenin dövülerek düzeltilmesi dikkat ve sabır gerektiren, hassasiyet isteyen bir işlemdir.



**Görsel 6.39:** Kaportacı çekiçleri

### 6.5.4. Çekiç Dayama ile Sac Düzeltmenin Uygulandığı Yerler

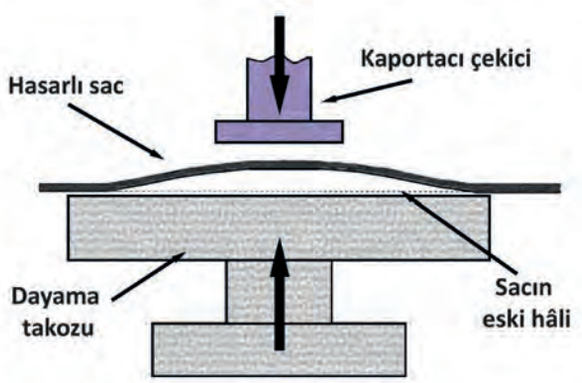
Saclarda çekiç dayama ile düzeltme işlemi arka tarafına rahatça ulaşılabilen yerlerde yapılmaktadır. Rahatça ulaşmaktan kastedilen sacın arka kısmına dayama takozu el ile birlikte girebilmeli ve takoz sıkı bir şekilde tutuluyor olmalıdır. Aksi takdirde dayama takozuna çekiç darbelerini karşılayacak kuvvet uygulanamaz. Arka kısmına ulaşılamayan hasarlarda saç düzeltme işlemi diğer çektirme yöntemleri ile yapılır.

Araç üzerinde arkası açık ulaşılabilen yerler şu şekilde sıralanabilir:

- Ön çamurluklar
- Ön davlumbaz sacları
- Arka çamurluklar
- Arka davlumbaz sacları
- Tavan sacı
- Motor kaputu
- Bagaj kaputu
- Arka panel
- Ön panel
- Bagaj taban sacı
- Kapı sacları

### 6.5.5. Panel Saclarında Çekiç ve Dayama ile Düzeltme Teknikleri

Çekiç dayama ile düzeltme işlemi, sacın arkasında dayama takozunun örs görevi görerek sacın çekiçlenmesi esasına dayanmaktadır (Şekil 6.9).



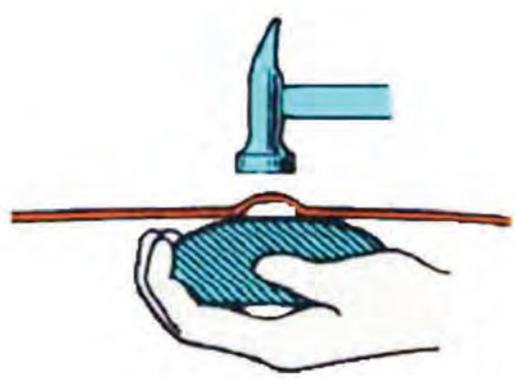

**Şekil 6.9:** Çekiç dayama yöntemi ile düzeltme tekniği

Basit görünmesine rağmen bu işlemin itinalı bir şekilde hassasiyet ve sabırla yapılması gerekmektedir. Gerekli özen gösterilmeden yapılan çekiç dayama ile düzeltme işlemi sonrasında telafisi mümkün olmayan problemler çıkabilir. Parçanın düzeltilmesi için çok fazla zaman harcanabilir veya parçanın yenisi ile değiştirilme zorunluluğu oluşabilir.

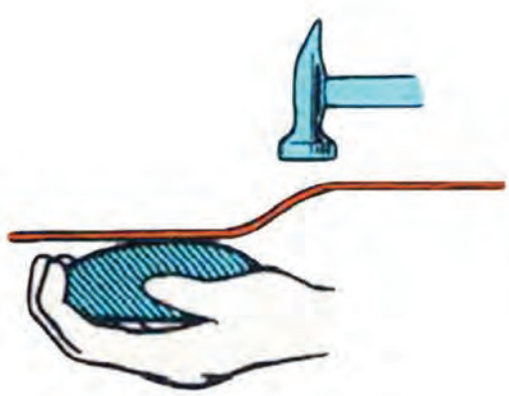
Düzeltme işleminin ilk aşaması hasara uygun çekiç ve dayama takozunun belirlenmesidir. Hasarın yeri ve büyüklüğüne göre dayama takozunun ve kaporta çekicinin şekli önemlidir. Geniş ve arkası açık hasarlarda ökçe, topuz, ray dayama takozları seçilmelidir. Arka kısmı daralan yerlerde dil ve kelebek dayama takozları kullanılabilir. Elin girmesinin mümkün olmadığı çok dar alanlarda kaşık dayamalar yani trançalar kullanılır.

Çekiç dayama yöntemi ile düzeltme işleminde genel itibarıyla üç teknikten söz etmek mümkündür:

1. **Doğrudan çekiçleme:** Bu çekiçleme tekniğinde sac malzeme direkt olarak sert bir şekilde dövülür. Dayama takozu sacın arka kısmından bastırılırken çekiç ile sac, takoz üzerinde çekiçlenir. Geniş olmayan, noktasal veya çizgisel hasarlarda uygulanmalıdır (Şekil 6.10).



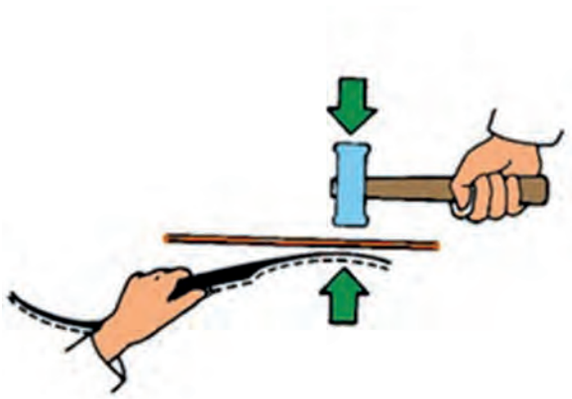
**Şekil 6.10:** Doğrudan çekiçleme yöntemi



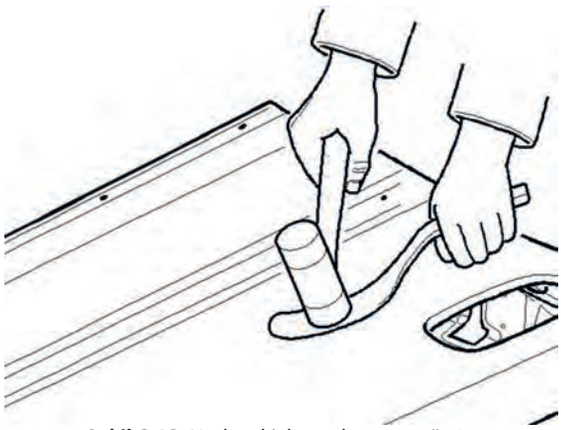
**Şekil 6.11:** Dolaylı çekiçleme yöntemi

2. **Dolaylı çekiçleme:** Dayama takozu sac panel kısmın arkasında hasarın dış kısımlarından baskı uygular. Dayama takozu üzerinde değil hasarın diğer kısmında çekiçleme yapılır. Dolaylı dövme işleminde çekiç ve dayama takozu karşılıklı kullanılmaz. Geniş veya gerilimli hasarların düzeltilmesinde tercih edilir (Şekil 6.11).

**3. Yaylı çekiçleme:** Bu yöntemde trançalar yani kaşık dayama takozları kullanılır. Sacın arkasındaki trança üzerinde hafif darbeler ile ya da hasarın üzerine yerleştirilen trançaya direkt vurularak çekiçleme yapılır. Trançanın şeklinden dolayı darbeler geniş bir alana yayılarak saca iletilir.



**Şekil 6.12:** Yaylı çekiçlemede trança altta



**Şekil 6.13:** Yaylı çekiçlemede trança üstte

### 6.5.6. Çekiç ve Dayama Yöntemi ile Sac Yüzeyinin Düzeltilmesinde Dikkat Edilecek Hususlar

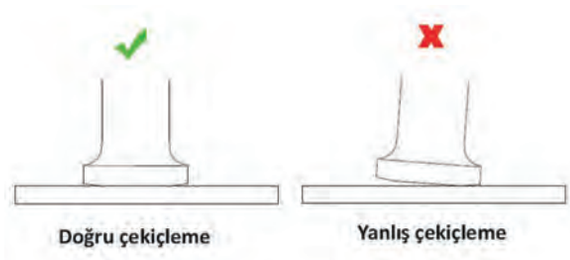
Kaportacı çekiçleri ve dayama takozları ile yapılan saç düzeltme işlemlerinde işin kaliteli olabilmesi için bazı hususlara özen gösterilmelidir. Sac malzemeler araç üzerinde panel olarak kullanıldıkları yerlerde geniş alan kaplar. Bu genişlikleri, şekil formlarının kolay bozulmasına neden olabilmektedir. Tavan sacının veya kapı sacının ortasında bulunan ufak bir eziğin düzeltilmesi sırasında uygun olmayan çekiçleme işlemi, hasarın boyutlarının büyümesine neden olur. Hasarı düzeltmek için daha fazla işçilik ve zaman gerekir.

Çekiç dayama yöntemi ile düzeltme işleminin istenilen şekilde olması, dayama takozunun doğru kullanımına ve çekicin darbelerine bağlıdır. Dayama takozu el içerisinde başparmak ve serçe parmağı arasında sabitlenmelidir. Elde sağlam tutulamayan dayama takozu, çekiç darbeleri geldikçe hareket eder. Dayama takozlarının birçoğunda parmakların girebileceği bölümler bulunur. Bu sayede parmak ezilmeleri önlenir.

Kaportacı çekiçlerinin sap kısımları elde boşluklu olarak tutulur. Çekiç sapı başparmak ve işaret parmağı arasında sabitlenir. Sac malzemelerin çekiçleme ile düzeltilme işleminde çekicin panele uygulayacağı kuvvet çok önemlidir. Çekiçlemede kuvvet, çekicin sallamaya esas alınan noktası ile ilgilidir. Parmaktan sallanan çekiç en hafif darbeleri sağlar. Bilek ve koldan çekiç sallama ile darbelerin şiddeti artırılır. Omuzdan çekiç sallanması çok yüksek kuvvetlerin oluşmasına neden olur. Omuzdan çekiç sallama gövde onarım işlemlerinde kullanılmamalıdır.

Çekiç darbeleri hafif olmalı ve çekiç sac yüzeyine dik temas etmelidir. Açılı çekiç darbeleri sac yüzeyinde kısmen derin yay izleri oluşturur. Bu izleri kaybetmek mümkün olmayıp derin zımparalama gerektirir (Şekil 6.14).

Çekiçlemede acele edilmemeli, hasarı küçülterek düzeltme işlemi yapılmalıdır. Hasar noktasal konuma geldiğinde son çekiçlemeler sivri uçlu çekiç ile hafif bir şekilde yapılmalıdır. Son şekillendirme işlemlerinde tokmaklar kullanılır.




**Şekil 6.14:** Doğru ve yanlış çekiç darbeleri

| UYGULAMA 6.5. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Çekiç ve Dayama ile Sac Yüzeyini Düzeltme | |
| AMAÇ | Sac malzeme üzerindeki hasarı çekiç dayama yöntemi ile düzeltmek | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Araç gövdesi
- Dayama takozları
- Kaportacı çekiçleri
- Tokmaklar

**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.
2) Bu uygulamada atölye öğretmeninizden temrinlik araç gövdesi üzerinde düzeltme işlemi yapacağınız hasarlı bölgeyi kalem ile belirlemesini isteyiniz.
3) Panel sacı üzerindeki hasarı kontrol ederek hangi dayama takozlarını ve kaportacı çekiçlerini kullanacağınızı tespit ediniz.
4) Hasarı keçe uçlu kalem ile dış hatlarından çizerek belirleyiniz. Bu işlem hasar olmayan yerleri çekiçlemenizi engeller.
5) Uygun dayama takozunu alarak avucunuzda tutmaya çalışınız. Elinizde sabit bir şekilde duracağı pozisyonu bulmanız gerekir.
6) Hasarlı kısmın arkasına dayama takozunu yerleştiriniz.
7) Çekici diğer elinizde başparmak ve işaret parmağı arasında boşluklu bir şekilde tutunuz. Çekici, serçe parmağınız ile hareket ettiriniz.
8) Sacın arka kısmındaki dayama takozu üzerinde sac malzemeyi çekiçlemeye başlayınız.

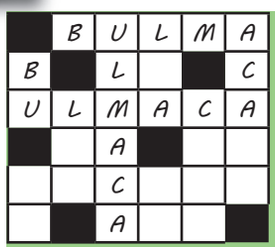


**Görsel 6.40:** Dayama takozunun yerleştirilmesi

9) Çekiçleme işlemini hasarın dış kısmından başlayarak ve dairesel olarak merkeze doğru yapınız. Çekiç darbeleri hafif olmalıdır.
10) Sac düzeltme işlemi bittiğinde sac, yay gibi içeri ve dışarı doğru hareket etmemelidir. Saca bastırdığınızda sac içeri göçerek geri geliyorsa bir müddet daha çekiçleme yapmanız gerekmektedir. Son çekiçlemeleri hasarın merkezi üzerinde yoğunlaştırın. Son şekillendirmelerde tokmakların kullanımı faydalı olacaktır.
11) Atölye öğretmeninizden düzeltme işlemini kontrol etmesini isteyiniz. Atölye öğretmeninin vereceği karara göre çekiçleme işini sonlandırınız.
12) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

**3. Uygulama Değerlendirme**

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygun dayama takozu seçimi | 15 | |
| 3 | Uygun kaportacı çekici seçimi | 15 | |
| 4 | Sac malzeme üzerindeki hasarın çekiç dayama ile düzeltilmesi | 50 | |
| 5 | Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |




# YİRMİ DOKUZ HARF BULMACA

Tabloda alfabemizin 29 harfi bulunmaktadır. Burada saklı olan en uzun kelimeyi bulunuz.

- Herhangi bir kareden başlayabilirsiniz.
- Her adımda bulunduğunuz kareye komşu (yatay, düşey, diyagonal) bir kareye hareket edebilirsiniz.
- Kullandığınız bir kareyi bir daha kullanamazsınız.
- Kelime çekim eki almamıştır.
- Birinci tablodaki kelime ve yerleşimi örnek olarak verilmiştir.
- Bulacağınız kelimeler bu öğrenme birimi içerisinde bahsi geçen kelimeler arasındandır.

Kolay gelsin.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | N |
| K | İ | Ş | J | T | Y |
| | C | L | I | Ü | Z |
| | O | D | Ç | Ö | P |
| | G | H | Ğ | S | F |
| | R | M | U | H | B | E |
| | A | | | | |

KİLOGRAM

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Ç |
| E | C | A | R | H | G |
| | L | F | S | U | O |
| | Y | Ü | J | T | Ş |
| | P | M | Ö | V | İ |
| | B | Ğ | Z | K | D | N |
| | I | | | | |

.....

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | F |
| B | Y | G | L | Ş | İ |
| | O | S | Ö | V | Z |
| | H | E | N | U | P |
| | Ü | D | K | A | T |
| | Ç | I | R | J | C | Ğ |
| | M | | | | |

.....

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | E |
| I | F | Ş | Y | U | N |
| | Ğ | O | K | Z | V |
| | H | J | İ | Ö | Ü |
| | Ç | A | G | T | D |
| | L | B | S | C | M | R |
| | P | | | | |

.....

ÖĞRENME BİRİMİ

7

# SAC MALZEMELERDEN İMALAT



## KONULAR

1. KUTU YAPMA TEKNİKLERİ
2. BORU DİRSEK VE T YAPMA TEKNİKLERİ
3. KONİ PİRAMİT YAPMA TEKNİKLERİ
4. PROFİLDEN BASİT İMALATLAR YAPMA TEKNİKLERİ

## 7.1. KUTU YAPMA TEKNİKLERİ

Sac malzemelerin teknolojik gelişmeler sonucu bütün alanlarda kullanımı yaygınlaşmıştır. Araç gövdesi, beyaz eşya, makine, ambalaj imalatı gibi birçok sektörde kullanılmaktadır. Günlük hayatta her zaman bu imalatlar ile karşılaşmak mümkündür. Evden çıkarken açılan çelik kapıdan merdivenlerden inerken tutulan metal tırabzanlara, içilen kutu meşrubatın ambalajından mutfakta kullanılan buzdolabına kadar her yerde sac imalatlar ile karşılaşılmaktadır.

Birçok sanayi sektöründe farklı şekil ve formlarda farklı özelliklere sahip sac malzemeler imalat sürecinde kullanılır. Gövde kaynak ve onarım atölyelerinde sac malzemelerden çok farklı imalatlar yapılıp kullanılır.

### 7.1.1. Kenetli Birleştirmeler

Kenet, sac gereçlerin ek yerlerinin birleştirilmesinde kullanılan yöntemlerden biridir. İnce iş parçaları kenetli olarak birleştirilebilir. Kenet işleminin kavranabilmesi için öncelikli olarak katlama olayının tanımlanması gerekir. Çünkü katlama, kenetli birleştirmenin ilk aşamasıdır.

Sac malzemenin kenarları 180° bükülüp birbiri üzerine bindirilirse malzeme, katlanmış olur. Kenetlemede kullanılan katlama işleminde, katlanan iş parçaları arasında malzeme kalınlığı kadar boşluk bırakılır. Böylece açık katlama işlemi yapılır. Bir iş parçasının iki ucunu bu şekilde katlayıp kenarların birbirine sımsıkı geçmesi sağlanırsa, kenetli birleştirme yapılmış olur. Şekil 7.1'de bükme ve kenet işlemleri görülmektedir.




Şekil 7.1: Kenet işlemi

Kenet çeşitleri şunlardır:

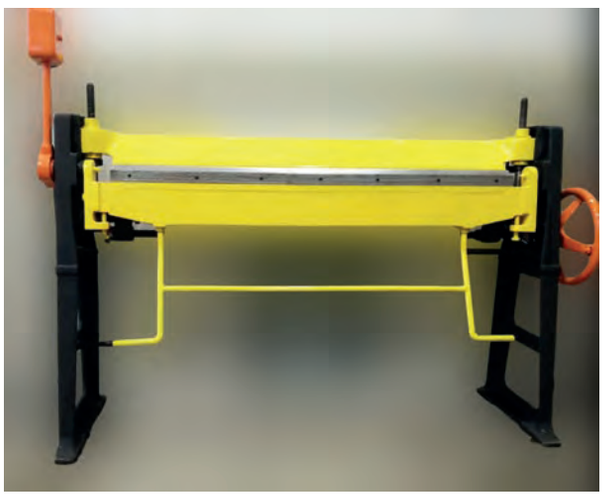
1. **Tek Düz Kenet:** Kenetli olarak birleştirilecek kenarlardan biri katlanmış, diğeriyse sadece bükülmüş durumda birbirinin içine geçirilmesiyle oluşturulmuş kenet biçimidir. Sızdırmazlığın önem taşımadığı yerlerde kullanılan tek kenet yeterli görülmez ise çift kenet yapılabilir.

2. **Çift Düz Kenet:** Tek düz kenetin yetersiz kaldığı durumlarda, kenetlenmiş parça kenarlarının bir kez daha kıvrılması sonucunda çift kenet gerçekleşmiş olur. Yeniden kıvrılma sonucunda, kenet kısmı çoğu kez fazla yuvarlak bir yüzey biçimi alır. Bu yuvarlaklık, sıkıştırılarak kaldırılabilir. İşlem basamaklarında dikkatli olunursa sızdırmaz bir birleştirme yapılır.

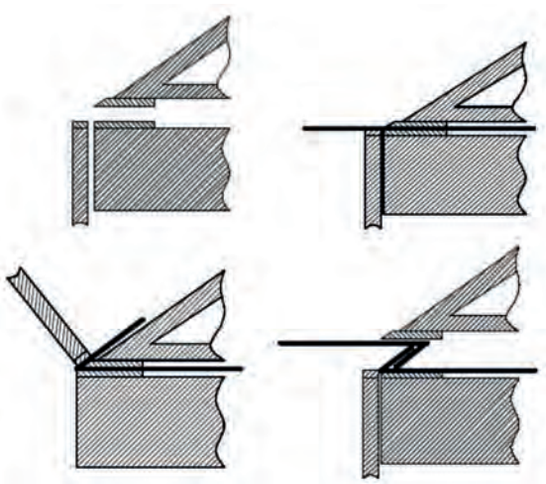
3. **Özel Kenetler:** Kenet iki kenarın birleştirilmesi için yapılan bir işlem basamağıdır. Çoğu zaman çinko, galvanizli sac, çelik ve alaşımlarından yapılmış yuvarlak ya da dört köşe kesitli boru dirsekleri, havalandırma kanallarının dirsekleri, kenetli olarak birleştirilebilir. Bu gibi durumlarda kenet kullanılırsa bunlara, özel kenet adı verilir.

### 7.1.2. Kenet Makineleri

Kenet yapmada kullanılan makineler sıkma ve eğme bükme işlemini aynı anda yapabildikleri için elde yapılan kenetten daha iyi sonuç verir. Düzgün bir kenet yapmanın ilk aşaması olan bükme işlemi ne oranda başarılı olursa elde edilecek kenet de o oranda randımanlı olur. Bu nedenle, kenet işlemleri aksi bir durum olmadığı sürece kenet makinelerinde yapılmalıdır. Kenet makineleri yalın olarak "caka" diye adlandırılan makineler ile aynıdır. Bu nedenle makinede kenet yapma, cakada bükme işlemlerinin benzeridir (Görsel 7.1).



Görsel 7.1: Caka



Şekil 7.2: Cakada bükme ve kenet işlemleri

Kenet yapılacak iş parçaları, öncelikle markalanır. Elde kenet ile kenet makinesinde yapılan kenet arasında (eğme bükme kuvvetleri dışında), işlem basamakları yönünden çok büyük farklar yoktur. Markalama çizgileri doğrultusunda kenet makinesinin sıkıştırma çeneleri arasına yerleştirilen iş parçası, üst sıkma çenesi ucunda bulunan bükme kavis yarıçapının olanakları ve makinenin bükme sınırları çerçevesinde bükülür. Makinenin üst sıkıştırma çenesinin yararı, bu işlemde açığa çıkar. Üst sıkıştırma çenesi, iş parçasının keskin kenar oluşacak şekilde bükülmesine uygun bir yapıda değildir. Bu nedenle de parça ne oranda bükülürse bükülsün, tam bir katlama oluşamaz. Şekil 7.2'de caka ile bükme ve kenet işlemleri görülmektedir.

Eğer kenet işlemi tek kenet şeklinde gerçekleştirilecek ise 90°den fazla bükülen iş parçası arasına kenet yapılacak diğer iş parçasının kenarı yerleştirilir ve sıkma çeneleri aracılığıyla iş parçası sıkılır. Bu işlem dışarıda da gerçekleştirilebilir. Düz bir tezgâh üzerinde birbirine geçirilen iş parçaları hafifçe tokmak ya da çekiç ile yaklaşık 180° olacak şekilde bükülür. Sonra da sıkı geçme için gerekli olan işlem kenet makinesinde yapılır.

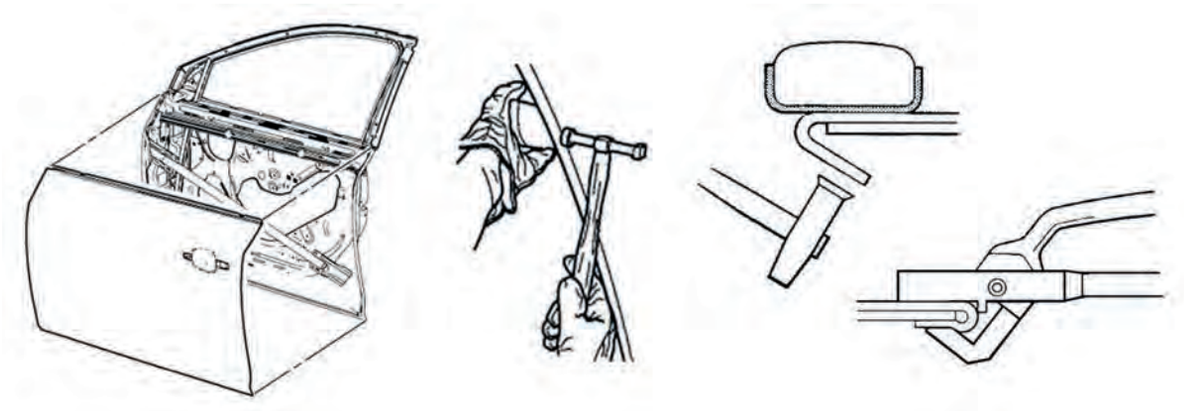
Sacların bükülmesinde kullanılan bütün makineler, **kenet makinesi** olarak adlandırılır. Bu açıdan bükme işlemini gerçekleştirebilecek nitelikte olan presler ve caka olarak da adlandırılan kenet makinesi, bu grup içerisinde düşünülmelidir. Özellikle abkant presler, uygun bükme çeneleriyle büyük boylara sahip kenet işleri için kullanılabilen preslerdir.

Kenet birleştirmelerinde kullanılan bir diğer makine ise preslerdir. Bunların içerisinde en çok kullanılanı, uygun kalıplar yapıldığı takdirde eksantrik preslerdir. Eksantrik pres tezgâhlarında hareket, bir mil üzerine monte edilmiş dişli ve eksantrik yardımıyla sağlanır. Pres adını bu eksantrikten alır. Dişliler bir yağ karteri içerisine yerleştirilmiştir. Eksantrik dişli ve vurucu başlık beraber hareket eder. Pres gövdesi üst başlığı içerisine yataklanmış olan eksantrikli dişli, kalıplama sırasında bağlantı millerini de desteklemiş olur. Ancak hareketli kurs boyunun sınırlı olması nedeniyle büyük kurslar için, krank milli pres tezgâhları tercih edilir.

### 7.1.3. Gövde Üzerinde Kenetli Birleştirmelerin Kullanıldığı Yerler

Galvanizli sac, DKP sac, alüminyum ve bakır türü malzemelerin ince kesitli olanları kenetli birleştirildiğinde diğer birleştirme türlerinde ortaya çıkan aksaklıklar meydana gelmez. Dolayısıyla kaportanın tümünde kenetli birleştirmeye rastlamak mümkündür.

En çok kullanılan yerler kıvrılarak kenetli birleştirme yapılan motor kaputu ve kapı saclarıdır. Ana iskelet kısmın üzerine panel sac kıvrılır ve kenet birleştirme yapılır. Kenet kısmının birleşim kenarına mastik adı verilen esnek ve örtücü malzemeler uygulanarak kenarlarda korozyon koruması sağlanmış olur. Şekil 7.3'te kapı sacı panelinin kapı gövdesine kenet ile birleştirilmesi görülmektedir.



Şekil 7.3: Araç kapı sacının gövdesi ile kenetli olarak birleştirilmesi

### 7.1.4. Kenetli Birleştirme Resimlerinin Sac Üzerine Aktarımı

Kenetli birleştirme resimlerinin sac üzerine aktarımına **markalama** denir. İş parçası üzerine markalama yapmak, teknik resim çizmeye benzer. Lakin yapılan çizim işlemi kâğıda değil, metal yüzeylere uygulanır. Bu yönüyle her işlem ve her markalama aletinin kullanımdaki işlem basamakları farklılık göstermektedir. Markalamada çizgilerin belirgin hale getirilmesi çizecek ve pergelle yapılmaktadır.

Teknik resimlerin sac üzerine aktarımında çizecek kullanımının işlem basamağı aşağıdaki gibidir.

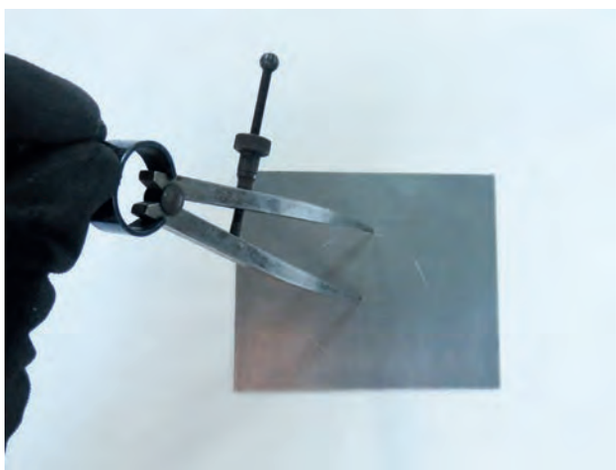
1. Cetvel ya da gönye, iş parçası üzerine yerleştirilir ve bastırılarak markalanmış çizgiye hizalanır.
2. Çizecek, üç parmakla aşırı sıkılmadan tutulur.
3. Çizecek, çekme yönünde eğik tutularak ve cetvele dayalı olarak çizgi çizilir. Çizecekle itilerek çizim işlemi yapılmamalıdır. Bu, uç kısmın erken körelmesine neden olur.
4. Cetvelin kenarına, çizeceğin yalnız ucu temas etmelidir. Çizim sırasında çizecek ucu parça yüzeyinden çizgi boyunca kaldırılmamalıdır.
5. Çizeceğin ucu parça yüzeyinde hafif bir baskı ile çizgi oluşturmalı ve parça ne kadar yumuşak ise baskı o derece hafif olmalıdır.
6. Çizgi, devamlı ve düzgün bir şekilde çok hızlı olmamak kaydıyla çekilmelidir.



Görsel 7.2: Çizecek kullanımı

Kenetli birleştirme resimlerinin sac üzerine aktarımında pergel kullanımı aşağıdaki işlem basamakları ile gerçekleşir.

1. Dairenin merkezi belirlenir ve noktalanır.
2. Pergel açıklığı bölüntülü cetvel üzerinden ayarlanır. Tam ayarlama, ayaklardan birine hafifçe vurulmak suretiyle yapılır. Bazı pergellerde ayarlama ve sabitleme için hassas mekanizmalar mevcuttur.
3. Pergel, tepesinden tutulur.
4. Bir ayağının ucu nokta içine yerleştirilir ve pergel, çizilecek yüzey üzerinde çizim doğrultusunda eğilir.
5. Çizim yaparken pergel, tepesinden tutulur ve tepe, parmaklar arasında döndürülerek daire çizimi için gereken şekilde pergelin ayaklarının pozisyonu değiştirilir.
6. Dairenin merkezi ile daire aynı düzlem içerisindeyse istenilen yarıçap olduğu gibi iş parçasına aktarılabilir. Çizilecek dairenin merkezi iş parçası dışında ise pergelin ayağını yerleştirmek üzere iş parçası önüne uygun bir takoz konulur.



Görsel 7.3: Pergel ile markalama

7. Pergel çizim yönünde mutlaka eğik tutulmalıdır. Düzgün bir çizgi elde edebilmek için düzgün hareket ettirilir.
8. Çizimin devamı süresince mümkün olduğu kadar pergelin eğiklik açısı korunmalıdır. Bu eğim tepesinden tutulmuş pergelin hareketini kolaylaştırır.
9. Pergelin tepesi aynı zamanda pergelin simetrik ekseni etrafında dairesel bir hareket yapar.
10. Pergelde kuvvetli basınç iç ayak üzerine yapılır. İç ayak, daire merkezine yerleştirilen ayaktır. Çizim sırasında pergelin merkez noktasından kaymaması gerekir. Dış ayak üzerindeki basınç, çizgi çizmeye yetecek oranda olmalıdır. Dış ayak üzerindeki basınç, iş parçasının sertliğine bağlıdır.

Markalama işlemleri sırasında genel olarak dikkat edilecek hususlar şunlardır:

1. Markalanacak iş parçasının ölçü ve açılarının tamlığı kontrol edilir.
2. İş parçası üzerinde markalamanın gerçekleştirileceği ana yüzey belirlenir.
3. Ana yüzeyden itibaren bütün ölçüler kontrol edilir.
4. Markalama yapılacak yüzeye, markalama çizgilerinin görünmesi için özel markalama boyası sürülebilir. Markalama boyası hızlı kuruyan, yağ ve su gibi maddelere karşı dayanıklı özel bir boyadır. Yüzey parlak olsa dahi kolay silinmez. Markalama boyası sürülecek yüzey, kirden ve pastan arındırılmış olmalıdır. Boya özel fırçası ile sürülmeli, sürerken deriye ve göze temas etmemesine özen gösterilmelidir.
5. Çizgilerin kesişme noktaları nokta ile belirginleştirilir.
6. Bütün çizgiler bir defada çizilmelidir. Tekrar yapılan çizme işlemlerinde çizgi kalınlaşır veya çizgide sapmalar meydana gelir.
7. Markalama işlemi tamamlandıktan sonra tüm markalama yüzeyleri resme göre kontrol edilir.

| | UYGULAMA 7.1. | Süre: 3 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Sacdan Kutu Yapma | |
| AMAÇ | Sac malzemeden kenet birleştirme ile kutu yapmak | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçası (DKP sac 1 mm kalınlık)
- Punta kaynak makinesi
- Kenet makinesi
- Kollu makas
- Sac makası
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Örs
- Çekiç

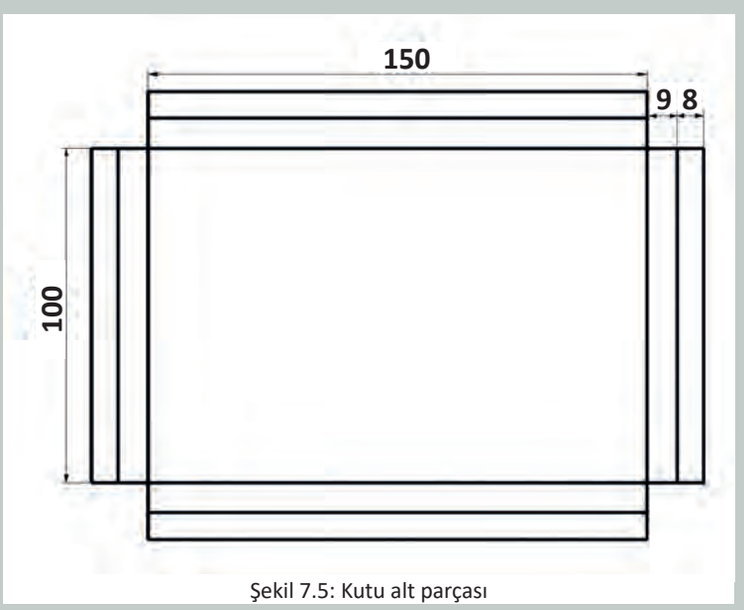
**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.

2) Şekil 7.4'te ve Şekil 7.5'te gösterilen çizimleri uygun ölçüdeki sac malzeme üzerine aktarınız.




Şekil 7.4: Kutu üst parçası




Şekil 7.5: Kutu alt parçası

3) Parçaları çizimdeki dış ölçü çizgilerinden kollu makas ile kesiniz.

4) Hassas ve köşe kesme işlemlerini sac makası ile yapınız.

5) Kestiğiniz uygulama parçası üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama Parçasının Hazırlanması**

6) Kutu üst parçasında büküm çizgileri üzerinden kıvırma işlemini yapınız. Kutu formuna gelecek şekilde kıvırınız.

7) Kenardaki 15 mm ölçüsündeki kısım punta kaynak işlemi için bırakılan paydır. Bu kısmı kutu içine gelecek şekilde hizalayınız.

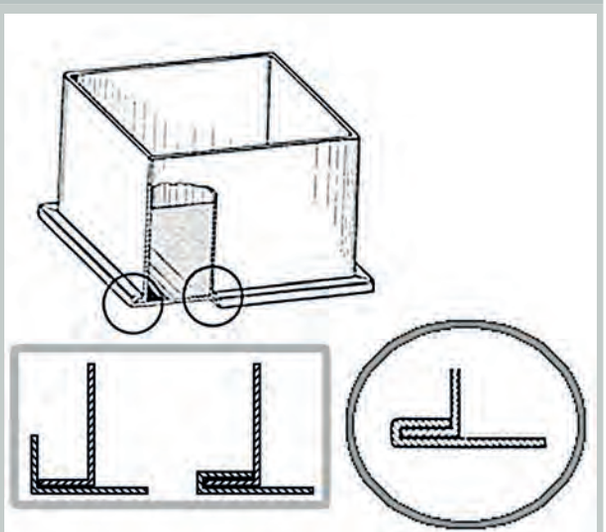
**Bakınız: Uygulama Yaprağı 3.1. Punta Kaynağı Yapma**

8) Kenar kısmın üzerindeki noktalardan punta kaynağı yapınız.

9) Alt taban parçasındaki büküm çizgilerini kıvırınız.

10) Kutu alt parçasının ilk kıvırma işleminden sonra üst parçayı Şekil 7.6'daki gibi alt parçanın içine yerleştirerek kıvırma işlemini gerçekleştiriniz.

11) Kenet işlemini örs üzerinde çekiçleyerek yapınız.



Şekil 7.6: Kenet görünümü

12) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | İmalat resminin sac parçaya aktarılması | 10 | |
| 3 | Uygulama parçalarının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 5 | |
| 4 | Uygulama parçalarının kıvrılması | 15 | |
| 5 | Kutu üst parçasında punta kaynak işleminin yapılması | 10 | |
| 6 | Kutu alt ve üst parçalarının doğru şekilde montaj edilmesi | 5 | |
| 7 | Kenet birleştirme işleminin yapılması | 25 | |
| 8 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 10 | |
| 9 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz ve düzenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 7.2. BORU DİRSEK VE T YAPMA TEKNİKLERİ

Boru malzemelerden imalatın, gövde kaynak ve onarım atölyelerinde özel kullanımı bulunmaktadır. Buggy (bagi) adı verilen arazi, kum ve çöl gibi yollarda eğlence ve hobi amaçlı kullanılan araçların şasi ve gövde yapımı tamamen boru malzemeden imal edilmiştir (Görsel 7.4).

Ayrıca yarış sporları için özel olarak tasarlanan araçların iç kısımlarının çarpışmaya ve devrilmeye karşı dayanıklılığını artırmak amacıyla bu kısımlar boru malzemeler ile güçlendirilir (Görsel 7.5).

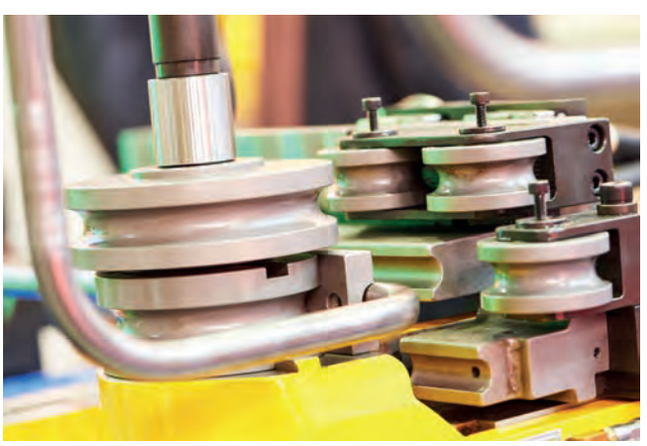


Görsel 7.4: Buggy arazi aracı



Görsel 7.5: Borular ile güçlendirilmiş yarış aracı

Boruların doğrultusunu değiştirmek için dirsek kullanılır. Kullanım yerlerine göre tek parçalı, iki parçalı veya çok parçalı dirsekler olabilir. Dirsek, boru bükme makinelerinde, boruların bükülmesi ile yapıldığı gibi farklı açılarda kesilen boruların birleştirilmesiyle de yapılmaktadır (Görsel 7.6).



Görsel 7.6: Makinede boru bükülmesi



Görsel 7.7: Boru ile T bağlantı

Boru malzeme ile yapılan imalatta boruların kesişme noktalarında T bağlantı uygulanır. T bağlantılar genelde 90° olmakla birlikte imalatın durumuna göre farklı açılarda da yapılmaktadır (Görsel 7.7).

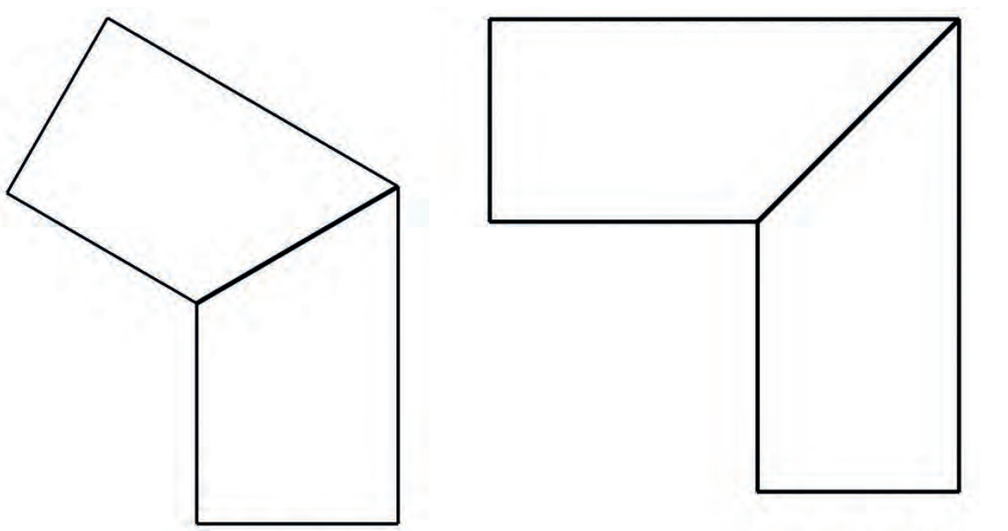
### 7.2.1. Boru Dirsek ve T Yapımı

Borularda dirsek ve T yapımında açınım ve arakesit çizimlerinden faydalanılır. Boruların birbirlerine tam uyum sağlayarak birleşmeleri önemlidir. Gövde atölyelerinde yapılan boru birleştirmelerinde sızdırmazlık kaygısı bulunmamakla beraber dayanımın iyi olması ve bağlantının yük taşıyabilmesi için boruların tam eksenlerinden birleştirilmeleri gereklidir.

Bağlantılar konstrüksiyonun gerektirdiği farklı açılarda olmaktadır. Dirsek genellikle makinelerde boruların bükülmesi ile yapılır. İstenilen dirsek şekline göre boru uçları farklı açılarda kesilip, kaynak yapılarak da dirsek imal edilmektedir. Kesme işlemi açılı metal kesme makineleri ile istenilen açıda kolayca yapılmaktadır. Spiral kesme makineleri ve el testereleri ile de kesme işlemi gerçekleştirilebilir.

#### 7.2.1.1. Boru Dirsek Yapımı

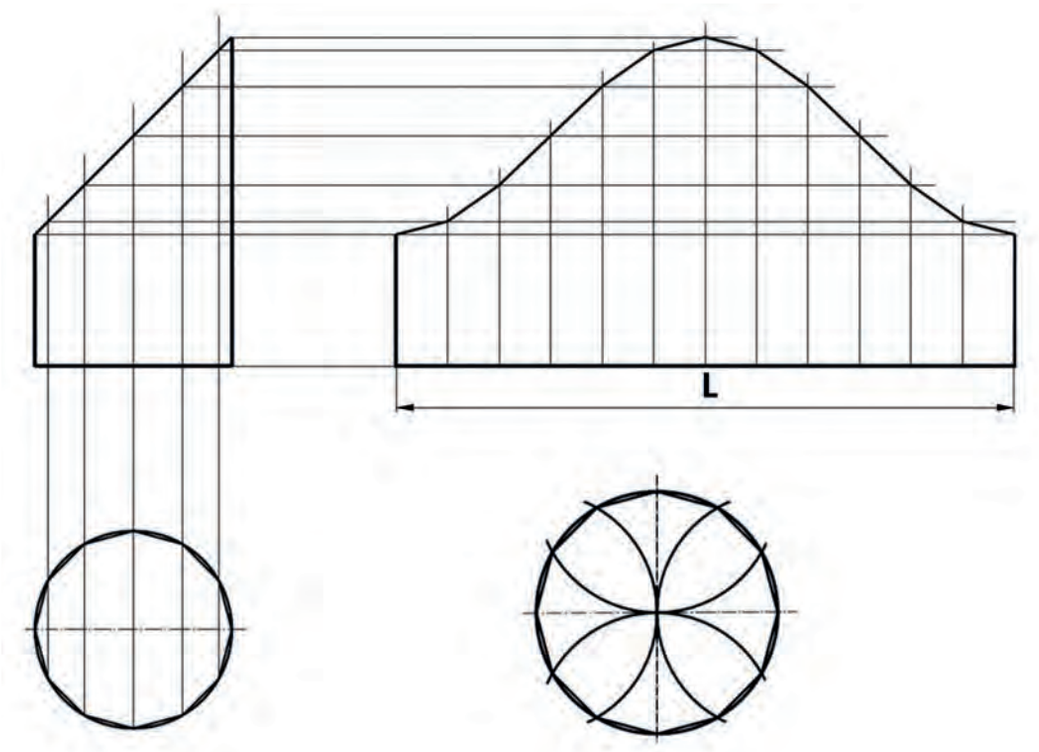
Boru dirsek yapımında dirseğin açısına göre birleştirilecek boruların kesilmesi gerekmektedir. Şekil 7.7'de farklı açılarda imal edilen dirsekler görülmektedir. 90°lik açı ile dirsek yapılacaksa borular 45°lik açı ile kesilmelidir. Bu kesme işlemi en düzgün ve en pratik olarak açılı metal kesme makinesi ile yapılır. Diğer yöntemler ile kesme işlemi yapılacaksa boru üzerinde kesilecek yerler işaretlenmelidir. Bu işaretleme açınımlardan yararlanılarak hazırlanan şablonlar yardımıyla yapılır. Şablon kullanmadan göz kararı yapılan işaretlemelerde boruları uygun şekilde uç uca getirmek mümkün olmaz.




Şekil 7.7: Borularda dirsek yapımı

Açınımı çizebilmek için boru ön ve üst görünüşü çizilir. Ön görünüşte yükseklik boru çapının 2 veya 3 katı alınır. 45°lik açıyla kesilecek kısım açıölçer yardımıyla çizilir. Üst görünüşte boru çapında bir daire çizilir. Daire pergel yardımıyla 12 eşit parçaya bölünür. Dairenin bölünmüş parça köşeleri ön görünüşe taşınır.

Yan görünüş kısmına açınım çizilir. Açınımda taban boyu yani "L" ölçüsü borunun çevre ölçüsüdür. Daire çevresi hesabı ile bulunur. Çevre uzunluğu çap ölçüsünün "π" sayısı ile çarpılmasıyla bulunur. Açınım tabanı çevre uzunluğu kadar çizilir. L uzunluğu 12 eşit parçaya bölünür. Pergel yardımıyla doğrunun istenilen sayıda eşit parçaya bölünmesi yöntemi kullanılır. Parçalar üzerinden yukarıya dikmeler çıkılır. Önden görünüşte kesik yüzey üzerinde belirlenen noktalardan bu dikmeleri kesecek şekilde taşıma çizgileri çizilir. Kesişme noktaları belirlenir. Noktalar pistole yardımıyla uygun yay çizgileri ile birleştirilerek açınım tamamlanır. Kesilen şablon kullanıma hazır hale gelmiş olur. Şekil 7.8'de 45°lik açı ile kesilecek boru için şablon hazırlanışı gösterilmiştir.

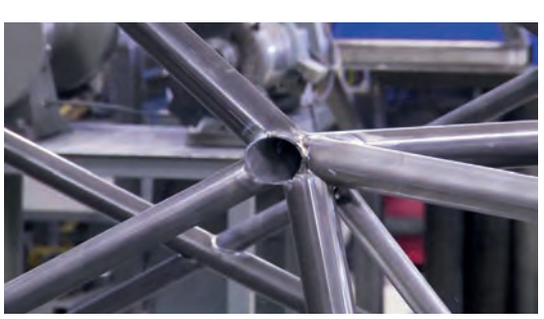



Şekil 7.8: Boru dirsek yapımı için kesme şablonu hazırlanışı

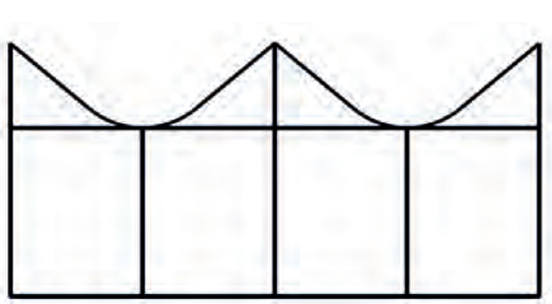
### 7.2.1.2. Boru T Yapımı

İmalatta boruların desteklenmesi amacıyla birbirine T bağlantı ile birleştirilmeleri sıklıkla kullanılmaktadır. T bağlantı genelde 90°lik açı ile olduğu gibi değişik açılarda da olmaktadır (Görsel 7.8). Boruların T bağlantılarının gerçekleştirilmesi için açınım ve arakesit çizimleri ile oluşturulan şablonlar kullanılır. Şekil 7.9'da dik T boru birleştirme işleminde kesilecek boru için hazırlanmış bir şablon görülmektedir.

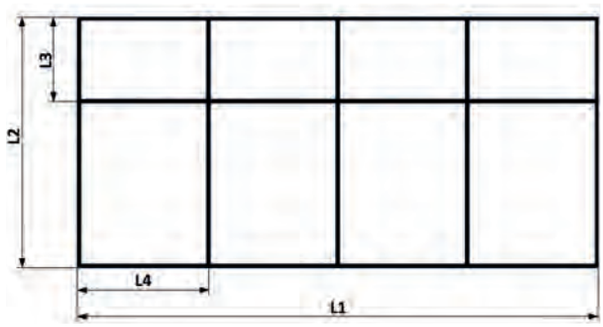
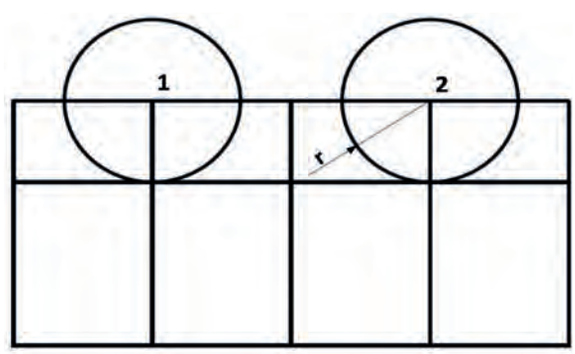
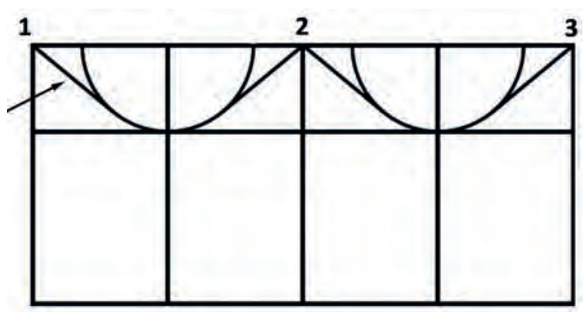
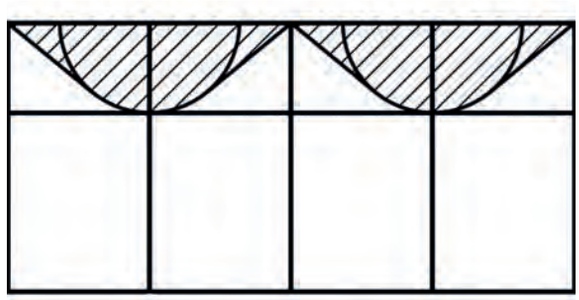
Şablon kâğıda çizilerek kesilir. Boru üzerine yerleştirilen şablon ile kesme çizgilerinin çizilmesi sağlanır.



Görsel 7.8: Boru malzemeden yapılan imalat örneği



Şekil 7.9: Boru T bağlantı için hazırlanmış kesme şablonu

| | |
|---|---|
|  | Şablon çizimi için önce L1 ölçüsü hesaplanır. L1 ölçüsü borunun çevre ölçüsüdür. Daire çevresinin hesaplanması yöntemi ile bulunur. Daire çevresi, çapın yani boru çapının "π" sayısı ile çarpılmasıyla bulunur. L4 ölçüsü çevre ölçüsünün 1/4'ü olarak hesaplanır ve taban dörde bölünerek dikme çizgileri çıkılır. L3 borunun kesitinin yarıçap ölçüsü olarak hesaplanıp çizilir. L2 ölçüsü izafi bir ölçüdür. Boru çapının iki katı kadar hesaplanarak çizilmesi yeterlidir. |
|  | Pergel yardımıyla 1 ve 2 numaralı noktalar merkez alınarak "r" yarıçapında yani boru kesit yarıçapı ölçüsünde iki daire çizilir. |
|  | Çizimde gösterilen 1, 2 ve 3 numaralı köşelerden dairelere teğet çizgiler çizilir. |
|  | Çizimin son aşamasında taralı alan belirlenir. Kâğıdın üzerinden şablon kesilerek kesilecek borunun ucuna sarılır ve bant ile sabitlenir. Çizecek veya keçe uçlu kalem ile kesme çizgileri boru üzerine çizilir. |

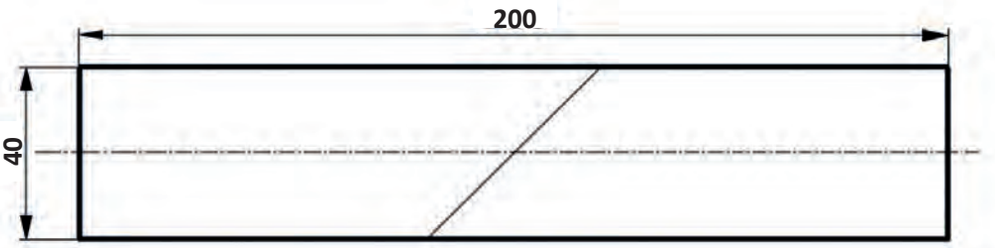
| UYGULAMA 7.2. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Borudan Dirsek Yapma | |
| AMAÇ | Boru malzeme ile dirsek yapmak | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Siyah boru (200 mm boyunda Ø 40x2 boru)
- Metal kesme makinesi
- Gazaltı kaynak makinesi ve ekipmanı
- Tel fırça
- Zımpara
- Eğe takımı
- Spiral taşlama makinesi

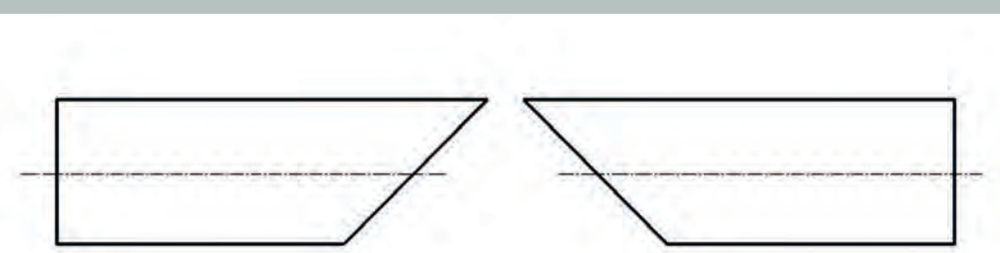
**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.
2) Şekil 7.10'da belirtilen ölçülerde uygulama parçasını temin ediniz.




Şekil 7.10: Uygulama parçasının hazırlanması

3) Uygulama parçasını metal kesme makinesinin mengene kısmına 45°lik açı ile sabitleyiniz.
4) Parçayı orta kısmından açılı olarak keserek iki parçaya ayırınız.



Şekil 7.11: Parçaların kesilmesi

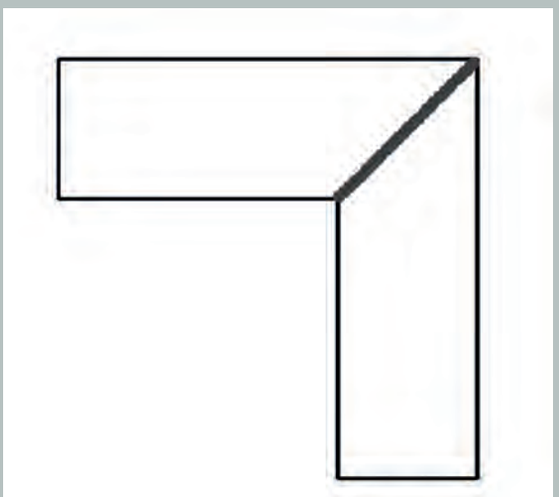
5) Kestiğiniz uygulama parçası üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız.
6) Kesme yapılan kenarları eğeleyerek düzeltiniz.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4.**
**Uygulama Parçasının Hazırlanması**

7) Boru parçalarını 90°lik dirsek olacak şekilde birbirlerine hizalayınız.

8) Parçaları gazaltı kaynağı ile birleştiriniz.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 5.4.**
**Gazaltı Kaynağı ile Yatayda Küt Ek Kaynak Yapma**



Şekil 7.12: Parçaların dirsek şeklinde kaynatılması

9) Kaynak dikişini spiral taşlama makinesi ile hafif taşlayınız.

10) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçalarının metal kesme makinesinde kesilmesi | 20 | |
| 3 | Uygulama parçalarının temizlenmesi ve kesme yerlerinin eğelenmesi | 10 | |
| 4 | Uygulama parçalarının hizalanması | 5 | |
| 5 | Parçaların gazaltı kaynak yöntemi ile kaynak işleminin yapılması | 20 | |
| 6 | Kaynak dikişinin uygun şekilde taşlanması | 20 | |
| 7 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 8 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz ve düzenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

| UYGULAMA 7.3. | | Süre: 3 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Borudan T Yapma | |
| AMAÇ | Boru malzemeden T birleşme yapmak | |

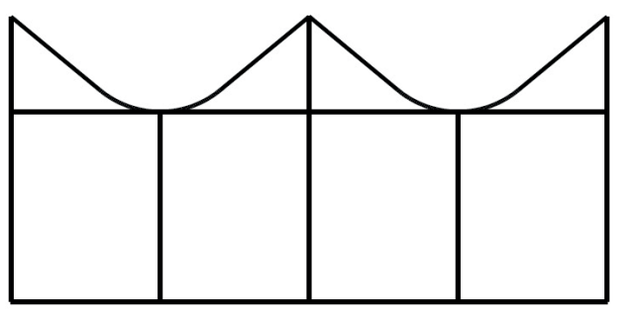
**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Siyah boru malzeme
  (Bir adet 200 mm boyunda Ø 40x2 boru)
  (Bir adet 150 mm boyunda Ø 40x2 boru)
- Gazaltı kaynak makinesi ve ekipmanı
- Markalama aletleri
- Kâğıt bant
- Tel fırça
- Zımpara
- Eğe takımı
- Spiral taşlama makinesi

**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.

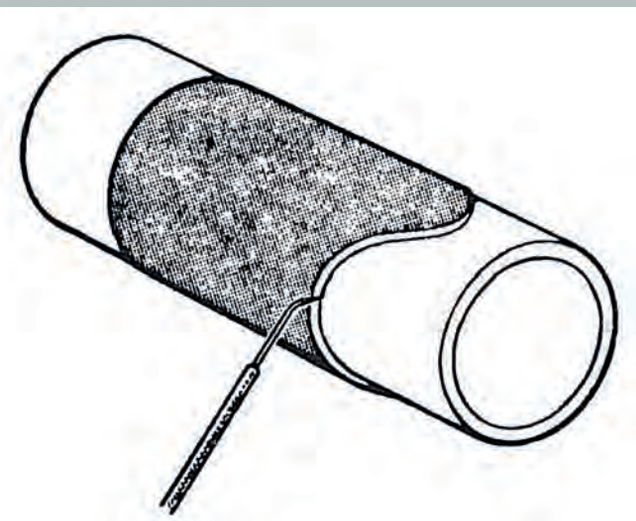
2) Şekil 7.13'teki T birleştirme şablonunu uygulama parçalarının ölçülerini esas alarak hazırlayınız.



Şekil 7.13: Parça kesilmesi için şablon

3) Hazırladığınız şablonu 150 mm boyundaki boru parçanın bir ucuna yakın şekilde Şekil 7.14'te görüldüğü gibi sarınız. Kâğıt bant ile şablonu parça üzerinde sabitleyiniz.

4) Çizecek ile şablon kenarından boru üzerini işaretleyiniz.



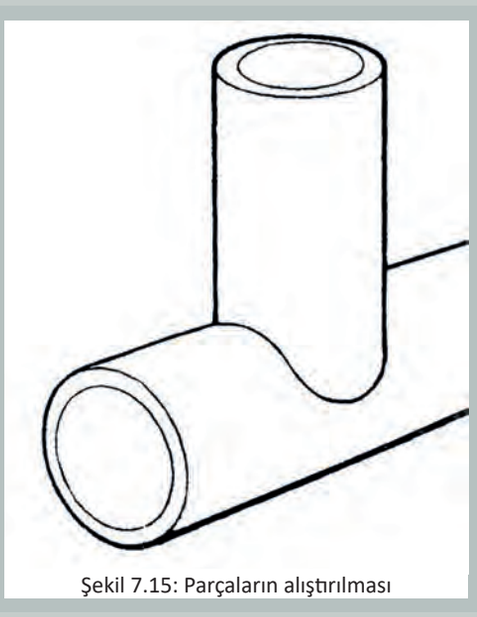
Şekil 7.14: Şablon yardımıyla parçanın markalanması

5) Çizim yaptığınız boruyu iş tezgâhında mengeneye bağlayınız.
6) Spiral taşlama makinesine uygun ölçüde kesme taşı takınız.
7) Çizgi üzerinden kademe halinde kesme işlemini yapınız.
8) Kestiğiniz uygulama parçası üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız.
9) Kesme yapılan kenarları eğeleyerek düzeltiniz.

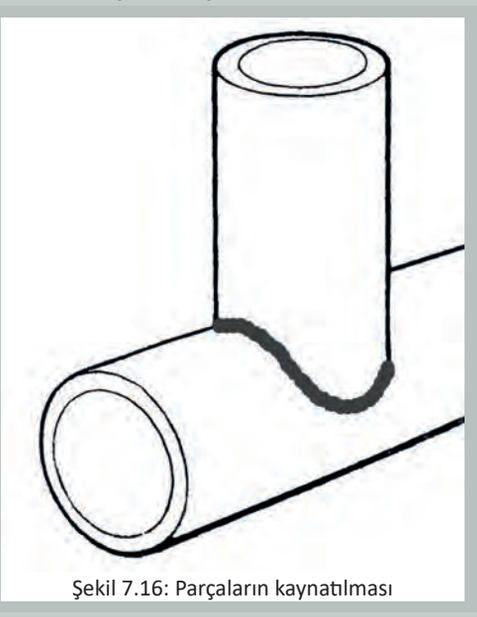
**Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama Parçasının Hazırlanması**

10) Boru parçalarını T olacak şekilde birbirlerine hizalayınız (Şekil 7.15).

11) Parçaları gazaltı kaynağı ile birleştiriniz (Şekil 7.16). **Bakınız: Uygulama Yaprağı 5.4. Gazaltı Kaynağı ile Yatayda Küt Ek Kaynak Yapma**



Şekil 7.15: Parçaların alıştırılması



Şekil 7.16: Parçaların kaynatılması

12) Spiral taşlama makinesine uygun taşlama diskini takınız. Kaynak dikişini spiral taşlama makinesi ile hafif taşlayınız.
13) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

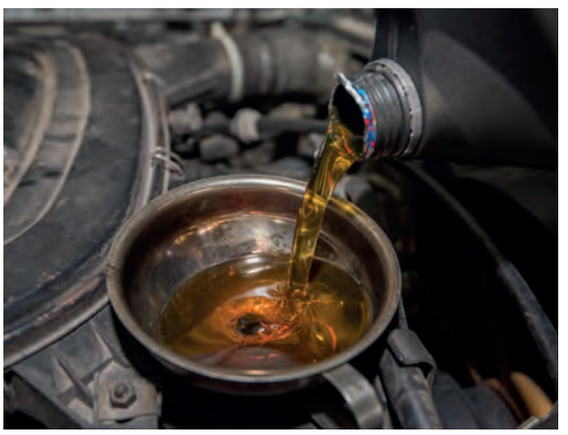
| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçalarının metal kesme makinesinde kesilmesi | 20 | |
| 3 | Uygulama parçalarının temizlenmesi ve kesme yerlerinin eğelenmesi | 10 | |
| 4 | Uygulama parçalarının hizalanması | 5 | |
| 5 | Parçaların gazaltı kaynak yöntemi ile kaynak işleminin yapılması | 20 | |
| 6 | Kaynak dikişinin uygun şekilde taşlanması | 20 | |
| 7 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 8 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz ve düzenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 7.3. KONİ PİRAMİT YAPMA TEKNİKLERİ

Sac malzemeden koni yapımında genelde ince kesitli malzemeden imalat tercih edilir. Maliyeti azaltması ve hafif imalatların kullanım kolaylığı ince sac malzeme kullanımını teşvik eder. Koni piramit şekli genelde hunilerde kullanılan geometrik şekildir. Özellikle atölyelerde kullanılan ve araçlar için gerekli olan sıvıların doldurulmasına yardımcı olan huniler bu şekilde imal edilir. Motor yağı, fren hidroliği, soğutma suyu ve antifriz gibi sıvıların doldurulmasında huniler kullanılır. Görsel 7.9'da huni ve Görsel 7.10'da motor yağı doldurma işleminde huni kullanımı görülmektedir.



Görsel 7.9: Huni

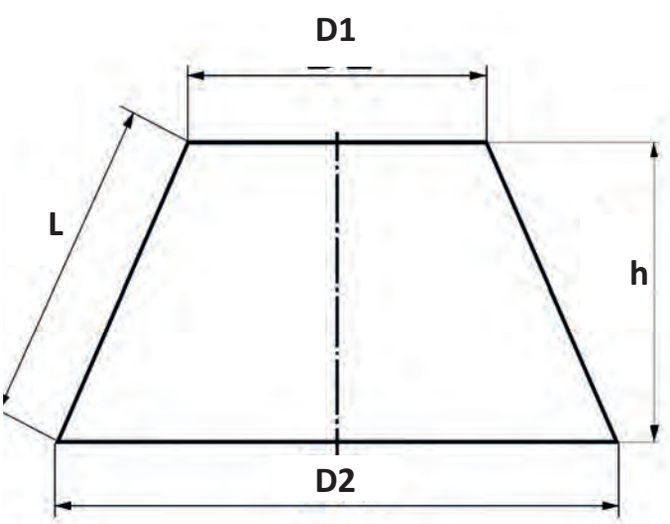


Görsel 7.10: Huni kullanımı

### 7.3.1. Koni Piramit Yapımı

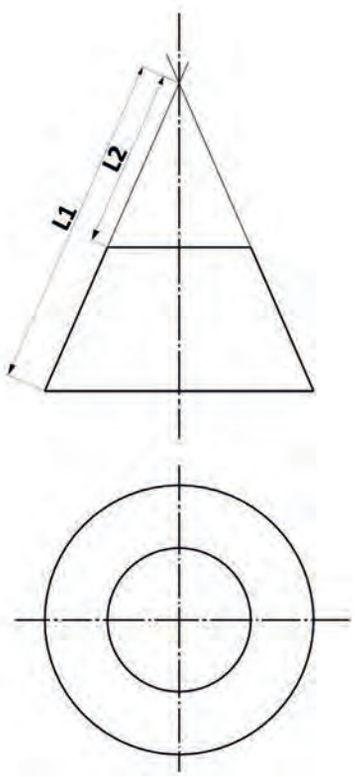
Huni tarzı malzemeler koni piramit şekline sahiptir. Bu malzemelerin imalatında ince kesitli saclar kullanılır. Fakat incelen kısımları köşe açısında birleşmeden kesilmiş olur. Tabana yani büyük çap ölçüsüne paralel veya açılı olarak kesme işlemi yapılır.

Tabanına paralel kesilmiş koni yapabilmek için taban ve üst çap ölçüleri ile koninin dikey yükseklik ölçüsü bilinmelidir. Çizim için kullanılacak yanal yükseklik, hesaplanarak veya çizim üzerinden ölçülerek bulunur.




Şekil 7.17: Tabanına paralel kesilmiş koni piramit

Şekil 7.17'de tabanına paralel kesik koni piramidin ölçüleri görülmektedir. "D2" koninin taban çapı, "D1" üst çapıdır. "h" piramidin dik yüksekliğini ifade eder. "L" yanal gerçek yükseklikdir. Koni piramidin yapımı için açınım şeklinin çizilmesi gerekir. Açınım için gerekli ölçü yanal yükseklik ölçüsüdür.

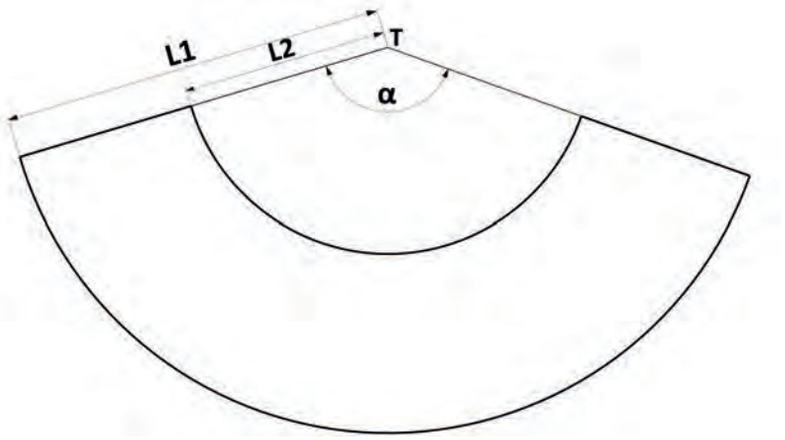



Şekil 7.18: Koni piramit hesabı

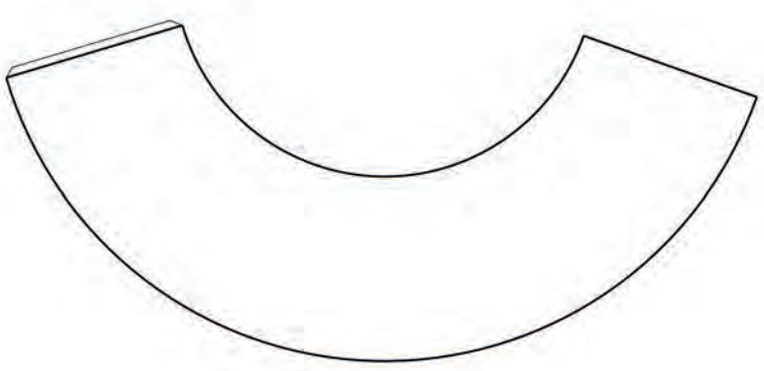
Açınımın çizimi için çizilecek koni piramidin α (alfa) açısını hesaplamak gereklidir. α açısı, koninin taban çapı 180 ile çarpılarak önden görünüşte bulunan L1 boyuna bölünmesi ile bulunur.

$$\alpha=(D2x180)/L1$$

Koni piramidin ön ve üst görünüşü verilen büyük taban çapı, küçük üst çap ve dik yükseklik ölçülerine göre çizilir. Önden görünüş üzerinde yanal kenarlar eksen çizgisini kesene kadar uzatılır. Yanal kenarların eksen çizgisinde kesiştikleri noktadan itibaren L1 ve L2 ölçüleri bulunur (Şekil 7.18).




Şekil 7.19: Koni piramidin açınımının çizilmesi



Şekil 7.20: Koni piramidin açınımı

L1 uzunluğunda bir çizgi çizilir. Gönye ve açıölçer yardımıyla α açısı ile diğer çizgi çizilir. Pergel L1 ölçüsü kadar açılarak T noktasına konur ve yanal çizgileri kesinceye kadar yay parçası çizilir. Pergel L2 ölçüsü kadar açılarak T noktasına konur ve yanal çizgileri kesinceye kadar ikinci yay parçası çizilir (Şekil 7.19).

İki yay parçası arasında kalan alan koni piramidin açınım şeklidir. Kısa kenarlardan birine birleştirme yapabilmek için pay kısmı çizilir (Şekil 7.20). Çizim sac malzeme üzerine aktarılarak uygun şekilde kesilir.

### 7.3.2.Bükülmüş Sac Malzemenin Birleştirilmesi

İmalatı yapılacak olan sac parçaların birleştirilme usulleri kullanım yerine göre değişmektedir. Bükülmüş kısımlar kenetten başka bir işlem yapılmadan bırakılacağı gibi farklı yöntemler ile de birleştirilebilir. Birleştirme için en sık kullanılan yöntem punta kaynağıdır. Sac malzemenin ince kesitli olmasından dolayı ısıdan etkilenmemesi için punta direnç kaynağı tercih edilir. Diğer yöntemler ise oksi-gaz kaynak alevi veya diğer ısıtıcı ekipmanlar ile yumuşak ya da sert lehim yapılmasıdır. Birleştirme yönteminin seçilmesinde bağlantının sızdırmazlık ve yük taşıma durumları göz önünde bulundurulmalıdır. Malzeme kalınlığı yeterli ve birleştirme dayanım gerektiriyorsa gazaltı kaynak yöntemleri kullanılmalıdır.

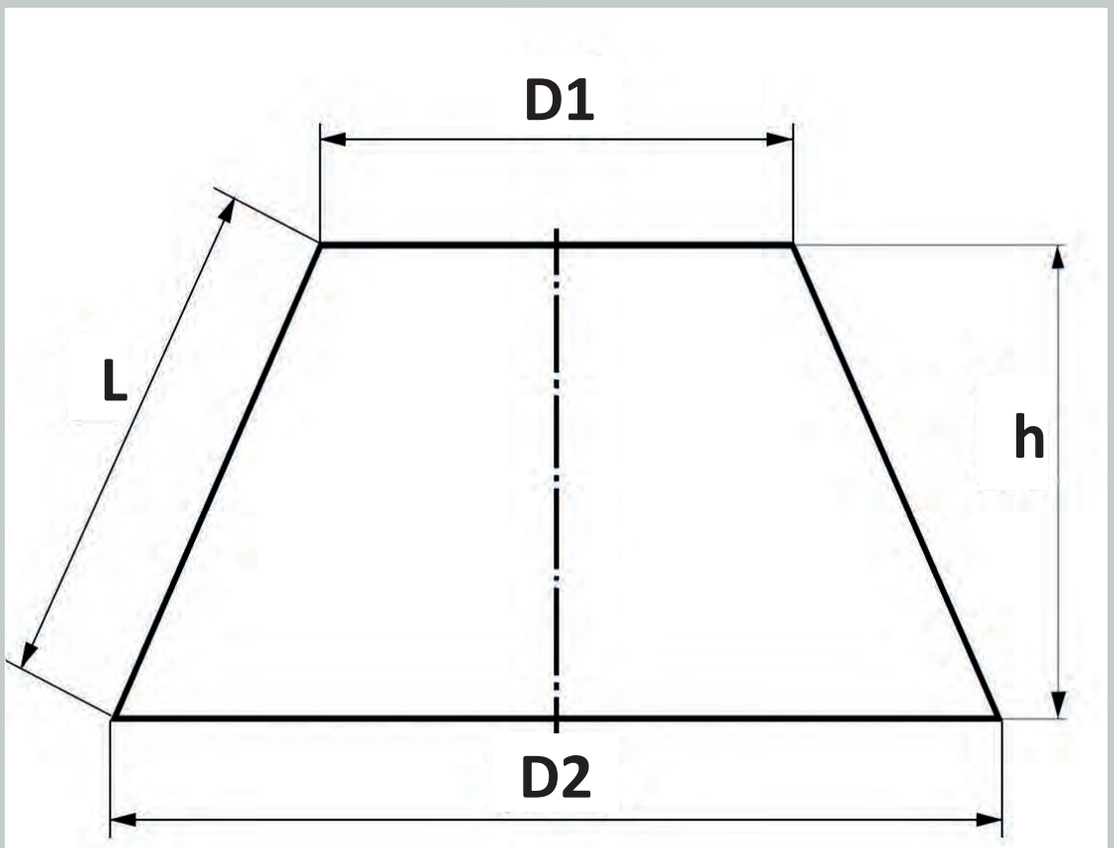
| UYGULAMA 7.4. | | Süre: 2 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | Sacdan Koni Piramit Yapma | |
| AMAÇ | Sac malzemeden koni piramit yapmak | |

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama sac parçası (DKP sac 1 mm kalınlık)
- Punta kaynak makinesi
- Silindir makinesi
- Kollu makas
- Sac makası
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Örs
- Çekiç

**2. İşlem Basamakları**

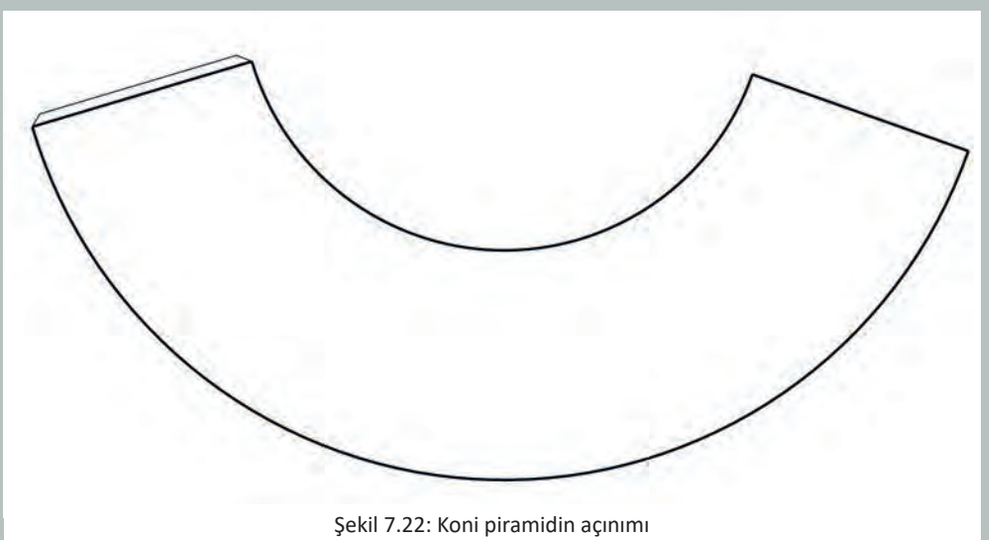
1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.
2) Şekil 7.21'de görülen tabanına paralel kesilmiş koni piramit yapımı için gerekli ölçüler aşağıda verilmiştir.
   D1: 80 mm
   D2: 150 mm
   h: 90 mm
3) Ölçülere göre kesik koni piramidin L ile gösterilen yanal gerçek yüksekliğini bulunuz.




Şekil 7.21: Koni piramidin ölçüleri

1) Ölçülere göre koni piramidin açınımını uygun büyüklükteki sac malzeme üzerine çiziniz. Birleştirme için kenar kısmından pay vermeyi unutmayınız.

2) Kollu makas ve sac makası kullanarak kesme işlemini yapınız.



Şekil 7.22: Koni piramidin açınımı

6) Kestiğiniz uygulama parçası üzerinde mekanik temizleme işlemini yapınız. **Bakınız: Uygulama Yaprağı 1.4. Uygulama Parçasının Hazırlanması**

7) Kesme sırasında parça kenarlarında eğilmeler varsa örs üzerinde çekiç ile düzeltiniz.

8) Hazırladığınız sac parçayı silindir makinesinde yuvarlayarak koni halini almasını sağlayınız.

9) Kenardaki pay kısmından parçayı uygun aralık bırakarak dört noktadan puntalayınız. **Bakınız: Uygulama Yaprağı 3.1. Punta Kaynağı Yapma**

10) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

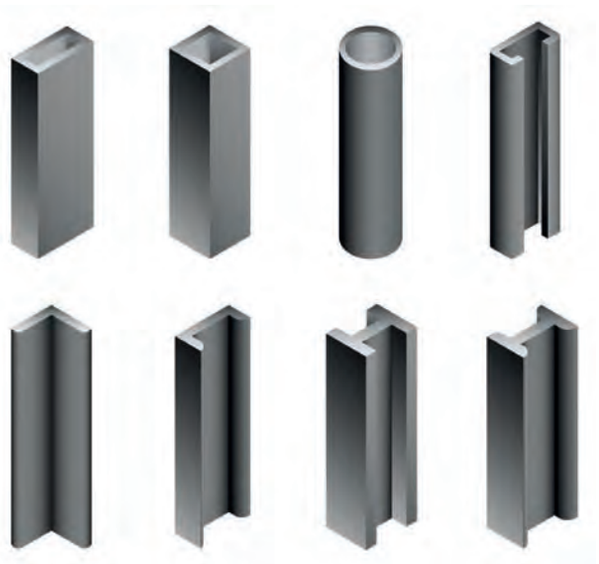
| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Koni piramidin gerçek yanal yüksekliğinin hesaplanması | 10 | |
| 3 | Uygulama parçasının üzerine koni piramidin açınımının çizilmesi | 20 | |
| 4 | Uygulama parçasının ölçüsünde kesilmesi ve temizlenmesi | 10 | |
| 5 | Uygulama parçasının silindir makinesinde koni haline getirilmesi | 20 | |
| 6 | Uygulama parçasının punta kaynak işlemi ile birleştirilmesi | 15 | |
| 7 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 8 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz ve düzenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

## 7.4. PROFİLDEN BASİT İMALATLAR YAPMA TEKNİKLERİ

**Profil**, sözlükte yan görünüş olarak tanımlanmaktadır. Metal ve otomotiv sektöründe ise profil, kesitleri farklı biçimde olan metal malzemeleri ifade eder. Profil malzemeler kesit görünüşü yani yandan görüntüsünün benzediği şekle göre adlandırılır. I, U, L, T, Z, boru ve kutu (kare, dikdörtgen) profil çeşitleri mevcuttur. İçi boş veya dolu kutu profiller bulunmaktadır. Kullanım yerine göre profiller, şekil itibarıyla farklı dayanım gösterir.

Otomotiv, metal, inşaat, makine gibi imalata yönelik sektörlerde metal profiller kullanılmaktadır. Araç şasileri, çelik konstrüksiyon bina ve köprüler, çeşitli makine ve ekipmanların imalatında profiller ile imalat yapılmaktadır.

Profiller soğuk şekillendirme ile imal edilir. Kutu profiller bükülerek kaynak yapılır. Profiller ebatları ve et kalınlıkları ile anılır.



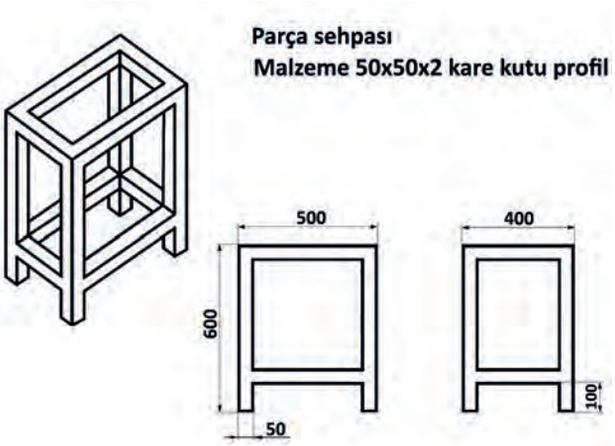
Görsel 7.11: Profil çeşitleri

### 7.4.1. İmalat (Yapım) Resimleri

İmalat resimleri bir ürünün imalatı için gerekli olan bütün bilgilerin gösterildiği ve imalat yöntemine de kılavuzluk eden teknik resim çizimleridir. Bu nedenle gövde kaynak teknisyeninin imalat resmini doğru şekilde okuyup uygulayacak teknik resim bilgisine sahip olması gereklidir. Yapılacak imalatın doğruluğu imalat resminin okunmasına bağlıdır. Yanlış anlamalar ve yanlış işlemler parçanın zayi olmasına sebep olur. Şekil 7.23'te bir parça sehpasının imalat resmi görülmektedir. Detaylar için parçanın perspektif ve görünüşleri çizilmiş, kullanılacak malzeme belirtilmiştir.

İmalat resimleri diğer adıyla yapım resimlerinin okunmasında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- İmalat resimleri birden fazla ise hepsi görülecek şekilde yerleştirilmelidir.
- Resimlerdeki görünüşlerin yönleri ve pozisyonları tespit edilir.
- Ürünü oluşturan geometrik elemanlar (prizma, silindir, koni, küre vb.), göz önünde bulundurularak önemli kısımlar belirlenir.
- Delik yerleri, takviye kanatları, yüzeylerin ve kenarların teğet durumları, ara kesitler, girintilerin veya çıkıntıların şekil ve yerleri tespit edilir.




Şekil 7.23: İmalat resmi

- Görünüşler üzerindeki kesik çizgilerin ifade ettiği kenarların durumu tespit edilir.
- Teknik resim üzerindeki tüm ölçüler tek tek kontrol edilir. Eksik ölçü olmamalıdır. Verilmeyen ölçüler hesap yolu ile belirlenmelidir.
- Varsa şekil ve konum toleransları belirlenir.
- Genel bilgi olup olmadığına bakılarak imalata yönelik yönergeler kontrol edilir.
- Yazı alanı incelenir. Önemli notlar olup olmadığı kontrol edilir.
- İmalat için gereken malzeme resimlerdeki ölçülere göre hesaplanır. Hesaplamalarda kesme gibi işlemler için fazladan pay verilmesine dikkat edilmelidir.

### 7.4.2. İmalatta Kullanılan Malzemeler

Metal malzemelerden imalatta sac, profil, lama ve tel malzemeler kullanılır (Görsel 7.12). Profil malzeme içi dolu, kutu veya köşebent olarak çok farklı kullanım imkanları sunan farklı şekillerde bulunmaktadır (Görsel 7.13). Soğuk haddeleme yöntemi ile üretilen malzemeler parlak gri, sıcak haddeleme ürünleri ise siyah olur. Korozyon direncinin arttırılması için galvaniz kaplama uygulanan veya paslanmaz malzemeden imal edilenleri de mevcuttur.



Görsel 7.12: İmalatta kullanılan malzemeler



Görsel 7.13: Boru, profil ve köşebent çeşitleri

Kullanılacak malzemelerin yapılacak işe göre ölçüleri belirlenerek tablolardan ebat seçimi yapılmalıdır. Her çeşit malzeme için ebat, kalınlık, çap, boy ve ağırlık gibi farklı ölçülerin gösterildiği tablolar bulunmaktadır. Tablo 7.1'de bazı malzemelerin kullanıma hazır ölçüleri gösterilmektedir.

Tablo 7.1: İmalatta Kullanılan Metal Malzeme Ölçüleri

| DKP/Siyah Sac | | Kutu Profil (Kare) | | Kutu Profil (Dikdörtgen) | | Lama | | Köşebent | | Boru | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ebat | Kalınlık | Ebat | Kalınlık | Ebat | Kalınlık | Ebat | Kalınlık | Ebat | Kal. | Çap | Et Kal. |
| 1000x2000 | 0,4-10 | 20x20 | 0,7-2,5 | 15x20 | 0,6-2 | 10 | 3-5 | 25x25 | 3 | 16 | 1,6-1,5 |
| 1200x2400 | 0,4-10 | 25x25 | 0,7-3 | 20x30 | 0,7-3 | 20 | 3-12 | 30x30 | 3 | 20 | 0,6-2,5 |
| 1250x2500 | 0,4-10 | 30x30 | 0,8-3 | 25x40 | 0,8-3 | 25 | 3-15 | 40x40 | 4 | 32 | 0,6-2,5 |
| 1500x3000 | 3-10 | 40x40 | 1-4 | 30x35 | 0,9-3 | 30 | 3-25 | 50x50 | 5 | 40 | 0,7-3,5 |
| 1500x6000 | 3-10 | 50x50 | 1,2-4 | 30x50 | 0,8-4 | 40 | 3-30 | 25x40 | 4 | 48 | 0,8-3,5 |
| | | 60x60 | 1,5-4 | 50x70 | 1,5-5 | 50 | 3-40 | 30x50 | 4 | 60 | 0,9-5 |
| | | 125x125 | 3-4 | 100x200 | 4-10 | 70 | 3-50 | 50x70 | 6 | 120 | 1,5-6,5 |
| | | 150x150 | 3-4 | 150x250 | 5-10 | 100 | 5-50 | 50x75 | 7-9 | 168 | 2-7 |

Profil ve boru halindeki malzemeler boy ölçüleri, sac, lama, dolu profil şeklindeki malzemeler ağırlıkları üzerinden ücretlendirilerek satışa sunulur. Satın alınacak sac, belirli ölçüler arasından seçilir ve ağırlığına göre ücretlendirilir. Profil ve borular 6 m'lik uzunlukta piyasaya arz edilir. Çelik dışındaki malzemelerin (alüminyum, bakır, pirinç gibi) ücretlendirilmesinde ağırlıkları esas alınır.

### 7.4.3. İmalatta Kullanılan Makineler ve Ekipmanlar

Metal malzemelerle imalatta en çok uygulanan işlem parçaların kesilmesidir. Kesme işlemi için birçok farklı yöntem kullanılmaktadır. İnce sac parçaların kesilmesinde sac makasları kullanılmaktadır. Sac makaslarının pnömatik olanlarının kullanımı kolay ve pratiktir. Sac makası, kıvrımlı ve geometrik şekillerin kesimi için daha uygundur. Görsel 7.14'te farklı sac makası çeşitleri ve Görsel 7.15'te pnömatik sac makası görülmektedir.



Görsel 7.14: Sac makası çeşitleri



Görsel 7.15: Pnömatik sac makası

Kesiti kalın sac malzemelerde kesme işlemi için kollu makas ve giyotinler kullanılır. Uzun ve düz kesimlerin muntazam yapılması için giyotin makineleri çok uygundur. Bu makineler; mekanik, hidrolik veya pnömatik güçle çalışır.

Lama, boru ve profillerin kesiminde el testereleri kullanıldığı gibi makineler de kullanılmaktadır. Düz ve açılı kesme işlemleri için metal profil kesme makinesi en uygun olandır. Bu makineler ile düz ve muntazam kesme işlemleri yapılır. Üzerinde bulunan mengene ile malzeme sabitlenir. İstenilen açıya ayarlanarak kesme işlemi gerçekleştirilir. Görsel 7.16'da metal kesme makinesi ve Görsel 7.17'de profil kesme işlemi görülmektedir. Makineye takılacak kesme diskinin malzemeye uygun ve disk yönünün makine üzerindeki ok işareti yönünde olmasına dikkat edilmelidir.



Görsel 7.16: Metal kesme makinesi



Görsel 7.17: Metal kesme makinesinde profil kesilmesi

Küçük veya kavisli, dönüşlü kesme işlemlerinde daha pratik olan spiral taşlama ve kesme makinesi kullanılır. Avuç taşlama adı da verilen bu makinelerin elle kullanımı daha kolay olduğundan her pozisyonda kesme ve taşlama işlemi yapılır. Üzerine takılacak disk, değiştirilmek suretiyle hem kesme işlemi hem de taşlama işlemi yapar. Görsel 7.18'de spiral taşlama makinesi ve Görsel 7.19'da malzeme kesme işlemi görülmektedir.



Görsel 7.18: Spiral taşlama ve kesme makinesi



Görsel 7.19: Kesme işleminin yapılması

Spiral taşlama makinelerinin hem pnömatik hem de elektrikli olanları mevcuttur. Gövde kaynak ve onarım atölyelerinde pnömatik olanları tercih edilmelidir.

**İŞ GÜVENLİĞİ**

Spiral kesme ve taşlama makinelerinin kullanımında yapılan en sık hata disk etrafındaki koruma muhafazasının çıkarılarak kullanılmasıdır. Halbuki bu muhafazanın görevi kıvılcımların kullanıcının üstüne gelmesini engellemek ve muhtemel disk parçalanmalarına karşı kullanıcıyı korumaktır.

Makine üzerindeki disk muhafaza kapağı kesinlikle çıkarılmamalıdır. Koruyucu kapağı olmayan makineler kesinlikle kullanılmamalıdır.

Kesme ve taşlama işlemleri için ayrı diskler kullanılmaktadır. Görsel 7.20'de kesme ve taşlama diskleri görülmektedir. Disklerin üzerinde hangi işlem için kullanılacağı yazı ve semboller ile belirtilmektedir. Kesme diskleri ile kesinlikle taşlama yapılmamalıdır. Kesme diskleri ince olduğundan bu disklerin taşlama sırasında parçalanıp ağır yaralanmalı kazalara sebep olma ihtimali yüksektir. Makineye uygun çaptaki disk takılmalıdır. Muhafaza kapağı çıkarılarak büyük disk takmak iş kazalarına neden olabilmektedir.




Görsel 7.20: Taşlama ve kesme diskleri

| UYGULAMA 7.5. | | Süre: 5 ders saati |
|---|---|---|
| UYGULAMA ADI | **7.5.** Profilden Basit İmalat Yapma (İki Katlı Parça Taşıma Arabası Yapımı) | |
| AMAÇ | Profil malzemeden iki katlı parça taşıma arabası yapmak | |

**Bu çalışmada yapılacak imalat, atölyenizde kullanılabileceği gibi diğer atölyelere de hediye edebileceğiniz kullanışlı bir ürün olacaktır (Görsel 7.21).**

**DİKKAT:** Bu uygulama dört kişilik ekiple yapılacaktır. Ekip çalışmasında iş bölümü önemlidir. Herkesin görevi belli olsa da ekip çalışmasındaki esas, birbirine yardım etmektir. Ekip başarısının sırrı, ekip üyelerinin birbirinin eksik ve hatasını telafi etmesidir. Ekip içerisindekiler rakip değil çalışma arkadaşıdır.

Atölye öğretmeninizden çalışma ekibinizi belirlemesini isteyiniz.



Görsel 7.21: Örnek imalat

**1. Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık**

- Kişisel koruyucu donanımlar (KKD)
- Uygulama malzemesi
  (Liste ayrıntılı olarak aşağıda belirtilecektir.)
- Gazaltı kaynak makinesi ve ekipmanı
- Metal kesme makinesi
- Markalama aletleri
- Tel fırça
- Zımpara
- Spiral taşlama makinesi
- Gönye veya manyetik gönyeler

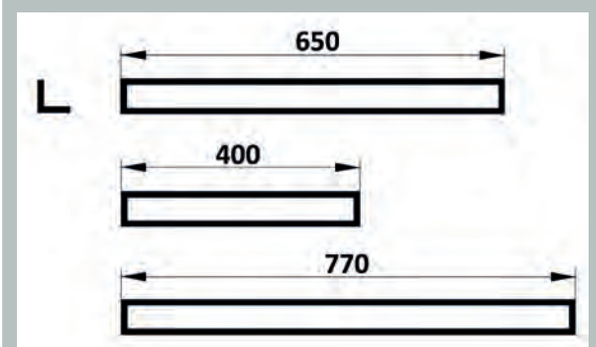
**2. İşlem Basamakları**

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli olan kişisel koruyucu donanımı kullanınız.

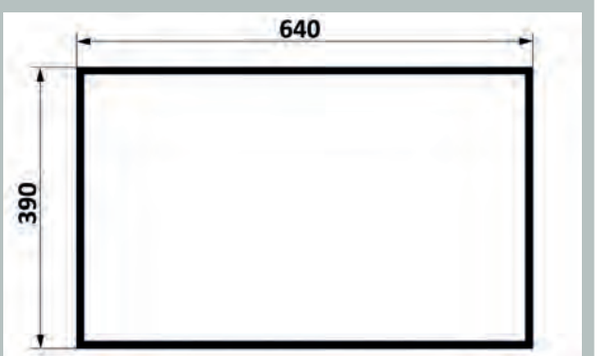
2) Aşağıdaki listede belirtilen malzemeyi temin ediniz.

- 50x50x2 köşebent
- 770 mm boyunda 4 adet
- 650 mm boyunda 4 adet
- 400 mm boyunda 4 adet
- 640x390x1,2 mm ölçülerinde iki adet DKP sac malzeme
- Dört adet 100 mm çapında döner tablalı polyamid tekerlek
- Bir adet sert plastik tutamak

3) Parçaları verilen ölçülerde keserek hazırlayınız.



Şekil 7.24: Kullanılacak malzemeler



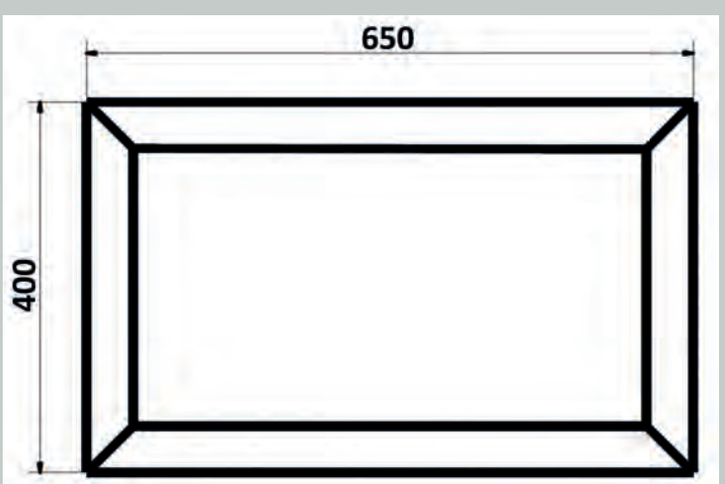
Şekil 7.25: Sac ölçüleri

4) Parça taşıma arabasının birinci katı için 650 mm ve 450 mm ölçülerindeki köşebentlerin uçlarını 45°lik açıyla keserek köşebentleri Şekil 7.26'daki gibi birleştiriniz.

5) Parçaların birbirlerine olan hizalarını manyetik gönyeler ile sabitleyiniz.

6) Gazaltı kaynak işlemi ile parçaları kaynatınız.
**Bakınız: Uygulama Yaprağı 5.4.**
**Gazaltı Kaynağı ile Yatayda Küt Ek Kaynak Yapma**

7) Aynı işlemi ikinci kat için tekrarlayınız.



Şekil 7.26: Köşebentlerin birleştirilmesi

8) Köşebentleri kaynak yaparak hazırladığınız parça taşıma arabasının katlarına 640x390x1,2 mm ölçülerindeki sac malzemeleri yerleştirerek gazaltı kaynağı ile kaynatınız.

9) Hazırladığınız birinci ve ikinci katları 770 mm boyundaki köşebentler ile kaynatarak birleştiriniz.
**Bakınız: Uygulama Yaprağı 5.4. Gazaltı Kaynağı ile Yatayda Küt Ek Kaynak Yapma**

10) Birinci katın alt kısmına tekerlekleri takınız (Görsel 7.22). Tekerlek montaj işlemini cıvata somun bağlantısı kullanarak ya da tekerlek tablaları üzerindeki deliklerden gazaltı kaynağı ile tapa kaynak yaparak yapınız.

**Bakınız: Uygulama Yaprağı 5.9. Gazaltı Kaynağı ile Tapa Kaynağı Yapma**

11) İkinci katın 400 mm ölçüsündeki köşebentlerden birine Görsel 7.23'te görülen çekme tutamağını monte ediniz.



Görsel 7.22: Polyamid tekerlek



Görsel 7.23: Çekme tutamağı

12) Spiral taşlama makinesine uygun taşlama diskini takınız. Kaynak dikişlerini spiral taşlama makinesi ile hafifçe taşlayınız.

13) Parça taşıma arabasını boyanmak üzere otomotiv boya atölyesine teslim ediniz.

14) İş bitiminde kullanılan alet ve donanımı temiz, düzenli ve güvenli bir şekilde yerlerine bırakınız.

### 3. Uygulama Değerlendirme

| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1 | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2 | Uygulama parçalarının belirtilen ölçülerde hazırlanması | 10 | |
| 3 | Parça taşıma arabasının birinci ve ikinci katlarının köşebentlerinin hazırlanması | 15 | |
| 4 | Parça taşıma arabasının birinci ve ikinci katlarının saclarının kaynaklanması | 10 | |
| 5 | Parça taşıma arabasının katlarının köşebentler ile birleştirilmesi | 15 | |
| 6 | Parçaların birleştirilme işlemlerinin gazaltı kaynak yöntemi ile yapılması | 10 | |
| 7 | Parça taşıma arabasına tekerleklerin montaj edilmesi | 10 | |
| 8 | Parça taşıma arabasına çekme tutamağının montaj edilmesi | 5 | |
| 9 | Uygulama sonunda atıkların ayrıştırılarak uygun atık kutusuna atılması | 5 | |
| 10 | Uygulama sonrasında çalışma ortamının, kullanılan alet ve donanımın temiz ve düzenli bir şekilde yerine bırakılması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

| | B | U | L | M | A |
|---|---|---|---|---|---|
| B | | L | | | C |
| U | L | M | A | C | A |
| | | A | | | |
| | | C | | | |
| | | A | | | |

# SUDOKU

1'den 9'a kadar olan rakamları her satırda, her sütunda ve kalın çizgilerle belirtilen her bölgede tam olarak bir kez bulunacak şekilde boşluklara yerleştiriniz.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 | 7 | | | | | 8 | |
| | | | 8 | 7 | 3 | 9 | 4 | 5 |
| | | | | | | | 3 | |
| | 8 | | | 9 | 4 | 3 | | |
| 7 | | | 1 | 3 | | | 2 | 4 |
| 3 | | | | | 6 | | | |
| | | | | 6 | 2 | 4 | 5 | |
| 4 | | | | | | 8 | | 2 |
| 2 | 9 | | 4 | | 5 | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | | 1 | | | | 2 | | |
| | | | 5 | | | | | 4 |
| 5 | 4 | | | | | | 1 | |
| 9 | | | 3 | | | 5 | | 1 |
| | 6 | | | | | | | 9 |
| | | | | 2 | 6 | | | 8 |
| 1 | | 7 | 4 | | | | 3 | |
| 3 | | 6 | | 8 | 1 | 7 | | 5 |
| 2 | | 4 | | | 5 | | | |

# KAYNAKÇA


- Atık Yönetimi Yönetmeliği (2015). T.C. Resmî Gazete (29314, 2 Nisan 2015).
- ANIK, Selâhaddin. (1983). Kaynak Teknolojisi El Kitabı. İstanbul: Ergör Matbaası.
- ANIK, Prof. Selâhaddin, TÜLBENTÇİ, Kutsal. (1991). Örtülü Elektrot ile Elektrik Ark Kaynağı. İstanbul: Gedik Holding Yayını.
- Audi Collision Frame Technology Guide (2011). Audi AG. Printed in U.S.A.
- Büyük Türkçe Sözlük (2011) (11. bs). Ankara. Türk Dil Kurumu Yayınları.
- DURDU, Mak. Müh. Merve Eda. (2006). Punta Kaynağı ve Perçin Bağlantılarının Mukavemetlerinin Karşılaştırılması. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- GROOVER, Mikell P. (2010).(4. bs). Fundamentals of modern manufacturing materials, processes and systems.
- HALICI, Emrehan. (2019). Zeka Oyunları. Ankara: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Öğretmen Yetiştirme ve Geliştirme Genel Müdürlüğü.
- Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği (2019). T.C. Resmî Gazete (30761, 1 Mayıs 2019).
- MASUBUCHİ, K. (1996). Prediction and controll of residual stresses and distortion in welded structures. Osaka University.
- MERT, Tolga. (2012). Koruyucu Gaz Kaynağında Karışım Oranları ve Gaz Yönlendirme Türlerinin Kaynak Dikişinde Ortaya Çıkardığı Farklılıkların Araştırılması. (Doktora Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Motorlu Araçlar Teknolojisi Alanı Çerçeve Öğretim Programı (2020). Ankara. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü.
- MUZAFFEROGLU, Mak. Müh. Hizber Ferit. (2008). Darbeli Akımla MIG/MAG Kaynağında Darbe Parametrelerinin Dikiş Geometrisine Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- OĞUZ, Burhan. (1988). Sert Lehimleme. İstanbul: Oerlikon Yayını.
- OĞUZ, Burhan. (1989). Malzeme Bilgisine Giriş. İstanbul: Oerlikon Yayını.
- OĞUZ, Burhan. (1993). Elektrik Ark Kaynağı. İstanbul: Oerlikon Yayını.
- Otomotiv Gövde Kaynak Atölyesi 10. Sınıf Ders Bilgi Formu (2020). Ankara. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü.
- Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği (2013). T.C. Resmî Gazete (28762, 11 Eylül 2013).
- Satış Sonrası Hizmetler Yönetmeliği (2014). T.C. Resmî Gazete (29029, 13 Haziran 2014).
- Sektörel Atık Kılavuzları Oto Tamirhaneleri (2017). T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü.


# GENEL AĞ KAYNAKÇASI


- BİLİR, Prof. Dr. Nazmi. (2012). Çalışan Sağlığının Korunmasında Kişisel Koruyucu Donanımın Yeri ve Önemi [PDF belgesi]. 10 Ekim 2020 tarihinde saat 12.42'de http://www.hisam.hacettepe.edu.tr/sempozyum_sunum/NazmiBilir.pdf adresinden erişildi.
- CE İşareti ile İlgili Soru ve Cevaplar [PDF belgesi]. 09 Ekim 2020 tarihinde saat 18.30'da https://ticaret.gov.tr/data/5b88443f13b87711604c92b1/CE_isareti_ile_ilgili_Soru_ve_Cevaplar.pdf adresinden erişildi.
- ÇALIK, Fatma. Tahribatsız Muayene [PDF belgesi]. 11 Kasım 2020 tarihinde saat 20.35'te http://myo.kilis.edu.tr/duyuru/boru_kaynakciligi_not1.pdf adresinden erişildi.
- DEMİRKOL, Prof. Dr. Mehmet. (2010). Plastik Şekil Verme Teknolojisi ders notları [PDF belgesi]. 13 Aralık 2020 tarihinde saat 12.15'te https://web.itu.edu.tr/gulmezt/IMAL%20USULLERI/Groover%20PSV%20TUR.pdf adresinden erişildi.
- ERDİN, Emin. Sac Şekillendirme İşlemleri [PDF belgesi]. 11 Aralık 2020 tarihinde saat 13.45'te http://web.hitit.edu.tr/dosyalar/materyaller/ @hititedutr300420180H7S9C0E.pdf adresinden erişildi.

- GELİŞ, Kadir. (2014). Kaynak Teknolojisi ders notları [PDF belgesi]. 11 Kasım 2020 tarihinde saat 19.35'te https://abs.cu.edu.tr/Dokumanlar/2016/MK%20226/756768739_kaynak-teknolojisi_makine.pdf adresinden erişildi.
- KARAÇALI, Doç. Dr. Özdoğan. Malzeme ve İmalat Teknolojileri ders notu [PDF belgesi]. 29 Ekim 2020 tarihinde saat 15.20'de http://auzefkitap.istanbul.edu.tr/kitap/endustrimuhlt_ue/malz.veimalatteknljleri.pdf adresinden erişildi.
- Kaynak Tekniği [PDF belgesi]. 08 Kasım 2020 tarihinde saat 22.00'da http://w3.bilecik.edu.tr/makine/wp-content/uploads/sites/27/2016/12/kaynakteknigi-f%C3%B6y-notu.pdf adresinden erişildi.
- Kaynak Metalurjisi [PDF belgesi]. 13 Kasım 2020 tarihinde saat 18.00'de https://cdn.bartin.edu.tr/metalurji/d7ee7cd9-f063-4669-8e1c-393503ed6ffb/kaynak-metalurjisi-5.-hafta.pdf adresinden erişildi.
- Metalik Malzemeler [PDF belgesi]. 11 Kasım 2020 tarihinde saat 01.15'te http://mme.deu.edu.tr/wp-content/uploads/2017/07/METALiKMALZEMELER-3hafta1.pdf adresinden erişildi.
- NARAYANAN, R. Ganesh. Metal forming processes [PDF belgesi]. 11 Aralık 2020 tarihinde saat 13.40'ta https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/sinemu/126499/Metal%20forming%20processes_full.pdf adresinden erişildi.
- Otomotiv Endüstrisinde Kullanılan Yeni Nesil Çelik Malzemeler [PDF belgesi]. 10 Aralık 2020 tarihinde saat 01.00'de https://avesis.yildiz.edu.tr/resume/downloadfile/abakkal?key=4811debc-c87c-4629-a-1e2-ba58351f2323 adresinden erişildi.
- ÖZÇELİK, Özgür. Perçinli ve Bulonlu Birleşimler ve Perçin Hesapları [PowerPoint slaytı]. 22 Kasım 2020 tarihinde saat 13.10'da http://kisi.deu.edu.tr//ozgur.ozcelik/Mukavemet/Civil_Mechanics_of_Materials/6_Lecture_Connections.pdf adresinden erişildi.
- SEA Yönetmeliği İçin Etiketleme ve Ambalajlama Rehberi [Word belgesi]. 09 Ekim 2020 tarihinde saat 18.20'de https://kimyasallar.csb.gov.tr/uploads/file/Etiketleme%20ve%20Ambalajlama%20Rehberi.docx adresinden erişildi.
- TEMİZ, Vedat. Kaynak Bağlantıları [PDF belgesi]. 06 Ekim 2020 tarihinde saat 15.40'ta https://web.itu.edu.tr/temizv/Sunular/Kaynak.pdf adresinden erişildi.
- TEMİZ, Vedat. Lehim Bağlantıları [PDF belgesi]. 18 Ekim 2020 tarihinde saat 12.30'da https://web.itu.edu.tr/temizv/Sunular/Lehim.pdf adresinden erişildi.
- TEMİZ, Vedat. Perçin Bağlantıları [PDF belgesi]. 22 Ekim 2020 tarihinde saat 23.20'de https://web.itu.edu.tr/temizv/Sunular/Percin.pdf adresinden erişildi.
- TİSZA, Miklos. (2020). Development of lightweight steels for automotive applications. 12 Aralık 2020 tarihinde saat 20.45'te https://www.intechopen.com/books/engineering-steels-and-high-entropy-alloys/development-of-lightweight-steels-for-automotive-applications adresinden erişildi.
- VURAL, Doç. Dr. Murat. Üretim Yöntemleri [PowerPoint slaytı]. 20 Kasım 2020 tarihinde saat 16.30'da https://ninova.itu.edu.tr/en/courses/faculty-of-mechanical-engineering/2624/mak-351/ekkaynaklar?g545889 adresinden erişildi.
- YAMAK, Halil. Talaşsız Üretim Yöntemleri [PDF belgesi]. 07 Ocak 2021 tarihinde saat 21.00'da https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/halil.yamak/129496/Tala%C5%9Fs%C4%B1z%20%C3%9Cretim%20Y%C3%B6ntemleri-2.pdf adresinden erişildi.

**Otomotiv Gövde Kaynak Atölyesi Ders Materyalinin Hazırlanmasında Katkıları Bulunan Firmalar**

Bakırcı Otomotiv Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi

Ceta Form El Aletleri Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi

Demiriz Elektrik Sanayi Ticaret Limited Şirketi

Doğuş Otomotiv Servis ve Ticaret Anonim Şirketi

Kanca El Aletleri Dövme Çelik Anonim Şirketi

Magmaweld Uluslararası Ticaret Anonim Şirketi

Met Teknik Makina İthalat İhracat Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi

Yıldız Gaz Armatürleri Anonim Şirketi

*Ders materyalinin görsel kaynakçasına, bu karekodu okutarak ya da aşağıdaki adresten ulaşabilirsiniz.*

*http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=1492*

