Bu kitaba sığmayan daha neler var!

2023 Eğitim Vizyonu

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

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

ISBN: 978-975-11-5716-4

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

TEMEL İŞLEMLER VE KAYNAK ATÖLYESİ 9

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

TESİSAT TEKNOLOJİSİ VE İKLİMLENDİRME ALANI

TEMEL İŞLEMLER VE KAYNAK ATÖLYESİ

9

DERS KİTABI

T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

MESLEKİ VE TEKNİK
ANADOLU LİSESİ

TESİSAT TEKNOLOJİSİ VE İKLİMLENDİRME ALANI

TEMEL İŞLEMLER VE KAYNAK ATÖLYESİ 9

DERS KİTABI

Yazarlar

Ayhan KARACA
Akın ARSLAN
Mehmet GÖRKEN
Mehmet Fettah BARAKOĞLU

DEVLET KİTAPLARI

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI ..... : 7586
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ ..... : 1626

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

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı Uğur YILMAZ

Görsel Tasarım Uzmanı Fatma Şahika YETKİN

Uğur TÜRKER

ISBN 978-975-11-5716-4

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

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

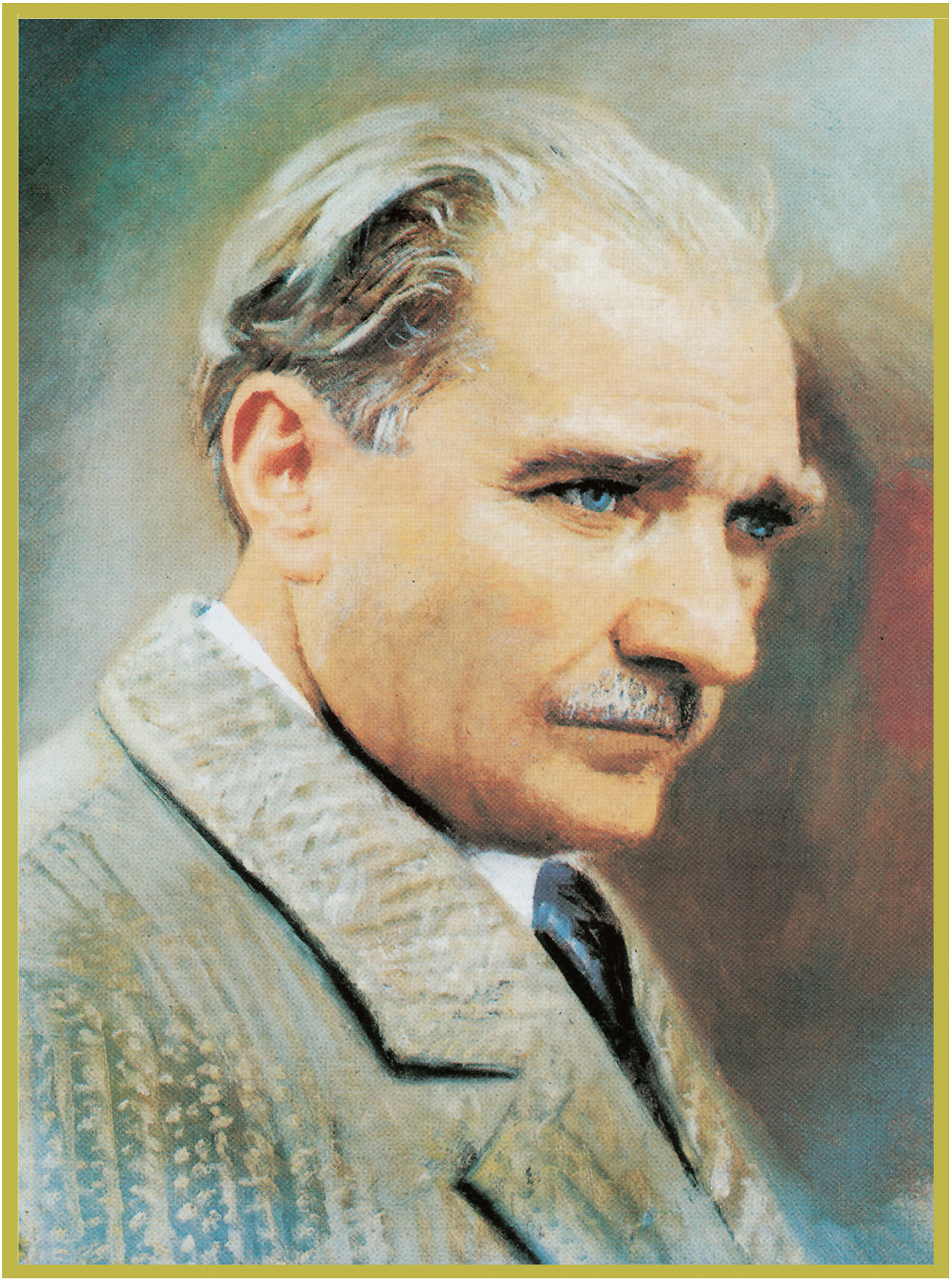
GENÇLİĞE HİTABE

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

KİTABIN TANITIMI 13

ÖĞRENME BİRİMİ 1: TEMEL TESİSAT ATÖLYESİ DONANIMLARI 15

1. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ TEDBİRLERİ VE KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLAR 16

1.1. İş Güvenliğinin Tanımı 16
1.2. İş Güvenliğinin Önemi 16
1.3. İş Güvenliğinin Amacı 16
1.4. İşçi Sağlığı 16
1.5. İş Yeri Düzeni ve Bakımı (Temizlik) 16
1.6. Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) 17
1.7. Koruyucu Araçlar 17
1.7.1. Solunum Sisteminin Korunması 17
1.7.2. Vücudun Korunması 18
Uygulama 1 20
Uygulama 2 21

2. TEMEL İŞLEMLER TESİSAT ATÖLYESİNDEKİ EL ALETLERİ VE MAKİNE TAKIMLARI 23

2.1. El Aletleri 23
2.2. El Aletleri Takımları 24
2.3. Makineler 25
2.4. Tüm Takım Tezgâhları ile İlgili Ortak Güvenlik Önlemleri 27
2.4.1. Genel Güvenlik 27
2.4.2. Kişi Güvenliği 27
2.4.3. Tezgâh ve Cihaz Güvenliği 28
2.4.4. Atölye Çalışmalarında Uyulması Gereken Kurallar 28

ÖĞRENME BİRİMİ 2: METAL MALZEME KESME İŞLEMLERİ 29

1. ÖLÇME VE KONTROL İŞLEMLERİ 30

1.1. Ölçmenin Tanımı ve Önemi 30
1.2. Ölçme Çeşitleri 30
1.3. Ölçmeyi Etkileyen Faktörler 30
1.4. Uzunluk Ölçü Sistemleri 31
1.5. Uzunluk Ölçü Alma Aletleri 31
1.5.1. Bölüntülü Ölçü Aletleri 31
1.5.2. Ayarlanabilir Ölçü Aletleri 32
Uygulama 3 35
Uygulama 4 37

2. MARKALAMA İŞLEMLERİ 38

2.1. Markalamanın Tanımı ve Önemi 38
2.2. Markalama Aletleri 38
2.2.1. Markalama Pleytleri 39
2.2.2. V Yatakları 39
2.2.3. Çelik Metreler 39
2.2.4. Mihengirler 39
2.2.5. Pergeller 40
2.2.6. Noktalar 40
2.2.7. Çizecekler 40
2.2.8. Merkezleme Gönyeleri 40
Uygulama 5 41

3. KESME İŞLEMLERİ 43

3.1. Kesmenin Tanımı ve Amacı 43
3.2. El ile Kesme 43
3.2.1. Talaşlı Kesme Aletleri 43
3.3. Kesme Makineleri 44
3.3.1. Talaşlı Kesme Makineleri 44
Uygulama 6 45

ÖĞRENME BİRİMİ 3: TESVİYECİLİK İŞLEMLERİ 47

1. TESVİYECİLİK EL ALETLERİ 48

1.1. Mengeneler 48
1.2. Mengene Çeşitleri 48
1.3. Mengenelerde Çalışma Düzeni 49
1.4. İş Parçalarının Mengeneye Bağlanması 49
1.5. Eğeler 50
1.5.1. Özellikleri 50
1.5.2. Eğe Çeşitleri 50
1.5.3. Eğelere Sap Takma 51

2. DÜZLEM YÜZEYLERDE EĞELEME TEKNİKLERİ 51

2.1. Gönyesinde ve Ölçüsünde Eğeleme 51
2.2. Prizmatik Yüzeyler Eğelenirken 52
2.3. Eğelemede Dikkat Edilecek Hususlar 53
2.4. Çalışma Esnasında Eğelere Uygulanan Kuvvetler 53
2.5. Eğeleme Yaparken Duruş Şekilleri 54
2.6. Eğeleme Esnasında Olabilecek İş Kazalarına Karşı Önlemler 54
2.7. Eğenin Çalışma Şekli ve Temizlenmesi 54

3. PAH KIRMA İŞLEMLERİ 55

3.1. İçe Kavisli Yüzeylerin Eğelenmesi 55
3.2. Küresel Yüzeylerin Eğelenmesi 56
3.3. Dışa Kavisli Yüzeylerin Eğelenmesi 56
Uygulama 7 56
Uygulama 8 58

4. DELME İŞLEMLERİ 60

4.1. Delmenin Tanımı ve Amacı 60
4.2. Metal Matkap Uçları 60
4.3. Matkap Tezgâhı Çeşitleri 61
4.3.1. El Breyizleri 61
4.3.2. Masa Tipi Sütunlu Matkap Tezgâhları 61
4.3.3. Sütunlu Matkap Tezgâhları 61
4.4. Matkap Tezgâhının Belli Başlı Kısımları 62

4.5. Matkapların Bakımları ... 62
4.6. Delme İşlemi Sırasında Dikkat Edilecek Hususlar ... 62
Uygulama 9 ... *63*

ÖĞRENME BİRİMİ 4: ÇELİK BORU İŞÇİLİĞİ 65

1. ÇELİK BORULARI KESME ... 66
1.1. Çelik Boruların Özellikleri ... 66
1.1.1. Dikişli Siyah Çelik Borular ... 66
1.1.2. Dikişsiz Siyah Çelik Borular ... 66
1.1.3. Galvanizli Çelik Borular ... 66
1.1.4. Gaz Boruları ... 67
1.2. Çelik Boruları Kesmek ... 67
1.2.1. Çelik Boruları Kesme İşleminde Kullanılan Aletler ... 67
1.2.2. El Testereleri ... 67
1.2.3. Boru Keskileri ... 67
1.3. Çelik Boru Çapak Temizleme (Rayba) ... 68
Uygulama 10 ... *69*
Uygulama 11 ... *70*
2. ÇELİK BORULARA DİŞ AÇMAK ... 72
2.1. Çelik Boru Paftaları ... 72
2.1.1. Sabit Lokmalı Cırcırlı Boru Paftası ... 72
2.1.2. Elektrikli Paftalar ... 73
2.2. Boru Mengeneleri ... 73
2.3. Çelik Boru Çapları ... 74
Uygulama 12 ... *75*
3. SIZDIRMAZLIK MALZEMELERİNİN KULLANIMI ... 76
3.1. Kendir Kullanımı ... 76
3.2. Teflon Bant Kullanımı ... 77
3.3. Sıvı Conta Kullanımı ... 77
Uygulama 13 ... *78*
4. BAĞLANTI PARÇASI (FİTTİNGS) SIKMA ... 79
4.1. Bağlantı Parçaları (Fittings) ... 79
4.2. Ölçü Alma ... 82
4.2.1. Uçtan Uca Ölçü Alma ... 82
4.2.2. Eksenden Uca Ölçü Alma ... 83
4.2.3. Uçtan Sırta Ölçü Alma ... 83
4.2.4. Eksenden Eksene Ölçü Alma ... 83
4.2.5. Sırttan Sırta Ölçü Alma ... 83
4.2.6. Eksenden Sırta Ölçü Alma ... 84
4.3. Çelik Boru Anahtarları ... 84
4.3.1. Maşalı Boru Anahtarları ... 84
4.3.2. Tek Kollu Boru Anahtarları ... 84
Uygulama 14 ... *84*
Uygulama 15 ... *86*
5. SİYAH ÇELİK BORULARI SOĞUK BÜKME ... 88
5.1. Hidrolik Boru Bükme Makinesi ... 88
Uygulama 16 ... *89*
Uygulama 17 ... *91*

ÖĞRENME BİRİMİ 5: PLASTİK BORU İŞÇİLİĞİ ... 93

1. POLİPROPİLEN BORULARI KESME ... 94
1.1. Polipropilen Boru Çapları ... 95
1.2. Polipropilen Boru Ek Parçaları ... 95
1.3. Polipropilen Boru Kesme İşlemi ... 97
Uygulama 18 ... *98*
2. POLİPROPİLEN (PPRC) BORU FÜZYON KAYNAK YAPIMI ... 99
2.1. Polipropilen Birleştirmede Yapılan Hatalar ... 101
Uygulama 19 ... *102*
3. PVC BORU VE ÖZELLİKLERİ ... 105
3.1. PVC Boru Kullanım Alanları ... 105
3.2. PVC Boru Kullanımının Avantajları ... 106
3.3. PVC Boruların Özellikleri ... 106
3.4. PVC Boruları Kesme İşlemi ... 106
3.5. Kesme Kalıbı ... 107
3.6. Pah Kırma İşlemi ... 107
Uygulama 20 ... *108*
4. PVC BORULARI BİRLEŞTİRME ... 110
4.1. PVC Boru Birleştirme ... 110
4.1.1. Conta ile Birleştirme ... 110
4.1.1.1. Conta ile Birleştirmede Yapılması Gerekenler ... 111
4.1.2. Kelepçe ile Sabitleme ... 111
4.1.3. PVC Boruları Yatay Birleştirme ... 112
4.1.4. PVC Boruları Dikey Birleştirme ... 112
5. PVC MUFLU BAĞLANTI YAPMA ... 113
5.1. Pvc Boru Seçimi ... 113
5.2. PVC Borunun Markalanıp Isıtılması ve Muf Açılması ... 113
5.3. PVC Borunun Birleştirilmesi ... 113
5.3.1. Sıva Üstü Döşeme ... 113
5.3.2. Sıva Altı Döşeme ... 114
5.3.3. Muflu Boru Birleşimi ... 114
Uygulama 21 ... *115*

ÖĞRENME BİRİMİ 6: BAKIR BORU İŞÇİLİĞİ ... 117

1. BAKIR BORULARI KESMEK ... 118
1.1. Bakır Boru ve Özellikleri ... 118
1.2. Bakır Borunun Kullanım Alanları ... 118
1.3. Bakır Boru Tipleri ve Ölçüleri ... 119
1.3.1. Yumuşak Çekilmiş Bakır Borular ... 119
1.3.2. Sert Çekilmiş Bakır Borular ... 119
1.4. Bakır Boru Ölçüleri ... 120
1.5. Bakır Boruda Kesme İşlemi ... 120
1.6. Bakır Boruda Kesme İşleminde Kullanılan Materyaller ... 121
1.6.1. Bakır Boru Makası ... 121
1.6.2. Mini Boru Makası ... 121
Uygulama 22 ... *122*
2. BAKIR BORULARDA RAYBALAMAK ... 123
2.1. Bakır Boru Raybasıyla Raybalama ... 124

2.2. Yuvarlak Eğe ve Tel Fırça Kullanılarak Çapak Alma ... 124
2.3. Zımpara Bezi ve Kâğıdı Kullanarak Bakır Boruları Temizleme ... 125
Uygulama 23 ... *125*
3. BAKIR BORULARA HAVŞA AÇMAK ... 127
3.1. Havşa Yapımında Kullanılan Takımlar ... 127
3.2. Havşa Açma Öncesi Hazırlık ... 128
3.3. Havşa Açma Teknikleri ... 128
3.4. Havşa Yapımında Meydana Gelebilecek Hatalar ... 129
3.5. Havşalı Birleştirmelerde Kullanılan Bağlantı Parçaları ... 129
Uygulama 24 ... *130*
4. BAKIR BORULARI RAKOR İLE BİRLEŞTİRME ... 131
4.1. Bakır Boruları Bükme ... 132
4.1.1. Bakır Boruların Şekillendirilmesinde Kullanılan Araçlar ... 132
4.1.2. Boru Bükme Yayları ... 132
4.1.3. Manivela Tipi Bakır Boru Bükme Aletleri ... 133
Uygulama 25 ... *134*

ÖĞRENME BİRİMİ 7: BAKIR BORULARI LEHİMLEME ... 137
1. BAKIR BORULARDA MUF AÇMA ... 138
1.1. Muf Açma Teknikleri ... 139
1.1.1. Havşa Açma Aparatı ile Muf Açma ... 139
1.1.2. Şişirme Aparatı ile Muf Açma ... 139
1.2. Muf Açma Yapımında Meydana Gelebilecek Hatalar ... 139
Uygulama 26 ... *140*
2. YUMUŞAK LEHİMLEME YAPMA ... 142
2.1. Bakır Borulara Yumuşak Lehimlemede Kullanılan Araç Gereç ... 142
2.2. Bakır Boruları Yumuşak Lehime Hazırlama Tekniği ... 142
2.3. Yumuşak Lehimlemede Dikkat Edilecek Hususlar ... 143
Uygulama 27 ... *144*
3. SERT LEHİMLEME ... 146
3.1. Bakır Borulara Sert Lehimlemede Kullanılan Araç Gereç ... 146
3.2. Bakır Boruları Sert Lehime Hazırlama Tekniği ... 146
3.3. Sert Lehimlemede Dikkat Edilecek Hususlar ... 147
Uygulama 28 ... *147*

ÖĞRENME BİRİMİ 8: OKSİASETİLEN KAYNAK ÖNCESİ HAZIRLIK ... 149
1. BASINÇ REGÜLATÖRLERİNİ TAKMA VE REGÜLATÖRLERİNİN AYARLARINI YAPMA ... 150
1.1. Asetilen Tüpleri ve Özellikleri ... 150
1.1.1. Asetilen Gazı Elde Etme ... 150
1.1.2. Asetilen Tüplerinin Özellikleri ... 150
1.2. Oksijen Tüpleri ve Özellikleri ... 150
1.2.1. Oksijen Gazı Elde Etme ... 150
1.2.2. Oksijen Tüplerinin Özellikleri ... 151
1.3. Basınç Regülatörleri (Düşürücüler) ... 151
1.4. Oksijen ve Asetilen Hortumları ... 152
1.5. Tüplerin Bakımı ... 152
1.6. Montaj Kuralları ... 153
Uygulama 29 ... *153*
2. ÜFLEÇ YAKMA VE SÖNDÜRME ... 156
2.1. Üfleçler ... 156
2.1.1. Üfleç ... 156
2.1.2. Üfleç Çeşitleri ... 156
2.2. Bekler ... 156
2.2.1. Bek ... 156
2.2.2. Bek Çeşitleri ... 156
Uygulama 30 ... *157*
Uygulama 31 ... *159*
Uygulama 32 ... *161*

ÖĞRENME BİRİMİ 9: OKSİASETİLEN KAYNAK İŞLEMLERİ ... 163
1. KAYNAK İŞLEMLERİ HAZIRLIK AŞAMALARI ... 164
1.1. Kaynak Ağzı ... 164
1.2. Puntalama Tekniği ... 165
1.3. Kaynak Telleri ... 165
Uygulama 33 ... *165*
Uygulama 34 ... *167*
Uygulama 35 ... *169*
Uygulama 36 ... *170*
Uygulama 37 ... *172*
Uygulama 38 ... *174*
Uygulama 39 ... *176*
Uygulama 40 ... *178*
Uygulama 41 ... *180*

ÖĞRENME BİRİMİ 10: ELEKTRİK ARK KAYNAK ÖNCESİ HAZIRLIK ... 183
1. KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLARI ... 184
2. KAYNAK ELEMANLARI ... 185
3. KAYNAK ELEKTROTLARI ... 187
4. KAYNAK TEMEL ELEMANLARI ... 188
Uygulama 42 ... *190*
Uygulama 43 ... *191*

ÖĞRENME BİRİMİ 11: ELEKTRİK ARK KAYNAK İŞLEMLERİ ... 193
1. KAYNAKLI BİRLEŞTİRME ÇEŞİTLERİ ... 194
2. KAYNAK AĞIZLARI ... 194
3. KAYNAK POZİSYONLARI ... 195
4. ELEKTROT HAREKETLERİ ... 195

5. AMPER AYARLAMA 195
6. ARK BOYU 195
Uygulama 44 196
Uygulama 45 197
Uygulama 46 199
Uygulama 47 200
Uygulama 48 202
Uygulama 49 203
Uygulama 50 205
Uygulama 51 206

ÖĞRENME BİRİMİ 12: MIG-MAG KAYNAK İŞLEMLERİ 209
1. GAZALTI KAYNAĞININ TANIMI VE ÖNEMİ .. 210
1.1. MIG ile MAG Kaynağı Arasındaki Fark 210
1.2. MIG-MAG Kaynağının Endüstrideki Yeri ve Önemi 211
1.3. MIG-MAG Kaynak Donanımları 211
1.4. MIG-MAG Kaynağında Kullanılan Koruyucu Gazlar 211
1.4.1. Karışım Gazı 211
1.4.2. Karbondioksit Gazı 212
1.4.3. Argon Gazı 212
1.4.4. Helyum Gazı 212
1.5. Regülatörler 212
1.6. Regülatörlerin Kullanımlarında Dikkat Edilmesi Gerekenler 213
1.7. Hortumlar 213
1.8. Kaynak Elemanları 213
1.9. Gazaltı Kaynak Makineleri Çalışma Ayarları 215
Uygulama 52 216
2. MIG-MAG KAYNAĞI 219
2.1. MIG-MAG Kaynak Ünitesi 219
2.2. Kaynak Makinesi 219
2.3. MIG-MAG Kaynak Makinesinin Kısımları 219
2.4. MIG-MAG ile Küt Ek Kaynağı Yapmak .. 220
2.4.1. Parça Kalınlığına Göre Tel ve Gaz Seçimi 220
2.4.2. Amper ve Tel Hızı Ayarı 220
2.5. Küt Ek Kaynağında Torca Verilecek Hareketler 220
2.5.1. Kaynak Torcunun İş Parçasına Göre Konumu 220
2.5.2. Küt Ek Kaynağında Torc Açıları 221
2.6. Gazaltı Kaynağında Oluşan Hatalar 221
2.6.1. Fiziksel Hatalar 221
2.6.2. Temizlik 222
2.6.3. Gözenek Oluşumu 222
Uygulama 53 223
3. MIG-MAG FLANŞ KAYNAĞI 225
3.1. Paslanmaz Çelik Flanş Çeşitleri 225
3.2. Flanş Kaynağında Dikkat Edilecek Hususlar 226
3.3. İş Parçalarını Flanş Kaynağına Hazırlamak 226
3.4. Flanş Kaynağı Uygulama Teknikleri 226
3.5. Borulara Flanş Kaynağı Yapmak 227
Uygulama 54 227
4. MIG-MAG KAYNAK YÖNTEMİYLE BORU KÜT EK KAYNAĞI YAPMAK 229
4.1. Torca Verilecek Hareketler 229
4.2 .Kaynak Öncesi Hazırlığın Önemi 229
4.2.1. Boruların Kaynağa Hazırlanması ... 229
4.3. Boru Kaynağı Yapma 230
4.3.1. Boruları Puntalama Yöntemleri 230
4.3.2. Elektrot Açıları 231
4.3.3. Kaynak Hızı 231
4.4. Boru Kaynağını Yapma 232
4.5. Boru Kaynaklarında Dikkat Edilecek Hususlar 232
4.6. Kaynak Dikişini Temizleme 233
Uygulama 55 233

ÖĞRENME BİRİMİ 13: TIG KAYNAĞI İŞLEMLERİ 235
1. KORUYUCU GAZLARI KAYNAĞA HAZIRLAMA 236
1.1. TIG Kaynağında Kullanılan Koruyucu Gazlar 236
1.2. Regülatörler 237
1.3. Hortumlar 237
Uygulama 56 237
2. TIG KAYNAK MAKİNESİNİ KAYNAĞA HAZIRLAMA 239
2.1. TIG-MIG Kaynak Donanımını Oluşturan Elemanlar 239
Uygulama 57 243
Uygulama 58 244
Uygulama 59 245
3. TIG KAYNAĞI İLE ÇELİK BORULARIN KAYNAĞI 247
3.1. Çelik Boruların Kaynağını Yapma 248
Uygulama 60 251
4. TIG KAYNAĞI İLE BAKIR VE ALAŞIMLARININ KAYNAĞI 253
4.1. TIG Kaynağı ile Bakır ve Alaşımlarının Kaynağının Endüstrideki Yeri ve Önemi 253
4.2. TIG Kaynak Makinesinin Bakır ve Alaşımlarının Kaynak Ayarları 253
Uygulama 61 254

KAYNAKÇA 256

KİTABIN TANITIMI

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Karekod okuyucu ile taratarak resim, video, animasyon, soru ve çözümleri vb. ilave kaynaklara ulaşabileceğiniz karekod. Detaylı bilgi için http://kitap.eba.gov.tr/karekod

Öğrenme biriminin adını gösterir.

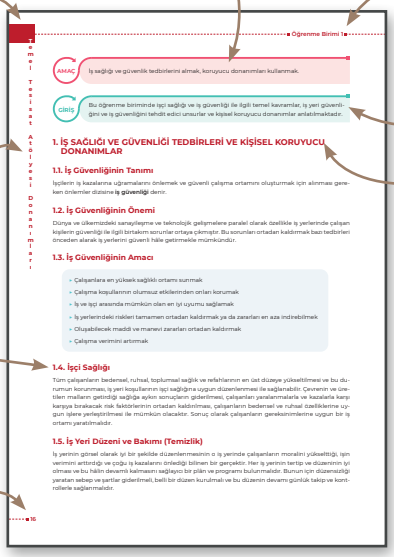
Öğrenme biriminin rengini gösterir.

Öğrenme biriminin içerisinde yer alan konuları gösterir.

Öğrenme biriminin amacını açıklar.

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Öğrenme biriminin rengini gösterir.



Öğrenme birimine giriş yapar.

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Konu başlığını gösterir.

Alt konu başlıklarını gösterir.

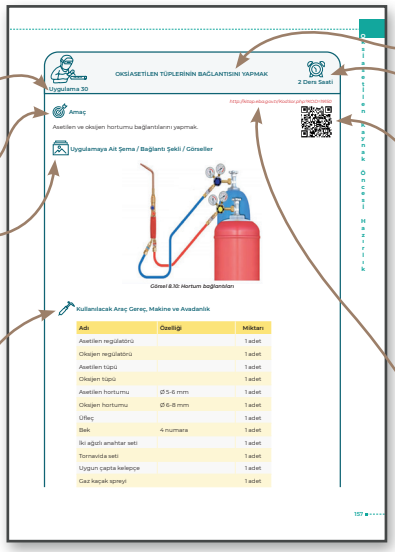
Sayfa numarasını gösterir.

Uygulamanın numarasını gösterir.

Uygulamanın amacını gösterir.

Uygulamayla ilgili görselleri gösterir.

Uygulamada kullanılacak araç gereçleri gösterir.



Konuyla ilgili uygulama faaliyetini gösterir.

Uygulamanın süresini gösterir.

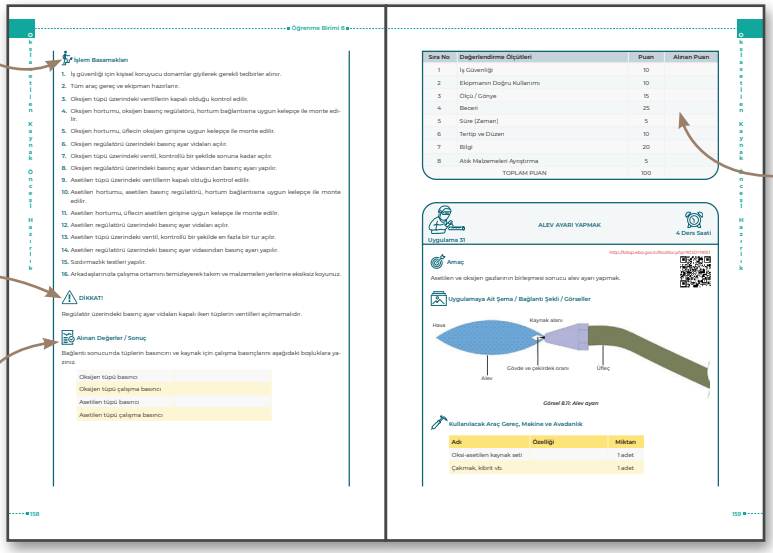
Karekod okuyucu ile tarata-rak uygulama ile ilgili video, animasyon vb. ilave kaynakla-ra ulaşabileceğiniz karekod.

İnternet adresi ile de karekodun bağlantısına ulaşabilirsiniz.

Uygulamada takip edilecek işlem basamak-larını gösterir.

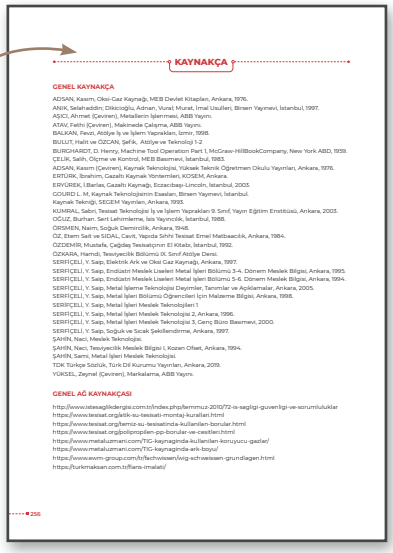
Uygulamada dikkatli olun-ması gereken durumları gösterir.

Uygulama sonucunda alınan değer-leri gösterir.



Uygulama sonrasında yapılacak de-ğerlendirme-nin ölçütlerini gösterir.

Yararlanılan kaynakları gösterir.



ÖĞRENME BİRİMİ 1

TEMEL TESİSAT ATÖLYESİ DONANIMLARI

KONULAR

1 İş Sağlığı ve Güveliği Tedbirleri ve Kişisel Koruyucu Donanımlar

2 Temel İşlemler Tesisat Atölyesindeki El Aletleri ve Makine Takımları

AMAÇ İş sağlığı ve güvenlik tedbirlerini almak, koruyucu donanımları kullanmak.

GİRİŞ Bu öğrenme biriminde işçi sağlığı ve iş güvenliği ile ilgili temel kavramlar, iş yeri güvenliğini ve iş güvenliğini tehdit edici unsurlar ve kişisel koruyucu donanımlar anlatılmaktadır.

1. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ TEDBİRLERİ VE KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLAR

1.1. İş Güvenliğinin Tanımı

İşçilerin iş kazalarına uğramalarını önlemek ve güvenli çalışma ortamını oluşturmak için alınması gereken önlemler dizisine **iş güvenliği** denir.

1.2. İş Güvenliğinin Önemi

Dünya ve ülkemizdeki sanayileşme ve teknolojik gelişmelere paralel olarak özellikle iş yerlerinde çalışan kişilerin güvenliği ile ilgili birtakım sorunlar ortaya çıkmıştır. Bu sorunları ortadan kaldırmak bazı tedbirleri önceden alarak iş yerlerini güvenli hâle getirmekle mümkündür.

1.3. İş Güvenliğinin Amacı

- Çalışanlara en yüksek sağlıklı ortamı sunmak
- Çalışma koşullarının olumsuz etkilerinden onları korumak
- İş ve işçi arasında mümkün olan en iyi uyumu sağlamak
- İş yerlerindeki riskleri tamamen ortadan kaldırmak ya da zararları en aza indirebilmek
- Oluşabilecek maddi ve manevi zararları ortadan kaldırmak
- Çalışma verimini artırmak

1.4. İşçi Sağlığı

Tüm çalışanların bedensel, ruhsal, toplumsal sağlık ve refahlarının en üst düzeye yükseltilmesi ve bu durumun korunması, iş yeri koşullarının işçi sağlığına uygun düzenlenmesi ile sağlanabilir. Çevrenin ve üretilen malların getirdiği sağlığa aykırı sonuçların giderilmesi, çalışanları yaralanmalarla ve kazalarla karşı karşıya bırakacak risk faktörlerinin ortadan kaldırılması, çalışanların bedensel ve ruhsal özelliklerine uygun işlere yerleştirilmesi ile mümkün olacaktır. Sonuç olarak çalışanların gereksinimlerine uygun bir iş ortamı yaratılmalıdır.

1.5. İş Yeri Düzeni ve Bakımı (Temizlik)

İş yerinin görsel olarak iyi bir şekilde düzenlenmesinin o iş yerinde çalışanların moralini yükselttiği, işin verimini arttırdığı ve çoğu iş kazalarını önlediği bilinen bir gerçektir. Her iş yerinin tertip ve düzeninin iyi olması ve bu hâlin devamlı kalmasını sağlayıcı bir plân ve programı bulunmalıdır. Bunun için düzensizliği yaratan sebep ve şartlar giderilmeli, belli bir düzen kurulmalı ve bu düzenin devamı günlük takip ve kontrollerle sağlanmalıdır.

Bir iş yerinde temizlik ve düzen, iş kazalarının çoğunu önleyen önemli bir etkendir. Kurulu düzenin ve arzulanan temizliğin yeterli ve devamlı olması yapılacak günlük çalışma ve kontrollerle mümkündür. Günlük çalışmalarla aşağıdaki yerlerde ve hizmetlerde düzen ve temizliğin sağlanmış olması çalışma motivasyonunu ve verimi artırır (Görsel 1.1).

Görsel 1.1: Temizlik ve düzen yönünden iki farklı atölye

1.6. Kişisel Koruyucu Donanım (KKD)

KKD'ler (Kişisel Koruyucu Donanım) amaçlanan doğrultuda kullanılırken karşılaşılan tüm risklere karşı yeterli koruma sağlamalıdır. Bu amaçla, bu ürünlerin üzerine CE(ConformitéEuropéenne-Avrupa'ya Uygunluk) işareti iliştirilmiş olmalıdır. KKD'nin Türkçe kullanım kılavuzu ile birlikte temin edilmesi gerekmektedir. Yapılan işe ve çalışana uygun olmayan KKD'lerin koruma sağlamayacağı unutulmamalıdır (Görsel 1.2).

Görsel 1.2: Koruyucu araçlarla ilgili uyarıcı levhalar

1.7. Koruyucu Araçlar

1.7.1. Solunum Sisteminin Korunması

Sanayide üretim sürecinde kullanılan maddelerden bir kısmı, belirli yerlerde çalışanlar için zehirli etki gösterir. Solunum, sindirim ve sinir sistemlerinde sorunlara neden olabilir. Solunum sisteminde tahribat yapan önemli bir zararlı madde de tozdur. Solunum sisteminin bu zararlı etkilerden korunması için solunum sistemi koruyucuları kullanılmalıdır.

Havayı temizleyen solunum cihazları, soluduğumuz havadaki parçacıkları filtreleyerek tehlikeli maddeleri temizler. Toz zerreciklerini, metal zerrecikleri, sisi, dumanı solunum havasından filtre ederek kişiye temiz hava sağlar. Bu malzemeler; çeyrek ve yarım yüz maskeleridir (Görsel 1.3).

Görsel 1.3: Yüz maskeleri

1.7.2. Vücudun Korunması

Vücudun korunması için kullanılacak donanımların iş yeri şartları ve yapılan işin özelliğine uygun olmasına özen gösterilmelidir.

El ve Kolların Korunması

El, kol yaralanmaları iş kazaları içinde önemli bir paya sahiptir. Eldivenler; eli, elin herhangi bir yerini, ön kol ve kolun bir bölümünü tehlikelere karşı koruyan kişisel koruyucu donanımdır (Görsel 1.4). Tüm tehlikelere karşı tek tip eldiven kullanılamayacağından eldivenin hangi tehlikeye karşı kullanılacağının tespiti önemlidir.

Görsel 1.4: Eldivenler

Gözlerin Korunması

Gözleri; zararlı ışın, yabancı madde ve darbelerden korumak için göz koruyucu donanımlar kullanılmalıdır (Görsel 1.5).

Görsel 1.5: Gözlükler

Başın Korunması

Baş koruyucu donanımlar, başı darbelere karşı kabuk aracılığıyla korur ve yapılan işin türüne göre farklı amaçlar için kullanılır (Görsel 1.6). Çalışanı, düşen cisimlere ve darbelere karşı koruyan baret türleri olduğu gibi ergimiş metal sıçramasına ve elektrik çarpmalarına karşı koruyan baret türleri de vardır.

Görsel 1.6: Baretler

Baş koruyucular, darbe aldığı zaman değiştirilmeli ve koruyucuların çatlak, çizik vb. olanları kesinlikle kullanılmamalıdır. Baş koruyucuların başın tam ölçüsünde olması güvenlik için önemlidir.

Ayakların Korunması

Yapılan işin türüne göre ayak ve parmakları darbe, ezilme, elektrik, ısıl risk ve kimyasal madde gibi etkenlere karşı koruyan ayak koruyucu donanımlar giyilmelidir. İş ayakkabıları seçilirken ayakkabıların rahat, ergonomik ve yapılan işe uygun olmasına dikkat edilmelidir (Görsel 1.7).

Görsel 1.7: Koruyucu ayakkabılar

Koruyucu Giysiler

Çalışana, yaptığı işin türüne göre bir veya daha fazla tehlikeye karşı koruyan koruyucu giysiler temin edilmelidir. Sıradan iş elbiseleri herhangi bir koruma sağlamadığından KKD olarak sınıflandırılmaz (Görsel 1.8).

Görsel 1.8: İş elbiseleri

Yüksekten Düşmeye Karşı Koruyucu Donanımlar

Yüksekte çalışanın düşmesini engellemeyi amaçlayan, düşme durumunda ise vücudun zarar görmesini engelleyen kişisel koruyucu donanımlardır (Görsel 1.9).

Görsel 1.9: Emniyet kemerleri

İşitme Koruyucu Donanımları

Çalışan, gürültüden kaynaklı işitme kaybını engellemek için kulak tıkacı veya kulaklık gibi işitme kaybını önleyici koruyucular kullanmalıdır (Görsel1.10). Kulak tıkaçlarını kullanırken ellerin temiz olmasına ve tıkacın gürültülü ortama girmeden kulağa takılmasına dikkat edilmelidir.

Görsel 1.10: Kulaklık

Uygulama 1

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİK TEDBİRLERİ VE KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLAR

1 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19113

Amaç

Çalışma ortamında gerekli iş güvenliği ekipmanlarını belirleyip giymek (Görsel 1.11).

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller

Görsel 1.11: Gözlükler

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
İş ayakkabısı		1 adet
Baret		1 adet
Kulaklık		1 adet
İş eldiveni		1 adet
Koruyucu gözlük		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyularak tüm araç gereçler hazırlanır ve araç gereçlerin son kontrolleri yapılır.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Yapılacak çalışmaya göre kullanım alanına uygun koruyucu donanımlar seçilir ve çalışmada aşağıdaki adımlar izlenir.
4. İş ayakkabısı giyilir.
5. Baret takılır ve baretin gerekli ayarları yapılır.
6. İş eldiveni giyilir.

7. İş gözlüğü takılır ve gözlüğün yüz ayarı yapılır.
8. Kulaklık takılır.
9. Toz maskesi takılır.
10. İşlem basamaklarını uygularken hata yaptığınızda öğretmeninize danışınız ve sabırla tekrarlayınız.
11. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	20	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	20	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
TOPLAM PUAN		100	

Uygulama 2

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİK TEDBİRLERİ VE KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLAR

1 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19114

Amaç

Kaynak yapma esnasında oluşabilecek etkenleri tanımlayıp bunlara uygun ekipmanları giymek (Görsel 1.12).

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller

Görsel 1.12: Gözlükler

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
İş ayakkabısı		1 adet
Kaynak maskesi		1 adet
Kaynak eldiveni		1 adet
İş elbisesi		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyularak tüm araç gereçler hazırlanır ve araç gereçlerin son kontrolleri yapılır.
2. Yapılacak çalışmaya göre kullanım alanına uygun koruyucu donanımlar seçilir ve çalışmada aşağıdaki adımlar izlenir.
3. Kaynak yaparken oluşan sıçramalardan korunmak için iş elbisesi giyilir.
4. Çalışma ortamında oluşacak olumsuz etkilerden korunmak için iş ayakkabısı giyilir.
5. Kaynak yapma esnasında oluşan sıçramalar ve açığa çıkan ısıdan korunmak için kaynak eldivenleri ellere geçirilir.
6. Yine aynı şekilde kaynak yapma esnasında oluşan sıçramalar ve ultraviyole ışınlardan yüzümüzü ve gözümüzü korumak için kaynak maskesi takılır ve maskenin gerekli ayarlamaları yapılır.
7. İşlem basamaklarını uygularken hata yaptığınızda öğretmeninize danışınız ve sabırla tekrarlayınız.
8. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	20	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	20	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
	TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ Temel tesisat atölyesindeki el takımlarını ve makineleri tanıtmak.

GİRİŞ Temel tesisat atölyesindeki el takımlarını ve makineleri tanıyacak, onların kullanım özelliklerini kavrayacak ve atölye çalışma kurallarını öğrenilebilecektir.

2. TEMEL İŞLEMLER TESİSAT ATÖLYESİNDEKİ EL ALETLERİ VE MAKİNE TAKIMLARI

2.1. El Aletleri

İş yerlerinde elektrikli alet ve makinelerin dışında el becerisine dayalı olarak kullanılan aletler, el aletleridir (Görsel 1.13). Özellikle küçük iş yerlerinde meydana gelen iş kazalarının birçoğu el aletlerinin iyi kullanılamaması veya aletlerin kullanılamayacak şekilde arızalı ve yıpranmış olmasından kaynaklanmaktadır.

Atölyelerde bulunan el aletleri;

- Kesici aletler,
- Vurma aletleri,
- Sıkıştırma aletleri,
- Ölçme ve kontrol aletleri,
- Markalama aletleri

olarak sınıflandırılır.

Görsel 1.13: Atölyede bulunan el aletleri

2.2. El Aletleri Takımları

Tablo 1.1: El Aletleri

Plastik Çekiç		Kargaburun	
Metal Çekiç		Boru Anahtarı	
Açık Ağızlı Anahtarlar		El Saç Makası	
Kombine Anahtar Takımı		Düz Tornavida	
Yıldız Anahtarlar		Yıldız Uçlu Tornavida	
Lokma Anahtar Takımı		Demir Testeresi	
Kurbağacık Anahtar		Alyan Anahtarı	
Pense		Ayarlı Pense	
Yan Keski			

2.3. Makineler

Tablo 1.2: Tesisat Atölyesi Makineleri

Sac Levha Makası (Giyotin)	
Punta Kaynak Makineleri	
Sütunlu Matkap ile Delme	

Tepsi Testere Makinesi	
Kollu Makas	
Zımpara Tezgâhı	

2.4. Tüm Takım Tezgâhları ile İlgili Ortak Güvenlik Önlemleri

2.4.1. Genel Güvenlik

- Bir işe başlamadan önce gerekli olan mesleki bilginin tam olarak alınmış olması gerekmektedir.
- Kullanılacak olan tezgâhların özellikleri ve çalışma prensipleri tam olarak bilinmelidir.
- Tezgâh kullanılırken bütün dikkat ona verilmelidir.
- Kullanılan tezgâhların elektrik problemleri olmamalıdır.
- Tezgâh üzerinde herhangi bir arıza meydana gelmişse veya tezgâh bakım görmekte ise üzerine mutlaka uyarıcı bir levha konulmalıdır.
- Tezgâhların hareketli kısımlarına yaklaşırken dikkatli ve uyanık olunmalıdır.
- Tezgâh başlarına uyarı levhaları asılmalıdır.
- İş için en uygun takımlar kullanılmalıdır.
- Yıpranmış takımlar hemen değiştirilmelidir.
- Kullanılmayan takım ve malzemeler iş masası üstünde bırakılmamalıdır.
- Atölye içindeki geçit ve pasajlar, makinelerin çevreleri her zaman temiz ve düzenli tutulmalıdır.

2.4.2. Kişi Güvenliği

- Koruyucu gözlük takılmalıdır.
- Koruyucu ayakkabı giyilmelidir.
- İş başında iş elbiseleri mutlaka giyilmeli ve iş elbiselerinin düğmeleri ilikli olmalıdır.
- Gömleklerin kolları ya ilikli olmalı ya da kıvrılmalıdır.
- Saçlar kısa kesilmiş olmalı, gerekiyorsa koruyucu şapka giyilmelidir.
- Tezgâh çalıştırılmadan önce bütün koruyucuların yerlerinde ve iş görebilecek durumda olmaları sağlanmalıdır.
- Tezgâh çalıştırılmadan önce tezgâh ve çevresinin temizlik kontrolü yapılmalıdır.
- Keskin kenarlı parçalara, çapak ve pürüzlere dikkat edilmelidir. Bitmiş iş parçaları çapaklı ve keskin kenarlı bırakılmamalıdır.
- Her zaman işe uygun anahtar kullanılmalıdır.
- Ağzı bozulmuş anahtar veya takım kullanılmamalıdır.

2.4.3. Tezgâh ve Cihaz Güvenliği

- Tezgâh çalıştırılmadan önce onun nasıl durdurulacağı bilinmelidir.
- Yağ seviyesi tezgâh çalıştırılmadan önce kontrol edilmelidir.
- Tezgâh çalıştırılmadan önce tezgâhın dönüş yönü mutlaka kontrol edilmelidir.
- Tezgâh üzerinde yıpranmış ve hasara uğramış somun, cıvata vb. parçalar varsa yenileriyle değiştirilmelidir.

2.4.4. Atölye Çalışmalarında Uyulması Gereken Kurallar

- İş güvenliği için yasaklayıcı ve uyarıcı tabelalara, işaretlere uyunuz.
- Ders başlamadan önce atölye önünde bütün öğrencilerin hazır olmaları gerekmektedir.
- Ders bitiminde her öğrenci kullandığı araç gereci orta masaya getirip teslim edecektir.
- Kullanılan araç gerecin zarar görmesi durumunda ders öğretmenine bilgi verilecektir.
- Araç gereçleri kullanırken işlem sırasına ve kullanma yönergelerine uyunuz.
- Dikkatsizlik, bilgisizlik ve şakalaşma sonucunda kaza meydana gelebileceğini ve bu kazaların yaralanma hatta ölümle sonuçlanabileceğini unutmayınız.
- Çalışırken hareketlerinizi engellememek için birbirinize fazla yaklaşmayınız ve güvenli bir hareket alanı bırakınız.
- Kesici, delici, yanıcı vb. tehlikeli araç gereçleri öğretmen gözetiminde olmadan kendi başınıza kullanmayınız.
- Herhangi bir kaza veya yaralanma durumunda hemen sorumlu ders öğretmenine bildiriniz.
- Bir makine atölyesinde çalışırken uygun iş giysileri giyiniz.
- Makine koruma tertibatının (siper) mevcut olmadığı veya uçan parçacıklara karşı yeterli koruma sağlanamadığı durumlarda koruyucu iş güvenliği gözlüklerini takınız.
- Tezgâhlar üzerindeki metal talaşları kaldırırken bir fırça veya talaş toplama çengeli kullanınız. Onlara elle dokunmayın, onların yaralanmalara sebep olacağını unutmayınız.
- Atölye çıkışında, çalışma alanları ve çevre temiz bırakılmalıdır. Çalışma sonrasında; kullanılan masa, alet, takım, cihaz ve aksesuarları teslim alındığı şekilde temizlenmiş olarak, kapalı durumda yerlerine bırakınız.
- Kişisel giysiler, çantalar ve diğer eşyaları atölyede bu amaçla ayrılan yerlere bırakınız.

ÖĞRENME BİRİMİ 2

METAL MALZEME KESME İŞLEMLERİ

KONULAR

1. Ölçme ve Kontrol İşlemleri
2. Markalama İşlemleri
3. Kesme İşlemleri

AMAÇ Metal malzemeler üzerinde ölçme ve kontrol işlemlerini yapmak.

GİRİŞ Bir parçanın yapımı sırasında ve parça yapıldıktan sonra istenen ölçülerde yapılıp yapılmadığının ölçülmesi, kontrol edilmesi gereklidir. Bu amaçla birtakım ölçü aletleri kullanılır. Bunların başlıcaları; şerit metreler, çelik metreler, kumpaslar, mikrometreler gibi ölçü aletleridir.

1. ÖLÇME VE KONTROL İŞLEMLERİ

1.1. Ölçmenin Tanımı ve Önemi

Miktarı bilinmeyen bir büyüklüğü, aynı cinsten bir birim büyüklük ile karşılaştırarak kaç katı olduğunu saptamaya **ölçme** denir. Makine parçalarının veya yapılan herhangi bir işin görevini yapabilmesi için istenen ölçülerde olması ön şarttır. Bu amacın gerçekleşmesi için de üretim sırasında ve sonrasında parçaların ölçülmesi gerekir (Görsel 2.1). Bir anlaşma ve ortak dil olarak kullanılan ölçme işlemine aşağıdaki sebeplerden dolayı ihtiyaç duyulur:

- Üretilen veya yapılan parçaların ölçü sınırlarını belirlemek
- Geliştirilen diğer üretim yöntemlerini kontrol etmek
- Üretimi yapılan parçanın büyüklüğünü bilimsel olarak ifade edebilmek

Görsel 2.1: Kullanılan çeşitli metreler

1.2. Ölçme Çeşitleri

Ölçme; doğrudan (direkt) ve dolaylı (endirekt) olmak üzere iki çeşittir.

Doğrudan (Direkt) Ölçme: Ölçü takımları ile yapılan ölçme yöntemidir. Bu ölçme işlemi ölçü aleti üzerinden doğrudan okunur.

Dolaylı (Endirekt) Ölçme: Bu işlemde ölçü aleti belli bir kıyaslama parçasına ayarlanır. Ölçme, kıyaslama parçasına göre yapılır. Bu metotta parçanın boyutu ölçülmez ancak üzerinde veya içinde bulunan optik, elektrikli vb. ölçü aletleri kullanılarak ölçülecek boyutun büyüklüğü, ölçü aletinin bölüntü hassasiyetine bağlı olarak mukayese edilir.

1.3. Ölçmeyi Etkileyen Faktörler

- Ölçü aletinin hassasiyeti
- Ölçme işlemi yapılan ortamın, ölçü aletinin, ölçülen parçanın ısısı
- İşin hassasiyeti

- Ölçülecek iş parçasının fiziksel özelliği
- Ölçme yapılan yerin ışık durumu
- Ölçme yapan kişiden kaynaklanan faktörler
- Bakış açısı

1.4. Uzunluk Ölçü Sistemleri

Metrik Sistem

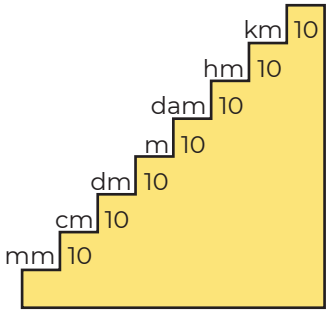
Günümüzde metre sisteminin uzunluk ölçüsü olarak kullanılmasını kabul eden ülke sayısı yüzden fazladır. Geri kalan ülkeler inch (parmak) sistemini kullanır. Ancak sayılarla ifade edilebilecek en büyük boyutlar ile en küçük boyutlar sadece metre ile ifade edilemez. Bu nedenle uzunluk ölçüsü birimi olarak metrenin katları ve askatları oluşturulmuştur (Görsel 2.2). Metrenin askatları ve üst katları onar onar büyür veya küçülür. Metre "m" harfiyle gösterilir.

Örnek: Bir tesisatta 50 dm alınan bir ölçü kaç mm'dir?

Çözüm: Merdiven basamağında dm ile mm arasında iki basamak vardır.

Her basamak aşağıya doru 10 kat arttığına göre;

50.10.10= 5000 mm'dir.



Görsel 2.2: Metrenin askatları ve üst katları

İnç (İngiliz Ölçü) Sistemi

İngiltere ve Amerika'da kullanılan ölçü sistemidir. 1995 yılında İngiltere'nin metrik sisteme geçmesine rağmen günümüzde hâlâ kullanılmaktadır. Ülkemizde de teknik alanda kullanılmaktadır. Bunun nedeni, teknolojinin buralardan yayılmış olmasıdır. Özellikle boru çaplarının adlandırılmasında yaygın olarak kullanılır. İngiliz ölçü sistemi birimi inch'dir. **Parmak** ve **pus** da denir. İnç olarak okunur ve rakamlar üzerinde ”işaretiyle gösterilir (3/4”, 1”, 2 ” gibi).

Uzunluk ölçüsünde 1 inç 25,4 mm (1” = 25,4 mm) karşılığıdır. Bu bağıntı yoluyla metrik ve İngiliz uzunluk ölçü birimi çevrimleri yapılır. Birimleri birbirine dönüştürmek için orantı kurulur.

Örnek: 2 inç kaç mm'dir?

1 inç	25,4 mm ise
2 inç	X mm'dir

X = 2 . 25,4 = 50,8 mm

1.5. Uzunluk Ölçü Alma Aletleri

1.5.1. Bölüntülü Ölçü Aletleri

Ölçme ve markalama işlerinde kullanılır. Kullanım alanı oldukça geniştir. Sert ağaç, plastik ve metalden yapılır. Metreler; çelik, şerit ve katlanır olmak üzere üç çeşittir.

Şerit Metreler

Şerit metreler, 2 m ve daha büyük uzunlukta yapılır. Çelik malzemeden şerit biçimde üretilir (Görsel 2.3). Her meslek alanında kullanılır.

Görsel 2.3: Çeşitli şekillerde şerit metreler

Çelik Metreler

Çelik metre 30, 50 ve 100 cm boylarında olur. Küçük uzunlukta olanlarına **çelik cetvel** de denir. Üzeri inç ve mm bölüntülüdür. İmalat sanayinde ölçü almakta kullanılır (Görsel 2.4).

Görsel 2.4: Çelik metre ve cetvel

Katlanır Metreler

Katlanır metreler ahşaptan yapılır. 20 cm'lik parçaların birbiri üstüne katlanır ve bunlar 1 m boyundadır. Üzeri mm bölüntülü olup kaba ölçü alma işlemlerinde kullanılır. Genellikle ahşap ve yapı işlerinde tercih edilir (Görsel 2.5).

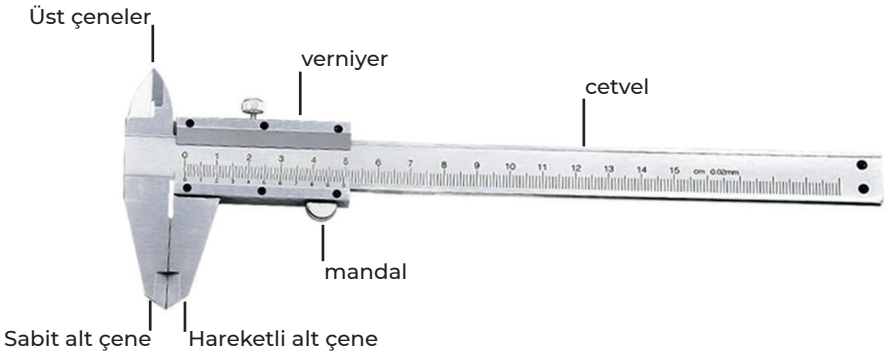
Görsel 2.5: Katlanır metre

1.5.2. Ayarlanabilir Ölçü Aletleri

Atölye ve imalat sanayinde hassas ölçü alma işlemlerinde kullanılan ölçü aletleridir.

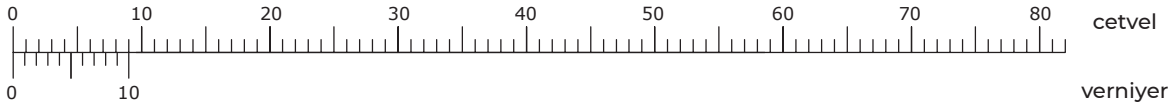
Kumpaslar

Sürmeli kumpas olarak da adlandırılır. Cisimlerin iç, dış ve derinlik ölçülerinin alınmasında kolaylık sağlar. Mesleğimizde cihazların küçük parçalarının ölçülmesinde, boru ve ek parçalarının, çap veya et kalınlıklarının ölçülmesinde çok kullanılır. Ölçme hassasiyetlerine göre 1/10, 1/20 ve 1/50'lik çeşitleri vardır (Görsel 2.6).



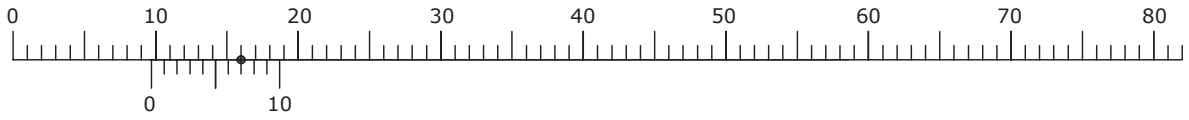
Görsel 2.6: Kumpas

1/10'luk Kumpas: Cetvelin 9 mm'lik kısmı, verniyer üzerinde 10 eşit parçaya bölünmüştür. Verniyerin iki çizgi arası 0,9 mm'dir. Cetvelin üzerindeki bölümlerden verniyerin üzerindeki bölümler 0,1 mm daha küçüktür. Verniyerin alabileceği en küçük ölçü 0,1 mm'dir. Aynı zamanda 0,1 mm kumpasın ölçme hassasiyetidir (Görsel 2.7).



Görsel 2.7: 1/10'luk kumpas ve verniyer bölüntüsü

Örnek: Aşağıda verilen 1/10'luk kumpasla ölçülmüş ölçüyü okuyunuz (Görsel 2.8).

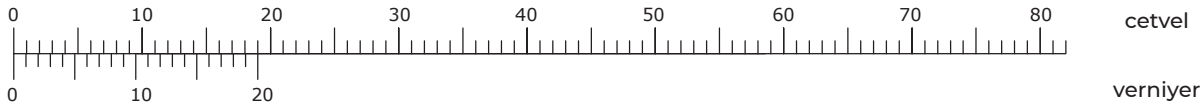


Görsel 2.8: 1/10'luk kumpasta belirlenmiş ölçü

Çözüm: Verniyerin cetvel bölüntü çizgileriyle çakışmış olan 7. çizgisi tespit edilir. Kumpasın ölçme hassasiyeti olan 0,1 ile çarpılır. Çıkan sonuç, cetvel üzerinden okunan 9 mm'lik ölçüye ilave edilir.

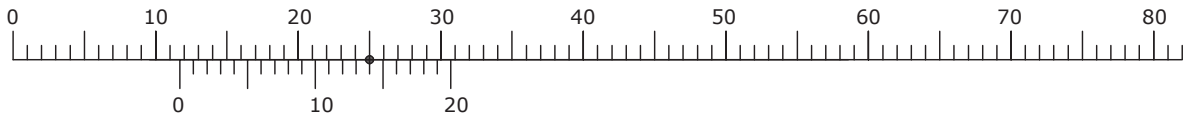
7 . 0,1 = 0,7 mm ⟶ 9 + 0,7 = 9,7 mm

1/20'lik Kumpas: Cetvel üzerindeki 19 mm'lik kısım, verniyer üzerinde 20 eşit parçaya bölünmüştür. Verniyerin iki çizgi arası 0,95 mm'dir. 0,05 mm'ye kadar olan küçük ölçüleri ölçmek mümkündür. 0,05 mm kumpasın ölçme hassasiyetidir (Görsel 2.9).



Görsel 2.9: 1/20'lik kumpas ve verniyer bölüntüsü

Örnek: Aşağıda verilen 1/20'lik kumpasla ölçülmüş ölçüyü okuyunuz (Görsel 2.10).

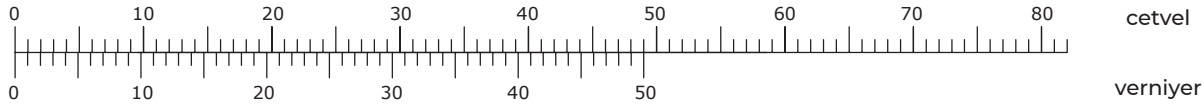


Görsel 2.10: 1/20'lik kumpasta belirlenmiş ölçü

Çözüm: Verniyerin cetvel bölüntü çizgileriyle çakışmış olan 14. çizgisi tespit edilir. Kumpasın ölçme hassasiyeti olan 0,05 ile çarpılır. Çıkan sonuç, cetvelin üzerinden okunan 11 mm'lik ölçüye ilave edilir.

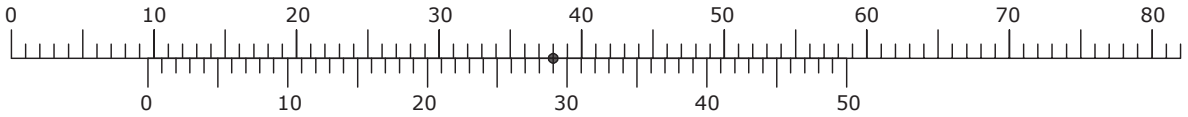
14 . 0,05 = 0,70 mm ⟶ 11 + 0,70 = 11,70 mm

1/50'lik Kumpas: Cetvel üzerindeki 49 mm'lik kısım, verniyer üzerinde 50 eşit parçaya bölünmüştür. Verniyerin iki çizgi arası 0,98 mm'dir. 0.02 mm'ye kadar olan küçük ölçüleri ölçebilir. Bu kumpasın ölçme hassasiyeti 0,02 mm'dir (Görsel 2.11).



Görsel 2.11: 1/50'lik kumpas ve verniyer bölüntüsü

Örnek: Aşağıda verilen 1/50'lik kumpasla ölçülmüş ölçüyü okuyunuz (Görsel 2.12).



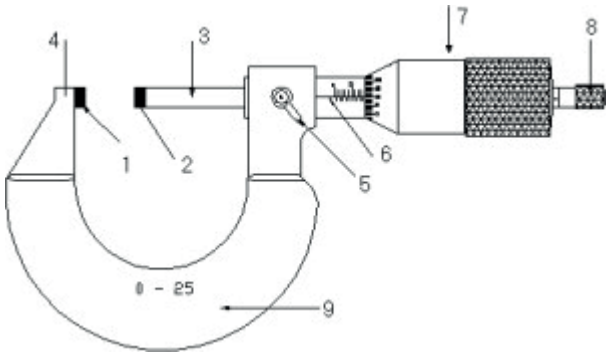
Görsel 2.12: 1/50'lik kumpasta belirlenmiş ölçü

Çözüm: Verniyerin cetvel bölüntü çizgileriyle çakışmış olan 29. çizgisi tespit edilir. Kumpasın ölçme hassasiyeti olan 0,02 ile çarpılarak çıkan sonuç cetvelin 9 mm'lik ölçüsü üzerine ilave edilir.

29 . 0,02 = 0,58 mm ⟶ 9 + 0,58 = 9,58 mm

Mikrometreler

Mikrometre, yuvarlak parçaların çaplarını ve düz parçaların kalınlıklarını ölçmede kullanılan bir alettir. Bir somun içinde hareket eden bir dişli milden ya da vidadan oluşur. Hassas ölçümler yapabilmesi için dişler büyük bir duyarlılıkla açılmıştır. Milin dönmesi sonucu, uç bölüm ileri geri hareket ederek karşı çeneye (örs) yaklaşıp uzaklaşır. Mikrometreler, imal edilen parçaların büyük bir hassasiyetle ölçülebilmesi amacıyla kullanılırlar (Görsel 2.13).



Görsel 2.13: Mikrometre gövde ve yapısı

1 - Sabit ağız
2 - Hareketli ağız
3 - Vidalı mil
4 - Sabit çene
5 - Tespit vidası
6 - Duy
7 - Tambur
8 - Cırcır (sürtünmeli hareket vidası)
9 - Gövde

Uygulama 3

ÖLÇME VE KONTROL İŞLEMLERİ

2 Ders Saati

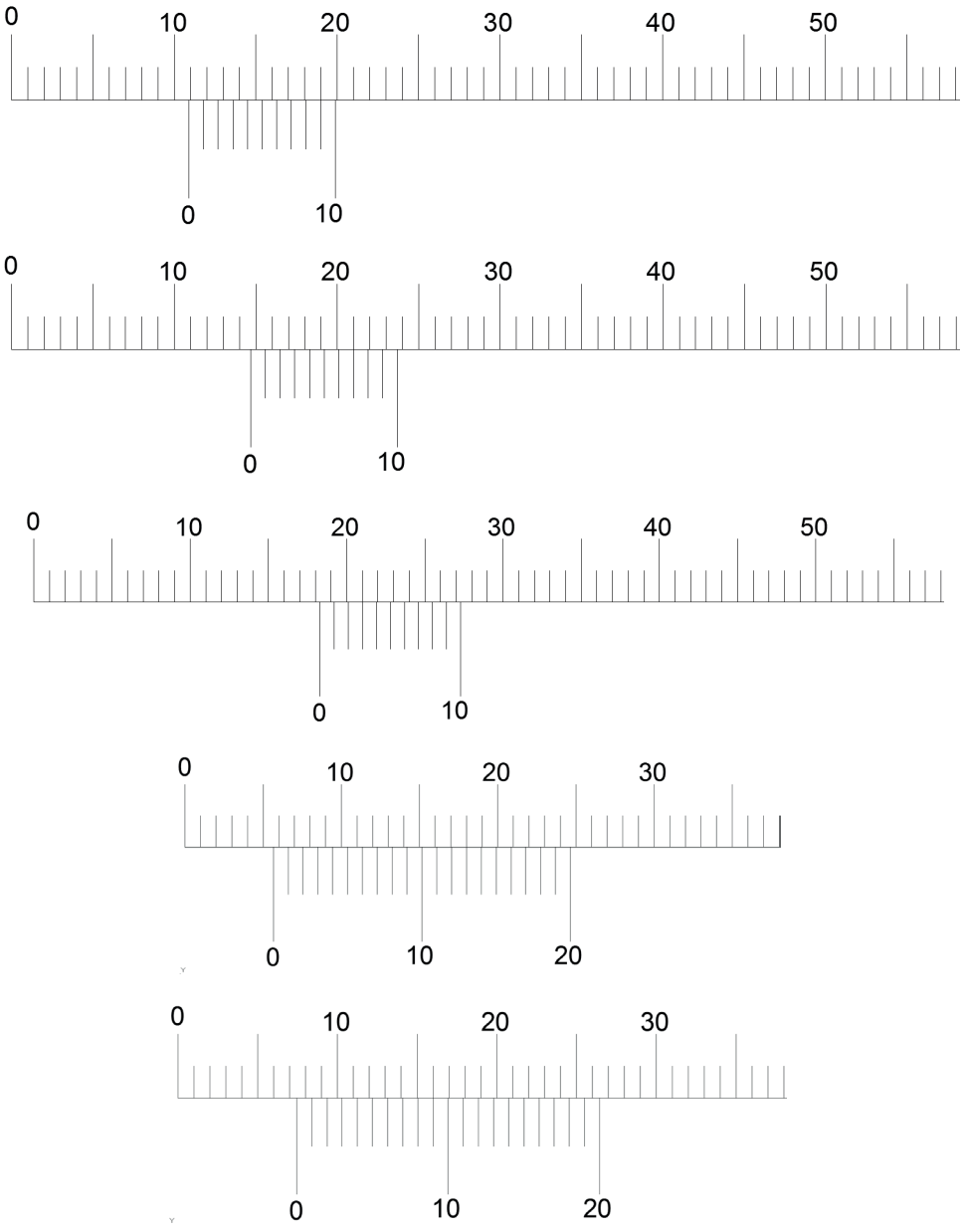
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19115

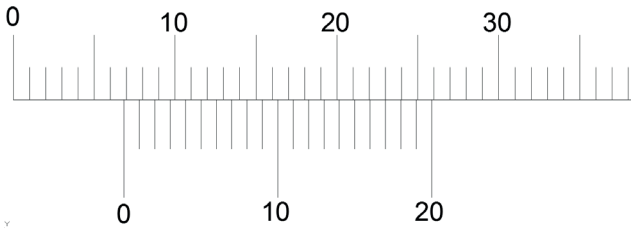
Amaç

Çeşitli hassasiyetteki kumpaslarla yapılan ölçümleri okuyabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller

Aşağıda çeşitli hassasiyetlerde verilmiş kumpas ölçülerini okuyunuz (Görsel 2.14).





Görsel 2.14: Çeşitli hassasiyetteki kumpas örnekleri

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Kumpas	1/10, 1/20, 1/50 hassasiyetli	1 adet
Kaynak maskesi		1 adet
Kaynak eldiveni		1 adet
İş elbisesi		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli ekipmanı hazırlayınız.
2. Yukarıda şekli gösterilen kumpasın hangi hassasiyetteki kumpas olduğunu tanımlayınız.
3. Hassasiyeti belirlenen kumpas üzerindeki değerinin kaç mm olduğunu belirleyiniz.
4. Değer doğruluğunun son kontrolünü yapınız.
5. Bulduğunuz değeri sorumlu öğretmeninize aktarınız.
6. İşlem basamaklarını uygularken hata yaptığınızda öğretmeninize danışınız ve sabırla tekrarlayınız.
7. Edinmiş olduğunuz tecrübeyi arkadaşlarınızla paylaşınız.
8. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

Uygulama 4

ÖLÇME VE KONTROL İŞLEMLERİ

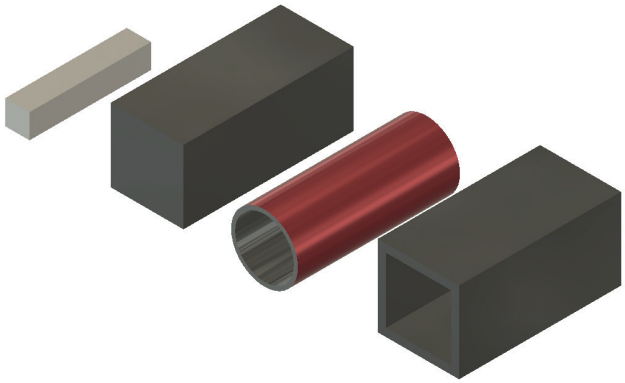
2 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19116

Amaç

Çeşitli hassasiyetteki kumpaslarla ölçüm yapabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 2.15: Çeşitli ebatlarda metal malzemeler

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Kumpas	1/10, 1/20, 1/50 hassasiyetli	1 adet
Çeşitli ebatlarda metal malzemeler		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli ekipmanı hazırlayınız.
2. Değişik hassasiyetli kumpaslardan birini seçiniz.
3. Verilen malzemenin ölçümünü yapınız.
4. Değer doğrulunun son kontrolünü yapınız.
5. Bulduğunuz değeri sorumlu öğretmeninize aktarınız.
6. İşlem sonunda kumpası kutusuna koyunuz.
7. İşlem basamaklarını uygularken hata yaptığınızda öğretmeninize danışınız ve sabırla tekrarlayınız.
8. Edinmiş olduğunuz tecrübeyi arkadaşlarınızla paylaşınız.
9. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ Metal malzemeler üzerinde markalama işlemlerini yapmak.

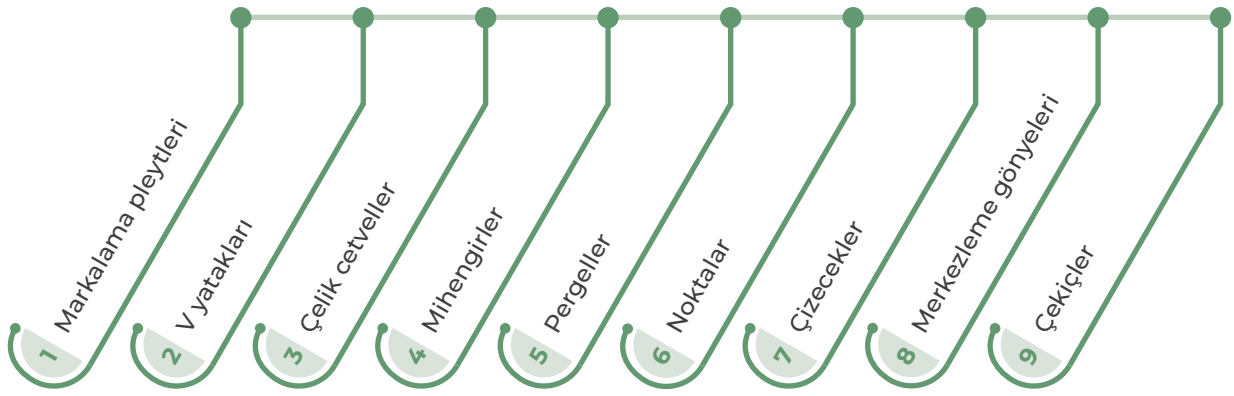
GİRİŞ İmalat sektöründe markalamanın önemi büyüktür. En basitten, en zora doğru markalama yapmayı bu faaliyetle öğrenebileceksiniz. Markalama yapmak için ölçü ve kontrol aletlerinin dışında bir takım özel alet ve takımlara ihtiyaç duyarız.

2. MARKALAMA İŞLEMLERİ

2.1. Markalamanın Tanımı ve Önemi

Bir parçanın yapım resminin, ilgili iş parçası üzerine uygun niteliklerde çizilmesi için yapılan işlemlere **markalama** denir. Bu işlem bir bakıma çizim işlemidir. Meslek resminde çizim için gösterilen özen, markalama işleminde de gösterilir.

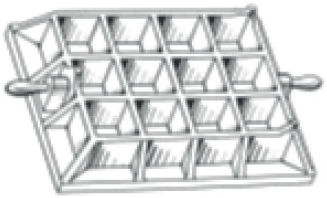
2.2. Markalama Aletleri



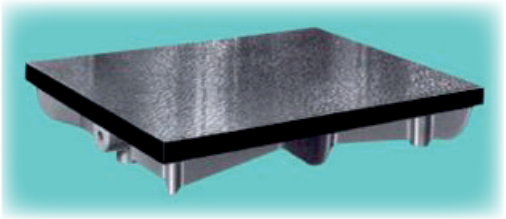
Şema 2.1: Markalama aletleri

2.2.1. Markalama Pleytleri

Metal işlemlerde kullanımı yaygın olan markalama pleytleridir. Dökme demirden yapılıp, yüzeyleri hassas olarak işlenmiş pleytler markalama işleminde masa görevini görür. Yüzeylerine gelen dış kuvvetlerden etkilenmemeleri için altlarında kaburgaları vardır. Yerleştirildikleri ayaklar çalışmanın rahatlıkla yapılacağı yüksekliği sağlar (Görsel 2.16, 2.17).



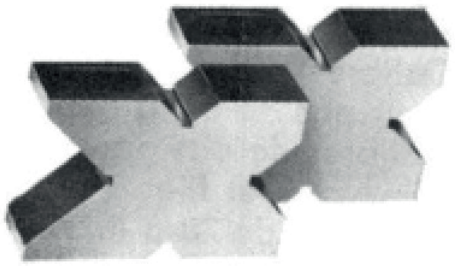
Görsel 2.16: Markalama pleyt yapısı



Görsel 2.17: Markalama pleyti

2.2.2. V Yatakları

Genellikle V yatağı silindirik parçaların pleyt üzerinde desteklenmesine yarar. Ayarlı V yatakları, özellikle kademeli işlerin markalanmasında kolaylık sağlar (Görsel 2.18).



Görsel 2.18: V yatakları

2.2.3. Çelik Metreler

Çelik metre 30, 50 ve 100 cm boylarında olur. Küçük uzunlukta olanlarına **çelik cetvel** de denir. Üzeri inç ve mm bölüntülüdür. İmalat sanayinde ölçü almakta ve marka çizgisi çizme işlerinde kullanılır (Görsel 2.19).

Görsel 2.19: Çelik cetveller

2.2.4. Mihengirler

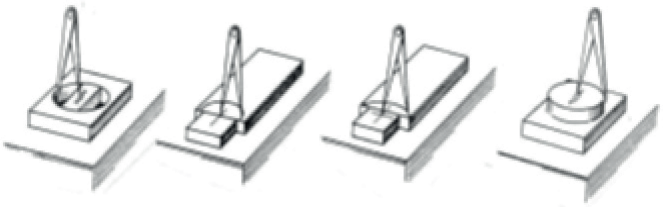
Mihengir, üzerinde kaydırılarak iş parçalarına belirli yükseklikte ve birbirlerine paralel çizgiler çekmeye yarar. Mihengir, düşey konumlu sürmeli kumpas gibi çalışır (Görsel 2.20, 2.21).

Görsel 2.20: Mihengir ile yapılan markalama işlemi

Görsel 2.21: Mihengir

2.2.5. Pergeller

Pergeller, iş parçasının üzerine daire ve yaylar çizmek, delikleri yerleştirmek ve diğer ölçüleri taşımak amacıyla yapılan işlerde kullanılan bir markalama aletidir (Görsel 2.22, 2.23).

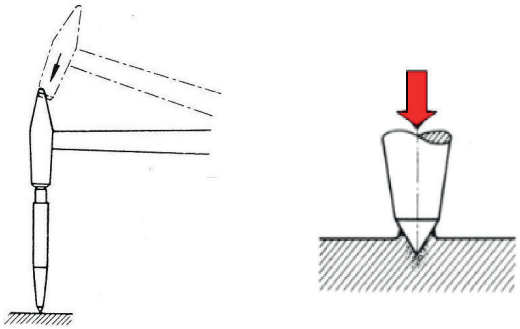


Görsel 2.22: Pergel ile yapılan markalama ve ölçü taşıma

Görsel 2.23: Pergel

2.2.6. Noktalar

Markalama sırasında iş parçası üzerindeki delinecek yer üzerindeki merkezlerinin belirlenmesinde kullanılan el aletleridir. Noktalar ayrıca, düzgün olmayan çizgilere ya da delinecek yerleri gösteren yaylara işaretler konulmasında da kullanılır (Görsel 2.24, 2.25).



Görsel 2.24: İş parçasına nokta vurma işlemi ve bıraktığı iz

Görsel 2.25: Nokta

2.2.7. Çizecekler

Marka çizgisi çizmeye yarayan çelik kalemlere **çizecek** denir. Meslek resminde resim kalemlerinin gördüğü işleri, markalamada çizecek görmektedir. Gereç üzerinde gözle görülebilir çizgilerin oluşmasını sertleştirilmiş sivri uçlarıyla yapar (Görsel 2.26).

Görsel 2.26: Çizecek

2.2.8. Merkezleme Gönyeleri

Merkezleme gönyesi merkezi belli olmayan silindirik kesitli gereçlerin merkezlerinin bulunmasında kullanılır (Görsel 2.27).

Görsel 2.27: Gönyeler

Uygulama 5

METAL MALZEME ÜZERİNDE ÖLÇME VE KONTROL İŞLEMLERİ

2 Ders Saati

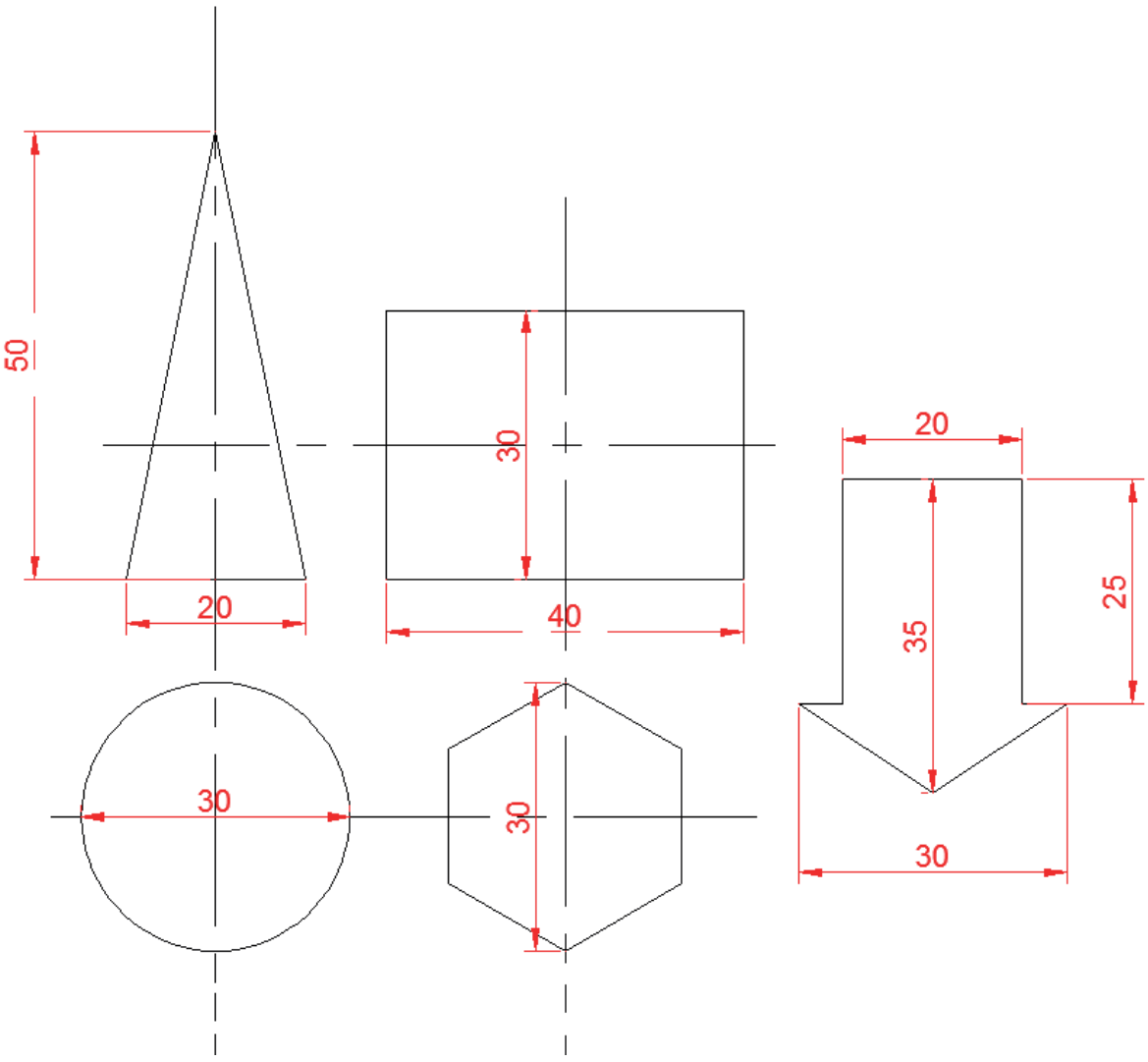
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php? KOD=19117

Amaç

Sac üzerine markalama yapabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller

Aşağıda ölçüleri verilmiş geometrik şekilleri sac üzerine markalayınız (Görsel 2.28).



Görsel 2.28: Sac üzerine markalama çizimleri

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Galvanizli sac	100x100x1	1 adet
Nokta		1 adet
Pergel		1 adet
Çelik cetvel		1 adet
Çizecek		1 adet
Sac makası		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
4. Verilen ölçülerde galvanizli sacı kesiniz.
5. İş resminde belirtilen şekiller için uygun markalama aletlerini belirleyiniz.
6. Belirlendiğiniz markalama aleti ile iş resmini sac üzerine aktarınız.
7. Çember çiziminde merkez belirlemek için nokta kullanmayı unutmayınız.
8. Düz çizgiler oluşturulurken çelik cetvel ve çizecek kullanınız.
9. Markalama işlemleri bittikten sonra son ölçme ve kontrol işlemlerini yapınız.
10. Arkadaşlarınızla atölye çalışma alanını temizleyip atölyeyi bir sonraki ders için hazır hale getiriniz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ Metal malzemeler üzerinde kesme işlemlerini yapmak.

GİRİŞ Metaller genel olarak talaş kaldırarak, talaş kaldırmadan ve ergiterek kesilebilir. Bu kısımda metallerin el ve makineler ile talaş kaldırarak ve talaş kaldırmadan kesilmesi ele alınacaktır.

3. KESME İŞLEMLERİ

3.1. Kesmenin Tanımı ve Amacı

Parçaları, istenen ölçülerde, çeşitli metotlarla malzemelerden ayırma işlemine **kesme** denir. Parçadan talaş kaldırarak kesme işlemi el testereleri ve testere makineleriyle; talaş kaldırmadan kesme işlemi ise makaslar ile yapılır. Keskilerle hem talaş kaldırarak hem de talaş kaldırmadan kesme yapılabilir.

3.2. El ile Kesme

3.2.1. Talaşlı Kesme Aletleri

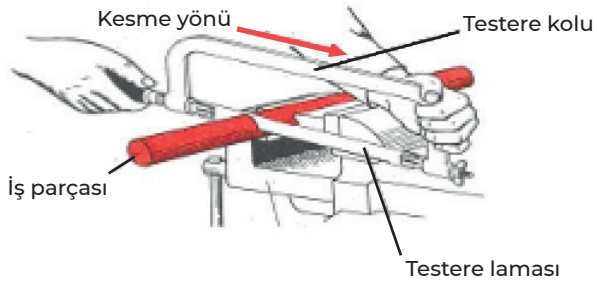
El Testeresi

El testeresi, kesici kısım olan testere laması ve bunun bağlandığı koldan oluşan kesme takımıdır. El testeresi, parça üzerinde ileri doğru uygun basma kuvveti ile itilirken testere dişlerinin metalden parçacıklar koparması ile talaşlı kesme yapılır. Testere geri çekilirken basma kuvveti uygulanmaz. Bu işlem, iş parçası koparılıncaya kadar aynı kesme doğrultusunda ileri geri hareketle devam eder (Görsel 2.29).

Piyasada kaba, orta ve ince dişli olmak üzere üç çeşit testere laması vardır. Bu lamalardan hangisinin seçileceğini kesilecek malzeme kalınlığı belirler. Malzeme sert ise ince dişli lama, malzeme yumuşaksa kaba dişli lama ile kesme yapılmalıdır.

Testere laması, testere koluna dişleri ileri gelecek şekilde yerleştirilir. Lama deliklerine pimler takılıp kelebek somun sıkılarak lama, gergin hâle getirilir.

Testere ile kesme işlemini yaparken vücudumuzun duruşunu ayarlamak gerekir. Kesme için gerekli olan yükü vücuda yaymak gerekir. Bunun için de sol ayak her zaman bir adım önde durur, sağ ayak ise hafif yana açılır. Sağ elle testere sapından, sol elle testere gövdesinden tutulur. İleri harekette sol elle basınç uygulanır ve sağ elle testere itilir. Testere geriye çekilirken boşta hareket eder. Testereye herhangi bir baskı veya kuvvet uygulanmaz (Görsel 2.30).



Görsel 2.29: Testere ile kesme

Görsel 2.30: İş parçası karşısında duruş ve kesme işlemi

Kollu Makas

Genellikle 1 ile 5 mm et kalınlığı olan levha ve değişik ölçülerdeki lama parçaların kesilmesinde kullanılır. Kollu makas ve kollu giyotin makas olarak çeşitlendirilebilir.

Sac Makası

El makasları, ince sac parçaların kesilmesinde kullanılan el aletleridir. El makasları ile genellikle 1 mm ve daha ince küçük sac parçaları kesilir.

3.3. Kesme Makineleri

Seri üretim yapan atölyelerde kesme sürelerini ve kesme işçiliğini en ekonomik şekilde oluşturmak için kesme makinelerine ihtiyaç vardır.

3.3.1. Talaşlı Kesme Makineleri

Hidrolik Testere Makinesi

Bu testereler, hidrolik sistemi yardımı ile çalışır ve kesme gücünü motordan alır. Testere, alaşımlı çeliklerden tek yönlü diş açılarak imal edilir ve testere dişleri makineye ileri konumda bağlanır. İçi dolu malzemelerin kesilmesinde kullanılır (Görsel 2.31).

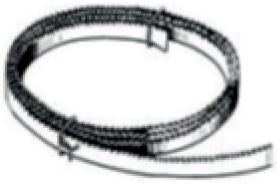
Görsel 2.31: Hidrolik testere makinesi

Tepsi Testere Makinesi

Boru ve profillerin kesilmesini sağlayan ve gücünü motordan alan makinedir. Mile bağlı tepsi şeklindeki kesici bıçağı ile dairesel hareket ederek kesme işlemi yapar.

Şerit Testere Makinesi

İçi dolu malzeme ile boş profillerin kesilmesinde kullanılır. Gücünü motordan alır ve şeridin iki kasnak üzerinde dönmesi ile kesme işlemi yapar. Bu tip makineler, yatay ve düşey konumlu olarak imal edilir (Görsel 2.32).



Görsel 2.32: Şerit testere makinesi

Disk Zımpara (Spiral) Makinesi

İş parçalarının yüzey temizliğinde ve kesme taşı takılarak profil boruların kesilmesinde kullanılan elektrikli ve hava basıncı ile çalışan zımpara taşlarıdır (Görsel 2.33).

Görsel 2.33: Disk zımpara makinesi

Uygulama 6

METAL MALZEME ÜZERİNDE KESME İŞLEMLERİ

2 Ders Saati

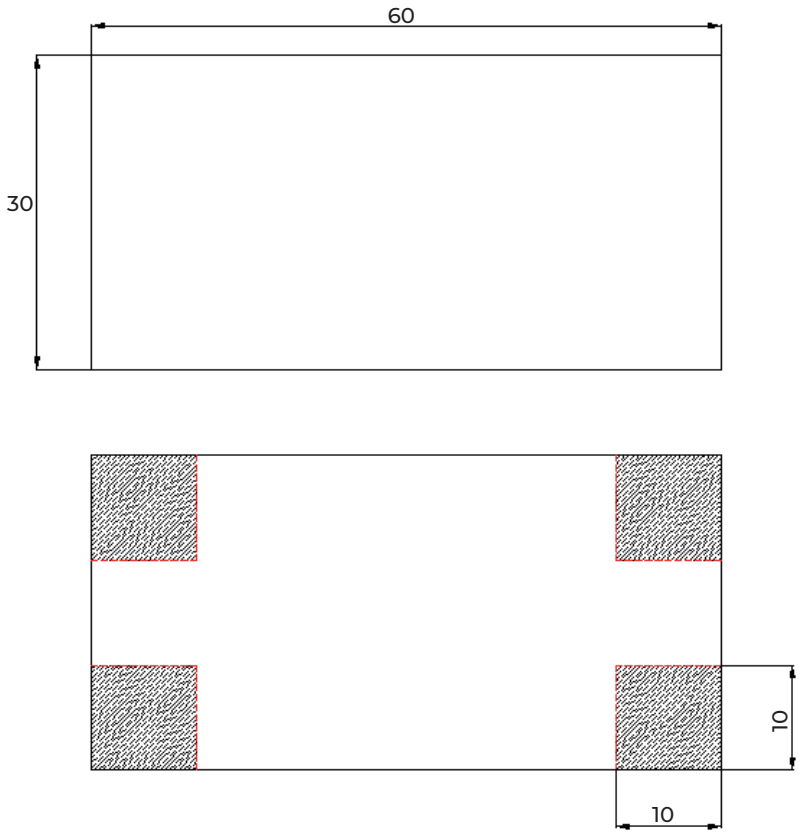
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19119

Amaç

Metal malzeme üzerinde el testeresi ile kesme işlemi yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller

30x10 mm lama demirini verilen ölçülerde kesiniz (Görsel 2.34).



Görsel 2.34: Kesim parçası ölçüleri

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Lama demiri	60x30x101	1 adet
Çelik cetvel		1 adet
Çizecek		1 adet
Demir testeresi		1 adet
Mengene		1 adet
Kumpas		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
4. Testere lamasının doğru yönde takıldığından emin olunuz.
5. Lama parçasını mengeneye bağlayınız.
6. Ölçüleri parçanın üzerine markalayınız.
7. Verilen ölçüler boyutunda lama demirini uygun duruş pozisyonunda kesiniz.
8. Kesilen parçanın köşelerini istenilen ölçülerde markalayınız.
9. Markalanan noktalar üzerinden parçanın her bir köşesini kesiniz.
10. Kesme işleminden sonra kumpas yardımıyla son ölçümlerini yapınız.
11. Arkadaşlarınızla atölye çalışma alanını temizleyip atölyeyi bir sonraki ders için hazır hale getiriniz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

ÖĞRENME BİRİMİ 3

TESVİYECİLİK İŞLEMLERİ

KONULAR

1 Tesviyecilik El Aletleri

2 Düzlem Yüzeylerde Eğeleme Teknikleri

3 Pah Kırma İşlemleri

4 Delme İşlemleri

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında, el aletlerini kullanarak işleme kurallarına uygun ve verilen ölçülere göre talaşlı üretim yapabilmek.

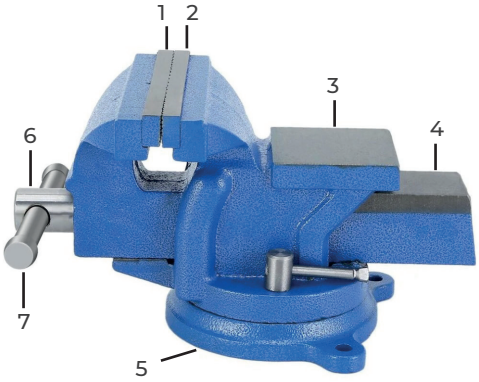
GİRİŞ

Makineleri oluşturan parçaları eğeleme yöntemi ile talaş kaldırarak işlemenin yanı sıra, parçaları bu yöntemle işlemek için gerekli olan markalama işlemlerini yapabilecektir. Bununla beraber bu işlemleri yapmak için gerekli olan tesviyecilik, markalama ve metal malzeme bilgileri edinilecektir.

1. TESVİYECİLİK EL ALETLERİ

1.1. Mengeneler

Üzerinde çeşitli işler yapılacak her türlü malzemeyi geçici olarak bağlamaya yarayan aletlere **mengene** denir. Meslek alanları, bağlandığı parçanın özelliği ve biçimine göre çeşitli şekillerde yapılır. Mengeneleri genel olarak paralel ağızlı (Görsel 3.1) ve boru mengeneleri (Görsel 3.2) olarak iki grupta toplamak mümkündür.

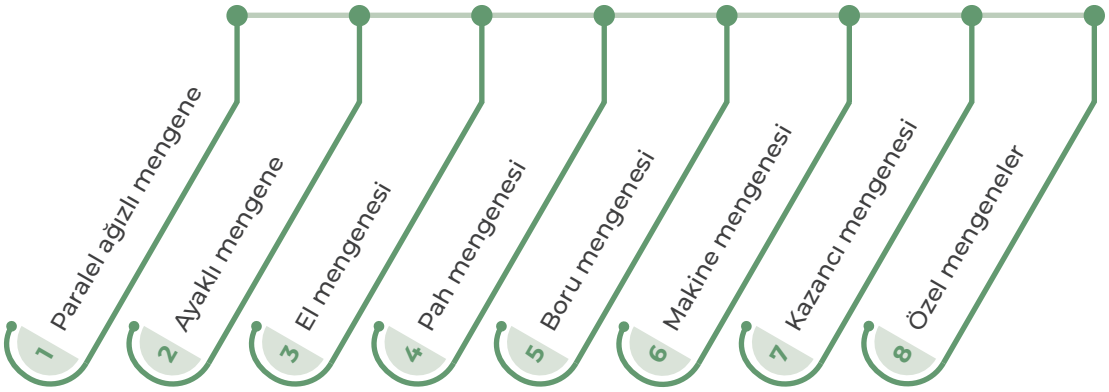


1 - Sabit çene
2 - Hareketli çene
3 - Örs
4 - Gövde
5 - Tabla
6 - Vidalı mil
7 - Sıkma kolu

Görsel 3.1: Tesviyeci mengenesi ve kısımları

Görsel 3.2: Boru mengenesi

1.2. Mengene Çeşitleri

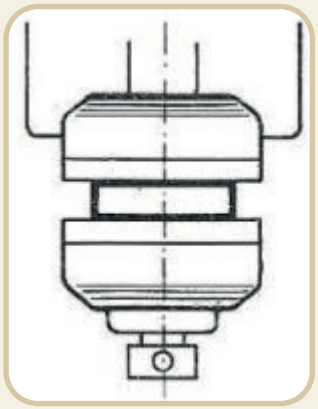


Şema 3.1: Mengene çeşitleri

1.3. Mengenelerde Çalışma Düzeni

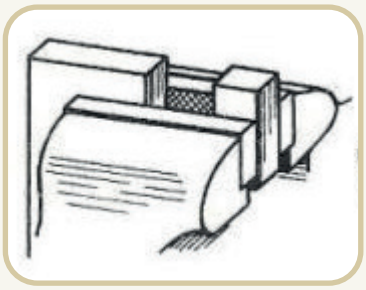
Tesviyecilikte düzenli çalışma alışkanlığı kazanmak, önce mengenede düzenli çalışma alışkanlığını kazanmakla başlar. Kişinin çalıştığı yer ne kadar düzenli ve temiz ise bu titizliği işine de yansır, işi daha doğru ve temiz olur.

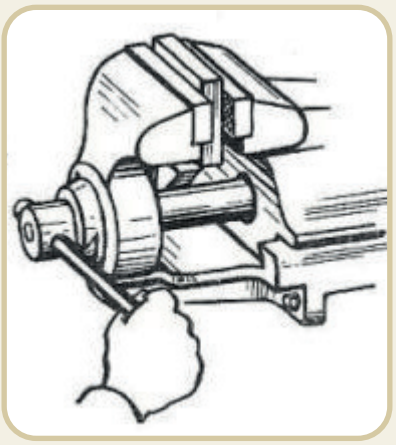
1.4. İş Parçalarının Mengeneye Bağlanması



İş parçasını mengeneye bağlarken parçanın ortalandığından emin olunuz.

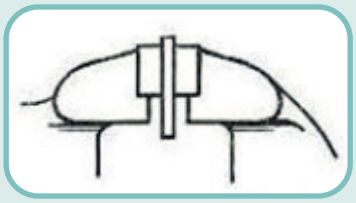
Tek taraflı sıkmanın önüne geçmek için takoz kullanınız.

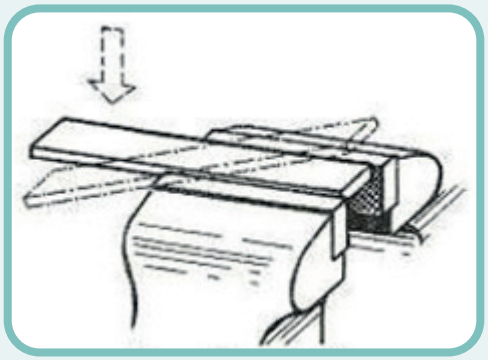




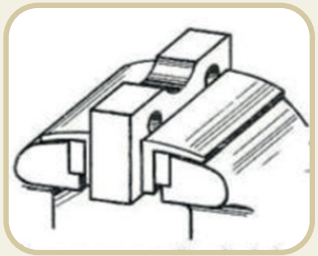
Mengeneyi sadece elle sıkınız.

İnce parçaları mümkün olduğunca kısa bağlayınız.



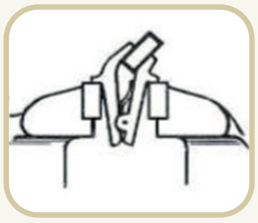


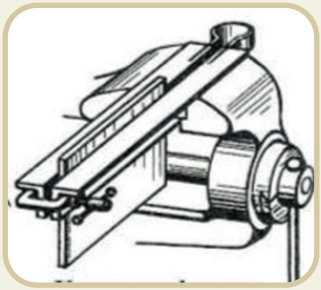
İnce parçaların önce bağlı kısımlarını sonra diğer kısımlarından bağlayarak geri kalanını işleyiniz



İş parçasının yüzeylerini korumak için ağızlıkları kulanınız.

Pah kırmak için pah mengenesinin bağlanması.





Uzun parçaları ray mengenesi ile bağlayınız.

Görsel 3.3: İş parçalarının mengeneye bağlanması

1.5. Eğeler

Yüzeyindeki dişler vasıtasıyla talaş kaldırarak metal parçaları istenilen ölçü ve biçime getirme işleminde kullanılan bir el aletidir.

1.5.1. Özellikleri

Eğeler, silisyum manganezli çeliklerden imal edilmektedir. Eğelerin kesici dişleri, özel tezgâhlarda çeşitli işlemlerden geçerek biçimlendirilir. Eğe dişleri, birbirlerine paralel olarak belirli açılar hâlinde yapılır. Yuvarlak ve yarım yuvarlak kesitli eğelerde bu dişler helisel doğrular hâlindedir. Eğelerin kesici diş kısımları tuz banyolarında tavlanarak sertleştirilir.

1.5.2. Eğe Çeşitleri

Malzemenin cinsine ve talaş kaldırma sonrası oluşacak yüzeyin kalitesine göre eğeler çeşitli boy ve profilde yapılmıştır. Kaba diş eğeler, daha fazla talaş kaldırırlar fakat işlenen parçanın yüzey kalitesi kötü olur. İnce diş eğeler ise daha az talaş kaldırır fakat yüzey kalitesi daha güzeldir. Genel olarak eğe çeşitleri; kare, lama, yassı, yarım yuvarlak, üçgen, yuvarlak, bıçak sırtı, kılıç, balıksırtı gibi isimlerle bilinirler (Görsel 3.4).

Lama Eğe: Daha çok düz yüzeylerin oluşturulmasında, eğelenecek gerecin yüzeylerini ölçüye getirmek amacıyla kullanılır.

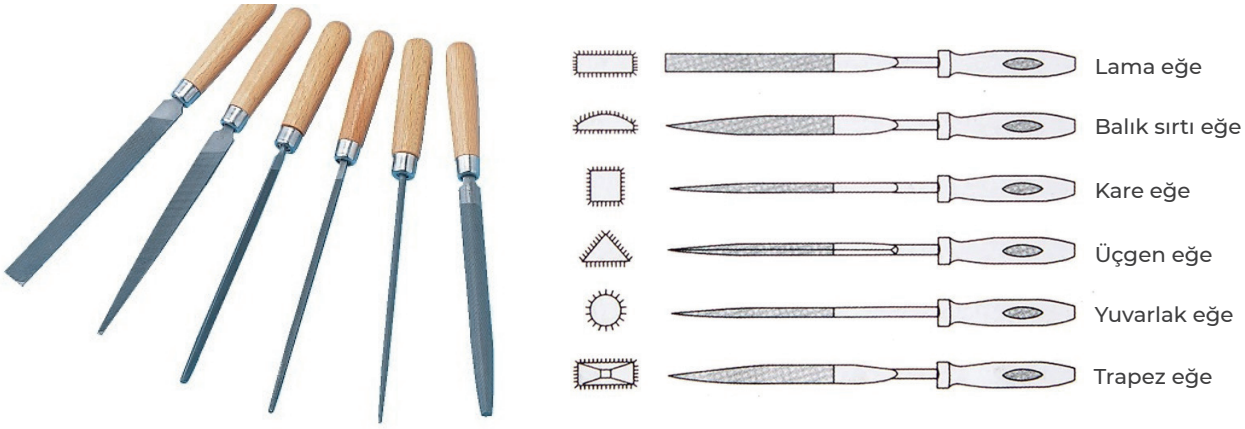
Sivri Uçlu Lama Eğe: Metal işletmelerin günlük işlerinde en çok kullandığı eğelerdir. Genellikle kalın dişli olanı tercih edilir.

Yuvarlak Eğe: Delikleri büyütmek ve kanal köşelerinin kavis biçimine getirilmek istenilen iç yüzeylerinin eğelenmesinde kullanılır.

Balıksırtı (Yarım Yuvarlak) Eğe: Genel işlerin birçoğunda kullanılan eğedir. Kavisli yüzeylerin eğelenmesinde, sivri kenarı sayesinde elimizin altında olmayan birçok eğenin işini de yapabilmektedir.

Üçgen Eğe: Yüzeyleri çift sıralı olan ve keskin köşeleri sayesinde özellikle 90° altında eğeleme istenilen yerlerde tercih edilir. İnce dişli olanları, vida dişlerinin temizlenmesinde ve bıçak bilemelerinde kullanılır.

Kare Eğe: Dört köşeli deliklerin eğelenmesinde kullanılır. En fazla küçük kanalları büyütme işlemlerinde ihtiyaç duyulur.

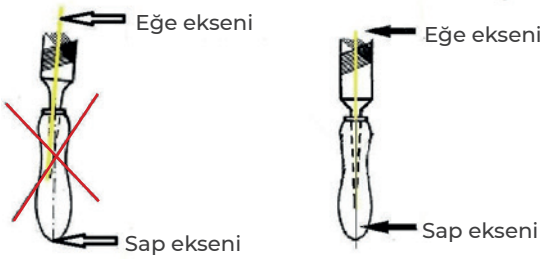


Görsel 3.4: Eğe çeşitleri

Görsel 3.5: Eğelerin kullanma yöntemleri

1.5.3. Eğelere Sap Takma

Eğeye takılacak sap, hangi malzemeden seçilirse seçilsin sap takılmasında eğe ekseni ile sap ekseninin aynı hizada olması en önemli husustur (Görsel 3.6).



Görsel 3.6: Eğelere sap takma yöntemleri

Görsel 3.7: Eğe sap çeşitleri

AMAÇ Eğeleme yöntemi ile uygun süre içinde talaşlı üretim işlemi yapmak.

GİRİŞ Makineleri oluşturan parçaları eğeleme yöntemi ile talaş kaldırarak işlemenin yanı sıra bu parçaları bu yöntemle işlemek için gerekli olan markalama işlemlerini yapabilecektir.

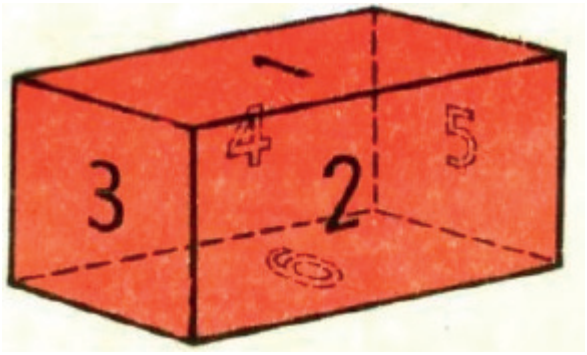
2. DÜZLEM YÜZEYLERDE EĞELEME TEKNİKLERİ

Yüzeyin tesviyeci gönyesi ile kontrolünü yapmak önemlidir. Düzlem yüzeylerin eğelenmesinde temel kural, eğenin yüzey üzerine 45° çapraz sürülmesidir. Özellikle kare, dikdörtgen biçimindeki geniş yüzeylerde köşelerden köşelere çapraz eğeleme yapılır.

Eğelemede kurs boyunu uzun tutarsak gönyesinde eğeleme yapmamız zorlaşır. O yüzden eğelemeye yeni başlayanların kurs boyunu mümkün olduğunca kısa tutmaları tavsiye edilir

2.1. Gönyesinde ve Ölçüsünde Eğeleme

Parçayı gönyesinde ve ölçüsünde eğelemek için belirli eğeleme teknikleri vardır. Bir yüzey şekildeki gibi düzlemlikten ölçüsünde ayrılmışsa, yüksek olan yerlerin belirlenerek eğelenmesi sonucu düzlemlik sağlanabilecektir. Ancak yüzeyin düzlemliğinin sağlanması beceriye, zamana ve özenli olmaya bağlıdır. Özellikle eğelemenin parçaya paralel olarak yapılması ve bu paralelliğin bozulmaması önemlidir (Görsel 3.8).



Görsel 3.8: Düzlem yüzey

Çoğu öğrenci, işin çabuk bitmesi kaygısıyla seri hareketlerle eğeleme yapmaya çalışır. Ancak bu sırada farkında olmadan eğenin düzleme paralelliğini bozar. Bir süre sonra da parça yüzeyinin merkez noktası ve çevresi yüksekte kalırken kenar kısımlara doğru çukurlaşma başlar. Bu hataya düşmemek için sabırlı olmak ve eğeleme işini aceleye getirmemek, duruş pozisyonunu bozmadan eğeleme yapmak ve belirli aralıklarla kontrol etmek gerekir.

2.2. Prizmatik Yüzeyler Eğelenirken

- Daima bir esas yüzeyden eğeleme işine girişmelidir. Bu yüzey hazır değilse hazırlanmalıdır.
- Esas yüzey temel alınarak parçanın birbirine ortak sınırı olan 1, 2, 3 yüzeyleri sıra ile işlenmelidir. Eğer birbirini zincirleme izleyen 1, 3, 6, 5 yüzeyleri işlenirse hatalar üst üste biner (Görsel 3.9).

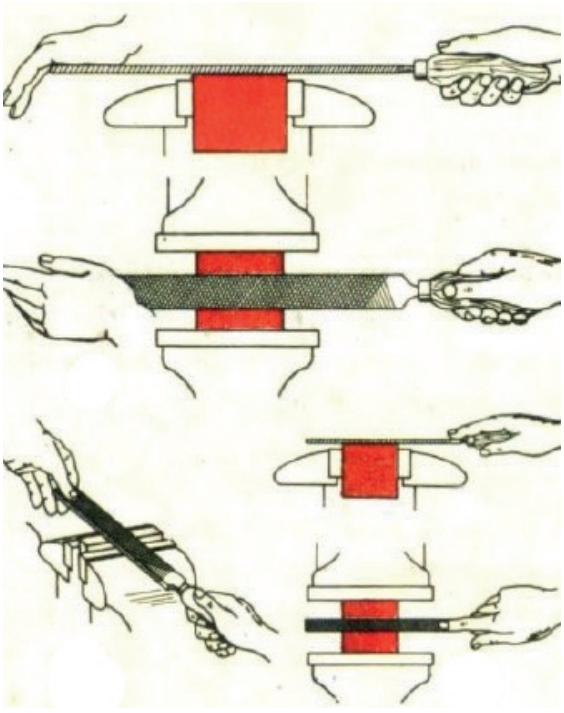
Görsel 3.9: Düzlem yüzey gönye kontrolü

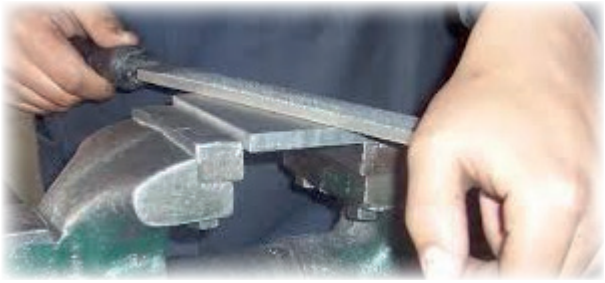
Bir Prizmatik parçanın işlem sırası şöyle olmalıdır:

- Yüzey 1: Düzlem olarak bitir: Esas yüzey.
- Yüzey 2: Düzlem olarak ve 1 No.lu yüzeye göre 90° açılı ile bitir.
- Yüzey 3: Düzlem olarak ve 1, 2 No.lu yüzeylere göre 90° açılı ile bitir.
- Yüzey 4: Düzlem olarak ve 1, 3 No.lu yüzeylere göre 93° açılı; 2 No.lu yüzeye göre ise paralel ve ölçülü eğeleme ile bitir.
- Yüzey 5: Düzlem olarak ve 1, 2 No.lu yüzeylere göre 80° açılı; 3 No.lu yüzeye göre ise paralel ve ölçülü yapıp bitir.
- Yüzey 6: Düzlem olarak ve 1 No.lu yüzeye göre ölçülü paralel ve 2,3,4,5 No.lu yüzeylere göre 90° açılı yapıp bitir.

2.3. Eğelemede Dikkat Edilecek Hususlar

Mengene çenelerinin sabit ve paralel olmasına özen gösterilir. Mengene ve sehpasının iyi sabitlenmiş olmasına dikkat edilir. İş parçasını bağlarken işlenecek olan profillerin tamamen görünmesine dikkat edilir. Profile uygun eğe seçimi yapılır. İş parçasının eğelenecek yüzeyi üste gelecek biçimde, mengene ağızlarından 3-5 mm yukarıda ve yere paralel olarak sıkıca bağlanır. Eğelenecek yüzeyde bulunan oksit tabakası eğenin uç kısmı ile kazınır. İşin geniş yüzeyini gönyesine getirmek için köşegenleri doğrultusunda eğelenir (Görsel 3.10).





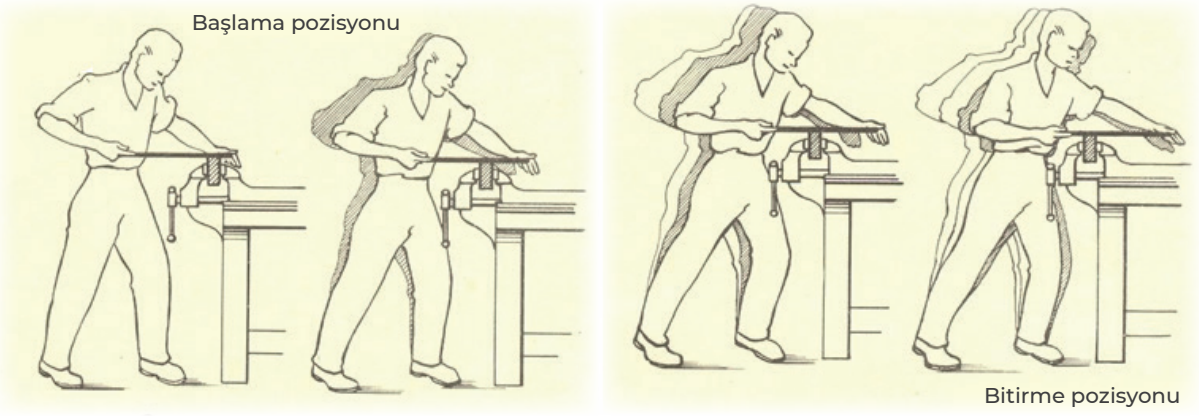
Görsel 3.10: Eğeleme yöntemi

2.4. Çalışma Esnasında Eğelere Uygulanan Kuvvetler

- Sağ el kesme yönünden aşağı doğru, sol el yalnız parça istikametinde bastırılır ve her iki elin kuvveti birbirini tamamlar.
- Uygulanan kuvvetler, kesme baskısını meydana getirir. Eğeleme süresince bu baskı sabit kaldığı takdirde düzgün yüzeyler elde edilebilir.
- Eğe ilerlemeye başlarken sol elin sağ elden daha çok baskı yapması gerekir.
- Eğe orta yere geldiğinde, her iki elin baskısı eşit olmalıdır.
- Eğe sona yaklaştığı zaman, sağ elin sol elden daha çok baskı yapması gerekir.

2.5. Eğeleme Yaparken Duruş Şekilleri

- Mengenenin karşısında ayaklar omuz genişliği kadar açılır. 45°'lik bir açı ile duruş pozisyonu alınır. Eğeleme kol hareketi ile yapılır, sol bacak hafif öne doğru kırılır, omuz yardımı ile eğeleme hareketi artırılır (Görsel 3.11).
- Eğeleme işlemini yapan kişi, işin üzerinden bakmalıdır.
- Eğeleme işlemini yapacak kişinin, rahat ve uygun bir çalışma ortamı için dirseğinin yataya paralelliği, mengenenin 50-100 mm mesafesinde olmalıdır.
- Rahat ve uygun bir eğeleme işlemi için yükseklik sağlayan ahşap altlık kullanılmalıdır.
- Dirsek ile mengene arasındaki mesafe uygun değilse rahat bir çalışma sağlanamaz.



Görsel 3.11: Eğelemede duruş şekilleri

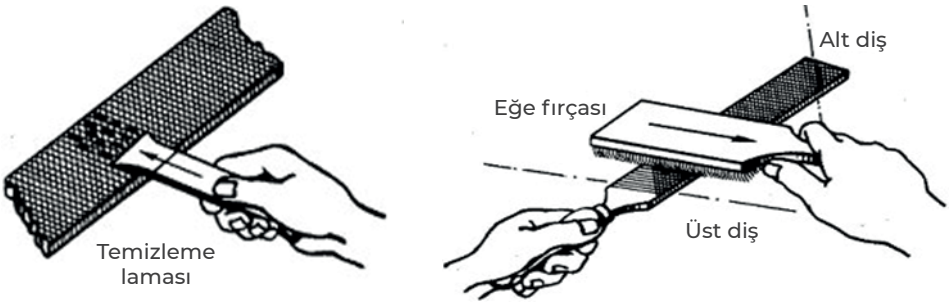
2.6. Eğeleme Esnasında Olabilecek İş Kazalarına Karşı Önlemler

- Eğe sapı doğru ve sağlam takılmış olmalıdır. Kırık, çatlak ve tamir edilmiş saplar kesinlikle kullanılmamalıdır.
- Eğe iş üzerinde bırakılmamalıdır.
- Eğe doğru ve dengeli kullanılmalıdır. Çıkan talaş ve tozlar üflenmemelidir.
- Eğe kullanırken dikkat dağıtılmamalıdır.

2.7. Eğenin Çalışma Şekli ve Temizlenmesi

- Eğe, ileriye doğru sürülürken aynı zamanda eğeye baskı kuvveti tatbik edilerek eğe dişlerinin malzemeye batarak talaş kaldırması temin edilir.
- Eğenin geri çekilmesinde, eğe lamasına herhangi bir baskı kuvveti uygulanmaz.
- Eğe dişleri ya keskileme ya da frezede elde edilmiştir. Buna göre eğe dişleri ya keski gibi ya da kazıma şeklinde talaş kaldırırlar.
- Elle eğeleme yaparken baskı kuvveti ve kesme hareketi arasında uyumlu bir ahenk olmalıdır.

- İş parçası üzerinde oluşan çiziklerden sakınmak için eğeyi kendi uzunlamasına sürmek gerekir. İşin eni eğenin eninden geniş ise eğeye aynı zamanda bir yan ilerleme hareketi de verilmelidir.
- Sağa veya sola yana doğru ilerleme hareketi, eğe geri çekilirken verilmelidir.
- Dişleri arası talaşla dolmuş bir eğeyi temizlemek şarttır. Çünkü böyle bir eğe, işlenen yüzeyleri çizerek yüzey kalitesini bozar.
- Eğelerin temizlenmesinde yaygın olarak tel fırçalar kullanılmaktadır.
- Fırçalarken eğe dişlerine zarar vermemek için fırça eğeye, üst dişler yönünde sürülmelidir (Görsel 3.12).



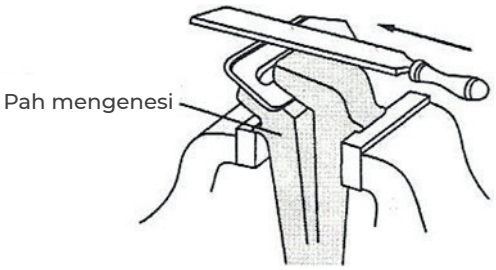
Görsel 3.12: Eğelerin temizlenmesi

AMAÇ İş güvenliği kurallarına uyarak tekniğine uygun pah kırma işlemlerini yapmak..

GİRİŞ Talaşlı imalat iş ve işlemlerinin gerçekleştirildiği el aletlerini kullanarak, tekniğine uygun pah kırma işlemlerini yapabilecektir.

3. PAH KIRMA İŞLEMLERİ

Pah kırma işlemi, genellikle pah mengenesine bağlanarak yapılır. Pah mengenesinin bulunmadığı atölyelerde ise iş parçası tesviyeci mengenesine bağlanarak pah kırma işlemi yapılır (Görsel 3.13).



Görsel 3.13: Pah Kırma Mengenesi

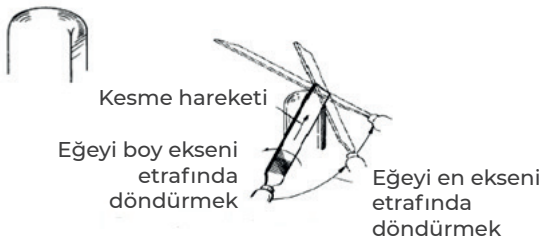
3.1. İçe Kavisli Yüzeylerin Eğelenmesi

Hem ileri hem de yana doğru ilerleme hareketi olabileceği gibi sadece ileri hareketi ile de yapılabilir (Görsel 3.14).

Görsel 3.14: İçe kavisli yüzeylerin eğelenmesi

3.2. Küresel Yüzeylerin Eğelenmesi

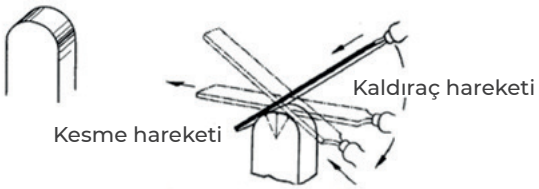
Eğe hem boy ekseni hem de en ekseni etrafında aynı anda döndürülür. Bütün hareketler yumuşak olmalı ve omuz eklemleri ile bilekten gelmelidir (Görsel 3.15).



Görsel 3.15: Küresel yüzeylerin eğelenmesi

3.3. Dışa Kavisli Yüzeylerin Eğelenmesi

Eğe düz tutulup ilerleme hareketi verilir. Kavise uygun olarak eğeleme esnasında eğenin kısa yanı ekseni etrafında döndürülür (Görsel 3.16).



Görsel 3.16: Dışa kavisli yüzeylerin eğelenmesi

Uygulama 7

TESVİYECİ ÇEKİCİ YAPIMI

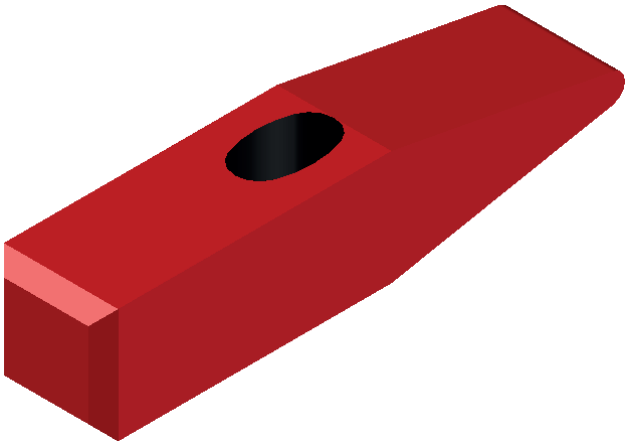
10 Ders Saati

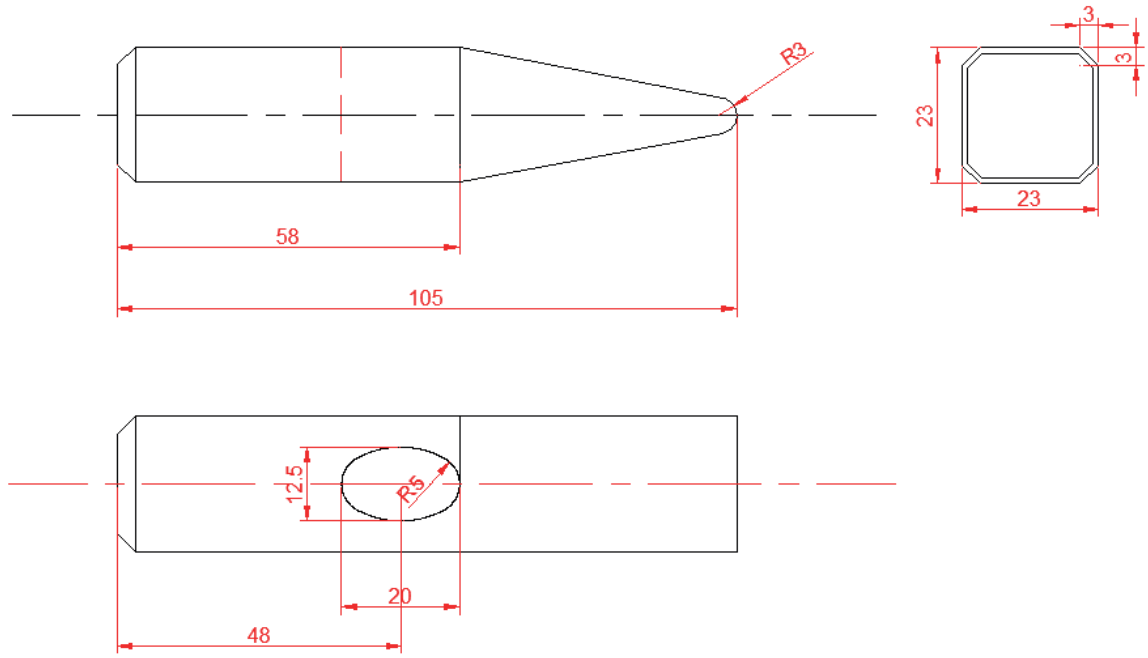
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19120

Amaç

Temel tesviyecilik işlemlerini yapabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller





Görsel 3.17: Tesviyeci çekici ölçüleri

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Demir parça	25x25 mm	1 adet
Eğe	Düz, balıksırtı, yuvarlak	1 adet
Matkap ve uçları		1 adet
Demir testeresi		1 adet
Mengene		1 adet
Kumpas		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş güvenliği için gözlük, iş eldiveni ve iş önlüğü giyilerek gerekli tedbirler alınır.
2. 25x25 mm ebatlarındaki demir, verilen ölçüde kesilir.
3. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
4. Kesilen parçanın bir ucu demir testeresi yardımıyla V şeklinde kesilir.
5. V şeklinde kesilen parçanın uç kısmı eğe yardımıyla verilen ölçüde ovalleştirilir.
6. Parçanın diğer ucu verilen ölçülerde pahlanır.
7. 10 mm matkap ucuyla birbirlerine bitişik şekilde iki delik açılır.
8. Açılan deliklerin uçları eğe yardımıyla elips şekline getirilerek sap için hazır hale getirilir.
9. Tüm temel tesviyecilik işlemleri bittiğinde kumpas ile son kontroller yapılır.
10. Arkadaşlarınızla atölye çalışma alanını temizleyip atölyeyi bir sonraki ders için hazır hale getiriniz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

Uygulama 8

KAYNAKÇI ÇEKİCİ

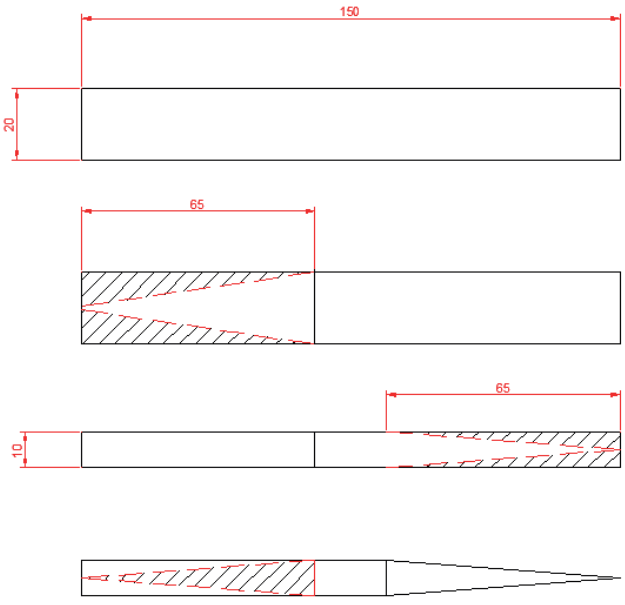
8 Ders Saati

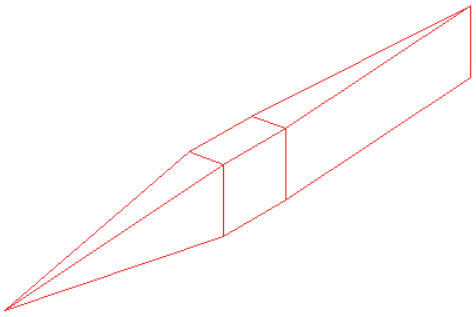
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19121

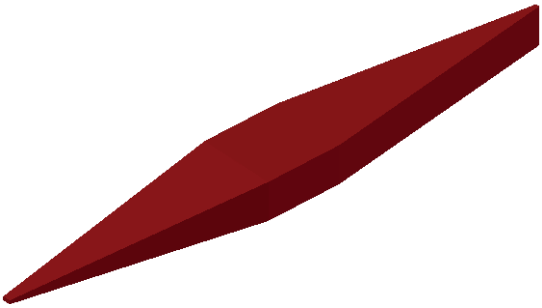
Amaç

Temel tesviyecilik işlemlerini yapabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller







Görsel 3.18: Kaynakçı çekici ölçüleri

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Demir parça	150x20 mm	1 adet
Eğe	Düz, balıksırtı, yuvarlak	1 adet
Demir testeresi		1 adet
Mengene		1 adet
Kumpas		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş güvenliği için gözlük, iş eldiveni ve iş önlüğü giyilerek gerekli tedbirler alınır.
2. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
3. 150x20 mm kalınlığındaki lama demiri verilen ölçüler doğrultusunda markalanarak mengeneye bağlanır.
4. Verilen ölçü doğrultusunda lama kesilir.
5. Kesilen lama parçasının iki ucu da verilen ölçüler doğrultusunda V şeklinde kesilir.
6. V şeklinde kesilen uçlardan bir tanesini eğe yardımıyla dip kısmından uca kadar sivriltme işlemi yapılır.
7. Kumpasla son ölçümler ve gerekli değişiklikler yapılır.
8. Biten iş parçası sorumlu öğretmene teslim edilir.
9. Arkadaşlarınızla atölye çalışma alanını temizleyip atölyeyi bir sonraki ders için hazır hale getiriniz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ İş güvenliği kurallarına uyarak tekniğine uygun delme işlemi yapmak.

GİRİŞ İş ve işlemlerin gerçekleştirileceği metal malzeme üzerinde matkap tezgahının çalışma kuralları doğrultusunda delme işlemi yapabileceklerdir.

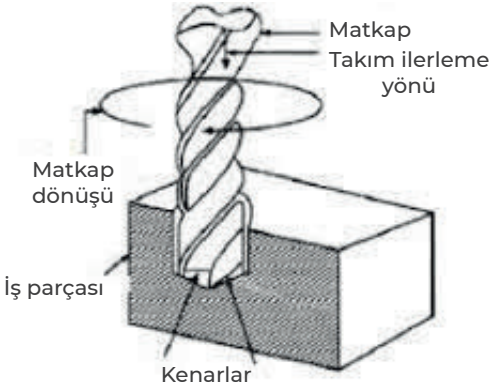
4. DELME İŞLEMLERİ

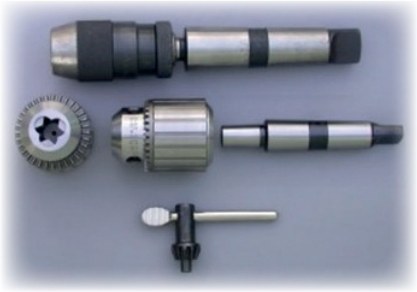
4.1. Delmenin Tanımı ve Amacı

Malzemeler üzerinde silindirik boşluklar oluşturma işlemine **delme** denir. Delmenin amacı, bağlantı elemanlarının takılması ve kavrama, mil, aks türü makine elemanlarının yataklanması için boşluklar oluşturulmasıdır. Endüstride delme, üretim işlemlerinin her kademesinde kullanıldığından önemi büyüktür.

4.2. Metal Matkap Uçları

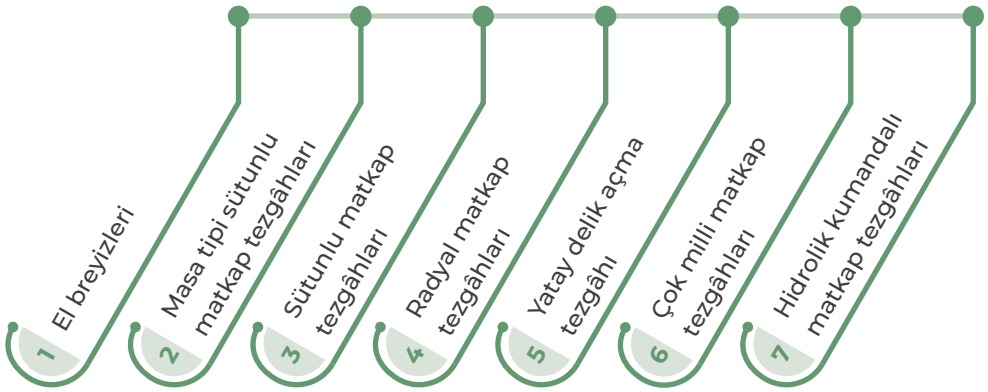
Kısmen taşlanmış uçlu metal matkap uçları, demir içermeyen metaller için uygundur. Bunlar alüminyum, bakır, pirinç, çinko, demir ve alaşımsız çeliği içerir. Paslanmaz çelik için kobalt alaşımlı Yüksek Hızlı Çelikten (HSS-E) yapılmış matkap uçları ya da titanyum kaplamalı düz matkap uçları gereklidir. Bunlar normal HSS matkap uçlarından daha pahalıdır, ancak matkap ucunda yüksek bir aşınma olmadan özel çelikte delmeye olanak verirler (Görsel 3.19).





Görsel 3.19: Metal matkap uçları

4.3. Matkap Tezgâhı Çeşitleri



Şema 3.2: Matkap tezgah çeşitleri

4.3.1. El Breyizleri

Kolla ve elektrikle çalışanları vardır. Kolla çalışanları basit yapıdadırlar. Bir dayanak, mandren ve dairesel hareketi sağlayan bir koldan ibarettir. Elektrikle çalışanları ise, kumanda tertibatı, elektrik motoru ve doğrudan doğruya motor miline takılı bir mandrenden ibarettir (Görsel 3.20).

Görsel 3.20: El breyizleri

4.3.2. Masa Tipi Sütunlu Matkap Tezgâhları

Endüstride kullanılan en basit matkap tezgâhlarıdır. Talaşı elle verilen bu tezgâhlara, talaş sesinin duyulmasından dolayı **duyarlı tezgâhlar** da denir. Büyük yapılı tezgâhların üzerinde bulunan organların aynısı, masa tipi matkap tezgâhları üzerinde de vardır. Masa üzerine montaj edildikleri gibi bir sehpa üzerine de bağlanabilir. Genellikle 12,5 mm çapa kadar delikler delinebilir (Görsel 3.21).

Görsel 3.21: Masa tipi sütunlu matkap tezgâhları

4.3.3. Sütunlu Matkap Tezgâhları

Orta büyüklükteki işler için elverişli olan bu tezgâhların çalışma prensipleri, masa matkaplarının aynısıdır. Kayış kasnaklarla veya dişli çarklı sistemle çalışır. Silindirik ve prizmatik sütunlu olmak üzere değişik tiplerde yapılırlar. Silindirik sütunlularda tablanın eksen etrafında hareketi kolaylaşırken prizmatik sütunlularda bu kolaylık yoktur. Yalnız prizmatik sütunlularda tabla aşağı yukarı hareket eder.

Yer tipi olarak sağlam yapılı olan bu tezgâhlar hassas işler için elverişlidir. Üzerinde nokta nokta ilerleyerek kesme işlemi oluşturulur (Görsel 3.22).

Görsel 3.22: Sütunlu matkap tezgâhında delik açma

4.4. Matkap Tezgâhının Belli Başlı Kısımları

Mil: Matkap mandrenini ve kovanını tutan parçadır.

Tabla: İş parçasının, mengeneye ve diğer bağlama araçlarının üzerine bağlandığı bölümdür.

Taban: Tabla ve sütun için sağlam bir temel sağlar.

Sütun: Üzerinde başlığın hareket ettirildiği kısımdır.

Başlık: Üzerinde matkap ucu, ilerletme mekanizması ve hız ayar sistemini taşıyan kısımdır.

Hız kutusu: Milin hızını ayarlayan dişlerin bulunduğu kısımlardır.

Hız değiştirme kolu: Hız değiştiren dişli çarkları kontrol eder.

Motor: Sisteme hareket verir.

Talaş verme kolu: Milin düşey hareketini sağlar.

4.5. Matkapların Bakımları

- Matkap, iş parçasına batırılırken fazla kuvvetle zorlanmamalıdır.
- Tezgâhın kapasitesine göre matkap kullanılmalıdır.
- Fazla dönme sayısı ve ilerleme ile tezgâhın sarsılmasına meydan verilmemelidir.
- Hareket eden organların yağlanmaları gerekir.
- Delme işlemi bitince tabla üzerindeki talaşlar atılmalı ve soğutma sıvısı ile işlenmiş yüzeyler mutlaka temizlenmelidir.
- İşlem sonunda matkap çözülmelidir.
- Kovanlar ve mandrenler iyice temizlenmelidir.

4.6. Delme İşlemi Sırasında Dikkat Edilecek Hususlar

- İş parçasının savrulmaması için iş parçası, tezgâh mengenesine sıkıca bağlanmalıdır.
- Mandren anahtarı, matkap mandreni üzerinde bırakılmamalıdır.
- Baş ve vücut tezgâhtan uzak tutulmalıdır.
- Kullanılan tezgâhın özellikleri iyi bilinmelidir.
- İş verimini artırmak, matkabın ömrünü uzatmak ve iş parçası yüzeyinin kalitesini artırmak için soğutma sıvısı kullanılmalıdır.
- Çalışma alanı temiz olmalı, delme esnasında üstübü ve benzeri maddeler matkap ucuna değdirilmemelidir.
- Sehpa üzerindeki talaşlar elle ya da üfleyerek temizlenmemeli, bir fırça yardımıyla temizlenmelidir.
- İş parçası boydan boya delinecekse parça altına tahta takoz konulmalıdır. Delme esnasında tahta talaş geldiği zaman delme işlemi gerçekleşmiştir. Böylece tezgâh sehpası zarar görmemiş olur.
- Matkap kapatıldıktan sonra matkap mili bir süre daha döneceğinden matkap durmadan kesinlikle matkap mili el ile kavranmamalıdır.

Uygulama 9

DELME İŞLEMLERİ

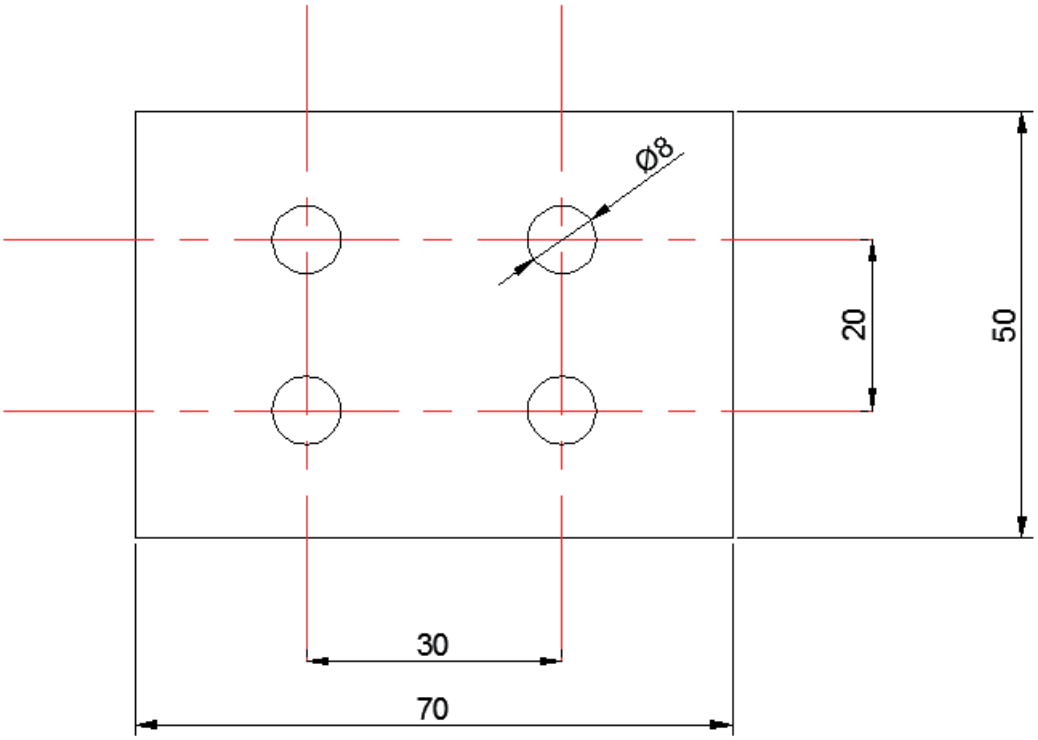
6 Ders Saati

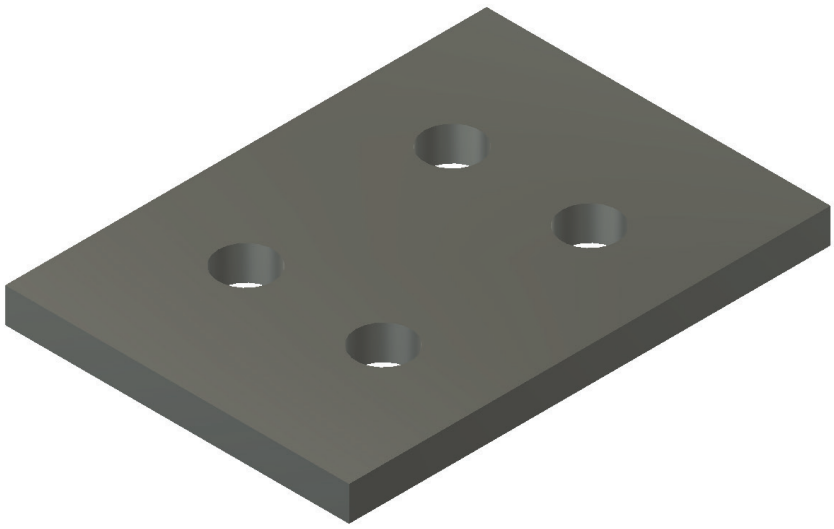
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19122

Amaç

Metal malzeme üzerine delme işlemini yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller





Görsel 3.23: Delme işlemi yapılacak parçanın ölçüleri

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Demir parça	30x10 mm	1 adet
Matkap	Sütunlu veya tezgâh tipi	1 adet
Matkap ucu		1 adet
Mengene		1 adet
Kumpas		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Delinecek malzemenin delik merkezlerini markalayarak nokta vurunuz.
4. Gerekli ise delinecek malzemeyi mengeneye bağlayınız, parça altını tahta takoz ile destekleyiniz.
5. Delme için malzeme cinsine ve matkap çapına uygun devri ayarlayınız
6. Matkabı mandrene bağlayınız ve makineyi çalıştırınız.
7. Delik merkezini matkap ucuna ağızlatınız.
8. Uygun delme hızı ile malzemeyi merkezinden delmeye başlayınız, gerekiyorsa soğutma sıvısı kullanınız.
9. Delik bitiminde (matkap ucu alttan çıkarken) delme hızını azaltınız.
10. Yapılan işlemin doğruluğunu (ölçülerini) kontrol ediniz.
11. Çapakları temizleyiniz.
12. Kullanmış olduğunuz malzemeleri toparlayarak temiz bir şekilde yerlerine bırakınız.
13. Arkadaşlarınızla atölye çalışma alanını temizleyip atölyeyi bir sonraki ders için hazır hale getiriniz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

ÖĞRENME BİRİMİ 4

ÇELİK BORU İŞÇİLİĞİ

KONULAR

1. Çelik Boruları Kesme
2. Çelik Borulara Diş Açmak
3. Sızdırmazlık Malzemelerinin Kullanımı
4. Bağlantı Parçası (Fittings) Sıkma
5. Siyah Çelik Boruları Soğuk Bükme

AMAÇ Çelik borulara kesme işlemlerini yapmak.

GİRİŞ Çelik borularda işlem yapabilmek için boruların istenilen boyutlara getirilmesi gerekir, bu işlem ise çeşitli makine ve el aletleriyle yapılmaktadır. Bu çalışmada çeşitli el aletleriyle talaşlı ve talaşsız kesim yöntemleri gösterilecektir.

1. ÇELİK BORULARI KESME

1.1. Çelik Boruların Özellikleri

Tesisat sistemlerinde akışkan taşıyıcısı (soğuk, sıcak ve kaynar su, buhar, gaz) olarak kullanılan ve çelik malzemeden yapılmış boru çeşididir. Çelik borular hafif, orta ağır, ağır ve kaliteli boru olmak üzere dört çeşit imal edilir.

50 kg/cm² basınç denemesine tabi tutularak üretilen çelik borular, kaplama ve dikiş durumuna göre çeşitlendirilir. Buna göre dikişli siyah çelik (demir), dikişsiz siyah çelik (çekme çelik, patent), galvanizli çelik ve gaz borusu olarak isimler alır.

1.1.1. Dikişli Siyah Çelik Borular

- Birleştirilmeleri vidalı, kaynaklı ve flanşlı yapılır.
- Üzerinde her türlü eğme, bükme ve sıcak işlem yapılabilir.
- Bu borular, sıva veya toprak altına döşenmez.
- Bu borular, piyasada 6 m boyunda ve uçları dişsiz olarak bulunur.

1.1.2. Dikişsiz Siyah Çelik Borular

- İnce etli yapıldıkları için diş açmaya uygun değildir.
- Birleştirilmeleri kaynaklı ve kaynaklı flanşlı bağlantı yapılır.
- Piyasada 6 m boyunda ve uçları dişsiz olarak bulunur.

1.1.3. Galvanizli Çelik Borular

- Dikişli siyah çelik borunun galvaniz banyosundan geçirilerek kaplanmış hâlidir.
- Temiz su tesisatlarında kullanılır.
- Galvanizli çelik borulara hiçbir zaman eğme, bükme işlemi ve sıcak işlem yapılmaz. Sıcak işlem uygulanırsa üzerindeki galvaniz kaplama kalkar ve boru korozyona uğrar.
- 6-6,5 m boyunda iki ağzı dişli olarak üretilir; dişlerin zarar görmemesi için bir ucunda manşon, bir ucunda plastik kapak bulunur.

1.1.4. Gaz Boruları

- Kalın etli sıcak çekme borulardır, dikişsiz yapılır.
- İki ucu dişsiz olup kaynak ağızlıdır. Her türlü birleştirmeye uygundur.
- Piyasada 6 m boyunda ve uçları dişsiz olarak bulunur.
- Boru boyunca aralıklı olarak doğal gaz logosu yazılır.

1.2. Çelik Boruları Kesmek

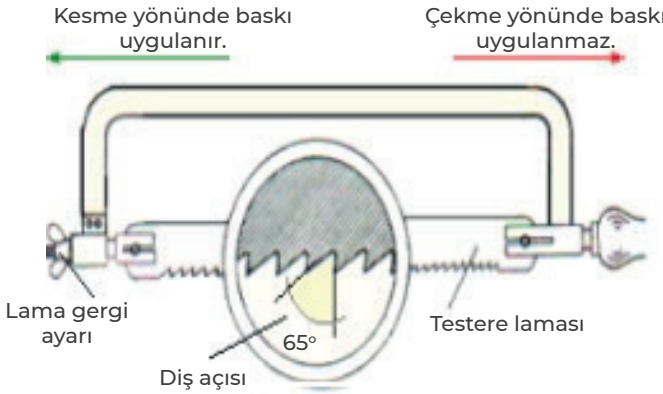
1.2.1. Çelik Boruları Kesme İşleminde Kullanılan Aletler

Cisimleri parçalara ayırma işlemine **kesme**, kesme işleminde kullanılan takımlara da **kesme aletleri** denir. Çelik boruları kesme işleminde, el testereleri ve boru keskileri kullanılır.

1.2.2. El Testereleri

El testeresi, kesici kısım olan testere laması ve bunun bağlandığı koldan oluşan kesme takımıdır (Görsel 4.1). El testeresi, parça üzerinde ileri doğru uygun basma kuvveti ile itilirken testere dişlerinin metalden parçacıklar koparması ile talaşlı kesme yapılır. Testere geri çekilirken basma kuvveti uygulanmaz (Görsel 4.2). Bu işlem, iş parçası koparılıncaya kadar aynı kesme doğrultusunda ileri geri hareketle devam eder (Görsel 4.3).

Görsel 4.1: El testeresi



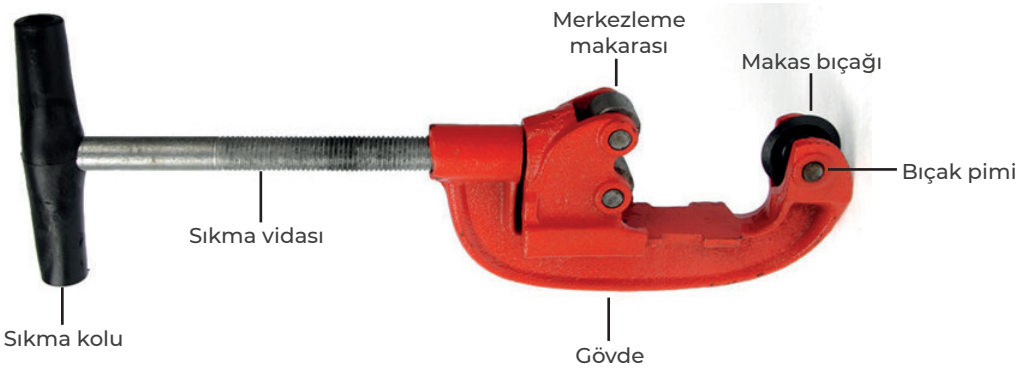
Görsel 4.2: Testere laması takma yönü

Görsel 4.3: Kesme pozisyonu

1.2.3. Boru Keskileri

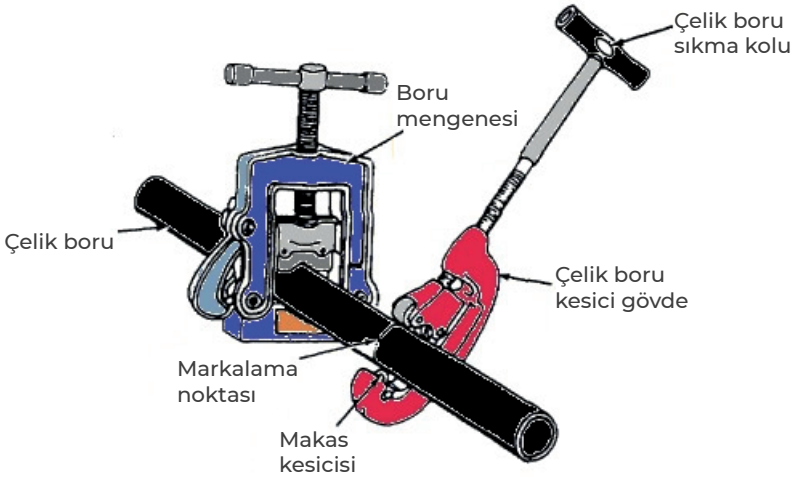
Boru keskileri, boruları düz kesmek için kullanılır. Boruları kesme sırasında borular üzerinden talaş çıkarmaz. Metal boru keskileri tek veya çok bıçaklıdır. Boru, kesici bıçak ve merkezleme makaraları arasına sıkıştırılarak kesme yapılır (Görsel 4.4).

Görsel 4.4: Metal boru kesici



Görsel 4.5: Boru keskisi kısımları

Kesme yapmak için işaretlenen çizgi üzerine, boru keskisinin bıçağının ağzını yukarı gelecek biçimde getirip boru keskisi sıkılır. Boru keskisini şekilde gösterildiği yönde çevirerek her dönüş sonunda sıkma kolu çeyrek tur kadar sıkılır. Boru keskisi ters yönde çalıştırılmamalıdır. Ters yönde çalıştırılması, bıçağın takıldığı mafsalı zorlar ve kırılmasına neden olabilir (Görsel 4.6).



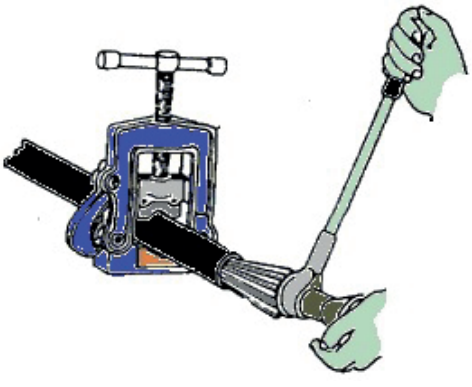
Görsel 4.6: Boru keskisi ile kesme yönü

1.3. Çelik Boru Çapak Temizleme (Rayba)

Demir ve çelik boruların kesilmesi sonunda boru içinde metal yığılması meydana gelir. Buna **çapak** denir. Boru içinde meydana gelen bu çapakların temizlenmesinde raybalar kullanılır.

Raybalar, düz ve helisel kesici ağızlı yapılır. Helis bıçak, çapak temizleme işlemini kolaylaştırır. Daha temiz boru ağzı elde edilir. Aşağıdaki şekilde düz ve helis kesici ağızlı raybalar gösterilmiştir.

Görsel 4.7: Boru raybaları



Görsel 4.8: Rayba ile çapak temizleme

Uygulama 10

EL TESTERESİ İLE ÇELİK BORULARI KESME

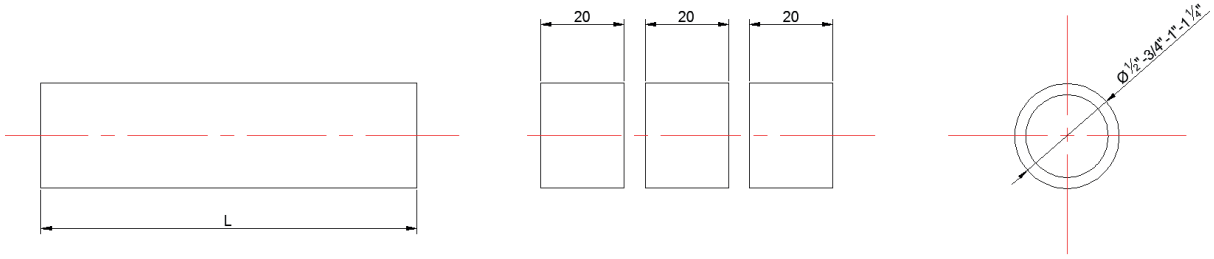
2 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19124

Amaç

Testere ile çelik boruları kesebilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 4.9: Kesilecek boru ölçüleri

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Çelik boru	1/2"-3/4"-1"	3 adet
El testeresi		1 adet
Mengene		1 adet
Kalem		1 adet
Metre		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Belirtilen çaplardaki borulardan herhangi birini seçiniz.
4. Seçilen çaptaki boruyu mengeneye bağlayınız.
5. Verilen ölçüde boruyu kalemle markalayınız.
6. Testere ile markalanan yer üzerinde iz bırakınız.
7. Kesme pozisyonunu alarak istenilen ölçüde boruyu kesiniz.
8. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
9. Kesme işlemi sonunda ölçü ve temizleme işlemini yapınız.
10. Kullanılan el takımlarını kontrol altına alarak atölye çalışma alanını temizleyiniz.

11. Yapılan işlemleri aynı boru üzerinde toplam üç kere tekrarlayınız.

12. Arkadaşlarınızla atölye çalışma alanını temizleyip atölyeyi bir sonraki ders için hazır hale getiriniz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

Uygulama 11

BORU KESKİSİ İLE ÇELİK BORULARI KESME

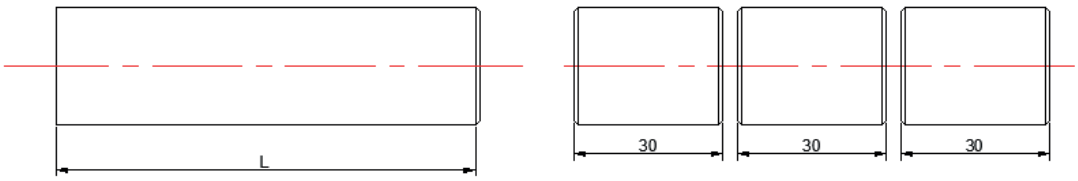
2 Ders Saati

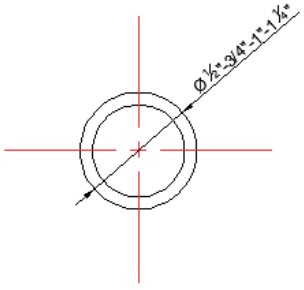
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19126

Amaç

Boru keskisi ile çelik boruları kesebilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller





Görsel 4.10: Kesilecek boru ölçüleri

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Çelik boru	1/2"-3/4"-1"	3 adet
Boru keskisi		1 adet
Mengene		1 adet
Kalem		1 adet
Metre		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Belirtilen çaplardaki borulardan herhangi birini seçiniz.
4. Seçilen çaptaki boruyu 100-150 mm geçecek şekilde mengeneye bağlayınız.
5. Verilen ölçüde boruyu kalemle markalayınız.
6. Boru keskisini markalanan çizginin üzerine getirerek sıkınız.
7. Keski ağzı yönünde bir tur döndürünüz.
8. Boru keskisini her turda az miktarda sıkınız.
9. Kesmenin sonuna doğru borunun ucundan tutunuz.
10. Kesme işlemi sonunda ölçü ve temizleme işlemini yapınız.
11. Kullanılan el takımlarını kontrol altına alarak, atölye çalışma alanını temizleyiniz.
12. Yapılan işlemleri aynı boru üzerinde toplam üç kere tekrarlayınız.
13. Arkadaşlarınızla atölye çalışma alanını temizleyip atölyeyi bir sonraki ders için hazır hale getiriniz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ Gerekli malzemeleri kullanarak çelik borulara diş açabilmek.

GİRİŞ Bu öğrenme biriminde çelik borulara diş açmada kullanılan malzemelerin kullanım şekilleri anlatılmaktadır.

2. ÇELİK BORULARA DİŞ AÇMAK

Düzgün dairesel kesitli parçalar üzerine açılmış helisel oluklara **vida** denir. Açılmış vidalar, diş olarak da adlandırılır. Bir boruya diş açmak için malzemeyi sabitlemekte mengene ve diş açmakta pafta gerekir.

2.1. Çelik Boru Paftaları

Borulara vida açmakta kullanılan aletlere **boru paftası** denir. Boru paftası gövde, lokma, çevirme kolu, merkezleme ve cırcır düzeneğinden oluşur.

Gövde: Lokma ve çevirme kolları ile bazen de merkezleme düzeninin takıldığı, genellikle dökme demirden yapılmış olan bölümdür.

Lokma: Boruya diş açılmasını sağlayan parçalardır.

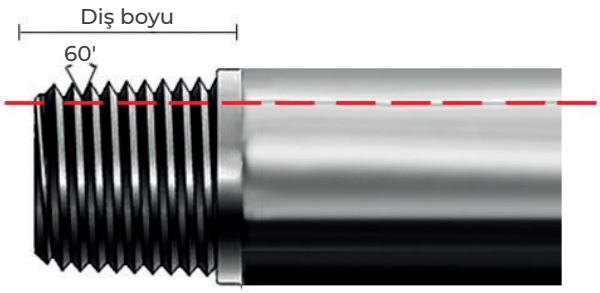
Çevirme kolu: Boru veya benzeri yuvarlak malzemeden olup paftayı döndürmek için kullanılır.

Merkezleme düzeneği: Diş açılacak borunun paftayla aynı merkezde olmasını sağlar.

Cırcır düzeneği: Paftanın çalışma yönünün tersinde ve boşta dönmesini sağlar. Bu da diş açma işçiliğini kolaylaştırır.

Metallerin birbiriyle sürtünmesinden ısı açığa çıkar. Burada açığa çıkan ısı, pafta lokmasının dişlerini kırar veya açılan boru dişlerini bozar. Isınmayı ortadan kaldırmak için soğutma sıvısı veya makine yağı kullanılır.

Tesisat boru eklerinde açılan diş boyu, her boru çapına göre ayrı uzunluktadır. Vida, başlangıçtan geriye doğru koniktir. Pratikte boru diş boyu, pafta lokması kalınlığının boru ucundan 1-2 diş geçecek kadar açılır (Görsel 4.11).



Görsel 4.11: Çelik boru vida bölümleri

Çelik boru paftalarının lokma, çalıştırma ayarı ve uygulanan enerji durumuna göre; sabit lokmalı cırcırlı, ayarlanabilir lokmalı cırcırlı ve elektrikli olmak üzere üç çeşidi vardır.

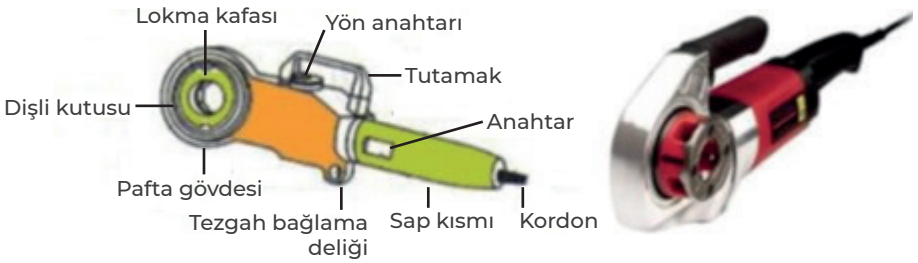
2.1.1. Sabit Lokmalı Cırcırlı Boru Paftası

Diş açmakta kullanılan lokmaları, lokma kafası adı verilen döküm bir parça üzerine tespit edilmiş ve her boru çapı için ayrı lokma kafası kullanılan paftalardır. Sabit lokmalı cırcırlı boru paftaları, 1/2" ile 2" çapındaki borulara diş açar (Görsel 4.12).

Görsel 4.12: Sabit lokmalı cırcırlı boru paftası

2.1.2. Elektrikli Paftalar

Elektrikli el boru paftası ve elektrikli pafta tezgâhı olarak iki tipi vardır. Elektrikli el boru paftası sabit lokmalıdır. Boru çapına uygun lokma kafası takılarak kullanılır. Yön anahtarı sayesinde sağ veya sol dönüş yaptırılabilir (Görsel 4.13).



Görsel 4.13: Elektrikli el boru paftası

Pafta tezgâhları ise bir güç motoru taşıyıcı ayak üzerine konularak yatay biçimde durması sağlanmıştır. Seri çalışma ve daha büyük çaplı borulara diş açma olanağı sağlar (1/2" ila 2"). Üzerinde bulunan boru keskisi ve raybası, kesme ve raybalama işlemlerinde kolaylık oluşturur (Görsel 4.14).

Görsel 4.14: Elektrikli boru pafta tezgâhı

2.2. Boru Mengeneleri

Boru mengeneleri, boruların kesilmesi ve diş açılmasında boruyu sabitlemek için kullanılır. Boru sıkma ağızları boruyu kaydırmayacak biçimde dişli yapılır. Bir kısım mengenelerde sıkma görevini zincir veya kayış yapar. Boru mengenelerinin biçimlerine göre; yana açılır, işkenceli, zincirli, bileşik (paralel ağızlı) ve borulu seyyar olarak çeşitleri vardır (Görsel 4.15).

Boru mengeneleri, tezgâh veya sehpa üzerine bağlanarak kullanılır. Atölye ortamında ve büyük işlerde mengeneler tezgâh üzerine montaj edilir. Şantiye şartlarında ise seyyar sehpa üzerine bağlı mengeneler kullanılır (Görsel 4.16).

Görsel 4.15: Yana açılır boru mengenesi

Görsel 4.16: Seyyar boru tezgâhı

2.3. Çelik Boru Çapları

Çelik borular, çeşitli çaplarda ve standart ölçülerde üretilir. Aynı anma çaplarıyla adlandırılır. Dış çapları aynı olup et kalınlığına göre iç çapları değişir. Aşağıdaki tabloda boru çapları, metrik ve inç (inch) ölçü sistemine göre verilmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: Çelik Boru Çapları

Dikişli Siyah Çelik Boru TS 301/2			Dikişsiz Siyah Çelik (patent, çekme çelik) Boru DIN 2448			Galvanizli Çelik Boru TS 301/3			Gaz Borusu TS 6047		
Anma Çapı		Kalınlığı	Anma Çapı		Kalınlığı	Anma Çapı		Kalınlığı	Anma Çapı		Kalınlığı
mm	inç	mm	mm	inç	mm	mm	inç	mm	mm	inç	mm
10	3/8"	2.35	40	-	2.50 2.60	15	1/2"	2.60	15	1/2"	2.80
15	1/2"	2.65	50	-	2.75 3.00	20	3/4"	2.60	20	3/4"	2.90
20	3/4"	2.65	65	-	3.00 3.20	25	1"	3.20	25	1"	3.40
25	1"	3.25	80	-	3.25 3.50	32	1 1/4"	3.20	32	1 1/4"	3.60
32	1 1/4"	3.25	100	-	3.75 4.00	40	1 1/2"	3.20	40	1 1/2"	3.70
40	1 1/2"	3.25	125	-	4.00 4.25	50	2"	3.60	50	2"	3.90
50	2"	3.65	150	-	4.50	65	2 1/2"	3.60	65	2 1/2"	5.20
65	2 1/2"	3.65	160	-	4.50	80	3"	4.00	80	3"	5.50
80	3"	4.05	175	-	5.50	100	4"	4.50	100	4"	6.00
100	4"	4.50	200	-	6.50	125	5"	5.00	125	5"	6.60
Not: TS301/2 dikişli siyah borular, galvaniz kaplanarak da üretilir. Et kalınlığı, galvaniz kalınlığı kadar artar.						**Not:** TS301/3 galvanizli çelik borular, su tesisatlarında 25 bar işletme basıncına kadar kullanılabilir.					

Uygulama 12

ÇELİK BORULARA DİŞ AÇMA

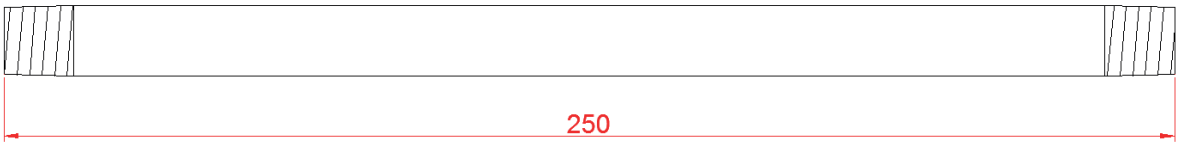
3 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19128

Amaç

El paftası yardımıyla çelik borulara diş açabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 4.17: Diş açılacak boru ölçüsü

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Çelik boru	1/2"-3/4"-1"	1 adet
El testeresi		1 adet
Mengene		1 adet
Kalem		1 adet
Metre		1 adet
Yağdanlık		1 adet
Boru paftası		1 adet
Fittings parçası, Te, dirsek, manşon vb.		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Belirtilen çaplardaki borulardan herhangi birini seçiniz.
4. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
5. Boruyu istenilen ölçülerde kesiniz.
6. Boruyu mengeneden 10-15 cm fazla olacak ve kaymayacak şekilde sıkıca bağlayınız.
7. Boru çapına uygun lokma seçiniz.

8. Sol elinizle pafta üzerinden baskı uygulayarak boru ucuna paftayı ağızlatınız.
9. Diş açma sırasında mutlaka makine yağı kullanınız.
10. Pafta lokmalarını bir veya iki diş geçecek şekilde diş açma işlemini bitiriniz.
11. Diş işlemi bitiminde cırcır düzenini ters yöne ayarlayarak paftayı sökünüz.
12. Bir fittings parçasıyla açtığınız dişleri kontrol ediniz.
13. Diş açılmış boruya temizleme işlemini yapınız.
14. Arkadaşlarınızla atölye çalışma alanını temizleyip atölyeyi bir sonraki ders için hazır hale getiriniz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ İş sağlığı ve güvenlik tedbirlerini almak, koruyucu donanımları kullanmak.

GİRİŞ Bu öğrenme biriminde işçi sağlığı ve iş güvenliği ile ilgili temel kavramlar, iş yeri güvenliğini ve iş güvenliğini tehdit edici unsurlar ve kişisel koruyucu donanımlar anlatılmaktadır.

3. SIZDIRMAZLIK MALZEMELERİNİN KULLANIMI

3.1. Kendir Kullanımı

Kendir, kenevir bitkisi sapı liflerinin inceltilmesiyle elde edilir. Kendir lifleri, suya karşı hassastır. Suyu görünce şişen, dayanıklı bir malzemedir. Bu nedenle boruların ek yerlerinde olabilecek sızdırmaların önüne geçmek için kullanılır (Görsel 4.18).

Görsel 4.18: Keten (Kendir)

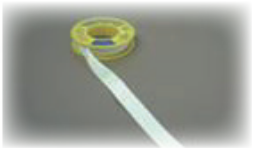
İlk diş boş bırakılarak kendir diş yönünde sarma işlemine başlanır. Yeterli miktarda kendir sarılmalıdır. Fazla kendir yarar sağlamaz. Kendir, kangallar hâlinde satılır. Kendiri kullanmadan önce inceltmek gerekir. Kendirin inceltilmesi, kendir liflerinin diş aralarına iyi işlemesini sağlar (Görsel 4.19).

Görsel 4.19: Keten sarma

İşçilerin iş kazalarına uğramalarını önlemek ve güvenli çalışma ortamını oluşturmak için alınması gereken önlemler dizisine **iş güvenliği** denir.

3.2. Teflon Bant Kullanımı

Teflon bant, silikon esaslı bir maddedir (Görsel 4.20). Soğuk ve sıcak su tesisatında ve gaz tesisatında kullanılır. Doğalgaz tesisatında kullanılan teflonlar (Görsel 4.21); soğuk, sıcak su tesisatında kullanılan teflonlara göre daha yoğundur. Sarma işleminde, dişlerin üzerine %50 üst üste bindirilerek sarılır. Sarım sonunda bant çekilerek kopartılır. Ek parçası sıkılırken teflon bant artıklarının boru içine kaçmamasına dikkat edilir (Görsel 4.22).



Görsel 4.20: Teflon bant

Görsel 4.21: Doğalgaz teflon bandı

Görsel 4.22: Teflon bant sarılması

3.3. Sıvı Conta Kullanımı

Dişli bağlantılarda sızdırmayı önlemek için kullanılan bir yapıştırıcıdır. Gazların, suyun ve diğer kimyasalların sızdırmazlığında kullanılır (Görsel 4.23).

Görsel 4.23: Sıvı conta sürülmesi

Uygulama 13

SIZDIRMAZLIK ELEMANI KULLANMA

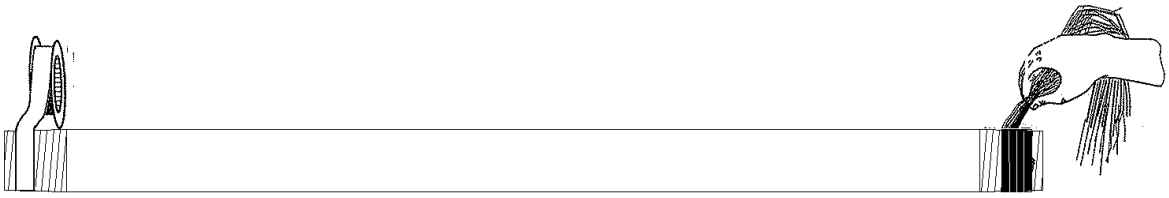
1 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19129

Amaç

Diş açılmış boruların sızdırmazlığını sağlayabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 4.24: Diş açılmış boruya kendir ve teflon sarımı

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Çelik boru	1/2"-3/4"-1"	1 adet
Mengene		1 adet
Metre		1 adet
Bezir yağı veya sülyen boya		1 adet
Teflon bant		1 adet
Kendir		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. İki ucuna diş açılmış boruyu mengeneye bağlayınız.
4. Borunun bir ucuna kendir sarmak için hazırlayınız.
5. Kendiri elinizle inceltiniz bu sayede dişlere daha iyi sarılacaktır.
6. Kendirin iki ucundan tutunuz.
7. İlk diş boşa gelecek şekilde kendiri diş yönünde sarmaya başlayınız.
8. Kendiri iki tur döndürerek ikinci ve üçüncü diş üzerinde sarınız.
9. Kendiri diş boyunca sıkıca bağlayınız ve kendirin fazlalığını koparınız.

10. Üzerine kendirin sarım yönünde bezir yağı sürünüz.
11. Borunun diğer ucunu çevirerek mengeneye bağlayınız.
12. Teflon bandın ucunu son dişler üzerinde tutunuz.
13. Teflon bandın ucu altta kalacak şekilde %50 bindirerek boru ucuna doğru sarınız.
14. Sarım sonunda bandı çekerek kopartınız ve kopan ucu elinizle sarım üzerinde sıyırınız.
15. Atölye çalışma alanını temizleyiniz.
16. Arkadaşlarınızla atölye çalışma alanını temizleyip atölyeyi bir sonraki ders için hazır hale getiriniz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ

Gerekli donanım malzemelerini kullanarak tekniğine uygun bir şekilde çelik borulara bağlantı parçalarını sıkabilmek.

GİRİŞ

Tesisat teknolojisi alanında birçok uygulama vidalı bağlantılarla, ara bağlantı parçaları (fittings) kullanılarak yapılır. Bu işlem, iki boru anahtarıyla yapılacağı gibi mengene kullanılarak da yapılabilir. Burada amaç tekniğine uygun, doğru ölçüde, bir bağlantı gerçekleştirmektir.

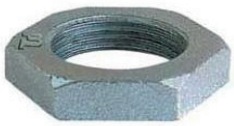
4. BAĞLANTI PARÇASI (FİTTİNGS) SIKMA

4.1. Bağlantı Parçaları (Fittings)

Boruların birleştirme, kol alma, çap değişimi ve yön değiştirmelerinde bağlantı parçaları kullanılır. Bağlantı parçalarına **ek parçaları** veya **fittings** de denir. Çelik ve temper döküm malzemeden çeşitli biçimlerde yapılır. Boru çapları ile bir anılır (Tablo 4.2).

Tablo 4.2: Fittings Malzemeler

45° Dirsek (Boruların 45° köşe dönüşlerinde kullanılır.)	**45° Kuyruklu Dirsek** (Fittingslerden sonra 45° köşe dönüşlerinde kullanılır.)	**90° Dirsek** (Boruların 90° köşe dönüşlerinde kullanılır.)	**90° Kuyruklu Dirsek** (Ek parçalarından sonra 90° köşe dönüşlerinde kullanılır.)	**90° Redüksiyon Dirsek** (Boruların 90° köşe dönüşlerinde kullanılır.)
90° Kuyruklu Deveboynu (Ek parçalarından sonra geniş 90° köşe dönüşlerinde kullanılır.)	**90° Deveboynu** (Boruların geniş 90° köşe dönüşlerinde kullanılır.)	**Te** (Kol almalarda kullanılır.)	**İnegal (redüksiyon) Te** (Aynı anda kol alma ve çap değiştirmelerde kullanılır.)	**Dirsekli Te** (Suyun akışının yönlendirilmesi gereken kol almalarda.)
Kruva (Bir hattan gelen akışkanı üç ayrı yöne göndermeye yarar. İstavroz da denir.)	**İnegal (redüksiyon) Kruva** (Farklı çaptaki üç ayrı yönden gelen akışkanı toplamaya yarar.)	**Redüksiyon** (Çap değişimlerinde de kullanılır.)	**Manşon Redüksiyon** (İki ucu dış dişli parçaların çap değişimlerinde kullanılır.)	**Nipel Redüksiyon** (İki ucu iç dişli parçaların çap değişimlerinde kullanılır.)

Manşon (Aynı çaplı dış dişli parçaların birleştirilmesinde kullanılır.)	**Kuyruklu (iç dış) Manşon** (Aynı çaplı iç ve dış dişli parçaların birleştirilmesinde kullanılır.)	**Nipel** (Aynı çaplı iç dişli parçaların birleştirilmesinde kullanılır.)	**Rakor** (Sabit parçaların gerektiğinde sökülmesi ve tamiratlarından sonra parça birleştirmelerinde zorunlu olarak kullanılır.)	**Kuyruklu Rakor** (Rakordan farklı olarak iç ve dış dişli parçaların birleştirilmesinde kullanılır.)
Dirsekli Rakor (Rakor görevi görüp aynı anda dönüşü gereken yerlerde kullanılır.)	**Kuyruklu Dirsekli Rakor** (Dirsekli rakorla aynı görevi görüp iç ve dış dişli birleştirmelerde kullanılır.)	**Köprü (boru atlama manşonu)** (Aynı eksende çakışan boruların birbiri üzerinden atlatmak amacıyla kullanılır.)	**Te'li Köprü** (Kol almalardan hemen sonra çakışan boruların üzerinden atlamak amacıyla kullanılır.)	**Kör Tapa Gömme Tapa** (Sonradan kullanılması gereken veya iptal edilen tesisat ağızlarının körlenmesinde kullanılır.)
				
Kör Tapa Gömme Tapa (Sonradan kullanılması gereken veya iptal edilen tesisat ağızlarının körlenmesinde kullanılır.)	**Kapak (kep)** (Dış dişli uçların körlenmesinde kullanılır.)	**Kontra Somun** (Zamanla titreşim gibi çeşitli nedenlerden dolayı, kendi kendine çözülmesi istenmeyen yerlerdeki ek parçalarının sıkıştırılmasında kullanılır.)		

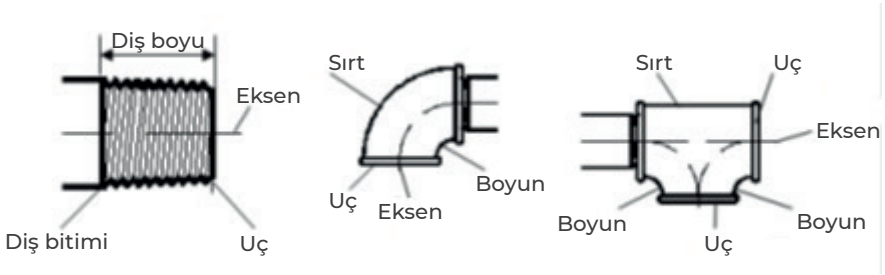
4.2. Ölçü Alma

Boruların projelere uygun olarak ölçülerinde kesme işlemleri yapılır ve inşaat ortamında doğru yapılan ölçü alma sayesinde tesisatçının işi de kolaylaşır. İyi bir tesisatçının en önemli özelliklerinden biri, hassas ve doğru ölçü alabilmesi olmalıdır (Görsel 4.25).

Görsel 4.25: Boru üzerinde ölçü alma

Boru üzerinde ölçü alabilmek için bazı terimleri bilmemiz gerekir. Bunlar; uç, diş bitimi, diş boyu, sırt, boyun ve eksendir (Görsel 4.26).

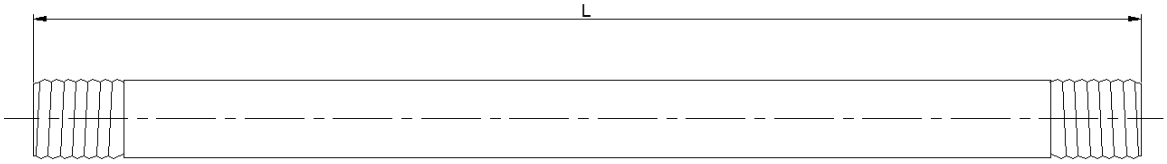
- **Uç:** Boru ve ek parçasının bitiş ucudur.
- **Diş bitimi:** Boru ve ek parçası dişinin sonudur.
- **Diş boyu:** Boru ve ek parçasının vida uzunluğudur.
- **Sırt:** Ek parçasının arkası veya gerisidir.
- **Boyun:** Ek parçasının dönüş yönü yüzeyidir.
- **Eksen:** Boru ve ek parçasının orta merkezidir.



Görsel 4.26: Boru üzerinde ölçü alma terimleri

4.2.1. Uçtan Uca Ölçü Alma

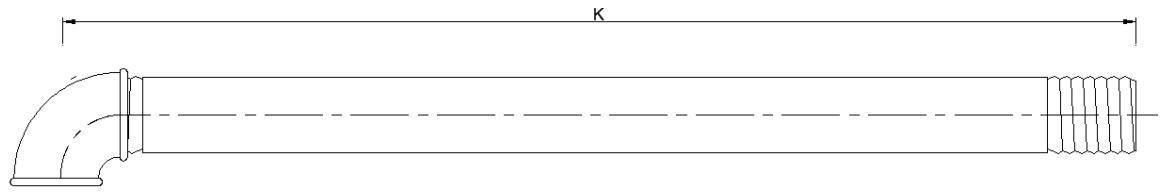
Kesilmiş borunun bir ucu ile diğer ucu arasındaki mesafenin ölçülmesi işlemidir. Borunun tam boyunu verir (Görsel 4.27).



Görsel 4.27: Uçtan uca ölçü alma

4.2.2. Eksenden Uca Ölçü Alma

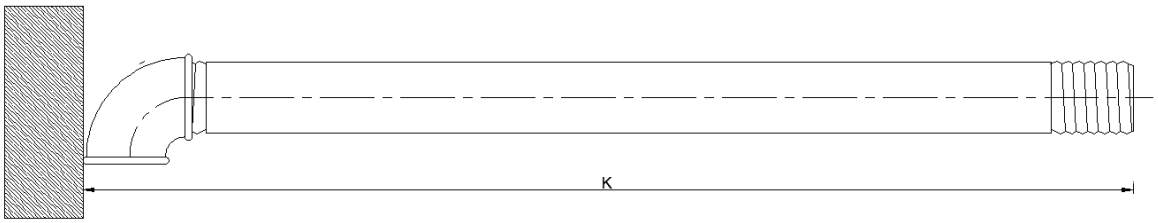
Bir ucunda bağlantı malzemesinin ekseni ile boru ucu arasındaki mesafenin ölçülmesi için kullanılır. Boru parçalarının birer birer sıkılması gereken yerlerde tercih edilir (Görsel 4.28).



Görsel 4.28: Eksenden uca öçlü alma

4.2.3. Uçtan Sırta Ölçü Alma

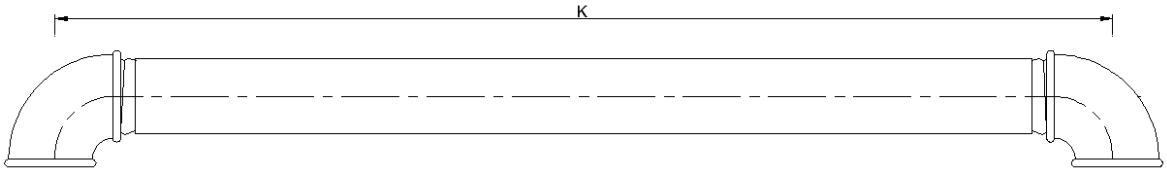
Bir borunun ucu ile ucuna takılı olan bağlantı elemanının sırtı arasındaki mesafenin ölçülmesidir. Genellikle yapı elemanları arasında kalan boru işlerinde kullanılır (Görsel 4.29).



Görsel 4.29: Uçtan sırta ölçü alma

4.2.4. Eksenden Eksene Ölçü Alma

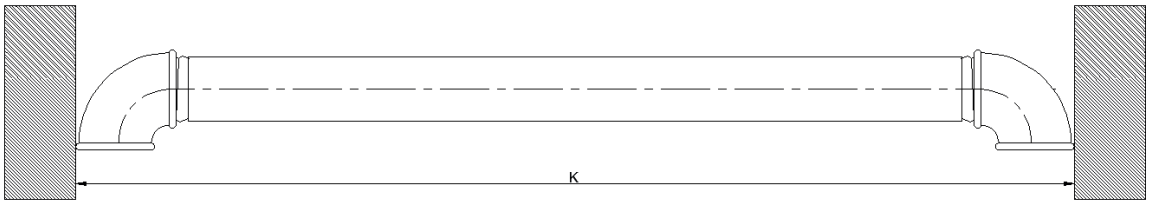
İki tarafına bağlantı malzemesi sıkılı olan parçalarda, iki bağlantı elemanın ekseni arasındaki mesafenin gösterildiği ölçü şeklidir. Duvar yüzeyinden dönen boru bağlantıları arasında kullanılır (Görsel 4.30).



Görsel 4.30: Eksenden eksene ölçü alma

4.2.5. Sırttan Sırta Ölçü Alma

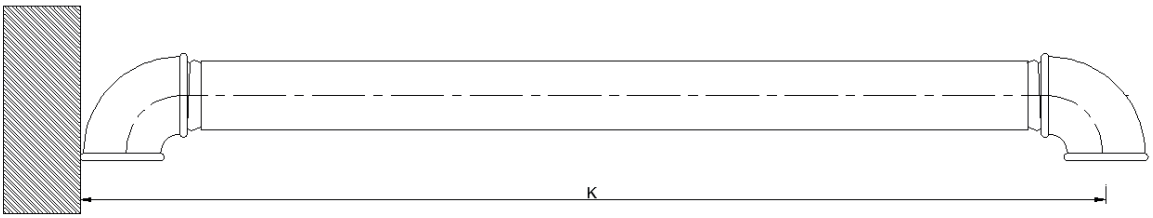
Borunun iki duvar arasına bağlanacağı yerlerde kullanılan ölçü çeşididir. İki tarafına bağlantı elemanı takılı olan borunun bağlantı elemanlarının sırtları arasındaki mesafedir (Görsel 4.31).



Görsel 4.31: Sırttan sırta ölçü alma

4.2.6. Eksenden Sırta Ölçü Alma

Her iki tarafına bağlantı malzemesi takılmış olan parçalardan birinin ekseni ile diğerinin sırtı arasındaki mesafenin ölçülmesi işlemidir(Görsel 4.32).



Görsel 4.32: Eksenden sırta ölçü alma

4.3. Çelik Boru Anahtarları

Boru ve ek parçalarını sıkıp sökmekte kullanılan el takımlarına **boru anahtarı** denir. Tesisatçının en çok kullandığı takımdır. Boru ve ek parçalarının pek çoğunun dış yüzeyleri dairesel ve kaygandır.

4.3.1. Maşalı Boru Anahtarları

Maşalı boru anahtarları ağız yönünde çalıştırılır. Ters yönde anahtar dişleri kayar ve anahtar boruyu sıkıştırma görevini yapamaz. Bu anahtarlar boru ve benzeri dairesel parçaların işçiliğinde kullanılır (Görsel 4.33).

Görsel 4.33: Maşalı boru anahtarı

4.3.2. Tek Kollu Boru Anahtarları

İki parçanın bir somunla birleştirilerek tek kolla döndürülmesi biçiminde çalışan boru anahtarı çeşididir. Üzerinde bulunan somunla anahtar ağzı ayarı yapılan bu anahtarlara, **makaralı boru anahtarı** da denir (Görsel 4.34).

Görsel 4.34: Tek kollu boru anahtarı

Uygulama 14

BAĞLANTI PARÇASI (FİTTİNGS) SIKMA

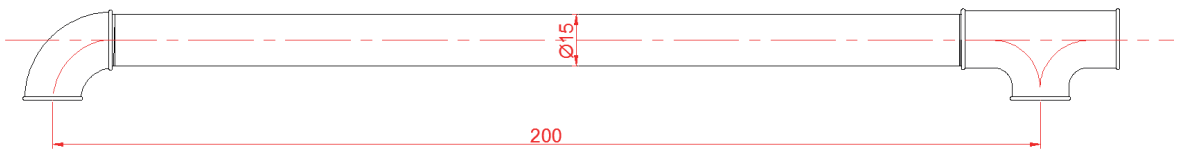
3 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19131

Amaç

Boru anahtarı yardımıyla fittings parçalarını istenilen ölçüde birleştirmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 4.35: Fittings sıkılmış boru ölçüsü

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Çelik boru	1/2"-3/4"-1"	1 adet
Mengene		1 adet
Metre		1 adet
Bezir yağı veya sülyen boya		1 adet
Teflon bant		1 adet
Kendir		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. İki ucuna diş açılmış boruyu mengeneye bağlayınız.
4. Borunun iki ucuna da kendir sarınız.
5. Üzerine kendirin sarım yönünde bezir yağı sürünüz.
6. Borunun bir ucuna "Te" bağlayıp boru anahtarı yardımıyla sıkınız.
7. Borunun diğer ucuna dirsek bağlayıp boru anahtarı yardımıyla sıkınız.
8. İşlem sonunda fittings uçlarının aynı eksende olduğunu dikkat ediniz.
9. Kullanılan el takımlarını kontrol altına alarak toplayınız.
10. Atölye çalışma alanını temizleyiniz.
11. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

Uygulama 15

BAĞLANTI PARÇASI (FİTTİNGS) SIKMA

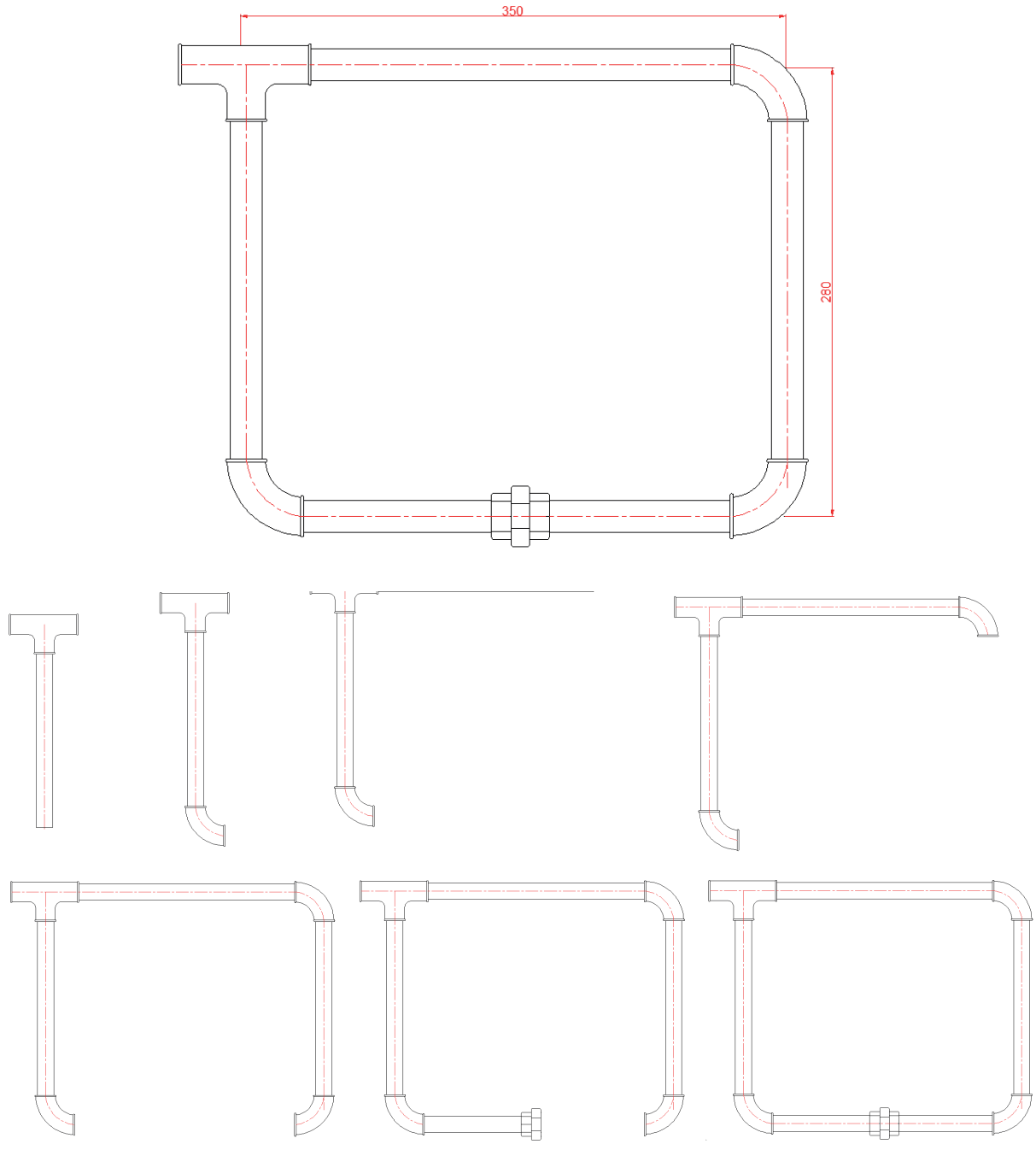
3 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19132

Amaç

Boru anahtarı yardımıyla fittings parçalarını istenilen ölçüde birleştirmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 4.36: Kare bağlantı ölçüleri ve işlem sıralaması

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Çelik boru	1/2"-3/4"-1"	1 adet
Tel		1 adet
Mengene		1 adet
Dirsek		3 adet
Konik rakor		1 adet
Bezir yağı veya sülyen boya		1 adet
Teflon bant		1 adet
Kendir		1 adet
Boru anahtarı		1 adet
Kurbağacık		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
4. Kullanacağınız çapta boruyu ve buna uygun fittingsleri seçiniz.
5. Şekillerde gösterilen işlem sırasını takip ederek borulara diş açınız, kendir üzerine bezir yağı sürünüz ve boru anahtarı yardımıyla boruları sıkınız.
6. Kurduğunuz sisteme basınç testi uygulayınız.
7. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ Gerekli donanımı kullanarak siyah çelik borularda soğuk bükme işlemini yapabilmek.

GİRİŞ Siyah demir boruları, standart çaplarda soğuk olarak bükebilmek için boru bükme makineleri kullanılır. Boru bükme makineleri; mekanik, hidrolik ve elektrikli olarak imal edilmiştir. Her yere rahatlıkla taşınabilmesi ve kullanımının kolay olması nedeniyle sıkça kullanılmaktadır. Tesisatçının, soğuk bükmelerde vazgeçemediği bir makinedir.

5. SİYAH ÇELİK BORULARI SOĞUK BÜKME

5.1. Hidrolik Boru Bükme Makinesi

Hidrolik boru bükme makinesi yağ basıncı ile çalışır. 15 mm (1/2") ile 80 mm (3") çapları arasındaki boruları istenilen açıda bükebilirler(Görsel 4.37).

Görsel 4.37: Hidrolik boru bükme makinesi

Bu makinelerin bükülecek boru çaplarına uygun merkezî bükme kalıpları vardır. Bükme kalıpları, dirsek ve köprü bükümlerine göre yapılır. Bükümlerin tam ve doğru yapılabilmesi için boruların dış çaplarının standartlara uygun olması lazımdır. 15 mm, 20 mm ve 25 mm çaplarındaki boruların bükülmelerinde fazla sorun yaşanmaz. 25 mm'den büyük çaplardaki boruların bükümlerinin sorunsuz olması için içlerine kum doldurulması faydalı olur. Kum, boru içinde cidarlara eşit basınç uygulayarak boru çapı daralmalarını ve boru ezilmelerini önler.

Boruyu dış bükme kalıpları ile merkezî bükme kalıbının arasına yerleştirilirken dikişli kısmının mutlaka üste gelmesi gerekir(Görsel 4.38).

Görsel 4.38: Hidrolik boru bükme makinesi kısımları

1 - Kol
2 - Kol gövde bağlantısı
3 - Yağ pompası volanı
4 - Silindir
5 - Üst tabla
6 - Dış kalıp
7 - Alt tabla
8 - Merkezi kalıplar
9 - Ayak

Görsel 4.39: 90° bükülmüş çelik boru

Görsel 4.40: 45° bükülmüş çelik boru

Uygulama 16

SİYAH ÇELİK BORULARI SOĞUK BÜKME

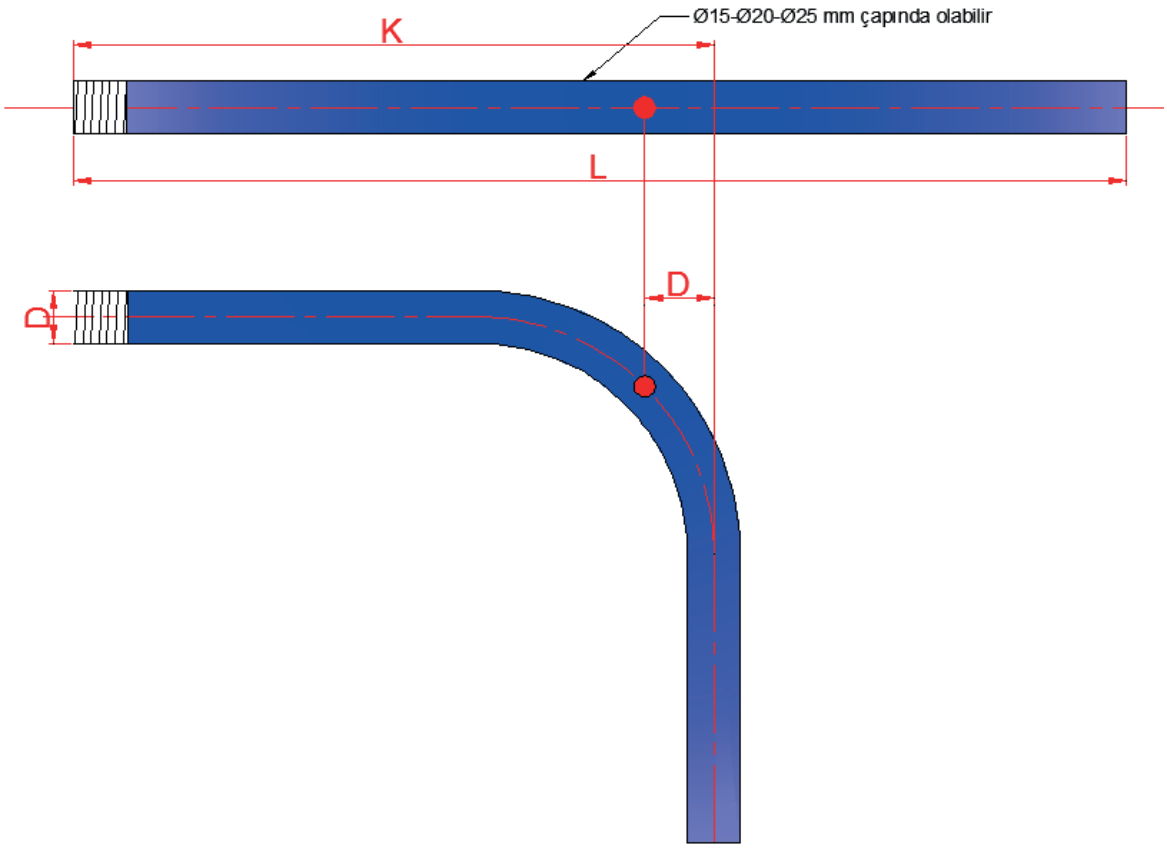
3 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19133

Amaç

Çelik boruları istenilen ölçülerde soğuk büküm yapabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 4.41: 90° bükülmüş çelik boru ölçüleri

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Çelik boru	1/2"-3/4"-1"	1 adet
Mengene		1 adet
Metre		1 adet
Boru paftası		1 adet
Testere		1 adet
Kalem		1 adet
Hidrolik boru bükme makinesi		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Çelik boruyu istenilen ölçüde kesip çelik borunun bir ucuna diş açınız.
4. Bükme noktasını markalayınız.
5. Uygun kalıbı uygun deliğe takınız.
6. Boruyu piston kalıbı merkezine yerleştiriniz.
7. Borunun dikişinin üste gelmesine dikkat ediniz.
8. Piston kalıp merkezi çizgisi ile boru büküm çizgisinin çakışıp çakışmadığına dikkat ediniz.
9. Gönye ile istenilen derecede bükünüz.
10. Hidrolik volanı gevşetip parçayı çıkartınız.
11. Ölçü ve temizleme işlemini yapınız.
12. Kullanılan el takımlarını kontrol altına alarak toplayınız.
13. Atölye çalışma alanını temizleyiniz.
14. Parçayı sorumlu öğretmene veriniz.
15. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
16. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

Uygulama 17

SİYAH ÇELİK BORULARI SOĞUK BÜKME

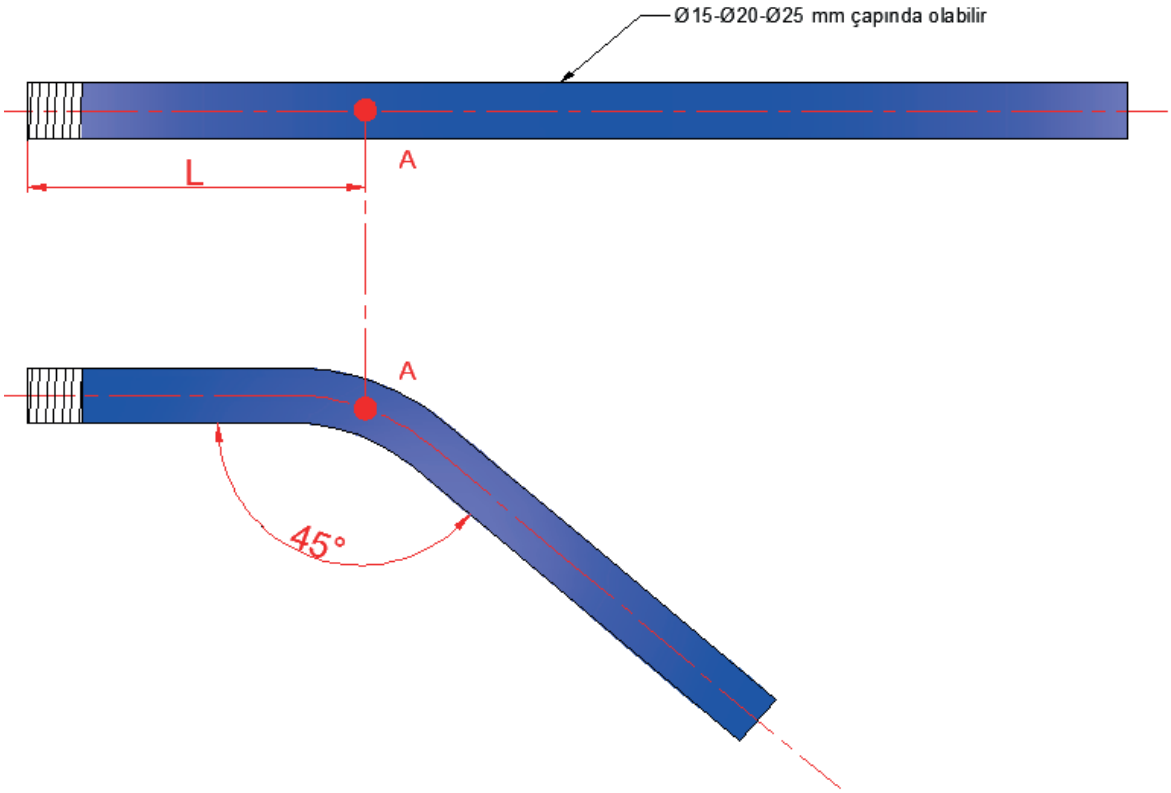
3 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19134

Amaç

Çelik boruları istenilen ölçülerde soğuk büküm yapabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 4.42: 45° bükülmüş çelik boru ölçüleri

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Çelik boru	1/2"-3/4"-1"	1 adet
Metre		1 adet
Kalem		1 adet
Hidrolik boru bükme makinesi		

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Çelik boruyu istenilen ölçüde kesip çelik borunun bir ucuna diş açınız.
4. Bükme noktasını markalayınız.
5. Uygun kalıbı uygun deliğe takınız.
6. Boruyu piston kalıbı merkezine yerleştiriniz.
7. Borunun dikişinin üste gelmesine dikkat ediniz.
8. Piston kalıp merkezi çizgisi ile boru büküm çizgisinin çakışıp çakışmadığına dikkat ediniz.
9. Gönye ile istenilen derecede bükünüz.
10. Hidrolik volanı gevşetip parçayı çıkartınız.
11. Kullanılan el takımlarını kontrol altına alarak toplayınız.
12. Atölye çalışma alanını temizleyiniz.
13. Parçayı sorumlu öğretmene veriniz.
14. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
15. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

ÖĞRENME BİRİMİ 5

PLASTİK BORU İŞÇİLİĞİ

KONULAR

1. Polipropilen Boruları Kesme
2. Polipropilen (PPRC) Boru Füzyon Kaynak Yapımı
3. PVC Boru ve Özellikleri
4. PVC Boruları Birleştirme
5. PVC Muflu Bağlantı Yapma

AMAÇ

Polipropilen tip plastik boruları ve çeşitlerini tanımak. Plastik boru makası kullanarak polipropilen borulara kesme işlemini yapmak.

GİRİŞ

Günümüzde plastik kökenli malzemeler, teknolojik gelişmelere paralel olarak hayatımızın vazgeçilmez parçaları haline gelmiştir. Değişen ve çeşitlenen boru ihtiyacı, Türkiye'de üretilen çelik beton ve asbestli boruların yanında hafiflikleri, düşük maliyetleri, mükemmel kimyasal dayanıklılıkları, kolay imal edilebilirlikleri ve ilk yatırım maliyetlerinin metal malzemedekine oranla düşük olması gibi üstün özellikleri PVC (Poly Vinly Clorür), PE (Polyethylene) ve PPRC (Polypropylene Random Copolimer) kökenli boru ve bağlantı parçalarının üretilmesine olanak sağlamıştır.

1. POLİPROPİLEN BORULARI KESME

Plastik borular genellikle çeşitli basınçtaki bazı gaz, sıvı veya katı maddelerin iletiminde kullanılır. Bunlardan en önemlileri PVC (Poly Vinyl Chloride), PE (Polietilen) ve PP (Polipropilen)'dir ve yaygın şekilde kullanılmaktadır. İçme suyu olarak ve endüstriyel maksatlarla kullanılan suların nakledilmelerinde gerekli olan basınçlı borular PVC'den yapılmaktadır. Isıya ve kimyasal maddelere karşı dayanıklı ve uzun ömürlü olan bu malzeme; evlerde, belediye ve sanayi kuruluşları ile tarımda, sıcak su ve içme suyu tesisatı ile pis su ve atık su tesislerinde kullanılır. Bu tür boruların malzemesi paslanmaz, çürümez, kir tutmaz, bakteri üretmez, çap daralması olmaz ve sürtünme kayıpları çok azdır, montajları çabuk ve kolay olup, %70 işçilikten ve aynı zamanda montaj süresinin kısa oluşu nedeni ile de zamandan tasarruf sağlar.

Plastik borular, manşon vasıtası ile kolaylıkla eklenebildikleri için en kısa parçaları dahi değerlendirildiğinden, fireleri fazla olmaz. Bina içerisinde izolasyon gerektirmez. Parçalar birbirlerine kaynak ile birleştirildikleri için keten, sülyen boya vs. gibi masrafları gerektirmez. Hafif oldukları için nakliyede tasarruf sağlayan çağdaş bir malzeme olup çok ekonomiktir (Görsel 5.1).

Görsel 5.1: Polipropilen borular

Polipropilen, plastik kökenli malzemelerin en yenilerindendir ve kendi içinde gruplara ayrılır. PPRC denilen iliştirilmiş tipi; sıcak, soğuk ve basınç altında yüksek performans gösterebilmektedir. Aynı zamanda kansorejen olmadığından, temiz su için rahatlıkla kullanılabilmektedir. Polipropilen ham maddesi ısıya, basınca ve kimyasal maddelere dayanıklılık açısından üç gruba ayrılır:

- Homopolimer (Tip 1)
- Copolimer (Tip 2)
- Random Copolimer [Tip 3 (PPRC)]

Diğer çeşitlerine göre bilhassa temiz suda Polipropilen Random Copolimer [Tip 3 (PPRC)] sınıfı daha fazla tercih edilmektedir. Kaliteli bir Polipropilen RC'den üretilmiş boru ve fittingslerin üstün özellikleri şunlardır:

- İçi kireç ve yosun tutmaz.
- Paslanma (çürüme) ve delinme olmaz.
- İşçilik ve zamandan önemli ölçüde tasarruf sağlar.
- Asit ve benzeri kimyevi maddelere karşı dayanıklıdır.
- İşletme basıncı soğuk suda (20 °C'de) 20 bar (20 Atü), sıcak suda (90 °C'de) 10 bar (10 Atü) dür.
- Fittings ve boruda malzeme kaybı yoktur.
- Yüksek hız ve basınçlarda ses yapmaz.
- Sağlık Bakanlığınca onaylı malzemeden üretilmelidir. Kanserojen veya başka gayri sıhhi etkisi yoktur.
- Bina içinde izolasyon gerektirmez.
- Boru ve ekleme parçalarının ömrü en az elli yıl sürelidir.

1.1. Polipropilen Boru Çapları

PPRC borular, galvaniz boruların aksine dış çaplarına göre adlandırılır. Galvaniz borular, iç çaplarıyla anıldıkları için inç (parmak) olarak aynı çaptaki borularda PP borulardan bir çap küçüktür. Aşağıdaki tabloda polipropilen ve galvaniz boruların anma çapları verilmiştir (Tablo 5.1).

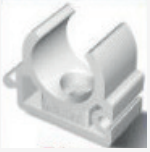
Tablo 5.1: Plastik Boru Çapları

İnç Parmak	Polipropilen (mm)	Galvaniz (mm)
½	20	15
¾	25	20
1	32	25
1 ¼	40	32
1 ½	50	40
2	63	50

1.2. Polipropilen Boru Ek Parçaları

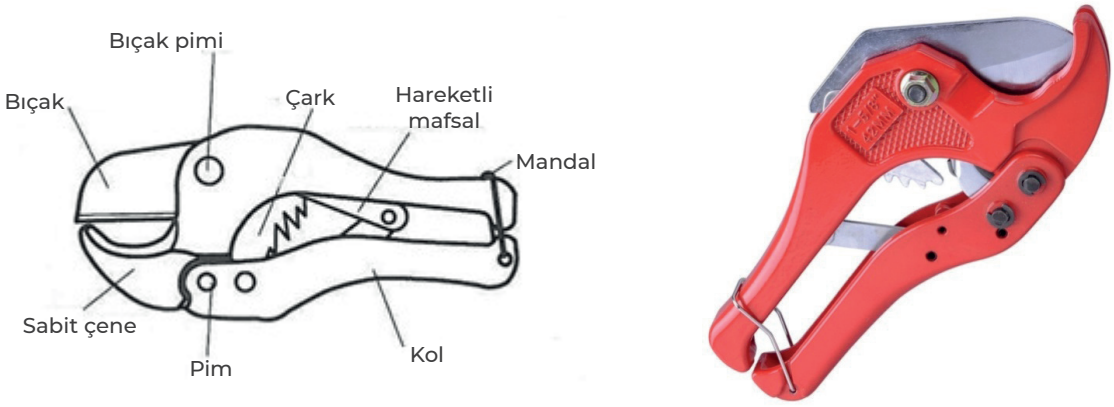
Çelik boruların bağlantılarında yer alan fittingslerin çoğu, polipropilen borularda da kullanılır ancak PPRC borularda farklı ekleme parçaları da vardır. Bunların bir kısmı çelik borulardan PPRC'ye geçişte veya bu boruların son kısımlarında armatür vb. bağlantısı için çelik dişliye dönüştürmek gayesiyle kullanılır. Boru ekleme parçaları, dişli ve dişsiz olmak üzere iki gruba ayrılır (Tablo 5.2).

Tablo 5.2: Polipropilen Boru Ek Parçaları

Sıva Altı Vana	Küresel Vana	Kuyruklu Dirsek 45°	Kuyruklu Dirsek	Dış Dişli Dirsek	İç Dişli Dirsek
Dış Dişli Rakor	İç Dişli Rakor	İç Dişli T	Dış Dişli T	Dirsek 90°	Dirsek 45°
İnegal T	T Parça	İstavroz	Köşe TE	Altı Köşe Dış Dişli Dirsek	Altı Köşe İç Dişli Dirsek
İç Dişli Oynar Başlıklı Rakor	Dış Dişli Oynar Başlıklı Rakor	Döner Başlı Dirsek	Döner Başlıklı Rakor	Altı Köşe İç Dişli T	Sıva Altı Batarya Bağlantısı
Altı Köşe İç Dişli Rakor	Altı Köşe Dış Dişli Rakor	Redüksiyon Dirsek 90°	C Kavis	Kavisli Dirsek Dişi	Köprü
Manşon	Redüksiyon	V Filtre	Döner Başlı TE	Armatür Şablonu	Çift Batarya Bağlantısı
					
Körtapa	Kapama Başlığı	Kelepçe	Taharet Bağlantısı	Universal Batarya Bağlantısı	

1.3. Polipropilen Boru Kesme İşlemi

Polipropilen borularda kesme işlemi, boru makası yardımıyla yapılır. Boru makası, kesilecek borunun eksenine dik gelecek şekilde yerleştirilir. Daha sonra eksenden kaydırmadan kesme işlemi gerçekleştirilir. Makasa aşırı güç uygulamak yayının kırılmasına sebep olabilir. Bu nedenle dikkatli kullanmak gerekmektedir. Ayrıca büyük çaplı borular için uygun boru makası kullanılmalıdır (Görsel 5.2).



Görsel 5.2: Polipropilen boru kesme makası

Polipropilen borular kesilmeden önce ölçü alma işlemi düzgün ve doğru yapılmalıdır. Özellikle ölçü alma işleminde birleştirme işlemi öncesi yapılan kesimler, birleştirme ek parçaların iç ölçülerine uygun olmalıdır. Ölçümü yanlış alınmış boruların kesimleri yapılırsa boru bağlantıları, uygulama ölçüleri dışında yapılmış olur. O yüzden ölçümlerin dikkatli şekilde yapılıp kesme işlemi gerçekleştirilmelidir.

Polipropilen borular kesilirken ölçülen boruya işaretlediğimiz çizginin, boru makasının kesme ucuna gelmesine dikkat etmeliyiz. Borunun sabitlenmesi için mengeneye bağlamaya gerek yoktur. Kesme makası kullanımı kolay olduğundan tek el ile makası sıkma işlemi gerçekleştirerek kesme işlemini bitirebiliriz. Kesme makasları zamanla kullanıma bağlı olarak yamuk kesme yapabilmektedir. Bu nedenle kesme işleminden sonra kesilen parçalar kontrol edilmelidir (Görsel 5.3).

Görsel 5.3: Polipropilen boru kesme aşamaları

Uygulama 18

POLİPROPİLEN (PPRC) BORU KESME

3 Ders Saati

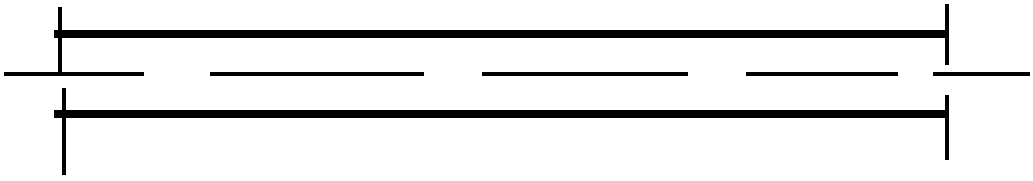
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19135

Amaç

Polipropilen boruları kesme işlemini yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller

Polipropilen boruları dört farklı çapta kesme işlemi yapılacaktır (Görsel 5.4).



Görsel 5.4: Polipropilen boru kesim ölçüsü

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
PPRC boru Ø20	30 cm	1 adet
PPRC boru Ø25	30 cm	1 adet
PPRC boru Ø32	30 cm	1 adet
PPRC boru Ø40	30 cm	1 adet
Plastik boru makası		1 adet
Metre		1 adet
İşaretleme kalemi		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz
4. Tüm araç gereç ve koruyucu iş güvenliği ekipmanını hazırlayınız.
5. Kullanılacak boruları, çaplarına uygun seçiniz.
6. Kullanılacak borunun ölçüsünü, gerekli malzemeler (kırmızı kalem, metre) kullanılarak hatasız alınız.
7. Borunun işaret yerini, boru makasının bıçağına dik olacak şekilde yerleştiriniz.

8. Boru kesme makasını kesme yapılacak çizgi üzerinde sabitleyiniz.
9. Makasın, eksene dik olarak yerleştirildiğinden emin olunduktan sonra kesme işlemini kademeli olarak gerçekleştiriniz.
10. Plastik boru makası ile kesiniz.
11. Kesilen boru ucunu kontrol ediniz.
12. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ

Boru donatım tekniklerine uygun olarak plastik boruların füzyon kaynağı ile birleşimini yapmak.

GİRİŞ

Çok iyi ve güvenli bir tesisat, kullanılan borunun hammaddesi ve yapılan kaynağı ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle PPRC boruların kaynağı, özenle yapılmalıdır. PPRC borularının kaynağında füzyon kaynağı adı verilen birleştirme metodu kullanılmaktadır. Bu kaynak için özel tasarlanmış kaynak makinesi kullanılır. Bu kaynak metodu, PPRC boru ve ek parçalarının özel tasarlanmış kaynak makinesi yardımı ile ısıtılarak eritilmesi ve birbirlerine yapıştırılması esasına dayanır.

2. POLİPROPİLEN (PPRC) BORU FÜZYON KAYNAK YAPIMI

İlk bakışta, polipropilen borularda füzyon kaynak işlemi basit gibi görünebilir ancak boruyu hazırlamak, ölçü almak, ısıtmak, kaynak işlemi yapmak, soğutmak ve hazır hale getirmek dışarıdan göründüğü gibi kolay değildir. Bununla birlikte, bu süreçte bağlantı parçalarının ve boruların sabitleme kalitesini etkileyen birçok etken olduğunu bilmek gerekir. Bu etkenleri göz ardı etmek: boru sızıntısına, tıkanmaya ve diğer sorunlara yol açabilir. O yüzden kaynak yapımında dikkat edilecek bazı hususlar vardır. Bunlar;

- Boru kesimi, boru makası ile kesilmeli ve boru eksenine dik yönde olmalıdır.
- Borular temiz olmalı ve kirlenmiş PPRC boru ve ek parçalara kaynak yapılmamalıdır.
- PPRC borularda soket kaynağı 260 °C'de yapılmaktadır. Kaynağa başlanmadan önce kaynak makinesinin 260 °C'ye kadar ısındığı kontrol edilmelidir.
- Yapılan kaynakta ek parça ile boru arasında boşluk olmamalıdır.
- Kaynak yapılacak boru çapına uygun temiz lokma seçilmelidir (Görsel 5.5).

Görsel 5.5: Plastik boru kaynak makinesi

Kaynak yapmak için belirli bir sıra takip edilir. Çalışılacak borunun çapına uygun lokmalar makineye bağlanır. Kaynak makinesinin termostat ayarı 260° - 270 °C'ye getirilir. Makine üzerindeki lambanın sönmesi beklenir. Boru ağzı ve fittingsin temiz olmasına dikkat edilir. Alüminyum folyolu boru kullanılıyorsa folyo soyma aletiyle borunun alüminyum tabakası alınır. Her çap için bilinen ısıtma süresinin ardından boru ve birleştirme parçası lokmalardan çıkarılarak birbirine eklenir. Birleştirme, düzgün ve aynı eksende boruların boyutuna bağlı olarak, şöyle olmalıdır:

- 20 mm genişliğe sahip borular için 8-9 saniye
- 25 mm genişliğe sahip borular için 9-10 saniye
- 32 mm genişlikteki borular için 10-12 saniye vb.

Görsel 5.6'da görülen aparatların kaynak makinesine çift taraflı montajı yapılır. Makine ısı vermeye başlayınca aparatlar ısınır. Eğer ürün gerekli sıcaklığa kadar ısıtılmazsa, boru bağlantısı çok zayıf olacak ve zamanla borunun birleşim yerlerinden sızmaya başlayacaktır. Önemli bir nokta da makinede, boru ve parçaları ne çok ne de az ısıtınız (Görsel 5.7). Aşırı ısıtmada malzeme fazla ergir ve bağlantı parçasının çapını daraltır. Borunun aşırı ısınması, geçirgenliğinde ve çamurların görünümünde bir azalmaya yol açabilir. Az ısıtmada ise kristal yapı oluşmaz, dolayısıyla birleşme noktalarında kaçak oluşur. Birleştirme tamamlandıktan sonra kesinlikle boruyu ve ekleme parçasını zorlamayınız çünkü ekleme noktalarındaki kristal yapıyı bozarak hatalı kaynak oluşumuna yol açabilirsiniz.

Görsel 5.6: Plastik boru kaynak makinesi aparatları

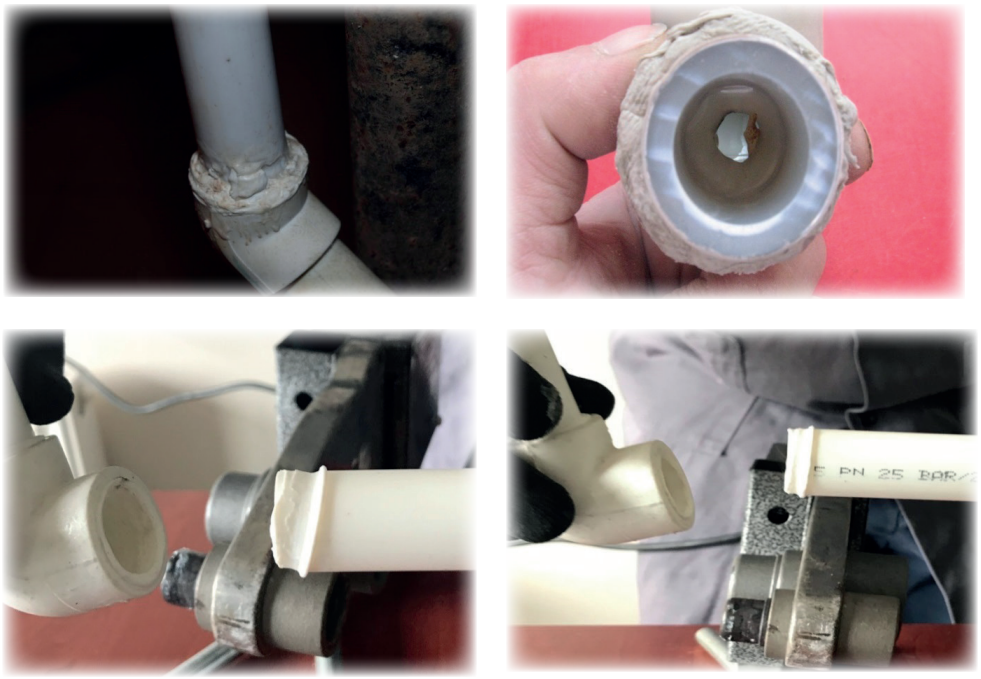
Görsel 5.7: PPRC boru kaynağı yapmak

2.1. Polipropilen Birleştirmede Yapılan Hatalar

Borular ısıtıldıktan ve bağlandıktan sonra uygun şekilde soğutulmaları gerekir. Yapıştırma aşaması ısıtma işlemi kadar uzun sürecektir. Genellikle yapıştırma aşamasında çok acele edildiği için işlemi gerektiğinden birkaç saniye önce bitirmeye çalışmak, bağlantının düzgün olmamasına yol açabilir. Polipropilenden yapılmış boruların kaynaklanması sırasında yapılabilecek olası hata sayısı oldukça fazladır (Görsel 5.8). Bu hususlar:

- Borunun yapıştırma kısımlarında kir ve çapak bulunması
- Kaynak sırasında borularda az miktarda dahi su olması
- Plastik borunun aşırı veya az ısıtılarak kaynak yapılması
- Standart dışı veya uygunsuz malzeme kullanımı
- Kurulum talimatlarına uyulmaması

Kaynak işlemi sırasında bu işler dikkatli, doğru ve kurulum talimatına uygun yapılırsa bu tür hatalardan kaçınmak oldukça basittir.



Görsel 5.8: PPRC boru kaynak işleminde yapılan hatalar

Uygulama 19

POLİPROPİLEN (PPRC) BORULARI FÜZYON KAYNAĞI İLE BİRLEŞTİRME

3 Ders Saati

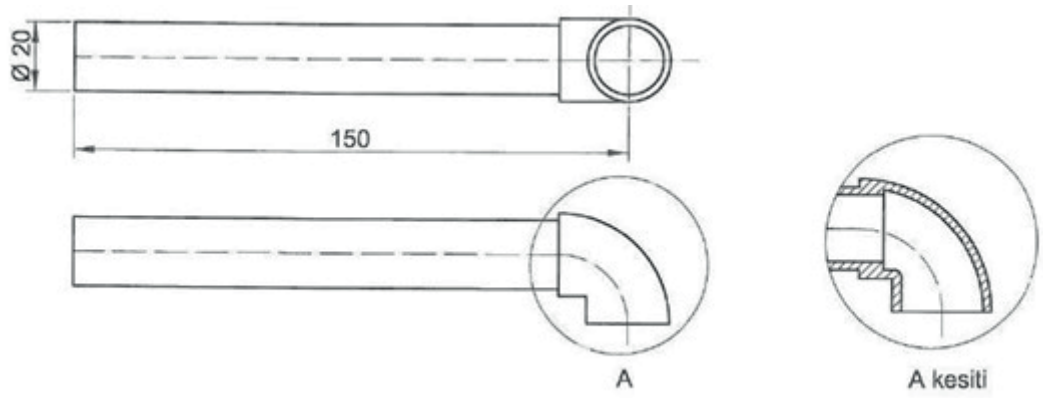
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19137

Amaç

Tekniklerine uygun olarak plastik boruların füzyon kaynağı ile birleşimini yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller (1)

Farklı çaplardaki plastik boruların füzyon kaynağı ile birleşimi farklı ek parçalar ile dört kez yapılacaktır (Görsel 5.9).



Görsel 5.9: Polipropilen boru kaynak işlemi için boru kesiti

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık (1)

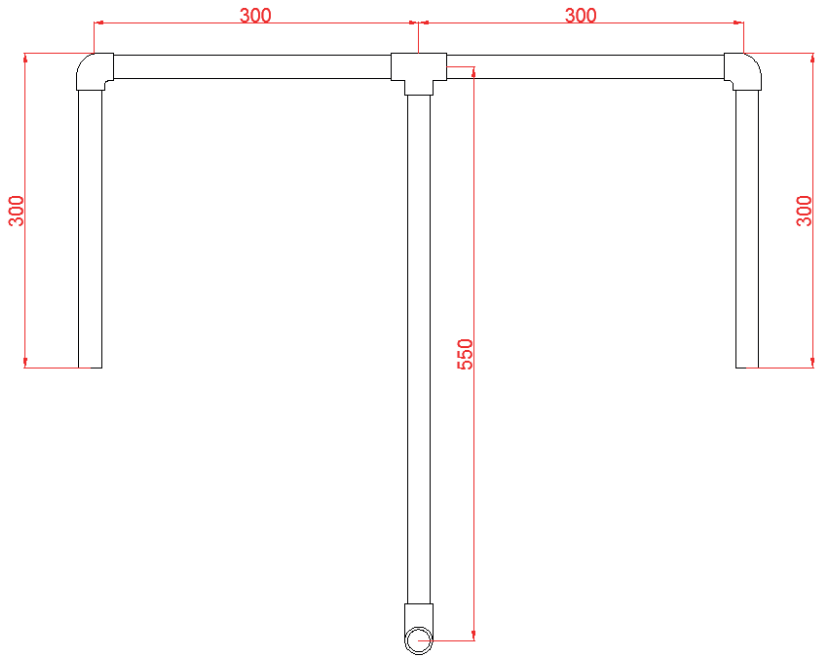
Adı	Özelliği	Miktarı
Füzyon kaynak makinesi ve takımları		1 adet
PPRC boru Ø 20 mm	15 cm	1 adet
PPRC boru Ø 25 mm	15 cm	1 adet
PPRC boru Ø 32 mm	15 cm	1 adet
PPRC boru Ø 40 mm	15 cm	1 adet
Metre		1 adet
Fittings dirsek		4 adet

İşlem Basamakları (1)

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Tüm araç gereç ve koruyucu iş güvenliği ekipmanı hazırlayınız.

4. Kaynak makinesi çalıştırılır.
5. Verilen ölçülerde plastik boru hazırlanır.
6. Birleştirme yapılacak parçalar temizlenir.
7. Boru ucu ve kaynak boyu işaretlenir.
8. Boru ucu ve dirsek kaynak ucu aynı anda ısıtılır.
9. Isıtılan iki parça aynı anda ısıtıcı aparatından çıkarılır.
10. Isıtılan iki parça birbirine birleştirilir ve parçanın hareket ettirmeden soğuması beklenir.
11. Birleşim noktaları göz ile kontrol edilmelidir.
12. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
13. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller (2)



Görsel 5.10: Polipropilen boru kaynak bağlantısı

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık (2)

Adı	Özelliği	Miktarı
Füzyon kaynak makinesi ve takımları		1 adet
Metre		1 adet
Ø 20 mm boru	180 cm	1 adet
Boru çapına uygun dirsek		2 adet
Boru çapına uygun Te		1 adet
Boru çapına uygun iç dişli dirsek		1 adet

İşlem Basamakları (2)

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Tüm araç gereç ve koruyucu iş güvenliği ekipmanı hazırlanır.
4. Kaynak makinesi çalıştırılır.
5. Verilen ölçülerde plastik borular hazırlanır.
6. Birleştirme yapılacak parçalar temizlenir.
7. Boru ucu kaynak boyu işaretlenir.
8. Boru ucu ve dirsek kaynak ucu aynı anda ısıtılır.
9. Isıtılan parçalar aynı anda ısıtıcı aparatından çıkarılır.
10. Isıtılan parçalar birleştirilir ve parçaların hareket ettirmeden soğuması beklenir.
11. Birleşim noktaları göz ile kontrol edilmelidir.
12. Tüm işlemler bittiğinde sızdırmazlık testi yapılmalıdır.
13. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
14. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ

PVC boruları eksenine dik olarak kesme işlemini yapmak.

GİRİŞ

Plastik boru türlerinden olan PVC boru; PVC temiz su borusu ve PVC atık su borusu olarak üretilmektedir. PVC su borusu özellikle atık su boruları olarak içme suyu şebekelerinde ideal ve kullanışlı bir malzemedir.

3. PVC BORU VE ÖZELLİKLERİ

PVC boru (Polivinil Klorür), şebeke suyu kullanımı sonucu açığa çıkan (lavabo, küvet ve duş kabini gibi) pis suların bina dışındaki kanalizasyon ya da rögarlara iletildiği borulara denir (Görsel 5.11). Günümüzde, inşaat sektöründe modern yapılardan kanalizasyona kadar döşenen tuvalet ve mutfak gibi gider borularında yapı malzemesi olarak PVC boru tercih edilmektedir. PVC borularda kullanılan ham maddeler sert plastik olması nedeniyle uzun yıllar kırılmalara ve aşınmalara karşı dayanıklıdır.

Görsel 5.11: PVC borular

PVC boru, içme suyu ve atık su transferinde kullanıldığı için özellikle taşıdığı suya tat veya koku vermeyen hammadde ile üretilmektedir. Su ile tepkimeye girmemesi korozyona karşı oldukça dayanıklı olması tercih edilme sebepleri arasındadır. İç duvar yüzeyinin pürüzsüz ve biyofilm oluşmasına engel olan yapısı sebebiyle su kirliliğini önlemesi, ona çevreci bir boru özelliği katmaktadır. Ayrıca iç yüzeyi sayesinde sıvı sürtünmesi ve akış direncini de en aza indirmektedir. Uzun ömürlü yapısı ve kimyasallara karşı oldukça etkili olması, endüstriyel atıklara karşı kullanımını artırmaktadır. PVC boruların avantajlarından birisi de erozyona ve aşınmaya karşı oldukça dirençli olmasıdır. Nakliyesi ve kurulumu kolaydır. PVC boru ek parçaları montajı kolay, test edilebilir ve çabucak kullanıma sunulabilir. Uzun yıllar kullanıma açıktır.

3.1. PVC Boru Kullanım Alanları

- Tarımsal sulama şebekelerinde
- Pis su şebekelerinde
- Kanalizasyon ve atık su şebekelerinde
- Sınai ve kimyasal tesislerinde
- Hidrant şebekelerinde
- Havuz uygulamalarında
- Tahliye hatlarında
- Kablo koruma ve izolasyon amaçlı kültür balıkçılığı sanayisinde
- Yangın şebekelerinde

3.2. PVC Boru Kullanımının Avantajları

- **Su Kalitesi:** PVC su dağıtım ve iletim, tüketici ürünleri ve tıbbi uygulamalarda dünyada kullanım için onaylanmıştır. PVC boru, aldığı kadar suyu temiz ve saf olarak verir. Taşıdığı suya tat veya koku vermez. Metal borular gibi suyla tepkimeye girmez.
- **Korozyona Direnç / Dayanıklılık:** PVC basınçlı su boruları, yer altı dış korozyona ve iç boru korozyonuna dayanıklıdır. Bu, metal borular için standart prosedür haline gelen korozyon koruma yöntemlerini belirtme ihtiyacını ortadan kaldırır. PVC basınçlı su boruları dayanıklılıktan ödün vermez. Sıhhi kanalizasyon için, PVC boru, evsel ve endüstriyel atık suda bulunan hemen hemen tüm kimyasallara dayanıklıdır.
- **Sızdırmaz Eklemler:** Çoğu su dağıtım uygulaması için PVC boru, sızıntı yapmamak için tasarlanmış derz dolgulu, contalı derzlerle dizayn edilmiştir. PVC borular, kanalizasyon için kullanıldığında daha az sızıntı ve yer altı suları kirliliği olasılığı anlamına gelir. Su geçirmez eklemle, arıtma tesislerinde sızıntıyı önemli ölçüde azaltır.
- **Üstün Akış:** PVC boru pürüzsüz iç duvar yüzeyi sıvı sürtünmesini ve akış direncini en aza indirir. Temizlik ve bakım ihtiyacı azaltılarak işletme maliyetleri azaltılır.
- **Ağırlığa Karşı Üstün Dayanma Oranı:** Bir metal veya beton boru karşısında bir PVC boru üretmek için daha az malzeme gerekiyor. Bu ağırlık avantajı oldukça önemlidir. Bu durum PVC'yi daha ekonomik hale getirmekle kalmaz, nakliye maliyetlerini düşürür, kurulum için gerekli zamanı azaltır.

3.3. PVC Boruların Özellikleri

PVC atık su boru ve ek parçaları, TS 275-1 EN 1329-1 kalite standartlarına göre tanımlanır. Tüm plastik borularda olduğu gibi PVC borularda dış çaplarına göre adlandırılır. Boru çeşitleri çapları 50, 70, 100, 125, 150, 200, 300...mm olarak çeşitli şekillerde üretilir. Boyları ise 150, 250, 500, 1000, 2000, 3000 mm'dir. Kullanım alanlarının kodlaması da:

- B: Bina içinde toprak üzerinde kullanılacak elemanlar için veya bina dışında duvara monte edilmiş elemanları kapsar.
- D: Yer altı drenaj ve kanalizasyon sistemlerine bağlantı yapmak için bina altında ve binadan 1 metre mesafe içinde toprak altına gömülü olarak kullanılan boru ve elemanları kapsar.
- BD: Her iki uygulama sınıfı elemanlarını da kapsar.

3.4. PVC Boruları Kesme İşlemi

PVC boruları kesme işlemi birçok yöntemle yapılsa da önemli olan sadece kesme aleti değil düz bir şekilde kesme işlemi yapabilmektir. Düz ve doğru ölçüde kesim yapabilmek için gerekli bazı hususlar vardır. Bunlar:

- PVC boru kesiminde koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır.
- Ölçü alma işlemi için mutlaka metre kullanılmalıdır.
- Boru kesim yerinin işaretlenmesi ölçülü kesim için çok önemlidir.

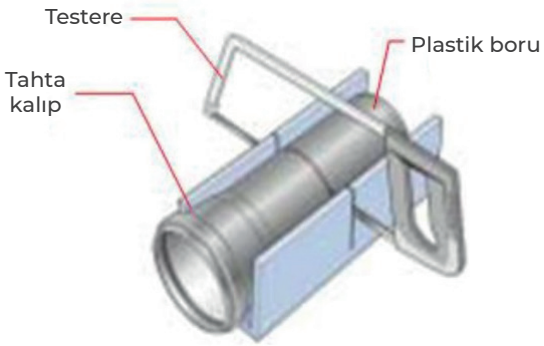
- Düz kesim yapılabilecek bir malzeme seçilmelidir.
- Boru çapına uygun kesme kalıbı seçilmelidir.
- Kesme işlemi yapılırken borunun kesme kalıbından çıkmamasına dikkat edilmelidir.
- Kesim aletinin parça eksenine dik olmasına dikkat edilmelidir. Eğer dikkat edilmezse kesim aletine veya kesme kalıbına zarar verilebilir.

Talaş kaldırmak suretiyle kesme işlemi yapan alete **testere** denir. Testere; lama, testere kolu, testere sapı ve kelebek somundan oluşur. Testere lamasının dişleri, ileriye doğru olmalıdır. 45°lik açı ile imal edilir. Plastik boruları kesmek için avuç içi taşlama ve ince dişli ağaç testereleri de kullanılır (Görsel 5.12).

Görsel 5.12: PVC boru kesme aletleri

3.5. Kesme Kalıbı

Kesme işlemini yaparken her çap için tahtadan ayrı kalıp yapılır. Kesme işleminde testere, boru eksenine dik olacak biçimde sağa sola hareket ettirilmeden çalışılmalıdır (Görsel 5.13).



Görsel 5.13: PVC boru kesme kalıbı

3.6. Pah Kırma İşlemi

Plastik borularda kesme işlemi bittikten sonra, kesilen yerin muf yerine daha kolay geçmesi için törpü veya kaba dişli eğe ile pah kırılır (Görsel 5.14). Pah, boru et kalınlığının yarısından fazla olmamalıdır. Fazla olması durumunda keskin ağız contayı kesebilir.

Uygulama esnasında törpü veya eğe bulunamazsa beton veya sıvalı zeminlere borular yatayla dar açı yapacak şekilde sürtme işlemi ile pah kırılabilir.

Görsel 5.14: PVC boru pah kırma

Uygulama 20

PVC BORULARI KESME

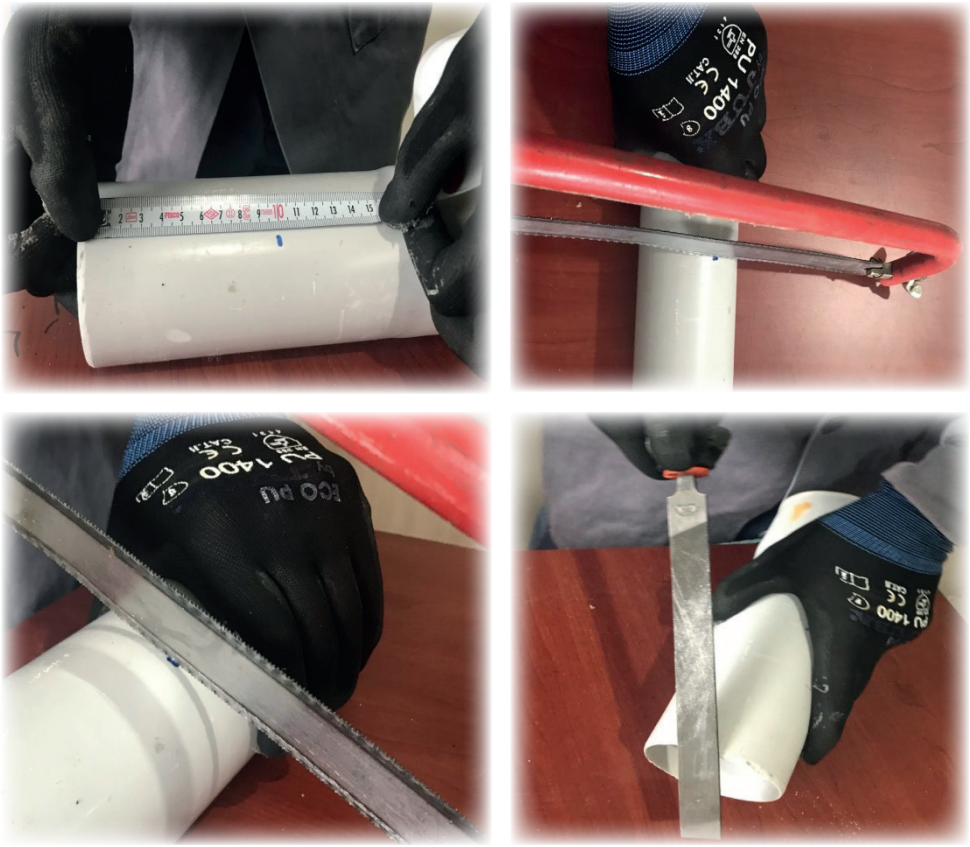
2 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19138

Amaç

PVC boruları eksenine dik olarak kesme işlemini yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 5.15: PVC boru kesme ve pah kırma aşamaları

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
PVC boru	Boru çapı atölye ortamına bağlı	1 adet
Testere		1 adet
Eğe		1 adet
Kesme kalıbı		1 adet
Metre		1 adet
İşaret kalemi		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Tüm araç gereç ve koruyucu iş güvenliği ekipmanı hazırlanır.
4. Kesilecek boru metre ile ölçülür.
5. Kesilecek dört nokta işaretleme kalemi ile işaretlenir.
6. PVC boru kesme kalıbına konur.
7. Kesilecek nokta kesim yerine getirilip el ile sabitlenir.
8. Kesim aleti parça eksenine dik konuma getirilir.
9. Kesme işlemi yapıldıktan sonra çapaklar eğe yardımıyla temizlenir.
10. Tüm ekipmanlar kullanım sonrası temizlenerek yerlerine konulmalıdır.
11. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ

PVC boruların ek parçalarını öğrenmek ve tekniklerine uygun birleştirme işlemi yapmak.

GİRİŞ

PVC (Polivinil Klorür), çevre dostu bir malzeme olup, düşük ve yüksek hava şartlarına dayanıklı bir polimerdir. Ayrıca malzemenin dayanıklılığı ve kullanım kolaylığı PVC'nin kullanımını her geçen gün arttırmaktadır.

4. PVC BORULARI BİRLEŞTİRME

PVC boruların üretiminde, ek parçalar da imal edilmektedir. Bu ek parçalar; boru montajında ekleme yapma, dönüş yapma, "Te" bağlantı yapma vb. çeşitlerde kullanılmaktadır. PVC boruların uç kısımları aynı çaplı borunun içine rahatça geçebilecek bir ölçüde imal edilmektedir. Bu durum ek parçaların birleşiminde kolaylık sağlamaktadır (Tablo 5.3).

Tablo 5.3: PVC Boru Ek Parçaları

PİS VE KİRLİ SU TESİSATINDA KULLANILAN EK PARÇALAR				
Kapalı Dirsek (87°)	TE Çatal	Kayar Manşon	Redüksiyon	İstavroz T
Açık Dirsek (45°)	Çift Çatak (45°)	Tek Çatak (45°)	S Sifon	Kapama Başlığı
Kelepçe	Muflu S Sifon	Temizleme T	Temizleme Dirsek	Kada

PVC ek parçaları; "o-ring"li contası veya boru ile tam uyumlu conta yuvası sayesinde su sızdırmazlar. Kolayca takılması ve çıkarılabilmesi sayesinde tahliye sistemi montajı hızlıca yapılır. Kesme, bükme, yapıştırma vb. zahmetli işçilikler gerektirmez. PVC borular ve bağlantı parçaları birbirlerine contalı olarak birleştirilir.

4.1. PVC Boru Birleştirme

PVC boruyu birleştirmek için öncelikle boru ucunu hazırlamak gerekmektedir. İyi bir birleşim için boru ucu düzgün kesilmiş olmalıdır. Boruyu çapına göre el testeresi ile kestikten sonra boruya doğru pah açısı ve derinlik sağlamak birleştirme işlemini daha kolay ve hızlı bir şekilde yapmamızı sağlayacaktır. Boru birleştirme şekilleri, kullanılan PVC borunun kullanım yerine göre farklılık göstermektedir. Borular yatay ve düşey bağlantı yapıldığı için bağlantı borularının sıva altı ve sıva üstü şekilde montajları yapılabilmektedir.

4.1.1. Conta ile Birleştirme

PVC boruların birleştirme yöntemlerinden olan contalı birleştirme, kesme işlemi düzgün ve paralel şekilde yapılmış olan boruların pah kırma işleminden sonra birbirine ek parçalar ile birleştirilme işlemidir (Görsel 5.16). Conta ile birleştirme yapmadan önce pah kırma işlemi kontrol edilmelidir. Gerekli uygun pah açısı verilmezse döşeme esnasında boru montajı çok zor olabilir ve contanın yerinden kayması kaçınıl-

maz olur. Ayrıca pah kırma işleminden sonra boru üzerindeki çapaklar temizlenmelidir. Çapaklar temizlenmezse conta ile boru arasında kalıp zamanla sızıntı oluşturabilir. PVC borunun conta ile birleşiminden önce borunun conta üzerinden rahatça kayması için sıvı sabun, deterjan vb. sürülebilir.

Görsel 5.16: PVC boru conta detayı

4.1.1.1. Conta ile Birleştirmede Yapılması Gerekenler

- Montaja başlamadan önce conta ile boru ucu; çamur, kum vb. yabancı malzemelerden titizlikle temizlenmelidir.
- Contanın üzerinde el gezdirilerek hem temizliğinden hem de contanın kanala tam oturduğundan emin olunmalıdır.
- Boru montajının rahat yapılabilmesi için conta üzerine ve boru ucuna kaydırıcı bir sıvı sürülmelidir.
- Birleştirme esnasında zorlanılırsa boru dışarı çıkartılıp contanın yuvasından kayıp kaymadığı ve pah açısı kontrol edilmelidir.
- Kontrol esnasında conta zedelenmişse değiştirilmelidir.
- Zorlanma devam ediyorsa hattınız hizada olmayabilir, kasıntıyı gidermek için hattı kontrol edip hizaya getirmek gerekir.
- Termal genleşme nedeni ile ek yerlerinde boru muf dibiyle fittings arasında 10 mm boşluk bırakılmalıdır.
- Dikey olarak döşenen borularda, borular birleşimden hemen sonra kelepçe ile sabitlenmeli ve böylece kaymaları engellenmelidir.
- Birleşim işlemi yapılmış PVC boru hattı mutlaka test edilmelidir.

Görsel 5.17: PVC boru conta takılması

4.1.2. Kelepçe ile Sabitleme

Birleştirme işlemine başlamadan önce ve birleştirme işlemi bitene kadar gerekli tüm iş güvenliği tedbirleri alınmalıdır. Boru tesisatında kelepçe kullanımı, borunun birleştirme işleminin yapıldığı yüzeyde sabitlenmesini sağlayan aparatlardır. Kelepçe kullanmak hem hattınızın hizada olmasını sağlar hem de hatta bulunan boru ağırlığına destek olur. Yatay ve düşey hatlarda 1-1,5 metre arayla kelepçe takmak birçok muhtemel sorunu ortadan kaldıracaktır. Kelepçe kullanımı meydana gelebilecek uzama veya çekmeye

karşı uygun miktarda ve uygun aralıklarda (1-1,5 m) kelepçe kullanılmalıdır. Hatta bulunan her bir ayrım noktasında ve hattın yön değiştirmesinde mutlaka kelepçe kullanılmalıdır. Kullanılacak kelepçe ölçüsü boru çapıyla uygun olmalıdır. Kullanılacak kelepçeler boruyu tam olarak sarmalı, köşeleri yuvarlatılmış, iç yüzeyleri düz ve pürüzsüz olmalıdır.

4.1.3. PVC Boruları Yatay Birleştirme

Görsel 5.18: PVC boru yatay birleştirme

PVC boruları yatay birleştirme yapılırken boru hattı düz ve kısa olmalıdır (Görsel 5.18). Yatay döşenen borular bel vermeyecek şekilde uygun aralıklarla kelepçelerle bağlanmalıdır. Yatay birleştirmede, borular mümkün olduğunca görülmeyecek yerlere döşenmelidir. Yatay borulara verilecek eğim son derece önemlidir. Yatay su borularının eğimi %2'dir. %2-5 eğimli borularda su ile katı maddelerin akma hızları yaklaşık olarak eşit olacağından birikme ihtimali azalır. Eğimin %5'ten fazla olmamasına dikkat edilmelidir. Aşırı eğim verilmiş boruda suyun akış hızı fazladır. Sanıldığı gibi boruya fazla eğim verilmesi tıkanmayı önlemez, aksine aşırı eğim tıkanma ihtimalini artırır. Sağa, sola çarparak giden katı pislikler geride kalıp borunun iç yüzeyine yapışabilir. Yatay boruların eğimi, su terazisi yardımıyla düzenlenir. Yatay borularda çift çatal kullanmak doğru değildir. Onun yerine iki tane tek çatal kullanmak suyun rahat akışını sağladığından daha doğrudur.

4.1.4. PVC Boruları Dikey Birleştirme

Görsel 5.19: PVC boru dikey birleştirme

Düşeyde döşenen borular genelde kolonlardadır. Düşeyde döşenen PVC borular mümkün olduğu kadar düz ve kısa olmalıdır. Genellikle her kolonun altına temizleme parçası konulur (Görsel 5.19). Temizleme parçası ağzının etrafı serbest ve kolay ulaşılır olmalıdır. Düşey atık su boruları bina içerisinde mümkün olduğunca görülmeyecek yerlere, uygun havalandırma ve tesisat bacalarına döşenmelidir. Kelepçe bağlantısı belirlenen ölçülerde birleştirme esnasında yapılmalıdır.

AMAÇ

PVC boruları muflu birleştirme yapmak ve test etmek.

GİRİŞ

PVC boru üretimi dikkate alındığında gelişen teknoloji ve buna bağlı olarak değişen yaşam standardı PVC boru kullanım alanlarını etkilemiştir. PVC muflu bağlantı tesisatı, değişik amaçlarda kullanılan sıvıların insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde uzaklaştırılmasını sağlamaktadır.

5. PVC MUFLU BAĞLANTI YAPMA

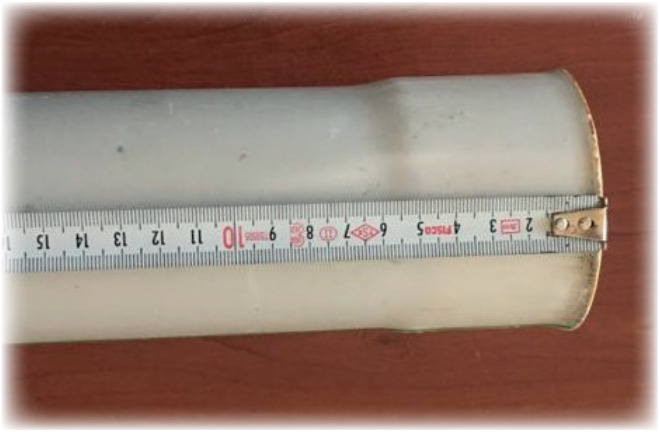
5.1. Pvc Boru Seçimi

PVC borular, atık sularda kullanıldığı gibi daha değişik amaçlara yönelik de kullanılabilir. Bu boruların eklenmeleri, muflu birleştirme yardımıyla yapılmaktadır. Contalar, kordon dediğimiz muf yatağına yerleştirilir. Contaların görevi, sızdırmazlığı sağlamaktır. Ancak bazı durumlarda conta kullanılmadan kendi oluşturduğumuz mufla bağlantı yapabiliriz. Bu bağlantıda sızdırmaz bir conta olmayacağından dolayı sızdırmazlık sağlamak için yapıştırıcı kullanmamamız gerekmektedir. PVC borulara uygun olan yapıştırıcılar ise solvent bazlı olmalıdır. Bazı durumlarda ise PVC yapıştırıcılar kullanılır. Muf açma işlemi ısıtılarak yapılacağından borular ve ekleme parçaları birbirlerine eklenirken ekleme geçişlerinde zorluklar çıkabilir. Bu gibi durumlarda geçişi kolaylaştırabilecek gliserin bazlı malzemeler kullanılmalıdır.

5.2. PVC Borunun Markalanıp Isıtılması ve Muf Açılması

PVC boru, birleşimi yapılacak boruyla aynı çapta olmalıdır. Borunun muf uzunluğu, iki borunun bağlantı kalitesi için çok önemlidir. Kısa olan muf bağlantısı, bağlantının sağlam olmamasına sebep olur ve kaçak olma ihtimalini arttırır. Muf bağlantısının fazla olması ise birleştirme işleminde zorlanmaya sebep olur. Muf açma uzunluğu ideal bir birleştirme için 4-5 cm uzunluğunda olmalıdır.

PVC boru seçimi kullanım yerine göre belirlendikten sonra muf açılacak kısım uygun muf boyu ölçüsünde işaretlenir. Alev gücü yoğun olmayan ısıtıcı vasıtasıyla el ile çevirerek boru ısıtılmaya başlanır. Isıtma işlemi yaparken borunun kararma yapmamasına ve erimemesine dikkat edilmelidir. PVC boru, yumuşamaya başladığı an muf açma işlemine hazır hale gelmiş demektir. Muf açma işlemi, boru dış çapına uygun olacak şekilde yapılmalı ve çap ölçüsü yamuk olmamalıdır. Muf ölçüsüne kadar ayarlandıktan sonra boru soğumaya bırakılmalıdır (Görsel 5.20).



Görsel 5.20: Muf açılmış boru ölçüsü

5.3. PVC Borunun Birleştirilmesi

5.3.1. Sıva Üstü Döşeme

Sıva üstü döşemeler, PVC borunun sık kullanıldığı alanlardır. Bina içi uygulamalarda yeteri kadar kelepçe kullanmaya dikkat edilmelidir. Kelepçe kullanmak, hem hattınızın hizada olmasını sağlar hem de hatta bulunan boru ağırlığına destek olur. Yatay ve düşey hatlarda 1-1,5 metre arayla kelepçe takmak birçok muhtemel sorunu ortadan kaldıracaktır.

Sıva üstü döşemelerde dikkat edilmesi gereken hususlar:

- Hatta meydana gelebilecek uzama/çekmeye karşı uygun miktarda ve aralıklarda (1–1,5m) kelepçe kullanılmalıdır.
- Hat yüksek basınçlı hava veya gaz ile kesinlikle test edilmemelidir.
- Hatta bulunan her bir ayrım noktasında ve hattın yön değiştirmesinde mutlaka kelepçe kullanılmalıdır.
- Kullanılacak kelepçe ölçüsü boru çapıyla uygun olmalıdır.

- Yüksek binalarda metal kelepçe kullanılacaksa içerisinde conta bulunan metal kelepçe kullanılması uygun olur.
- Dikey inişlerde (yağmur inişleri gibi) hattın en alt kısmına mutlaka boru ve içindekilerini taşıyabilecek sabit bir destek konulmalıdır.

5.3.2. Sıva Altı Döşeme

Sıva altı döşemelerde dikkat edilmesi gereken hususlar:

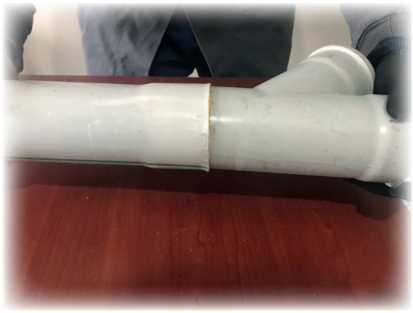
- Döşeme işlemine başlamadan önce ve döşeme işlemi bitene kadar gerekli tüm iş güvenliği tedbirleri alınmalıdır.
- Kanaldan çıkan hafriyatın döşeme sırasında çalışmaya engel olmayacak uzaklığa (0,5 m) konulması gerekir.
- Kanal içi mümkün olduğunca kuru tutulmalıdır. Kanalda oluşabilecek su sebebiyle boru hareket edebilir ve birleşim yeri ayrılabilir. Bunun olmaması için borunun anma çağının 1,5 katı yüksekliğinde toprak konmalıdır.
- Boru döşeme sonrasında oynama yapmayacak şekilde sabitlenmelidir.
- Döşeme işlemi bitip, üzeri gerekli dolgu maddesi ile kapatılana dek kanal içine su girmemesini temin edecek önlemler alınmalıdır. Aksi takdirde boru hareket edip sızdırmalara sebep olabilir.

5.3.3. Muflu Boru Birleşimi

Muf açılmış boru montajından önce yapılması gereken en önemli durum, borunun muf açılma ölçüsünde olup olmamasının kontrolünün sağlanmasıdır. Ayrıca muf açılmış borularda conta olmadığından, solvent bazlı yapıştırıcı kullanılarak sızdırmazlık sağlanmalıdır. PVC borular için özel bir yapıştırıcı (tangit) kullanılır. Boru çapına bağlı olarak 1" boru için 8 gram, 6" boru için 32 gram yapıştırıcı gereklidir. Bu miktar yapışacak olan iç ve dış yüzeyin her ikisi için gereklidir. Muflu boru birleşiminin yapım aşamaları şu şekildedir:

- Yapıştırıcı ve temizleme sıvısı kutuları üzerinde yazan talimatlar - özellikle depolama talimatları - tehlike uyarıları dikkatlice okunmalıdır.
- Boru ucunun düzgün kesilmiş ve çapaklarından arındırılmış olduğu kontrol edilmelidir.
- Muf içerisine girecek borunun pah kırma işlemi kontrol edilir.
- Boru ucu muf boyu kadar işaretlenir.
- Isıtıcı ile boru işaretli noktaya kadar ısıtılır.
- Boru yumuşadığında genişletme işlemine başlanır.
- Muf açma işlemi bittiğinde borunun soğuması beklenmelidir.
- Muflu boru ve diğer borunun ucu temizlenir.
- Yapıştırma işlemine başlamadan önce boru yüzeyinin tamamen kuru olmasına dikkat edilmelidir.
- Yapıştırıcı temiz bir fırça ile yapışacak yüzeylere sürülür.

- Hızlı bir şekilde ve çevirmeden boru ucu muf ağzı işaretlenmiş noktaya gelinceye kadar itilir.
- Muf ağzından dışarı taşan yapıştırıcı temizlenir.
- Basınç testinden önce en az 24 saat 20°C sıcaklıkta bekletilmelidir. Daha düşük sıcaklıklarda daha uzun süre bekletilir.
- Birleştirme sürekli bir işlem olmasına rağmen her bir birleşim en az 30 dakika hiç ellenmeden bırakılır (Görsel 5.21).



Görsel 5.21: Muf açılmış boruyu birleştirme

Uygulama 21

PVC MUFLU BAĞLANTI YAPMA

4 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19139

Amaç

PVC borulara muf açmak ve muflu bağlantı yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller

Bu uygulama farklı boyutlarda borular ile dört kez yapılmalıdır (Görsel 5.22).

Görsel 5.22: Muf açılmış boruyu birleştirme aşamaları

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
PVC boru Ø 70		2 adet
PVC boru Ø 100		2 adet
PVC boru Ø 120		2 adet
PVC boru Ø 160		2 adet
Isıtıcı (Pürmüz)		1 adet
PVC yapıştırıcı		1 adet
Metre		1 adet

İşlem Basamakları

1. Tüm araç gereç ve koruyucu iş güvenliği ekipmanı hazırlayınız.
2. Yapıştırıcı ve temizleme sıvısı kutuları üzerinde yazan talimatlar -özellikle depolama talimatları- tehlike uyarıları dikkatlice okunmalıdır.
3. Boru ucunun düzgün kesilmiş ve çapaklarından arındırılmış olduğu kontrol edilmelidir.
4. Muf içerisine girecek borunun pah kırma işlemi kontrol edilmelidir.
5. Boru ucu muf boyu kadar işaretlenir.
6. Isıtıcı ile boru işaretli noktaya kadar ısıtılır.
7. Boru yumuşadığında genişletme işlemine başlanır.
8. Muf açma işlemi bittiğinde borunun soğuması beklenmelidir.
9. Muflu boru ve diğer borunun ucu temizlenir.
10. Yapıştırma işlemine başlamadan önce boru yüzeyinin tamamen kuru olmasına dikkat edilmelidir.
11. Yapıştırıcı temiz bir fırça ile yapışacak yüzeylere sürülür.
12. Hızlı bir şekilde ve çevirmeden boru ucu muf ağzı işaretlenmiş noktaya gelinceye kadar itilir.
13. Muf ağzından dışarı taşan yapıştırıcı temizlenir.
14. Basınç testinden önce en az 24 saat 20°C sıcaklıkta bekletilmelidir. Daha düşük sıcaklıklarda daha uzun süre bekletilmelidir.
15. Birleştirme sürekli bir işlem olmasına rağmen her bir birleşim en az 30 dakika hiç ellenmeden bırakılmalıdır.
16. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

ÖĞRENME BİRİMİ

6

BAKIR BORU İŞÇİLİĞİ

KONULAR

1. Bakır Boruları Kesmek
2. Bakır Borularda Raybalamak
3. Bakır Borulara Havşa Açmak
4. Bakır Boruları Rakor ile Birleştirme

AMAÇ

Farklı çaplarda olan bakır boruyu boru kesme aparatları ile verilen ölçüde kesme işlemi yapmak.

GİRİŞ

Bakır boru; ısı iletkenliği ve basınca karşı dayanıklılığı sayesinde, özellikle ısıtma, soğutma ve iklimlendirme sektöründe kullanılmaktadır. Bakır boru kesme işleminden önce bakır boruyu tanıyalım.

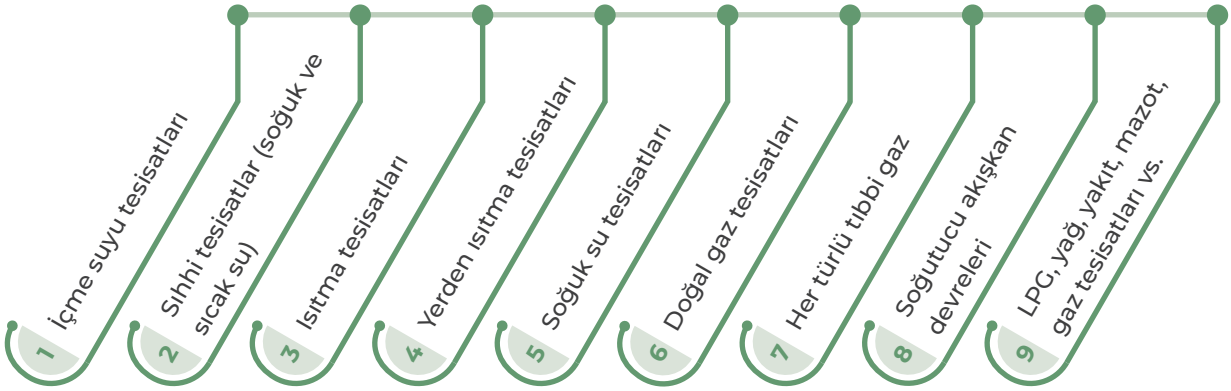
1. BAKIR BORULARI KESMEK

1.1. Bakır Boru ve Özellikleri

Bakır, dünyada kullanılan en eski metallerden biridir. Yüksek iletkenliği gibi önemli özellikleri bakırı vazgeçilmez hale getirmiştir. Bakır, dünyada en çok kullanılan metaller arasında ikinci sırada yer alır. Eski çağlardan bu yana insanlara fayda sağlayan bakıra olan talep ekonomik ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak giderek artmaktadır. Yüksek ısı ve elektrik iletkenliği, korozyona dayanıklılığı ve kolay işlenebilmesi gibi başlıca özellikleri sebebiyle birçok ürünün ham maddesi konumundadır. Bakır boruların tesisat sektörü içerisindeki kullanım dağılımı ise: %45'i kullanım suyu, %48'i kalorifer tesisatları, %4'ü doğal gaz, %3'ü de yerden ısıtma tesisatları olarak gerçekleşmektedir (Görsel 6.1).

Görsel 6.1: Bakır borular

1.2. Bakır Borunun Kullanım Alanları



Şema 6.1: Bakır borunun kullanım alanları

1.3. Bakır Boru Tipleri ve Ölçüleri

Isıtma ve soğutma sistemlerinde kullanılmak üzere piyasaya arz edilen bakır borular, yumuşak ve sert çekilmiş olmak üzere iki farklı tiptedir. Her iki tipin de K ve L sınıfı olmak üzere iki farklı et kalınlığı mevcuttur. Bakır borular; et kalınlıklarına göre K, L ve M sınıflarına ayrılırlar.

- K (kalın et kalınlığında) - Isıtma ve soğutma tesisatlarına uygun
- L (orta et kalınlığında) - Isıtma ve soğutma tesisatlarına uygun
- M (ince et kalınlığında) - Isıtma ve soğutma tesisatlarında kullanılmaz.
- M tipi ince et kalınlığına sahip borular, istenilen emniyet şartlarını yerine getiremediklerinden basınçlandırılmış hatlarda kullanılamaz. Ancak drenaj suyu tahliye ve basınçsız su tesisatlarında ve diğer benzeri uygulamalarda tercih edilir.
- K tipi kalın cidarlı borular; dayanımın arandığı, titreşim ve korozyon özelliği fazla olan yerlerde tercih edilir.
- L tipi ise normal ısıtma soğutma sistemlerinde en sık kullanılan boru tipidir. Orta et kalınlığına sahip bu tip borular, istenilen emniyet şartlarını yerine getirmektedir.

1.3.1. Yumuşak Çekilmiş Bakır Borular

Yumuşak çekilmiş bakır borular daha çok ev tipi, ticari tip soğutucularla iklimlendirme sistemlerinde kullanılır. Tavlanmış olduklarından kolay bükülebilir, kıvrılabilir ve çap genişletilmesi yapılabilir. Piyasada bulunan standart dış çap ölçüleri 1/8 inç (3,2 mm) ile 15/8 inç (41,3 mm) arasındadır. Genellikle 7,5, 10, 20 metre uzunluğundaki kangallar hâlinde satılır. Yumuşak çekilmiş bakır borular, mekanik şekillendirmeye çok elverişli olup bağlantı parçalarıyla lehimlenebilir veya rakorlu birleştirme yapılabilir (Görsel 6.2).

Görsel 6.2: Yumuşak çekilmiş bakır boru kangalları

1.3.2. Sert Çekilmiş Bakır Borular

Ticari tip soğutucularla iklimlendirme sistemlerinde kullanılırlar. Yumuşak borunun tersine, bu tip boru serttir ve standart uzunluklarda boy olarak üretilirler. Bu borular kıvrılamazlar, tesisatındaki gerekli bükülme ve yön değişiklikleri ise çeşitli ara bağlantı parçalarıyla (fittingslerle dirsek, Te, manşon vb.) yapılır. Sert yapısından ötürü bu borular, kendilerini daha iyi taşıyabilirler. Dolayısıyla daha az desteğe ihtiyaç duyarlar. Bu boruların piyasaya arz ediliş uzunlukları standart 6 metredir. Çapları 3/8 inç'ten (9,5 mm) 6 inç (150 mm) dış çapa kadardır (Görsel 6.3).

Görsel 6.3: Sert çekilmiş bakır borular

1.4. Bakır Boru Ölçüleri

Çelik ve bakır boruların ölçülendirilmelerindeki en önemli fark, bakır borular dış (anma) çap ölçüleriyle ifade edilirken; çelik borular iç (anma) çaplarının ölçü değeriyle belirtilirler.

Tablo 6.1'de ½" (12,7 mm) dış çaplı (L tipi) bakır borunun iç çapı 10,9 mm'dir (0,43"). Anma çapı½" (12,7 mm.) olan çelik boru ise 12,7 mm (0,5")'lik bir iç çapa ve 19,05 mm'lik bir dış çapa sahiptir (0,75") (Tablo 6.1).

Tablo 6.1: Bakır Boru Ölçüleri

Anma Çapı İnç	Boru Tipi	Dış Çap Mm	İç Çap Mm	Et Kalınlığı Mm	Ağırlık Kg/m
1/8	L	3,175	1,651	0,76	0,051
3/16	L	4,749	3,251	0,76	0,085
1/4	L	6,350	4,826	0,76	0,161
5/16	L	7,925	6,300	0,81	0,161
3/8	L	9,525	7,900	0,81	0,199
3/8	L	9,525	8	0,76	0,187
1/2	L	12,70	10,92	0,89	0,294
5/8	L	15,87	13,84	1,01	0,423
3/4	L	19,05	16,91	1,07	0,537
7/8	L	22,22	19,93	1,14	0,676
1 1/8	L	28,57	26,03	1,27	0,973
1 3/8	L	34,92	31,13	1,40	1,313
1 5/8	L	41,27	38,22	1,52	1,694

1.5. Bakır Boruda Kesme İşlemi

Bakır boruları kesmek için birçok kesme materyali bulunmaktadır. Bu materyaller kesilecek borunun çapına ve bulunduğu yere göre farklılık gösterebilir. Sebebi de bakır boru kesme işleminin sadece atölye ortamında değil, montajı yapılacak olan ya da montajı yapılmış olan borular üzerinde kesim işlemi yapılmasıdır.

Boru kesme işlemi için kullanılacak olan materyalin seçiminde dikkat edilecek hususlar vardır. Bunlar:

- Kesilecek yer düzgün şekilde işaretlenmeli.
- Kesim işlemine başlamadan önce boru sabitlemesi yaparken borunun ezilmemesine dikkat edilmeli.
- Kesme işleminde yamuk kesme yapılmamalı.
- Çapak bırakmadan kesme işlemi yapılmalı.
- Çapak bırakacak bir kesme işlemi yapılacaksa borunun içerisine kaçmamasına dikkat edilmeli.

1.6. Bakır Boruda Kesme İşleminde Kullanılan Materyaller

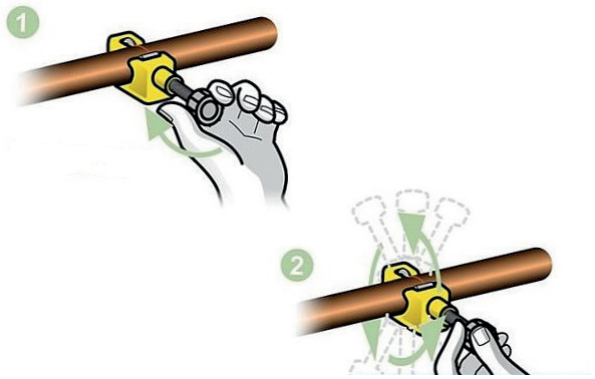
Bakır boru kesimi için kullanılan materyaller; bakır boru makası, mini boru makası ve el testeresidir.

1.6.1. Bakır Boru Makası

Çeşitli çaplara uygun şekilde tasarlanan bakır boru makası, bakır boruyu düzgün ve çapak olmadan kesme işlemi yapar. Kullanılacak bakır boruları boylarının ölçme işleminden sonra kesme işlemine hazır hale getirilir (Görsel 6.4).

Görsel 6.4: Bakır boru makası

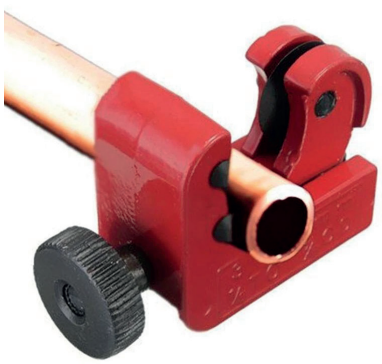
Boru makasıyla bakır boruyu kesebilmek için Görsel 6.5'te görüldüğü gibi boru, 1 numaralı kısımda makasın hareketli silindirleri ile kesici uç arasına 90° açı yapacak şekilde düzgün yerleştirilir. Tambur saat yönünde çevrilip boruya tutturma işlemi yapılır. Bu işlemi yaparken borunun ezilmemesine dikkat edilmelidir. 2 numaralı kısımda boru kesme işlemini yapabilmek için makas boru etrafında döndürülür. Her tur döndürmeden sonra tamburu çeyrek tur sıkmalıyız.



Görsel 6.5: Bakır boru makası ile boru kesme işlemi

1.6.2. Mini Boru Makası

Mini bakır boru makasının kullanım alanı, bakır borunun kesileceği alanın dar olması durumunda kullanılır. Ayrıca bu makasın her boru çapına uymaması nedeniyle kullanımı sınırlıdır. Mini boru makası 1/8'' ve 5/8'' çaplarındaki boruların kesme işlemini yapar (Görsel 6.6).



Görsel 6.6: Mini bakır boru makası

Uygulama 22

BAKIR BORULARI İSTENİLEN ÖLÇÜDE KESMEK

3 Ders Saati

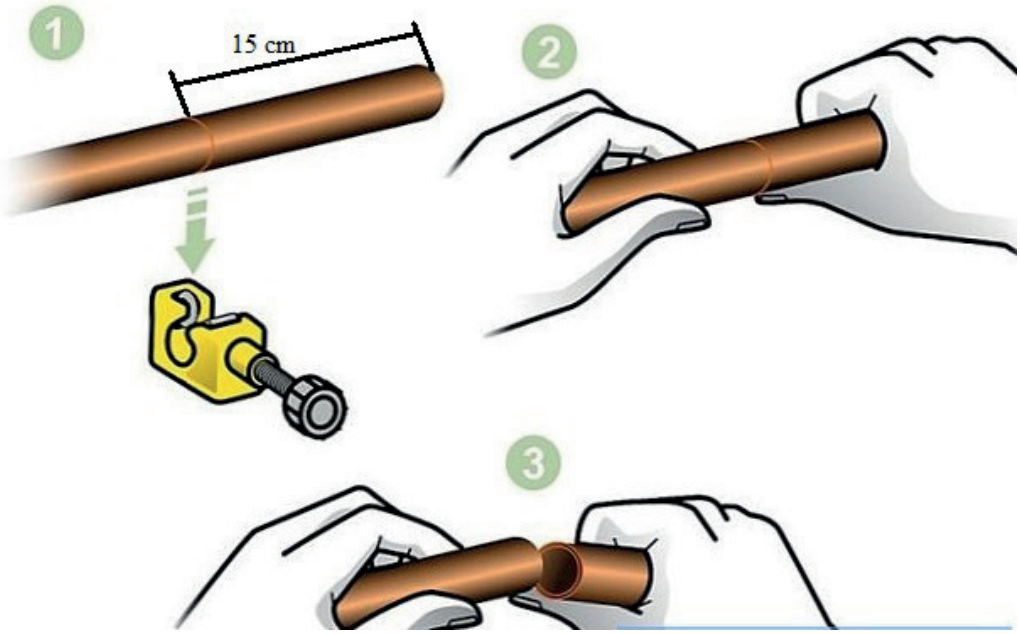
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19140

Amaç

Farklı çaplarda olan bakır boruyu boru kesme aparatları ile verilen ölçüde kesme işlemi yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller

Polipropilen boruları dört farklı çapta kesme işlemi yapılacaktır (Görsel 5.5).



Görsel 6.7: Bakır boru kesme işlemi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Bakır boru makası		1 adet
Mini boru makası		1 adet
El testeresi		1 adet
1/4'' bakır boru		1 adet
3/8'' bakır boru		1 adet
1/2'' bakır boru		1 adet
7/8'' bakır boru		1 adet
Boru mengenesi		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
4. Belirtilen çaplarda bakır borular ayrılır.
5. 15 cm kesme noktası belirlenir.
6. Bakır boru, boru mengenesine bağlanır.
7. 1/4'' borunun mini boru makasıyla kesimi yapılır.
8. 3/8'' ve 1/2'' boruların bakır boru makasıyla kesimi yapılır.
9. 7/8'' borunun el testeresiyle kesimi yapılır.
10. Kesim yaptıktan sonra boru içerisinde çapak olup olmadığı kontrol edilir.
11. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ

Bakır borularda kesme sonrası oluşan çap daralmasını engellemek ve çapakları temizle işlemi yapmak.

GİRİŞ

Bakır boruların kesiminden sonra oluşan çapakları temizlemek için kullanılan aparata **rayba** denir. Bakır boru üzerinde yapılan temizleme işlemine ise **raybalama** denir.

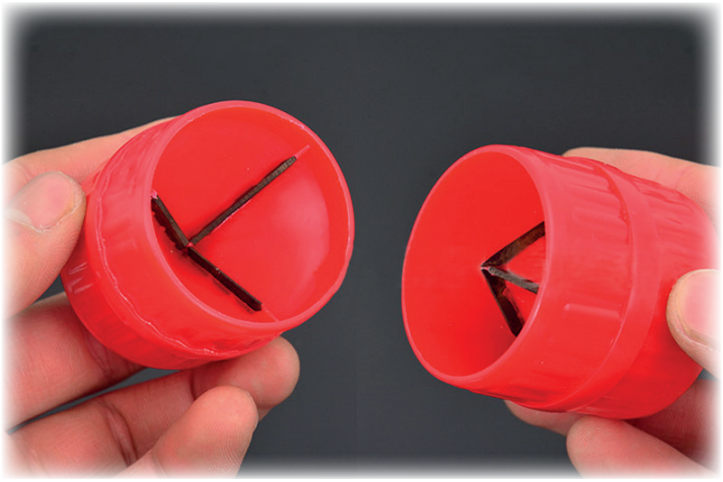
2. BAKIR BORULARDA RAYBALAMAK

Bakır, dünyada kullanılan en eski metallerden biridir. Yüksek iletkenliği gibi önemli özellikleri bakırı vazgeçilmez hale getirmiştir. Bakır, dünyada en çok kullanılan metaller arasında ikinci sırada yer alır. Eski çağlardan bu yana insanlara fayda sağlayan bakıra olan talep ekonomik ve teknolojik gelişmelere bağlı

olarak giderek artmaktadır. Yüksek ısı ve elektrik iletkenliği, korozyona dayanıklılığı ve kolay işlenebilmesi gibi başlıca özellikleri sebebiyle birçok ürünün ham maddesi konumundadır. Bakır boruların tesisat sektörü içerisindeki kullanım dağılımı ise: %45'i kullanım suyu, %48'i kalorifer tesisatları, %4'ü doğal gaz, %3'ü de yerden ısıtma tesisatları olarak gerçekleşmektedir.

2.1. Bakır Boru Raybasıyla Raybalama

Bakır boru makası ile kesilen bakır borularda çap daralması, testere ile kesilen borularda ise çapaklar oluşur. Çap daralması, sistem içerisinde basınç düşmelerine; çapaklar ise sisteminin hareketli parçalarının zarar görmesine sebep olabilir. Bu çapakların raybalama yaparken özellikle bakır borunun kesilmeyen ucunun sisteme bağlı olduğu zamanlarda, boru içerisine kaçmamasına dikkat edilmelidir. Bu çapaklar, bakır boru içerisinde akışkanlarla beraber hareket ederek sisteme zarar verebilir. Ayrıca çapaklar sistem içerisindeki filtrenin tıkanmasına sebep olur. Temizleme işlemi için çeşitli şekillerde raybalama işlemleri kullanılmaktadır (Görsel 6.8).



Görsel 6.8: Bakır boru raybası

Raybalama işlemi için raybalamanın iki tarafı kullanılmaktadır. Bakır borunun dış yüzeyi için (Görsel 6.9) sol raybanın duruş pozisyonunda raybalamaya hazır hale getirilir. İç yüzeyi için (Görsel 6.9) sağ raybanın duruş pozisyonunda raybalamaya hazır hale getirilir. Yapısında bulunan sert uçlar aracılığıyla borunun çapına göre kavrayıp bakır borunun çapaklarını temizler (Görsel 6.9). Raybalama sırasında dikkat edilmesi gereken durum boru et kalınlığında aşırı incelme ve çentikler olmamasıdır.

Görsel 6.9: Raybalama kullanımı

2.2. Yuvarlak Eğe ve Tel Fırça Kullanılarak Çapak Alma

Yuvarlak eğe kullanarak da iç çapaklar boruya zarar vermeden alınabilir. Eğe boru içine doğru ve boru eksenine paralel hareketler yapılarak çap daralması tesviye edilir. Eğe çapının boru iç çapından küçük olduğu durumlarda kullanılır (Görsel 6.10).

Görsel 6.10: Yuvarlak eğe ve tel fırça

2.3. Zımpara Bezi ve Kâğıdı Kullanarak Bakır Boruları Temizleme

Borunun dış yüzeyini temizlemek için kullanılan bir yöntemdir. Boru yüzeyinde zamanla oluşmuş oksit tabakasını ve kesme sırasında oluşmuş çapağı almak için zımpara bezi ve kâğıdı bu amaca uygun kullanabilir (Görsel 6.11)

Görsel 6.11: Bakır borunun zımpara ile temizlenmesi

Uygulama 23

BAKIR BORULARI RAYBALAMAK

3 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19141

Amaç

Bakır borularda kesme sonrası oluşan çap daralmasını engellemek ve çapakları temizle işlemi yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller

Görsel 6.12: Raybalama yapımı

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Rayba		1 adet
Yuvarlak eğe		1 adet
Tel fırça		1 adet
Bakır boru 1/4''	15 cm	1 adet
Bakır boru 3/8''	15 cm	1 adet
Bakır boru 1/2''	15 cm	1 adet
Bakır boru 7/8''	15 cm	1 adet

Rayba ile Çapak Alma İşlem Basamakları (1)

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Kesilen bakır boru parçaları hazırlanır (iki adet).
4. Çapak alma işlemi için rayba el ile kavranır.
5. Borunun iç ve dış kısmının dairesel hareketle çapakları alınır.
6. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
7. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Yuvarlak Eğe ve Tel Fırça ile Çapak Alma İşlem Basamakları (2)

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Kesilen bakır boru parçaları hazırlanır (iki adet).
4. Eğe seçerken yuvarlak eğe ve tel fırça çapının boru iç çapından küçük olmasına dikkat edilir.
5. Çapak alma işlemi için yuvarlak eğe veya tel fırça el ile kavranır.
6. Borunun içine eğe ve tel fırça yerleştirilir.
7. Bu şekilde borunun iç ve dış kısmının çapakları alınır.
8. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
9. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ Bu yöntemle bakır borularda rakorlu birleştirme yapmak ve bakır boru bağlantısında sızdırmazlık için tekniğine uygun havşa açma işlemi yapmak.

GİRİŞ Bakır boru birleştirilmesinde kullanılan yöntemlerdendir.

3. BAKIR BORULARA HAVŞA AÇMAK

Bakır boruların birleştirilmesinde kullanılan tekniklerden biridir. Bakır borularda sızdırmazlık sağlamak için açılacak havşanın tekniğine uygun yapılmış olması çok önemlidir. Tekniğe uygun yapılmamış havşa, sistem üzerinde kaçak oluşmasına sebep olabilir.

3.1. Havşa Yapımında Kullanılan Takımlar

Bakır boru birleştirmesinde, sökülebilir bağlantı yapılacağı zaman havşa açma yöntemi kullanılmaktadır. Bazı bağlantı elemanları, filtre ve selenoid valf gibi elemanların dişli uçlarına havşa yapılmış borularla bağlantı yapılmaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte havşa açma takımları çeşitlilik göstermektedir. En çok kullanılan iki havşa seti olan torklu havşa seti ve havşa açma seti Görsel 6.13'te gösterilmiştir. Ayrıca boru çapına göre ayarlanabilen tip ve el matkabı ucuna bağlantı yapılarak kullanılan havşa açma yöntemleri mevcuttur.

Görsel 6.13: Havşa açmada kullanılan takımlar

3.2. Havşa Açma Öncesi Hazırlık

Havşa açma işleminin sızdırmazlık için çok önemli olduğundan bahsetmiştik. Bu yüzden havşa açılacak olan bakır boruya, havşa yapılmadan önce gerçekleştirilmesi gereken işlemler vardır. Bu işlemleri açıklamaya geçmeden önce havşa yapımı için kullanılacak olan havşa açma takımını ve havşa açılacak boru çapına uygun rakoru hazırlamalıyız.

3.3. Havşa Açma Teknikleri

Sökülebilir birleştirmenin tercih edildiği yerlerde rakorlu bağlantılar kullanılmaktadır. Bu tip bağlantılarda vidalı birleştirme için boru ağzına 45°lik havşa oluşturulmalıdır. Havşalar borunun uç kısımlarını huni şeklinde genişleten özel aletlerle yapılır.

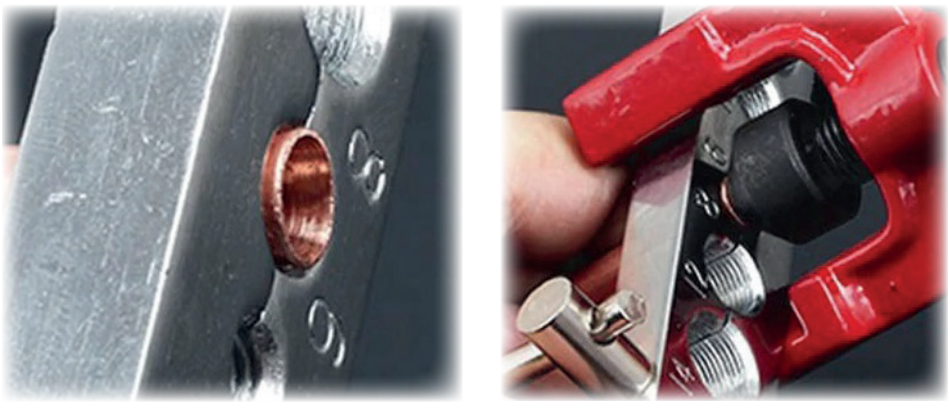
Havşa takımı; boru sabitleme mengenesi, sıkma çenesi ve havşa konisinden oluşmaktadır. Sabitleme mengenesinin yüzeyinde, boruların çapları ve havşa derinlikleri bulunmaktadır. Sabitleme mengenesi, iki adet kelebek somun yardımıyla bakır borunun mengenede tutulmasını sağlar.

Kesimi ve raybalama işlemi tamamlanan bakır boruya, havşa işlemine başlamadan önce bakır boru çapına uygun rakor takılmalıdır. Havşa işlemi sonrası bakır borunun ağzı genişleyeceğinden, rakor takılma ihtimali olmamaktadır. Bakır boru sabitleme mengenesi, çapına uygun yuvaya yerleştirilir. Burada dikkat edilmesi gereken mengenenin havşa derinliğinin olduğu kısmın kullanılmasıdır. Bu derinlik, havşanın açılması gereken 45°lik açıya uygun olarak oluşturulmuştur. Dikkat edilmesi gereken bir diğer husus ise havşa boyunun ayarlanmasıdır. Bakır boru mengeneye yerleştirildikten sonra, mengene üst seviyesinden havşa derinlik mesafesi ölçüsünde ayarlanmalıdır. Boru çapına uygun havşa ucu ayarlama uzunluğu aşağıda verilmiştir (Tablo 6.2).

Tablo 6.2: Bakır Boru Havşa Boyları (mm)

Bakır Boru Çapı		Havşa Boyu (mm)	
mm	inch	Maksimum	Minimum
6,35	1/4	1,3	0,7
9,53	3/8	1,6	1,0
12,7	1/2	1,8	1,0
16,0	5/8	2,4	2,2

Havşa işleminde mengeneye bağlı olan bakır borunun boyunun ayarlanmaması durumunda yapılan havşa işlemi sonrası bakır boru havşa derinliğini dolduramayacağı için bağlantıda sızdırma ihtimali oluşacaktır.



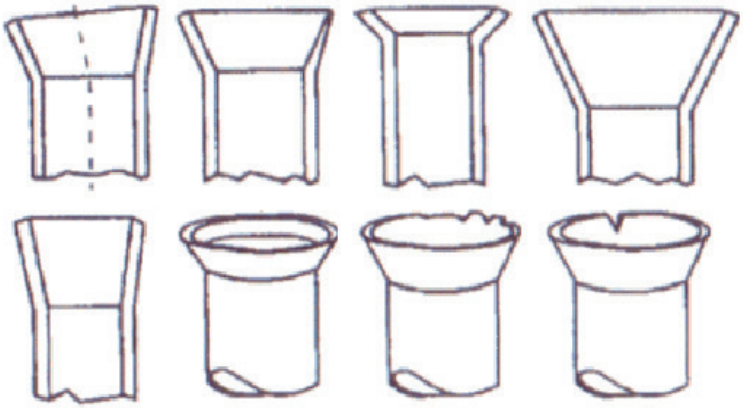
Görsel 6.14: Havşa yapım aşamaları

Havşa açma işleminde bakır borunun mengeneye bağlantısından sonra havşa konisi mengene üzerine bağlanır. Havşa konisi, bakır boruyla aynı eksende olacak şekilde sıkma çenesi mengeneye sıkıştırılır. Sıkma çenesi zorlanma noktasına kadar sıkılır. Havşa açma işlemi tamamlandıktan sonra sıkma çenesi sökülerek boru mengeneden ayrılır. Bakır boru söküldüğünde havşa açılan kısım kontrol edilmeli; havşa kısmında ezilme, çatlama olmamalıdır (Görsel 6.14).

3.4. Havşa Yapımında Meydana Gelebilecek Hatalar

Havşa açma sızdırmazlık sağlaması açısından çok önemlidir. Havşa açmada yapılan hata ufak olsa bile bağlantıda oluşabilecek bir kaçak büyük sorunlar yaratabilir. Yapılan hataları sıralayacak olursak;

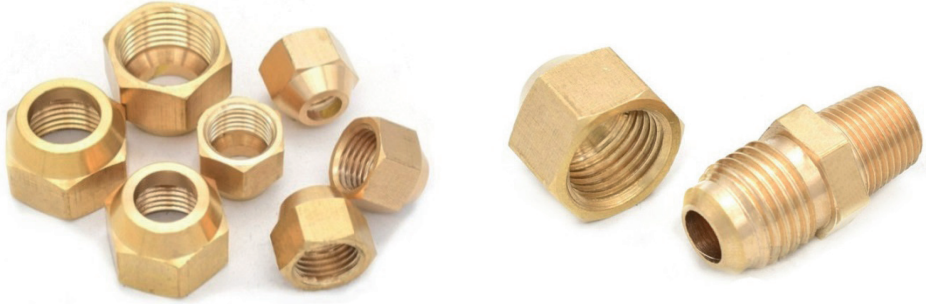
- Raybalama yapılmamış boru kullanımı
- Boru sabitleme mengenesinin tam olarak sıkılmaması
- Boru sabitleme mengenesine bakır boru boyunun az ya da çok olması
- Havşa açma işleminden önce rakor takılmaması
- Sıkma çenesinin havşa açma işlemini tamamlamadan sökülmesi
- Havşa açma işlemi bitiminde bakır boruda açılan havşanın kontrol edilmemesi



Görsel 6.15: Hatalı havşa örnekleri

3.5. Havşalı Birleştirmelerde Kullanılan Bağlantı Parçaları

Havşalı birleştirmelerde dişli bağlantı parçaları kullanılmaktadır. Bu parçalar; borular arasında birleştirmeyi yapan nipel, rakor ve redüksiyon parçalarından oluşmaktadır. Rakor, havşa açma işlemi yapılmadan bakır boruya takılmalıdır. Rakor kullanılacak bakır borunun çapına uygun olmalıdır. Ayrıca boruya açılan havşanın nipel bağlantı parçasının ucunu tam olarak sarmış olmasına dikkat edilmelidir (Görsel 6.16).



Görsel 6.16: Havşa birleştirmede kullanılan bağlantı parçaları

Uygulama 24

BAKIR BORULARA HAVŞA AÇMAK

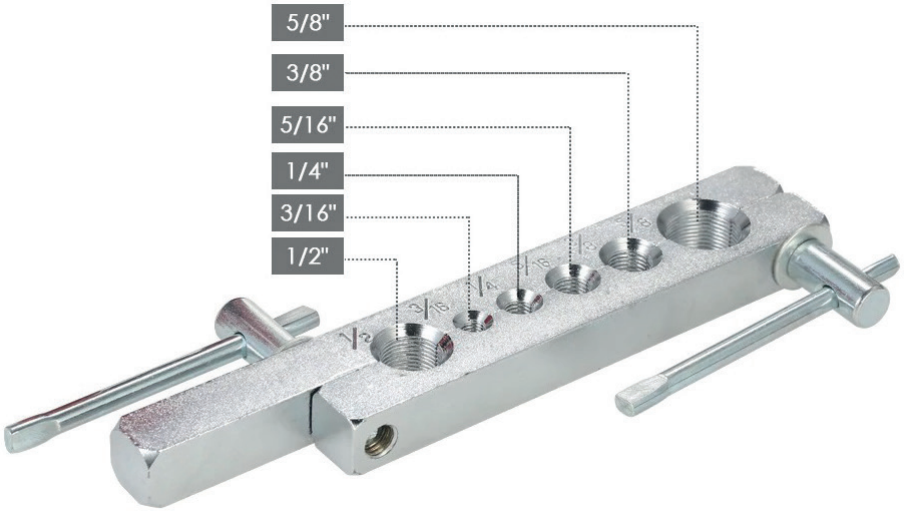
3 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19142

Amaç

Bu yöntemle bakır borularda rakorlu birleştirme yapmak ve bakır boru bağlantısında sızdırmazlık için tekniğine uygun havşa açma işlemi yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 6.17: Havşa mengenesine uygun boru çapları

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Havşa takımı		1 adet
Bakır boru 1/4''	15 cm	1 adet
Bakır boru 3/8''	15 cm	1 adet
Bakır boru 1/2''	15 cm	1 adet
Bakır boru 5/8''	15 cm	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Raybalanmış olan bakır boru seçilir.
4. Bakır boru sabitleme mengenesinde çapına uygun olan yere yerleştirilir.

5. Bakır boru havşa boyu çapına uygun uzunlukta ayarlanır ve sabitleme mengenesi sıkılır.
6. Sıkma çenesi ile sabitleme mengenesi, havşa konisi bakır borunun üstüne gelecek şekilde ayarlanır.
7. Sıkma çenesi kolu çevrilerek havşa konisi bakır borunun merkezine gelene kadar sıkılır.
8. Sıkma çenesi ve sabitleme mengenesi birbirine sabitledikten sonra sıkma çenesi kolu sonuna kadar sıkılır. (Eğer aşırı sıkılırsa havşada çatlama olabilir.)
9. Havşa açma işlemi tamamlandıktan sonra sıkma çenesi sökülüp bakır boru sabitleme mengenesinden ayrılır.
10. Bakır boruda havşa açılmış kısımda ezik ve çatlak olup olmadığına dikkat edilmelidir.
11. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
12. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında kurallara uygun olarak bakır boruyu rakor ile birleştirme işlemini öğrenerek bakır borulara sökülebilir bağlantı yapmak. Bakır borulara uygun çapa göre boru bükme işlemi yapmak.

GİRİŞ

Yumuşak çekilmiş bakır boruların birleştirilmesinde çok kullanılan tekniklerden biridir. Sızdırmaz bağlantılar gerekiyorsa havşanın uygun şekilde yapılmış olması çok önemlidir. Havşa açmadan sonra rakorun da uygun el aletleriyle doğru şekilde sıkılması gerekmektedir. Ayrıca bu işlemlerden sonra mutlaka sızdırmazlık testi yapılmalıdır.

4. BAKIR BORULARI RAKOR İLE BİRLEŞTİRME

Soğutma ve iklimlendirme boru tesisatlarında ihtiyaç duyulan havşalı bağlantı elemanları birçok değişik tip, ölçü ve çeşitte piyasada bulunur. Bağlantı parçaları çoğunlukla kalıpta dövülmüş pirinç malzemeden yapılır ve bağlantı parçalarının uç kısımlarına standart 45°lik havşa açılır. Bağlantı parçaları, kullanılacak boru ölçüsüne uygun olarak seçilirler. Bütün havşalı somunlar, anahtarla kolay sıkılabilmesi için altıgen

biçimlidir. Havşalı somunların gövdelerinde açıkağız anahtarın uygulanabilmesi için düz yüzey bırakılır. Uygun çapta rakor seçimi yapılması ve seçilen rakorun havşa açılmadan önce bakır boruya geçirilmiş halde olması gerekmektedir.

Rakorlu bağlantı yapılmadan önce bakır borunun havşası kontrol edilmelidir. Havşa kontrolünden sonra rakor bağlantısı ile fittings malzemesinin uç birleştirmesi yapılarak rakor el ile sıkılabilen yere kadar sıkılır. El ile sıkılabilen son noktada rakor ve fittings, çapına uygun sıkma aleti ile kurallara uygun bir şekilde sıkılır. Sıkma işleminde iki adet sıkma anahtarı kullanılmalı; birinci anahtar rakor sıkma işini, ikinci anahtar ise fittings malzemesini sabitleme işini yapmalıdır. Sıkma işleminde bakır borunun bükülmemesi ve rakorun çatlamamasına dikkat edilmelidir. Sıkma işlemi bittiğinde mutlaka sızdırmazlık testi yapılmalıdır (Görsel 6.18).

Görsel 6.18: Bakır boru birleştirme fittingsleri

4.1. Bakır Boruları Bükme

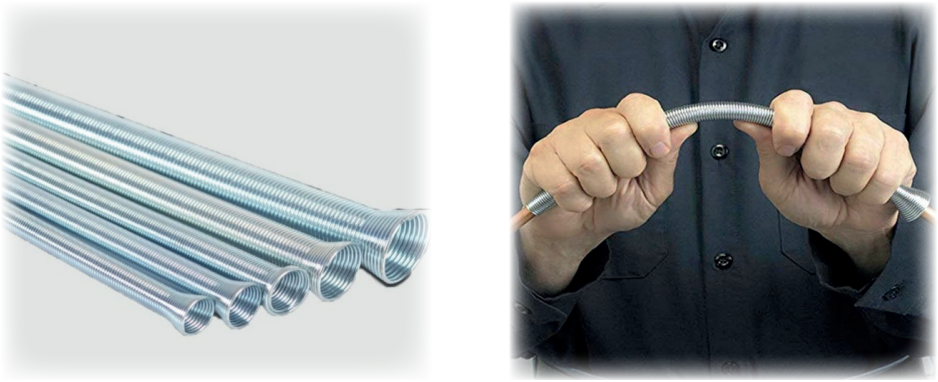
Küçük ölçülerde yumuşak çekilmiş ve sert boruların kullanıldığı yerlerde çoğu zaman, boruyu kullanım yerine göre basitçe bükmek, eğmek daha rahat ve ekonomiktir. Bu bükme ve atlamalar fittings kullanımını azaltmaktadır. Kullanılan her fittings malzemesi ayrı bir maliyet, sistemde daha fazla basınç düşümü ve kaçak ihtimalini arttırmak demektir. Uygun aletlerle yapılacak bükme işlemi ile fittings malzemelerine gerek kalmayacaktır.

4.1.1. Bakır Boruların Şekillendirilmesinde Kullanılan Araçlar

Bükme işlemi için özel aletler geliştirilmiştir. Pratikte bir borunun bükülebileceği en küçük yarıçap, boru dış çapının yaklaşık beş katı kadardır. Bunlardan ilki boru bükme yaylarıdır.

4.1.2. Boru Bükme Yayları

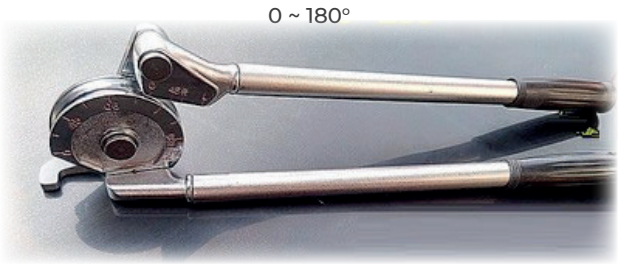
Borunun bükülürken ezilmesini önlemek için kullanılan basit araçlardır. Değişik çap ve ölçülerde üretilir. Bükme işlemi, borunun yay içine ya da yayın boru içine sokulmasıyla yapılır. Hassas bir bükümün arandığı yerlerde pek tercih edilmez (Görsel 6.19).



Görsel 6.19: Bakır boru bükme yayları

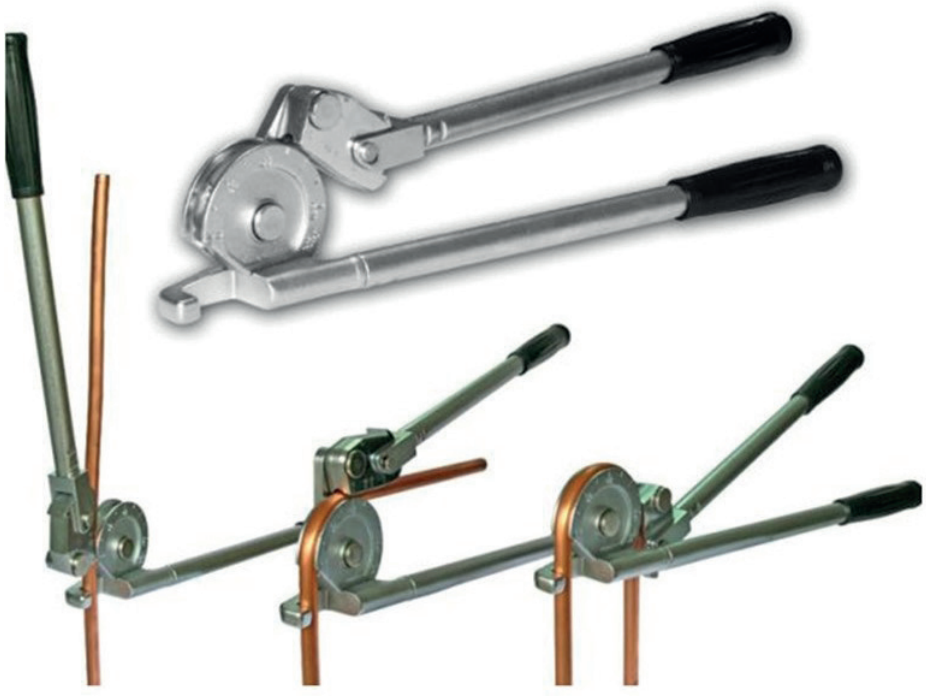
4.1.3. Manivela Tipi Bakır Boru Bükme Aletleri

Yumuşak ve sert çekilmiş küçük çaplı boruların kullanıldığı yerlerde çoğu zaman hazır ara bağlantı parçaları kullanmak yerine; boruyu uygulamanın özelliğine göre eğmek, bükmek hem daha rahat hem de daha ekonomiktir. Bu işlem elle yapılabilse bile sağlıklı bir bükme ölçümü elde etmek oldukça zor ve zaman alıcıdır. Boru eğmenin en hassas ve güvenli yolu, alet kullanılmasıdır. Bu iş için geliştirilmiş birçok bükme aleti, bükme takımı ve makinesi vardır. Bir servis elemanı için çoğu kez, birkaç ölçüde bükme yapabilen manivela tipi boru bükme aleti yeterli olacaktır. Değişik ölçülerde yapılmış bükme aletleriyle 1/4", 5/16", 3/8", 1/2", 5/8", 3/4" ve 6, 8, 10, 12, 15 mm dış çap ölçülerindeki borular çeşitli açılarda bükülebilir. Bazı tipleri 2 veya 3 farklı çaptaki boruları bükme yapacak şekilde tasarlanmıştır. Görsel 6.21'de manivela tipi bakır boru bükme aleti, görsel 6.22'de ise bu aletin kullanımı görülmektedir. Bu alet hem yumuşak hem de sert çekilmiş boruları büker. Değişik çaplardaki şekil verme tekerlekleri ve kalıpları ile hassas ölçülerde, 180° ye kadar her açıda bükme yapılabilir (Görsel 6.20).



Görsel 6.20: Bakır boru bükme aparatı

Bakır boru bükme aparatları, çeşitli çap ve boyutlardadır. Bükme aparatı, boru çapına ve çalışma şartlarına uygun seçilmelidir. Aparatlar hareketli iki koldan oluşur. Birinci kol üzerinde, bükme açılarını gösteren dereceler ve borunun büküm içine oturtulduğu boru çapına uygun kanal vardır. İkinci kolda ise büküm ölçülerinin yer aldığı diğer ölçüler bulunur. Boru, bükme alanına yerleştirilip istenilen derecede ilk kol diğer kollara birleştirilmesiyle bükme işi gerçekleşmiş olur. Borunun sabitleme kısmına yerleştirilmesine dikkat edilmelidir. Bakır borunun ucuna sabitleme yapılırsa borunun ucunun yamulmasına sebep olabilir. Bu yüzden sabitleme ucuna, boru mesafesi düzgün bir şekilde ayarlanmalıdır (Görsel 6.21).



Görsel 6.21: Bakır boru bükme şekilleri

Uygulama 25

BAKIR BORULARI RAKOR İLE BİRLEŞTİRME VE BÜKME

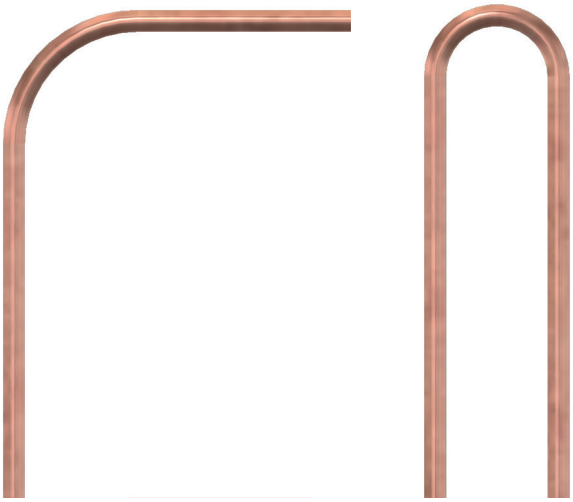
3 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19144

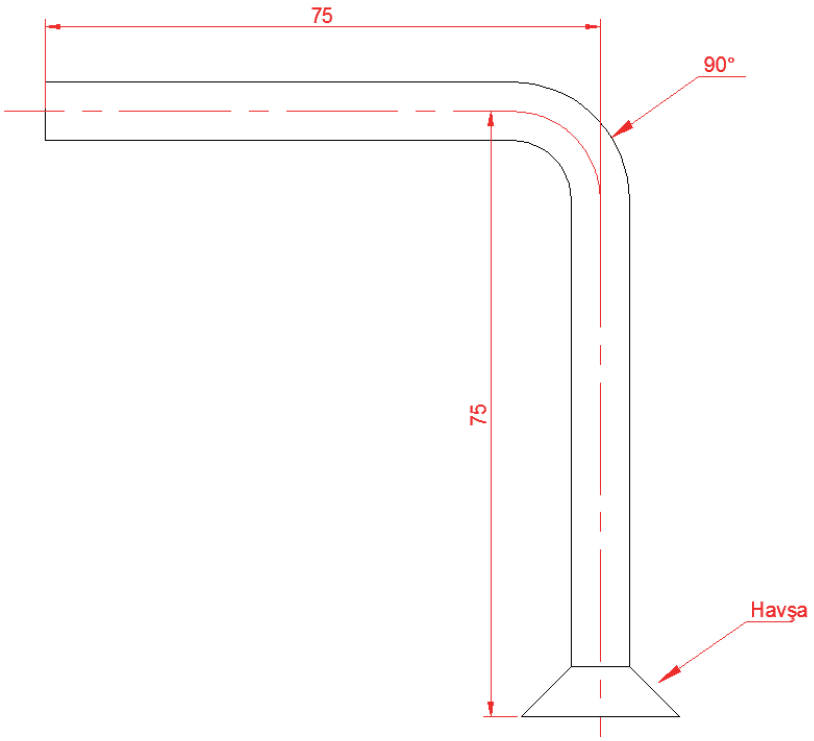
Amaç

Bakır boru birleştirme ve bükme işlemi yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 6.22: Bükülmüş bakır boru 90°-180°



Görsel 6.23: Bakır boru birleştirme çizimi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Rakor 1/4''		1 adet
Bakır birleştirme nipeli 1/4''		1 adet
Bakır boru kıvırıcı		1 adet
İki ağızlı anahtar seti		1 adet
Kurbağacık		1 adet
Bakır boru 1/4''	25 cm	1 adet
Bakır boru 3/8''	25 cm	1 adet
Bakır boru 1/2''	25 cm	1 adet
Bakır boru 5/8''	25 cm	1 adet

- İki adet bakır boruya rakorla birleştirme işlemi (Çap seçimi isteğe göre yapılabilir).
- İki adet bakır boruya bükme işlemi yapılacaktır (90° ve 180°).

Bakır Boru Birleştirme İşlem Basamakları (1)

1. Tüm araç gereç ve ekipman hazırlanır.
2. Havşası açılmış bakır boru rakoru boru ucuna çekilir.
3. Bakır boru nipeli havşa ucuyla birleştirilip rakor ile el yordamıyla sıkılır.
4. Rakor ve nipel çapına uygun iki ağızlı anahtar rakor ve nipele oturtulur.
5. Nipele tutturulan anahtar sabit tutulmalıdır.
6. Rakora tutturulan anahtar ile nipele tutturulan anahtar arasında boşluk olmalıdır.
7. Rakora tutturduğumuz anahtarı, nipele tutturduğumuz anahtara doğru çekip tamamen sıkılana kadar bu işlemi gerçekleştirmeliyiz.
8. İşlem sonunda sızdırmazlık testi yapmalıyız.
9. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
10. Arkadaşlarınız ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Bakır Boru Bükme İşlem Basamakları (2)

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Tüm araç gereç ve ekipman hazırlanır.
4. Bakır boru çapına göre bükme aparatı seçilir.
5. Bakır boru sabitleme ucuna takılır.

6. Bakır boruyu bükme derecesi belirlenir
7. Bükme kolu sabit kola doğru çekilerek istenilen derecede bükme işlemi yapılır.
8. Bükme sonunda kol tekrar yukarı çekilerek boru bükücüden çıkarılır.
9. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
10. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

ÖĞRENME BİRİMİ 7

BAKIR BORULARI LEHİMLEME

KONULAR

1 Bakır Borularda Muf Açma

2 Yumuşak Lehimleme Yapma

3 Sert Lehimleme

AMAÇ

Boruların lehimle birleştirilmelerini sağlamak üzere boru çapının düzgün bir şekilde dış çap ölçüsüne genişletilmesi işlemini yapmak.

GİRİŞ

Aynı çaptaki boruların lehimle birleştirilmeleri için boru iç çapının muf açma uzunluğuna uygun bir şekilde dış çap ölçüsüne genişletilmesidir.

1. BAKIR BORULARDA MUF AÇMA

Muf açma işlemi birçok farklı takım ve teknikle yapılabilir. Bunlardan birincisi havşa takımı ile muf açma işlemidir. Bu işlemde özellikle 1/2'' çap ölçüsüne kadar olan bakır borularda muf açma işlemi yapılmaktadır. Bir diğer muf açma takımı ise şişirme setidir (Görsel 7.1).

Görsel 7.1: Muf açımında kullanılan takımlar

Muf açma öncesi gerekli muf açma aparatı hazırlanır. Bakır borunun çapı belirlenmeli ve seçilen borunun raybalanmış olmasından emin olunmalıdır. Muf açılacak borunun temiz ve boru ağzının düzgün olması gerekmektedir.

1.1. Muf Açma Teknikleri

1.1.1. Havşa Açma Aparatı ile Muf Açma

Bakır boruyu birleştirmede muf açmak için kullanılan bir tekniktir. Bu teknikte yumuşak çekilmiş bakır borularda genişletme işlemi yapılabilir. Görsel 7.1'de sol görselde görülen muf açma aparatlarına **zımba** denir. Aparatlar, boru çaplarına göre farklılık göstermektedir. Bu işlem havşa açma işlemine çok benzemektedir.

İlk olarak bakır boru sabitleme mengenesinin havşa açma yüzeyinin tersine ve boru çapına uygun olan yer belirlenir. Bakır boru muf açma uzunluk ölçüsünün, genel olarak muf açılacak borunun çap boyuna göre belirlenmesi önerilir. Örneğin 1/2'' bakır borunun muf açma ölçüsü, uzunluğu kendi çap boyu olan 1,2 cm olmalıdır. Boru muf açma uzunluğu belirlendikten sonra, bakır boru sabitleme mengenesine kelebek somun yardımıyla sıkılır. Bakır borunun sabitlendiğinden emin olunmalıdır. Sıkma aparatının ucunda bulunan havşa konisi sökülerek boru çapına uygun muf aparatı (zımba) sabitlenir. Sıkma aparatının kolu ile çevirme işlemi yapılarak muf açma işlemine başlanır. Muf işleminin tamamlanması için muf aparatının boru içerisine tamamen girmesi gerekmektedir. İşlem tamamlandıktan sonra sıkma kolu ve sabitleme mengenesi sökülerek işlem tamamlanır.

1.1.2. Şişirme Aparatı ile Muf Açma

Bakır boruya muf açma işlemi şişirme setiyle gerçekleştirilebilir. Şişirme setinde şişirme pensi, boru çaplarına uygun şişirme başlıkları bulunmaktadır. Bakır boru çapına uygun başlık seçilerek şişirme pensine kolları açık bir şekilde sıkılarak sabitlenir. Muf açma işlemi için bakır boru çapına uygun şişirme aparatı seçilir. Muf açma esnasında, bakır boruda çatlama ve yırtılma gibi sorunlar yaşanmaması için borunun muf açılacak olan kısmı ısıtılmalıdır. Bu ısıtma işlemi oksi-gaz kaynak ile yapılmalıdır. Burada dikkat edilecek olan durum boru ısıtılırken erimemelidir. Boru ısıtma işlemi yapıldıktan sonra boru sıcaklığı yüksek olduğundan soğuması beklenmelidir. Boru soğuduktan sonra şişirme pensi, boru ucuna takılarak kolları birbirine doğru çekerek şişirme işlemi tamamlanır. Büyük çaplı borularda bu işlemi yapmak daha zordur. Bu nedenle büyük çaplı borularda ilk önce yarı kısmı, daha sonra diğer yarı kısmı muf açılarak tamamlanmalıdır.

1.2. Muf Açma Yapımında Meydana Gelebilecek Hatalar

- Muf açma işleminde bakır borunun çapaklarının alınmaması.
- Sert çekilmiş borularda havşa açma setiyle muf açmaya çalışılması.
- Borunun muf mesafesinin az ya da çok olması.
- Bakır borunun sıkma mengenesine tam olarak sabitlenmemesi.
- Bakır boru çapına uygun muf aparatı (zımba) seçilmemesi.
- Sıkma başlığı tam olarak sıkılmadan muf açma işleminin yapılması.
- Muf açma öncesinde ısıtma işleminde kaynağın boruya uzun süre tutulması.
- Isıtma işleminden sonra boru soğumadan muf açılmaya çalışılması.
- Çapı büyük borularda şişirme işlemi yapılırken şişirme aparatının tamamının boruya takılıp muf açılmaya çalışılması.

Uygulama 26

BAKIR BORULARA MUF AÇMA

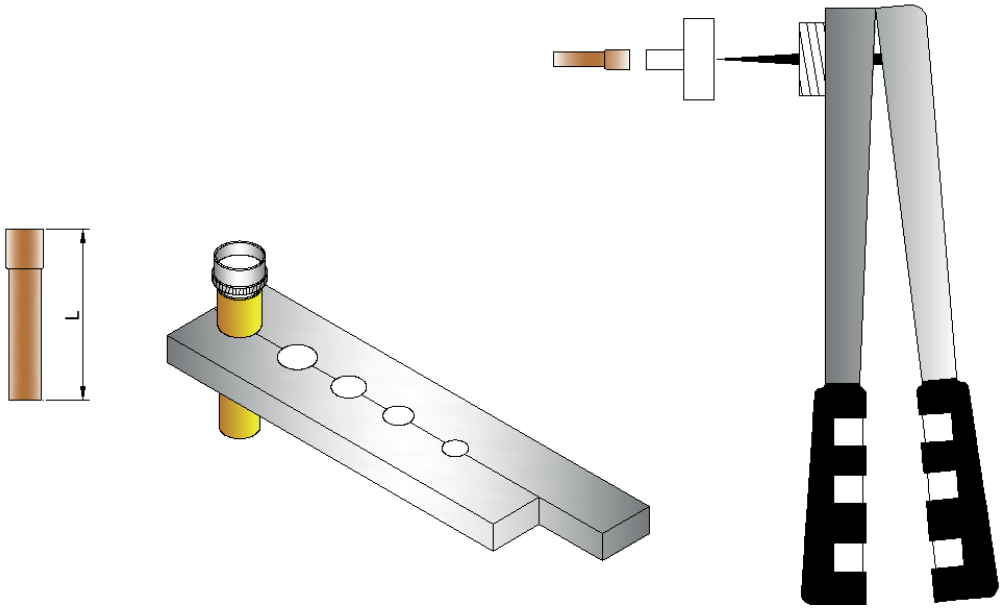
3 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19146

Amaç

Bakır boruya uygun şekilde muf açmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 7.2: Muf açım yöntemleri

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Havşa açma aparatı		1 adet
Şişirme aparatı		1 adet
Bakır boru 1/4''	15 cm	1 adet
Bakır boru 3/8''	15 cm	1 adet
Bakır boru 1/2''	15 cm	1 adet
Bakır boru 7/8''	15 cm	1 adet

Havşa Açma Aparatı ile İşlem Basamakları (1)

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Bakır boru ucu kontrol edilir.
4. Bakır boru sıkma mengenesine bağlanır.
5. Bakır boru merkezine sıkma çenesi sabitlenir.
6. Sıkma çenesi muf aparatının bakır borunun içerisine girene kadar sıkılır.
7. Bakır boru kontrol edilir.
8. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
9. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Muf açma Aparatı ile İşlem Basamakları (2)

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Boru çapına uygun şişirme aparatı hazırlanır.
4. Boru muf öncesi ısıtılır.
5. Borunun soğuması beklenir.
6. Şişirme aparatı pensi kolları birbirine doğru itilerek muf açma işlemi tamamlanır.
7. Bakır boru kontrol edilir.
8. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
9. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ

Bakır borunun birleştirilmesi yumuşak lehim birleştirme tekniği kullanılarak yapmak. Yumuşak lehim yapmayı öğrenerek bilgilerinizi; sıhhi tesisat, ısıtma ve doğal gaz alanlarında hem imalat hem de montaj uygulamalarında uygulamak.

GİRİŞ

Bakır borunun birleştirilmesi yumuşak lehim birleştirme tekniği kullanılarak yapılır. Yumuşak lehim yapmayı öğrenerek bilgilerinizi; sıhhi tesisat, ısıtma ve doğal gaz alanlarında hem imalat hem de montaj uygulamalarında uygulayabilirsiniz.

2. YUMUŞAK LEHİMLEME YAPMA

2.1. Bakır Borulara Yumuşak Lehimlemede Kullanılan Araç Gereç

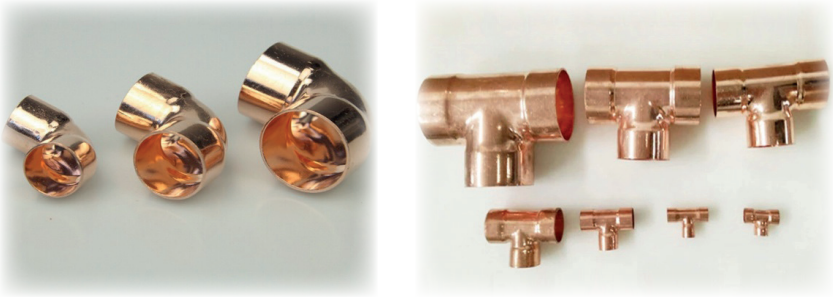
Bakır boruları birleştirmede kullanılan yumuşak lehim malzemesi, elektrikli lehim makineleridir. Yumuşak lehimleme işleri için tasarlanmış güçlü, emniyetli ve hafif elektrikli lehimleme aleti transformatör ile donatılmıştır. Ucundaki pense ve penseye bağlı değiştirilebilen grafit çubuk üzerinde oluşturulan ısı boruya aktarılarak lehimin yapılması sağlanmış olur. Transformatörlü kaynak makinesi üzerinde bulunan akım ayar kademe anahtarı ile lehim yapılacak boru çapına uygun akım değeri seçilir. Fazla akımda boru delinebilir, az akımda ise lehim süresi uzayacak ve lehim kalitesi düşecektir.

2.2. Bakır Boruları Yumuşak Lehime Hazırlama Tekniği

Sökülemeyen birleştirmelerin tercih edildiği yerlerde, sabit bağlantı olarak kullanılmaktadır. Lehim işlemi kaynaktan farklı olarak birleştirilecek parçaların erimediği birleştirme için kullanılan ilave metalin eritilerek birleştirmenin sağlandığı işlemdir.

Yumuşak lehimleme, 450 °C altı sıcaklıklarda yapılan lehimlemedir. Sert lehim, genel olarak yüksek çalışma basınçlarında çalışan tesisat sistemlerinde uygulanılan lehimleme yöntemidir. Lehimin ergime sıcaklığı, bakır borunun ergime sıcaklığından daha düşüktür. Bu işlemde bakır boru erimeden sadece belirli bir ısıya kadar ısıtılır. Ayrıca bakır boru birleşiminde, lehim öncesi iki boru arasındaki çap farkı 0,3 mm'den fazla olmamalıdır.

Bakır boru birleştirmelerde kullanılan lehimle birleştirme yapılan fittings malzemelerde mevcuttur. Fittings malzemeler, birleştirmeler için bakır boru çaplarına uygun olarak imal edilmişlerdir. O yüzden uygulamada sorunla karşılaşılmaz. Fittings malzemeler kullanılmadan birleştirme yapılacağı zaman ise bakır boruya muf açma işleminden sonra birleştirme işlemi yapılır (Görsel 7.3).



Görsel 7.3: Lehimli bakır fittingsleri

Birleştirme için kullanılacak malzemelerin temiz halde olmasına dikkat edilmelidir. Lehimleme işleminde temizlik, yapılan lehimle işlemi için çok önemlidir. O yüzden temizleme işlemi için dekapanlar kullanılır. Yüzeylerdeki yağı ve tozu arındırmak için dekapanla lehimleme öncesi temizleme işlemi yapılmalıdır. De-

kapanlar, lehimleme sırasında, ön ısıtma sürecinde bakır boru üzerinde erimektedir. Bu sayede metalin yüzeyinde oluşan oksitleri ortadan kaldırarak lehim alaşımının temiz yüzeylere iyi bir şekilde yayılmasını sağlar (Görsel 7.4).

Görsel 7.4: Lehimleme öncesi hazırlık

Elektrikli lehim makinesi, birleştirme işlemi yapılacak olan bakır borulara temas ettirilir (Görsel 7.5). Bakır boruyu lehimlemek için gereken ısıya ulaşınca lehim, birleşim noktasının hemen altında yer alan bakır boruya temas ettirilir. Eğer eriyorsa birleşim noktası yeterince ısınmış demektir. Birleşim noktasının her iki kısmına lehim, hızlı bir şekilde uygulanır. Sıvı haldeki lehimin birleşim noktasına sızması sağlanır. Eğer lehim birleşim noktasını doldurmuyor, bunun yerine birleşim noktasının etrafında birikiyorsa lehim sıvılaşana ve birleşim noktasının içine sızana kadar bölge tekrar ısıtılır. Lehim parlak rengini kaybedinceye kadar birleşim noktasının hareketsiz bir şekilde kalması sağlanır. Bundan önce boruya dokunulmaz, bakır oldukça sıcak olabilir. Birleşim noktası dokunulabilecek derecede yeterince soğuduğu zaman yüzeye taşan fazla dekapan ve lehim, temiz ve kuru bir bez parçası ile uzaklaştırılır. Birleşim noktası tamamen soğuduğu zaman kenarlarda boşluk kalıp kalmadığı kontrol edilir. Eğer herhangi bir boşluk bulunursa biraz daha dekapan uygulanır ve tekrar lehimlenir.

Görsel 7.5: Elektrikli lehimleme makinesi

2.3. Yumuşak Lehimlemede Dikkat Edilecek Hususlar

- Lehimleme işleminden önce bakır boruların çapaklarından arınmış olması gerekmektedir.
- Bakır boruya açılan muf çapı ve uzunluğu lehimleme için uygun olmalıdır.
- Bakır boru birleştirmede çapları arasındaki mesafe 0,3 mm aralıktan fazla olmamalıdır.
- Lehimleme yapılacak boruların yüzeyleri zımpara beziyle temizlenmelidir.
- Lehimleme işleminde birleştirme parçaları düzgün bir şekilde oturtulmalıdır.
- Lehimleme işleminde dekapan fırça ile lehimleme yapılacak kısımlara sürülmelidir.
- Lehimle işleminde telin bakır boruyu tümüyle sarmasına özen gösterilmelidir.
- Bakır boru lehimlendikten sonra soğuma gerçekleşene kadar beklenmelidir.

Uygulama 27

YUMUŞAK LEHİMLEME YAPMA

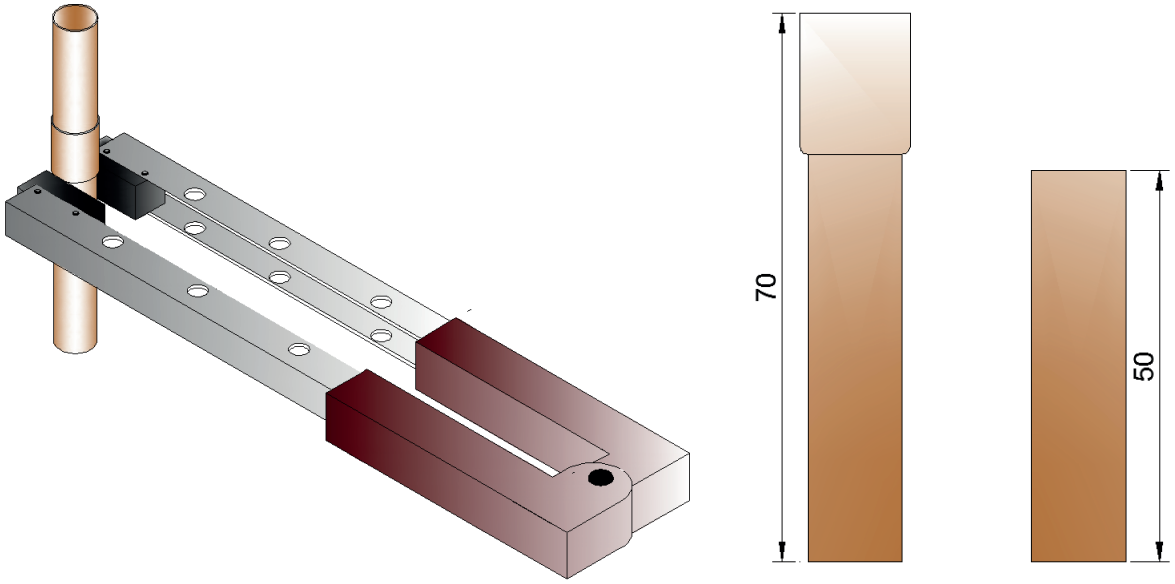
3 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19147

Amaç

Bakır borulara yumuşak lehimleme yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 7.6: Bakır borulara yumuşak lehimleme

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Elektrikli lehimleme seti		1 adet
Lehim teli		4 adet
Kaynak eldiveni		1 adet
Bakır boru 1/4''	15 cm	2 adet
Bakır boru 3/8''	15 cm	1 adet
Bakır boru 1/2''	15 cm	1 adet
Bakır boru 5/8''	15 cm	2 adet
Te fittings 3/8'' ve 1/2''		Birer adet

İşlem Basamakları

1. Tüm araç gereç ve ekipman hazırlanır.
2. Lehimleme yapılacak bakır borular hazırlanır.
3. Birleşme yapılacak bakır borulardan 1/4'' ve 5/8'' çaptakiler muf açılarak lehimlemeye hazırlanır.
4. Birleşme yapılacak borulardan 3/8'' ve 1/2'' çaptakiler Te fittings ile lehimlemeye hazırlanır.
5. Birleştirme yapılacak boruya dekapan sürülür.
6. Bakır boru elektrikli lehim makinesiyle ısıtılmaya başlanır.
7. Lehim için uygun ısı oluştuğunda birleştirme noktasına temas ettirilir.
8. Yumuşak lehimleme işlemi tamamlanır.
9. Lehimleme yapılan boru test edilmelidir.
10. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
11. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında kurallara uygun olarak oksi-gaz kaynak kullanarak bakır boruyu, tekniğine uygun olarak sert lehimleme yöntemi uygulayarak birleştirmek.

GİRİŞ

Bakır borunun birleştirilmesi sert lehim birleştirme tekniği kullanılarak yapılır. Sert lehim yapmayı öğrenerek bilgilerinizi; soğutma ve iklimlendirme, sıhhi tesisat, ısıtma ve doğal gaz alanlarında hem imalat hem de montaj uygulamalarında uygulayabilirsiniz.

3. SERT LEHİMLEME

3.1. Bakır Borulara Sert Lehimlemede Kullanılan Araç Gereç

Bakır boruları birleştirmede kullanılan sert lehim malzemesi oksi-gaz kaynak takımıdır (Görsel 7.7). Kaynak iki gazın yanması sonucu oksi; oksijendir ve yakıcı gaz olarak kullanılır, gaz ise propan olan yanıcı gazlardan oluşur. Oksijen kaynağında oksijen gazı değişmezken yanıcı gazlar değişebilir. Oksi-gaz kaynak takımı bağlantı hortumlarında mavi renk oksijeni, kırmızı renk ise propan gazını belirtir. Oksi-gaz bağlantı parçalarının sızdırmaz olmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca tüp regülatörlerinin ve hortumlarının sağlam olması çok önemlidir. Özellikle geri tepme ventili mutlaka olmalıdır.

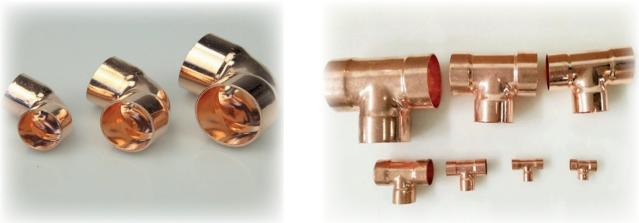
Görsel 7.7: Oksi-gaz lehimleme takımı

3.2. Bakır Boruları Sert Lehime Hazırlama Tekniği

Sökülemeyen birleştirmelerin tercih edildiği yerlerde sabit bağlantı olarak kullanılmaktadır. Sert lehimle birleştirmeler; sağlamlılık, yüksek dayanım, paslanmaya karşı dayanıklılık, titreşime dayanıklılık ve sızdırmazlık gibi özelliklere sahiptir. Sert lehim işlemi, kaynaktan farklı olarak birleştirilecek parçaların erimediği birleştirme için kullanılan ilave metalin eritilerek birleştirmenin sağlandığı işlemdir.

Sert lehimleme 450 °C üstü sıcaklıklarda yapılan lehimlerdir. Sert lehim, genel olarak yüksek çalışma basınçlarında çalışan tesisat sistemlerinde uygulanılan lehimleme yöntemidir. Lehimin ergime sıcaklığı bakır borunun ergime sıcaklığından daha düşüktür. Bu işlemde bakır boru erimeden sadece belirli bir ısıya kadar ısıtılır. Ayrıca bakır boru birleşiminde lehim öncesi iki boru arasındaki çap farkı 0,3 mm'den fazla olmamalıdır. Sert lehimlemede kullanılan teller 590 °C – 650 °C arası sıcaklıklarda erir. Bakır borular ise 1000 °C üstünde erir.

Bakır boru birleştirmelerde kullanılan sert lehimle birleştirme yapılan fittings malzemelerde mevcuttur. Fittings malzemeler, birleştirmeler için bakır boru çaplarına uygun olarak imal edilmiştir (Görsel 7.8). O yüzden uygulamada sorunla karşılaşılmaz. Fittings malzemelerin kullanılmadığı birleştirmelerde ise bakır boruya muf açma işleminden sonra birleştirme işlemi yapılır.



Görsel 7.8: Lehimli bakır fittingsleri

Birleştirme için kullanılacak malzemelerin temiz halde olmasına dikkat edilmelidir. Lehimleme işleminde temizlik, yapılan lehimleme işlemi için çok önemlidir. O yüzden temizleme işlemi için dekapanlar kullanılır. Yüzeylerdeki yağı ve tozu arındırmak için dekapanla lehimleme öncesi temizleme işlemi yapılmalıdır. Dekapanlar lehimleme sırasında ön ısıtma sürecinde bakır boru üzerinde erimektedir. Bu sayede metalin yüzeyinde oluşan oksitleri ortadan kaldırarak lehim alaşımının temiz yüzeylere iyi bir şekilde yayılmasını sağlar.

Birleştirme işlemi için bakır borular dekapan sarma işleminden sonra ısıtılmaya devam eder. Bakır boru, ısısı ergime noktasına ulaşmadan birleştirme teli birleştirme noktasına doğru temas ettirilmelidir. Bakır boru, birleşme sıcaklığına ulaştığında tel birleştirme noktasını sarmaya başlar. Eğer bakır borular istenilen sıcaklığa ulaşmamış ise birleştirme teli bakır boru üzerinde kalır ve birleştirme işlemi yapılamaz.

Eğer bakır borular fazla ısıtılırsa bakır boru erir ve kullanılamaz hale gelir. Bu yüzden bakır boru ısıtılırken alev sarısı rengi dediğimiz renge ulaşınca telin birleşme noktasına teması yapılmalıdır. Bu aşamada teli bakır boruya tutma süresi, bakır boruların erime sıcaklığına ulaşma süresinden kısa olmalıdır. Birleştirme işleminde kullanılan iki bakır boru, eşit miktarda ısıtılmalıdır. Sebebi ise iki bakır borunun birleşiminin düzgün ve sağlam şekilde olmasıdır. Bu işlemler yapıldıktan sonra bakır boru birleştirme kısmı kontrol edilmelidir.

3.3. Sert Lehimlemede Dikkat Edilecek Hususlar

- Lehimle işleminden önce bakır boruların çapaklarından arınmış olması gerekmektedir.
- Bakır boruya açılan muf çapı ve uzunluğu lehimleme için uygun olmalıdır.
- Bakır boru birleştirmede çapları arasındaki mesafe 0,3 mm aralıktan fazla olmamalıdır.
- Sızdırmaz birleştirme yapabilmek için lehimlenecek boru elemanlarının yüzeyleri temiz olmalıdır.
- Lehimleme işleminde birleştirme parçaları düzgün bir şekilde oturtulmalıdır.
- Lehimleme işleminde oksijen alevi fazla olan sert alev tercih edilmelidir.
- Lehimleme alevi bakır boru birleştirmede tek noktaya tutulmamalıdır.
- Bakır boru, ergime noktasına ulaşmadan üfleç geri çekilmelidir. Aksi takdirde bakır boru erir ve kullanılamaz hale gelir.

Uygulama 28

SERT LEHİMLEME YAPMA

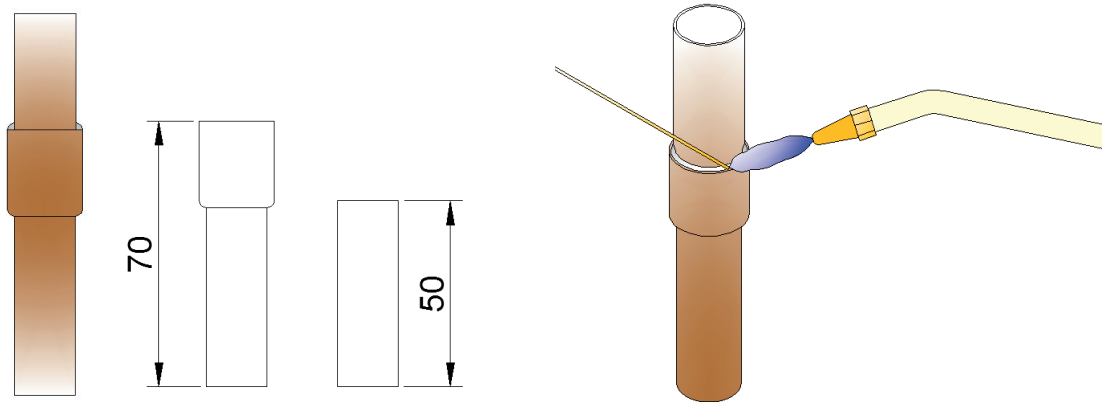
5 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19148

Amaç

Bakır borulara sert lehimleme yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 7.9: Bakır borulara sert lehimleme

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Oksi-gaz lehimleme seti		1 adet
Lehim teli		4 adet
Kaynak eldiveni		1 adet
Bakır boru 1/4''	15 cm	2 adet
Bakır boru 3/8''	15 cm	1 adet
Bakır boru 1/2''	15 cm	1 adet
Bakır boru 5/8''	15 cm	2 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Lehimleme yapılacak bakır borular hazırlanır.
4. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
5. Birleşme yapılacak bakır borulardan 1/4'' ve 5/8'' çaptakiler muf açılarak lehimlemeye hazırlanır.
6. Lehim teli ısıtılarak dekapan sürülür.
7. Bakır borunun ön ısıtma ile birleşim yerlerine dekapan sürülür.
8. Lehim için uygun ısı oluştuğunda birleştirme noktasına temas ettirilir.
9. Sert lehimleme işlemi tamamlanır.
10. Lehimleme yapılan borular test edilmelidir.
11. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

ÖĞRENME BİRİMİ 8

OKSİASETİLEN KAYNAK ÖNCESİ HAZIRLIK

KONULAR

1 Basınç Regülatörlerini Takma ve Regülatörlerinin Ayarlarını Yapma

2 Üfleç Yakma ve Söndürme

AMAÇ

Basınç regülatörlerinin (düşürücülerinin), oksijen ve asetilen tüplerine montajını ve regülâtörlerin basınç ayarlarını yapmak.

GİRİŞ

Basınç regülatörleri takmak ve regülatörlerin ayarlarını yapabilmek için öncelikle asetilen ve oksijen tüpleri, basınç regülatörleri, asetilen ve oksijen hortumları gibi temel elemanların yapısı, çalışma prensibi ve montajı hakkında bilgi edinmemiz gerekir.

1. BASINÇ REGÜLATÖRLERİNİ TAKMA VE REGÜLATÖRLERİNİN AYARLARINI YAPMA

1.1. Asetilen Tüpleri ve Özellikleri

1.1.1. Asetilen Gazı Elde Etme

Karpit; kireç ve kömürün yaklaşık 2200 derecede elektrikli ark fırınlarında eritilmesi ile elde edilir. Elde edilen karpitin su veya bileşikleri ile teması sonucu asetilen gazı elde edilir (Görsel 8.1). Asetilen 2 atm. basınçtan fazla yükseltilmemelidir. 2,5 atm. basınçtan sonra hidrojen ve karbon, moleküllerine ayrılarak ısı açığa çıkar. Bu da ani patlamaya sebep olur. Asetilen tek başına tüplere sıkıştırılmaz, tüpün 1/3'ü asetilen ile doldurulur. Asetilen yanıcı bir gazdır.

Görsel 8.1: Asetilen tüpü

1.1.2. Asetilen Tüplerinin Özellikleri

- Asetilen tüpü, asetilen gazının depolanması ve taşınması için kullanılır.
- Asetilen tüpü dikişsiz veya kaynaklı olarak imal edilir.
- Oksijen tüplerine göre daha kısa boylu ve büyük çaplıdır.
- Asetilen tüplerinin 3-5 kilogram ile 10 kilograma kadar ağırlıkları bulunur.
- Piyasada kullanılan tüplerde 25 bar basınç bulunur.
- Asetilen tüpleri sarı, kırmızı ve turuncu renktedir.
- Asetilen yanıcı özelliği nedeniyle yalnız başına tüpe doldurulmaz.

1.2. Oksijen Tüpleri ve Özellikleri

1.2.1. Oksijen Gazı Elde Etme

Kriyojenik sistemlere sahip hava ayrıştırma tesislerinde, oksijen gazı elde edilir; hava belli bir sıcaklık derecesine kadar soğutulur. Daha sonra soğutulan hava ayrıştırılarak, oksijen gazı elde edilir (Görsel 8.2). Atom ağırlığı 16 olan renksiz, kokusuz bir gazdır. Oksijen sıvılaşınca mavi renk alır. Oksijen yakıcı bir gazdır.

Görsel 8.2: Oksijen tüpü

1.2.2. Oksijen Tüplerinin Özellikleri

- Oksijen tüpü, oksijen gazının depolanması ve taşınması için kullanılır.
- Oksijen tüpleri dikişsiz ve kaynaksız olarak imal edilir.
- Kısa tüpler 40 l, uzun tüpler 50 l hacimlidir.
- Kısa tüpler Ø 140x1400 mm, uzun tüpler Ø 20x1700 mm ölçüsündedir.
- Piyasada kullanılan tüplerde 150-200 bar basınç bulunur.
- Oksijen tüpleri mavi renktedir.

1.3. Basınç Regülatörleri (Düşürücüler)

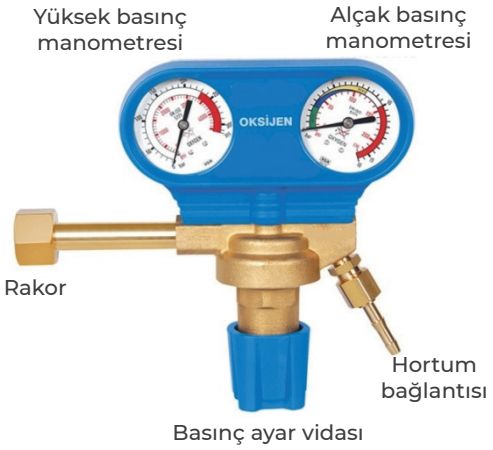
Tüpteki basıncı kullanma basıncına dönüştürerek, üflece gönderen basınç ayarlama elemanlarına **basınç regülatörü** denir. Tüp içerisindeki basınç değişse de ayarlanan kullanma basıncı değişmez. Basınç regülatörleri üzerinde "manometre" bulunur. Manometre, ölçme yapar; basınç regülatörü ise basıncı istenilen seviyede ayarlamaya yarar. Hem oksijen hem de asetilen tüplerinin üzerinde bulunan basınç regülatörlerinde, biri tüp basıncını diğeri de kullanım basıncını gösteren manometreler bulunur.

İki tür basınç regülatörü vardır:

Asetilen Basınç Regülatörü: 40 atm. deneme basıncına dayanıklıdır. 25 atm. çalışma basıncında çalıştırılır (Görsel 8.3).

Görsel 8.3: Asetilen basınç düşürücüsü

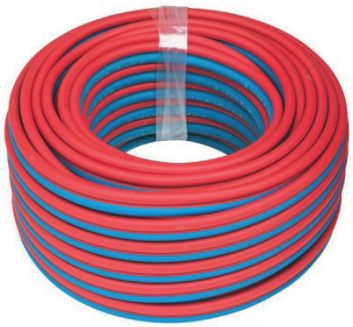
Oksijen Basınç Regülatörü: 200 atm. deneme basıncında test edilir. 150 atm. çalışma basıncında çalıştırılır (Görsel 8.4).



Görsel 8.4: Oksijen basınç düşürücüsü

1.4. Oksijen ve Asetilen Hortumları

Hortumlar, oksijen ve asetileni tüplerden hamlaca iletir. Asetilen hortumunun delik çapı 8 mm'dir. 10 kg/cm² basınca dayanıklı ve kırmızı renktedir. Oksijen hortumunun delik çapı 6 mm'dir. 25 kg/cm² basınca dayanıklıdır ve mavi renktedir. Hortumlar keten ve kauçuktan meydana gelir. Asetilen hortumlarının rakorları çentikli ve sol dişli, oksijenin ise çentiksiz ve sağ dişli olur (Görsel 8.5).



Görsel 8.5: Oksijen ve asetilen hortumu

Hortumlar, eksiz olmalı ve 6 m'den uzun olmamalıdır. İki uzun hortumun birer uçları hamlaca, diğer uçlarından biri oksijen regülatörüne, diğeri ise asetilen regülatörüne bağlanır. Hortumların birbirine dolaşmaması için aralıklarla bağlanmalıdır. Kaynak bittiği zaman hortumlar makaraya sarılmalı ve musluklar açılarak içerisindeki oksijen ve asetilen boşaltılmalıdır. Hortumlar yağlı, mazotlu yerlere ve sıcak parçalara değdirilmemeli; kesme yapılırken kıvılcımlardan korunmalıdır.

1.5. Tüplerin Bakımı

Tüpler kullanılmadığı zamanlarda koruma başlıkları yerine takılmalıdır. Yuvarlamak, üzerinde iş yapmak, ateşe direkt olarak tutmak hiçbir zaman doğru değildir. Oksijen tüplerinin valf ve bu kısımda bulunan dişleri, sıvı ya da katı yağlarla yağlanmamalıdır. Daima kuru ve gölgeli yerlerde depolanmalıdır. Diğer yandan, üzerlerinde dolu ya da boş olduğunu belirten etiketler bulunmalı ya da boş tüpler uygun ve ayrı bir yerde dolu olanları ise boş tüplerin karşısına istiflenmelidir.

1.6. Montaj Kuralları

- Kuruluma başlanmadan önce tüpler, devrilmeye karşı emniyete alınmalıdır.
- Tüplerin üzerindeki koruma başlıkları çıkartılmalıdır.
- Gaz çıkış bölgesi kontrol edilmelidir. Dişlilerde hasar varsa kullanılmamalıdır.
- Basınç düşürücü, tüp valfine vidalanmadan önce, valf ağzındaki olası pisliği atmak için tüp valfi, kısa süreli ve hafifçe açılıp kapatılmalıdır. Bu işlem esnasında tüp valfinin önüne el yaklaştırılmamalı ve tüp valfinin önünde durulmamalıdır.
- Basınç düşürücü, kullanılacak gaz cinsi ve ihtiyaç duyulan tüp basıncının birbirlerine uyumu kontrol edilmelidir.
- Basınç düşürücü üzerinde bulunan rakor contası zarar görmüş veya kaybolmuşsa yenisi ile değiştirilmelidir.
- Basınç düşürücü, tüp valfine vidalamadan önce, kapalı konumda olması gerekmektedir. Bunu kontrol etmek için basınç ayar vidası saat yönünün tersine doğru çevrilmelidir.
- Uygun anahtar kullanılarak giriş bağlantı rakoru sıkıca tüp valfine vidalanmalıdır.
- Tüp valfine vidalanan basınç düşürücünün pozisyonu dikey olmalıdır. (Basınç ayar vidası zemine doğru 90° olmalı ve basınç manometreleri kullanıcıya bakmalıdır).
- Basınç düşürücünün hortum bağlantısına kullanılacak ekipmana uygun olan gaz hortumu, kelepçe kullanılarak bağlanmalıdır.
- Basınç ayar vidası sıkılıyken tüp valfi açılmamalıdır.
- Asetilen ve oksijen tüpleri üzerindeki ana valfleri yavaş yavaş ½ tur çevirerek açılmalıdır. Oksijen tüpünün ventilini tamamen açılana kadar yavaş yavaş açmaya devam edilir.
- Kaynak için oksijen çalışma basıncı 2,5 bar, asetilen için çalışma basıncı 0,5-1,50 bar arasında olmalıdır.
- Oksi-gaz ekipmanlarının sızdırmazlık testinde tüm bağlantılar kontrol edilmelidir (sabunlu köpük, gaz kaçak spreyi veya gaz kaçak dedektörü ile).

Uygulama 29

BASINÇ REGÜLATÖRLERİ MONTAJI

2 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19149

Amaç

Basınç regülatörü montajı ve çalışma basıncı ayarını yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller

Görsel 8.6: Regülatör montajı

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Asetilen regülatörü		1 adet
Oksijen regülatörü		1 adet
Asetilen tüpü		1 adet
Oksijen tüpü		1 adet
İki ağızlı anahtar seti		1 adet
Kurbağacık	12 mm	1 adet
Uygun çapta conta		1 adet
Gaz kaçak spreyi		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş güvenliği için kişisel koruyucu donanımlar giyilerek gerekli tedbirler alınır.
2. Tüm araç gereç ve ekipman hazırlanır.
3. Asetilen tüpü üzerindeki ventillerin kapalı olduğu kontrol edilir.
4. Gaz çıkış bölgesindeki dişler kontrol edilir.
5. Valf ağzındaki olası pisliği atmak için tüp valfi kısa süreli ve hafifçe açılıp kapatılır.

6. Tüp valfine uygun çapta rakor contası seçilir.
7. Basınç düşürücü gövdesinden sıkıca tutulur.
8. Uygun anahtar kullanılarak giriş bağlantı rakoru sıkıca tüp valfine vidalanır.
9. Asetilen tüpü valfi bir tur açılır.
10. Gaz kaçak spreyi ile rakor contasının sızdırmazlık testi yapılır.
11. Aynı işlem oksijen tüpü için de yapılır.
12. Oksijen tüpü ventili tamamen açılarak sızdırmazlık testi yapılır.
13. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
14. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Alınan Değerler / Sonuç

Bağlantı sonucunda tüplerin basıncını ve kaynak için çalışma basınçlarını aşağıdaki boşluklara yazınız.

Oksijen tüpü basıncı	
Oksijen tüpü çalışma basıncı	
Asetilen tüpü basıncı	
Asetilen tüpü çalışma basıncı	

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ Üfleç yakma ve söndürme işlemlerini yapmak.

GİRİŞ Üfleç yakma ve söndürme işlemini ve gaz ayarlarını yapabilmek için öncelikle üfleç çeşitleri, çalışma prensibi ve montajı hakkında bilgi edinmemiz gerekir.

2. ÜFLEÇ YAKMA VE SÖNDÜRME

2.1. Üfleçler

2.1.1. Üfleç

Yanıcı ve yakıcı gazları karıştırarak kaynak alevini meydana getirmeye yarayan gereçlerdir (Görsel 8.7). Üfleçlerin üzerindeki vanalar yardımıyla gaz karışım oranları ve hızlarının ayarlanmaları mümkün olmaktadır. Aynı üflece gerektiğinde kesme veya kaynak beki değiştirilerek takılır. Bek üzerinde bek numaraları yazar. Kaynatılacak parça kalınlığına göre bek seçilir.

Görsel 8.7: Üfleç

2.1.2. Üfleç Çeşitleri

Gaz karışımının oluşturulma biçimine göre;

- Enjektörlü (emme tipli) kaynak üfleçleri
- Enjektörsüz (basınçlı tip) kaynak üfleçleri
- Eşit basınçlı kaynak üfleçleri
- Dış karışımlı kaynak üfleçleri

2.2. Bekler

2.2.1. Bek

Üfleç uçlarına takılan değişik büyüklükteki eğik borulara **bek** denir. Hamlaç çıkışında oksijen ve asetilen karıştırılarak bek ucundan çıkar ve bir kıvılcımla bek ucunda alev oluşturur (Görsel 8.8). Bek, üflecin bir parçası olup bakırdan yapılır (Görsel 8.9).

2.2.2. Bek Çeşitleri

Kaynak Bekleri

Görsel 8.8: Kaynak beki

Kesme Bekleri

Görsel 8.9: Kesme beki

Uygulama 30

OKSİASETİLEN TÜPLERİNİN BAĞLANTISINI YAPMAK

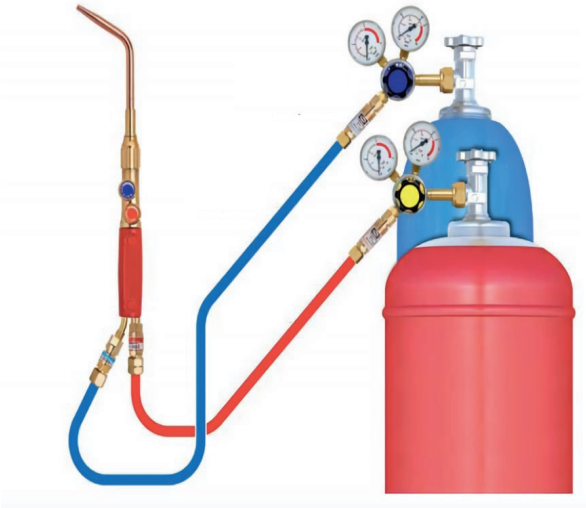
2 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19150

Amaç

Asetilen ve oksijen hortumu bağlantılarını yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 8.10: Hortum bağlantıları

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Asetilen regülatörü		1 adet
Oksijen regülatörü		1 adet
Asetilen tüpü		1 adet
Oksijen tüpü		1 adet
Asetilen hortumu	Ø 5-6 mm	1 adet
Oksijen hortumu	Ø 6-8 mm	1 adet
Üfleç		1 adet
Bek	4 numara	1 adet
İki ağızlı anahtar seti		1 adet
Tornavida seti		1 adet
Uygun çapta kelepçe		1 adet
Gaz kaçak spreyi		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş güvenliği için kişisel koruyucu donamlar giyilerek gerekli tedbirler alınır.
2. Tüm araç gereç ve ekipman hazırlanır.
3. Oksijen tüpü üzerindeki ventillerin kapalı olduğu kontrol edilir.
4. Oksijen hortumu, oksijen basınç regülatörü, hortum bağlantısına uygun kelepçe ile monte edilir.
5. Oksijen hortumu, üflecin oksijen girişine uygun kelepçe ile monte edilir.
6. Oksijen regülatörü üzerindeki basınç ayar vidaları açılır.
7. Oksijen tüpü üzerindeki ventil, kontrollü bir şekilde sonuna kadar açılır.
8. Oksijen regülatörü üzerindeki basınç ayar vidasından basınç ayarı yapılır.
9. Asetilen tüpü üzerindeki ventillerin kapalı olduğu kontrol edilir.
10. Asetilen hortumu, asetilen basınç regülatörü, hortum bağlantısına uygun kelepçe ile monte edilir.
11. Asetilen hortumu, üflecin asetilen girişine uygun kelepçe ile monte edilir.
12. Asetilen regülatörü üzerindeki basınç ayar vidaları açılır.
13. Asetilen tüpü üzerindeki ventil, kontrollü bir şekilde en fazla bir tur açılır.
14. Asetilen regülatörü üzerindeki basınç ayar vidasından basınç ayarı yapılır.
15. Sızdırmazlık testleri yapılır.
16. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT!

Regülatör üzerindeki basınç ayar vidaları kapalı iken tüplerin ventilleri açılmamalıdır.

Alınan Değerler / Sonuç

Bağlantı sonucunda tüplerin basıncını ve kaynak için çalışma basınçlarını aşağıdaki boşluklara yazınız.

Oksijen tüpü basıncı	
Oksijen tüpü çalışma basıncı	
Asetilen tüpü basıncı	
Asetilen tüpü çalışma basıncı	

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

Uygulama 31

ALEV AYARI YAPMAK

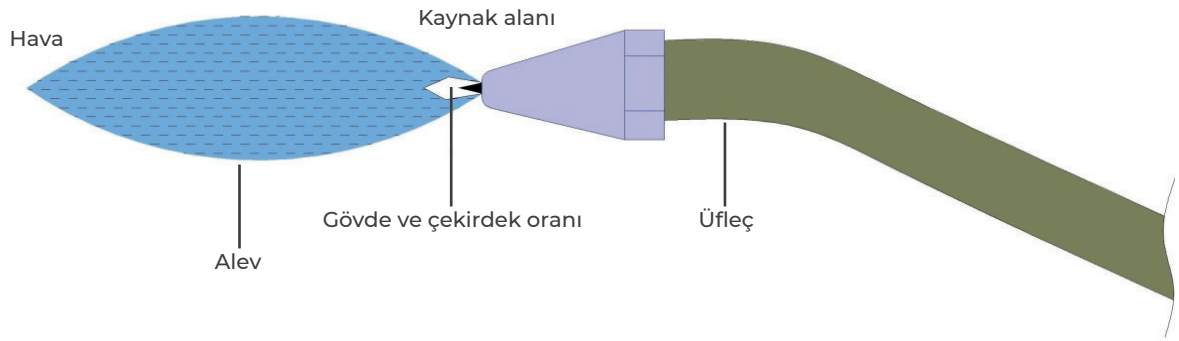
4 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19151

Amaç

Asetilen ve oksijen gazlarının birleşmesi sonucu alev ayarı yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 8.11: Alev ayarı

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Oksi-asetilen kaynak seti		1 adet
Çakmak, kibrit vb.		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş güvenliği için kişisel koruyucu donanımlar giyilerek gerekli tedbirler alınır.
2. Oksijen ve asetilen regülatörü üzerindeki basınç ayar vidaları açılır.
3. Oksijen tüpü üzerindeki ventil, kontrollü bir şekilde sonuna kadar açılır.
4. Asetilen tüpü üzerindeki ventil, kontrollü bir şekilde en fazla bir tur açılır.
5. Asetilen regülatörü üzerindeki basınç ayar vidasından basınç 1-1,5 atm. ayarlanır.
6. Oksijen regülatörü üzerindeki basınç ayar vidasından basınç 1-5 atm. ayarlanır.
7. Üfleç üzerinde önce oksijen musluğu sonra asetilen musluğu bir birim açılır.
8. Çıkan oksi-gaz karışımı çakmak vb. ile yakılır.
9. Üfleç muslukları oynatılarak uygun alev büyüklüğü bulunur.
10. Çekirdek alev ile gölge alevin sınırları, birbiri ile çakışacak biçimde normal alev ayarı yapılır.
11. Kapatılırken önce asetilen sonra oksijen musluğu kapanır.
12. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT!

Kişisel Koruyucu Donanımlarınızı kullanmadan işe başlamayınız. Uygun yakma alışkanlığı kazanıncaya kadar en az dört kez yakma işlemini tekrar ediniz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

Uygulama 32

TEMRİN PARÇASI HAZIRLAMAK (MARKALAMA)

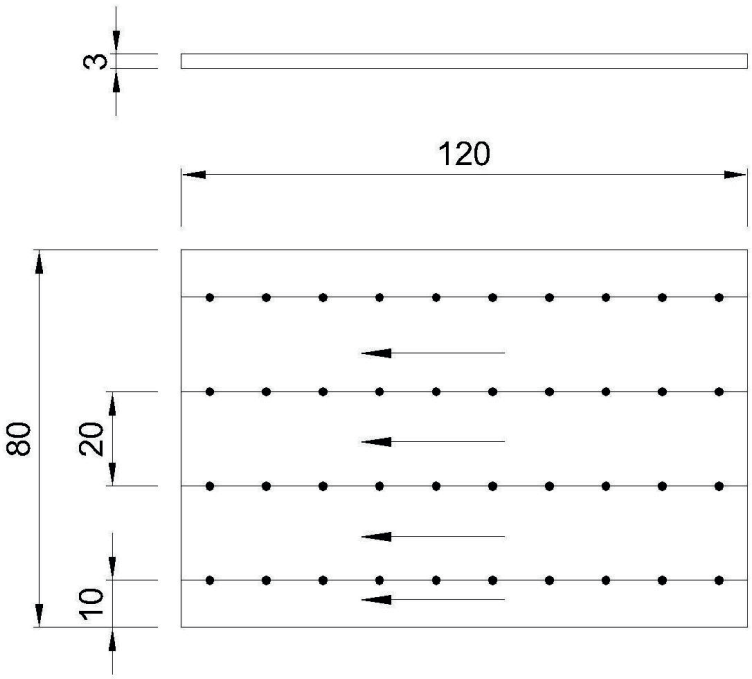
2 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19152

Amaç

Tekniğine uygun olarak kaynak yapılacak parçaları hazırlamak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 8.12: Markalama

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Nokta		1 adet
Çizecek		1 adet
Çekiç		1 adet
Metre		1 adet
Kalem		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş güvenliği için kişisel koruyucu donanımlar giyilerek gerekli tedbirler alınır.
2. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
3. İş için gerekli tüm araç gereç ve ekipman hazırlanır.
4. Sac parçası yüzeyi temizlenir.
5. Sac malzemeyi verilen ölçülerde markalama yapınız.
6. Kaynak yapılacak çizgileri noktayla markalayınız.
7. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT!

Kişisel Koruyucu Donanımlarınızı kullanmadan işe başlamayınız.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

ÖĞRENME BİRİMİ 9

OKSİASETİLEN KAYNAK İŞLEMLERİ

KONULAR

1 Kaynak İşlemleri Hazırlık Aşamaları

AMAÇ Kaynak parçalarının, tekniğine uygun olarak hazırlığını yapmak.

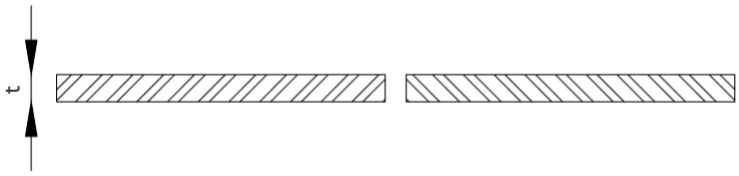
GİRİŞ Birleştirme kaynağı yapmadan önce parçaların kaynağa hazırlanması, kaynak ağzı açma, puntalama ve uygun kaynak teli seçimi yapılması gerekmektedir.

1. KAYNAK İŞLEMLERİ HAZIRLIK AŞAMALARI

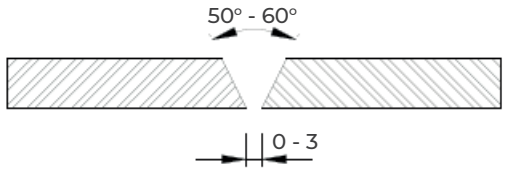
1.1. Kaynak Ağzı

Parça kalınlığına göre parça kaynak ağızları hazırlanmalıdır. Parça kenar hazırlığının iyi yapılması, kaynaklı birleştirmenin şartlarının uygunluğunu oluşturur. 3 mm'ye kadar olan malzemelere **ince sac**, 4 mm ve yukarı kalınlıkta olan malzemelere ise **sac levha** denir. Kaynak ağzı kesit görünüşlerine göre adlandırılır. Harflere benzetilerek V, X, U, K gibi isimler alır (Görsel 9.1). Kaynak ağzı, birleştirmenin parça içinden başlamasını sağlar. Kalın parça kaynaklarında bir dikiş az gelir. Parça kalınlığına göre birden fazla üst üste kaynak dikişi (paso) çekmek gerekebilir.

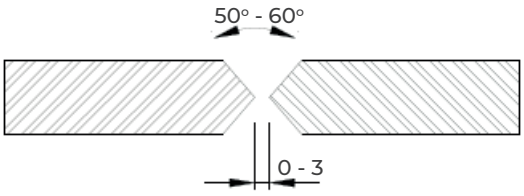
Bilgi ve beceriye sahip eğitimli bir kaynakçı, 1,5 mm kalınlığa sahip çelik sacları oksi-gaz kaynağıyla birleştirebilir. Diğer yandan iki tarafın da kaynatılması kaydıyla, 8 mm kalınlığa kadar çelik saclar kaynak ağzı açılmadan birleştirilebilir.



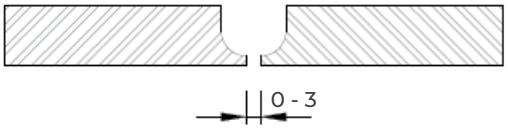
Kaynak ağzı açılmadan yapılan küt ek kaynaklı bileştirme



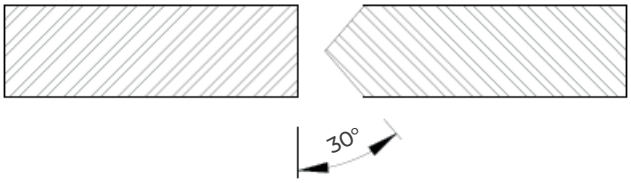
V kaynak ağzı



Çift taraflı açılmış X kaynak ağzı



U kaynak ağzı



K kaynak ağzı

Görsel 9.1: Kaynak ağzı çeşitleri

1.2. Puntalama Tekniği

Parçaların kaynağı sırasında meydana gelebilecek eksen bozuklukları ve kaynak çekmelerine karşı aralıklı ve geçici kaynaklara **punta** denir. Kaynak, punta işleminden sonra yapılır. Parça birleşimindeki düzgünlük, puntalama sırasında ayarlanır. Puntalamanın düzgünlüğü oranında kaynak düzgünlüğü elde edilir. Punta, iki parça kenarını birbirine tek noktada bağlayacak büyüklükte olmalıdır. Zayıf yapılan punta, kaynak sırasında kırılır. Fazla büyük yapılan punta ise yapılacak kaynağın yüzey düzgünlüğünü bozar.

1.3. Kaynak Telleri

Oksi-gaz kaynağında çıplak kaynak telleri kullanılır. Kaynak teli, iş parçasının özelliklerine en yakın değerlere sahip olmalıdır. Kaynak telleri uluslararası alanda semboller ile ifade edilmiş olup G I, G II ... hâlinde ifade edilmektedir. G harfi (kaynak yöntemi), yani oksi-gazın uluslararası ifadesidir. Buna göre kaynatılacak gereç özelliklerine uygun tel seçimi çeşitli tablolardan yararlanılarak yapılabilir. Her bir kaynak telinin tanınmasını kolaylaştırmak amacıyla renk kodları da geliştirilmiştir.

Alevin meydana getirdiği ısı iş parçasını ergitir. Meydana gelen kaynak banyosu içine daldırılan kaynak teli eriyerek, kaynak metalini meydana getirir. Bu yönden kaynak telinin çapı kaynak metalinin oluşmasında etkendir. Kaynak telinin çapı parça kalınlığına göre belirlenir.

Uygulama 33

TEMRİN PARÇASI PUNTALAMA

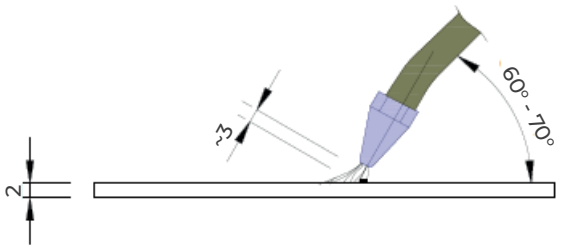
2 Ders Saati

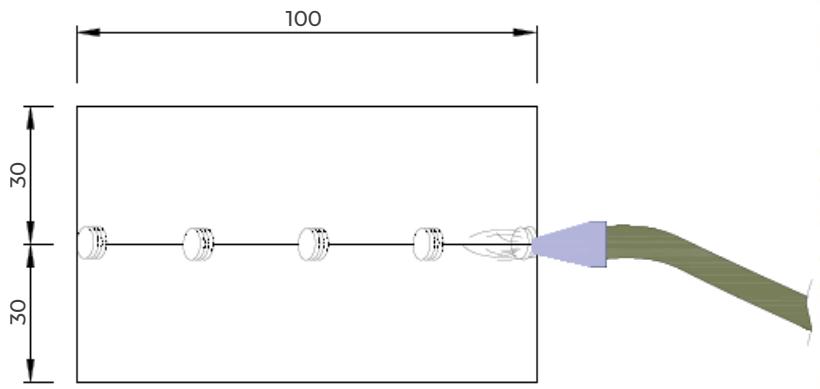
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19154

Amaç

Verilen ölçülerde iki sac malzemeyi tekniğine uygun olarak puntalamak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller





Görsel 9.2: Kaynak uygulaması

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Oksi-asetilen kaynak seti		1 adet
Çakmak, kibrit vb.		1 adet
Çekiç, örs		1 adet
Tel fırça		1 adet
Pense		1 adet
Siyah sac	2x30x100 mm	2 adet
Kaynak teli	Ø 2 mm	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
4. Verilen ölçülerde iki adet sac parça hazırlanır.
5. Kaynak alevi oluşturulur.
6. Verilen ölçülerde puntalama işlemi yapılır.
7. Meydana gelen şekil değişikliği çekiç ve örs vasıtasıyla düzeltilir.
8. Puntalama yapılan bölgeler tel fırça ile fırçalanır.
9. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT!

Kişisel Koruyucu Donanımlarınızı kullanmadan kaynağa başlamayınız. Kaynak alevini ve sıcak parçaları hortumlardan uzak tutunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

Uygulama 34

SOLA TELSİZ DİKİŞ YAPMA

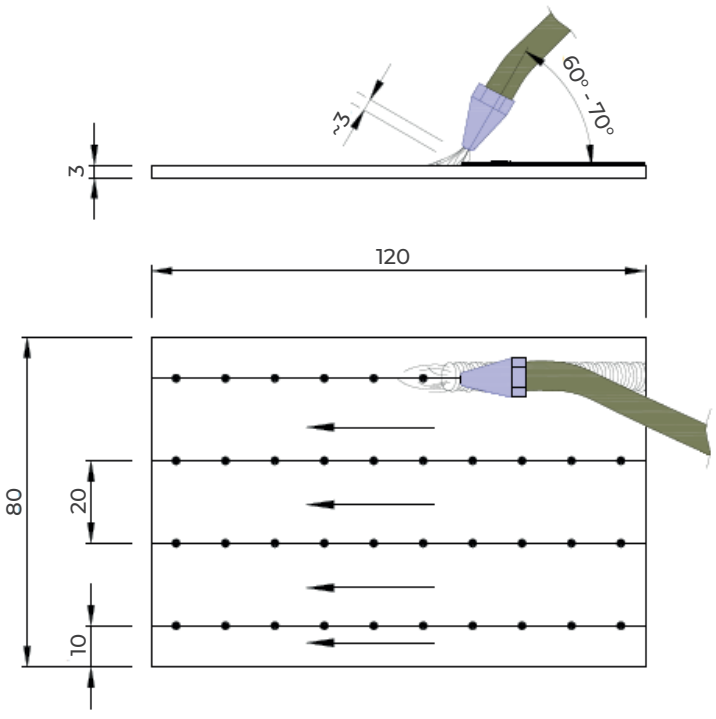
2 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19155

Amaç

Verilen ölçülerde tekniğine uygun olarak sola telsiz dikiş yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 9.3: Kaynak uygulaması

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Oksi-asetilen kaynak seti		1 adet
Çakmak, kibrit vb.		1 adet
Çekiç, örs		1 adet
Tel fırça		1 adet
Pense		1 adet
Siyah sac	80x120 mm	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
4. Verilen ölçülerde sac parça hazırlanır.
5. Kaynak yapılacak çizgiler markalanır.
6. Kaynak yapılacak parça, kaynak masasına yerleştirilir.
7. Uygun üfleç takılarak oksi-gaz postası hazırlanır.
8. Bek yakarak uygun alev ayarlanır.
9. Marka çizgileri üzerinde sağdan sola doğru sırayla dikiş çekilir.
10. Dikişlerin üzeri kaynak fırçasıyla temizlenir.
11. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT!

Kişisel Koruyucu Donanımlarınızı kullanmadan kaynağa başlamayınız. Kaynak alevini ve sıcak parçaları hortumlardan uzak tutunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

Uygulama 35

SAĞA TELSİZ DİKİŞ YAPMA

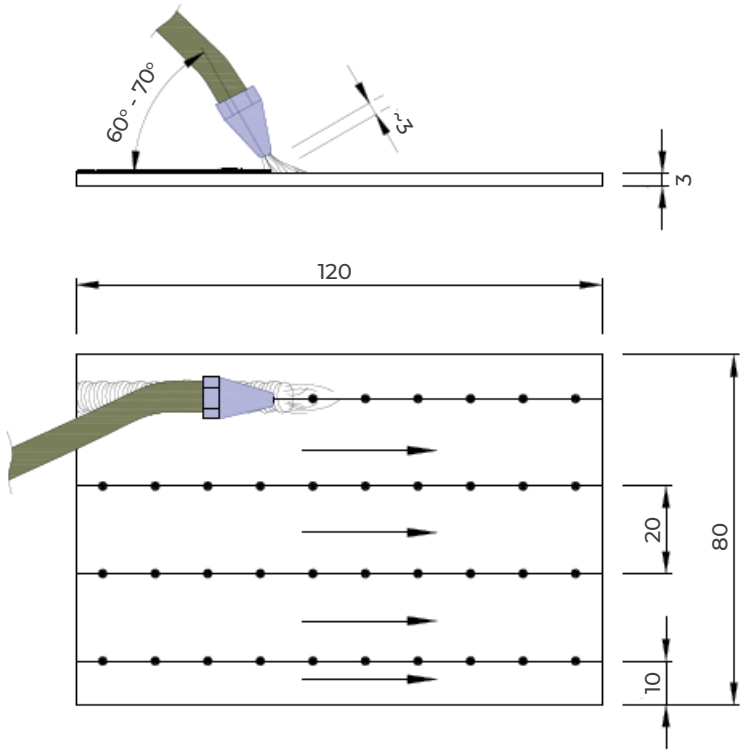
2 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19156

Amaç

Verilen ölçülerde tekniğine uygun olarak sağa telsiz dikiş yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 9.4: Kaynak uygulaması

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Oksi-asetilen kaynak seti		1 adet
Çakmak, kibrit vb.		1 adet
Çekiç, örs		1 adet
Tel fırça		1 adet
Pense		1 adet
Siyah sac	80x120 mm	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
4. Verilen ölçülerde sac parça hazırlanır.
5. Kaynak yapılacak çizgiler markalanır.
6. Kaynak yapılacak parça, kaynak masasına yerleştirilir.
7. Uygun üfleç takılarak oksi-gaz postası hazırlanır.
8. Bek yakarak uygun alev ayarlanır.
9. Marka çizgileri üzerinde sağdan sola doğru sırayla dikiş çekilir.
10. Dikişlerin üzeri kaynak fırçasıyla temizlenir.
11. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT!

Kişisel Koruyucu Donanımlarınızı kullanmadan kaynağa başlamayınız. Kaynak alevini ve sıcak parçaları hortumlardan uzak tutunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

Uygulama 36

SOLA TELLİ DİKİŞ KAYNAĞI YAPMA

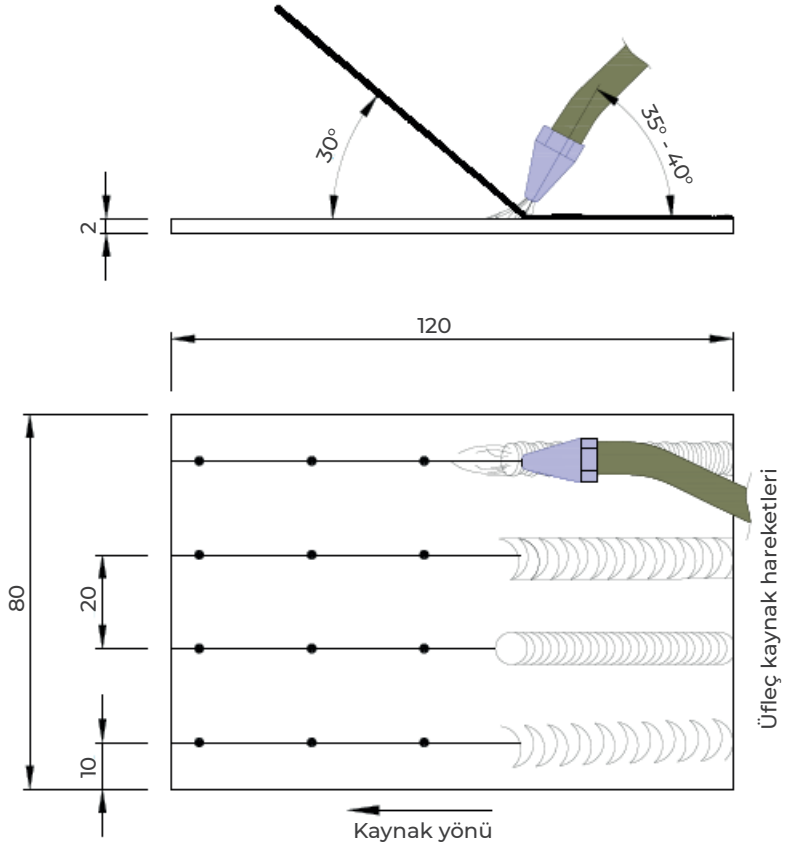
2 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19157

Amaç

Verilen ölçülerde tekniğine uygun olarak sola telli dikiş kaynağı yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 9.5: Kaynak uygulaması

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Oksi-asetilen kaynak seti		1 adet
Çakmak, kibrit vb.		1 adet
Çekiç, örs		1 adet
Tel fırça		1 adet
Pense		1 adet
Siyah sac	80x120 mm	1 adet
Kaynak teli	Ø 2 mm	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.

4. Verilen ölçülerde sac parça hazırlanır.
5. Kaynak yapılacak çizgiler markalanır.
6. Kaynak yapılacak parça, kaynak masasına yerleştirilir.
7. Uygun üfleç takılarak oksi-gaz postası hazırlanır.
8. Bek yakarak uygun alev ayarlanır.
9. Sağdan sola kaynak çekecek şekilde kaynak dikiş başlangıcını tavlayarak kaynak banyosu oluşturulur.
10. Tel alevin önünde ilerleyecek şekilde kaynak banyosu kenarına telin dikiş ucu tutulur.
11. Üfleç hareketlerini yapmaya çalışarak belirli bir hızda kaynak dikişleri çekilir.
12. Kaynak dikişleri fırçayla temizlenir.
13. Arkadaşlarınız çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT!

Kişisel Koruyucu Donanımlarınızı kullanmadan kaynağa başlamayınız. Kaynak alevini ve sıcak parçaları hortumlardan uzak tutunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

Uygulama 37

SAĞA TELLİ DİKİŞ KAYNAĞI YAPMA

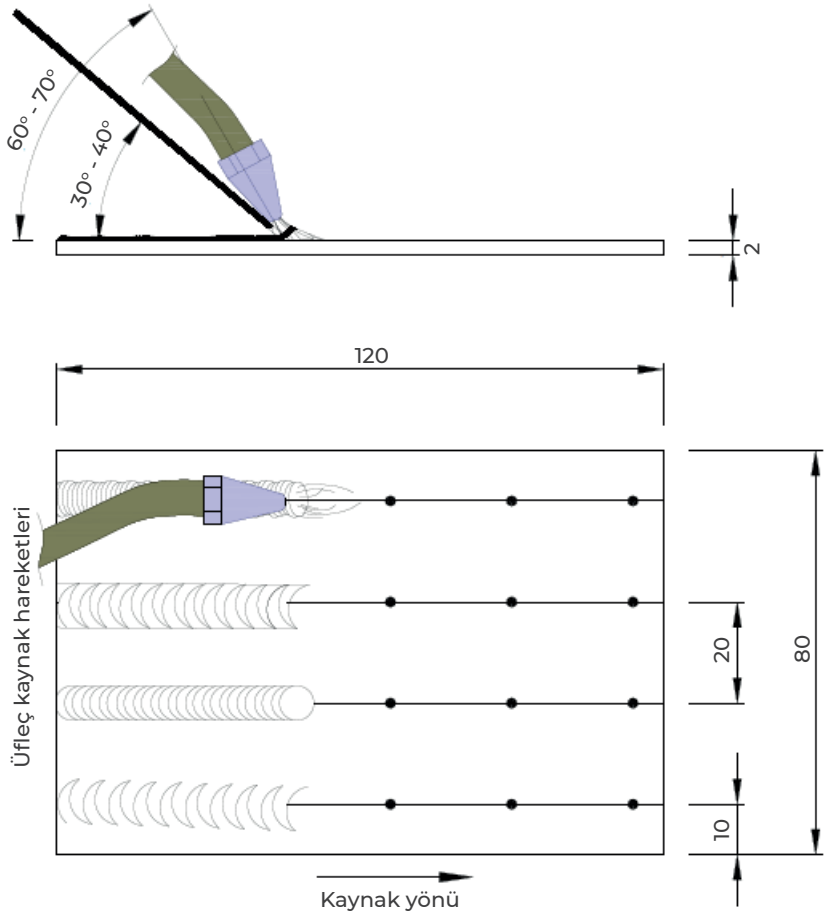
2 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19158

Amaç

Verilen ölçülerde tekniğine uygun olarak sağa telli dikiş kaynağı yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 9.6: Kaynak uygulaması

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Oksi-asetilen kaynak seti		1 adet
Çakmak, kibrit vb.		1 adet
Çekiç, örs		1 adet
Tel fırça		1 adet
Pense		1 adet
Siyah sac	80x120 mm	1 adet
Kaynak teli	Ø 2 mm	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.

3. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
4. Verilen ölçülerde sac parça hazırlanır.
5. Kaynak yapılacak çizgiler markalanır.
6. Kaynak yapılacak parça, kaynak masasına yerleştirilir.
7. Uygun üfleç takılarak oksi-gaz postası hazırlanır.
8. Bek yakarak uygun alev ayarlanır.
9. Sağdan sola kaynak çekecek şekilde kaynak dikiş başlangıcını tavlayarak kaynak banyosu oluşturulur.
10. Tel alevin önünde ilerleyecek şekilde kaynak banyosu kenarına telin dikiş ucu tutulur.
11. Üfleç hareketlerini yapmaya çalışarak belirli bir hızda kaynak dikişleri çekilir.
12. Kaynak dikişleri fırçayla temizlenir.
13. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT!

Kişisel Koruyucu Donanımlarınızı kullanmadan kaynağa başlamayınız. Kaynak alevini ve sıcak parçaları hortumlardan uzak tutunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

Uygulama 38

YATAY BİRLEŞTİRME KAYNAĞI YAPMA

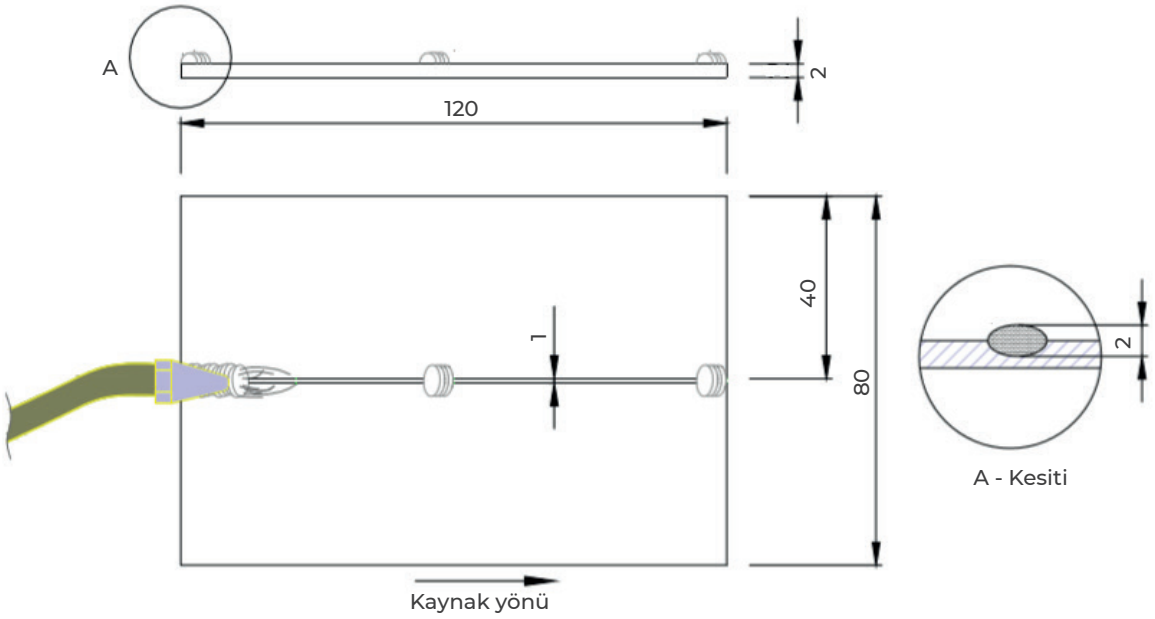
3 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19159

Amaç

Verilen ölçülerde tekniğine uygun olarak yatay birleştirme kaynağı yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 9.7: Kaynak uygulaması

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Oksi-asetilen kaynak seti		1 adet
Çakmak, kibrit vb.		1 adet
Çekiç, örs		1 adet
Tel fırça		1 adet
Pense		1 adet
Siyah sac	80x120 mm	1 adet
Kaynak teli	Ø 2 mm	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
4. Verilen ölçülerde iki adet sac parça hazırlanır.
5. Kaynak yapılacak parçalar, kaynak masasına yerleştirilir.
6. Uygun üfleç takılarak oksi-gaz postası hazırlanır.
7. Bek yakarak uygun alev ayarlanır.

8. Birleşim yeri telle puntalanır.

9. Sağ uçtan başlayarak tel ilavesi ile kaynak dikişi çekilir.

10. Kaynak dikişleri ve parçanın arkası fırçayla temizlenir.

11. Arka ek yerine de kaynak dikişi çekilir.

12. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT!

Kişisel Koruyucu Donanımlarınızı kullanmadan kaynağa başlamayınız. Kaynak alevini ve sıcak parçaları hortumlardan uzak tutunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

Uygulama 39

KAYNAK AĞZI AÇILARAK BİRLEŞTİRME KAYNAĞI YAPMA

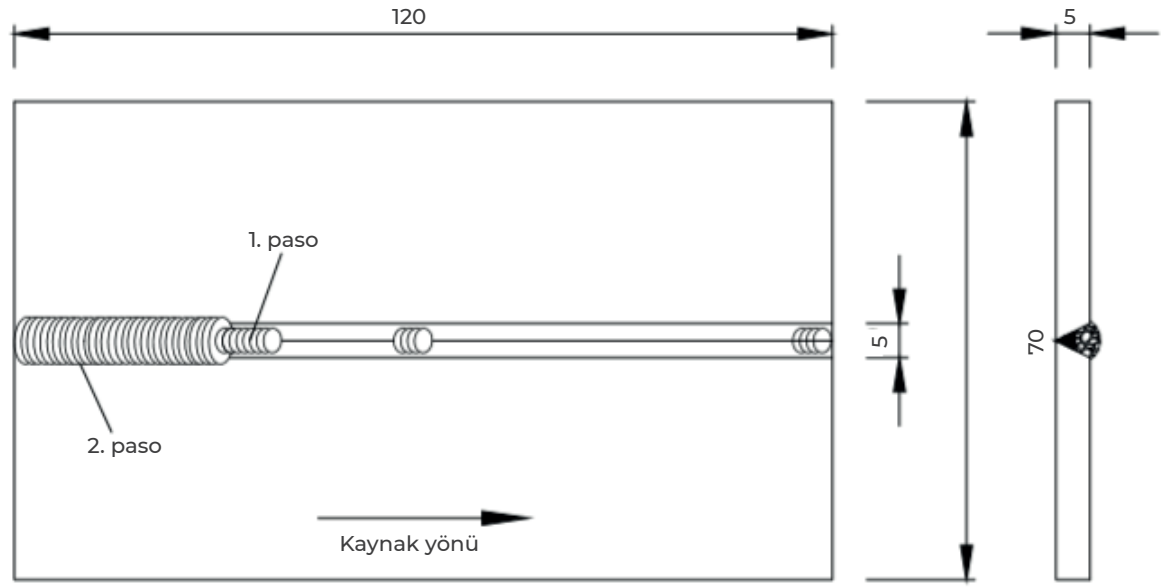
3 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19160

Amaç

Verilen ölçülerde tekniğine uygun olarak kaynak ağzı açılarak birleştirme kaynağı yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 9.8: Kaynak uygulaması

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Oksi-asetilen kaynak seti		1 adet
Çakmak, kibrit vb.		1 adet
Çekiç, örs		1 adet
Tel fırça		1 adet
Pense		1 adet
Siyah sac	80x120 mm	2 adet
Kaynak teli	Ø 2 mm	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
4. Sac parçalarına V kaynak ağzı açılır.
5. 4 numara üfleç ile kaynak postası hazırlanır.
6. V içinden, birleşim boyu ortasından ve uçlarından puntalanır.
7. Meydana gelen kaynak çekmesi düzeltilir.

8. Sol baştan başlayarak 1. paso kaynak (kök paso) dikişli çekilir.

9. Dikiş üzeri tel fırça ile fırçalanır.

10. 2. paso kaynak dikişi çekilir.

11. Kaynak üzeri tel fırça ile fırçalanır.

12. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT!

Kişisel Koruyucu Donanımlarınızı kullanmadan kaynağa başlamayınız. Kaynak alevini ve sıcak parçaları hortumlardan uzak tutunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

Uygulama 40

BİNDİRME KAYNAĞI YAPMA

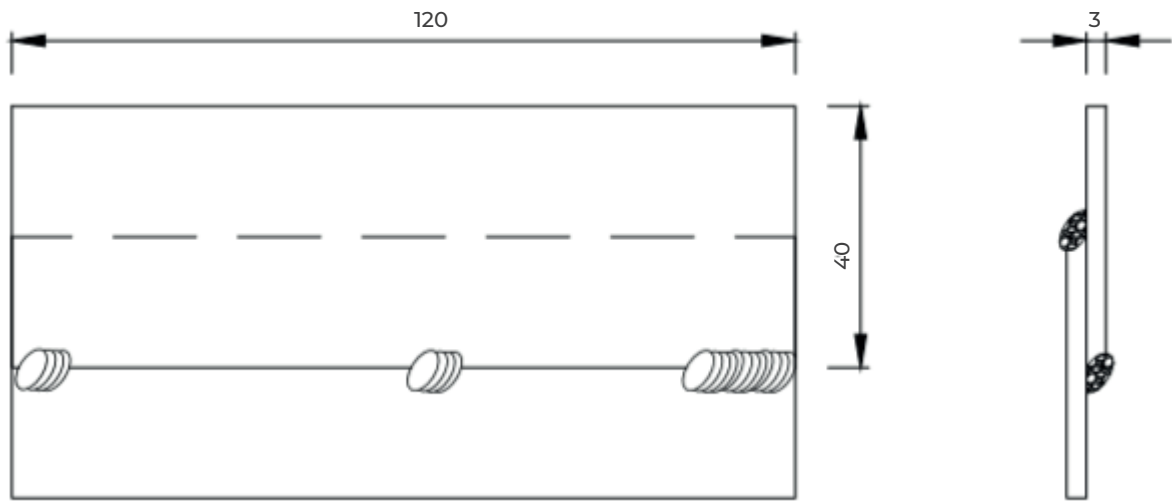
3 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19162

Amaç

Verilen ölçülerde tekniğine uygun olarak bindirme kaynağı yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 9.9: Kaynak uygulaması

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Oksi-asetilen kaynak seti		1 adet
Çakmak, kibrit vb.		1 adet
Çekiç, örs		1 adet
Tel fırça		1 adet
Pense		1 adet
Siyah sac	40x120 mm	2 adet
Kaynak teli	Ø 2 mm	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
4. Verilen ölçülerde iki adet sac parça hazırlanır.
5. Kaynak yapılacak parçalar, kaynak masasına yerleştirilir.
6. Parça iki tarafından da puntalanır.
7. Parça yüzeyine 80° ve kaynak eksenine 60° olacak şekilde üfleç tutularak kaynak dikişi çekilir.
8. Parça çevrilerek arka yüzüne de kaynak işlemi yapılır.
9. Kaynak dikişleri tel fırça ile temizlenir.
10. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT!

Kişisel Koruyucu Donanımlarınızı kullanmadan kaynağa başlamayınız. Kaynak alevini ve sıcak parçaları hortumlardan uzak tutunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

Uygulama 41

DİKEY BİRLEŞTİRME KAYNAĞI YAPMA

2 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19163

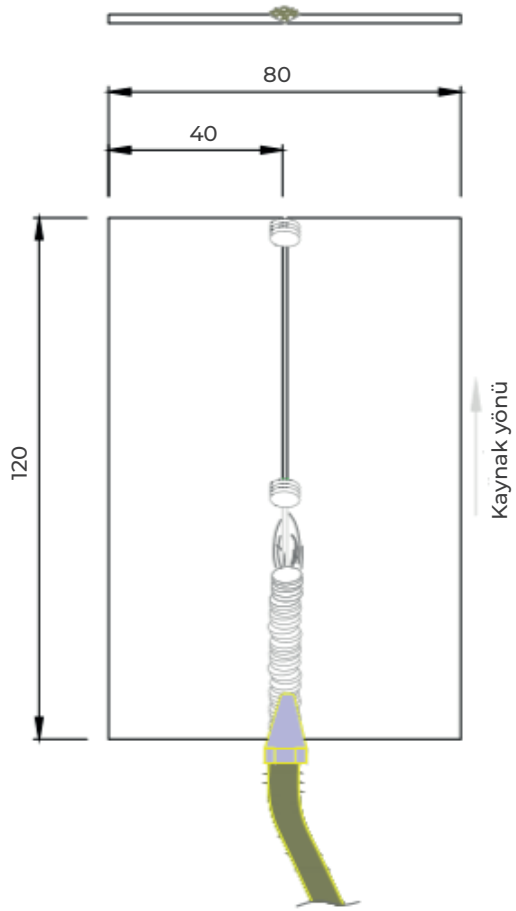
Amaç

Verilen ölçülerde tekniğine uygun olarak dikey birleştirme kaynağı yapmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Oksi-asetilen kaynak seti		1 adet
Çakmak, kibrit vb.		1 adet
Çekiç, örs		1 adet
Tel fırça		1 adet
Pense		1 adet
Siyah sac	40x120 mm	2 adet
Kaynak teli	Ø 2 mm	1 adet

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 9.10: Kaynak uygulaması

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli malzeme ve ekipmanı hazırlayınız.
2. İşlemler sırasında emin olmadığınız konularda öğretmeninizden yardım isteyiniz.
3. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
4. Verilen ölçülerde iki adet sac parça hazırlanır.
5. Kaynak yapılacak parçalar, kaynak masasına yerleştirilir.
6. Uygun üfleç takılarak oksi-gaz postası hazırlanır.
7. Bek yakarak uygun alev ayarlanır.
8. Birleşim yeri telle puntalanır.
9. İş parçasını asmak için parça sac puntalanır.
10. İş parçası askıya asılır.
11. Aşağıdan yukarıya doğru kaynak dikişi çekilir.
12. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
13. Arkadaşlarınız ile çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT!

Kişisel Koruyucu Donanımlarınızı kullanmadan kaynağa başlamayınız. Kaynak alevini ve sıcak parçaları hortumlardan uzak tutunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

ÖĞRENME BİRİMİ 10

ELEKTRİK ARK KAYNAK ÖNCESİ HAZIRLIK

KONULAR

1. Kişisel Koruyucu Donanımları
2. Kaynak Elemanları
3. Kaynak Elektrotları
4. Kaynak Temel Elemanları

AMAÇ

Kaynak yaparken kaynakçının güvenliğini sağlamak amacıyla kişisel koruyucu donanımların kullanılmasını sağlamak.

GİRİŞ

Kaynakçının çalışırken güvenliğini sağlamak için kullanılan kaynak elemanlarıdır. Bunlar; maske, gözlük, eldiven ve önlük takımlarıdır.

1. KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLARI

Kaynak Maskesi: Çalışanın yüzünü ve gözünü, kaynak yaparken açığa çıkan zararlı ışınlardan, kıvılcımlardan ve sıçrayan çapaklardan koruyan güvenlik malzemesidir (Görsel 10.1).

El maskesi *Kafa maskesi*

Görsel 10.1: Kaynak maske çeşitleri

Gözlük: Vücudun en hassas organı olan gözleri, kaynak sonrası cüruf ve çapakların kırılması sırasında koruyan güvenlik malzemesidir (Görsel 10.2).

Görsel 10.2: Gözlük

Kaynak Eldiveni: Kaynakçının ellerini, kaynak esnasında sıçrayan kaynak cürufu ve kıvılcımlardan koruyan güvenlik malzemesidir. Eldivenler, parmaklardan dirseklere kadar olan kısımları korumalıdır. Eldivenin imalinde kullanılan malzemeler yüksek ısıya dayanıklı olmalıdır (Görsel 10.3).

Görsel 10.3: Kaynak eldiveni

Kaynak Önlüğü: Kaynak arkından çıkan kıvılcımlardan, kaynakçının vücudunu ve giysisini koruyan güvenlik malzemesidir. Kaynak önlüğünün imalinde kullanılan malzemeler, yüksek ısıya dayanıklı olmalıdır (Görsel 10.4).

Görsel 10.4: Kaynak önlüğü

Kolluk: Kaynakçının omuzdan bileğine kadar olan bölgesini, eriyik kaynak sıçramalarına ve kızgın metal çapaklarına karşı koruyan güvenlik malzemesidir. Kolluk imalinde kullanılan malzemeler yüksek ısıya dayanıklı olmalıdır (Görsel 10.5).

Görsel 10.5: Kolluk

Tozluk: Kaynakçının ayak bölgesini, eriyik kaynak sıçramalarına ve kızgın metal çapaklarına karşı koruyan güvenlik malzemesidir. Tozluk imalinde kullanılan malzemeler yüksek ısıya dayanıklı olmalıdır (Görsel 10.6).

Görsel 10.6: Tozluk

2. KAYNAK ELEMANLARI

Alaşımları, metalleri birbirine kaynatmak ve birleştirmek için elektrik akımını ısıya çeviren makinelere **kaynak makinesi** denir. Bir ya da daha fazla metalin, verilen ısı ile eritilerek birbirine kalıcı olarak birleştirilmesi işlemine **kaynak** denir.

Elektrik ark kaynağını hem doğru hem de alternatif akımda yapmak mümkün olduğundan kaynak makineleri de iki ana gruba ayrılır:

1. Doğru akım veren kaynak makineleri
2. Alternatif akım kaynak makineleri

Doğru Akım ve Alternatif Akım Kaynak Makinelerinin Karşılaştırılması

- Genel olarak her ikisinde de arkın kararlılığı aynıdır.
- Özellikle yüksek akım şiddetiyle yapılan kaynaklarda doğru akımda ark üflemesi daha fazla olur.
- Alternatif akımda ark üflemesi oluşmaz.
- Doğru akımda elektrot istenen kutba bağlanabilir.
- Kaynak jeneratörlerinde verim %50 iken transformatörlerde verim %80'dir.
- Transformatörlerin alış maliyeti daha azdır.
- Doğru akımda kaynak erime gücü %2 daha fazladır.
- Jeneratörün enerji masrafı aynı güçteki transformatörünkinden %60 daha fazladır.
- Transformatörlerin bakım maliyeti daha azdır.

Kaynak Jeneratörü: Bir kuvvet makinesi tarafından tahrik ettirilerek kaynak için gerekli elektrik akımını üretirler. Tahrik işlemi, bir elektrik motoru ile sağlanabildiği gibi bir benzin ya da dizel motoru aracılığı ile de sağlanabilir (Görsel 10.7).

Görsel 10.7: Kaynak jeneratörü

Kaynak Redresörü: Elektrik şebekesinde bulunan elektrik akımının türü alternatif akımdır. Redresörler alternatif akımı doğru akıma çevirirler. Bu yönleriyle jeneratörlere benzetilebilir. Ancak jeneratörler gibi dairesel hareket yapan organları olmadığı için sessiz çalışırlar ve jeneratörlere nazaran daha az masraflı makinelerdir (Görsel 10.8).

Görsel 10.8: Kaynak redresörü

Kaynak Transformatörü: Alternatif akım veren kaynak makinelerine, transformatör ya da kısa adıyla kaynak trafosu adı verilir. Alternatif akımı, doğru akıma çevirme gibi bir özellikleri yoktur. Sadece şebekeden aldıkları akımı kaynak yapılabilecek niteliklere dönüştürürler (Görsel 10.9).

Görsel 10.9: Kaynak transformatörü

İnvertör Kaynak Makineleri: Teknolojinin gelişmesiyle birlikte yeni kaynak makineleri üretilmeye ve kullanılmaya başlanmıştır. Klasik kaynak makinelerinden farklı olarak tamamen elektronik olan bu makineler, küçük ebatlarda olup seri kullanıma uygundur. Örtülü elektrotla ark, MİG/MAG ve TİG kaynağına uygun olarak üretilmektedir (Görsel 10.10).

Görsel 10.10: İnvertör kaynak makineleri

3. KAYNAK ELEKTROTLARI

Kaynak işlemi sırasında üzerinden kaynak akımının geçmesini sağlayan, iş parçasına bakan ucu ile iş parçası arasında kaynak arkını oluşturan ve gerektiğinde ergiyerek kaynak ağzını dolduran kaynak malzemesine **elektrot** denir. Elektrotlar; kulanım amaçlarına, ebatlarına ve üreten firmaya göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilirler.

Yalnızca Ark Sağlayan Elektrotlar: Yalnızca ark sağlayan elektrotların çoğu karbon, tungsten ve volfram elementlerinden yapılmıştır. Bu tip elektrotlar ark oluşumu için kullanılır.

- Kömür elektrotlar
- Tungsten elektrotlar

Hem İlave Tel Hem de Ark Oluşturan Elektrotlar: Hem ilave tel hem de ark oluşturan elektrotlar birleştirilecek parçaların yapısında veya onlara çok yakın bileşikte olmalıdır. Kaynak esnasında kaynak bölgesinin doldurulması ve birleşmenin sağlanması için ek tele ihtiyaç vardır. Bu görevi de bu tip elektrotlar görür.

Hem ilave tel hem de ark oluşturan elektrotlar ince, orta, kalın kesitlerde olabilirler. Ayrıca çıplak veya örtülü şekilde kullanılırlar. Çıplak elektrotların; ark teşekkülünde güçlük çıkarmaları, yalnız doğru akımla çalışmaları, oksijen ve azot gazlarını absorbe etmeleri ve oksitlenmeleri gibi birçok sakınca kullanılırken ortaya çıkar. Bu nedenle elektrotların dış yüzeyleri örtüyle kaplanır.

Elektrotlar Üzerindeki Örtünün Şu Faydaları Vardır: Ark kolay tutuşur, koruyucu gaz oluşturur, hava ile teması keser, kaynak üzerinde örtü meydana getirir, kaynağın yavaş soğumasını sağlar, ilave alaşımlama yapar, erimiş metalin oksidini alır.

Elektrot Seçimi: Elektrot seçimi malzeme kalınlığına, cinsine ve ebatlarına göre değişmektedir. Piyasada en yaygın kullanılan elektrotlar 2,5 ve 3,25'lik "rutil" elektrottur. 3,25 ve daha büyük çapa sahip elektrotların parça kalınlığına göre fazla sınırlamaları yoktur. İş parçasının kalınlığı arttıkça seçeceğimiz elektrotun çapı da artmalıdır. Aşağıda düşük karbonlu çelik malzemenin kaynatılmasında kullanılacak veriler verilmiştir.

1. Örtülü Elektrotlar
   - Rutil elektrotlar
   - Bazik elektrotlar
   - Selülozik elektrotlar
   - Oksit elektrotlar
   - Asit elektrotlar
   - Demir oksit elektrotlar
2. Örtüsüz Elektrotlar
   - Çıplak elektrotlar
   - Özlü elektrotlar

Tablo 10.1: Elektrot Seçimi

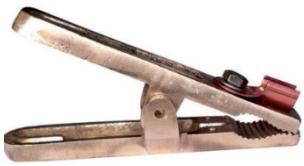
İş Parçasının Kalınlığı	Elektrot Çapı	Amper
2,5 mm <	2,50	60 - 110
2,5 mm >	3,25	110 - 140
2,5 mm >	4,00	140 - 180
2,5 mm >	5,00	170 - 240

4. KAYNAK TEMEL ELEMANLARI

Kaynak Pensi: Elektrotların çeşitli açılarda tutulmasını sağlayan kaynak devresi elemanıdır. Akımı iyi ileten malzemeden yapılmış ve izoleli olmalıdır (Görsel 10.11).

Görsel 10.11: Kaynak pensi

Şase: Makineden kaynak arkı bölgesine akım taşıyan kabloyu iş parçası ile irtibatlandıran aparattır (Görsel 10.12).



Görsel 10.12: Kaynak şasesi

Kaynak Kabloları: Makineden iş parçasına kaynak akımını taşıyan kabloya denir (Görsel 10.13).

Görsel 10.13: Kaynak kabloları

Kaynak Fırçası: Kaynak öncesi ve sonrası iş parçasının temizliğini yapmak için kullanılır (Görsel 10.14).

Görsel 10.14: Kaynak fırçası

Kaynak Çekici: Yapılan kaynakların kabuklarını (cürufları) kırmak için kullanılır (Görsel 10.15).

Görsel 10.15: Kaynak çekici

Kaynak Paravanları: Bir atölyede kaynakçı çoğunlukla tek başına çalışmaz. Çevresinde kaynak yapan ya da başka işler üreten çalışanlar da bulunur. Çevrede çalışan kişilerin ve diğer kaynakçıların ışınlardan etkilenmemesi için kaynak yapılan alanların çevresi, özel paravanlar ya da perdeler ile kapatılmalıdır.

Aspiratör ve Vantilatör: Kaynak anında çıkan gazların o bölgeden uzaklaştırılması için kullanılan özel emici düzeneklere **aspiratör** denir. Kaynakçının gereksinimi olan solunabilecek temiz hava ise vantilatörler aracılığıyla kaynak ortamına gönderilir. Bunlar değişik şekillerde konumlandırılabilir (Görsel 10.16).

Görsel 10.16: Kaynak vantilatörü

Kurutma Fırınları: Elektrotların, kuru yerlerde depolanması gerekir. Herhangi bir nedenle rutubet kapmış elektrotlar 250 °C'de, 30 dakika kurutulmalıdır. Bu işlem için elektrot kurutma fırınlarından yararlanılır (Görsel 10.17).

Görsel 10.17: Kurutma fırını

Uygulama 42

KAYNAKÇI KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLARI KULLANMAK

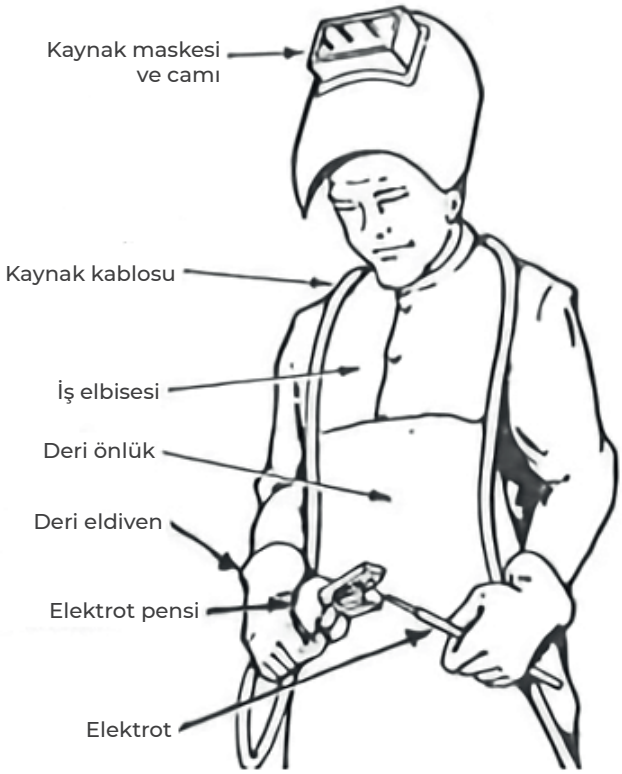
3 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19164

Amaç

Kaynakçı kişisel koruyucu donanımlarını kullanmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 10.18: Koruyucu donanım kullanımı

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Kaynak maskesi		1 adet
İş elbisesi		1 adet
Deri eldiven		1 adet
Deri önlük		1 adet
İş gözlüğü		1 adet
Kolluk		1 adet
Tozluk		1 adet

İşlem Basamakları

1. Kaynakçı kişisel koruyucu donanımları giyilerek gerekli tedbirler alınır.
2. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
3. Arkadaşlarınız ile çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

Uygulama 43

ELEKTRİK ARK KAYNAK MAKİNESİNİ KAYNAĞA HAZIRLAMAK

7 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19165

Amaç

Kaynakçılık yardımcı takımlarını ve elektrik ark kaynak makinesini kaynağa hazırlamak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller

Görsel 10.19: Kaynak makinesini hazırlama

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Kaynakçı kişisel koruyucu donanımları		1 adet
Kaynak makinesi		1 adet
Kaynak pensi ve şase bağlantı parçası		1 adet
3 mm sac		1 adet
Ø 2,5 örtülü rutil elektrot		1 adet

İşlem Basamakları

1. Kaynakçı kişisel koruyucu donanımları giyilir.
2. Kaynak takımları kaynak masası üzerine hazırlanır.
3. Kaynak pensi ve şase kaynak makinesine bağlanır.
4. Kaynak makinesi açılır.
5. Amper ayarı yapılır.
6. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
7. Arkadaşlarınız ile çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

ÖĞRENME BİRİMİ 11

ELEKTRİK ARK KAYNAK İŞLEMLERİ

KONULAR

1. Kaynak Birleştirme Çeşitleri
2. Kaynak Ağızları
3. Kaynak Pozisyonları
4. Elektrot Hareketleri
5. Amper Ayarlama
6. Ark Boyu

AMAÇ Kaynak parçalarının tekniğine uygun olarak hazırlığını yapmak.

GİRİŞ Birleştirme kaynağı yapmadan önce parçaların kaynağa hazırlanması, kaynak ağzı açma, puntalama ve uygun kaynak teli seçimi yapılması gerekmektedir.

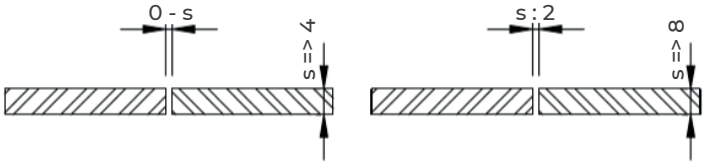
1. KAYNAKLI BİRLEŞTİRME ÇEŞİTLERİ

Kaynaklı bağlantılarda, iş parçalarının çeşitli birleştirme biçimleri vardır. Elektrik ark kaynağı birleştirme çeşitlerinden bazıları aşağıdaki gibidir:

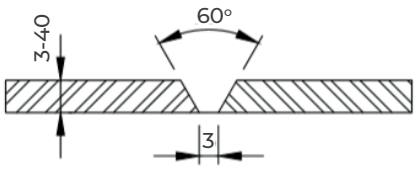
- Alın birleştirme
- İç köşe birleştirme
- Dış köşe birleştirme
- Bindirme birleştirme
- Kıvrık alın birleştirme

2. KAYNAK AĞIZLARI

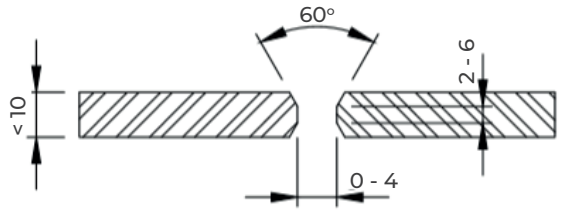
Ark kaynağı, bir ergitme ve devamında katılaştırma sürecidir. Bir başka anlamıyla da bir döküm işlemidir. Dolayısı ile dökümün yapılacağı bir boşluk gereksinimi vardır. Buna **kaynak ağzı** denir (Görsel 11.1).



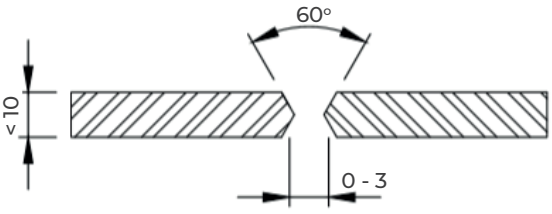
Alın kaynak ağzı



V kaynak ağzı



Çift yönlü V kaynak ağzı



X kaynak ağzı

K kaynak ağzı

Yarım çift yönlü V kaynak ağzı

Görsel 11.1: Kaynak ağzı çeşitleri

3. KAYNAK POZİSYONLARI

İş parçalarını bulundukları konum ve şekillerde kaynaklı birleştirme yapma işlemlerine **kaynak pozisyonu** denir. Levha kaynaklarında; yatay, korniş, dik, tavan pozisyonunda kaynaklı bağlantılar söz konusudur. Aynı pozisyonlarda, iç ve dış köşe kaynakları da yapılmaktadır.

- Yatay düz kaynak pozisyonu
- Düşey kaynak pozisyonu
- Düşey yan (korniş) kaynak pozisyonu
- Tavan kaynak pozisyonu

Boru kaynakları için de pozisyonlar ve benzer sınıflamalar söz konusudur.

4. ELEKTROT HAREKETLERİ

Elektrot hareketi; kaynak dikişinin genişliğini, derinliğini ve buna bağlı olarak kütlesinin artmasını etkiler. Ark içinde kalan cürufların ark dışına çıkarılmasını sağlar. Özellikle düşey ve tavan kaynak pozisyonlarında kullanılır. Yatay konumda düz dikiş çekerken elektrotumuzu değişik şekillerde hareket ettirebiliriz. Bu da bir süre kaynak yaptıktan sonra el becerimizin gelişmesi sonucunda sağlanabilir. Elektrot sağa ve sola hiç hareket ettirilmeden düz çekilir. Diğer bir elektrot hareketi de yarım ay (zikzak) olarak adlandırılır. Sağa ve sola eşit zikzaklar yapılarak dikiş çekilir.

5. AMPER AYARLAMA

İş parçası üzerinde gerekli markalama işlemleri yapıldıktan sonra kaynak işlemini hangi akım şiddetinde yapmamız gerektiğini bilmemiz, yaptığımız kaynağın estetik ve sağlam olması bakımından önemlidir. Kaynak dikişinin istenilen görünüme ve dayanıklılığa sahip olmasında en önemli faktörlerden biri de akım şiddetidir. Akım şiddeti elektrot çapı arttıkça daha yüksek değerlerde seçilir.

6. ARK BOYU

Ark oluşmasında elektrot ile iş parçası arasındaki mesafe çok önemlidir. Uygun ark boyu ile kaynak yapılmadığında kaynak dikişi kötü olur. Normal ark boyu, kullandığımız elektrot çapı kadar olmalıdır. Ark boyu elektrot çapından büyük ise buna **uzun ark boyu**, küçük ise **kısa ark boyu** denir.

Uygulama 44

ELEKTROT TUTUŞTURMAK

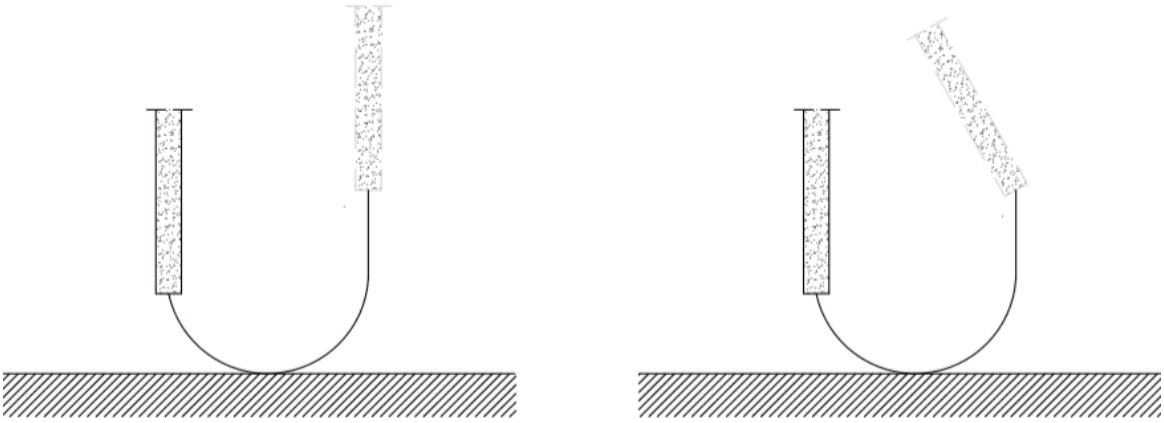
2 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19167

Amaç

Elektrot tutuşturma işlemini yapabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Vurarak ark başlatma

Sürterek ark başlatma

Görsel 11.2: Elektrot tutuşturma şekilleri

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Elektrik ark kaynak takımları		1 adet
3x80x120 mm	Siyah sac	1 adet
Örtülü rutil elektrot	Ø 2,5	4 adet

İşlem Basamakları

1. Kaynakçı kişisel koruyucu donanımları giyilerek gerekli tedbirler alınır.
2. Kaynak makinesi çalıştırılarak kaynak amperi ayarlanır.
3. Elektrot, pense uygun biçimde takılır.
4. Gösterilen şekillerdeki gibi en az dört kez tutuşturma işlemi yapılır.
5. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
6. Arkadaşlarınız ile çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT!

Sıcak parçalara el sürmeyiniz. İş parçasını su ile soğutarak kurulayınız.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

Uygulama 45

PUNTALAMA YAPMAK

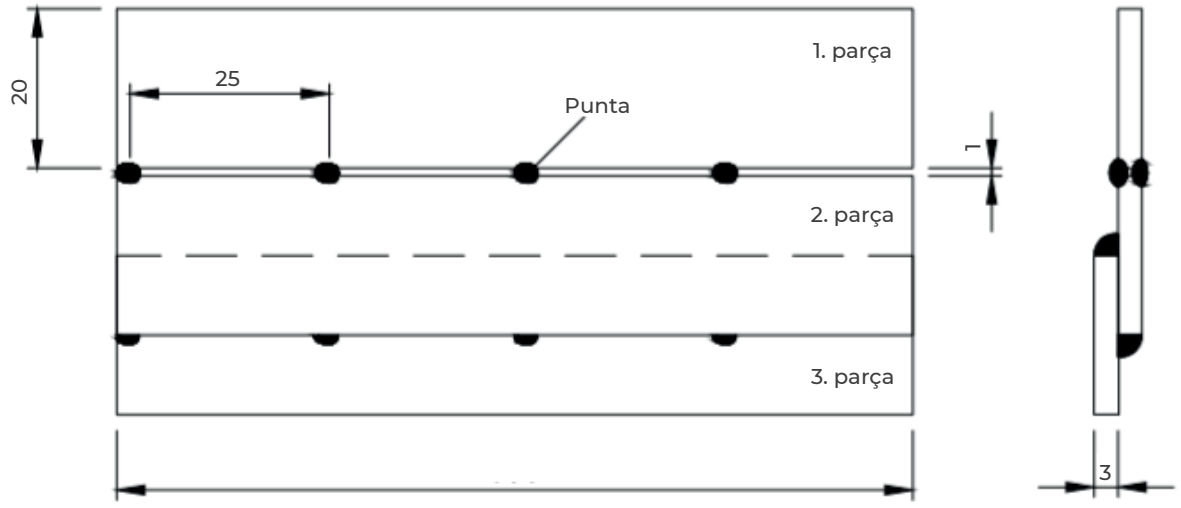
3 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19168

Amaç

Puntalama işlemini yapabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 11.3: Puntalama işlemi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Elektrik ark kaynak takımları		1 adet
3x80x120 mm	Siyah sac	1 adet
Örtülü rutil elektrot	Ø 2,5	4 adet

İşlem Basamakları

1. Kaynakçı kişisel koruyucu donanımları giyilerek gerekli tedbirler alınır.
2. Kaynak makinesi çalıştırılarak kaynak amperi ayarlanır.
3. Elektrot, pense uygun biçimde takılır.
4. 1. ve 2. parçalar aralarında 1 mm boşluk kalacak şekilde puntalanır.
5. 3. parça 2. parçanın üzerine 10 cm bindirme yapılarak puntalanır.
6. Kaynak cürufu temizlenerek kaynak incelenir.
7. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
8. Arkadaşlarınız ile çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT!

Sıcak parçalara el sürmeyiniz. İş parçasını su ile soğutarak kurulayınız.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

Uygulama 46

DÜZ DİKİŞ ÇEKMEK

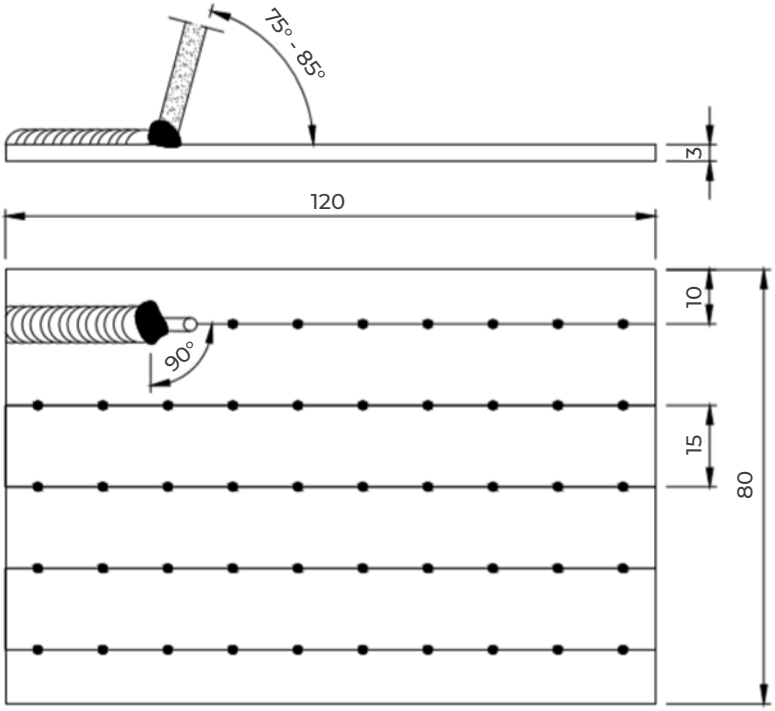
2 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19169

Amaç

Düz dikiş kaynağı yapabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 11.4: Kaynak işlemi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Elektrik ark kaynak takımları		1 adet
3x80x120 mm	Siyah sac	1 adet
Örtülü rutil elektrot	Ø 2,5	5 adet

İşlem Basamakları

1. Kaynakçı kişisel koruyucu donanımları giyilerek gerekli tedbirler alınır.
2. İş parçası yüzeyi temizlenir.
3. Kaynak makinesi çalıştırılır ve makinenin amper ayarı yapılır.

4. Elektrot pense uygun biçimde takılır.
5. Kaynak arkı oluşturulur.
6. Markalama yapılan tüm alanlara düz kaynak dikişi çekilir.
7. Kaynak cürufu temizlenerek kaynak incelenir.
8. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
9. Arkadaşlarınız ile çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT!

Sıcak parçalara el sürmeyiniz. İş parçasını su ile soğutarak kurulayınız.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

Uygulama 47

DÜZ BİRLEŞTİRME KAYNAĞI ÇEKMEK (ALIN KAYNAK AĞZI)

2 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19171

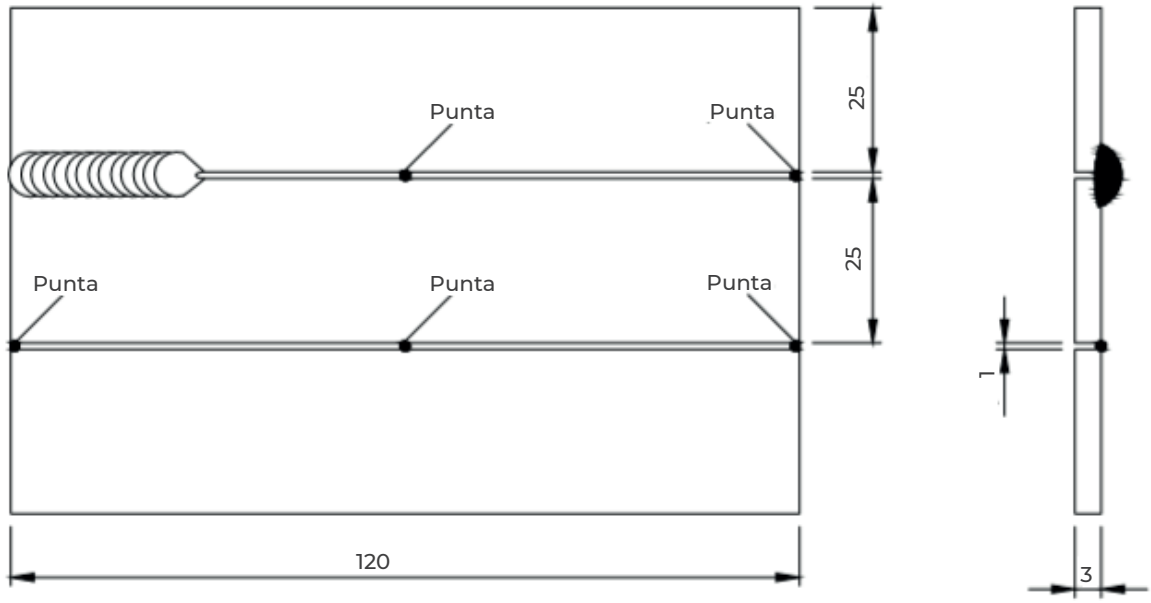
Amaç

Düz dikiş kaynağı yapabilmek.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Elektrik ark kaynak takımları		1 adet
3x25x120 mm	Siyah sac	3 adet
Örtülü rutil elektrot	Ø 2,5	4 adet

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 11.5: Kaynak işlemi

İşlem Basamakları

1. Kaynakçı kişisel koruyucu donanımları giyilerek gerekli tedbirler alınır.
2. Parçalar şekildeki gibi birbirine puntalanır.
3. Punta çekilmesinden meydana gelen bozulma örs üzerinde çekiç ile düzeltilir.
4. Elektrota uygun kaynak açısı verilerek kaynak dikişi çekilir.
5. Kaynak cürufu kırılarak dikişlerin üstü tel fırça ile temizlenir ve kaynak incelenir.
6. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
7. Arkadaşlarınız ile çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT!

Sıcak parçalara el sürmeyiniz. İş parçasını su ile soğutarak kurulayınız.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

Uygulama 48

DÜZ BİRLEŞTİRME KAYNAĞI ÇEKMEK (V KAYNAK AĞZI)

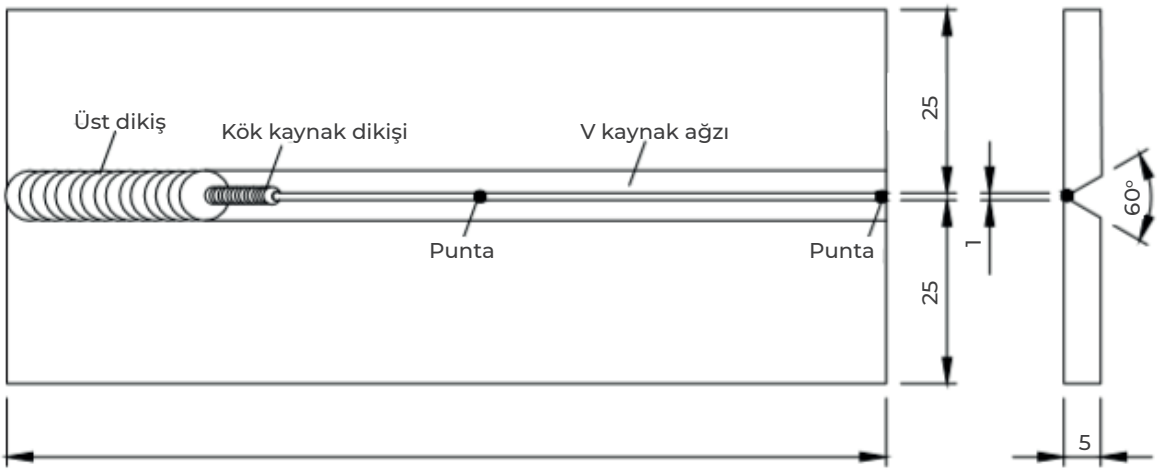
2 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19172

Amaç

Düz dikiş kaynağı yapabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 11.6: Kaynak işlemi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Elektrik ark kaynak takımları		1 adet
5x52x120 mm	Siyah sac	2 adet
Örtülü rutil elektrot	Ø 3,5	3 adet

İşlem Basamakları

1. Kaynakçı kişisel koruyucu donanımları giyilerek gerekli tedbirler alınır.

2. Parçaların uzun kenarlarının birer tarafına kaynak ağzı açılır.
3. Parçalar şekildeki gibi birbirine puntalanır.
4. 1. kök paso çekilir.
5. Kök dikişi cürufu tel fırça ile temizlenir.
6. 2. sıra kaynak dikişi çekilir.
7. Kaynak cürufu kırılarak dikişlerin üstü tel fırça ile temizlenir ve kaynak incelenir.
8. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
9. Arkadaşlarınız ile çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT!

Sıcak parçalara el sürmeyiniz. İş parçasını su ile soğutarak kurulayınız.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

Uygulama 49

ÇELİK BORULARI KAYNAĞA HAZIRLAMAK

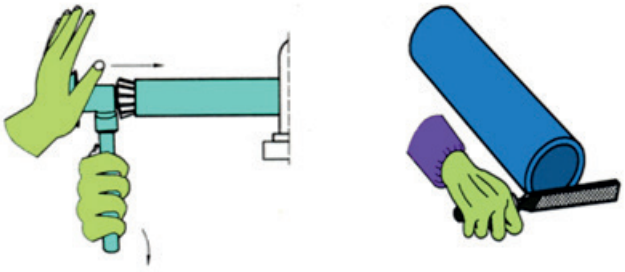
6 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19173

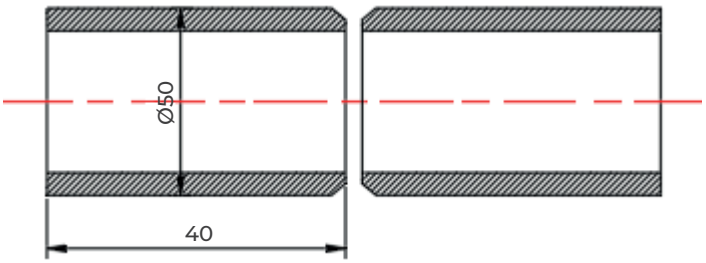
Amaç

Çelik boruları, tesviyecilik tekniğine uygun alıştırma işine hazırlamak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Şekil 1



Şekil 2

Görsel 11.7: Kaynak ağzı hazırlama

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
40 cm çelik boru	Ø 50	4 adet
Boru makası		1 adet
Markalama aletleri		1 adet

İşlem Basamakları

1. Borular, verilen ölçülerde markalanarak kesilir.
2. Borunun iç ve dış çapakları, uygun ekipman ile 1. şekildeki gibi temizlenir.
3. Borulara 2. şekilde görüldüğü gibi kaynak ağzı hazırlanır.
4. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
5. Arkadaşlarınız ile çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

Uygulama 50

ÇELİK BORULARI PUNTALAMAK

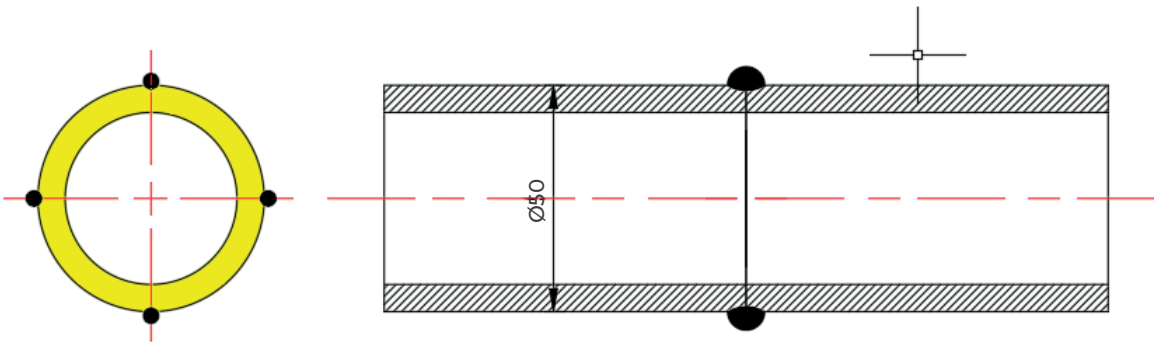
2 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19174

Amaç

Çelik borulara puntalama işlemini yapabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 11.8: Puntalama işlemi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Elektrik ark kaynak takımları		1 adet
40 cm çelik boru	Ø 50	2 adet
Örtülü rutil elektrot	Ø 2,5	2 adet

İşlem Basamakları

1. Kaynakçı kişisel koruyucu donanımları giyilerek gerekli tedbirler alınır.
2. Elektrota uygun kaynak açısı verilerek parçalar şekildeki gibi birbirine puntalanır.

3. Punta çekilmesinden meydana gelen bozulma örs üzerinde çekiç ile düzeltilir.
4. Kaynak cürufu kırılarak dikişlerin üstü tel fırça ile temizlenir ve kaynak incelenir.
5. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
6. Arkadaşlarınız ile çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT!

Sıcak parçalara el sürmeyiniz. İş parçasını su ile soğutarak kurulayınız.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

Uygulama 51

ÇELİK BORULARA DÜZ BİRLEŞTİRME KAYNAĞI ÇEKMEK

4 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19175

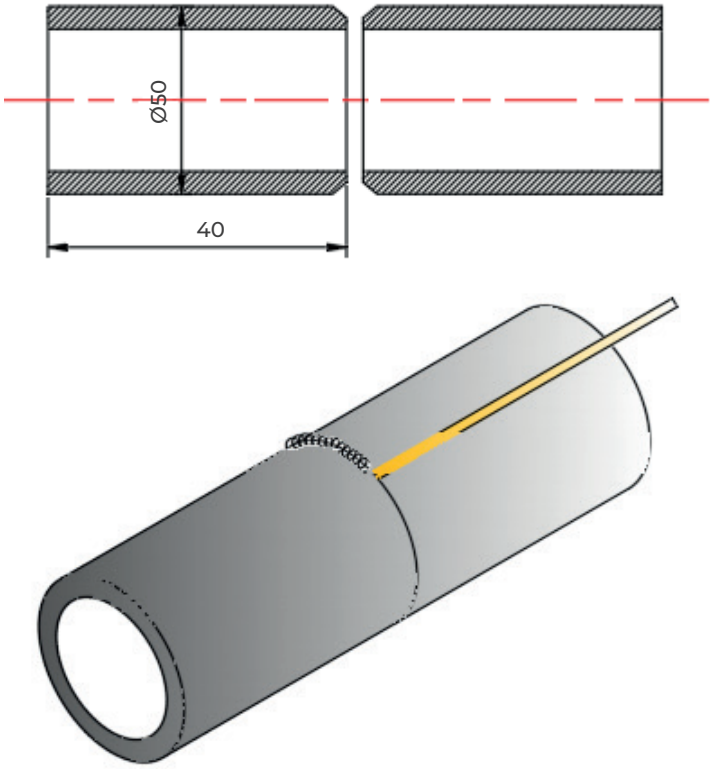
Amaç

Çelik borulara düz birleştirme kaynağı yapabilmek.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Elektrik ark kaynak takımları		1 adet
40 cm çelik boru	Ø 50	2 adet
Örtülü rutil elektrot	Ø 2,5	2 adet

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 11.9: Kaynak işlemi

İşlem Basamakları

1. Kaynakçı kişisel koruyucu donanımları giyilerek gerekli tedbirler alınır.
2. Parçalar şekildeki gibi birbirine puntalanır.
3. Punta çekilmesinden meydana gelen bozulma örs üzerinde çekiç ile düzeltilir.
4. Elektrota uygun kaynak açısı verilerek kaynak dikişi çekilir.
5. Kaynak cürufu kırılarak dikişlerin üstü tel fırça ile temizlenir ve kaynak incelenir.
6. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
7. Arkadaşlarınız ile çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT!

Sıcak parçalara el sürmeyiniz. İş parçasını su ile soğutarak kurulayınız.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

ÖĞRENME BİRİMİ

12

MIG-MAG KAYNAK İŞLEMLERİ

KONULAR

1. Gazaltı Kaynağının Tanımı ve Önemi
2. MIG-MAG Kaynağı
3. MIG-MAG Flanş Kaynağı
4. MIG-MAG Kaynak Yöntemiyle Boru Küt Ek Kaynağı Yapmak

AMAÇ

MIG-MAG (Metal Inert Gas-Metal Activ Gas) kaynak makinelerini kaynağa hazırlamak.

GİRİŞ

Gelişen teknolojiyle birlikte MIG-MAG kaynak yöntemi, endüstride geniş bir kullanım alanına sahip olmaya başlamıştır. Bunun en önemli nedenlerini, kullanılabilirliğinin kolay olması ve hemen hemen tüm ticari alaşımların kaynağının yapıldığı MIG-MAG kaynak makinelerinin iş sağlığı ve güvenliği eğitimi alınarak ve tekniğine uygun olarak kaynağa hazır hale getirilmesi şeklinde açıklayabiliriz.

1. GAZALTI KAYNAĞININ TANIMI VE ÖNEMİ

Gazaltı kaynağı (MIG / MAG), kaynak için gerekli ısının tükenen bir elektrot ile iş parçası arasında oluşan ark sayesinde ortaya çıktığı bir ark kaynak yöntemdir. Kaynak bölgesinde sürekli beslenen (sürülen), masif haldeki tel elektrot ergiyerek tükendikçe kaynak metalini oluşturur. Elektrot, kaynak banyosu, ark ve iş parçasının kaynağa yakın bölgeleri; atmosferin zararlı etkilerinden, kaynak torcundan gelen gaz veya karışım gazlar tarafından korunur. Gaz, kaynak bölgesini tam olarak koruyabilmelidir. Aksi takdirde çok küçük bir hava girişi dahi kaynak metalinde hataya neden olur.

1.1. MIG ile MAG Kaynağı Arasındaki Fark

Eriyen elektrotla yapılan gazaltı ark kaynağı, devamlı beslenen kaynak teli ile iş parçası arasındaki yapılan bir elektrik ark kaynağıdır. Kullanılan koruyucu gaza göre MIG ve MAG ismini alırlar. MIG kelimesi "Metal Inert Gas" kelimelerinin, MAG kelimesi ise "Metal Activ Gas" kelimelerinin baş harflerinden meydana gelmiştir. Burada "Inert" kelimesi soy, "Activ" kelimesi ise aktif anlamına gelmektedir. Soy gaz olarak argon veya helyum, aktif gaz olarak karbondioksit gazı kullanılır.

- MIG = Metal eriyen elektrotlu Inert (asal) koruyucu Gazlı elektrik ark kaynağı saf argon ya da argon'ca zengin karışım gazlar. Örneğin: %97 Ar + %3 O2
- MAG =Metal eriyen elektrotlu Aktif koruyucu Gazlı elektrik ark kaynağı yalnız CO2 veya diğer karışım gazlar. Örneğin: %75 Ar + %25 CO2

MIG kaynak yöntemi ile hemen hemen bütün ticari alaşımları kaynatmak mümkündür. MAG kaynağı ise kolayca oksitlenen alüminyum, paslanmaz çelik gibi malzemelerin kaynağında kullanılmaz. Bu yöntem daha çok alaşımsız ve az alaşımlı çeliklerin kaynağında kullanılır.

MAG kaynağında kullanılan karbondioksit gazı, argon ve helyuma göre daha ucuzdur.

Karbondioksit gazı, sıvı halde tüplere doldurulduğu için diğer gazlara göre üç misli daha fazla taşınabilir. Sıvı halde depolanan karbondioksit gazının tüp çıkışına bir ısıtıcı konmuştur. MAG yöntemi MIG yöntemine göre kaynak hızı daha yüksek, içine işlemesi daha fazladır (Görsel 12.1).

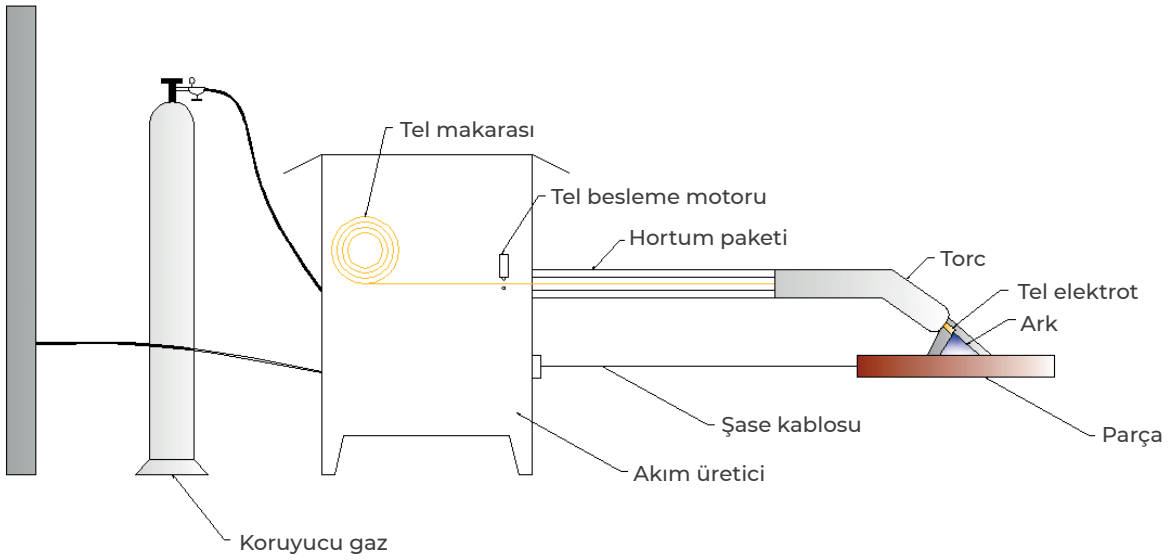
Görsel 12.1: MIG-MAG kaynak yapımı

1.2. MIG-MAG Kaynağının Endüstrideki Yeri ve Önemi

MIG-MAG kaynak yöntemi endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu kaynak yöntemi-nin yaygın olarak kullanılmasındaki üstünlükleri aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür:

- Yüksek erime hızı
- Her pozisyonda kaynak yapılabilmesi
- Ara vermeden kaynak yapılabilmesi
- Demir esaslı ve demir dışı metaller ile alaşımlarının uygun koruyucu gaz, elektrot ve kaynak değişkenleri seçmek şartıyla kaynak yapılabilmesi
- Uygulamasının kolay olması
- Ekonomik bir kaynak yöntemi olması
- Yarı otomatik bir kaynak yöntemi olması
- Gerekli ekip ve donanım sağlandığında tam otomatik kaynak yapılabilmesi.

1.3. MIG-MAG Kaynak Donanımları



Görsel 12.2: MIG-MAG kaynak donanımları

1.4. MIG-MAG Kaynağında Kullanılan Koruyucu Gazlar

1.4.1. Karışım Gazı

Demir dışı metallerin kaynağında kullanılan argon gazına az miktarda oksi-jen ile değişik oranlarda karbondioksit gazı ilâve edilerek karışımlı gazlar elde edilir. Argon içerisine katılan oksijen gazı, kaynak bölgesi sıcaklığının yükselmesine ve yüzey gerilmesinin azalmasına sebebiyet verir. Dolayısıyla kaynak bölgesinin akıcılığı artarak bünyesindeki gazların giderilmesi sağlanmış olur.

Görsel 12.3: Koruyucu gazlar

Koruyucu gaz içerisindeki oksijenin diğer bir katkısı sprey ark oluşumunda görülür. Argon gazına ilave edilen karbondioksit ise kaynak dikişine derin etki eder.

1.4.2. Karbondioksit Gazı

Karbondioksit kimyasal olarak aktif bir gazdır. Kaynak arkı gibi yoğun bir ısı kaynağında karbonmonoksit ve serbest oksijene ayrışarak aktif hale geçer. Serbest oksijen kaynak banyosundaki diğer elementlerle reaksiyona girer. Karbondioksit, çoğunlukla alaşımsız karbon çeliklerin kaynağında kullanılır. Bu gazla sprey metal iletimi mümkün değildir, yani kısa devre ve globüler (küresel) modda metal iletilir. Kolay bulunabilirliği, düşük maliyeti ve kaynak performansı nedeniyle bilinilirliği ve kullanım oranı yüksektir. En büyük dezavantajı, sert ve sesli ark ile yüksek sıçramadır.

1.4.3. Argon Gazı

Argon, demir esaslı ve demir dışı metallerin kaynağında tek başına veya diğer gazlarla birlikte kullanılır. Argon ve diğer gazlarla karışımları tüm metal iletimi modlarında kullanılabilir. Böylece iyi kaynak kabiliyeti, mekanik özellikler ve ark kararlılığı elde edilir. Argon, dar bir ark kolonu ve yüksek akım yoğunluğu oluşturarak küçük bir yüzey alanında enerjiyi konsantre eder.

1.4.4. Helyum Gazı

Helyum yüksek ısı girdisi gerektiren uygulamalarda kullanılır. Kaynak metalinin yayılmasını (esas metali ıslatması: Wetting), etki derinliğini ve ilerleme hızını artırır. Kaynak banyosunun akışkanlığı sayesinde alüminyum, magnezyum ve bakır alaşımlarının kaynağında avantajlıdır.

1.5. Regülatörler

Kaynaklı uygulamalarda kullanılan regülatörler iki çeşit olarak karşımıza çıkar. Bunlar; “Basınç Regülatörleri” (ör: oksijen, asetilen regülatörleri gibi) ve “Akış Regülatörleri” (ör: karbondioksit, argon, karışım gaz regülatörleri gibi). Basınç regülatörlerinin her iki göstergesi basınç cinsinden; akış regülatörlerinde tüp göstergesi basınç, çalışma göstergesi ise debi (l / dk.) cinsinden gösterime ayarlanmışlardır.

Gazaltı kaynaklarında kullanılan regülatörler, akış regülatörleridir ve mutlaka kullanılan gazın cinsine uygun seçilmelidir. Pratikte çalışma debisi olarak ise tel çapının on katı ve küçük kayıpların karşılanması için bu sonuca iki l / dk. daha gaz ilave edilerek kullanılır.

Örneğin: 0,80 mm çapında gaz kullanımında (0,80 . 10) + 2 = 10 l / dk. gaz kullanımı ayarlanmalıdır (Görsel 12.4).

Görsel 12.4: Regülatörler

1.6. Regülatörlerin Kullanımlarında Dikkat Edilmesi Gerekenler

- Öncelikle diş kaptırmadan ve sızdırmazlığa dikkat edilerek takılmalıdır.
- Özellikle oksijen regülatörlerinin yağlı el, eldiven, üstüpü, bez vb. ile tüp ventili açılmamalı, montajı veya sökümü yapılmamalıdır.
- Herhangi bir nedenle (paydoslar, tüp değişimleri vb.) tüp ventili kapatılmak durumunda kalınırsa mutlaka ayar kelebeğinin gevşetilmesi gerekir.
- Karbondioksit gazı kullanımlarında, elektrikli özel imal edilmiş regülatör ısıtıcıları kullanılması gerekir (Görsel 12.5).

Görsel 12.5: Isıtıcı

1.7. Hortumlar

Özel olarak gözeneksiz üretilen hortumlar, gazları tüplerden üfleçlere iletir. Farklı gaz cinsleri için farklı renklerdedir. Kaynak çapaklarına ve aleve karşı dirençlidir. Doğal ve sentetik kauçuktan imal edilmiştir. Alt kat, katlar arası sentetik tekstil örgü takviye kat ve her türlü aşınmaya, aleve dayanıklı üst kat olmak üzere üç katlı olarak imal edilmiştir (Görsel 12.6).

Görsel 12.6: Hortum

Üst Kat: Sürtünme ve hava şartlarına dayanıklı üst kat (mavi, kırmızı, turuncu, siyah)

Takviye Kat: Katlar arası tekstil örgü takviye

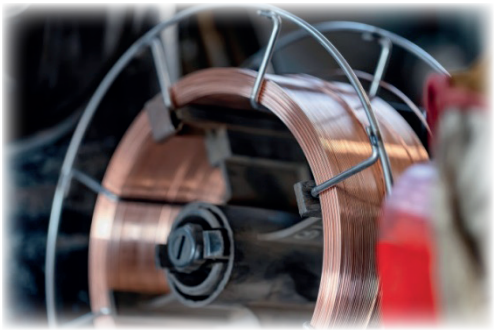
Alt Kat: Sentetik elastomer karışımı, siyah, düz ve pürüzsüz

1.8. Kaynak Elemanları

Gazaltı Kaynak Telleri

Özellikle alaşımsız çelikler üzerindeki yarı otomatik ve tam otomatik kaynak uygulamalarında kullanılan yüzeyi bakır kaplı gazaltı kaynak telidir. Gazaltı kaynak teline oranla daha yüksek miktarda silisyum (Si)

ve manganez (Mn) içerir. -50 ile 450°C arasındaki sıcaklıklarda çalışan parçaların kaynağında kullanılabilir (Görsel 12.7).



Görsel 12.7: Kaynak teli

Tel Besleme Üniteleri

Tel besleme üniteleri, bir gazaltı kaynak makinesinin belki de en önemli bileşenidir. Bazı hassas kaynak uygulamalarında kullanıcılar, ayrıca bir tel besleme sistemi bile satın alarak en iyi performansı almak için özen gösterirler. Bu bakımdan tercih edilecek kaynak makinelerinde diğer pek çok özellik gibi öncelikle kontrol edilmesi ve incelenmesi gerekli olan konu tel besleme sisteminin nasıl bir performans göstereceği olmalıdır (Görsel 12.8).

Görsel 12.8: Tel besleme ünitesi

Aksi durumda kaynak operasyonu süresince yaşanabilecek herhangi bir problemin (örneğin; sıçrantı, vuruntu, dikiş formunun bozukluğu vb.) asıl nedenini çözebilmek için çok fazla zaman harcanabilir. Bütün bunlar kullanıcıların plansız duruşlarına, işlerin gerektiği sürede tamamlanamamasına ve tabii ki maliyete sebep olacaktır.

Makara (Sürme) Tahrik Ünitesi

Tel sürme makaraları, tel elektrot çapına uygun seçilmekle birlikte tel elektrotun cinsine göre de makara kesit formları değişmektedir. Buna göre; karbon çeliği, özel alaşımlı çelik, paslanmaz çelik, sert dolgu vb. malzemelerde (V) kesitli tel sürme makaraları kullanılırken alüminyum ve alaşımları türünde hafif metallerin kaynakları için tel sürme makara kesiti (U) şeklinde olmalıdır. Özlü tel kullanılması durumunda ise makara kesiti yine (V) kesitli ancak tel sürme yüzeyleri tırtırlı (iz yapılmış) olmalıdır (Görsel 12.9).

V oluklu düz tel makarası V oluklu tırtıklı tel sevk makarası U oluklu tel sevk makarası

Görsel 12.9: Makara sürme ve tahrik ünitesi

Ayrıca özlü tellerde baskı kuvveti solid (dolu kesitli) tellere göre daha az olmalıdır. Aynı baskı kuvveti kullanılırsa özlü teller birleşme yerlerinden açılıp içindeki örtü malzemesini dökmeye başlar.

Torclar

Uzunluğundan esnekliğine, boyun tasarımından ağırlığına kadar her özelliği ile kaynakçı ve operasyonu için özelliklerine dikkat edilerek seçilmesi gereken yardımcı ekipmandır. En nihayetinde kaynak telinin makineden sonra ilerleyeceği en değişken çevresel ortam torcdur. Torcun alacağı kıvrımlar, sahada maruz kalacağı burulma ve katlanmalar tel besleme kabiliyetine de etki etmektedir. Bu bakımdan ihtiyaçtan daha uzun torclar kullanılmamalı, telin seyahat ettiği spiral daima temiz ve uygun tipte olmalı ve akım kapasitesine bağlı olarak soğutma sistemi düzgün çalışıyor olmalıdır (Görsel 12.10).

Görsel 12.10: Kaynak torcu

Yardımcı Kılavuz Bağlantıları

Gazaltı kaynak teli makarasından gelen ve tahrik ünitesine bağlı tel besleme makaralarından geçen telin torc bağlantısına ulaşmasına bir adım kaldı. Bu aşamada pek çok kaynak makinesi tasarımında farklı mesafeler, ince boru şeklinde kılavuz malzemeleri ve açılar söz konusudur. Eğer torca giriş yapan kaynak teli bu aşamada uygun olmayan sürtünmeler veya açılarla karşılaşır ise operatör, kaynak operasyonu boyunca torcda titreşim ve kaynak dikişinde sıçrantı uygunsuzluklarını fark edecektir. Torc bağlantısına mümkün olan en kısa mesafe ve doğru açıda iletilecek olan kaynak teli en iyi sonucu getirir.

Görsel 12.11: Kaynak ünitesi

1.9. Gazaltı Kaynak Makineleri Çalışma Ayarları

- Makine ve şalterin düğmesi “0” konumundan “1” konumuna getirilerek açılır.
- Telin, torcdan bir miktar dışarı çıkması sağlanır. Şasesi, kaynak yapılacak malzemeye temas eden bir alete asılır.
- Gaz tüpündeki vanalardan gaz ayarı yapılır.
- Kaynatılacak malzemeye uygun amper ayarı aşağıdaki tabloya göre yapılır.

- Kaynak esnasında çıplak kabloların ve pens ile şasenin birbirine değmemesi için dikkat edilir.
- Kaynak işleminde 1 mm'lik tel kullanılır ve kaynak işlemi gerçekleştirilir.
- Herhangi bir arıza durumunda makine kapatılır.
- İş bitiminde şalterin düğmesi "1" konumundan "0" konumuna getirilerek makine kapatılır.
- Fiş prizden çekilir.

Tablo 12.1: Malzeme Kalınlığına Göre Amper ve Tel Hız Ayarı

Malzeme Kalınlığı / Cinsi	Amper Code No Ayarı	Tel Hız Ayarı
1 mm'ye kadar	2	3
1-3 mm Sac	3	3,5-4
4-5 mm Sac	6	4-5
5-8 mm Sac	7	6-7
8-10 mm Sac	8-9	9-10
10-30 mm Sac	10-11-12	10-11

Günlük Bakım

1. Makinenin genel temizliği yapılır.
2. Kaynağın kabloları kontrol edilir.
3. Tüp göstergeleri kontrol edilir.

Uygulama 52

MIG-MAG KAYNAK MAKİNESİNİ HAZIRLAMA

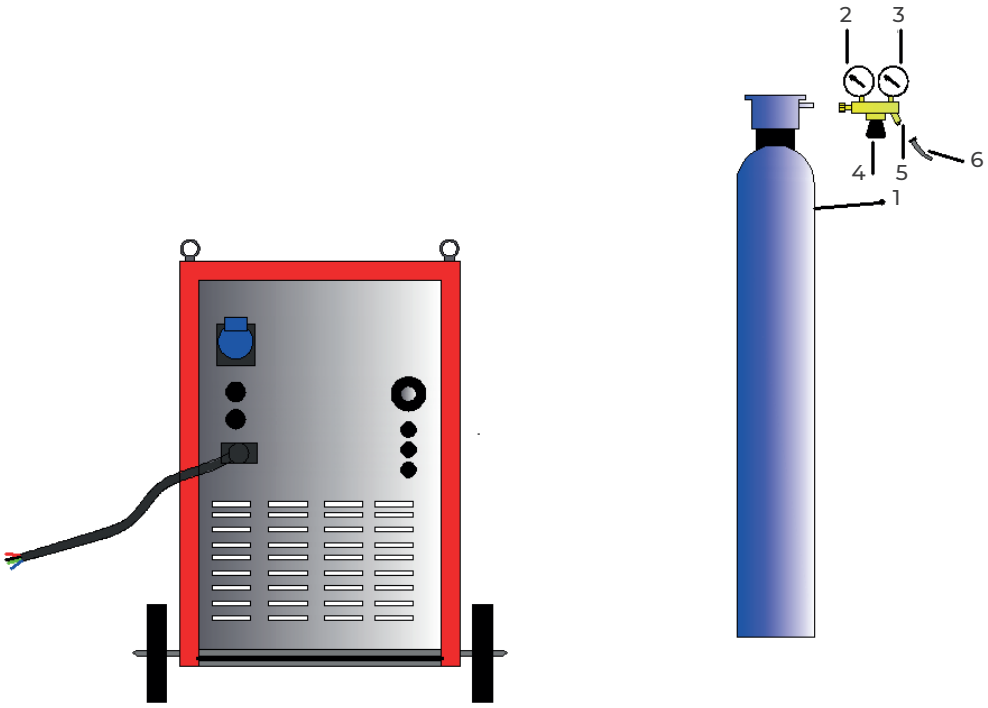
2 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19177

Amaç

MIG-MAG basınç regülatörü montajı ve çalışma basıncı ayarını yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 12.12: Regülatör bağlantısı

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Karışım gazı regülatörü		1 adet
Karışım gazı tüpü		1 adet
İki ağızlı anahtar seti		1 adet
Kurbağacık	12”	1 adet
Uygun çapta conta		1 adet
Yıldız tornavida takımı		1 adet
Gaz kaçak spreyi		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş güvenliği için kişisel koruyucu donanımlar giyilerek gerekli tedbirler alınır.
2. Tüm araç gereç ve ekipman hazırlanır.
3. Karışım gazı üzerindeki ventillerin kapalı olduğu kontrol edilir.
4. Gaz çıkış bölgesindeki dişler kontrol edilir.
5. Valf ağzındaki olası pisliği atmak için tüp valfi kısa süreli ve hafifçe açılıp kapatılır.
6. Tüp valfine uygun çapta rakor contası seçilir.

7. Basınç düşürücü gövdesinden sıkıca tutulur.
8. Uygun anahtar kullanılarak giriş bağlantı rakoru sıkıca tüp valfine vidalanır.
9. Gazaltı kaynak makinesi gaz hortumu, kelepçe geçirilerek bağlantısı regülatörün gaz çıkışına sabitlenerek tornavida ile sıkıştırılır.
10. Gazaltı kaynak makinesine giren karışım gazı giriş bağlantısı kontrol edilir.
11. Karışım gazı tüpü valfi bir tur açılır.
12. Gaz kaçak spreyi ile rakor contasının sızdırmazlık testi yapılır.
13. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
14. Arkadaşlarınız ile çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Alınan Değerler / Sonuç

Bağlantı sonucunda tüplerin basıncını ve kaynak için çalışma basınçlarını aşağıdaki boşluklara yazınız.

Karışım gaz tüpü basıncı	
Karışım gaz çalışma basıncı	

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ

MIG-MAG kaynak yöntemi ile küt ek kaynağı yapmak.

GİRİŞ

MIG-MAG kaynak makineleri, iş sağlığı ve güvenliği eğitimi alınarak ve tekniğine uygun olarak kaynağa hazır hale getirilebilecek ve yine tekniğine uygun olarak MIG-MAG kaynak yöntemi ile yatayda küt ek kaynağı yapma bilgi ve becerisi kazanılabilecektir.

2. MIG-MAG KAYNAĞI

2.1. MIG-MAG Kaynak Ünitesi

MIG-MAG kaynak ünitesi, genel olarak aşağıdaki elemanlar tarafından oluşturulmaktadır:

- Doğru akım kaynak makinesi
- Kaynak torcu
- Tel sürme ünitesi
- Kaynak teli
- Gaz ünitesi
- Metallerin cinsine uygun olarak argon, helyum, karbondioksit veya karışımlı gazlar.

2.2. Kaynak Makinesi

Kaynak için gerekli olan gerilim ve akım şiddetini oluşturmak amacıyla geliştirilmiş makinelere **kaynak makinesi** veya **akım üreteci** denir.

MIG-MAG kaynak makinelerinde kullanılan ark gerilimi 25-55 volt, akım şiddetiyse 10-600 amper arasında değişmektedir. Yüksek akım şiddetine bağlı olarak her 100 amperde ortalama 5 volt gerilim düşmesi meydana gelmesine rağmen bu tip makineler, sabit gerilimli gaz altı kaynak makinesi olarak adlandırılmaktadır.

Sabit gerilimli kaynak makinelerinde gerekli akım şiddeti, kaynak telinin ilerlemesi ile olur. Bunun için kaynağa başlamadan önce istenen kaynak gerilimi ve tel hızı ayarlanarak kaynağa başlanmalıdır. MIG-MAG kaynağında doğru akım kaynak makineleri kullanılır. Bu kaynak makineleri; düşen tip kaynak makineleri ve sabit gerilim kaynak makineleridir. Düşen tip kaynak makinelerinde akım şiddeti ayar alanı, sabit gerilimli kaynak makinelerinde ise ark gerilimi ayar skalası vardır. MIG-MAG kaynağında sabit gerilimli kaynak makineleri yarı ve tam otomatik olarak yaygın hâlde bulunmaktadır.

2.3. MIG-MAG Kaynak Makinesinin Kısımları

- Doğru akım kaynak makinesi
- Kaynak torcu
- Kaynak teli

Kaynak akımının geçişini, soğutma suyunun devreye girişini, koruyucu gazın ve telin hareketini sağlayan kumanda sistemleri gazaltı kaynak makinelerinden Görsel 12.13'te görülmektedir.

Görsel 12.13: MIG-MAG kaynak makineleri

2.4. MIG-MAG ile Küt Ek Kaynağı Yapmak

2.4.1. Parça Kalınlığına Göre Tel ve Gaz Seçimi

MIG-MAG kaynakta kaynağın oluşturulabilmesi, kaynak etkisinin sağlanabilmesi ve kaynak dolgusunun gerçekleştirilebilmesi için kaynak teli ile kaynatılacak parça kalınlıkları arasında uyum olması gerekir. Çok ince bir parçanın kalın bir gazaltı kaynak teli ile kaynatılması, çok kalın bir parçanın da ince bir gazaltı kaynak teli ile kaynatılması kaynakçılık açısından uygun değildir.

Malzemelerin cinslerine göre parça kalınlıkları da göz önünde bulundurularak seçim yapılması gerekir. Çelik, bakır, alüminyum, paslanmaz çelik vb. malzemelerin kaynağında kaynatılacak parçaya uygun kimyasal özelliklerde gazaltı kaynak telleri seçilir. Bu arada kaynatılacak malzemenin cinsine uygun olarak koruyucu gaz kullanılmalıdır.

2.4.2. Amper ve Tel Hızı Ayarı

Kaynakta kullanılan akım şiddetinin erime gücüne, kaynak dikiş biçim ve boyutlarına ve etkisi diğer bütün parametrelerden (değişkenlerden) daha etkilidir. Sabit gerilim sistemli olan MIG-MAG kaynak makinelerinde kaynak akım şiddeti, tel hızı ile birlikte tel hız ayar düğmesinden ayarlanır. Tel ilerletme hızı arttıkça kaynak akım şiddeti de artar.

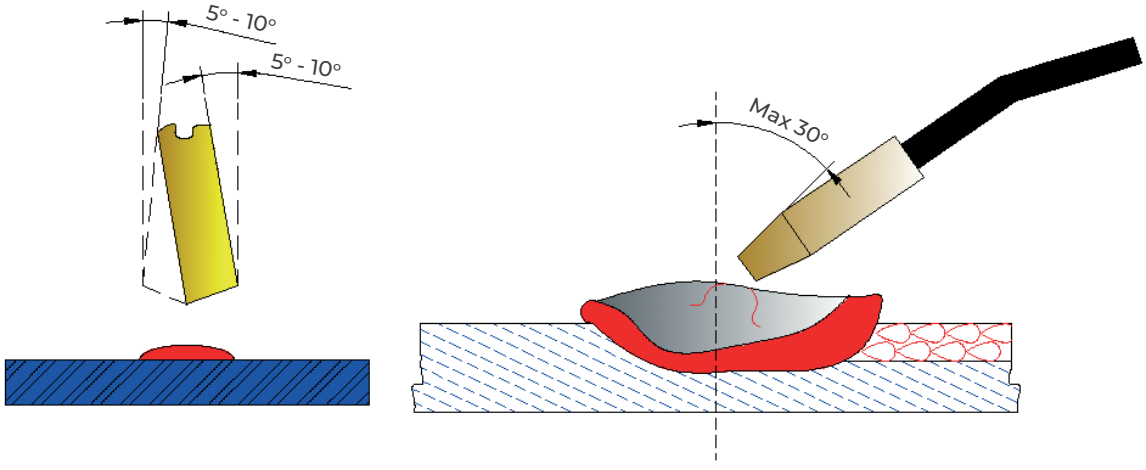
Kaynak akım şiddeti yükseldikçe erime gücü de artar. Bu artış, serbest tel ucunda, telin yüksek akım şiddetinde çıkan şiddetli bir elektrik direnciyle ısıtmasına bağlanmaktadır. Bütün diğer kaynak parametreleri sabit tutulduğu zaman kaynak dikişinin eninin, yüksekliğinin, etkisinin ve boyutlarının artan akım şiddeti ile arttığı görülmektedir.

2.5. Küt Ek Kaynağında Torca Verilecek Hareketler

2.5.1. Kaynak Torcunun İş Parçasına Göre Konumu

Kaynak torcunun iş parçasına göre konumu ve kaynak sırasındaki hareketi, kaynak dikişinin biçimini etkiler. Çalışma açısı 90° etrafında yapılan 5°–10° arasında sarkaç hareketidir. Hareket açısı ise dik eksenden maksimum 30°lik (yataydan 60 0) ilerlemede torca kaynak dikişi ekseni paralelinde verilen açıdır. Hareket açısı 30°yi aşmadığı sürece, ark banyosu kaynakçı tarafından kolay kontrol edilebilir.

Kaynakçı, kaynak banyosunu ve elektrot ucunun ergimesini rahatlıkla görebildiği için dikişin kalitesi yükselir. Buna karşılık bu değer aşıldığında etki azalır, dikiş incelir. Ayrıca gaz koruma şemsiyesi tam olarak ark banyosunun üzerini (ergimiş ve ısınmış bölgeyi) koruyamayacağından gözenekli bir kaynak dikişi oluşmasına neden olunur.

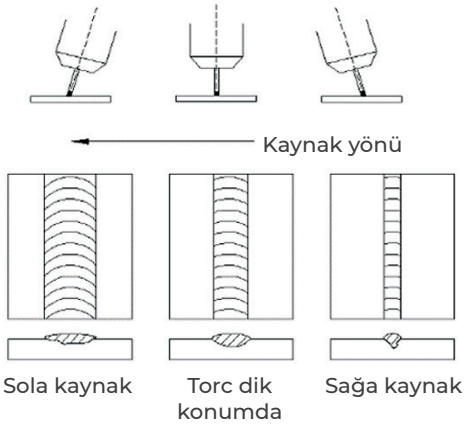


Görsel 12.14: Torcun iş parçasına göre konumu

Torc hareketleri; çalışma pozisyonları ile işin biçim ve konumuna göre seçilir. Örneğin, yatay oluk pozisyonunda yan (korniş) kaynaklarında torcu testere dişi gibi. Zikzak hareketleri ile yatay pozisyonda iç köşe dikişinde dairesel hareket ettirmek gibi.

Bu hareketlerin neredeyse tamamında mutlaka kısa duruş anları söz konusudur. Metal transferi için bu son derece önemli ve uyulması gereken bir el hareketi ayrıntısıdır. Benzer şekilde, aşağıdan yukarı kaynak pozisyonunda da geri adım hareketi de önemli bir harekettir (Görsel 12.14).

2.5.2. Küt Ek Kaynağında Torc Açıları



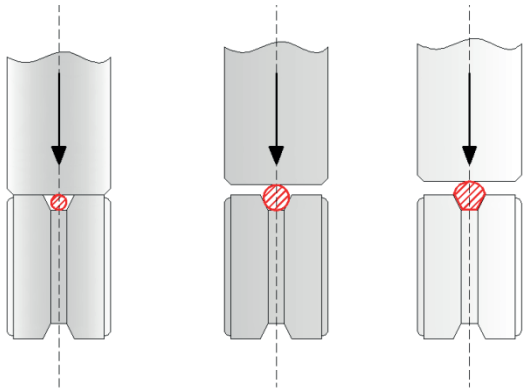
Görsel 12.15: Kaynak konumlarının parça üzerine etkileri

2.6. Gazaltı Kaynağında Oluşan Hatalar

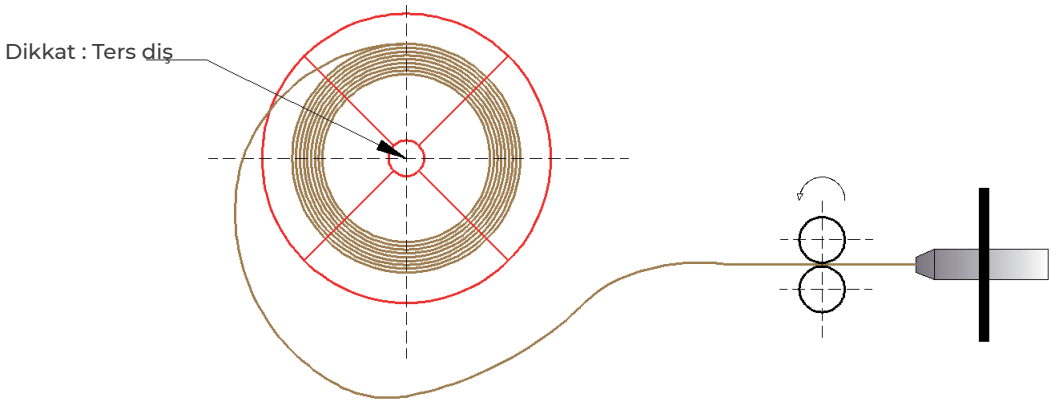
2.6.1. Fiziksel Hatalar

Torclar kullanımda çok fazla eğilip bükülmemelidir. Unutulmamalıdır ki içinde ilerletilen tel elektrot bulunmaktadır. Aksi durumda tel elektrot, aşırı sürtünme ile karşı karşıya kalarak üzerindeki kaplamayı dökecek ve ark bölgesine kesiklik yaparak gelecektir. Tel elektrotun makara ve adaptörünün takıldığı yuvanın sıkılık ayarı, tel sürme ünitesi yardımı ile çekilip sürülen telin boşalma hızına uygun olmalıdır. Bunun ayarı göbek cıvatası ile (çoğu sistemlerde ters dişlidir) yapılmalıdır. Çok sıkı olması telin sürülmesinde aksaklıklara ve tel sürme mekanizmasının aşırı zorlanarak zaman içinde arızalanmasına neden olacaktır. Gevşek olması durumunda ise tel sürme mekanizması tarafından çekilme sırasında tel makarası fazla hızlı dönecek ve telin makaradan birkaç sıra ani çözülerek dağılmasına neden olacaktır.

Tel sürme makaralarının mutlaka tel çapına ve tipine uygun seçilmesi gerekmektedir. Büyük seçilirse, baskı makarası tel sürme makarası üzerine oturacak ve telin sürülmesi için baskı olamayacaktır (Görsel 12.16).



Görsel 12.16: Tel çapının uygun seçilmemesi durumunda oluşacak hatalar



Görsel 12.17: Makaranın yuvaya oturtulmasında oluşacak hatalar

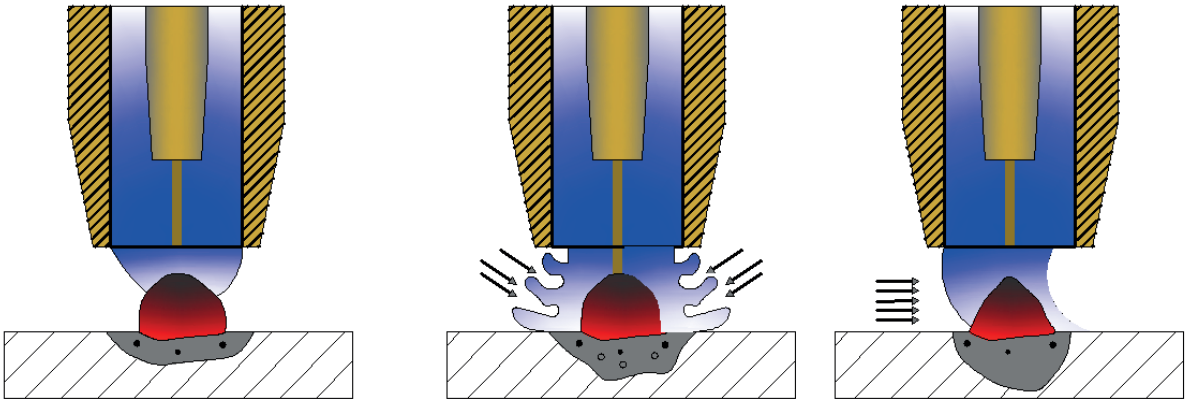
2.6.2. Temizlik

Gazaltı ark kaynağında hem kaynatılacak iş parçasının -özellikle kaynak ağzının temizliği- hem de tel elektrotun temizliği, örtülü elektrotla kaynağından veya tozaltı ark kaynağındaki durumdan daha kritiktir. Örtülü elektrot kaynaklarında kullanılan elektrot örtüsü veya tozaltı kaynağında kullanılan tozdaki bileşikler, erimiş kaynak metalini oksit ve gazlardan arındırırlar. Bu tür bir örtü, gazaltı ark kaynağında olmadığından gözenek oluşma riski daha fazladır.

2.6.3. Gözenek Oluşumu

Gözenek, kaynak metalinde hapsolmuş küçük bir gaz cebidir. Kaynak dikişinin belirli bir noktası ile tüm boyunda, yüzeyinde veya içinde oluşabilir. Bu süreksizlik, hata kaynak dikişinin içinde veya yüzeyinde herhangi bir kaynaklı birleştirmenin yapısal bütünlüğünü ciddi olarak zayıflatır. Gözenek oluşumunun en temel nedeni yetersiz gaz korumasıdır ve aşağıdaki yöntemlerden birinin veya tamamının uygulanmasıyla kolaylıkla çözülür.

Regülatör/flowmetredeki gaz debisi kontrol edilir (Yetersiz ise arttırılır. Pratikte kullanılan tel elektrot çapının on katının iki fazlası litre/dakika cinsinden ayarlanır.). Gazın fazlası türbülans nedeni ile havanın kaynak dikişine hapsolacaktır. Hortum ve torc, gaz kaçakları açısından test edilmelidir. Yanlış koruyucu gaz kullanmaktan sakınılmalı (Daima, ana malzeme ve kaynak teline uygun ve kaynak için üretilmiş koruyucu gaz kullanılmalıdır.). Kirli veya nemli koruyucu gaz kullanılmamalı, tespiti durumunda tüpler hemen değiştirilmelidir. Arkın çevresindeki aşırı hava akımı yok edilmeli, kaynak dışarıda yapılıyorsa rüzgârı önlemek için uygun boyda perdeler kullanılmalıdır. Uygulamaya uygun büyüklükte gaz nozulu seçildiğinden emin olunmalıdır. Çok küçük nozul yetersiz gaz korumasına, dolayısı ile kaynak metalinde gözenek oluşumuna neden olur (Görsel 12.18).



Az miktarda gaz kullanımı | Çok miktarda gaz kullanımı | Hava akımları

Görsel 12.18: Kaynak hatası oluşum sebepleri

Uygulama 53

MIG-MAG İLE KÜT EK KAYNAĞI YAPMA

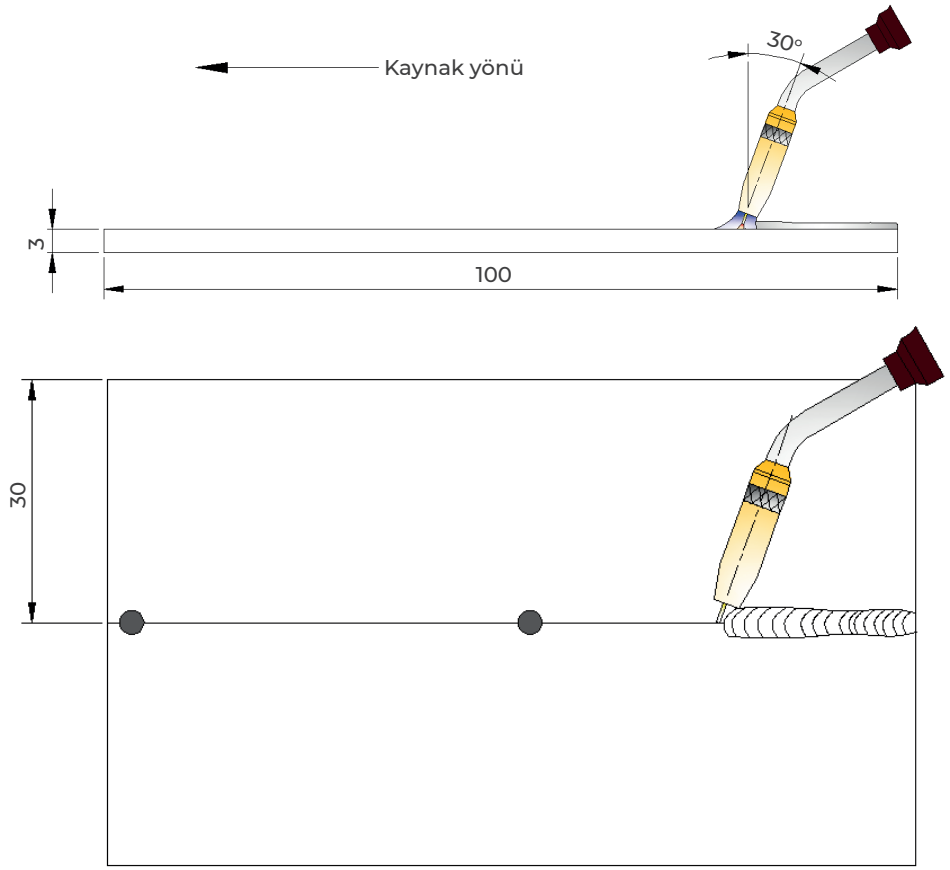
3 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19178

Amaç

MIG-MAG küt ek kaynağı yapabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 12.19: Kaynak yapılacak metalin ölçüsü ve kaynak yönü

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
MIG-MAG kaynak takımı		1 adet
Metal saç	100x30x3 mm	1 adet
Kaynak pastası		1 adet
Pense		1 adet
Numaratör		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş güveliği için gerekli ekipmanlar giyilerek tedbirler alınır.
2. Tüm araç gereçler hazırlanır.
3. Regülatör üzerinde gerekli gaz basıncı ayarlanır.
4. Cihaz üzerinde malzeme kalınlığına uygun kademe ayarları yapılır.
5. Kaynağa başlamadan önce torcun içine çapak yapışmasını engellemek için torç, pastaya batırılır.
6. Parçada çarpılmaları engellemek için uygun aralıklarda punta atılır.
7. Kaynak torcu kaynak yönünde hareket ettirilir.
8. Kaynak bitiminde parça soğutulur.
9. Soğuyan parçaya numara basılır.
10. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
11. Arkadaşlarınız ile çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ

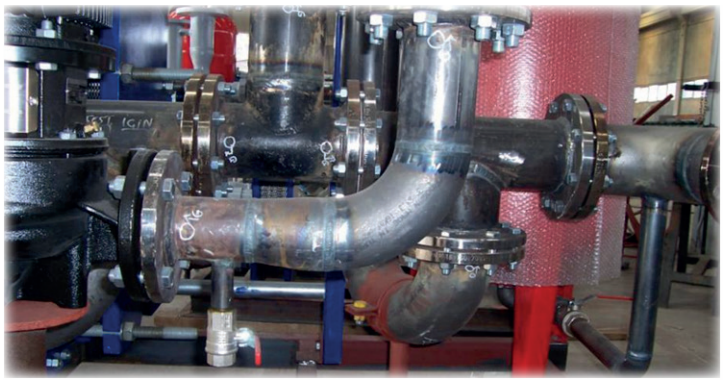
MIG-MAG kaynak yöntemi ile küt ek kaynağı yapmak.

GİRİŞ

MIG-MAG kaynak makineleri, iş sağlığı ve güvenliği eğitimi alınarak ve tekniğine uygun olarak kaynağa hazır hale getirilebilecek ve yine tekniğine uygun olarak MIG-MAG kaynak yöntemi ile yatayda küt ek kaynağı yapma bilgi ve becerisi kazanılabilecektir.

3. MIG-MAG FLANŞ KAYNAĞI

Borular akışkanları bir yerden başka bir yere iletmekte kullanılır. Bu işi yaparken boruların bazen pompalara, kazanlara veya birbirlerine sökülebilir şekilde bağlanmaları gerekir. Kaynak sökülemeyen birleştirmelerdendir. Onun için boruların sökülmesi istenen yerlerine flanşlar kaynatılır ve flanşlar da birbirlerine cıvata ile bağlanır. Boru sistemlerinde bakım veya değiştirme yapılacağı zaman flaşlar cıvatalarından sökülerek ayrılır ve gerekli çalışmalar yapılır (Görsel 12.20).



Görsel 12.20: Flanşla birleştirilmiş boru donanımı

3.1. Paslanmaz Çelik Flanş Çeşitleri

Paslanmaz Düz Flanş

Paslanmaz düz flanş kullanılırken hattın önü ve arkası olmak üzere iki ucuna da kaynak yapılarak hat birbirine bağlanır. İki flanş birbirine contalar sayesinde tutturularak hatta sızıntı olması önlenmektedir.

Paslanmaz Kaynak Boyunlu Flanş

Paslanmaz kaynak boyunlu flanşlarda, kaynak yapılacak uç kısım daha uzundur ve iki flanş üst üste birbirine bağlanmaktadır.

Paslanmaz Dişli Flanş

Paslanmaz dişli flanşlar, hatların sonuna kaynatılan nipeller ile birlikte kullanılırlar. Genellikle paslanmaz boru hatlarında bulunmaktadır.

Paslanmaz Serbest Flanşlar

Hatların makinelere bağlandığı noktalarda kullanılan paslanmaz serbest flanşlar, hat üzerinde hareket edebilirler. Serbest flanşlar, paslanmaz yakalar ile birlikte kullanılır. Serbest flanşlar içinden boru geçirilip yaka kaynatılarak flanşların boru dışına çıkması engellenir. Bu şekilde sızıntı da önlenmiş olur.

Paslanmaz Kör Flanşlar

Diğer flanşlar gibi conta yardımıyla parçaların birbirine bağlanmasına yardımcı olan paslanmaz kör flanşlar, özellikle hattın sonlarında kullanılmaktadır.

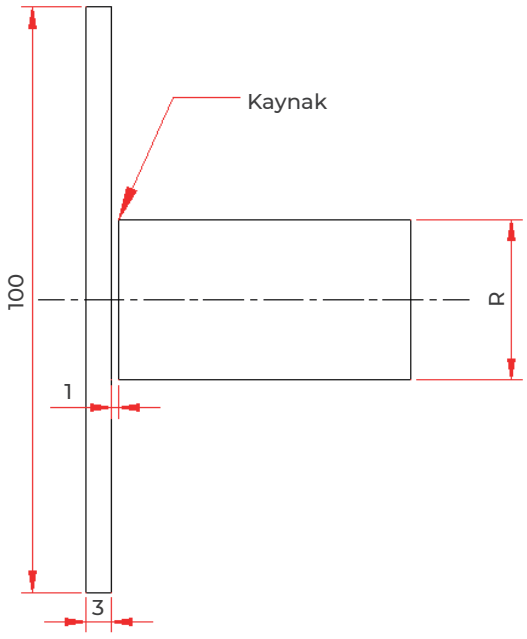
Görsel 12.21: Flanş çeşitleri

3.2. Flanş Kaynağında Dikkat Edilecek Hususlar

- Bağlantı yapılacak yerin koşullarına ve malzemeye uygun flanş seçilir.
- Flanşlar bağlantı cıvata delikleri birbirini karşıladıktan sonra borulara puntalanır.
- Boy hesaplamasında sızdırmazlık sağlamak için araya konulması gerekli conta kalınlığının hesaplanması unutulmamalıdır.
- Kaynak sırasında iş sağlığı ve güvenliği önlemleri alınmalıdır.

3.3. İş Parçalarını Flanş Kaynağına Hazırlamak

Flanş kaynağı için gerekli malzeme temin edildikten sonra kaynatılacak parçaların kaynak işlemine hazır hale gelmesi için yüzeylerindeki kir ve çapaklar temizlenmelidir. Kaynatılacak parçalar arasında 1 mm boşluk ayarlamak için gerekli çalışma yapılmalıdır. Bu işlem, sac parça ile boru arasına uygun kalınlıkta parçalar koyularak yapılabilir (Görsel 12.22).



Görsel 12.22: Parçanın kaynağa hazırlanması

3.4. Flanş Kaynağı Uygulama Teknikleri

- Birleştirme işleminin hatasız olması için parça, şekilde gösterildiği gibi flanşla arasında 1 mm boşluk olacak şekilde yerleştirilir.
- Parçanın puntalaması işleminde kolaylık sağlaması amacıyla boru üzerine bastırabilir veya ağırlık koyulabilir. Gerekli ayarlama işlemleri yapıldıktan sonra parça en az iki noktasından puntalanır.
- Puntaların karşılıklı olmasına dikkat edilir.
- Simetrik puntalanmayan birleştirmede kaynak esnasında çekmelerden dolayı eksen kaçıklığı meydana gelebilir. Kaynatma işlemi tek pasoda yapılmaya çalışılır.

3.5. Borulara Flanş Kaynağı Yapmak

- Boru ile flanşa gerekiyorsa kaynak ağzı açılır ve alıştırılır.
- Boru ile flanş birbirine 90° dik veya istenilen açıda eşit aralıkla puntalanır (Görsel 12.23).
- Gerekiyorsa ön tavlama uygulanır.
- Kaynak pozisyonuna göre iç köşe kaynağı çekilir.
- Bazı flanşlar içten de kaynatılır.
- Kaynak bitiminde gerekiyorsa ısıl işlem uygulanır.
- Kaynaktan sonra sızdırmazlık ve basınç kontrolü yapılır.

Görsel 12.23: Flanşın puntalanması

Uygulama 54

MIG-MAG İLE FLANŞ KAYNAĞI YAPMA

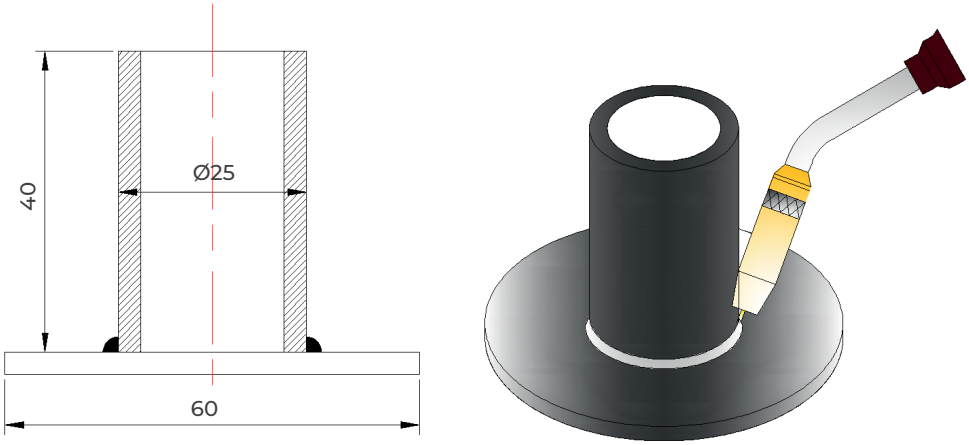
3 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19179

Amaç

MIG-MAG küt flanş kaynağı yapabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 12.24: Kaynak yapılacak metalin ve borunun ölçüsü

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
MIG-MAG kaynak takımı		1 adet
Metal saç	100x30x3 mm	1 adet
Kaynak pastası		1 adet
Çelik boru	3/4"	1 adet
Pense		1 adet
Numaratör		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş güveliği için gerekli ekipmanlar giyilerek tedbirler alınır.
2. Tüm araç gereçler hazırlanır.
3. Regülatör üzerinde gerekli gaz basıncı ayarlanır.
4. Cihaz üzerinde malzeme kalınlığına uygun kademe ayarları yapılır.
5. Kaynağa başlanmadan önce torcun içine çapak yapışmasını engellemek için torc, pastaya batırılır veya sprey kullanılır.
6. Boru ile alt parça arasında 1 mm boşluk bırakılır.
7. Parçada çarpılmaları engellemek için uygun aralıklarda punta atılır.
8. Kaynak torcu kaynak yönünde hareket ettirilir.
9. Kaynak bitiminde parça soğutulur ve soğuyan parçaya numara basılır.
10. Biten iş parçası sorumlu öğretmene teslim edilir.
11. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
12. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ

MIG-MAG kaynak yöntemi ile çelik boruların kaynağını yapmak.

GİRİŞ

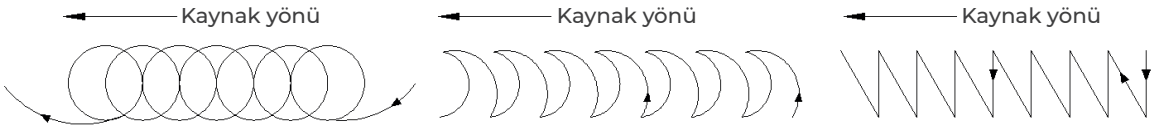
MIG-MAG kaynak makineleri, iş sağlığı ve güvenliği eğitimi alınarak ve tekniğine uygun olarak kaynağa hazır hale getirilebilecek ve yine tekniğine uygun olarak MIG-MAG kaynak yöntemi ile çelik boruların kaynağını yapabilme bilgi ve becerisi kazanılabilecektir.

4. MIG-MAG KAYNAK YÖNTEMİYLE BORU KÜT EK KAYNAĞI YAPMAK

4.1. Torca Verilecek Hareketler

Yapılacak kaynaklı birleştirmeyi başarılı bir şekilde sonuçlandırmanın en önemli faktörlerinden biri torca verilecek hareketlerdir. Kaynağı yapacak kişi, ilerleyen zaman içerisinde geliştirdiği bilgi ve tecrübesiyle işin biçimi ve konumuna uygun hareketleri de geliştirebilecektir.

Ancak burada uyulması gereken, kaynak torcunun kaynak yönüne doğru tutulması ve eğilmesidir. Bunun sebebi koruyucu gazın kaynak alanını korumasıdır (Görsel 12.25).



Görsel 12.25: Boru kaynağında torca verilecek hareketler

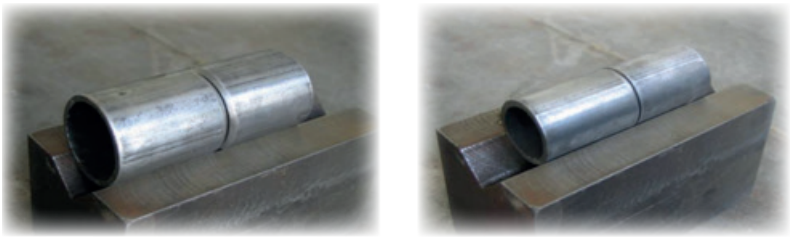
4.2 .Kaynak Öncesi Hazırlığın Önemi

4.2.1. Boruların Kaynağa Hazırlanması

Akışkanların iletilmesinde kullanılan boruların kaynağına daha çok özen gösterilmelidir. Kaynağın iyi olabilmesi için kaynak ön hazırlığın iyi bir şekilde yapılabilmesi gerekir. İletilecek akışkanlar yanıcı ve patlayıcı ise kaynağın hatasız bir şekilde yapılması gerekir.

Kaynak öncesi yapılan hazırlık kaynak dikişinin kalitesini artırır. Aynı zamanda kaynağın fiziksel görünümünü iyi gösterdiği gibi kaynağın ekonomik olmasını da sağlar. Hatasız kaynak yapılabilmesi için kaynak yapılacak parçaya aşağıdaki işlemelerin sırasıyla uygulanması gerekir.

- Markalama
- Kesme
- Temizleme
- Alıştırma
- Kaynak ağzı açma



Görsel 12.26: Boruların puntalanmasında kullanılan V yatakları

Boruların alın kaynağında, kaynak ekinin eksenden kaçık olması birleştirmenin sağlıklı bir şekilde yapılmasını engeller. Boruların alın kaynağı yapılmasında V yatakları kullanılarak eksenel kaçıklıklar önlenir. V yatakları yerine köşebentler de kullanılabilir (Görsel 12.26).

Markalama

Kaynak yapılacak iki farklı malzemenin istenilen biçimde ve ölçüde kaynatılması için yapılan işlemdir.

Kesme

Farklı biçimdeki malzemelerin istenilen ölçü ve biçimlerde kaynak yapılmaya elverişli hâle getirilmesi gerekir. Bunun için yapılan işlem, kesme işlemidir.

Temizleme Yöntemleri

Hangi kesme işlemi kullanılırsa kullanılsın kaynakta çapaklar meydana gelecektir. Bu çapakların temizlenmesindeki amaç, boruların içinden geçecek akıcı malzemelerin tıkanmamasıdır.

Çapaklar temizlenirken, boruların yüzeylerinde üretim esnasında birikmiş yağ, kir ve oksit artıklarının da kaynak öncesi yok edilmesi gerekir.

Bunların temizlenmesinde talaşlı üretim araçlarından yararlanılır. Küçük kısımlar eğelerle, eğer ağır temizlik gerekiyorsa el tipi zımpara taşları ile giderilir. Aynı çaptaki boruların kesilen ve kaynakta birleştirilecek ağızları temizleme taşı ile temizlenmeli, eğe ile yüzey pürüzlülükleri giderilmelidir.

Alıştırma

Kaynak yapılacak iki farklı malzemenin uçları arasında hiç boşluk bırakılmadan kaynak yapılması gerekir. Bunun için malzemenin uçları birbirine tam temas edecek şekilde temizlenip düzenlenir. Bu işlem alıştırma olarak ifade edilir.

Kaynak Ağzı Açma

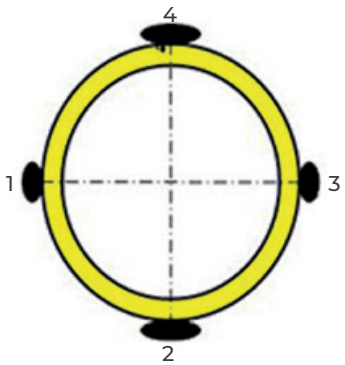
Kaynaklı birleştirme yapılacak alanların kesitlerinin daraltılmasına **kaynak ağzı** denir. Kaynak ağzı açmanın amacı; birleştirmenin istenilen düzeyde sağlam, hatasız, kaynak dikişinin iş parçasıyla aynı özellikte ve dikiş işleme derinliğinin iyi olması içindir.

Küçük çaplı borulara küt ek kaynağı yapılacaksa kaynak ağzı gerekmez. Ancak küçük çaplı borulara kaynak ağzı gerekiyorsa bu; eğelerle, boru keskilerle ve taşlama makineleri ile açılabilir.

4.3. Boru Kaynağı Yapma

4.3.1. Boruları Puntalama Yöntemleri

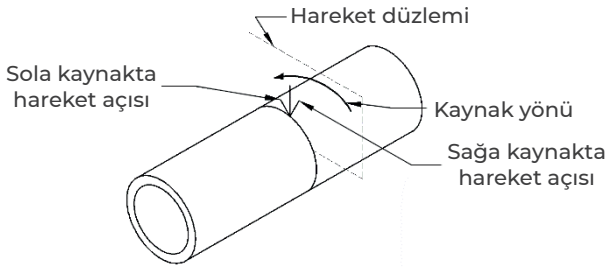
Boruların aynı eksende kaynatılabilmesi için puntalama yapılması gerekir. Bu işlem, boruların silindirik yüzeye sahip olmalarından dolayı V yatakları üzerinde gerçekleştirilir. Puntalama işleminde borular arasında, borunun et kalınlığının yarısı kadar boşluk bırakılır. Puntalama boru çevresinde eşit aralıklı 4 noktada yapılır. Büyük çaplı borularda kaynak çekmeleri ve eksenel kaymaların meydana gelmemesi için punta sayısı en az 4 olmalıdır (Görsel 12.27).



Görsel 12.27: Alın kaynağında puntalama yöntemi

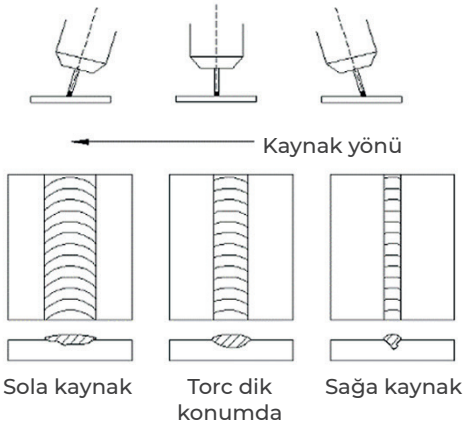
4.3.2. Elektrot Açıları

Kaynak dikişinin kaliteli ve istenilen özelliklerde olması için kaynak yapılacak malzemenin konumuna göre uygun elektrot açısının verilmesi gerekir (Görsel 12.28).



Görsel 12.28: Hareket düzlemi üzerinde çalışma açısı

Elektrodun ucu kaynak yönünün aksi yönüne doğru yönelmiş ise bu teknik sağa kaynak, elektrot ucu kaynak doğrultusuna yönelmiş ise bu teknik sola kaynak olarak adlandırılır.



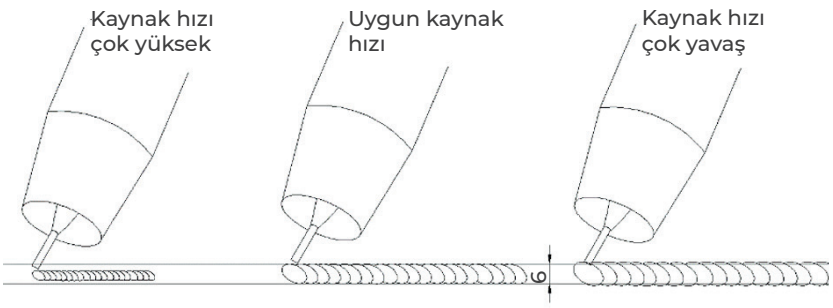
Görsel 12.29: Kaynak konumlarının parça üzerine etkileri

Hareket açısı sıfırdan itibaren sola kaynak tekniğine doğru artırılacak olursa etkinlik artar ve kaynak dikişi geniş ve düz hâle dönüşür. En yüksek etki sağa kaynak tekniği ile hareket açısı 25° iken meydana gelir. Sağa kaynak tekniği daha dar bir dikiş, daha kararlı ve iş parçası üzerinde daha çok sıçrama meydana getirir. Erimiş kaynak banyosunun daha iyi kontrol edilmesi ve korunması için normal olarak kullanılan elektrot açısı, 5° ile 15° arasında değişen hareket açısıdır (Görsel 12.29).

4.3.3. Kaynak Hızı

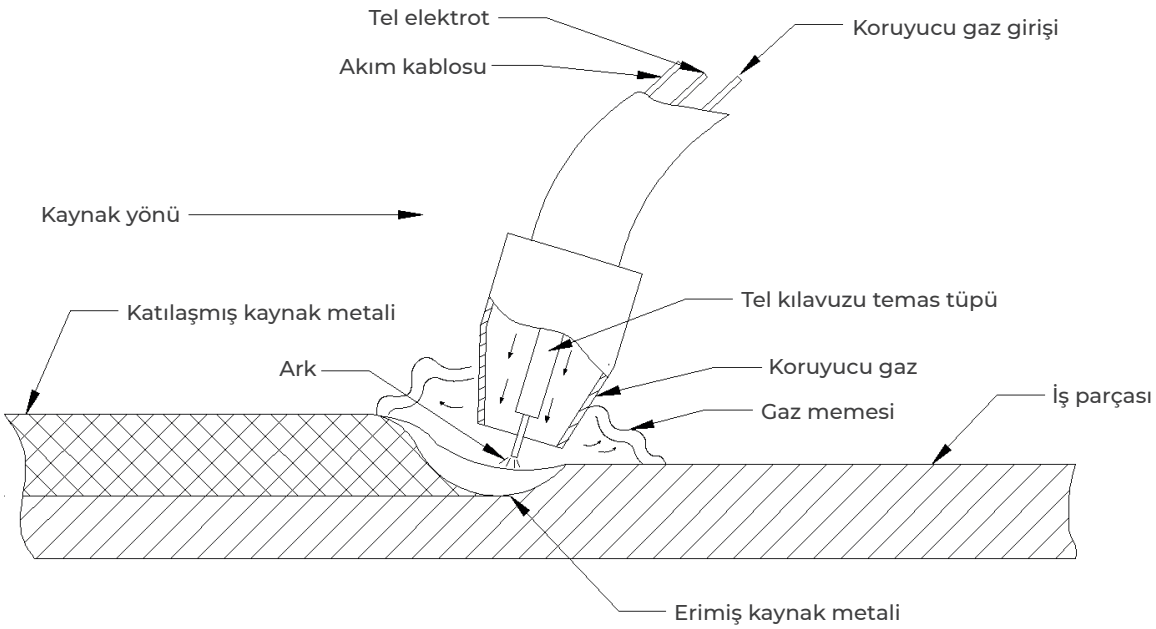
Kaynak hızı arkın, kaynak birleştirmesi boyunca ilerleme hızıdır. Orta değerdeki kaynak hızlarında, kaynak etkisi en fazladır. Kaynak hızı azaldığında birim kaynak uzunluğunda yığılan kaynak metali miktarı artar.

Çok düşük kaynak hızlarında kaynak arkı, esas metal erimiş kaynak banyosu üzerinde yanar ve bu nedenle etki azalır. Bu sırada geniş bir kaynak dikişi de oluşur (Görsel 12.30).



Görsel 12.30: Kaynak konumlarının parça üzerine etkileri

Kaynak hızı artırılırsa ark esas metale daha doğrudan etki ettiği için, birim kaynak dikişi uzunluğu başına arktan, esas metale iletilen ısıl enerji önce artar. Kaynak hızının daha da artırılmasıyla birim dikiş uzunluğu başına, esas metale, daha az ısı enerjisi verilmesi sonucunu doğurur. Bu nedenle artan kaynak hızıyla esas metalin erimesi önce artar fakat daha sonra azalır. Kaynak daha da artırılacak olursa ark tarafından eritilen yolu doldurmaya yetmeyecek miktarda dolgu metali yığılması olur. Bu yığılma da kaynak dikişinin kenarlarında yanma olukları meydana getirir.



Görsel 12.31: Kaynak konumlarının parça üzerine etkileri

4.4. Boru Kaynağını Yapma

Boru kaynağını yapmak için aşağıdaki işlemler göz önünde bulundurulmalıdır:

- Kaynak parametreleri (makine, torc, araç gereç) hazırlanmalıdır.
- Kaynak yapılacak malzemeler kaynağa hazırlanmalıdır.
- Kaynak akımı, elektrot açısı ve kaynak hızı iyi belirlenmelidir.
- Torcla kaynak parçasındaki mesafe iyi ayarlanmalıdır.
- Kaynak bitiminde cüruflar temizlenmelidir.

4.5. Boru Kaynaklarında Dikkat Edilecek Hususlar

- Kaynatılacak boruların markalanarak ölçüsünde kesilmesi,
- Kesilen parçaların yüzey pürüzlülüklerinin ve birleştirme temas noktalarının ara kesitlerinin oluşturularak birbirine alıştırılması,
- Parçalara eksen noktaların karşılıklı gelecek şekilde 4 noktadan puntalanması,
- Punta aralığının borunun tüm çevresinde eşit olması,
- Kaynaklama işlemine tepe noktasından başlanması ve borunun ¼'ü kadar dikiş çektikten sonra konumun değiştirilmesi,

- Kaynak sırasında kaynak banyosunun küçük tutulması,
- Özellikle küçük çaplı boruların kaynağında düşük gerilimli akım kullanılması,
- İnce et kalınlığına sahip küçük çaplı boruların sola doğru ve delinmemesi için mümkün olduğunca kısa sürede kaynak edilmesidir.

4.6. Kaynak Dikişini Temizleme

Gazaltı kaynağı, diğer kaynak yöntemlerinde olduğu gibi bir cüruf tabakası oluşturmaz. Ancak kaynak sırasında sıçramalardan dolayı etrafında oluşan kaynak birikintilerinin temizlenmesi gerekir. Borunun kullanım alanı çoğunlukla belirli bir kısma girdiği için kaynak yüzeyinde oluşan bu çıkıntıların temizlenip herhangi bir soruna sebep olmaması gerekir.

Uygulama 55

MIG-MAG İLE ÇELİK BORULARIN KAYNAĞINI YAPMA

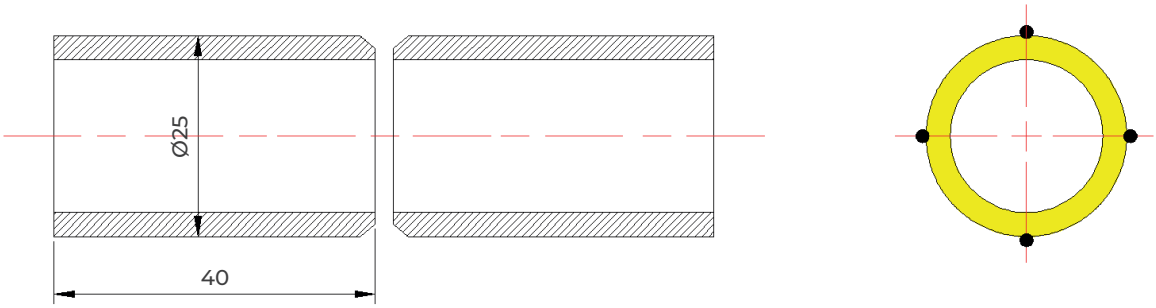
4 Ders Saati

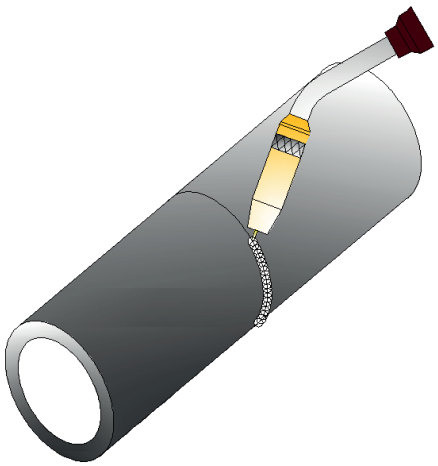
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19180

Amaç

MIG-MAG boru kaynağı yapabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller





Görsel 12.32: Kaynak yapılacak borunun ölçüsü

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
MIG-MAG kaynak takımı		1 adet
Çelik boru	25 mm çapında	1 adet
Kaynak pastası		1 adet
Pense		1 adet
V kaynak yatağı		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş güveliği için gerekli ekipmanlar giyilerek tedbirler alınır.
2. Tüm araç gereçler hazırlanır.
3. Regülatör üzerinde gerekli gaz basıncı ayarlanır.
4. Cihaz üzerinde malzeme kalınlığına uygun kademe ayarları yapılır.
5. Kaynağa başlamadan önce nozula çapak yapışmasını engellemek için nozul, pastaya batırılır veya sprey sıkılır.
6. Boru V kaynak yatağına yerleştirildikten sonra çarpılmaları engellemek için uygun aralıklarda boruya punta atılır.
7. Kaynak torcu, kaynak yönünde hareket ettirilir.
8. Kaynak bitiminde parça soğutulur.
9. Soğuyan parçaya numara basılır.
10. Biten iş parçası sorumlu öğretmene teslim edilir.
11. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
12. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

ÖĞRENME BİRİMİ

13

TIG KAYNAĞI İŞLEMLERİ

KONULAR

1. Koruyucu Gazları Kaynağa Hazırlama
2. TIG Kaynak Makinesini Kaynağa Hazırlama
3. TIG Kaynağı ile Çelik Boruların Kaynağı
4. TIG Kaynağı ile Bakır ve Alaşımlarının Kaynağı

AMAÇ TIG kaynağında koruyucu gazları kaynağa hazırlamak.

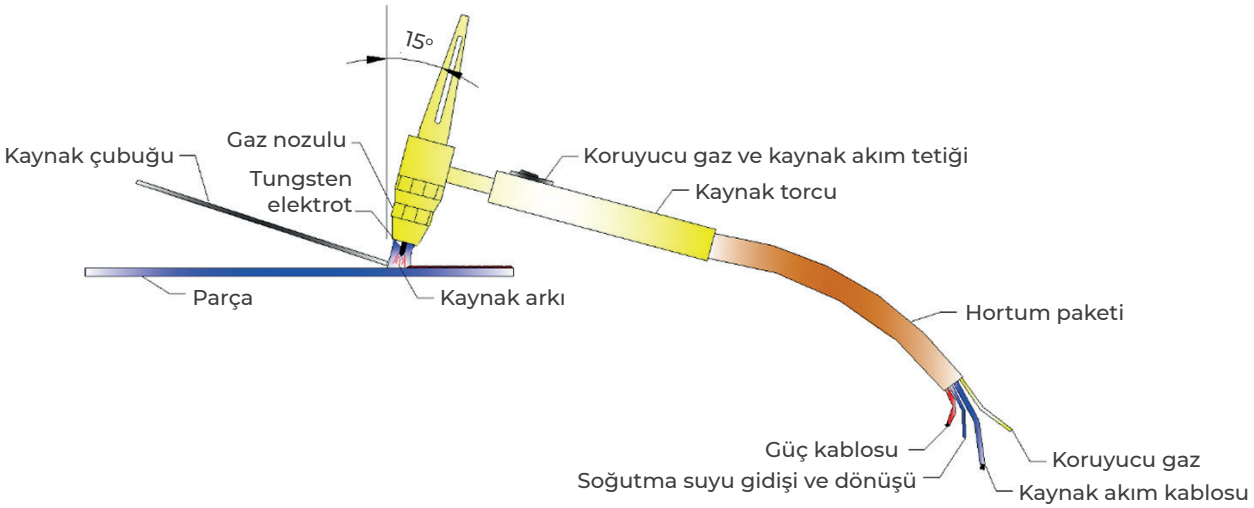
GİRİŞ TIG kaynak yöntemi çok geniş bir uygulama alanına sahiptir. Demir esaslı alaşımların kaynağında ve endüstride demir dışı metal ve alaşımların çok büyük bir kısmının kaynatılmasında başarı ile kullanılarak bütün kaynak pozisyonlarında sağlıklı sonuçlar alınmaktadır. Bu yöntem ince levhaların kaynağında çok başarılı sonuçlar vermesinin yanı sıra kalın parçalara da kolayca uygulanmakta olup iş sağlığı ve güvenliği eğitimi alınarak ve tekniğine uygun olarak TIG kaynak makinelerinde kullanılan koruyucu gazlar, kaynağa hazır hale getirilebilecektir.

1. KORUYUCU GAZLARI KAYNAĞA HAZIRLAMA

TIG kaynağı (Bazı kaynaklarda WIG "Wolfram İnert Gaz" olarak geçmektedir.), kaynak için gerekli ısının tükenmeyen bir elektrot ile iş parçası arasında oluşan ark sayesinde ortaya çıktığı bir ark kaynak yöntemdir.

Kaynak bölgesine hiç ilave metal verilmeden sadece kaynak edilecek ana metal veya metaller eritilerek yapılabildiği gibi, erimeyen tungsten elektrot ile oluşturulan ark bölgesine ayrıca ilave metal tel beslenerek de kaynak metali oluşturulur (Görsel 13.1).

Elektrot, kaynak banyosu, ark ve iş parçasının kaynağa yakın bölgeleri, atmosferin zararlı etkilerinden kaynak torcundan gelen gaz (argon, helyum veya argon helyum karışımı) tarafından korunur. Gaz, kaynak bölgesini tam olarak koruyabilmelidir aksi takdirde çok küçük bir hava girişi dahi kaynak metalinde hataya neden olur.



Görsel 13.1: TİG kaynak torcu kısımları

TIG: Tungsten erimeyen elektrot Inert (asal) Gaz koruması altında kaynak yöntemi. (Kullanılan gaz çoğunlukla argon gazı olmakla birlikte, özel bazı uygulamalarda helyum veya argon-helyum karışımı gazlarda kullanılır.)

1.1. TIG Kaynağında Kullanılan Koruyucu Gazlar

TIG kaynak yönteminde koruyucu gaz kullanmanın tek amacı kaynak sırasında, kaynak banyosu ve erimeyen tungsten elektrodunu, havanın olumsuz etkilerinden korumaktır. TIG kaynak yönteminde kullanılan koruyucu gazlar; helyum ve argon veya bunların karışımı gibi asal gazlar olup kimyasal bakımdan nötr

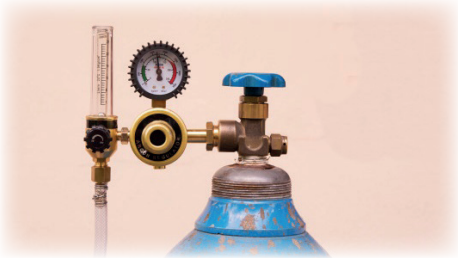
karakterde, kokusuz ve renksiz mono atomik gazlardır. Bunlar kimyasal olarak nötr bir karakter taşır ve diğer elemanlarla birleşmez. Her ikisi de renksiz ve kokusuz birer gaz olup yanmazlar. Hafif metal ve alaşımlarının kaynağında bulunan argonun çok saf olması istenir. Mesela argonun (99,99) içerisinde bulunan az miktardaki su buharı, oksijen ve azot kaynağının kalitesine tesir eder. Oksijen ve azotu az olan argon temiz ve parlak bir kaynak dikiş yüzeyi verir. Eğer azot ve oksijen miktarı sınır üzerinde bulunursa yapılan kaynakta dikişin yüzeyi ve geçiş bölgeleri gri, kahverengi veya mat bir durum alır. Argon gazı 150-180 atmosfer basıncı altında tüplere doldurularak nakledilir. Tüpün içeriği, tüpün büyüklüğüne göre 6-9 m^3dür. Argon, oksijen gibi kaynak basıncına özel basınç düşürme manometreleriyle düşürülür. Argon miktarı, yine tüp üzerinde bulunan ve basınç düşürme manometresiyle birlikte takılan özel aletlerle ölçülür. Bu da ayrıca otomatik kumanda cihazına bağlıdır.

1.2. Regülatörler

Kaynaklı uygulamalarda kullanılan regülatörler iki çeşit olarak karşımıza çıkarlar. Bunlar: "Basınç Regülatörleri" (ör: Oksijen, asetilen regülatörleri gibi) ve "Akış Regülatörleri" (ör: Karbondioksit, argon, karışım gaz regülatörleri gibi). Basınç regülatörlerinin her iki göstergesi basınç cinsinden; akış regülatörlerinde tüp göstergesi basınç, çalışma göstergesi ise debi (l/dk.) cinsinden gösterime ayarlanmıştır (Görsel 13.2).

TIG kaynağında kullanılan regülatörler akış regülatörleridir ve mutlaka kullanılan gazın cinsine uygun seçilmelidir. Pratikte çalışma debisi olarak ise tel çapının on katı ve küçük kayıpların karşılanması için bu sonuca iki litre/dakika daha gaz ilave edilerek kullanılır. Örneğin, 0,80 mm çapında gaz kullanımında:

(0,80 . 10) + 2 = 10 l/dk. gaz kullanımı ayarlanmalıdır.



Görsel 13.2: Regülatör

1.3. Hortumlar

Özel olarak gözeneksiz üretilen hortumlar, gazları tüplerden üfleçlere iletir. Farklı gaz cinsleri için farklı renklerdedir. Kaynak çapaklarına ve aleve karşı dirençlidir. Doğal ve sentetik kauçuktan imal edilmiştir. Alt kat, katlar arası sentetik tekstil örgü takviye, her türlü aşınmaya, aleve dayanıklı üst kat olmak üzere üç katlı olarak imal edilmiştir (Görsel 13.3).

Görsel 13.3: Hortum

Uygulama 56

KORUYUCU GAZLARI KAYNAĞA HAZIRLAMA

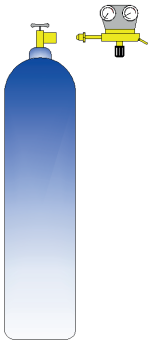
2 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19182

Amaç

TİG kaynak yöntemi için basınç regülatörü montajı ve çalışma basınç ayarını yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 13.4: Regülatör bağlantısı

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Karışım gazı regülatörü		1 adet
Karışım gazı tüpü		1 adet
İki ağızlı anahtar seti		1 adet
Kurbağacık	12”	1 adet
Uygun çapta conta		1 adet
Yıldız tornavida takımı		1 adet
Gaz kaçak spreyi		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş güvenliği için kişisel koruyucu donanımlar giyilerek gerekli tedbirler alınır.
2. Tüm araç gereç ve ekipman hazırlanır.
3. Argon gazı üzerindeki ventillerin kapalı olduğu kontrol edilir.
4. Gaz çıkış bölgesindeki dişler kontrol edilir.
5. Valf ağzındaki olası pisliği atmak için tüp valfi kısa süreli ve hafifçe açılıp kapatılır.
6. Tüp valfine uygun çapta rakor contası seçilir.
7. Basınç düşürücü gövdesinden sıkıca tutulur.
8. Uygun anahtar kullanılarak giriş bağlantı rakoru sıkıca tüp valfine vidalanır.
9. Gazaltı kaynak makinesi gaz hortumu, kelepçe geçirilerek bağlantısı regülatörün gaz çıkışına sabitlenerek tornavida ile sıkıştırılır.
10. Gazaltı kaynak makinesine giren argon gazı giriş bağlantısı kontrol edilir.
11. Argon gazı tüpü valfi bir tur açılır.
12. Gaz kaçak spreyi ile rakor contasının sızdırmazlık testi yapılır.
13. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
14. Arkadaşlarınız ile çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ

TİG kaynak makinesini kaynağa hazırlamak.

GİRİŞ

TİG kaynak yöntemi çok geniş bir uygulama alanına sahiptir. Demir esaslı alaşımların kaynağında ve endüstride demir dışı metal ve alaşımların çok büyük bir kısmının kaynatılmasında başarı ile kullanılarak bütün kaynak pozisyonlarında sağlıklı sonuçlar alınmaktadır. Bu yöntem ince levhaların kaynağında çok başarılı sonuçlar vermesinin yanı sıra kalın parçalara da kolayca uygulanmakta olup iş sağlığı ve güvenliği alarak tekniğine uygun olarak TİG kaynak makineleri kaynağa hazır hale getirilebilecektir.

2. TIG KAYNAK MAKİNESİNİ KAYNAĞA HAZIRLAMA

TIG kaynağında başarılı bir sonuç elde etmek ve kaynağın tüm kapasitesini kullandırabilmek için her bir parçanın kendi fonksiyonu olan birçok farklı parçadan oluşan donanıma sahip olması gerekir.

2.1. TIG-MIG Kaynak Donanımını Oluşturan Elemanlar

- Akım üreteci
- Torc
- Koruyucu gaz tüpü ve donanımı
- Soğutma sistemi
- Torc üzerinden veya ayakla kontrol edilen kumanda

TIG kaynağında düşen karakteristikli kaynak makineleri (akım üreteçleri) kullanılır. Bu nedenle prensip bakımından elektrik ark kaynağında kullanılan makineler TIG kaynağında da kullanılabilir. TIG kaynağında, elektrik ark kaynağına kıyasla devrede kalma süresindeki kesiklikler çok daha az sayıda olduğundan

uygun kuvvette akım üreteçlerinin seçimi çok önemlidir (Görsel 13.5).

Görsel 13.5: TIG kaynak makinesi

TIG Kaynak Makineleri

Kaynak akımı için gerekli olan gerilim ve şiddeti oluşturmak amacıyla geliştirilmiş makinelerin tümüne **kaynak makinesi** veya **akım üreteci** denir.

Ergitme kaynağında kullanılan elektrik ark kaynak makineleri, şebekeden aldığı yüksek gerilim ve düşük akım şiddetindeki elektrik enerjisini düşük gerilime ve yüksek akıma çevirir. Kaynak makinelerinde kullanılan ark gerilimi 25-55 volt, akım şiddetiyse 10 ila 600 amper arasındadır. Aşağıda açıklanacak koruyucu gaz kaynağında kullanılan kaynak makineleri, doğru ve dalgalı (alternatif) akım türüyle çalışır. Her iki akım türünün kaynak oluşumuna değişik katkı ve üstünlükleri vardır. Yine de akım türünün seçimi, kaynak elektrodu ve donanımının yapısına göre değişiklik gösterir. Ayrıca ark kaynak makineleri karakteristik ark çizgilerine göre de gruplanır. Örtülü elektrot kaynağında, fazla eğimli dik düşen karakteristikli çizgiye sahip kaynak akım üreteçleri; koruyucu ark kaynağında, yatay karakteristikli akım üreteçleri kullanılır.

İnverter Kaynak Makineleri

Örtülü elektrot ile yapılan ark kaynağı, kaynak yapılacak malzeme ile elektrot arasında ark oluşturularak elektrodun erimesini sağlayan ısı sayesinde oluşur. Bu arkı oluşturan etken ise yüksek akım şiddetidir.

Örtülü elektrot kaynağında kaynak makinesinin görevi, şebekeden aldığı yüksek voltaj (220V veya 380V) - düşük amper şiddetini, düşük voltaj - yüksek amper şiddetine dönüştürmektir. Uzun yıllar örtülü elektrot kaynağında kaynak transformatörleri veya kaynak redresörleri alternatifsizdi. Son on beş yılda tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de transformatör ve redresör kaynak makinelerinin yerini inverter kaynak makineleri almaya başladı (Görsel 13.6).

Görsel 13.6: TIG kaynak makinesi kutuplama

TIG Kaynak Torcları

TIG kaynağında kullanılan korucu gaz ile torcun tetik kısmına gerekli kaynak akımını getiren TIG kaynak ekipmanıdır (Görsel 13.7).

Görsel 13.7: TIG kaynak torcu

Tungsten Elektrotlar

Ülkemizde çoğunlukla paslanmaz çeliklerin ve alüminyum malzemelerin kaynaklarında kullanılan TIG yönteminde, tungsten elektrotlar genelde iki çeşit olarak bulunmaktadır. Bununla birlikte farklı çeşitlerini de bulmak mümkündür. Bunlar kırmızı renk kodu ve yeşil renk kodu ile ayırt edilmektedirler. Eğer alüminyum veya benzeri hafif metallerin kaynakları söz konusu ise kullanılması gereken tungsten elektrot yeşil renk kodludur.

Bunun dışında diğer tüm metallerin (karbon çelikleri, paslanmaz çelikler, bakır ve alaşımları vb.) kaynaklarında kullanılması gereken tungsten elektrot ise kırmızı renk kodludur. Bununla birlikte dünyada farklı renk kodları ile tungsten elektrotlar üretilmekte ve satışı yapılmaktadır (Görsel 13.8).

Görsel 13.8: Tungsten elektrotlar

Tablo 13.1: Tungsten Elektrot Renk Tablosu

AWS AST	% Min. Tungusten	% Toryum	% Zirkonyum	% Max. Diğer	RENK KODU	ERGİME DERECESİ (°C)
EW	99,5	---	---	0,5	YEŞİL	3400
EWTh-1	98,5	0,89 - 1,2	---	0,5	SARI	4000
EWTh-1	97,5	1,7 - 2,2	---	0,5	KIRMIZI	4000
EWTh-3	98,5	0,35 - 0,55	---	0,5	MAVİ	4000
EWZ	99,2	---	---	0,5	KAHVERENGİ	3700

Kaynak Elemanlarının Seçimi

TIG kaynağındaki kaynak sarf malzemesi, genelde çubuk biçiminde bulunur. Yöntemin tam mekanik uygulamasında malzeme, tel biçiminde ek bir sürme ünitesi tarafından beslenir. Normalde kaynak sarf malzemeleri ana metalle aynı türden seçilirler.

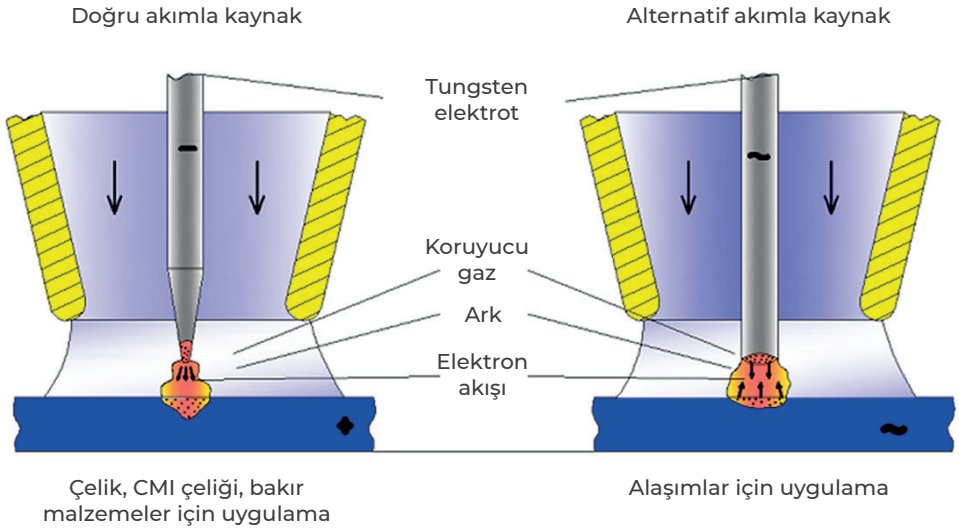
Malzeme Yüzeyinin Temizlenmesi

İyi bir kaynak sonucu için kaynak bölümündeki kaynak oluk yan duvarlarının ve iş parçası yüzeyinin, kaynağa başlamadan önce iyice temizlenmesi gerekir. Yüzeylerin çıplak metal biçiminde bulunması, gresten, kirden, pastan ve boyadan arındırılmış olması gerekir.

Kaynak Parametresi

TIG yönteminin alt kullanılabilirlik sırası çelikte yaklaşık 0,3 mm, alüminyum ve bakırda 0,5 mm'dir. Üst sınırları ise endüstriyel kullanımdaki sınırlarla belirlenir. Yöntemin dolgu kapasitesi çok yüksek değildir. Bu nedenle genelde sadece TIG kök pasolar kaynaklanır ve geriye kalan pasolarda daha yüksek performanslı diğer yöntemler (örtülü elektrot, MAG) uygulanır. Kaynak parametresi seçiminde, kaynak makinesinde sadece akım şiddetinin ayarlandığı zamanlar hatırlanmalıdır. Ark gerilimi, kaynakçının kullandığı ark uzunluğuna göre hesaplanır. Bu kapsamda ark uzunluğu arttıkça gerilimin de artması söz konusu-

dur. Doğru akımla ("-" kutup) çeliğin kaynaklanması sırasında her bir mm et kalınlığı için 45 amper akım şiddeti, tek paso kaynak için yeterli akım şiddetini oluşturur. Alüminyumda uygulanan alternatif akım kaynağında 40 amper/mm gereklidir (Görsel 13.9).



Görsel 13.9: Arkın ateşlenmesi

Koruyucu Gaz Miktarlarının Ayarlanması

Koruyucu gaz miktarı, l/dk. akış miktarı ile ayarlanır. Bu; kaynak banyosunun boyutuna, elektrot çapına, gaz memesi çapına, memenin ana malzeme yüzeyine doğru mesafesine, ortamdaki hava akışına ve koruyucu gazın türüne göre ayarlanır. Ayrıca koruyucu gazlar bölümüne de bakınız. Pratikte, koruyucu gaz olarak argon kullanıldığında ve en çok kullanılan 1 ila 4 mm arasındaki tungsten elektrot çaplarında her dakikada bir 5 ila 10 litre koruyucu gaz uygulanması söylenmektedir. Takılı bir biriktirme memesi önündeki orantısal basıncın debisi ölçülerek akış miktarı dolaylı olarak manometre ile ölçülebilir. Manometrenin cetveli bunun ardından doğrudan l/dk. cinsinden kalibre edilir. Cam tüpler ve şamandıra yardımıyla doğrudan torçtaki akan koruyucu gaz akışını ölçen ölçüm cihazları daha hassas sonuçlar verir.

Arkın Ateşlenmesi

Ark hiçbir zaman ana metal oluğunun dışında ateşlenmemeli, her zaman ateşleme yeri kaynak sırasında yeniden eriyecek yerin hemen yakınında bulunmalıdır.

TIG Torcunun Sürülmesi

TIG kaynağındaki kaynak sarf malzemesi, genelde çubuk biçiminde bulunur. Yöntemin tam mekanik uygulamasında malzeme, tel biçiminde ek bir sürme ünitesi tarafından beslenir. Normalde kaynak sarf malzemeleri ana metalle aynı türden seçilir.

Ark Boyu

Ark boyu, kaynak esnasında ısı kontrolü için önemlidir. TIG kaynağı sabit akımlı bir yöntemdir (Makine üzerinde amper ayarı yapıldıktan sonra kaynak yapılır.). Ancak ark boyu arttıkça voltaj yükseleceğinden kaynak bölgesinde ısı girdisi artacaktır. Yeni başlayanlar tungsten elektrotun kirlenmesinden korktukları için ark boyunu yüksek tutma eğilimindedirler. Aslında ark boyu kullanılan tungsten çapının 1-1,5 katı arasındadır (Örneğin; 1,6 mm çapında tungsten elektrot kullanıyorsanız ark boyu 1,6 ile 2,4 mm arasında olmalıdır.). Aşırı ark boyu arkın kontrolünü zorlaştırır. Aynı zamanda tungsten çok ısınır.

Uygulama 57

TIG KAYNAK MAKİNESİNİ KAYNAĞA HAZIRLAMA

1 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19183

Amaç

TIG kaynak makinesinin torc ve şase bağlantısını yapabilmek.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
TIG kaynak makinesi		1 adet
Torç		1 adet
Şase kablosu		1 adet

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller

Görsel 13.16: TIG kaynak makinesi kutuplama

İşlem Basamakları

1. Cihazın şase kablosu "+" kutba bağlanır.
2. Torcun üzerinde olan 3 adet bağlantının neler olduğu tespit edilir.
3. Tespit edilen kablo "-" kutba bağlanır.
4. Torc hortumu gaz girişine bağlanır.
5. Torc soketi ise kontrolcü girişine bağlanır.
6. Bağlantısı daha önce yapılan koruyucu gaz açılır.
7. Son kontroller yapıldıktan sonra torcun ekipmanları birleştirilir.
8. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
9. Arkadaşlarınız ile çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

Uygulama 58

TIG KAYNAK MAKİNESİNİ KAYNAĞA HAZIRLAMA

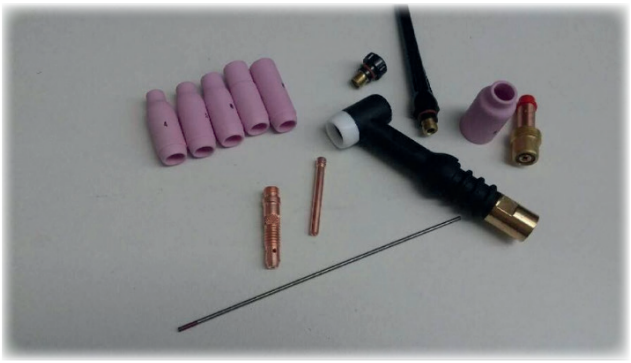
2 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19184

Amaç

TIG kaynak makinesinin torc ekipmanlarını doğru bir şekilde birleştirebilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 13.11: Torç ekipmanları

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
TIG kaynak makinesi		1 adet
Torc		1 adet
Torc ekipmanları		1 adet

İşlem Basamakları

1. Cihaza bağlanan torc ele alınır.
2. Torcun ön ucuna gaz üfleyici bağlanır.
3. Tungsten elektrot tutucu torcun arka kısmından içine itilir.
4. Tugsten elektrodu tutucunun içine yerleştirilir.
5. Torcun ön kısmına seramik nüzul (fincan) bağlanır.
6. Torcun arka kısmına elektrot oturtacak şekilde tapa bağlanır.
7. Tungsten elektrot mesafesi, seramik nodülünün numarasına göre belirlenir.
8. Elektrot istenilen mesafeye getirildikten sonra tapa sıkılır.
9. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
10. Arkadaşlarınız ile çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT!

Tüm ekipmanlar tungsten elektrot çapına uygun seçilmelidir.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

Uygulama 59

TIG KAYNAK MAKİNESİNİ KAYNAĞA HAZIRLAMA

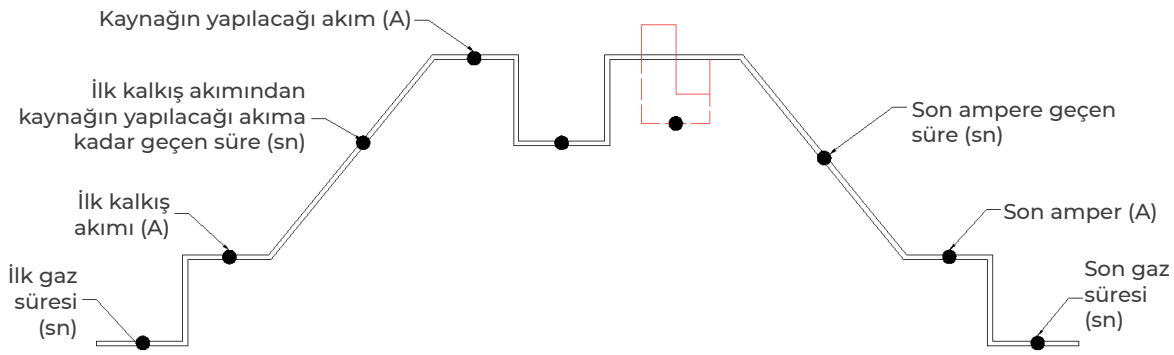
2 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19185

Amaç

TIG kaynak makinesi parametre değerlerini doğru şekilde ayarlayabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 13.12: TIG kaynak makinesi parametre şeması

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
TIG kaynak makinesi		1 adet

İşlem Basamakları

1. Kaynak makinesi açılır.
2. Çalışılacak malzemenin türü ve kalınlığı belirlenir.
3. Cihaz parametreleri belirlenir.
4. Kaynağa başlanırken ilk gaz süresi belirlenir.
5. İlk kalkış akımı belirlenir. (Bu değerin girilmesinin sebebi ince parçaların yırtılmasını engellemek içindir. Çalışma akımının altında seçilir.)
6. Kalkış akımından kaynağın yapılacağı akıma geçiş süresi belirlenir.
7. Tetik bırakıldığında son ampere geçilir.
8. Kaynak bitimindeki son amper değeri girilir.
9. Kaynak bitimindeki son gaz süresi belirlenir.
10. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
11. Arkadaşlarınız ile çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ

TIG kaynağı ile çelik boruların kaynağını yapmak.

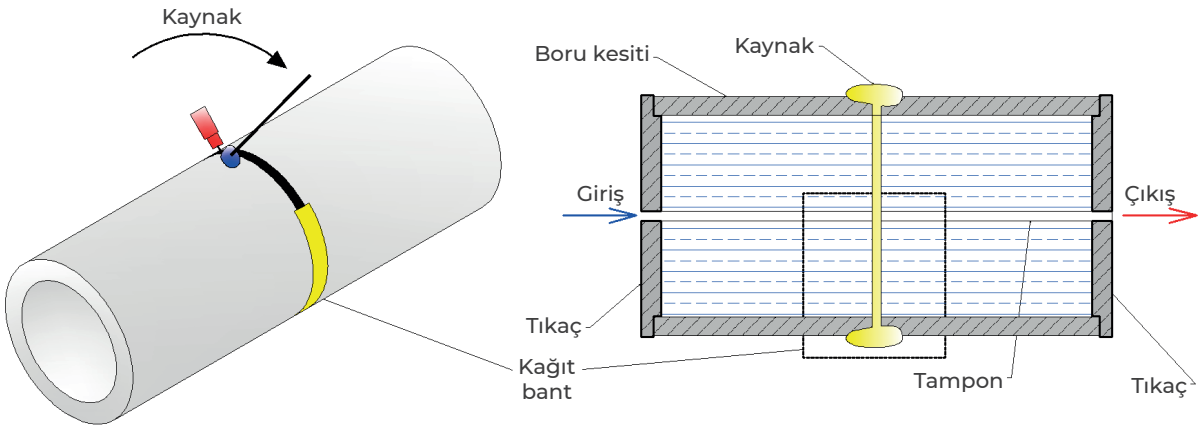
GİRİŞ

TIG kaynak yöntemi çok geniş bir uygulama alanına sahiptir. Demir esaslı alaşımların kaynağında ve endüstride demir dışı metal ve alaşımların çok büyük bir kısmının kaynatılmasında başarı ile kullanılarak bütün kaynak pozisyonlarında sağlıklı sonuçlar alınmaktadır. Bu yöntem ince levhaların kaynağında çok başarılı sonuçlar vermesinin yanı sıra kalın parçalara da kolayca uygulanmakta olup iş sağlığı ve güvenliği eğitimi alınarak ve tekniğine uygun olarak TIG kaynağı ile çelik boruların kaynağı yapılabilecektir.

3. TIG KAYNAĞI İLE ÇELİK BORULARIN KAYNAĞI

Özellikle ilaç ve gıda tesislerinin çoğunlukla paslanmaz çelikten yapılan boru hatlarında mutlaka kullanılan TIG yöntemi, günümüzde karbon çeliğinden üretilmiş endüstriyel tesislerin boru donanımları, gemilerin boru donanımları, doğal gaz kolon ve daire veya tesis içi hatlarının da gerek kök paso gerek dolgu kaynaklarında yoğun olarak kullanılmaktadır.

Boru hatlarından geçirilen akışkan, özellikle insan sağlığı ile doğrudan ilgili ise (gıda, ilaç vb.) kök pasoların uygulamasında, boru hattına mutlaka tampon (kök) gazı doldurulmalıdır. Bu gaz; saf argon, azot veya argon ile azot karışımı olabileceği gibi, gaz firmalarının bu amaç ile ürettikleri "kök gazı" da kullanılabilir. Bu işlem yapılmadığı takdirde kaynak boru içinde sarma veya çöküntüler şeklinde şekil bozuklukları oluşacaktır. Hatta bu noktalara takılan akışkan, kalıntılara ve çeşitli bakterilerin oluşmasına neden olacaktır. Daha sonra hattan geçirilen akışkan da bu istenmeyen bakteriler nedeni ile bozulacaktır. Oysaki tampon gazı doldurulan hatta yapılan kaynaklarda, kaynağın arka (boru içindeki) bölümündeki yüzeyi de aynı dış yüzeydeki gibi sırt formu şeklinde akışkanın kalıntı bırakmadan geçebileceği bir yüzey oluşturacaktır (Görsel 13.13).



Görsel 13.13: Tampon gaz kullanılarak yapılan boru kaynağı

TIG Kaynağının Avantajları

- Yüksek bir kaynak hızının sağlanması
- Verilen ısının belirli bir bölgeye tesir etmesi
- Isı distorisyonlarının azlığı
- Mekanik özelliklerin iyi korunması
- Temiz kaynak dikişlerinin elde edilmesi
- Kaynak işlemi bitiminde temizliğe ihtiyaç duyulmaması
- Kolay bir şekilde mekanize edilmesi

TIG Kaynağının Dezavantajları

- Tungsten elektrotun kaynak dikişine karışması
- Oksit kalıntıları
- Gözenek oluşumu
- Yetersiz erime
- Uç krater çatlaklarının oluşması

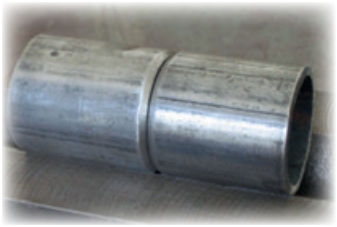
3.1. Çelik Boruların Kaynağını Yapma

Çelik Boruların Kesilmesi

Endüstride birçok uygulama, akışkanların iletimini gerektirmektedir. Akışkanların en önemli özelliği, sızdırmazlığa karşı duyarlı olmalarıdır. Boruların kaynağında en küçük hata ya da zayıf birleştirmeler, giderek artan sızmaların oluşmasına neden olur.

Kaynak Ağzı Açma

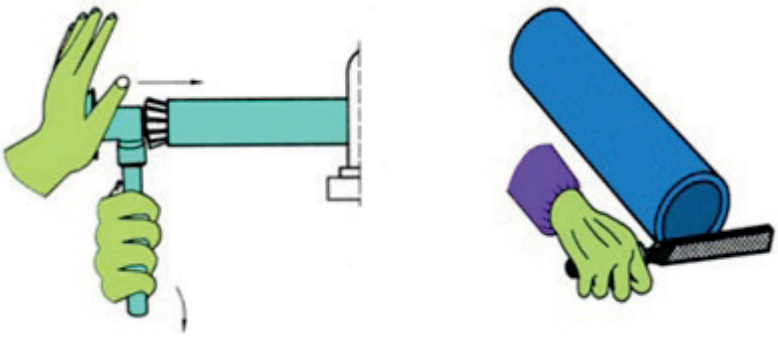
TIG kaynak yönteminde kaynak öncesi bir kaynak ağzı açılmalıdır. Kalınlığı 8 mm'ye kadar olan parçalarda kaynak ağzı açılmadan küt alın, kıvrık alın, köşe alın ve üçlü alın birleştirmeler uygulanır. 8 mm ve daha kalın parçaların tek taraflı birleştirilmesinde V ve U alın kaynak ağızları kullanılır (Görsel 13.14). Bununla beraber TIG kaynağı kalın parçalar için ekonomik değildir.



Görsel 13.14: Kaynak ağzı açılmış çelik boru

Mekaniksel ve Kimyasal Temizleme

Boruların kesme işleminde açığa çıkan çapaklar, temizlemenin gereğini ortaya çıkarırken gereç üzerinde değişik üretim nedenleriyle birikmiş yağ, kir ve oksit artıkları da kaynak öncesi yok edilir. Bunun için yine talaşlı üretim araçlarından yararlanmak mümkündür. Küçük çapaklar eğeler ile giderilir. Daha ağır temizlik gerekiyorsa el tipi zımpara taşları daha kısa sürede sonuç alınmasına yardımcı olacaktır (Görsel 13.15).

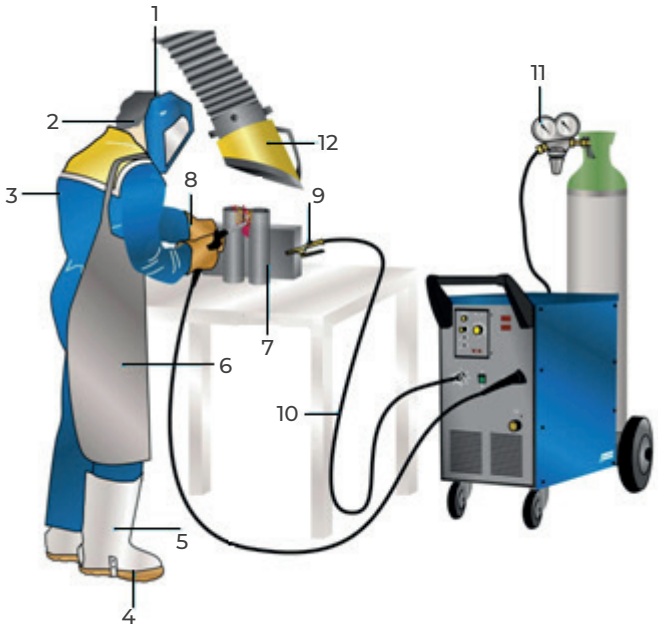


Görsel 13.15: Çapak temizleme

TIG kaynağında kaynak ağzının temizliği yaşamsal derecede önemlidir. Hadde cürufları ve oksit kalıntılarının fırça veya taşlamayla uzaklaştırılması gerekir. Alüminyum ve alüminyum alaşımlarında ağız kenarları ve dikişin çevresi, hızla ve yeniden oluşan oksit kalıntılarının uzaklaştırabilmesi için kaynaktan hemen önce bir kez daha paslanmaz çelik fırçalarla fırçalanmalıdır. Çünkü oksit kalıntılarının elektron çıkış işinin daha düşük olması nedeniyle ark tercihen bu tabakalarla elektrot arasında yanar ancak bu durumda oksidin gözenek oluşma tehlikesi mevcuttur. Uygun çözücü maddelerle ilave uzaklaştırma tercih edilebilir. Bu işlem nikel ve alaşımlarının kaynağında daha önemlidir.

TIG Kaynak Kıyafetleri

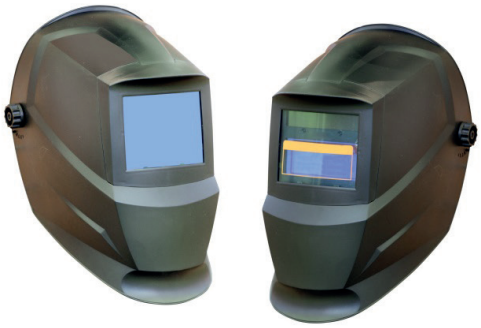
İnsan gözüne olumsuz olarak etki eden enfraruj ışınları ise dalga boylarına göre gözün ön ve arka kısımlarında tahribatlara yol açar. Kısa dalga boyuna sahip enfraruj ışınları, gözde bulunan ağ tabakasının yanmasına ve körlüğe kadar giden olumsuzluklara neden olur. Uzun dalga boylu enfraruj ışınları ise göz merceği saydamlığının yitirilmesine, sonuçta da katarakt denilen bir göz hastalığının meydana gelmesine yol açar. İleri aşamalarda bu hastalık, ameliyat ile tedavi edilebilse de kişide görme yeteneğinin azalmasına neden olmaktadır.



1 - Kaynak maskesi
2 - Başlık
3 - Önlük
4 - Güvenlik ayakkabısı
5 - Tozluk
6 - Deri önlük
7 - İş parçası
8 - Eldiven
9 - Şase
10 - Şase kablosu
11 - Basınç düşürücü
12 - Kaynak havalandırma sistemi

Görsel 13.16: TIG kaynağında güvenlik ekipmanı

Gözlerin zararlı ışınlardan korunması için kaynak arkına renkli koruyucu camlar ile bakılması zorunludur (Görsel 13.17). 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 (Görsel 13.16).



Görsel 13.17: Kaynak maskesi

TIG Kaynak Yöntemi

Alüminyum, magnezyum ve berilyumlu bakır dışındaki tüm metallerin kaynağı tungsten elektrodun negatif kutupta olduğu durumda yapılır. Bu işleme **Doğru Akım Doğru Kutuplama (DADK)** denir. Doğru

Akım Ters Kutuplama (DATK) ise elektrot pozitif kutupta olup alüminyum, magnezyum, berilyumlu bakır gibi yüzeylerde devamlı oksit tabakası bulunan metallerin kaynağında kullanılır.

İki kutuplama arasındaki farkı daha iyi açıklayabilmek için her ikisini de ayrı ayrı incelemekte yarar vardır. Elektrot, DADK olur ise negatif kutuplama denilen kaynak makinesi üzerinde (-) kutba bağlanır. İş parçası da (+) kutba bağlanırsa elektrodu oluşturan sivri uçtan, yassı yüzey olarak ele alınan iş parçasına doğru yüksek oranda elektron bombardımanı meydana gelecek olup bu işlem iş parçasının yüksek oranda ısınıp daha kolay ergimesine yol açacaktır.

İş parçasının bu tür kutupta daha kolay veya daha fazla erimesinin sebebi, elektrik arkını oluşturan elektronların negatif yüklerinden kaynaklanmaktadır. Genel fizik kurallarına göre negatif yüklü elektronlar ters kutup olarak adlandırılan pozitif kutba doğru gitmekte ve bu gidiş esnasında da elektron bombardımanı diye tabir edilen arkı oluşturmaktadır.

Bu anlatılanın tersi düşünüldüğünde DATK'de meydana gelen olay şu şekildedir: Elektrodu oluşturan silindirik sivri uçlu tungsten metali pozitif kutupta, yassı düz iş parçası ise negatif kutupta olacaktır. Biraz önce açıklanan şekliyle ve genel fizik kurallarına göre elektrik arkını oluşturan elektronlar negatif yüklü olup pozitif kutba doğru hareket ettiklerine göre DATK'de elektron hareketi yassı iş parçasından sivri uçlu elektrota doğru olacaktır. Bu işlem de elektron bombardımanı olarak gerçekleşir.

Bombardımanı yapan taraf ısıdan fazla oranda etkilenmemesine rağmen bombardımana göğüs germek durumunda olan taraf ısıdan fazla etkilenecektir.

Etkilenen sivri uçlu elektrot olduğu için ısı da bu kesimde yani elektrotta artacaktır. Bu nedenle yukarıda verilen elektrot kalınlıkları değişecektir.

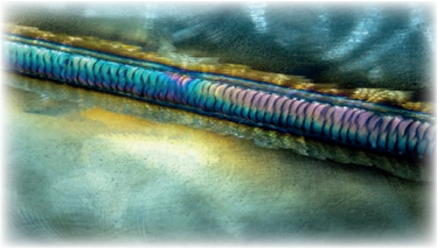
Görsel 13.18: TIG boru kaynağında çeşitli kaynak pozisyonları

Görsel 13.19: TIG boru kaynağında ek telinin verilmesi

Sözü edilen bu durumlar doğru akım için geçerli olmaktadır. Ancak kaynakçılar doğru akım haricinde bir de dalgalı akım ya da alternatif akım diye adlandırılan akım türüyle çalışan makineler kullanır. Alternatif akım doğru kutuplamayla ters kutuplamanın birlikte kullanıldığı bir türüdür. Normalde kullanılan ve şebeke gerilimi diye adlandırılan elektrik enerjisi alternatif akımdır ve bir saniye içinde elli defa doğru, elli defa da ters kutuplama denebilecek şekli alır.

TIG Kaynağında Dikkat Edilecek Hususlar Şunlardır:

- Kaynak öncesi, kaynak edilecek parçalar iyice temizlenmelidir.
- Kaynakta kullanılacak elektrodun çapı, parça kalınlığının yarısı olmalıdır.
- Kaynak sırasında elektrot parçaya veya ilave metale asla değdirilmemelidir.
- Değdirildiğinde hem elektrot hem de kaynak kirlenir, ayrıca tungsten oksitlenir.
- Bu durumda kaynak kesilmeli ve tungsten elektrot taşa tutulmalıdır.



Görsel 13.20: Kaynak dikiş örneği

Uygulama 60

TIG KAYNAĞI İLE ÇELİK BORULARIN KAYNAĞINI YAPMA

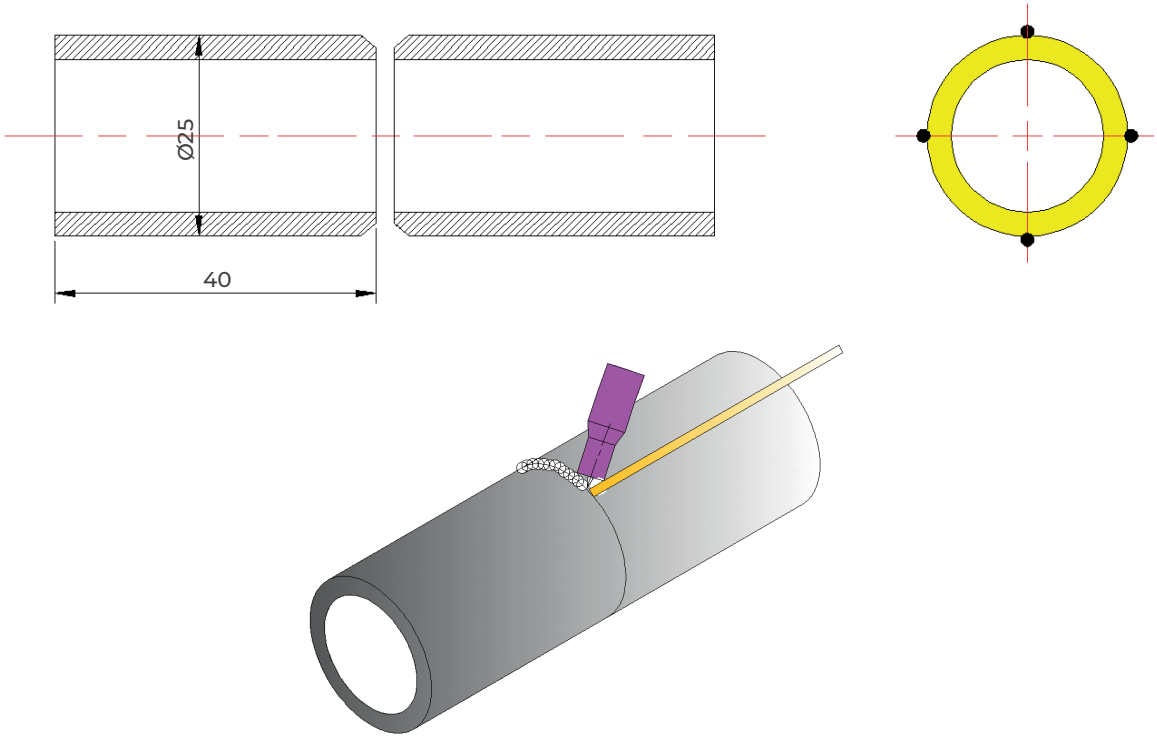
5 Ders Saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19186

Amaç

TIG kaynak yöntemi ile tekniğine uygun çelik boruları birleştirme işlemini yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 13.21: Kaynak yapılacak borunun ölçüleri

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
TIG kaynak takımı		1 adet
Çelik boru	25 mm çapında	1 adet
Pense		1 adet
V kaynak yatağı		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş güveliği için gerekli ekipmanlar giyilerek tedbirler alınır.
2. Tüm araç gereçler hazırlanır.
3. Regülatör üzerinde gerekli gaz basıncı ayarlanır.
4. Malzemeye uygun tungsten elektrodu seçilir.
5. Cihaz üzerinde malzeme kalınlığına uygun parametre değerleri girilir.
6. Boru V kaynak yatağına yerleştirildikten sonra çarpılmaları engellemek için uygun aralıklarda boruya punta atılır.
7. Kaynak torcu kaynak yönünde hareket ettirilir.
8. Kaynak bitiminde parça soğutulur.
9. Soğuyan parçaya numara basılır.
10. Biten iş parçası sorumlu öğretmene teslim edilir.
11. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
12. Arkadaşlarınızla çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ TIG kaynağı ile bakır boruların kaynağını yapmak.

GİRİŞ

TIG kaynak yöntemi çok geniş bir uygulama alanına sahiptir. Demir esaslı alaşımların kaynağında ve endüstride demir dışı metal ve alaşımların çok büyük bir kısmının kaynatılmasında başarı ile kullanılarak bütün kaynak pozisyonlarında sağlıklı sonuçlar alınmaktadır. Bu yöntem ince levhaların kaynağında çok başarılı sonuçlar vermesinin yanı sıra kalın parçalara da kolayca uygulanmakta olup iş sağlığı ve güvenliği eğitimi alınarak ve tekniğine uygun olarak TIG kaynağı ile bakır boruların kaynağı yapılabilecektir.

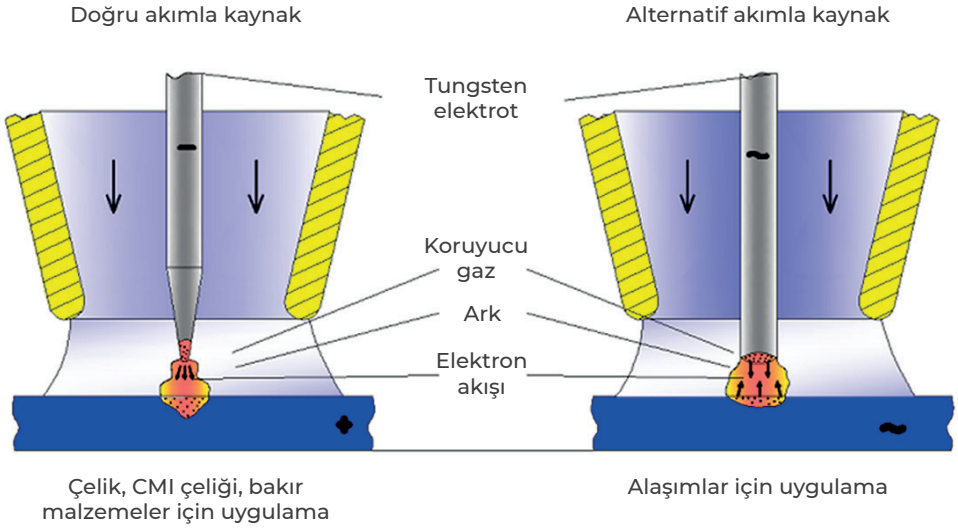
4. TIG KAYNAĞI İLE BAKIR VE ALAŞIMLARININ KAYNAĞI

4.1. TIG Kaynağı ile Bakır ve Alaşımlarının Kaynağının Endüstrideki Yeri ve Önemi

Bakırın ısı iletme kabiliyetinin yüksek olması nedeniyle (Çelikten takriben beş misli daha fazladır.) kaynak esnasında verilen ısı çok çabuk yayılır ve bunun sonucunda kaynatılacak bakır levhanın kalınlığı arttıkça ısı yayınımı da artacağından bir ön tavlamaya ihtiyaç vardır. Ayrıca bakırın ısıyla genleşme miktarının da fazlalığı, bilhassa alın birleştirmelerinde iki parça arasında bırakılan aralığın kama şeklinde olması zorunluluğunu ortaya koyar. Bu iki hususa dikkat edilmesi şartı ile verilen kaynak karakteristiklerini kullanarak bakırın, TIG kaynak metodu ile kaynağı kolaylıkla yapılır.

4.2. TIG Kaynak Makinesinin Bakır ve Alaşımlarının Kaynak Ayarları

Bakır ve alaşımlarının TIG kaynağında doğru akım, düz kutup (elektrot) kullanılır. Sadece alüminyum bronzlarında alternatif akım tercih edilir. Doğru akım makinesi düşen karakteristikli olmalıdır (Görsel 13.22).



Görsel 13.22: Malzeme cinsine göre elektrodun ucu ve akımın seçimi

Görsel 13.23: TIG bakır boru kaynağı

Bakır İçin Tungsten Elektrot Seçimi ve Sebepleri

En çok kullanılan elektrot, saf tungstene göre daha yüksek akım yoğunluklarına müsaade eden ve ucunda bir top oluşturmak sakıncasını arz etmeyen %2 toryumlu tungsten elektrottur (Görsel 13.23).

Tungsten Elektrot Ucu

Çelik bakır ve alaşımları TIG kaynağında doğru akımla negatif kutupta kaynak yapılır. Tungsten elektrotlar, mümkünse sadece tungsten elektrotlar için kullanılan ince taneli taslama tezgâhlarında, boylamasına sivri olarak taşlanır. Keskin uçların kırılmaya karşı karnı dayanıksızdır. Sivri, konik şekil daha çok düşük kaynak akımlarında; düz akımlı şekil ise mekanik kaynakta eşit etki için kullanılır.

Bakır ve Alaşımlarının İlave Telleri

Kullanılan ilave metal çubuklar, bakır silisyum bronzu Cu-Ni ve alüminyum bronzundan yapılır. Yüksek kaliteli kaynaklar verir.

Kaynak Öncesi Temizleme

Kaynak öncesi bakır ve alaşımları oksitten arındırılmalıdır. Bu temizleme işlemi kimyasallarla veya mekanik yollarla yapılmalıdır.

Mekanik Temizleme

Tel fırça, zımpara veya polisajla temizlenmelidir.

Bakır ve Alaşımlarının Kaynağında Kullanılan Gazlar

Bakır ve alaşımlarının kaynağında kullanılan gazlar genellikle argondur. Amerika'da ayrıca helyum ve argonla-helyum karışımları kullanılır. Koruma gazı olarak azotun kullanılması da mümkündür. O da helyum gibi yüksek ark gerilimlerini gerektirir.

Uygulama 61

TIG KAYNAĞI İLE BAKIR BORULARIN KAYNAĞINI YAPMA

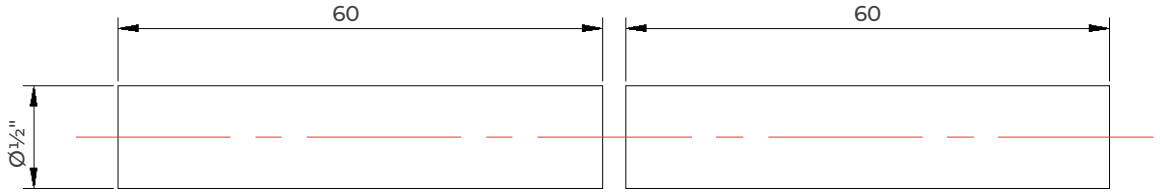
4 Ders Saati

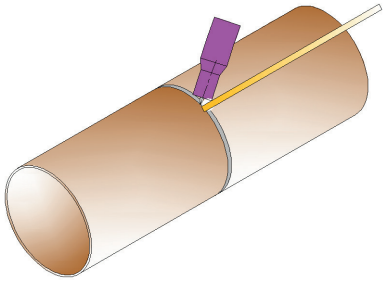
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19187

Amaç

TIG kaynak yöntemi ile tekniğine uygun bakır boruları birleştirmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller





Görsel 13.24: Kaynak yapılacak bakır borunun ölçüleri

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
TIG kaynak takımı		1 adet
Bakır boru	1/2"	1 adet
Kaynak teli		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş güveliği için gerekli ekipmanlar giyilerek tedbirler alınır.
2. Tüm araç gereçler hazırlanır.
3. Bakır borular istenilen ölçüde kesilir.
4. Regülatör üzerinde gerekli gaz basıncı ayarlanır.
5. Malzemeye uygun tungsten elektrodu seçilir.
6. Cihaz üzerinde malzeme kalınlığına uygun parametre değerleri girilir.
7. Kaynak torcu kaynak yönünde hareket ettirilir.
8. Kaynak bitiminde parça soğutulur.
9. Soğuyan parçaya numara basılır.
10. Biten iş parçası sorumlu öğretmene teslim edilir.
11. Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
12. Arkadaşlarınız ile çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Sıra No	Değerlendirme Ölçütleri	Puan	Alınan Puan
1	İş Güvenliği	10	
2	Ekipmanın Doğru Kullanımı	10	
3	Ölçü / Gönye	15	
4	Beceri	25	
5	Süre (Zaman)	5	
6	Tertip ve Düzen	10	
7	Bilgi	20	
8	Atık Malzemeleri Ayrıştırma	5	
	TOPLAM PUAN	100	

KAYNAKÇA

GENEL KAYNAKÇA

ADSAN, Kasım, Oksi-Gaz Kaynağı, MEB Devlet Kitapları, Ankara, 1976.
ANIK, Selahaddin; Dikicioğlu, Adnan, Vural; Murat, İmal Usulleri, Birsen Yayınevi, İstanbul, 1997.
AŞICI, Ahmet (Çeviren), Metallerin İşlenmesi, ABB Yayını.
ATAV, Fethi (Çeviren), Makinede Çalışma, ABB Yayını.
BALKAN, Fevzi, Atölye İş ve İşlem Yaprakları, İzmir, 1998.
BULUT, Halit ve ÖZCAN, Şefik, Atölye ve Teknoloji 1-2
BURGHARDT, D. Henry, Machine Tool Operation Part 1, McGraw-HillBookCompany, New York ABD, 1959.
ÇELİK, Salih, Ölçme ve Kontrol, MEB Basımevi, İstanbul, 1983.
ADSAN, Kasım (Çeviren), Kaynak Teknolojisi, Yüksek Teknik Öğretmen Okulu Yayınları, Ankara, 1976.
ERTÜRK, İbrahim, Gazaltı Kaynak Yöntemleri, KOSEM, Ankara.
ERYÜREK, İ.Barlas, Gazaltı Kaynağı, Eczacıbaşı-Lincoln, İstanbul, 2003.
GOURD L. M, Kaynak Teknolojisinin Esasları, Birsen Yayınevi, İstanbul.
Kaynak Tekniği, SEGEM Yayınları, Ankara, 1993.
KUMRAL, Sabri, Tesisat Teknolojisi İş ve İşlem Yaprakları 9. Sınıf, Yayın Eğitim Enstitüsü, Ankara, 2003.
OĞUZ, Burhan. Sert Lehimleme, İsis Yayıncılık, İstanbul, 1988.
ÖRSMEN, Naim, Soğuk Demircilik, Ankara, 1948.
ÖZ, Etem Sait ve SIDAL, Cavit, Yapıda Sıhhi Tesisat Emel Matbaacılık, Ankara, 1984.
ÖZDEMİR, Mustafa, Çağdaş Tesisatçının El Kitabı, İstanbul, 1992.
ÖZKARA, Hamdi, Tesviyecilik Bölümü IX. Sınıf Atölye Dersi.
SERFİÇELİ, Y. Saip, Elektrik Ark ve Oksi Gaz Kaynağı, Ankara, 1997.
SERFİÇELİ, Y. Saip, Endüstri Meslek Liseleri Metal İşleri Bölümü 3-4. Dönem Meslek Bilgisi, Ankara, 1995.
SERFİÇELİ, Y. Saip, Endüstri Meslek Liseleri Metal işleri Bölümü 5-6. Dönem Meslek Bilgisi, Ankara, 1994.
SERFİÇELİ, Y. Saip, Metal İşleme Teknolojisi Deyimler, Tanımlar ve Açıklamalar, Ankara, 2005.
SERFİÇELİ, Y. Saip, Metal İşleri Bölümü Öğrencileri İçin Malzeme Bilgisi, Ankara, 1998.
SERİFÇELİ, Y. Saip, Metal İşleri Meslek Teknolojileri 1
SERFİÇELİ, Y. Saip, Metal İşleri Meslek Teknolojisi 2, Ankara, 1996.
SERFİÇELİ, Y. Saip, Metal İşleri Meslek Teknolojisi 3, Genç Büro Basımevi, 2000.
SERFİÇELİ, Y. Saip, Soğuk ve Sıcak Şekillendirme, Ankara, 1997.
ŞAHİN, Naci, Meslek Teknolojisi.
ŞAHİN, Naci, Tesviyecilik Meslek Bilgisi I, Kozan Ofset, Ankara, 1994.
ŞAHİN, Sami, Metal İşleri Meslek Teknolojisi.
TDK Türkçe Sözlük, Türk Dil Kurumu Yayınları, Ankara, 2019.
YÜKSEL, Zeynel (Çeviren), Markalama, ABB Yayını.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

http://www.istesaglikdergisi.com.tr/index.php/temmuz-2010/72-is-sagligi-guvenligi-ve-sorumluluklar
https://www.tesisat.org/atik-su-tesisati-montaj-kurallari.html
https://www.tesisat.org/temiz-su-tesisatinda-kullanilan-borular.html
https://www.tesisat.org/polipropilen-pp-borular-ve-cesitleri.html
https://www.metaluzmani.com/TIG-kaynaginda-kullanilan-koruyucu-gazlar/
https://www.metaluzmani.com/TIG-kaynaginda-ark-boyu/
https://www.ewm-group.com/tr/fachwissen/wig-schweissen-grundlagen.html
https://turkmaksan.com.tr/flans-imalati/

GÖRSEL KAYNAKÇA

Komisyon Tarafından Oluşturulan Görseller

Görsel 1.1	Görsel 1.2	Görsel 1.3	Görsel 1.4	Görsel 1.5	Görsel 1.6	Görsel 1.7
Görsel 1.8	Görsel 1.9	Görsel 1.10	Görsel 1.11	Görsel 1.12	Görsel 1.13	
Görsel 2.1	Görsel 2.2	Görsel 2.3	Görsel 2.4	Görsel 2.5	Görsel 2.6	Görsel 2.7
Görsel 2.8	Görsel 2.9	Görsel 2.10	Görsel 2.11	Görsel 2.12	Görsel 2.13	Görsel 2.15
Görsel 2.16	Görsel 2.17	Görsel 2.18	Görsel 2.19	Görsel 2.20	Görsel 2.21	Görsel 2.22
Görsel 2.23	Görsel 2.24	Görsel 2.25	Görsel 2.26	Görsel 2.27	Görsel 2.28	Görsel 2.29
Görsel 2.30	Görsel 2.31	Görsel 2.32	Görsel 2.33	Görsel 2.34		
Görsel 3.1	Görsel 3.2	Görsel 3.3	Görsel 3.4	Görsel 3.5	Görsel 3.6	Görsel 3.7
Görsel 3.8	Görsel 3.9	Görsel 3.10	Görsel 3.11	Görsel 3.12	Görsel 3.13	Görsel 3.14
Görsel 3.15	Görsel 3.16	Görsel 3.17	Görsel 3.18	Görsel 3.19	Görsel 3.20	Görsel 3.21
Görsel 3.22	Görsel 3.23					
Görsel 4.1	Görsel 4.2	Görsel 4.3	Görsel 4.4	Görsel 4.5	Görsel 4.6	Görsel 4.7
Görsel 4.8	Görsel 4.9	Görsel 4.10	Görsel 4.11	Görsel 4.12	Görsel 4.13	Görsel 4.14
Görsel 4.15	Görsel 4.16	Görsel 4.17	Görsel 4.18	Görsel 4.19	Görsel 4.20	Görsel 4.21
Görsel 4.22	Görsel 4.23	Görsel 4.24	Görsel 4.25	Görsel 4.26	Görsel 4.27	Görsel 4.28
Görsel 4.29	Görsel 4.30	Görsel 4.31	Görsel 4.32	Görsel 4.33	Görsel 4.34	Görsel 4.35
Görsel 4.36	Görsel 4.37	Görsel 4.38	Görsel 4.39	Görsel 4.40	Görsel 4.41	Görsel 4.42
Görsel 5.1	Görsel 5.2	Görsel 5.3	Görsel 5.4	Görsel 5.5	Görsel 5.6	Görsel 5.7
Görsel 5.8	Görsel 5.9	Görsel 5.10	Görsel 5.11	Görsel 5.12	Görsel 5.13	Görsel 5.14
Görsel 5.15	Görsel 5.16	Görsel 5.17	Görsel 5.18	Görsel 5.19	Görsel 5.20	Görsel 5.21
Görsel 5.22						
Görsel 6.1	Görsel 6.2	Görsel 6.3	Görsel 6.4	Görsel 6.5	Görsel 6.6	Görsel 6.7
Görsel 6.8	Görsel 6.9	Görsel 6.10	Görsel 6.11	Görsel 6.12	Görsel 6.13	Görsel 6.14
Görsel 6.15	Görsel 6.16	Görsel 6.17	Görsel 6.18	Görsel 6.19	Görsel 6.20	Görsel 6.21
Görsel 6.22	Görsel 6.23					
Görsel 7.1	Görsel 7.2	Görsel 7.3	Görsel 7.4	Görsel 7.5	Görsel 7.6	Görsel 7.7
Görsel 7.8	Görsel 7.9					
Görsel 8.1	Görsel 8.2	Görsel 8.5	Görsel 8.6	Görsel 8.8	Görsel 8.9	Görsel 8.10
Görsel 8.11	Görsel 8.12					
Görsel 9.1	Görsel 9.2	Görsel 9.3	Görsel 9.4	Görsel 9.5	Görsel 9.6	Görsel 9.7
Görsel 9.8	Görsel 9.9	Görsel 9.10				
Görsel 10.1	Görsel 10.2	Görsel 10.3	Görsel 10.4	Görsel 10.5	Görsel 10.6	Görsel 10.7
Görsel 10.8	Görsel 10.9	Görsel 10.10	Görsel 10.11	Görsel 10.12	Görsel 10.13	Görsel 10.14
Görsel 10.15	Görsel 10.18	Görsel 10.19				
Görsel 11.1	Görsel 11.2	Görsel 11.3	Görsel 11.4	Görsel 11.5	Görsel 11.6	Görsel 11.7
Görsel 11.8	Görsel 11.9					
Görsel 12.2	Görsel 12.3	Görsel 12.5	Görsel 12.6	Görsel 12.9	Görsel 12.10	Görsel 12.12
Görsel 12.13	Görsel 12.14	Görsel 12.15	Görsel 12.16	Görsel 12.17	Görsel 12.18	Görsel 12.19
Görsel 12.20	Görsel 12.22	Görsel 12.23	Görsel 12.24	Görsel 12.25	Görsel 12.26	Görsel 12.27
Görsel 12.28	Görsel 12.29	Görsel 12.30	Görsel 12.31	Görsel 12.32		
Görsel 13.1	Görsel 13.3	Görsel 13.4	Görsel 13.6	Görsel 13.8	Görsel 13.9	Görsel 13.10
Görsel 13.11	Görsel 13.12	Görsel 13.13	Görsel 13.14	Görsel 13.15	Görsel 13.16	Görsel 13.21
Görsel 13.22	Görsel 13.24					

Görsel	Kaynağı
Görsel 8.3	https://www.yildizgaz.com.tr/tr TR/products/detail/4/basinc-dusurucu-asetilen
Görsel 8.4	yildizgaz.com.tr/tr-TR/products/detail/1/basinc-dusurucu-oksijen
Görsel 8.7	https://www.askaynak.com.tr/urunler/gaz-ekipmanlari/kesme-ekipmanlari-(asetilen-ve-propan-dogalgaz)/tutamak-(model-551)
Görsel 10.16	http://ubrasa.com/
Görsel 10.17	https://www.tekniktedarik.com/ktkf2x125-tozalti-kaynak-tozu-kurutma-firini-2x125-kg
Görsel 12.1	shutterstock.com id:517738291
Görsel 12.4	shutterstock.com id:226170322, 1625174620
Görsel 12.7	shutterstock.com id:1460608592, 1358193053
Görsel 12.8	shutterstock.com id:1358193053
Görsel 12.11	shutterstock.com id:1446084239
Görsel 12.21	https://turkmaksan.com.tr/flans-imalati
Görsel 13.2	shutterstock.com id:570183406, 226170322
Görsel 13.5	shutterstock.com id:1770016643
Görsel 13.7	shutterstock.com id:1770020159
Görsel 13.17	shutterstock.com id:135162095
Görsel 13.18	shutterstock.com id:420670783, 459564331, 1122314405
Görsel 13.19	shutterstock.com id:54753587, 129459863, 1255685899
Görsel 13.20	shutterstock.com id:1627652017
Görsel 13.23	shutterstock.com id:115634345

Kapak Tasarımlarında Kullanılan Görseller	Kaynağı
Kitap kapağı	shutterstock.com id:788682334, 1029125971
Öğrenme birimi kapakları	shutterstock.com id:1266317845