

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
TESİSAT TEKNOLOJİSİ VE İKLİMLENDİRME
ALANI



TEMEL İŞLEMLER VE
KAYNAK ATÖLYESİ **9**



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
M. Fettah BARAKOĞLU



T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

HAZIRLAYANLAR

DİL UZMANI : Uğur YILMAZ

GÖRSEL TASARIM UZMANI : Uğur TÜRKER



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 samıssa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyet 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 cûda.

Ruhumun senden ilâhî, 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 cerâhamdan ilâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalar 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

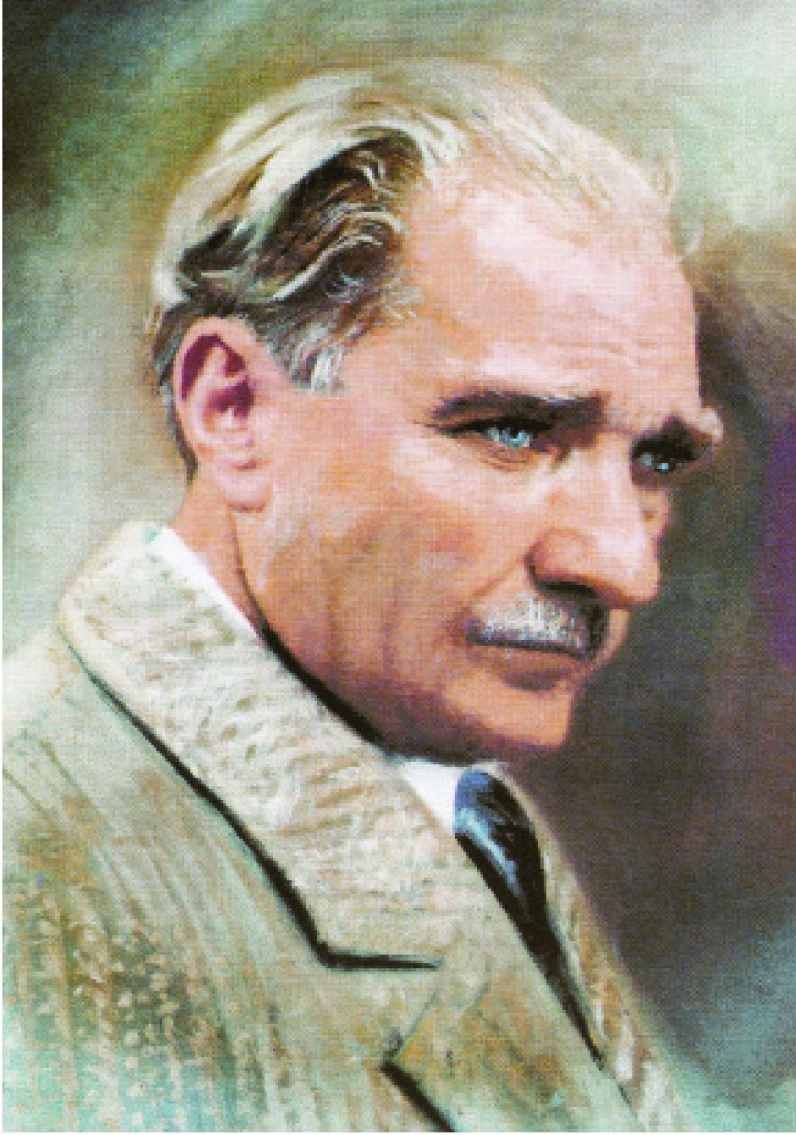
GENÇLİĞE HİTABE

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 isteyen 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 namûsait 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 gaffet 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

1. TEMEL TESİSAT ATÖLYESİ DONANIMLARI.....	13
1.1. İş Sağlığı ve Güvenliği.....	13
1.1.1. İş Güvenliğinin Tanımı.....	13
1.1.2. İş Güvenliğinin Önemi.....	13
1.1.3. İş Güvenliğinin Amacı.....	13
1.1.4. İşçi Sağlığı.....	13
1.1.5. İş Yeri Düzeni ve Bakımı (Temizlik).....	14
1.1.6. Kişisel Koruyucu Donanım (KKD).....	14
1.1.7. Koruyucu Araçlar.....	15
1.2. Temel İşlemler Tesizat Atölyesindeki El Aletleri ve Makine Takımları.....	22
1.2.1. El Aletleri.....	22
1.2.2. El Aletleri-Takımları.....	23
1.2.3. Makineler.....	24
1.2.4. Tüm Takım Tezgâhları ile İlgili Ortak Güvenlik Önlemleri.....	25
2. METAL MALZEME KESME İŞLEMLERİ	28
2.1. Uzunluk Ölçmek.....	28
2.1.1. Ölçmenin Tanımı ve Önemi.....	28
2.1.2. Ölçme Çeşitleri.....	28
2.1.3. Ölçmeyi Etkileyen Faktörler.....	29
2.1.4. Uzunluk Ölçü Sistemleri.....	29
2.1.5. Uzunluk Ölçü Alma Aletleri.....	30
2.2. Markalama.....	38
2.2.1. Markalamanın Tanımı ve Önemi.....	38
2.2.2. Markalama Aletleri.....	38
2.3. Kesme.....	44
2.3.1. Kesmenin Tanımı ve Amacı.....	44
2.3.2. El ile Kesme.....	44
2.3.3. Kesme Makineleri.....	45
3. TESVİYECİLİK İŞLEMLERİ.....	49
3.1. Mengenerler.....	49
3.1.1. Mengene Çeşitleri.....	49
3.1.2. Mengenerlerde Çalışma Düzeni.....	50
3.1.3. İş Parçalarının Mengeneye Bağlanması.....	50
3.1.4. Eğeler.....	50
3.2. Düzlem Yüzeylerde Eğeleme Teknikleri.....	53
3.2.1. Gönyesinde ve Ölçüsünde Eğeleme Nasıl Yapılır.....	53
3.2.2. Prizmatik Yüzeyler Eğelenirken.....	54
3.2.3. Eğelemede Dikkat Edilecek Hususlar.....	55
3.2.4. Çalışma Esnasında Eğelere Uygulanan Kuvvetler.....	55
3.2.5. Eğeleme Yaparken Duruş Şekilleri.....	55
3.2.6. Eğeleme Esnasında Olabilecek İş Kazalarına Karşı.....	56
3.2.7. Eğenin Çalışma Şekli ve Temizlenmesi.....	56
3.3. Pah Kırma.....	57
3.3.1. İç Doğru Olan Kavislerin Eğelenmesi.....	57
3.3.2. Küresel Yüzeylerin Eğelenmesi.....	57
3.3.3. Dış Kavisli Yüzeylerin Eğelenmesi.....	58
3.4. Metal Malzeme Üzerine Delik Delme İşlemleri.....	63

3.4.1.	Delmenin Tanımı ve Amacı.....	63
3.4.2.	Metal Matkap Uçları.....	63
3.4.3.	Matkap Tezgâhı Çeşitleri.....	64
3.4.4.	Matkap Tezgâhının Belli Başlı Kısımları.....	65
3.4.5.	Matkapların Bakımları.....	65
3.4.6.	Delme İşlemi Sırasında Dikkat Edilecek Hususlar.....	66
4.	ÇELİK BORU İŞÇİLİĞİ.....	69
4.1.	Çelik Borular.....	69
4.1.1.	Çelik Boruların Özellikleri.....	60
4.1.2.	Çelik Boruları Kesmek.....	70
4.1.3.	Çelik Boru Çapak Temizleme (Rayba).....	71
4.2.	Çelik Borulara Dış Açmak.....	76
4.2.1.	Çelik Boru Paftaları	76
4.2.2.	Boru Mengeneleri.....	78
4.2.3.	Çelik Boru Çapları.....	79
4.3.	Dişli Bağlantıda Sızdırmazlık Malzemelerinin Kullanımı.....	82
4.3.1.	Kendir Kullanımı.....	82
4.3.2.	Teflon Bant Kullanımı.....	83
4.3.3.	Sıvı Conta Kullanımı.....	83
4.4.	Bağlantı Parçası (Fittings) Sıkma.....	86
4.4.1.	Bağlantı Parçaları (Fittings).....	86
4.4.2.	Ölçü Alma.....	88
4.4.3.	Çelik Boru.....	91
4.5.	Siyah Çelik Boruları Soğuk Bükme	96
4.5.1.	Hidrolik Boru Bükme Makinesi.....	96
5.	PLASTİK BORU İŞÇİLİĞİ.....	102
5.1.	Polipropilen Borular ve Çeşitleri.....	102
5.1.1.	Polipropilen Boru Çapları.....	103
5.1.2.	Polipropilen Boru Ek Parçaları.....	104
5.1.3.	Polipropilen Boru Kesme	104
5.2.	Polipropilen (PPRC) Boru Füzyon Kaynak Yapımı.....	108
5.2.1.	Polipropilen Birleştirmede Yapılan Hatalar.....	110
5.3.	PVC Boru ve Özellikleri.....	114
5.3.1.	PVC Boru Kullanım Alanları.....	115
5.3.2.	PVC Boru Kullanımının Avantajları.....	115
5.3.3.	PVC Boruların Özellikleri.....	116
5.3.4.	PVC Boruları Kesme İşlemi.....	116
5.3.5.	Kesme Kalıbı.....	117
5.3.6.	Pah Kırma İşlemi.....	117
5.4.	PVC Boruların Ek Parçaları.....	120
5.4.1.	PVC Boru Birleştirme.....	121
5.5.	PVC Boru Seçimi.....	124
5.5.1.	PVC Borunun Markalanıp Isıtılması ve Muf Açılması.....	124
5.5.2.	PVC Borunun Birleştirilmesi.....	125
6.	BAKIR BORU İŞÇİLİĞİ.....	129
6.1.	Bakır Boru Ve Özellikleri.....	129
6.1.1.	Bakır Borunun Kullanım Alanları.....	129
6.1.2.	Bakır Boru Tipleri ve Ölçüleri.....	130
6.1.3.	Bakır Boru Ölçüleri.....	131
6.1.4.	Bakır Boruda Kesme İşlemi.....	132

6.1.5. Bakır Boruda Kesme İşleminde Kullanılan Materyaller.....	132
6.2. Bakır Borularda Raybalama.....	136
6.2.1. Bakır Boru Raybasıyla Raybalama.....	136
6.2.2. Yuvarlak Eğe ve Tel Fırça Kullanılarak Çapak Alma.....	137
6.2.3. Zımpara Bezi ve Kâğıdı Kullanarak Bakır Boruları Temizleme.....	137
6.3. Bakır Borulara Havşa Açmak.....	140
6.3.1. Havşa Yapımında Kullanılan Takımlar.....	140
6.3.2. Havşa Açma Öncesi Hazırlık.....	141
6.3.3. Havşa Açma Teknikleri.....	141
6.3.4. Havşa Yapımında Meydana Gelebilecek Hatalar.....	142
6.3.5. Havşalı Birleştirmelerde Kullanılan Bağlantı Parçaları.....	143
6.4. Bakır Boruları Rakor ile Birleştirme.....	146
6.4.1. Bakır Boruları Bükme.....	147
7. BAKIR BORULARI	152
7.1. Muf Açımında Kullanılan Takımlar.....	152
7.1.1. Muf Açma Teknikleri.....	152
7.1.2. Muf Açma Yapımında Meydana Gelebilecek Hatalar.....	153
7.2.1. Bakır Borulara Yumuşak Lehimlemede Kullanılan Araç Gereç.....	156
7.2.2. Bakır Boruları Yumuşak Lehime Hazırlama Tekniği.....	156
7.2.3. Yumuşak Lehimlemede Dikkat Edilecek Hususlar.....	158
7.3.1. Bakır Borulara Sert Lehimlemede Kullanılan Araç Gereç.....	161
7.3.2. Bakır Boruları Sert Lehime Hazırlama Tekniği.....	162
7.3.3. Sert Lehimlemede Dikkat Edilecek Hususlar.....	163
8. OKSİASETİLEN KAYNAK ÖNCESİ HAZIRLIK	166
8.1.1. Asetilen Tüpleri ve Özellikleri.....	167
8.1.2. Oksijen Tüpleri ve Özellikleri.....	167
8.1.3. Basınç Regülatörleri (Düşürücüler).....	167
8.1.4. Oksijen ve Asetilen Hortumları.....	168
8.1.5. Tüplerin Bakımı.....	169
8.1.6. Montaj Kuralları.....	169
8.2.1. Üfleçler.....	172
8.2.2. Bekler.....	172
9. OKSİASETİLEN KAYNAK İŞLEMLERİ	181
9.1.1. Kaynak Ağzı.....	181
9.1.2. Puntalama Tekniği.....	182
9.1.3. Kaynak Telleri.....	182
10. ELEKTRİK-ARK KAYNAK ÖNCESİ HAZIRLIK	201
10.1. Kişisel Koruyucu Donanımları.....	201
10.2. Kaynak Elemanları.....	203
10.3. Kaynak Elektrotları.....	205
10.4. Kaynak Temel Elemanları.....	206
11. ELEKTRİK-ARK KAYNAK İŞLEMLERİ	212
11.1. Kaynaklı Birleştirme Çeşitleri.....	212
11.2. Kaynak Ağzları.....	212
11.3. Kaynak Pozisyonları.....	213
11.4. Elektrot Hareketleri.....	213
11.5. Amper Ayarlama.....	213
11.6. Ark Boyu.....	213
12. MIG-MAG KAYNAK İŞLEMLERİ	230
12.1. Gazaltı Kaynağının Tanımını ve Önemi.....	230

12.1.1. MİG ile MAG Kaynağı Arasındaki Fark Nedir?.....	230
12.1.2. MİG-MAG Kaynağının Endüstrideki Yeri ve Önemi Nedir?.....	231
12.1.3. MİG-MAG Kaynak Donanımları Nelerdir?.....	231
12.1.4. MİG-MAG Kaynağında Kullanılan Koruyucu Gazlar.....	232
12.1.5. Regülatörler.....	232
12.1.6. Regülatörlerin Kullanımlarında Dikkat Edilmesi Gerekenler.....	233
12.1.7. Hortumlar.....	233
12.1.8. Kaynak Elemanları.....	234
12.1.9. Gazaltı Kaynak Makineleri Çalışma Ayarları.....	236
12.2. MİG-MAG Kaynağı.....	239
12.2.1. MİG-MAG Kaynak	239
12.2.2. Kaynak Makinesi.....	239
12.2.3. MİG-MAG Kaynak Makinesinin Kısımları.....	240
12.2.4. MİG-MAG ile Küt Ek Kaynağı Yapmak.....	240
12.2.5. Küt Ek Kaynağında Torca Verilecek Hareketler.....	241
12.2.6. Gazaltı Kaynağında Oluşan Hatalar	242
12.3. MİG-MAG Flanş Kaynağı.....	246
12.3.1. Paslanmaz Çelik Flanş Çeşitleri.....	246
12.3.2. Flanş Kaynağında Dikkat Edilecek Hususlar.....	247
12.3.3. İş Parçalarını Flanş Kaynağına Hazırlamak.....	247
12.3.4. Flanş Kaynağı Uygulama	248
12.3.5. Borulara Flanş Kaynağı Yapmak.....	248
12.4. MİG-MAG Kaynak Yöntemiyle Boru Küt Ek Kaynağı Yapmak.....	251
12.4.1. Torca Verilecek Hareketler.....	251
12.4.2. Kaynak Öncesi Hazırlığın Önemi.....	251
12.4.3. Boru Kaynağı Yapma.....	253
12.4.4. Boru Kaynağını Yapma.....	255
12.4.5. Boru Kaynaklarında Dikkat Edilecek Hususlar.....	255
12.4.6. Kaynak Dikişini Temizleme.....	255
13. TİG KAYNAĞI İŞLEMLERİ.....	258
13.1 Gaz Korumalı Tungsten Elektrik Ark Kaynağı.....	258
13.1.1 TİG Kaynağında Kullanılan Koruyucu Gazlar.....	259
13.1.2 Regülatörler.....	259
13.1.3 Hortumlar.....	260
13.2 TİG Kaynak Makinesini Kaynağa Hazırlama.....	263
13.2.1 TİG-MİG Kaynak Donanımını Oluşturan Elemanlar.....	263
13.3 TİG Kaynağı ile Çelik Boruların Kaynağı.....	273
13.3.1 Çelik Boruların Kaynağını Yapma.....	274
13.4 TİG Kaynağı ile Bakır ve Alaşımlarının Kaynağı	280
13.4.1 TİG Kaynağı ile Bakır ve Alaşımlarının Kaynağının Endüstrideki Yeri ve Önemi.....	280
13.4.2 TİG Kaynak Makinesinin Bakır ve Alaşımlarının Kaynak Ayarları.....	280

ÖĞRENME BİRİMİ-1	TEMEL TESİSATATÖLYESİDONANIMLARI	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİK TEDBİRLERİ VE KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLAR	
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. 1.1 İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ 1.1.1 İş Güvenliğinin Tanımı İşçilerin iş kazalarına uğramalarını önlemek ve güvenli çalışma ortamını oluşturmak için alınması gereken önlemler dizisine iş güvenliği denir. 1.1.2 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. 1.1.3 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 1.1.4 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.		

1.1.5 İş Yeri Düzeni ve Bakımı (Temizlik)

İş yerinin görsel olarak iyi bir şekilde düzenlenmesinin o iş yerinde çalışanların moralini yükselttiği, işin verimini artırdığı 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 düzen devamı günlük takip ve kontrollerle sağlanmalıdır.

Bir iş yerinde temizlik ve düzen, iş kazalarının çoğunu önleyen önemli bir etkidir. 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 morali yükseltir, verimi artırır (Görsel 1.1).



Görsel 1.1: Temizlik ve düzen yönünden iki farklı atölye

1.1.6 Kişisel Koruyucu Donanım (KKD)

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



Görsel 1.2: Koruyucu araçlarla ilgili uyarıcı levhalar

1.1.7 Koruyucu Araçlar

1.1.7.1 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, yarım ve tam yüz maskeleridir (Görsel 1.3).



Görsel 1.3:Yüz maskeleri

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

Baş koruyucular, darbe aldığı zaman değiştirilmeli ve çatlak, çizik vb. olanlar kesinlikle kullanılmamalıdır. Baş koruyucuların başa tam ölçüde olması güvenlik için önemlidir.



Görsel 1.6:Baretler

➤ Ayakların Korunması

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



Görsel 1.7:Koruyuculu ayakkabılar

➤ Koruyucu Giysiler

Çalışana, yaptığı işin türüne göre bir veya daha fazla tehlikeye karşı koruyan koruyucu giysiler

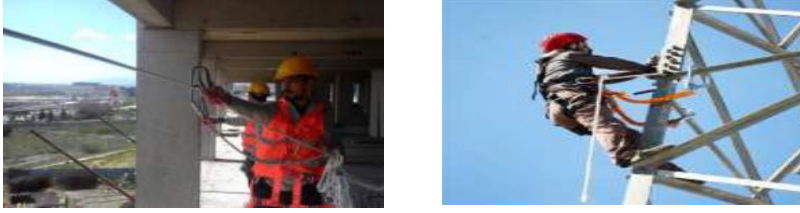
temin edilmelidir. Sıradan iş elbiseleri herhangi bir koruma sağlamadığından KKD olarak sınıflandırılmaz (Görsel 1.8).



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 (Görsel 1.10). Kulak tıkaçlarını kullanırken ellerin temiz olmasına ve gürültülü ortama girmeden kulağa takılmasına dikkat edilmelidir.



Görsel 1.10:Kulaklık

ÖĞRENME BİRİMİ-1	TEMEL TESİSAT ATÖLYESİ DONANIMLARI	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİK TEDBİRLERİ VE KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLAR	SÜRE 1 DERS SAATİ

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, Avadanlık

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

İşlem Basamakları

- İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyularak tüm araç gereçler hazırlanır ve son kontrolleri yapılır.
- Yapılacak çalışmaya göre kullanım alanına uygun koruyucu donanımlar seçilir ve aşağıdaki adımlar izlenir.
- İş ayakkabısı giyilir.
- Baret takılır ve gerekli ayarlar yapılır.
- İş eldiveni giyilir.
- İş gözlüğü takılır ve yüz ayan yapılır.
- Kulaklık takılır.
- Toz maskesi takılır.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-1	TEMEL TESİSAT ATÖLYESİ DONANIMLARI	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİK TEDBİRLERİ VE KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLAR	SÜRE 1 DERS SAATİ

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, Avadanlık

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

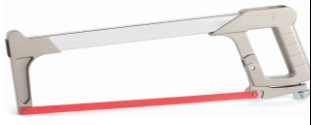
İşlem Basamakları

- İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyularak tüm araç gereçler hazırlanır ve son kontrolleri yapılır.
- Yapılacak çalışmaya göre kullanım alanına uygun koruyucu donanımlar seçilir ve aşağıdaki adımlar izlenir.
- Kaynak yaparken oluşan sıçramalardan korunmak için iş elbisesi giyilir.
- Çalışma ortamında oluşacak olumsuz etkilerden korunmak için iş ayakkabısı giyilir.
- Kaynak yapma esnasında oluşan sıçramalar ve açığa çıkan ısıdan korunmak için kaynak eldivenleri ellere geçirilir.
- Yine aynı şekilde kaynak yapma esnasında oluşan sıçramalar ve ultraviyole ışınlardan yüzümü-zü ve gözümüzü korumak için kaynak maskesi takılır ve gerekli ayarlamalar yapılır.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-1	TEMEL TESİSATATÖLYESİ DONANIMLARI	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	TEMEL TESİSAT ATÖLYESİNİ TANIMA	
AMAÇ Temel tesisat atölyesindeki el takımlarını ve makineleri tanıtmak. GİRİŞ Temel tesisat atölyesindeki el takımlarını ve makineleri tanıyacak, kullanım özelliklerini kavrayacak ve atölye çalışma kurallarını öğrenilebilecektir. 1.2.TEMEL İŞLEMLER TESİSAT ATÖLYESİNDEKİ EL ALETLERİ VE MAKİNE TAKIMLARI 1.2.1. 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 hemen 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 1.2.2 El Aletleri-Takımları		

Tablo 1.1: El Aletleri

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

1.2.3. 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



1.2.4 Tüm Takım Tezgâhları ile İlgili Ortak Güvenlik Önlemleri

1.2.4.1 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.

1.2.4.2 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 çalıştınlmadan önce bütün koruyucuların yerlerinde ve iş görebilecek durumda olmaları sağlanmalıdır.
- Tezgâh çalıştınlmadan 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 bozuk anahtar veya takım kullanılmamalıdır.

1.2.4.3 Tezgâh ve Cihaz Güvenliği

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

1.2.4.4 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.
- Çalışmasını bilmediğiniz araçları kullanmayınız.
- Araç-gereçleri kullanırken işlem sırasına ve kullanma yönergelerine uyunuz.
- Dikkatsizlik, bilgisizlik ve şakalaşma sonucunda kaza meydana gelebileceğini ve bu kazaların yaralanma hatta ölümlerle sonuçlanabileceğini unutmayınız.
- Çalışan öğrencilerin hareketlerini engellemek 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, 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, yaralanmalara sebep olacağını unutmayınız.
- Atölye çıkışında, çalışma alanları ve çevre temiz bir şekilde bırakılmalıdır. Çalışma sonrasında, kullanılan masa, alet, takım, cihaz ve aksesuarları teslim alındığı şekilde temizlenmiş, kapalı durumda yerlerine bırakınız.
- Kişisel giysiler, çantalar ve diğer eşyalar atölyede bu amaçla ayrılan yerlere bırakınız.

ÖĞRENME BİRİMİ-2	METAL MALZEME KESME İŞLEMLERİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	ÖLÇME VE KONTROL İŞLEMLERİ	

AMAÇ

Metal malzemeler üzerinde ölçme ve kontrol işlemlerini yapmak.

GİRİŞ

Bir parçanın yapımı sırasında ve 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.

2.1 UZUNLUK ÖLÇMEK

2.1.1 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

2.1.2 Ölçme Çeşitleri

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

- **Doğrudan (Direkt) Ölçme:** Ölçü takımları ile yapılan ölçme yöntemidir. Bu ölçme işleminde ölçü aleti üzerinden doğrudan okunur.
- **Dolaylı (Endirekt) Ölçme:** Bu işleminde 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.

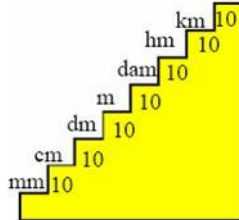
2.1.3 Ölçmeyi Etkileyen Faktörler

- Ölçü aletinin hassasiyeti
- Ölçme işlemi yapılan ortamın, ölçü aletinin, ölçülen parçanın ısısı
- Işın hassasiyeti
- Ölçülecek iş parçasının fiziksel özelliği
- Ölçme yapılan yerin ışık durumu
- Ölçme yapan kişiden kaynaklanan faktörler
- Bakış açısı

2.1.4 Uzunluk Ölçü Sistemleri

➤ Metrik Sistem

Günümüzde metre sisteminin uzunluk ölçüsü olarak kullanılmasını kabul eden ülke sayısı 100'den 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.



Görsel 2.2: Metrenin as ve üst katları

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; $50 \times 10 \times 10 = 5000$ mm'dir.

➤ İnç (İngiliz Ölçü) Sistemi

İngiltere ve Amerika'da kullanılan ölçü sistemidir. 1995 yılında İngiltere 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 ($1'' = 25,4 \text{ mm}$) karşılığıdır. Bu bağıntı yoluyla metrik ve İngiliz uzunluk ölçü birimi çevrimleri yapılır. Birimleri birbirine dönüştürmek için orantı kurulur.

Örnek: 2 inç kaç mm'dir?

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ inç} & \times & 25,4 \text{ mm ise} \\ 2 \text{ inç} & \times & X \text{ mm 'dir} \\ \hline X=2 \times 25,4=50,8 \text{ mm} \end{array}$$

2.1.5 Uzunluk Ölçü Alma Aletleri

2.1.5.1 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 katlanmasıyla 1 m boyundadır. Üzeri mm bölüntülü olup kaba ölçü alma işlemlerinde kullanılır. Genellikle ahşap ve yapı işlerinde tercih edilir (Görsel 2.5).



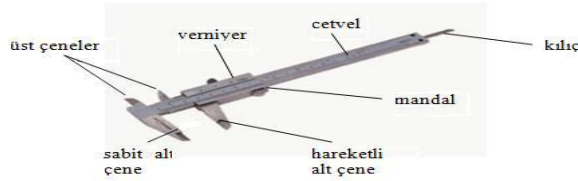
Görsel 2.5: Katlanır metre

2.1.5.2 Ayarlanabilir Ölçü Aletleri

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

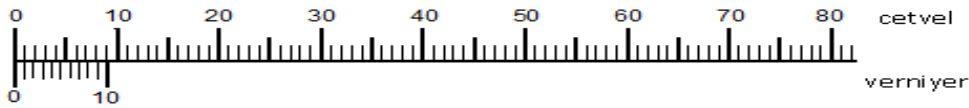
➤ Kumpaslar

Sürekli 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).



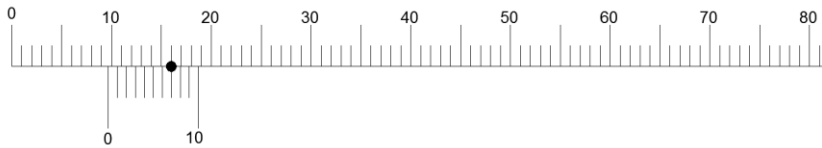
Görsel 2.6: Kumpas

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. 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).

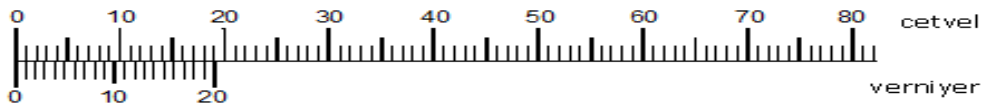


Görsel 2.8: 1/10'luk kumpasta belirlenmiş ölçü

Cözüm: 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.

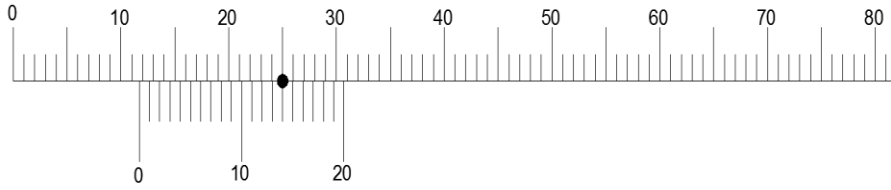
$$7 \times 0,1 = 0,7 \text{ mm} \quad \Longrightarrow \quad 9 + 0,7 = \underline{9,7 \text{ mm}}$$

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).

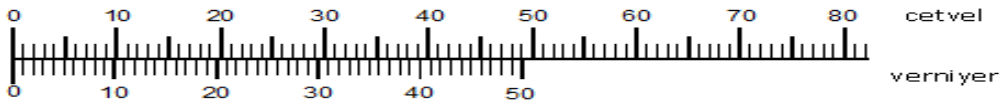


Görsel 2.10: 1/20'lik kumpasta belirlenmiş ölçü

Cözüm: 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.

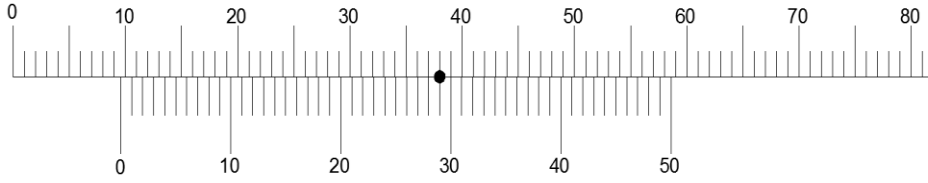
$$14 \times 0,05 = 0,70 \text{ mm} \quad \Longrightarrow \quad 11 + 0,70 = \underline{11,70 \text{ mm}}$$

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).



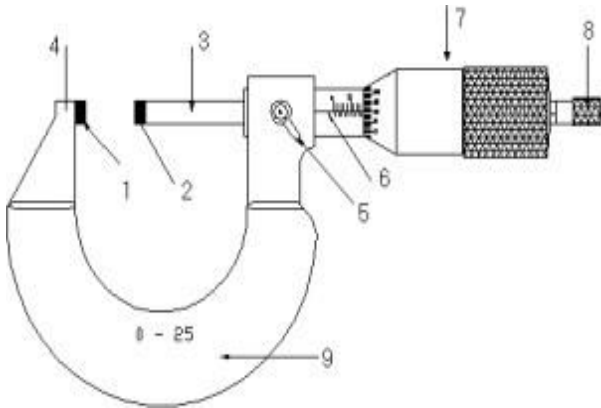
Görsel 2.12: 1/50'lik kumpasta belirlenmiş ölçü

Cözüm: 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.

$$29 \times 0,02 = 0,58 \text{ mm} \implies 9 + 0,58 = \underline{9,58 \text{ mm}}$$

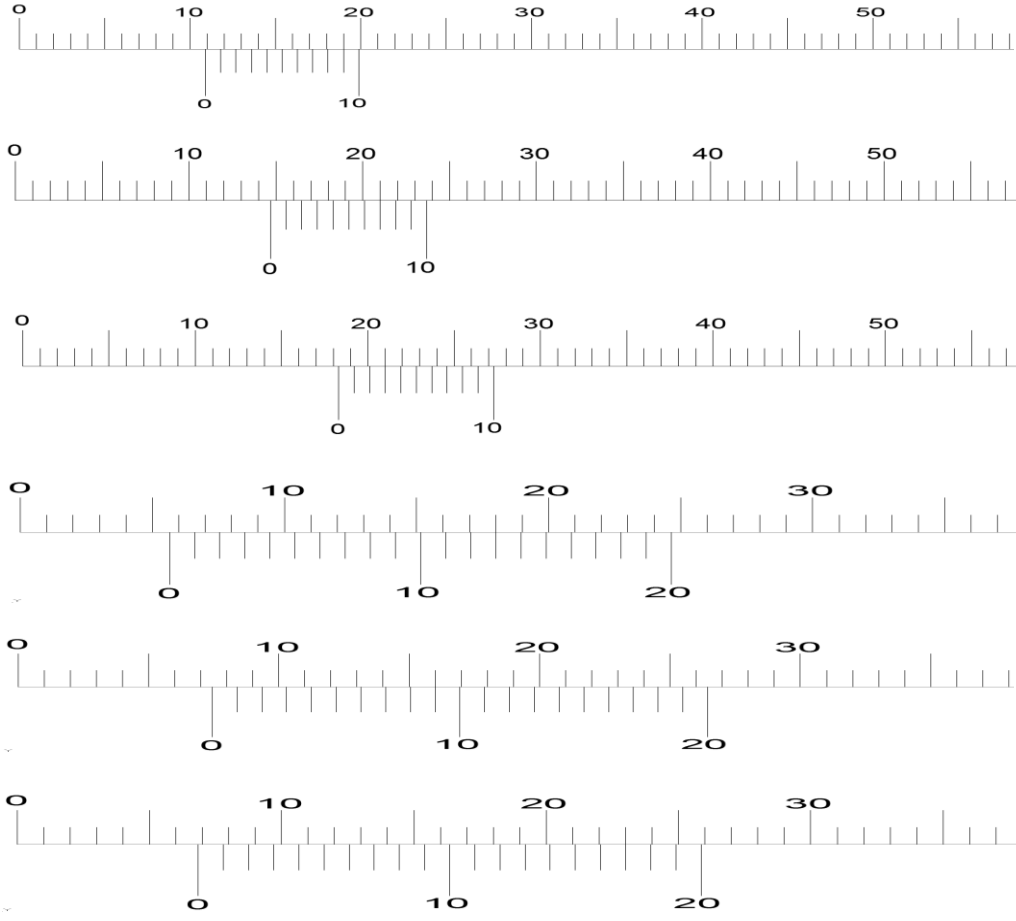
➤ Mikrometreler

Mikrometre, yuvarlak parçaların çaplarını ve düz parçaların da kalınlıklarını ölçmede kullanılan bir alettir. Bir somun içinde hareket eden bir dişli milden ya da vidadan oluşur. Hassas ölçümler yapılabilmesi 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).



- 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

Görsel 2.13: Mikrometre gövde ve yapısı

ÖĞRENME BİRİMİ-2	METAL MALZEME KESME İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	ÖLÇME VE KONTROL İŞLEMLERİ	SÜRE 2 DERS SAATİ
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, Avadanlık

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

İşlem Basamakları

- Yukarıda şekli gösterilen kumpasın hangi hassasiyetteki kumpas olduğunu tanımlayınız.
- Hassasiyeti belirlenen kumpas üzerindeki değerinin kaç mm olduğunu belirleyiniz.
- Değer doğrulunun son kontrolünü yapınız.
- Bulduğunuz değer sorumlu öğretmeninize aktarınız.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

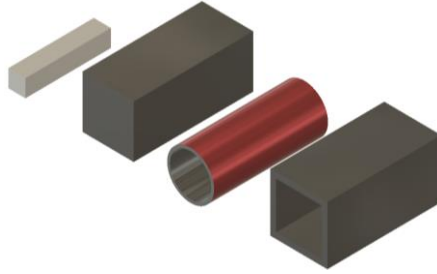
SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE (ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIşTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-2	METAL MALZEME KESME İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	ÖLÇME VE KONTROL İŞLEMLERİ	SÜRE 2 DERS SAATİ

AMAÇ

Çeşitli hassasiyetteki kumpaslarla ölçüm yapabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 2.15:Çeşitli ebatlarda metal malzemeler

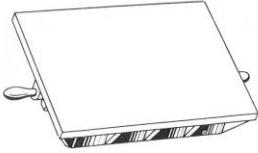
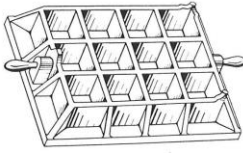
Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özellği	Miktarı
Kumpas	1/10, 1/20, 1/50 Hassasiyetli	1adet
Çeşitli ebatlarda metal malzemeler		

İşlem Basamakları

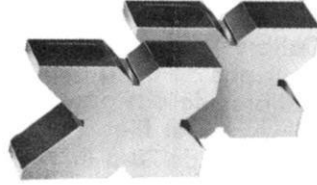
- Değişik hassasiyet kumpaslardan birini seçiniz.
- Verilen malzemenin ölçümünü yapınız.
- Değer doğrulunun son kontrolünü yapınız.
- Bulduğunuz değeri sorumlu öğretmene aktarınız.
- İşlem sonunda kumpası kutusuna koyunuz.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA RA- NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE (ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-2	METAL MALZEME KESME İŞLEMLERİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	MARKALAMA İŞLEMLERİ	
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. 2.2 MARKALAMA 2.2.1 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. 2.2.2 Markalama Aletleri 1. Markalama pleytleri 2. V yatakları 3. Çelik cetveller 4. Mihengirler 5. Pergeller 6. Noktalar 7. Çizecekler 8. Merkezleme gönyeleri 9. Çekiçler 2.2.2.1 Markalama Pleytleri 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 (Görsel 2.16).  Görsel 2.16: Markalama pleyt yapısı  Görsel 2.17: Markalama pleyti		

2.2.2.2 "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

2.2.2.3 Çelik Metreler

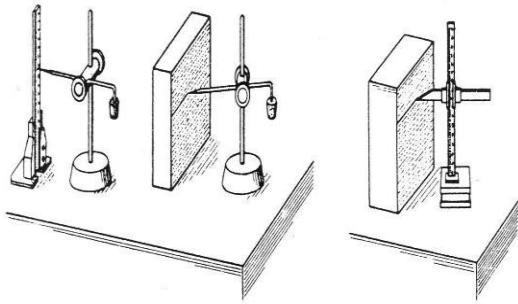
Çelik metre 30, 50 ve 100 cm boylarında olur. Küçük uzunlukta olanlarına çelik cetvel de denir. Üzeri inç ve mm bölüntülüdür. İmalat sanayinde ölçü almakta ve marka çizgisi çizme işlerinde kullanılır (Görsel 2.19).



Görsel 2.19: Çelik cetveller

2.2.2.4 Mihengirler

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



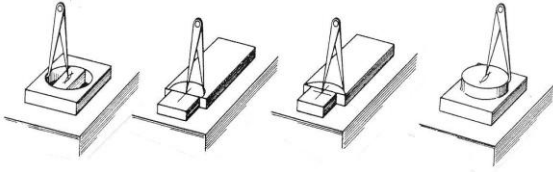
Görsel 2.20: Mihengir ile yapılan markalama işlemi



Görsel 2.21: Mihengir

2.2.2.5 Pergeller

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



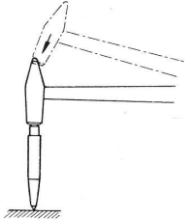
Görsel 2.22: Pergel ile yapılan markalama ve ölçü taşıma



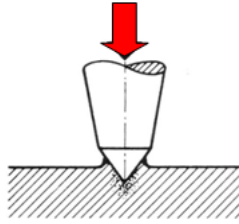
Görsel 2.23: Pergel

2.2.2.6 Noktalar

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



Görsel 2.24: İş parçasına nokta vurma işlemi ve bıraktığı iz



Görsel 2.25: Nokta

2.2.2.7 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

2.2.2.8 Merkezleme Gönyeleri

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



Görsel 2.27: Gönyeler

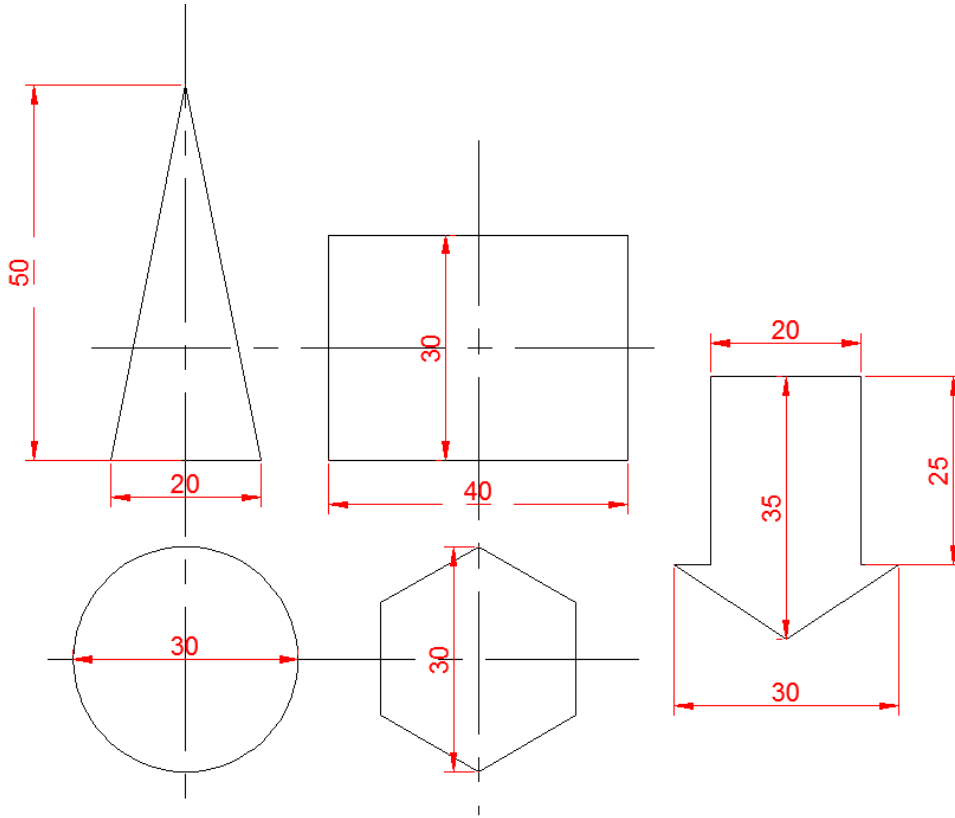
ÖĞRENME BİRİMİ-2	METAL MALZEME KESME İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	METAL MALZEME ÜZERİNDE ÖLÇME VE KONTROL İŞLEMLERİ	SÜRE 2 DERS SAATİ

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, Avadanlık

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

İşlem Basamakları

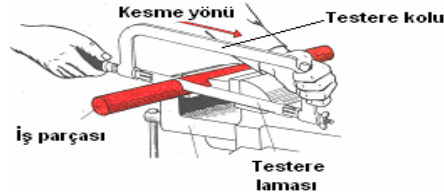
- Verilen ölçülerde galvanizli sacı kesiniz.
- İş resminde belirtilen şekiller için uygun markalama aletlerini belirleyiniz.
- Belirlendiğiniz markalama aleti ile iş resmini sac üzerine aktarınız.
- Çember çiziminde merkez belirlemek için nokta kullanmayı unutmayınız.
- Düz çizgiler oluşturulurken çelik cetvel ve çizecek kullanınız.
- Markalama işlemleri bittikten sonra son ölçme ve kontrol işlemlerini yapınız.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE (ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-2	METAL MALZEME KESME İŞLEMLERİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	KESME İŞLEMLERİ	
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. 2.3. KESME 2.3.1 Kesmenin Tanımı ve Amacı Parçaları, malzemelerden istenen ölçülerde, çeşitli metotlarla ayırma işlemine kesme denir. Parçadan talaş kaldırarak kesme işlemi el testere ve testere makineleriyle; talaş kaldırmadan kesme işlemi ise makaslar ile yapılır. Kesmelerle hem talaş kaldırarak hem de talaş kaldırmadan kesme yapılabilir. 2.3.2 El ile Kesme 2.3.2.1 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 koparıncaya kadar aynı kesme doğrultusunda ileri geri hareketle devam eder (Görsel 2.30). 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 boşta hareket eder. Herhangi bir baskı veya kuvvet uygulanmaz (Görsel 2.29).		



Görsel 2.29: İş parçası karşısında duruş ve kesme işlemi



Görsel 2.30: Testere ile kesme

➤ Kollu Makas

Genellikle 1 ile 5 mm et kalınlığı olan levha ve değişik ölçülerdeki lama parçalarının 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.

2.3.3 Kesme Makineleri

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

2.3.3.1 Talaşlı Kesme Makineleri

➤ Hidrolik Testere Makinesi

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



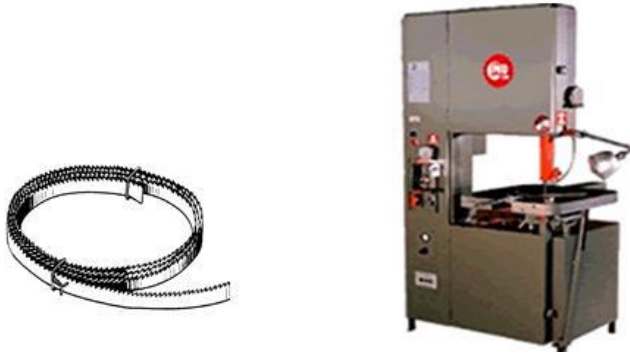
Görsel 2.31: Hidrolik testere makinesi

➤ **Tepsi Testere Makinesi**

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

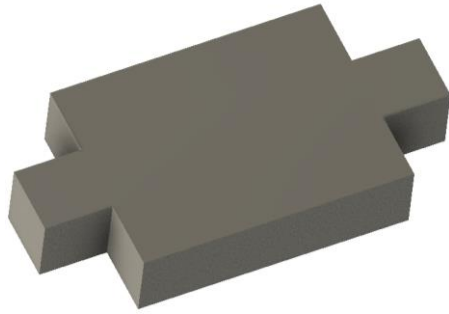
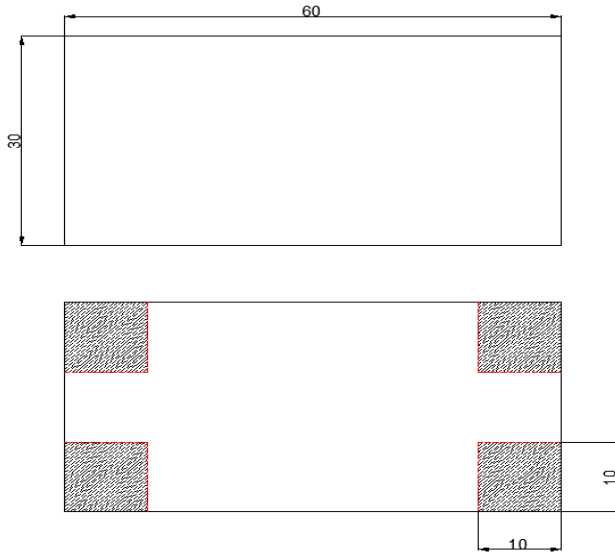
ÖĞRENME BİRİMİ-2	METAL MALZEME KESME İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	METAL MALZEME ÜZERİNDE KESME İŞLEMLERİ	SÜRE 2 DERS SAATİ

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, Avadanlık

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

İşlem Basamakları

- Testere lamasının doğru yönde takıldığından emin olunuz.
- Lama parçasını mengeneye bağlayınız.
- Ölçüleri parçanın üzerine markalayınız.
- Verilen ölçüler boyutunda lama demirini uygun duruş pozisyonunda kesiniz.
- Kesilen parçanın köşelerini istenilen ölçülerde markalayınız.
- Markalanan noktalar üzerinden parçanın her bir köşesini kesiniz.
- Kesme işleminden sonra kumpas yardımıyla son ölçümlemleri yapınız.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE (ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-3	TESVİYECİLİK İŞLEMLERİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	METAL MALZEME ÜZERİNDE TESVİYECİLİK EL ALETLERİ	

AMAÇ

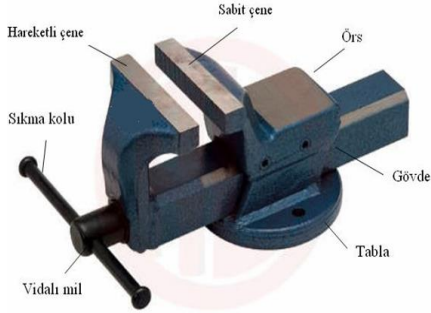
Gerekli ortam sağlandığında, el aletlerini kullanarak işleme kurallarına uygun ve verilen ölçülere göre talaşlı üretim yapabilmek.

GİRİŞ

Makineleri oluşturan parçaları eğeleme yöntemi ile talaş kaldırarak işlemenin yanı sıra, bu 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.

3.1 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. Mengeneri genel olarak paralel ağızlı (Görsel 3.1) ve boru mengeneri (Görsel 3.2) olarak iki grupta toplamak mümkündür.



Görsel 3.1: Tesviyeci mengenesi ve kısımları



Görsel 3.2: Boru mengenesi

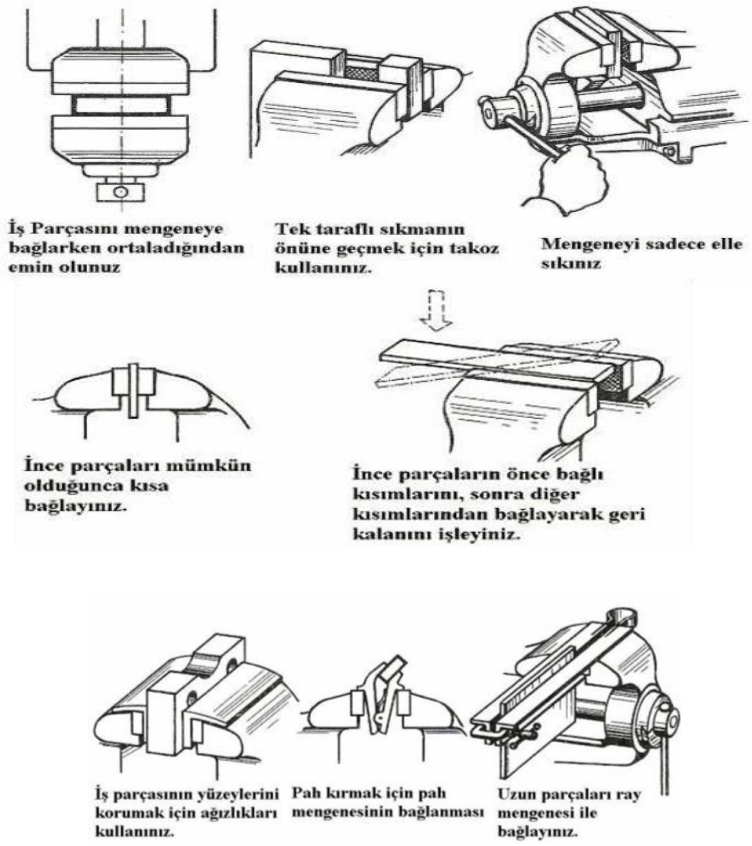
3.1.1 Mengene Çeşitleri

- Paralel ağızlı mengene
- Ayaklı mengene
- El mengenesi
- Pah mengenesi
- Boru mengenesi
- Makine mengenesi
- Kazancı mengenesi
- Özel mengeneri

3.1.2 Mengenerde 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.

3.1.3 İş Parçalarının Mengeneye Bağlanması



Görsel 3.3: İş parçalarının mengeneye bağlanması

3.1.4 Eğeler

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

3.1.4.1 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 hâlinde dir. Eğelerin kesici diş kısımları tuz banyolarında tavlanaarak sertleştirilir.

3.1.4.2 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 ölçtüye 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.

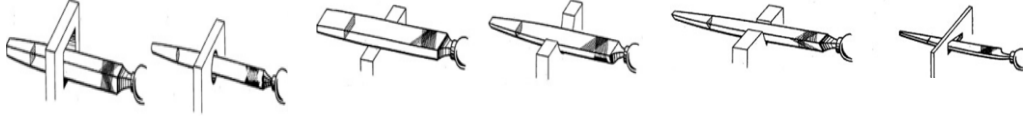
➤ **Balıksırtı (Yarım Yuvarlak) Eğe:** Genel işlerin birçoğunda kullanılan eğedir. Kavisli yüzeylerin eğelenmesinde, sivri kenarı sayesinde elimizin altında olmayan birçok eğenin işini de yapabilmektedir.

➤ **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 büyütmeye işlemlerinde ihtiyaç duyulur.



Görsel 3.4: Eğe Çeşitleri



Görsel 3.5:Eğelerin kullanma yöntemleri

3.1.4.3 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:Eğeler sap çeşitleri

ÖĞRENME BİRİMİ-3	TESVİYECİLİK İŞLEMLERİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	DÜZLEM YÜZEY EĞELEME	

AMAÇ

Eğeleme yöntemi ile uygun süre içinde talaşlı üretim işlemi yapmak.

GİRİŞ

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

3.2 DÜZLEM YÜZEYLERDE EĞELEME TEKNİKLERİ

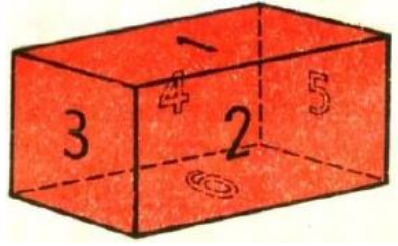
Yüzeyin tesviyeci gönyesi ile kontrolünü yapmak önemlidir. Düzlem yüzeylerin eğelenmesinde temel kural, eğenin yüzey üzerine 45° çapraz sürülmesidir. Özellikle kare, dikdörtgen biçimindeki geniş yüzeylerde köşelerden köşelere çapraz eğeleme yapılır.

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

3.2.1 Gönyesinde ve Ölçüsünde Eğeleme Nasıl Yapılır?

Parçayı gönyesinde ve ölçüsünde eğelemek için belirli eğeleme teknikleri vardır. Bir yüzey şekil-deki gibi düzlemlikten ölçüsünde ayrılmışsa, yüksek olan yerlerin belirlenerek eğelenmesi sonucu düz-lemlik sağlanabilecektir. Ancak yüzeyin düzlemliliğinin sağlanması beceriye, zamana ve özenli olmaya bağlıdır. Özellikle eğelemenin parçaya paralel olarak yapılması ve bu paralelliğin bozulmaması önemli-dir (Görsel 3.8).

Çoğu öğrenci işin çabuk bitmesi kaygısıyla seri hareketlerle eğeleme yapmaya çalışır. Ancak bu sı-rada 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.



Görsel 3.8:Düzlem Yüzey

3.2.2 Prizmatik Yüzeyler Eğelenirken

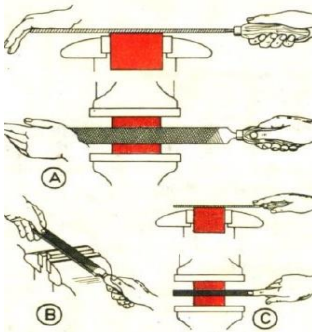
- a) Daima bir esas yüzeyden eğeleme işine girişmelidir. Bu yüzey hazır değilse hazırlanmalıdır.
- b) Esas yüzey temel alınarak parçanın birbirine ortak sınırı olan 1-2-3 yüzeyleri sıra ile işlenmelidir. Eğer birbirini zincirleme izleyen 1-3-6-5 yüzeyleri işlenirse, hatalar üst üste biner (Görsel 3.9).

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.



Görsel 3.9:Düzlem yüzey gönye kontrolü



Görsel 3.10:Eğeleme yöntemi

3.2.3 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.

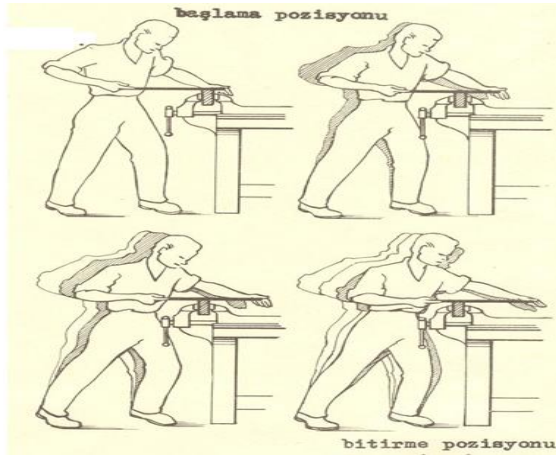
İş parçasının eğelenecek yüzeyi üste gelecek biçimde, mengene ağızlarından 3-5 mm yukarıda ve yere paralel olarak sıkıca bağlanır. Eğelenecek yüzeyde bulunan oksit tabakası eğenin uç kısmı ile kazınır. İşin geniş yüzeyini gönyesine getirmek için köşegenleri doğrultusunda eğelenir.

3.2.4 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.

3.2.5 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 kınılır, omuz yardımı ile eğeleme hareketi artırılır(Görsel 3.11).



Görsel 3.11: Eğelemede duruş şekilleri

- 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.

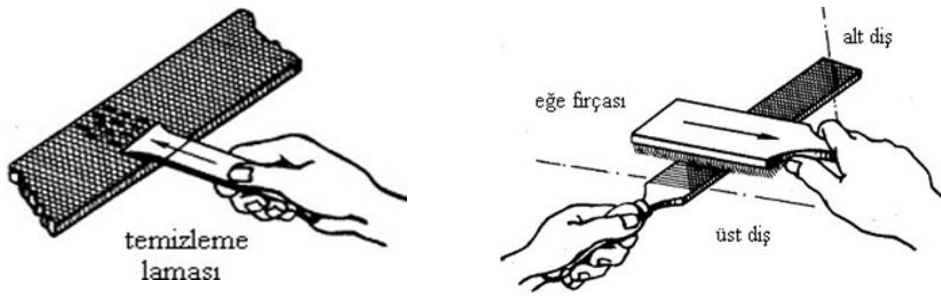
3.2.6 Eğeleme Esnasında Olabilecek İş Kazalarına Karşı Önlemler

Muhtemel iş kazaları ve alınacak 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

3.2.7 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 keskilme ya da frezede elde edilmiştir. Buna göre eğe dişleri ya keski gibi ya da kazıma şeklinde talaş kaldırır.
- 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.
- Bu 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

ÖĞRENME BİRİMİ-3	TESVİYECİLİK İŞLEMLERİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	PAH KIRMA İŞLEMLERİ	

AMAÇ

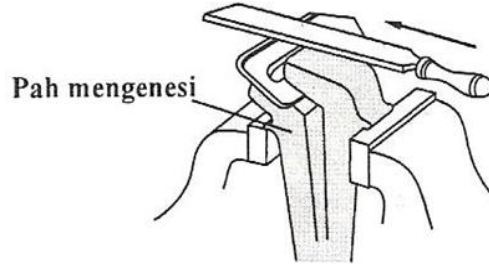
İş güvenliği kurallarına uyarak tekniğine uygun pah kırma işlemlerini yapmak.

GİRİŞ

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

3.3 PAH KIRMA

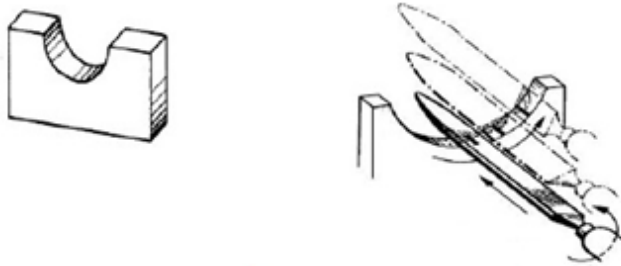
Pah kırma işlemi, genellikle pah mengenesine bağlanarak yapılır. Pah mengenesinin bulunmadığı atölyelerde ise iş parçası tesviyeci mengenesine bağlanarak pah kırma işlemi yapılır (Görsel 3.13).



Görsel 3.13:Pah Kırma Mengenesi

3.3.1 İçe Doğru Olan Kavislerin Eğelenmesi

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



Görsel 3.14:İçe doğru olan kavislerin eğelenmesi

3.3.2 Küresel Yüzeylerin Eğelenmesi

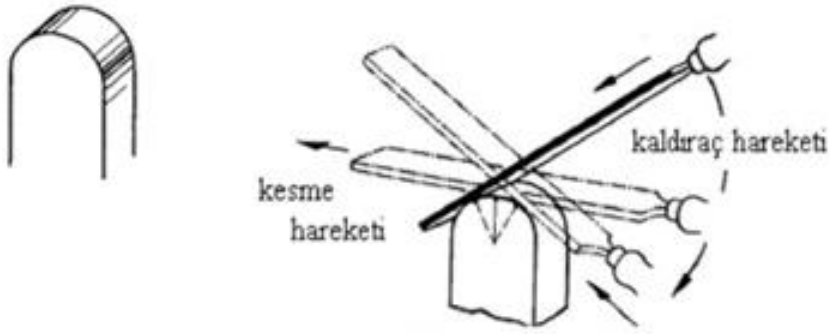
Eğme hem boy ekseni, hem de en ekseni etrafında aynı anda döndürülür. Bütün hareketler yumuşak olmalı ve omuz eklemleri ile bilekten gelmelidir (Görsel 3.15).



Görsel 3.15: Küresel yüzeylerin eğelenmesi

3.3.3 Dışa Kavisli Yüzeylerin Eğelenmesi

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



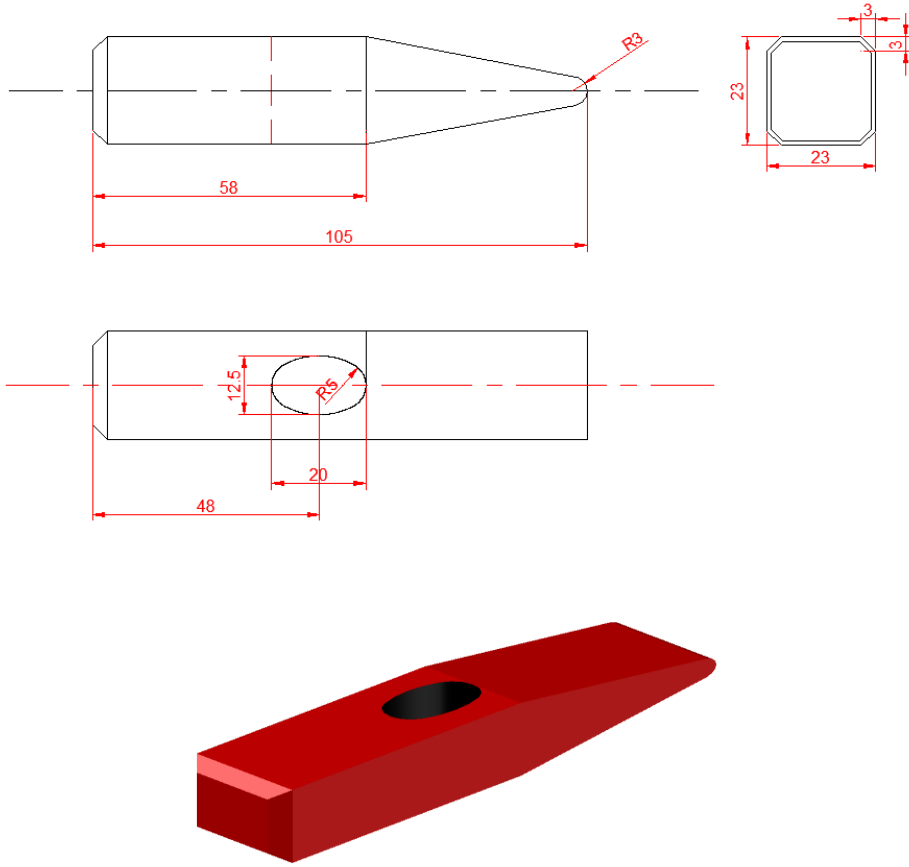
Görsel 3.16: Dışa kavisli yüzeylerin eğelenmesi

ÖĞRENME BİRİMİ-3	TESVİYECİLİK EL ALETLERİ, DÜZLEM YÜZEY EĞELEME, PAH KIRMA	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	TESVİYECİ ÇEKİCİ YAPIMI	SÜRE 10 DERS SAATİ

AMAÇ

Temel tesviyecilik işlemlerini yapabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 3.17: Tesviyeci çekici ölçüleri

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Demir parça	25x25 mm	1adet
Eğre	Düz, Balıksırtı, Yuvarlak	1adet
Matkap ve uçları		
Demir testeresi		
Mengene		
Kumpas		

İşlem Basamakları

- İş güvenliği için gözlük, iş eldiveni ve iş önlüğü giyilerek gerekli tedbirler alınır.
- 25x25 mm ebatlarındaki demir verilen ölçüde kesilir.
- Kesilen parçanın bir ucunu demir testeresi yardımıyla V şeklinde kesilir.
- V şeklinde kesilen parçanın uç kısmı eğre yardımıyla verilen ölçüde ovalleştirilir.
- Parçanın diğer ucu verilen ölçülerde pahlanır.
- 10 mm matkap ucuyla birbirlerine bitişik şekilde iki delik açılır.
- Açılan deliklerin uçları eğre yardımıyla elips şekline getirilerek sap için hazır hale getirilir.
- Tüm temel tesviyecilik işlemleri bittiğinde kumpas ile son kontroller yapılır.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

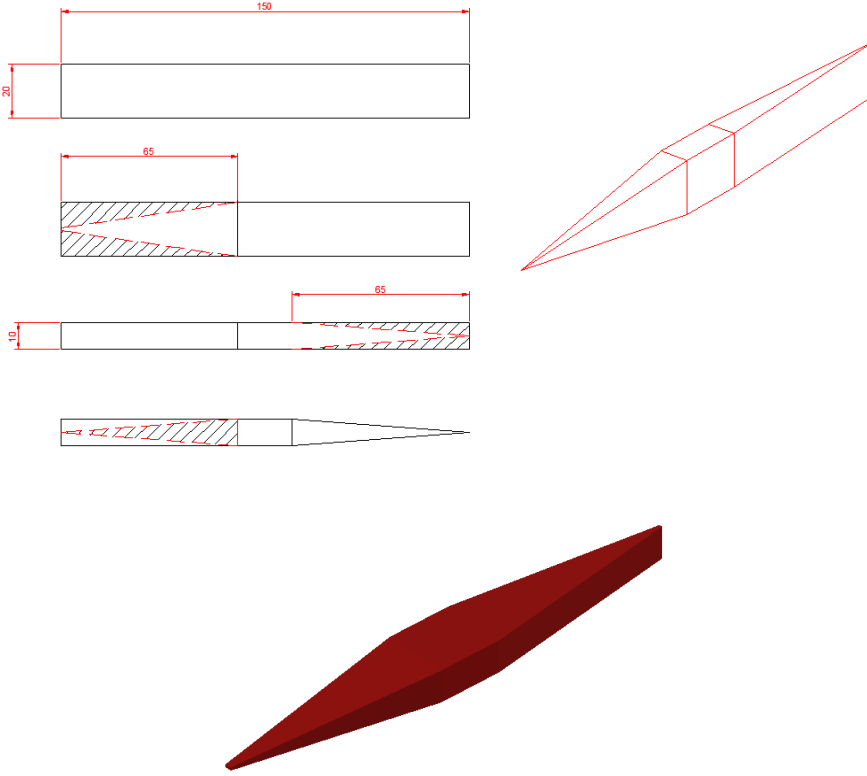
SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE (ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-3	TESVİYECİLİK EL ALETLERİ, DÜZLEM YÜZEY EĞELEME, PAH KIRMA	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	KAYNAKÇI ÇEKİCİ	SÜRE 8 DERS SAATİ

AMAÇ

Temel tesviyecilik işlemlerini yapabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 3.18:Kaynakçı çekici ölçüleri

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Demir parça	30x10 mm	1adet
Eğge	Düz, Balıksırtı, Yuvarlak	1adet
Demir testeresi		
Mengene		
Kumpas		

İşlem Basamakları

- İş güvenliği için gözlük, iş eldiveni ve iş önlüğü giyilerek gerekli tedbirler alınır.
- 30x10 mm kalınlığındaki lama demiri verilen ölçüler doğrultusunda markalanarak mengeneyle bağlanır.
- Verilen ölçü doğrultusunda lama kesilir.
- Kesilen lama parçasının iki ucu da verilen ölçüler doğrultusunda V şeklinde kesilir.
- V şeklinde kesilen uçlardan bir tanesini eğge yardımıyla dip kısmından uca kadar sivirtme işlemi yapılır.
- Kumpasla son ölçümler yapılarak ve gerekli değişiklikler yapılır.
- Biten iş parçası sorumlu öğretmene teslim edilir
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE (ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYIRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

**ÖĞRENME
BİRİMİ-3****TESVİYECİLİK İŞLEMLERİ****BİLGİ
YAPRAĞI****KONU****DELİK DELME İŞLEMLERİ****AMAÇ**

İş güvenliği kurallarına uyarak tekniğine uygun delik delme işlemi yapmak.

GİRİŞ

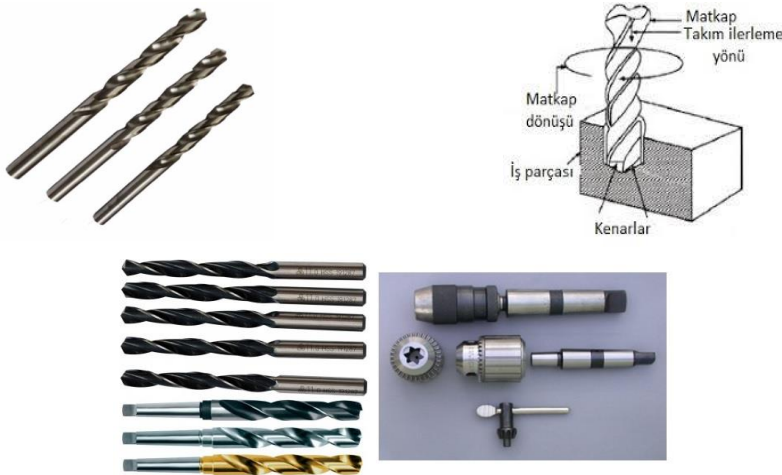
İş ve işlemlerin gerçekleştirileceği metal malzeme üzerine matkap tezgahının çalışma kuralları doğrultusunda delik delme işlemi yapabileceklerdir.

3.4 METAL MALZEME ÜZERİNE DELİK DELME İŞLEMLERİ**3.4.1 Delmenin Tanımı ve Amacı**

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

3.4.2 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

3.4.3 Matkap Tezgâhı Çeşitleri

- 1) El breyizleri
- 2) Masa tipi sütunlu matkap tezgâhları
- 3) Sütunlu matkap tezgâhları
- 4) Radyal matkap tezgâhı
- 5) Yatay delik delme tezgâhı
- 6) Çok milli matkap tezgâhları
- 7) Hidrolik kumandalı matkap tezgâhları

3.4.3.1 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

3.4.3.2 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

3.4.3 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 delme

3.4.4 Matkap Tezgâhının Belli Başlı Kısımları

Mil: Matkapmandrenini 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, iletme 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.

3.4.5 Matkapların Bakımları

- Matkap, iş parçasına batılırken 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.

3.4.6 Delme İşlemi Sırasında Dikkat Edilecek Hususlar

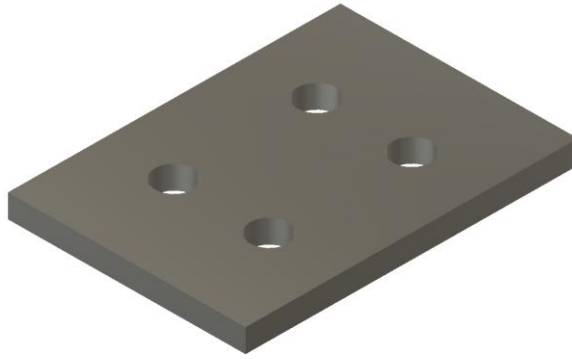
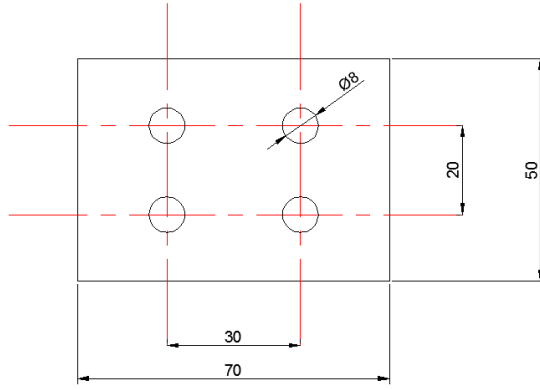
- İş parçasının savrulmaması için iş parçası, tezgâh mengenesine sıkıca bağlanmalıdır.
- Mandren anahtarı, üzerinde bırakılmamalıdır.
- Baş ve vücut tezgâhtan uzak tutulmalıdır.
- Kullanılan tezgâhın özellikleri iyi bilinmelidir.
- İş verimini artırmak, matkabın ömrünü uzatmak ve iş parçası yüzeyinin kalitesini artırmak için soğutma sıvısı kullanılmalıdır.
- Çalışma alanı temiz olmalı, delme esnasında üstü 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 sehpa zarar görmemiş olur.
- Matkap kapatıldıktan sonra bir süre daha matkap mili döneceğinden matkap durmadan kesinlikle matkap mili el ile kesinlikle kavranmamalıdır.

ÖĞRENME BİRİMİ-3	TESVİYECİLİK İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	DELİK DELME İŞLEMLERİ	SÜRE 6 DERS SAATİ

AMAÇ

Metal malzeme üzerine delik delme işlemini yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 3.23: Delme işlemi yapılacak parçanın ölçüleri

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

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

İşlem Basamakları

- Delinecek malzemenin delik merkezlerini markalayarak, nokta vurunuz.
- Gerekli ise delinecek malzemeyi mengeneye bağlayınız, parça altını tahta takoz ile destekleyiniz.
- Delme için malzeme cinsine ve matkap çapına uygun devri ayarlayınız
- Matkabı mandrene bağlayınız ve makineyi çalıştırınız.
- Delik merkezini matkap ucuna ağızlatınız.
- Uygun delme hızı ile deliği merkezinden delmeye başlayınız, gerekiyorsa soğutma sıvısı kullanınız.
- Delik bitiminde (Matkap ucu alttan çıkarken) delme hızını azaltınız.
- Yapılan işlemin doğruluğunu (ölçülerini) kontrol ediniz.
- Çapakları temizleyiniz.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE (ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYIRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-4	ÇELİK BORU İŞÇİLİĞİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	ÇELİK BORULARI KESME	

AMAÇ

Çelik borulara kesme işlemlerini yapmak.

GİRİŞ

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

4.1 ÇELİK BORULAR

4.1.1 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 inmal 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.

4.1.1.1 Dikişli Siyah Çelik Borular

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

4.1.1.2 Dikişsiz Siyah Çelik Borular

- İnce etli yapıldıkları için dış açmaya uygun değildir.
- Birleştirilmeleri kaynaklı ve kaynaklı flanşlı bağlantı yapılıdır.
- Piyasada 6 m boyunda ve uçları dışsı olarak bulunur.

4.1.1.3 Galvanizli Çelik Borular

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

4.1.1.4 Gaz Boruları

- Kalın etli sıcak çekme borulardır dikişsiz yapılırlar.
- 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.

4.1.2 Çelik Boruları Keskme

4.1.2.1 Çelik Boruları Kesme İşleminde Kullanılan Aletler

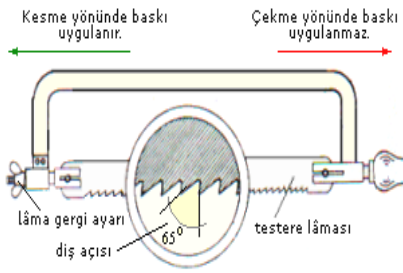
Cisimleri parçalara ayırma işlemine kesme, kesme işleminde kullanılan takımlara da kesme aletleri denir. Çelik boruları kesme işleminde, el testereleri ve boru kesikleri kullanılır.

4.1.2.2 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 koparılmaya kadar aynı kesme doğrultusunda ileri geri hareketle devam eder.



Görsel 4.1:El testeresi



Görsel 4.2:Testere laması takma yönü



Görsel 4.3:Kesme pozisyonu

4.1.2.3 Boru Kesikleri

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

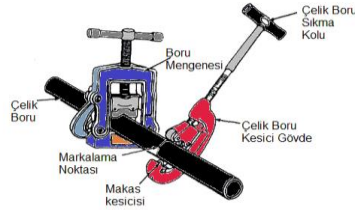


Görsel 4.4: Metal boru keski



Görsel 4.5: Boru keski kısımları

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



Görsel 4.6: Boru keski ile kesme yönü

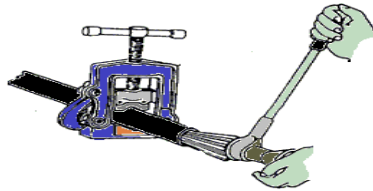
4.1.3 Çelik Boru Çapak Temizleme (Rayba)

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

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



Görsel 4.7: Boru raybaları



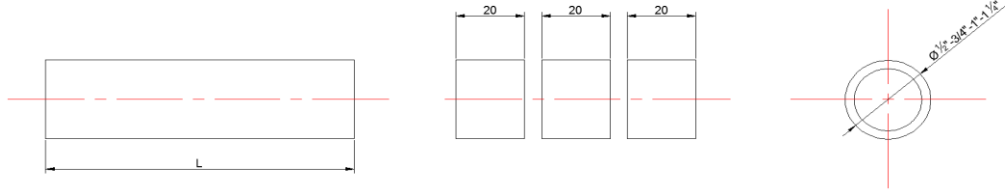
Görsel 4.8: Rayba ile çapak temizleme

ÖĞRENME BİRİMİ-4	ÇELİK BORU İŞÇİLİĞİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	EL TESTERESİ İLE ÇELİK BORULARI KESME	SÜRE 2 DERS SAATİ

AMAÇ

Testere ile çelik boruları kesebilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 4.9: Kesilecek boru ölçüleri

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

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

İşlem Basamakları

- Belirtilen çaplardaki borulardan herhangi birini seçiniz.
- Seçilen çaptaki boruyu mengeneyle bağlayınız.
- Verilen ölçüde boruyu kalemle markalayınız.
- Testere ile markalanan yer üzerinde iz bırakınız.
- Kesme pozisyonunu alarak istenilen ölçüde boruyu kesin.
- Kesme işlemi sonunda ölçü ve temizleme işlemini yapınız.
- Kullanılan el takımlarını kontrol altına alarak, atölye çalışma alanını temizleyiniz.
- Yapılan işlemleri aynı boru üzerinde toplam 3 kere tekrarlayınız.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

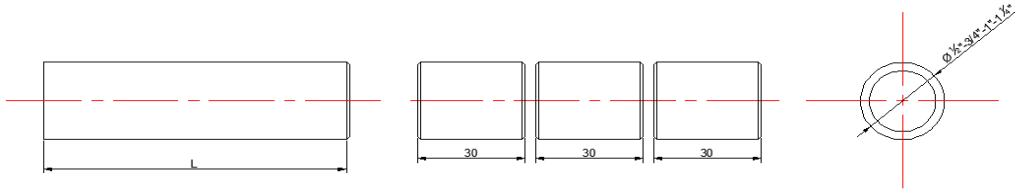
SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE (ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-4	ÇELİK BORU İŞÇİLİĞİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	BORU KESKİSİ İLE ÇELİK BORULARI KESME	SÜRE 2 DERS SAATİ

AMAÇ

Boru keskisi ile çelik boruları kesebilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 4.10:Kesilecek boru ölçüleri

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avcılık

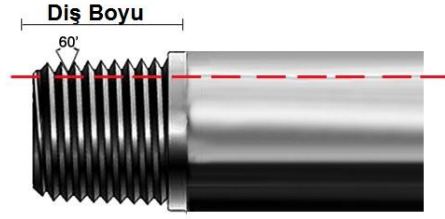
Adı	Özelliği	Miktarı
Çelik boru	1/2"-3/4"-1"	3 adet
Boru keskisi		1adet
Mengene		1adet
Kalem		1adet
Metre		1adet

İşlem Basamakları

- Belirtilen çaplardaki borulardan herhangi birini seçiniz.
- Seçilen çaptaki boruyu 100-150 mm geçecek şekilde mengeneye bağlayınız.
- Verilen ölçüde boruyu kalemle markalayınız.
- Boru kesgisini markalanan çizginin üzerine getirerek sıkınız.
- Keski ağzı yönünde bir tur döndürünüz.
- Boru kesgisini her turda az miktarda sıkınız.
- Kesmenin sonuna doğru borunun ucundan tutunuz.
- Kesme işlemi sonunda ölçü ve temizleme işlemini yapınız.
- Kullanılan el takımlarını kontrol altına alarak, atölye çalışma alanını temizleyiniz.
- Yapılan işlemleri aynı boru üzerinde toplam 3 kere tekrarlayınız.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE (ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-4	ÇELİK BORU İŞÇİLİĞİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	ÇELİK BORULARA DIŞ AÇMA	
AMAÇ Gerekli malzemeleri kullanarak çelik borulara dış açabilmek. GİRİŞ Düzgün dairesel kesitli parçalar üzerine açılmış helisel oluklara vida denir. Açılmış vidalar, dış olarak da adlandırılır. Bir boruya dış açmak için malzemeyi tespit etmekte mengene ve dış açmakta pafta gerekir. İşte bu öğrenme biriminin de dış açma ve gerekli ekipmanlar gösterilecektir. 4.2 ÇELİK BORULARA DIŞ AÇMAK Düzgün dairesel kesitli parçalar üzerine açılmış helisel oluklara vida denir. Açılmış vidalar, dış olarak da adlandırılır. Bir boruya dış açmak için malzemeyi sabitlemekte mengene ve dış açmakta pafta gerekir. 4.2.1 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 dış açılmasını sağlayan parçalardır. Çevirme kolu: Boru veya benzeri yuvarlak malzemeden olup paftayı döndürmek için kullanılır. Merkezleme düzeneği: Dış açılacak borunun paftayla aynı merkezde olmasını sağlar. Cırcır düzeneği: Paftanın çalışma yönünün tersinde ve boşta dönmesini sağlar. Bu da dış 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 dış boyu, her boru çapına göre ayrı uzunluktadır. Vida başlangıçtan geriye doğru koniktir. Pratikte boru dış 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 ayan ve uygulanan enerji durumuna göre; sabit lokmalı cırcırlı, ayarlanabilir lokmal cırcırlı ve elektrikli olmak üzere üç çeşidi vardır.

4.2.1.1 Sabit Lokmal 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 lokmal cırcırlı boru paftaları, 1/2" ile 2" çaplardaki borulara diş açar (Görsel 4.12).



Görsel 4.12:Sabit lokmal cırcırlı boru paftası

4.2.1.2 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 torna biçimi verilmiştir. Seri çalışma ve daha büyük çaplı borulara diş açma olanağı sağlar (1/2" ila 2"). Üzerinde bulunan boru keskişi ve raybası, kesme ve raybalama işlemlerinde kolaylık oluşturur(Görsel 4.14).



Görsel 4.14: Elektrikli boru pafta tezgâhı

4.2.2 Boru Mengeneri

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



Görsel 4.15: Yana açılır boru mengenesi

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



Görsel 4.16: Seyyar boru tezgâhı

4.2.3 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

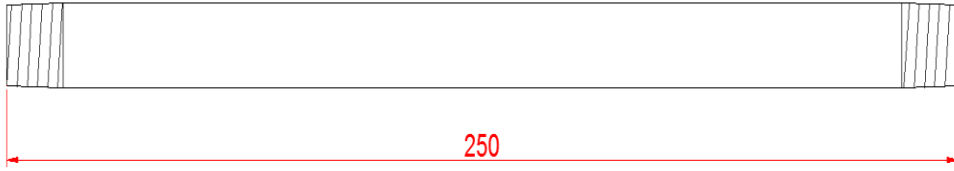
Dikişli Siyah Çelik Boru TS 301/2			Dikişsiz siyah çelik (pa- tent, çekme çelik) boru DIN 2448			Galvanizli çelik boru TS301/3			Gaz borusu TS6047		
Anma Çapı		Kalınlığı	Anma Çapı		Kalınlığı	Anma Çapı		Kalınlığı	Anma Çapı		Kalınlığı
Mm	İnç	mm	mm	İnç	mm	mm	İnç	mm	mm	İnç	mm
10	3/8"	2.35	40	-	2.50 2.60	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 kapla- narak da üretilir. Et kalınlığı, galvaniz kalınlığı kadar artar.						Not: TS301/3 galvanizli çelik borular, su tesisatla- rında 25 bar işletme basıncına kadar kullanılabilir.					

ÖĞRENME BİRİMİ-4	ÇELİK BORU İŞÇİLİĞİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	ÇELİK BORULARA DIŞ AÇMA	SÜRE 4 DERS SAATİ

AMAÇ

El paftası yardımıyla çelik borulara dış açabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 4.17: Dış açılacak boru ölçüsü

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özellği	Miktarı
Çelik boru	1/2"-3/4"-1"	1 adet
El testeresi		1adet
Mengene		1adet
Kalem		1adet
Metre		1adet
Yağdanlık		1adet
Boru Paftası		1adet
Fittings parçası,Te, Dirsek, Manşon vb.		1adet

İşlem Basamakları

- Belirtilen çaplardaki borulardan herhangi birini seçiniz.
- İstenilen ölçülerde boyunu kesiniz.
- Boruyu mendenen 10-15 cm fazla olacak ve kaymayacak şekilde sıkıca bağlayınız.
- Boru çapına uygun lokma seçiniz.
- Sol elinizle pafta üzerinden baskı uygulayarak boru ucuna paftayı ağızlatınız.
- Diş açma sırasında mutlaka makine yağı kullanınız.
- Pafta lokmalarını bir veya iki diş geçecek şekilde diş açma işlemini bitiriniz.
- Diş işlemi bitiminde cırcır düzenini ters yöne ayarlayarak paftayı sökünüz.
- Bir fittings parçasıyla açtığınız dişleri kontrol ediniz.
- Diş açılmış boruya temizleme işlemini yapınız.
- Atölye çalışma alanını temizleyiniz.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE (ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-4	ÇELİK BORU İŞÇİLİĞİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	SIZDIRMAZLIK ELEMANI KULLANMA	
AMAÇ Diş açılmış çelik borulara, uygun sızdırmazlık malzemesi kullanmak. GİRİŞ Yapılan tesisatın taşıdığı akışkan ve gazların sızdırmaması çok önemlidir. Bu konuda, yapılan tesisatın türüne uygun sızdırmazlık elemanlarının nasıl kullanıldığı anlatılacaktır. 4.3 DIŞLI BAĞLANTIDA SIZDIRMAZLIK MALZEMELERİNİN KULLANIMI 4.3.1 Kendir Kullanımı Kendir, kenevir bitkisi sapı liflerinin inceltmesiyle elde edilir. Kendir lifleri, suya karşı hassastır. Suyu görünce şişen ve 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 sarılmıdır. 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		

4.3.2. 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 kaçmasına dikkat edilir (Görsel 4.22).



Görsel 4.20:Teflon bant

Görsel 4.21:Doğalgaz teflon bandı

Görsel 4.22:Teflon bant sarılması

4.3.3. Sıvı Conta Kullanımı

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



Görsel 4.23:Sıvı conta sürülmesi

ÖĞRENME BİRİMİ-4	ÇELİK BORU İŞÇİLİĞİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	SIZDIRMAZLIK ELEMANI KULLANMA	SÜRE 2 DERS SAATİ

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, Avadanlık

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

İşlem Basamakları

- İki ucuna dış açılmış boru mengeneye bağlayınız.
- Borunun bir ucuna kendir sarmak için hazırlayınız.
- Kendiri elinizle inceltiniz bu sayede dışlara daha iyi sarılacaktır.
- Kendirin iki ucundan tutunuz.
- İlk dış boşa gelecek şekilde kendiri dış yönünde sarmaya başlayınız.
- Kendiri iki tur döndürerek ikinci ve üçüncü dış üzerinde sarınız.
- Kendiri dış boyunca sıkıca bağlayınız ve fazlalığını koparınız.
- Üzerine kendirin sarım yönünde bezir yağı sürünüz.
- Borunun diğer ucunu çevirerek mengeneye bağlayınız.
- Teflon bandın ucunu son dişler üzerinde tutunuz.
- Teflon bandın ucu altta kalacak şekilde % 50 bindirerek boru ucuna doğru sarınız.
- Sarım sonunda bandı çekerek kopartınız ve kopan ucu elinizle sarım üzerinde sıyırınız.
- Atölye çalışma alanını temizleyiniz.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE (ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-4	ÇELİK BORU İŞÇİLİĞİ	BİLGİ YAPRAĞI		
KONU	BAĞLANTI PARÇASI (FİTTİNGS) SIKMA			
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.				
4.4 BAĞLANTI PARÇASI (FİTTİNGS) SIKMA				
4.4.1 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 değişimlerinde 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 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 eksen de çakışan boruların birbirini 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 ağzlarının körlenmesinde kullanılır.)	 Kör Tapa Gömme Tapa (Sonradan kullanılması gereken veya iptal edilen tesisat ağzlarının 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.)

4.4.2 Ölçü Alma

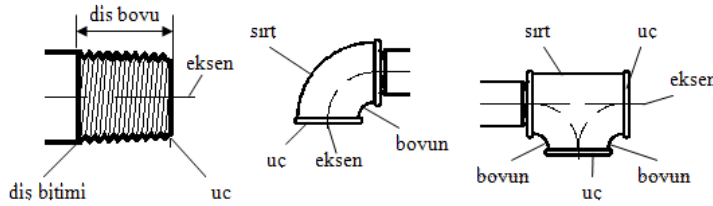
Boruların, projelere uygun olarak ölçülerinde kesme işlemleri yapılır ve tesisatçının işi de genellikle inşaat ortamında doğru yapılan ölçü alma sayesinde kolaylaşır. İyi bir tesisatçının en önemli özelliklerinden biri, hassas ve doğru ölçü alabilmesi olmalıdır (Görsel 4.25).



Görsel 4.25: Boru üzerinde ölçü alma

Boru üzerinde ölçü alabilmek için bazı terimleri bilmememiz gerekir. Bunlar uç, dış bitimi, dış boyu, sırt, boyun ve eksenidir (Görsel 4.26).

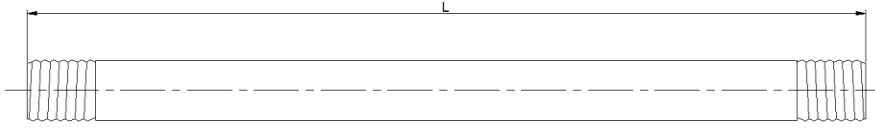
- **Uç:** Boru ve ek parçasının bitiş ucudur.
- **Dış bitimi:** Boru ve ek parçası dışının sonudur.
- **Dış boyu:** Boru ve ek parçasının vida uzunluğudur.
- **Sırt:** Ek parçasının arkası veya gerisidir.
- **Boyun:** Ek parçasının dönüş yönü yüzeyidir.
- **Eksen:** Boru ve ek parçasının orta merkezidir.



Görsel 4.26: Boru üzerinde ölçü alma terimleri

4.4.2.1 Uçtan Uca Ölçü Alma

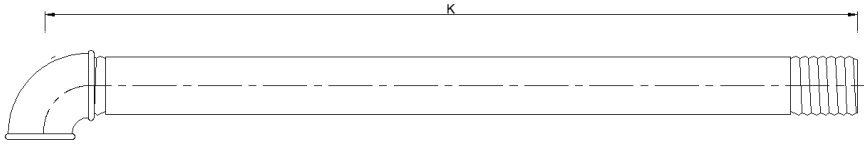
Kesilmiş borunun bir ucundan diğer ucunun arasındaki mesafenin ölçülmesi işlemidir. Borunun tam boyunu verir (Görsel 4.27).



Görsel 4.27: Uçtan uca ölçü alma

4.4.2.2 Eksenden Uca Ölçü Alma

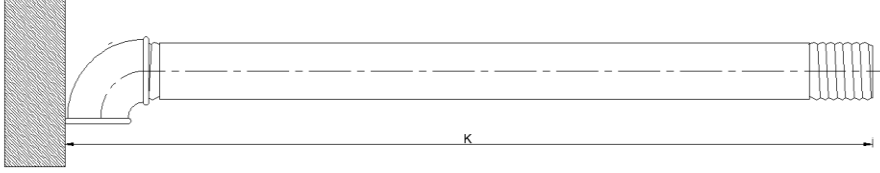
Bir ucunda bağlantı malzemesinin eksenine ile boru ucu arasındaki mesafenin ölçülmesi için kullanılır. Boru parçalarının birer birer sıkılması gereken yerlerde tercih edilir (Görsel 4.28).



Görsel 4.28: Eksenden uca ölçü alma

4.4.2.3 Uçtan Sırt Ölçü Alma

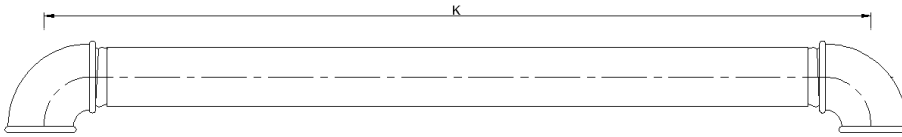
Bir borunun ucu ile ucuna takılı olan bağlantı elemanının sırtı arasındaki mesafenin ölçülmesidir. Genellikle yapı elemanları arasında kalan boru işlerinde kullanılır (Görsel 4.29).



Görsel 4.29:Uçtan sırta ölçü alma

4.4.2.4 Eksenden Eksene Ölçü Alma

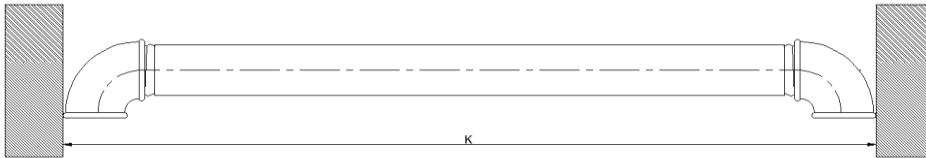
İki tarafına bağlantı malzemesi sıkılı olan parçalarda, iki bağlantı elemanın ekseni arasındaki mesafenin gösterildiği ölçü şeklidir. Duvar yüzeyinden dönen boru bağlantıları arasında kullanılır (Görsel 4.30).



Görsel 4.30:Eksenden eksene ölçü alma

4.4.2.5 Sırttan Sırta Ölçü Alma

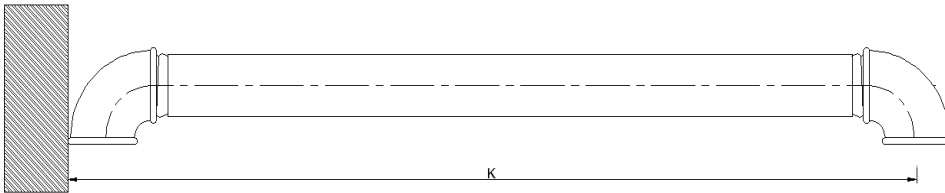
Borunun iki duvar arasına bağlanacağı yerlerde kullanılan ölçü çeşididir. İki tarafına bağlantı elemanı takılı olan borunun bağlantı elemanlarının sırtları arasındaki mesafedir (Görsel 4.31).



Görsel 4.31:Sırttan sırta ölçü alma

4.4.2.6 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

4.4.3 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.

4.4.3.1 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

4.4.3.2. Tek Kollu Boru Anahtarları

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



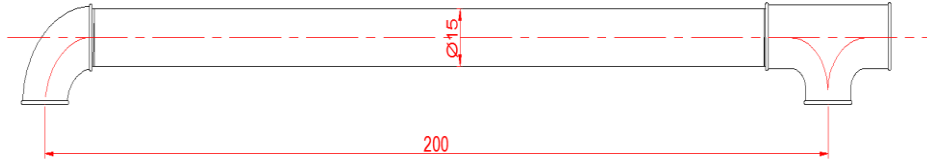
Görsel 4.34:Tek kolu boru anahtarı

ÖĞRENME BİRİMİ-4	ÇELİK BORU İŞÇİLİĞİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	BAĞLANTI PARÇASI (FİTTİNGS) SIKMA	SÜRE 4 DERS SAATİ

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, Avadanlık

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

İşlem Basamakları

- İki ucuna dış açılmış boru mengeneye bağlayınız.
- Borunun iki ucuna da kendir sarınız.
- Üzerine kendirin sarım yönünde bezir yağı sürünüz.
- Borunun bir ucuna "Te" bağlayıp boru anahtarı yardımıyla sıkınız.
- Borunun diğer ucuna dirsek bağlayıp boru anahtarı yardımıyla sıkınız.
- İşlem sonunda fittings uçlarının aynı ekseninde olduğunu dikkat ediniz.
- Kullanılan el takımlarını kontrol altına alarak toplayınız.
- Atölye çalışma alanını temizleyiniz.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

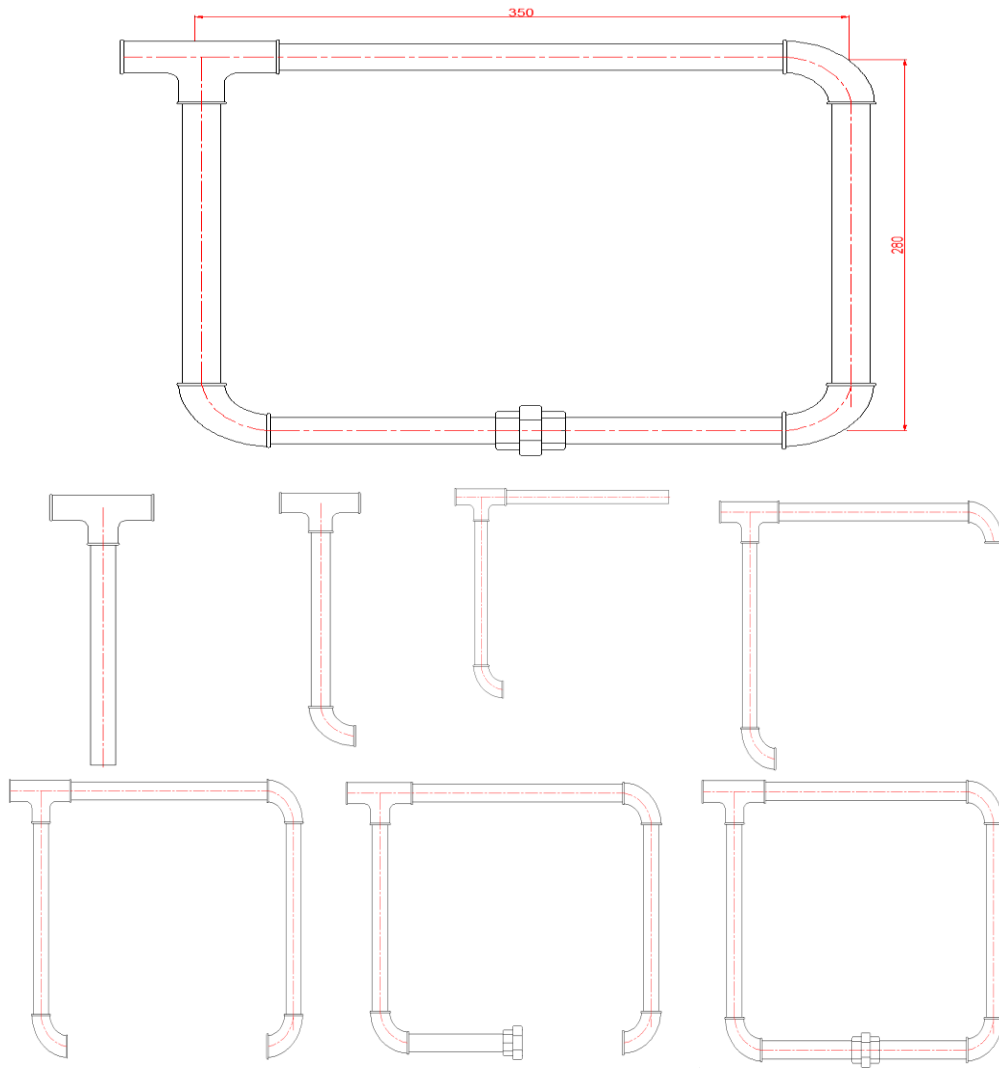
SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-4	ÇELİK BORU İŞÇİLİĞİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	BAĞLANTI PARÇASI (FİTTİNGS) SIKMA	SÜRE 4 DERS SAATİ

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, Avadanlık

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

İşlem Basamakları

- Kullanacağınız çapta boruyu ve buna uygun fittingsleri seçiniz.
- Şekillerde gösterilen işlem sırasını takip ederek borulara dış açınız, kendir üzerine bezir yağı sürünüz ve boru anahtarı yardımıyla sıkınız.
- Kurduğunuz sisteme basınç testi uygulayınız.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-4	ÇELİK BORU İŞÇİLİĞİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	SİYAH ÇELİK BORULARI SOĞUK BÜKME	

AMAÇ

Gerekli donanımı kullanarak siyah çelik borularda soğuk bükme işlemini yapabilmek.

GİRİŞ

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

4.5 SİYAH ÇELİK BORULARI SOĞUK BÜKME

4.5.1 Hidrolik Boru Bükme Makinesi

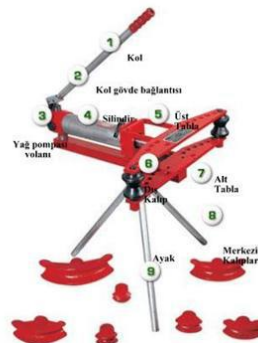
Hidrolik boru bükme makinesi yağ basıncı ile çalışır. 15 mm (1/2") ile 80 mm (3") çapları arasındaki boruları istenilen açıda bükülebilirler(Görsel 4.37).

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 bükülmesinde 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 4.37: Hidrolik boru bükme makinesi



Görsel 4.38: Hidrolik boru bükme makinesi kısımları



Görsel 4.39:90° bükülmüş çelik boru



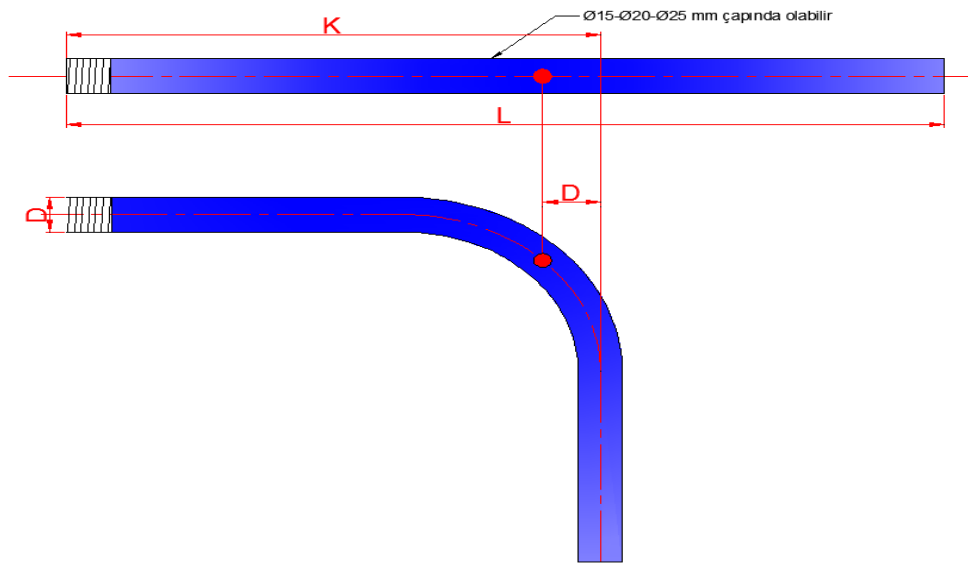
Görsel 4.40:45° bükülmüş çelik boru

ÖĞRENME BİRİMİ-4	ÇELİK BORU İŞÇİLİĞİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	SİYAH ÇELİK BORULARI SOĞUK BÜKME	SÜRE 4 DERS SAATİ

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, Avadanlık

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

İşlem Basamakları

- Çelik boruyu istenilen ölçüde kesip bir ucuna dış açınız.
- Bükme noktasını markalayınız.
- Uygun kalıbı uygun deliğe takınız.
- Boruyu piston kalıbı merkezine yerleştiriniz.
- Borunun dikişinin üste gelmesine dikkat ediniz.
- Piston kalıp merkezi çizgisi ile boru büküm çizgisinin çakışıp çakışmadığına dikkat ediniz.
- Gönye ile istenilen derecede bükünüz.
- Hidrolik volanı gevşetip parçayı çıkartınız.
- Ölçü ve temizleme işlemini yapınız.
- Kullanılan el takımlarını kontrol altına alarak toplayınız.
- Atölye çalışma alanını temizleyiniz.
- Parçayı sorumlu öğretmene veriniz.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfi önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

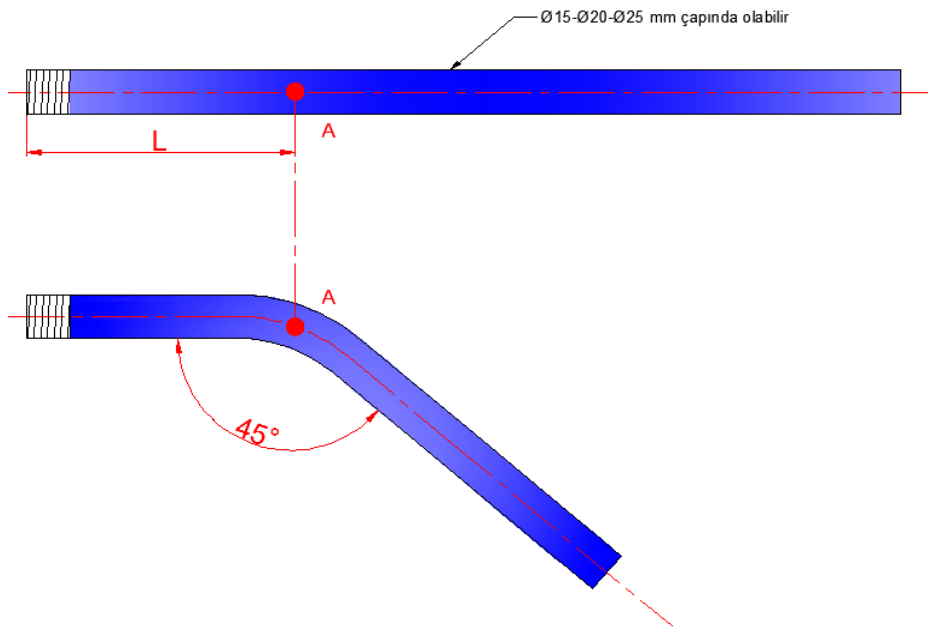
SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-4	ÇELİK BORU İŞÇİLİĞİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	SİYAH ÇELİK BORULARI SOĞUK BÜKME	SÜRE 4 DERS SAATİ

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, Avadanlık

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

İşlem Basamakları

- Çelik boruyu istenilen ölçüde kesip bir ucuna dış açınız.
- Bükme noktasını markalayınız.
- Uygun kalıbı uygun deliğe takınız.
- Boruyu piston kalıbı merkezine yerleştiriniz.
- Borunun dikişinin üste gelmesine dikkat ediniz.
- Piston kalıp merkezi çizgisi ile boru büküm çizgisinin çakışıp çakışmadığına dikkat ediniz.
- Gönye ile istenilen derecede bükünüz.
- Hidrolik volanı gevşetip parçayı çıkartınız.
- Kullanılan el takımlarını kontrol altına alarak toplayınız.
- Atölye çalışma alanını temizleyiniz.
- Parçayı sorumlu öğretmene veriniz.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ 5	PLASTİK BORU İŞÇİLİĞİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	POLİPROPİLEN (PPRC) BORU KESME	
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 Copolymer) kökenli boru ve bağlantı parçalarının üretilmesine olanak sağlamıştır. 5.1. POLİPROPİLEN BORULAR VE ÇEŞİTLERİ 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 geniş şekilde kullanılmaktadır. İçme suyu 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 kullanılırlar. 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 nakliye-de 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 iştirilmiş tipi sıcak, soğuk ve basınç altında yüksek performans gösterebilmektedir. Aynı zamanda kanserojen olmadığından, temiz su için rahatlıkla kullanılabilir. Polipropilen ham maddesi ısıya, basınca ve kimyasal maddelere mukavemeti açısından üç gruba ayrılır.

- Homopolimer (Tip 1)
- Copolimer (Tip 2)
- Random copolimer (Tip 3)(PPRC)

Diğer çeşitlerine göre bilhassa temiz suda Polipropilen Random Copolimer – PPRC (Tip3) sınıfı daha fazla tercih edilmektedir. Kaliteli bir Polipropilen RC'den üretilmiş boru ve fittingslerin üstün özellikleri aşağıdaki gibidir.

- 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 50 yıl sürelidir.

5.1.1 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

5.1.2 Polipropilen Boru Ek Parçaları

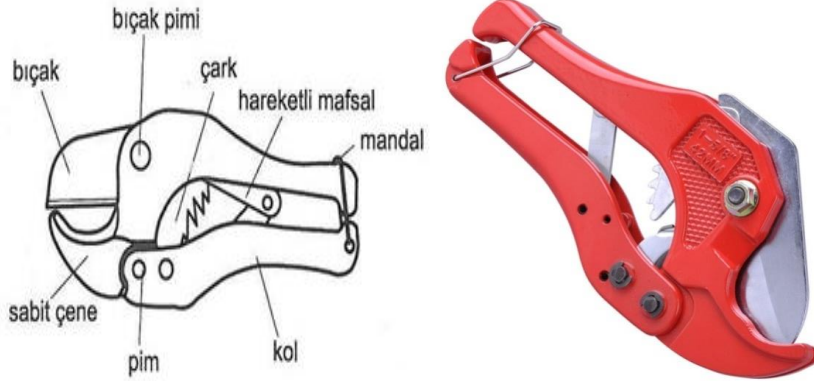
Çelik boruların bağlantılarında yer alan fittingslerin çoğu, polipropilen borularda da kullanılır ancak PPRC borularda farklı ekleme parçaları da vardır. Bunların bir kısmı çelik borulardan PPRC'ye geçişte veya bu boruların son kısımlarında armatür vb. bağlantısı için çelik dişliye dönüştürmek gayesiyle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



Görsel 5.2:PPRCboru ek parçaları

5.1.3 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 kınılmasına sebep olabilir. Bu nedenle dikkatli kullanmak gerekmektedir. Ayrıca büyük çaplı borular için uygun boru makası kullanılmalıdır(Görsel 5.3).



Görsel 5.3: Polipropilen boru kesme makası

Polipropilen borular kesilmeden önce düzgün ve doğru ölçü alma işlemi yapılmalıdır. Özellikle ölçü alma işleminde birleştirme işlemi öncesi yapılan kesimler birleştirme ek parçaların iç ölçülerine uygun olmalıdır. Eğer ölçümü yanlış alınmış boruların kesimleri yapılırsa boru bağlantıları, uygulama ölçüleri dışında yapılmış olur. O yüzden ölçümlerin dikkatli şekilde yapıp kesme işlemi gerçekleştirilmelidir. Polipropilen borular kesilirken ölçülen boruya işaretlediğimiz çizginin, boru makasının kesme ucuna gelmesine dikkat etmeliyiz. Borunun sabitlemesi için mengeneye bağlamaya gerek yoktur. Kesme makası kullanımı kolay olduğundan tek el ile makası sıkma işlemi gerçekleştirerek kesme işlemini bitirebiliriz. Kesme makaları zamanla kullanıma bağlı olarak yamuk kesme yapabilmektedirler. Bu nedenle kesme işleminden sonra kesilen parçalar kontrol edilmelidir(Görsel 5.4).



Görsel 5.4: Polipropilen boru kesme aşamaları

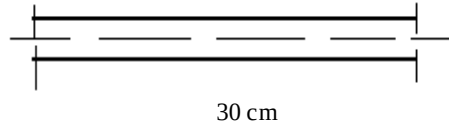
ÖĞRENME BİRİMİ-5	PLASTİK BORU İŞÇİLİĞİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	POLİPROPİLEN (PPRC) BORU KESME	SÜRE 4 DERS SAATİ

AMAÇ

Polipropilen boruları kesme işlemini yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller

Polipropilen boruları 4 farklı çapta kesme işlemi yapılacaktır(Görsel 5.5).



Görsel 5.5: Polipropilen boru kesim ölçüsü

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özellği	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 kalemı		1 Adet

İşlem Basamakları

- Tüm araç gereç ve koruyucu iş güvenliği ekipmanı hazırlanır.
- Kullanılacak borular, çaplarına uygun seçilir.
- Kullanılacak borunun ölçüsü, gerekli malzemeler (kırmızı kalem, metre) kullanılarak hatasız alınır.
- Borunun işaret yeri, boru makasının bıçağına dik olacak şekilde yerleştirilir.
- Boru kesme makası kesme yapılacak çizgi üzerinde sabitlenir.
- Makasın, eksene dik olarak yerleştirildiğinden emin olunduktan sonra kesme işlemi kademeli olarak gerçekleştirilir.
- Plastik boru makası ile kesilir
- Kesilen boru ucu kontrol edilmelidir.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ 5	PLASTİK BORU İŞÇİLİĞİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	POLİPROPİLEN (PPRC) BORULARI FÜZYON KAYNAĞI İLE BİRLEŞTİRME	

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 ve titizlikle yapılmalıdır. PPRC borularının kaynağında füzyon kaynağı adı (Görsel 5.6) 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.

5.2 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 dışından görüldüğü 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 neden olan birçok kusura 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 kaynağın ek parça ile boru arasında boşluk olmamalıdır.
- Kaynak yapılacak boru çapına uygun temiz lokma seçilmelidir.



Görsel 5.6: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 boru folyo soyma aletiyle 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 milimetre genişliğe sahip borular için 8-9 saniye;
- 25 milimetre genişliğe sahip borular için 9-10 saniye;
- 32 mm genişlikteki borular için 10-12 saniye vb.



Görsel 5.7:Plastik boru kaynak makinesi aparatları

Görsel 5.7’de 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 birleşim yerlerinden sızmaya başlayacaktır. Önemli bir noktada makinede, boru ve parçaları ne çok ne de az ısıtınız (Görsel 5.8). 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 boru ve ekleme parçasını zorlamayınız çünkü ekleme noktalarında kristal yapıyı bozarak hatalı kaynak oluşumuna yol açabilirsiniz.



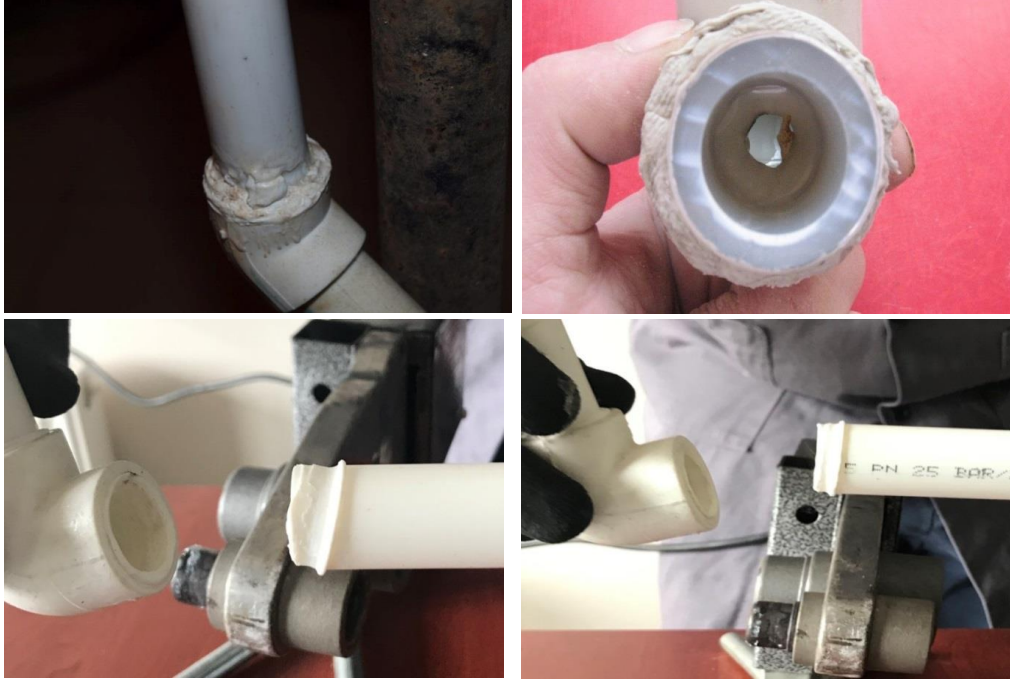
Görsel 5.8:PPRC boru kaynağı yapmak

5.2.1 Polipropilen Birleştirmede Yapılan Hatalar

Borular ısıtıldıktan ve baēlandıktan sonra uygun şekilde soēutulmaları gerekir. Yapıştırma aşaması ısıtma işlemi kadar uzun sūrecektr. Genellikle yapıştırma aşamasında çok acele edildiēi için, işlemi gerektiēinden birkaç saniye önce bitirmeye çalışmak, baēlantının dūzgūn olmamasına yol açabilir. Polipropilenden yapılmış boruların kaynaklanması sırasında yapılabilecek olası hata sayısı oldukça fazladır (Görsel 5.9). Bu hususlar:

- Borunun yapıştırma kısımlarında kir ve apak bulunması.
- Kaynak sırasında borularda az miktarda dahi su olması.
- Plastik borunun aşırı ve az ısıtılması ile kaynak yapılması.
- Standart dışıveya uygunsuz malzeme kullanımı.
- Kurulum talimatlarına uyulmaması.

Kaynak işlemi sırasında bu işlerde dikkatli, doēru ve kurulum talimatına uygun yapılrısa, bu tūr hatalardan kaçınmak oldukça basittir.



Görsel 5.9:PPRCboru kaynak işleminde yapılan hatalar

**ÖĞRENME
BİRİMİ-5****PLASTİK BORU İŞÇİLİĞİ****UYGULAMA
YAPRAĞI****UYGULAMA
ADI****POLİPROPİLEN (PPRC) BORULARI FÜZYON
KAYNAĞI İLE BİRLEŞTİRME****SÜRE 4
DERS SAATİ**

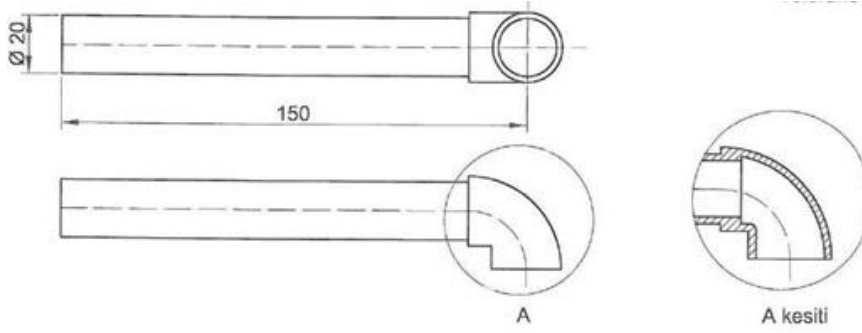
Biçimlendirilmiş: Yazı tipi:
(Varsayılan) Times New Roman, 12 nk

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 4 kez yapılacaktır(Görsel 5.10).



Görsel 5.10:Polipropilen boru kaynak işlemi için boru kesiti

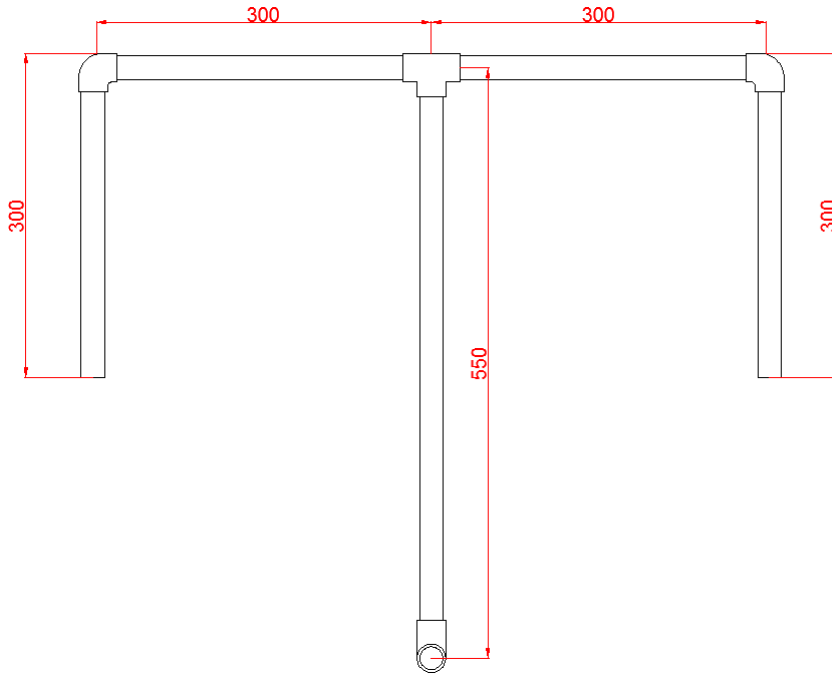
Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık(1)

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)

- Tüm araç gereç ve koruyucu iş güvenliği ekipman hazırlanır.
- Kaynak makinesi çalıştırılır.
- Verilen ölçülerde plastik boru hazırlanır.
- Birleştirme yapılacak parçalar temizlenir.
- Boru ucu kaynak boyunu işaretlenir.
- Boru ucunu ve dirsek kaynak ucunu aynı anda ısıtılır.
- Isınan iki parça aynı anda ısıtıcı aparatından çıkarılır.
- Isınan iki parça birbirine birleştirilir ve hareket ettirmeden soğuması beklenir.
- Birleşim noktaları göz ile kontrol edilmelidir.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller (2)



Görsel 5.11:Polipropilen boru kaynak bağlantısı

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık(2)

Adı	Özelligi	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)

- Tüm araç gereç ve koruyucu iş güvenliği ekipmanı hazırlanır.
- Kaynak makinesi çalıştırılır.
- Verilen ölçülerde plastik borular hazırlanır.
- Birleştirme yapılacak parçalar temizlenir.
- Boru ucu kaynak boyu işaretlenir.
- Boru ucu ve dirsek kaynak ucu aynı anda ısıtılır.
- Isınan parçalar aynı anda ısıtıcı aparatından çıkarılır.
- Isınan parçalar birleştirilir ve hareket ettirmeden soğuması beklenir.
- Birleşim noktaları göz ile kontrol edilmelidir.
- Tüm işlemler bittiğinde sızdırmazlık testi yapılmalıdır.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-5	PLASTİK BORU İŞÇİLİĞİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	PVC BORULARI KESME	

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 üretimi yapılmaktadır. PVC su borusu özellikle atık su boruları olarak içme suyu şebekelerinde ideal ve kullanışlı bir malzemedir.

5.3 PVC BORU VE ÖZELLİKLERİ

PVC boru (Polivinil Klorür), şebeke suyu kullanımı sonucu açığa çıkan (lavabo, küvet ve duşkabini gibi) pis suların bina dışındaki kanalizasyon ya da rögarlara iletildiği borulara denir (Görsel 5.12). 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 5.12: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, çevreci bir boru özelliği katmaktadır. Ayrıca iç yüzeyi sayesinde sıvı sürtünmesi ve akış direncini de en aza indirmektedir. Uzun ömürlü yapısı ve 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 basit ve montajı kolay, test edilebilir ve çabucak hizmete sokulabilirler. Uzun yıllar kullanıma açıktır.

5.3.1 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

5.3.2 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, conta derzlerle dizayn edilmiştir. PVC borular, kanalizasyon için kullanıldığında daha az sızıntı, yer altı suları kirliliği olasılığı anlamına gelir. Su geçirmez eklemler, 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 Mukavemet 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.

5.3.3 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 kodlamasıda:

- 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.

5.3.4 PVC Boruları Kesme İşlemi

PVC boruları kesme işlemi birçok yöntemle yapılsada 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.

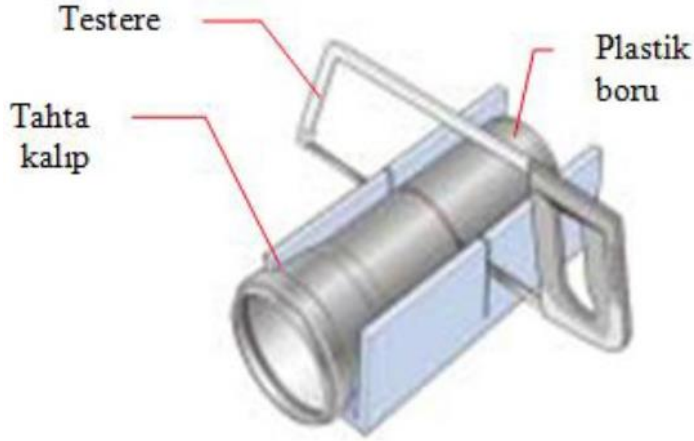
Talaş kaldırmak suretiyle kesme işlemi yapan alete testere denir. Testere; lama, testere kolu, testere sapı ve kelebek somundan oluşur. Testere lamasının dişleri, ileriye doğru olmalıdır. 45°'lik açı ile imal edilir. Plastik boruları kesmek için avuç içi taşlama ve ince dişli ağaç testereleri de kullanılır (Görsel 5.1).



Görsel 5.13: PVC boru kesme aletleri

5.3.5 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 5.14).



Görsel 5.14:PVCboru kesme kalıbı

5.3.6 Pah Kırma İşlemi

Plastik borularda kesme işlemi bittikten sonra, kesilen yerin muf yerine daha kolay geçmesi için törpü veya kaba dişli eğe ile pah kınılır(Görsel 5.15). Pah, boru et kalınlığının yarısından fazla olmamalıdır. Fazla olması durumunda keskin ağız contayı kesebilir.

Uygulama esnasında törpü veya eğe bulunamazsa beton, sıvalı zeminlere borular yatayla dar açılı yapacak şekilde sürtme işlemi ile pah kınılabılır.



Görsel 5.15:PVCboru pah kırma

ÖĞRENME BİRİMİ-5	PLASTİK BORU İŞÇİLİĞİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	PVC BORULARI KESME	SÜRE 2 DERS SAATİ

AMAÇ

PVC boruları eksenine dik olarak kesme işlemini yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 5.16:PVC boru kesme ve pah kırma aşamaları

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelligi	Miktarı
PVC boru	Boru çapı atölye ortamına bağlı	1 Adet
Testere		1 Adet
Eğge		1 Adet
Kesme kalıbı		1 Adet
Metre		1 Adet
İşaret kalemi		1 Adet

İşlem Basamakları

- Tüm araç gereç ve koruyucu iş güvenliği ekipmanı hazırlanır.
- Kesilecek boru metre ile ölçülür.
- Kesilecek 4 nokta işaretleme kalemi ile işaretlenir.
- PVC boru kesme kalıbına konur.
- Kesilecek nokta kesim yerine getirilip el ile sabitlenir.
- Kesim aleti parça eksenine dik konuma getirilir.
- Kesme işlemi yapıldıktan sonra çapaklar eğge yardımıyla temizlenir.
- Tüm ekipmanlar kullanım sonrası temizlenerek yerlerine konulmalıdır.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önlenir.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-5	PLASTİK BORU İŞÇİLİĞİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	PVC BORULARI BİRLEŞTİRME	

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.

5.4 PVC BORULARIN EK PARÇALARI

PVC boruların üretiminde, ek parçalarda imal edilmektedir. Bu ek parçalar boru montajında eklem yapma, dönüş yapma, "Te" bağlantı yapma v.b gibi çeşitlerde kullanılmaktadır. PVC boruların uç kısımları aynı çaplı borunun içine rahatça geçebilecek bir ölçüde imal edilmektedir. Bu durum ek parçaların birleşiminde kolaylık sağlamaktadır(Görsel 5.17).

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

Görsel 5.17:PVC boru ek parçaları

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

5.4.1 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 doğru pah açısı ve derinliğini 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 sıvaaltı ve sıvaüstü şekilde montajları yapılabilmektedir.

5.4.1.1 Conta ile Birleştirme

PVC boruların birleştirme yöntemlerinden olan conta-lı birleştirme, kesme işlemi düzgün ve paralel şekilde yapılmış olan boruların, pah kırma işleminden sonra birbirine ek parçalar ile birleştirilme işlemidir(Görsel 5.18). 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 kaçınılmaz 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 v.b sürülebilir.



Görsel 5.18:PVC boru conta detayı

5.4.1.1.1 Conta ile Birleştirmede Yapılması Gerekenler

- Montaja başlamadan önce conta ile boru ucu, çamur, kum v.b yabancı malzemelerden titizlikle temizlenmelidir.
- Contanın üzerinde el gezdirilerek hem temizliğinden hem de contanın kanala tam oturduğundan emin olunmalıdır.
- Boru montajının rahat yapılabilmesi için conta üzeri ve boru ucu 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 5.19:PVC boru conta takılması

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

5.4.1.3 PVC Boruları Yatay Birleştirme

PVC borular yatayda birleştirme yapılırken boru hattı düz ve kısa olmalıdır(Görsel 5.20). 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.



Görsel 5.20:PVC boru yatay birleştirme

5.4.1.4 PVC Boruları 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 5.21). 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.



Görsel 5.21:PVC boru dikey birleştirme

ÖĞRENME BİRİMİ-5	PLASTİK BORU İŞÇİLİĞİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	PVC MUFLU BAĞLANTI YAPMA	
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. 5.5 PVC BORU SEÇİMİ 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 kolaylaştıracak gliserin bazlı malzemeler kullanılmalıdır. 5.5.1 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 artırır. 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 ısıtmaya 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 5.22).		
		
Görsel 5.22: Muf açılmış boru ölçüsü		

5.5.2 PVC Borunun Birleştirilmesi

5.5.2.1 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 uygun aralıklarda (1–1,5m) kelepçe kullanılmalıdır.
- Hat yüksek basınçlı hava veya gaz ile kesinlikle test edilmemelidir.
- Hatta bulunan her bir ayırım 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.

5.5.2.2 Sıva Altı Döşeme

Sıva altı döşemesinde dikkat edilecek hususlar:

- Döşeme işlemine başlamadan önce ve döşeme işlemi bitene kadar gerekli tüm iş güvenliği tedbirleri alınmalıdır.
- Kanaldan çıkan hafriyatın döşeme sırasında 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 çapının 1,5 katı yükseklikte 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 önlemleri alınmalıdır. Aksi takdirde boru hareket edip sızdırmalara sebep verebilir.

5.5.2.3 Muflu Boru Birleşimi

Muf açılmış boru montajından önce yapılması gereken en önemli durum, borunun muf açılma ölçüsünde olup olmasının kontrolünün sağlanmasıdır. Ayrıca muf açılmış borularda conta olmadığından dolayı, 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 gerekli olan miktardır. Muflu boru birleşiminin yapım aşamaları şu şekildedir:

- Yapıştırıcı ve temizleme sıvısı kutuları üzerinde yazan talimatlar, özellikle depolama talimatları ve 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 çıkan 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 5.23).



Görsel 5.23: Muf açılmış boruyu birleştirme

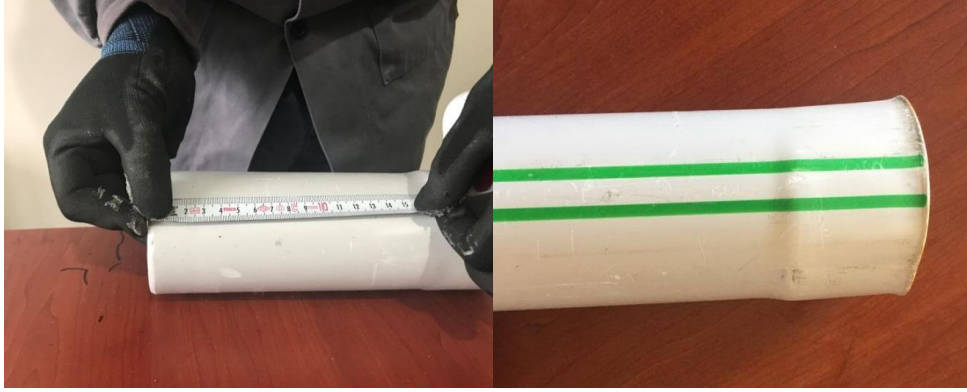
ÖĞRENME BİRİMİ-5	PLASTİK BORU İŞÇİLİĞİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	PVC MUFLU BAĞLANTI YAPMA	SÜRE 4 DERS SAATİ

AMAÇ

PVC borulara muf açmak ve muflu bağlantı yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller

Bu uygulama farklı boyutlarda borular ile 4 kez yapılmalıdır(Görsel 5.24).



Görsel 5.24 Muf açılmış boruyu birleştirme aşamaları

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, 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

- a) Tüm araç gereç ve koruyucu iş güvenliği ekipmanı hazırlanır.
- b) Yapıştırıcı ve temizleme sıvısı kutuları üzerinde yazan talimatlar, özellikle depolama talimatları ve tehlike uyarıları dikkatlice okunmalıdır.
- c) Boru ucunun düzgün kesilmiş ve çapaklarından arındırılmış olduğu kontrol edilmelidir.
- ç) Muf içerisine girecek borunun pah kırma işlemi kontrol edilmelidir.
- d) Boru ucu muf boyu kadar işaretlenir.
- e) Isıtıcı ile boru işaretli noktaya kadar ısıtılır.
- f) Boru yumuşadığında genişletme işlemine başlanır.
- g) Muf açma işlemi bittiğinde borunun soğuması beklenmelidir.
- ğ) Muflu boru ve diğer borunun ucu temizlenir.
- h) Yapıştırma işlemine başlamadan önce boru yüzeyinin tamamen kuru olmasına dikkat edilmelidir.
- ı) Yapıştırıcı temiz bir fırça ile yapışacak yüzeylere sürülür.
- i) Hızlı bir şekilde ve çevirmeden boru ucu muf ağzı işaretlenmiş noktaya gelinceye kadar itilir.
- j) Muf ağzından dışarı çıkan yapıştırıcı temizlenir.
- k) Basınç testinden önce en az 24 saat 20°C sıcaklıkta bekletilmelidir. Daha düşük sıcaklıklarda daha uzun süre bekletilmelidir.
- l) Birleştirme sürekli bir işlem olmasına rağmen her bir birleşim en az 30 dakika hiç ellenmeden bırakılmalıdır.
- m) Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- n) Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNÝE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-6	BAKIR BORU İŞÇİLİĞİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	BAKIR BORULARI İSTENİLEN ÖLÇÜDE KESMEK	

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.

6.1 BAKIR BORU VE ÖZELLİKLERİ

Bakır, dünyada kullanılan en eski metallerden biridir. Yüksek iletkenliği gibi önemli özellikleri bakır 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 hammaddesi konumundadır. Bakır boruların tesisat sektörü içerisindeki kullanım dağılımı ise: % 45'i kullanım suyu, % 48'i kalorifer tesisatları, % 4'ü doğalgaz, % 3'ü de yerden ısıtma tesisatları olarak gerçekleşmektedir(Görsel 6.1).



Görsel 6.1: Bakır borular

6.1.1 Bakır Borunun Kullanım Alanları

- İçme suyu tesisatları
- Sıhhi tesisatlar (soğuk ve sıcak su)
- Isıtma tesisatları
- Yerden ısıtma tesisatları
- Soğuk su tesisatları
- Doğalgaz tesisatları
- Her türlü tıbbi gaz

- Soğutucu akışkan devreleri
- LPG, yağ, yakıt, mazot, gaz tesisatları vs.

6.1.2 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 (İnce 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.

6.1.2.1 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).



Görse 6.2: Yumuşak çekilmiş bakır boru kangalları

6.1.2.2 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 edilmiş uzunlukları genelde 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

6.1.3 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 1/2" (12,7 mm) dışçaplı (L tipi) bakır borunun iç çapı 10,9 mm'dir (0,43"). Anma çapı 1/2" (12,7 mm.) olan çelik boru ise 12,7 mm (0,5")'lik bir iç çapa ve 19,05 mm'lik bir dışçapa 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

6.1.4 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 edilmelidir.
- Kesme işleminde yamuk kesme yapılmamalı.
- Çapak bırakmadan kesme işlemi yapılmalı.
- Çapak bırakacak bir kesme işlemi yapılacaksa borunun içerisine kaçmamasına dikkat edilmeli.

6.1.5 Bakır Boruda Kesme İşleminde Kullanılan Materyaller

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

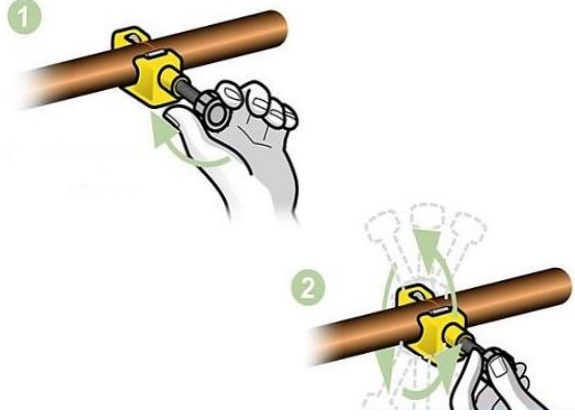
6.1.5.1 Bakır Boru Makası

Çeşitli çaplara uygun şekilde tasarlanan bakır boru makası, bakır boruyu düzgün ve çapak olmadan kesme işlemi yapar. Kullanılacak bakır boruların 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 derece açı yapacak şekilde düzgün yerleştirilir. Tambur saat yönüne 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

6.1.5.2 Mini Boru Makası

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



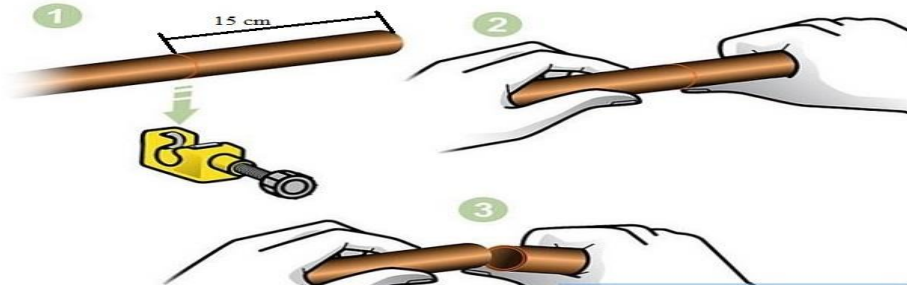
Görsel 6.6: Mini bakır boru makası

ÖĞRENME BİRİMİ-6	BAKIR BORU İŞÇİLİĞİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	BAKIR BORULARI İSTENİLEN ÖLÇÜDE KESMEK	SÜRE 4 DERS SAATİ

AMAÇ

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

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 6.7: Bakır boru kesme işlemi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, 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

- Tüm araç gereç ve ekipman hazırlanır.
- Belirtilen çaplarda bakır borular ayrılır.
- 15 cm kesme noktası belirlenir.
- Bakır boru, boru mengenesine bağlanır.
- 1/4'' boru mini boru makasıyla kesimi yapılır.
- 3/8'' ve 1/2'' borular bakır boru makasıyla kesimi yapılır.
- 7/8'' boru el testeresiyle kesimi yapılır.
- Kesim yaptıktan sonra boru içerisinde çapak olup olmadığı kontrol edilir.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-6	BAKIR BORU İŞÇİLİĞİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	BAKIR BORULARI RAYBALAMAK	

AMAÇ

Bakır borularda kesme sonra 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.

6.2 BAKIR BORULARDA RAYBALAMA

Bakır, dünyada kullanılan en eski metallerden biridir. Yüksek iletkenliği gibi önemli özellikleri bakır 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 hammaddesi konumundadır. Bakır boruların tesisat sektörü içerisindeki kullanım dağılımı ise: % 45'i kullanım suyu, % 48'i kalorifer tesisatları, % 4'ü doğalgaz, % 3'ü de yerden ısıtma tesisatları olarak gerçekleşmektedir.

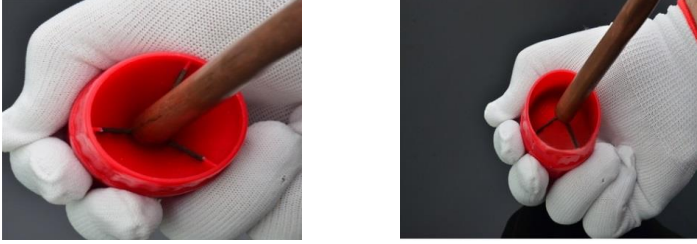
6.2.1 Bakır Boru Raybasıyla Raybalama

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 parçalarına zarar verebilir. Bu çapakların raybalama yaparken özellikle bakır borunun kesilmeyen ucunun sisteme bağlı olduğu zamanlarda, çapakların 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 6.10). Raybalama sırasında dikkat edilmesi gereken durum boru et kalınlığında aşırı incelme ve çentikler olmamasıdır.



Görsel 6.9: Raybalama kullanımı

6.2.2 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 6.11).



Görsel 6.10: Yuvarlak eğe ve tel fırça

6.2.3 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 kullanılabilir (Görsel 6.11)



Görsel 6.11: Bakır borunun zımpara ile temizlenmesi

ÖĞRENME BİRİMİ-6	BAKIR BORU İŞÇİLİĞİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	BAKIR BORULARI RAYBALAMAK	SÜRE 4 DERS SAATİ

AMAÇ

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

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 6.12: Raybalama yapımı

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Rayba		1 Adet
Yuvarlak ege		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)

- Koruyucu araç gereç ve ekipman hazırlanır.
- Kesilen bakır boru parçaları hazırlanır (iki adet).
- Çapak alma işlemi için rayba el ile kavranır.
- Borunun iç ve dış kısmını dairesel hareketle çapakları alınır.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

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

- Koruyucu araç gereç ve ekipman hazırlanır.
- Kesilen bakır boru parçaları hazırlanır (iki adet).
- Eğe seçerken yuvarlak eğe ve tel fırça çapının boru iç çapından küçük olmasına dikkat edilir.
- Çapak alma işlemi için yuvarlak eğe veya tel fırça el ile kavranır.
- Borunun içine eğe ve tel fırça yerleştirilir.
- Bu şekilde borunun iç ve dış kısmının çapakları alınır.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-6	BAKIR BORU İŞÇİLİĞİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	BAKIR BORULARA HAVŞA AÇMAK	

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.

6.3 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.

6.3.1 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) 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

6.3.2 Havşa Açma Öncesi Hazırlık

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

6.3.3 Havşa Açma Teknikleri

Sökülebilir birleştirmenin tercih edildiği yerlerde rakorlu bağlantılar kullanılmaktadır. Bu tip bağlantılarda vidalı birleştirme için boru ağzına 45 derecelik 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 mengenesine, çapına uygun yuvaya yerleştirilir. Burada dikkat edilmesi gereken mengenenin havşa derinliğinin olduğu kısmın kullanılmasıdır. Bu derinlik, havşanın açılması gereken 45 derecelik 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 sonrasında bakır boru havşa derinliğini dolduramayacağı için bağlantıda sızdırma ihtimali oluşacaktır.



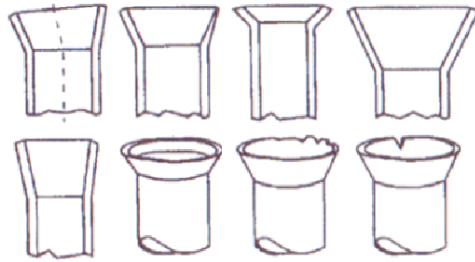
Görsel 6.14: Havşa yapım aşamaları

Havşa açma işleminde bakır borunun mengeneyle bağlantısından sonra havşa konisi mengene üzerine bağlanır. Havşa konisi bakır boruyla aynı eksende olacak şekilde sıkma çenesi mengeneyle 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).

6.3.4 Havşa Yapımında Meydana Gelebilecek Hatalar

Havşa açma sızdırmazlık sağlaması açısından önemi çok fazladır. 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 çenesini havşa açma işlemini tamamlamadan sökülmesi
- Havşa açma işlemi bitiminde bakır boruda açılan havşanın kontrol edilmemesi



Görsel 6.15: Hatalı havşa örnekleri

6.3.5 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).



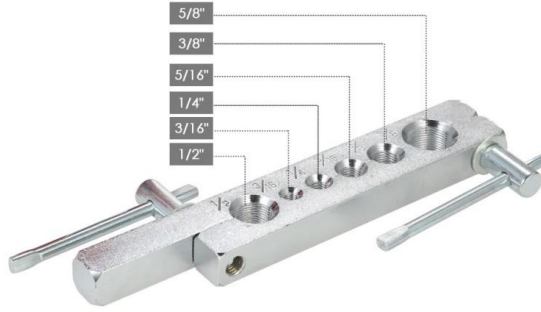
Görsel 6.16: Havşa birleştirmede kullanılan bağlantı parçaları

ÖĞRENME BİRİMİ-6	BAKIR BORU İŞÇİLİĞİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	BAKIR BORULARA HAVŞA AÇMAK	SÜRE 4 DERS SAATİ

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, 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

- Raybalanmış olan bakır boru seçilir.
- Bakır boru sabitleme mengenesinde çapına uygun olan yere yerleştirilir.
- Bakır boru havşa boyu çapına uygun uzunlukta ayarlanır ve sabitleme mengenesi sıkılır.
- Sıkma çenesi ile sabitleme mengenesi, havşa konisi bakır borunun üstüne gelecek şekilde ayarlanır.
- Sıkma çenesi kolu çevrilerek havşa konisinin bakır borunun merkezine gelene kadar sıkılır.
- Sıkma çenesi ve sabitleme mengenesi birbirine sabitledikten sonra sıkma çenesi kolu sonuna kadar sıkılır. (Eğer aşırı sıkılırsa havşada çatlama olabilir.)
- Havşa açma işlemi tamamlandıktan sonra sıkma çenesi sökülüp bakır boru sabitleme mengersinden ayrılır.
- Bakır boruda havşa açılmış kısımda ezik ve çatlak olup olmadığına dikkat edilmelidir.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNÜYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-6	BAKIR BORU İŞÇİLİĞİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	BAKIR BORULARI RAKOR İLE BİRLEŞTİRME VE BÜKME	

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 yapılması gerekmektedir.

6.4. 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 uç kısımlarına standart 45°'lik havşa açılır. Bağlantı parçaları, kullanılacak boru ölçüsüne uygun olarak seçilirler. Bütün havşalı somunlar, anahtarla kolay sıkılabilmesi için altıgen biçimli ve gövdelerinde açıkkağız 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 birleştirilmesi 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 anahtar kullanılmı 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

6.4.1 Bakır Boruları Bükme

Küçük ölçülerde yumuşak çekilmiş ve sert boruların kullanıldığı yerlerde çoğu zaman, boruyu uygulamanın özelliğine 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 sistemde kaçak ihtimalini arttırmak demektir. Uygun aletlerle yapılacak bükme işlemi ile fittings malzemelerine gerek kalmayacaktır.

6.4.1.1 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.

6.4.1.2 Boru Bükme Yayları

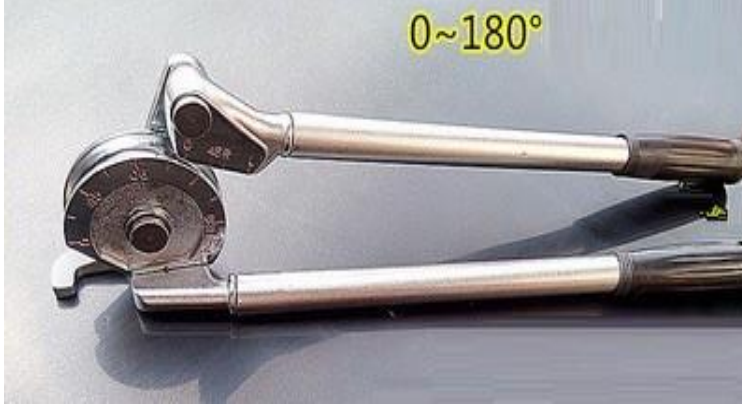
Borunun bükülürken ezilmesini önlemek için kullanılan basit araçlardır. Değişik çap ve ölçülerde üretilirler. Bükme işlemi, borunun yay içine ya da yayın boru içine sokulmasıyla yapılır. Hassas bir bükümün arandığı yerlerde pek tercih edilmezler (Görsel 6.19).



Görsel 6.19: Bakır boru bükme yayları

6.4.1.3 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 yapılabilirse bile sağlıklı, ölçüsünde bir bükme elde etmek oldukça zor ve zaman alıcıdır. Boru eğmenin en hassas ve güvenli yolu, alet kullanılmasıdır. Bu işi 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 bükerek. 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



Görsel 6.21: Bakır boru bükme şekilleri

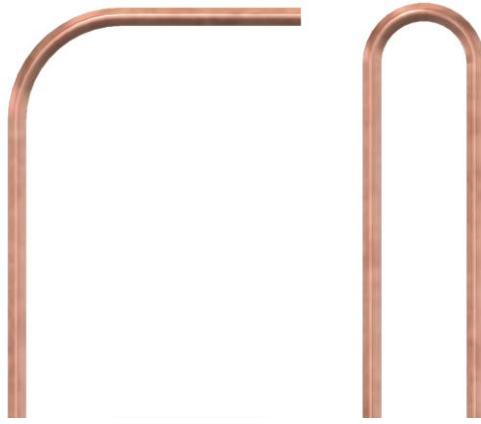
Bakır boru bükme aparatları, çeşitli çap ve boyutlardadır. Bükme aparatı, boru çapına ve çalışma şartlarına uygun seçilmelidir. Aparatlar hareketli iki koldan oluşur. Birinci kol üzerinde, bükme açılarını gösteren dereceler ve borunun büküm içine oturtulduğu boru çapına uygun kanal vardır. İkinci kolda ise büküm ölçülerinin yer aldığı diğer ölçüler bulunur. Boru, bükme alanına yerleştirilip istenilen derecede ilk kol diğer kollara birleştirme yoluyla 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).

ÖĞRENME BİRİMİ-6	BAKIR BORU İŞÇİLİĞİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	BAKIR BORULARI RAKOR İLE BİRLEŞTİRME VE BÜKME	SÜRE 4 DERS SAATİ

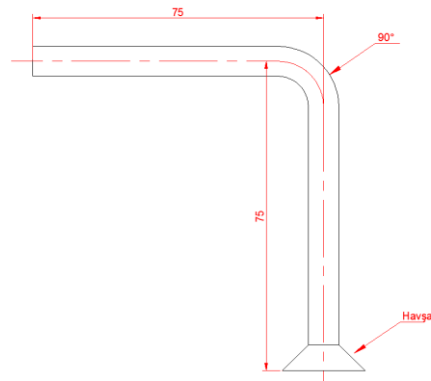
AMAÇ

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, Avadanlık

<u>Adı</u>	<u>Özelliği</u>	<u>Miktarı</u>
Rakor 1/4''		1 Adet
Bakır birleştirme nipel 1/4''		1 Adet
Bakır boru kıvrıcı		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

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

Bakır Boru Birleştirme İşlem Basamakları (1)

- Tüm araç gereç ve ekipman hazırlanır.
- Havşası açılmış bakır boru rakoru boru ucuna çekilir.
- Bakır boru nipel havşa ucuyla birleştirilip rakor ile el yordamıyla sıkılır.
- Rakor ve nipel çapına uygun iki ağızlı anahtar rakor ve niple oturtulur.
- Niplele tutturulan anahtar sabit tutulmalıdır.
- Rakora tutturulan anahtar niplele tutturulan anahtar arasında boşluk olmalıdır.
- Rakora tutturduğumuz anahtarı, niplele tutturduğumuz anahtara doğru çekip tamamen sıkılana kadar bu işlemi gerçekleştirmeliyiz.
- İşlem sonunda sızdırmazlık testi yapmalıyız.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Bakır Boru Bükme İşlem Basamakları (2)

- Tüm araç gereç ve ekipman hazırlanır.
- Bakır boru çapına göre bükme aparatı seçilir.
- Bakır boru sabitleme ucuna takılır.
- Bakır boruyu bükme derecesi belirlenir
- Bükme kolu sabit kola doğru çekilerek istenilen derecede bükme işlemi yapılır.
- Bükme sonunda kol tekrar yukarı çekilerek boru bükücüden çıkarılır.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-7	BAKIR BORULARI LEHİMLEME	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	BAKIR BORULARA MUF AÇMA	

AMAÇ

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

GİRİŞ

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

7.1 MUF AÇIMINDA KULLANILAN TAKIMLAR

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.

7.1.1 Muf Açma Teknikleri

7.1.1.1 Havşa Açma Aparatı İle 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 benzetilmektedir.

İlk olarak bakır boru sabitleme mengenesinin havşa açma yüzeyinin tersine ve boru çapına uygun

olan yer belirlenir. Bakır boru muf açma uzunluk ölçüsü, genel olarak muf açılacak borunun çap 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.

7.1.1.2 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 olarak şişirme aparatı seçilir. Muf açma esnasında, bakır borunun çatlama ve yırtılma gibi sorunlar yaşanmaması için borunun muf açılacak olan kısmı ısıtılmalıdır. Bu ısıtma işlemi oksî-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.

7.1.2 Muf Açma Yapımında Meydana Gelebilecek Hatalar

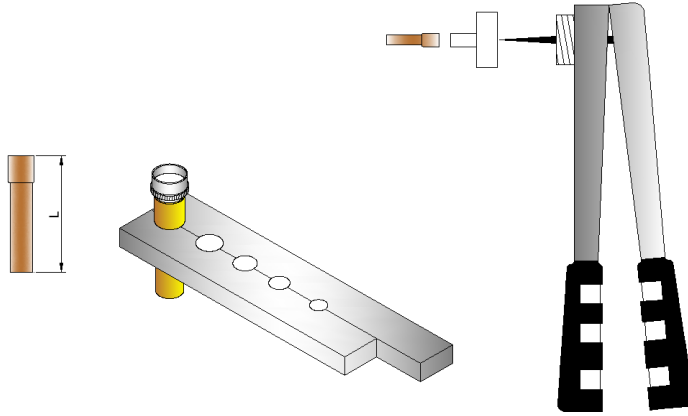
- Muf açma işleminde bakır borunun çapaklarının alınmaması.
- Sert çekilmiş borularda havşa açma setiyle muf açmaya çalışılması.
- Borunun muf mesafesinin az ya da çok olması.
- Bakır borunun sıkma mengenesine tam olarak sabitlenmemesi.
- Bakır boru çapına uygun muf aparatı (zımba) seçilmemesi.
- Sıkma 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 boru takılıp muf açılmaya çalışılması.

ÖĞRENME BİRİMİ-7	BAKIR BORULARI LEHİMLEME	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	BAKIR BORULARA MUF AÇMA	SÜRE 4 DERS SAATİ

AMAÇ

Bakır boruya uygun şekilde muf açmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 7.2: Muf açım yöntemleri

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, 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)

- Tüm araç gereç ve ekipman hazırlanır.
- Bakır boru ucu kontrol edilir.
- Bakır boru sıkma mengenesine bağlanır.
- Bakır boru merkezine sıkma çenesi sabitlenir.
- Sıkma çenesi muf aparatının bakır borunun içerisine girene kadar sıkılır.
- Bakır boru kontrol edilir.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Muf açma Aparatı ile İşlem Basamakları (2)

- Tüm araç gereç ve ekipman hazırlanır.
- Boru çapına uygun şişirme aparatı hazırlanır.
- Boru muf öncesi ısıtılır.
- Borunun soğuması beklenir.
- Şişirme aparatı pensi kolları birbirine doğru itilerek muf açma işlemi tamamlanır.
- Bakır boru kontrol edilir.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-7	BAKIR BORULARI LEHİMLEME	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	YUMUŞAK LEHİMLEME YAPMA	
AMAÇ Gerekli ortam sağlandığında kurallara uygun olarak elektrikli lehim makinesi kullanılarak bakır boruyu, tekniğine uygun olarak yumuşak lehimleme yöntemi uygulayarak birleştirmek. GİRİŞ Bakır borunun birleştirilmesi yumuşak lehim birleştirme tekniği kullanılarak yapılır. Yumuşak lehim yapmayı öğrenerek bilgilerinizi; sıhhi tesisat, ısıtma ve doğalgaz alanlarında hem imalat hem de montaj uygulamalarında uygulayabilirsiniz. 7.2.1 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 aktararak 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. 7.2.2 Bakır Boruları Yumuşak Lehime Hazırlama Tekniği Sökülemeyen birleştirmelerin tercih edildiği yerlerde, sabit bağlantı olarak kullanılmaktadır. Lehim işlemi kaynaktan farklı olarak birleştirilecek parçaların erimedığı birleştirme için kullanılan ilave metalin, eriyerek birleştirmenin sağlandığı işlemdir. Yumuşak lehimleme, 450 °C altı sıcaklıklarda yapılan lehimlerdir. Sert lehim, genel olarak yüksek çalışma basınçlarında çalışan tesisat sistemlerinde uygulanan lehimleme yöntemidir. Lehimin ergime sıcaklığı, bakır borunun ergime sıcaklığından daha düşüktür. Bu işlemde bakır boru erimeden sadece belirli bir ısıya kadar ısıtılırlar. 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 malzemelerin kullanılmadığı birleştirme yapılacağına 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 işlemin 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 (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 ulaşıncaya 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

7.2.3 Yumuşak Lehimlemede Dikkat Edilecek Hususlar

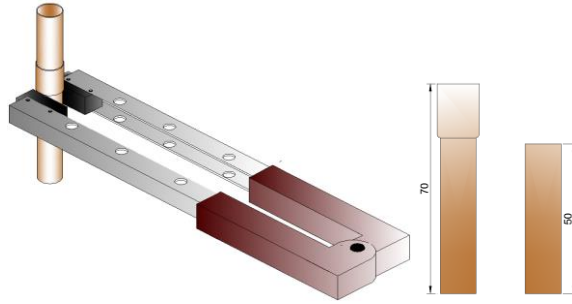
- Lehimleme işleminden önce, bakır boruların çapaklarından arınmış olması gerekmektedir.
- Bakır boruya açılan muf çapı ve uzunluğu lehimleme için uygun olmalıdır.
- Bakır boru birleştirmede çapları arasındaki mesafe 0,3 mm aralıktan fazla olmamalıdır.
- Lehimleme yapılacak boruların yüzeyleri zımpara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

ÖĞRENME BİRİMİ-7	BAKIR BORULARI LEHİMLEME	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	YUMUŞAK LEHİMLEME YAPMA	SÜRE 4 DERS SAATİ

AMAÇ

Bakır borulara yumuşak lehimleme yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 7.6: Bakır borulara yumuşak lehimleme

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özellği	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"		1'er Adet

İşlem Basamakları

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

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNÝE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYIRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

**ÖĞRENME
BİRİMİ-7****BAKIR BORULARI LEHİMLEME****BİLGİ
YAPRAĞI****KONU****SERT LEHİMLEME YAPMA****AMAÇ**

Gerekli ortam sağlandığında kurallara uygun olarak oksî-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 doğalgaz alanlarında hem imalat hem de montaj uygulamalarında uygulayabilirsiniz.

7.3.1 Bakır Borulara Sert Lehimlemede Kullanılan Araç Gereç

Bakır boruları birleştirmede kullanılan sert lehim malzemesi oksî-gaz kaynak takımıdır (Görsel 7.7). Kaynak iki gazın yanması sonucu oksî; oksijendir ve yakıcı gaz olarak kullanılır, gaz ise propan olan yanıcı gazlardan oluşur. Oksijen kaynağında oksijen gazı değişmezken yanıcı gazlar değişebilir. Oksî-gaz kaynak takımı bağlantı hortumlarında mavi renk oksijeni, kırmızı renk ise propan gazını belirtir. Oksî-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: Oksî-gaz lehimleme takımı

7.3.2 Bakır Boruları Sert Lehime Hazırlama Tekniği

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

Sert lehimleme 450 °C üstü sıcaklıklarda yapılan lehimlerdir. Sert lehim, genel olarak yüksek çalışma basınçlarında çalışan tesisat sistemlerinde uygulanan lehimleme yöntemidir. Lehimin ergime sıcaklığı bakır borunun ergime sıcaklığından daha düşüktür. Bu işlemde bakır boru erimeden sadece belirli bir ısıya kadar ısıtılırlar. 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 erirler. 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 edilmişlerdir (Görsel 7.8). O yüzden uygulamada sorunla karşılaşmaz. Fittings malzemelerin kullanılmadığı birleştirme yapılacağına 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, ısıyı 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 ulaşıncaya telin birleşme noktasına teması yapılmalıdır. Bu aşamada teli bakır boruya tutma süresi, bakır boruların erime sıcaklığına ulaşma süresinden kısa olma-

lıdır. 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.

7.3.3 Sert Lehimleme de Dikkat Edilecek Hususlar

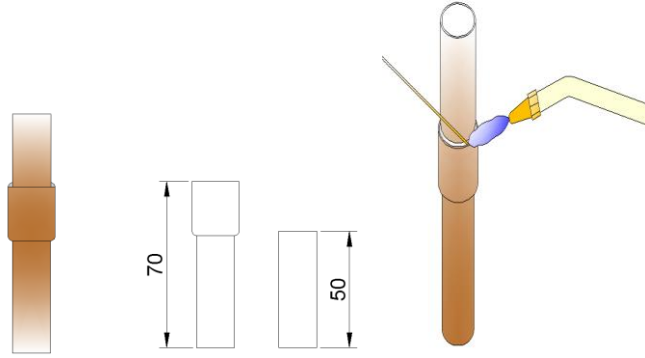
- Lehimle işleminden önce bakır boruların çapaklarından arınmış olması gerekmektedir.
- Bakır boruya açılan muf çapı ve uzunluğu lehimleme için uygun olmalıdır.
- Bakır boru birleştirmede çapları arasındaki mesafe 0,3 mm aralıktan fazla olmamalıdır.
- Sızdırmaz birleştirme yapabilmek için lehimlenecek 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.

ÖĞRENME BİRİMİ-7	BAKIR BORULARI LEHİMLEME	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	SERT LEHİMLEME YAPMA	SÜRE 8 DERS SAATİ

AMAÇ

Bakır borulara sert lehimleme yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 7.9: Bakır borulara sert lehimleme

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, 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

- Tüm araç gereç ve ekipman hazırlanır.
- Lehimleme yapılacak bakır borular hazırlanır.
- Birleşme olacak olan bakır borulardan 1/4'' ve 5/8'' çaptakiler muf açılarak lehimlemeye hazırlanır.
- Lehim teli ısıtılarak dekapen sürülür.
- Bakır boru ön ısıtma ile birleşim yerlerine dekapen sürülür.
- Lehim için uygun ısı oluştuğunda birleştirme noktasına temas ettirilir.
- Sert lehimleme işlemi tamamlanır.
- Lehimleme yapılan borular test edilmelidir.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-8	OKSİASETİLEN KAYNAK ÖNCESİ HAZIRLIK	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	BASINÇ REGÜLATÖRLERİNİ TAKMA VE AYARLARINI YAPMA	

AMAÇ

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

GİRİŞ

Basınç regülatörleri takmak ve 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.

8.1.1 Asetilen Tüpleri ve Özellikleri



Görsel 8.1: Asetilen tüpü

8.1.1.1 Asetilen Gazı Nasıl Elde Edilir?

Doğadan taş olarak elde edilen karpitin su veya bileşikleriyle 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 aseton ile doldurulur. Asetilen yanıcı bir gazdır.

8.1.1.2 Asetilen tüplerinin özellikleri nelerdir?

- 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 tüpleri 3-5 kilogram ile 10 kilografa kadar ağırlıkta bulunur.
- Piyasada kullanılan tüplerde 25 bar basınç bulunur.
- Asetilen tüpleri sarı, kırmızı ve turuncu renktedir.
- Asetilen yanıcı özelliği nedeniyle yalnız başına tüpe doldurulmaz.

8.1.2 Oksijen Tüpleri ve Özellikleri



Görsel 8.2: Oksijen tüpü

8.1.2.1 Oksijen Gazı Nasıl Elde Edilir?

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 sıvılaştınca mavi renk alır. Oksijen yakıcı bir gazdır.

8.1.2.2 Oksijen Tüplerinin Özellikleri Nelerdir?

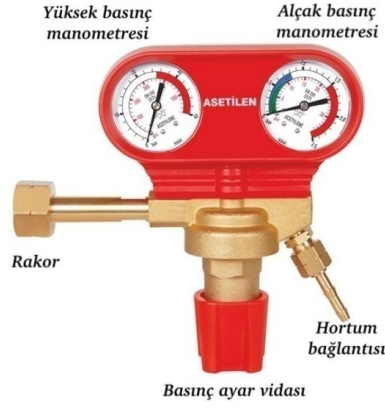
- Oksijen tüpü, oksijen gazının depolanması ve taşınması için kullanılır.
- Oksijen tüpleri dikişsiz ve kaynaklı olarak imal edilir.
- Kısa tüpler 40 l, uzun tüpler 50 l hacimlidir.
- Kısa tüpler Ø 140x1400 mm, uzun tüpler Ø 20x1700 mm ölçüsündedir.
- Piyasada kullanılan tüplerde 150-200 bar basınç bulunur.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

8.1.3 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.

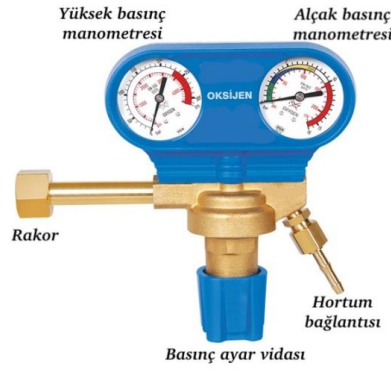
İki tür basınç regülatörü vardır.

- 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).

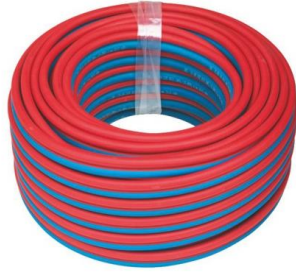


Görsel 8.4: Oksijen basınç düşürücüsü

8.1.4 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).

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 boşaltılmalıdır. Hortumlar yağlı, mazotlu yerlere ve sıcak parçalara değdirilmemeli, kesme yapılırken kıvılcımlardan korunmalıdır.



Görsel 8.5: Oksijen ve asetilen hortumu

8.1.5 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 aynı bir yerde, dolu olanları ise boş tüplerin karşısına istiflenmelidir.

8.1.6 Montaj Kuralları

- Kurulumu 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 pislği 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 kullanarak 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).

ÖĞRENME BİRİMİ-8	OKSİASETİLEN KAYNAK ÖNCESİ HAZIRLIK	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	BASINÇ REGÜLATÖRLERİ MONTAJI	SÜRE 3 DERS SAATİ

AMAÇ

Basınç regülatörü montajı ve çalışma basıncı ayarını yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 8.6: Regülatör montajı

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özellği	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

- İş güvenliği için kişisel koruyucu donanımlar giyilerek gerekli tedbirler alınır.
- Tüm araç, gereç ve ekipman hazırlanır.
- Asetilen tüpü üzerindeki ventillerin kapalı olduğu kontrol edilir.
- Gaz çıkış bölgesindeki dişler kontrol edilir.
- Valf ağzındaki olası pisliği atmak için tüp valfi kısa süreli ve hafifçe açılıp kapatılır.
- Tüp valfine uygun çapta rakor contası seçilir.
- Basınç düşürücü gövdesinde sıkıca tutulur.
- Uygun anahtar kullanılarak, giriş bağlantı rakoru sıkıca tüp valfine vidalanır.
- Asetilen tüpü valfi bir tur açılır.
- Gaz kaçak spreyi ile rakor contasının sızdırmazlık testi yapılır.
- Aynı işlem oksijen tüpü içinde yapılır.
- Oksijen tüpü ventili tamamen açılarak sızdırmazlık testi yapılır.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte 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	Asetilen tüpü basıncı
Oksijen tüpü çalışma basıncı	Asetilen tüpü çalışma basıncı

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-8	OKSİASETİLEN KAYNAK ÖNCESİ HAZIRLIK	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	ÜFLEÇ YAKMA VE SÖNDÜRME	

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.

8.2.1 Üfleçler

8.2.1.1 Üfleç Nedir?



Görsel 8.7: 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.

8.2.1.2 Üfleç Çeşitleri Nelerdir?

Gaz karışımının oluşturulma biçimine göre;

- Enjektörlü (emme tipli) kaynak üfleçleri
- Enjektörsüz (basıncı tip) kaynak üfleçleri
- Eşit basıncı kaynak üfleçleri
- Dış karışımli kaynak üfleçleri

8.2.2 Bekler

8.2.2.1 Bek Nedir?

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. Bek, üflecin bir parçası olup bakırdan yapılır (Görsel 8.8).

8.2.2.2 Bek Çeşitleri Nelerdir?

- Kaynak bekleri



Görsel 8.8: Kaynak beki

- Kesme bekleri



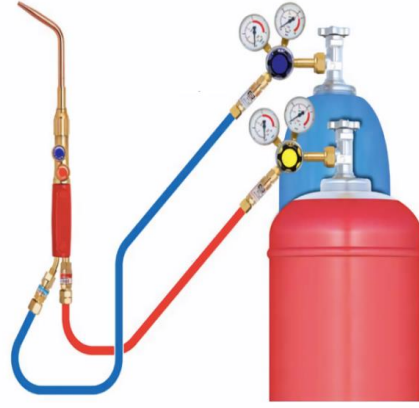
Görsel 8.9: Kesme beki

ÖĞRENME BİRİMİ-8	OKSİASETİLEN KAYNAK ÖNCESİ HAZIRLIK	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	OKSİASETİLEN TÜPLERİNİN BAĞLANTISINI YAPMAK	SÜRE 3 DERS SAATİ

AMAÇ

Asetilen ve oksijen hortumu bağlantılarını yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 8.10: Hortum bağlantıları

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, 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

- a) İş güvenliği için gerekli kişisel koruyucu donamlar giyilerek gerekli tedbirler alınır.
- b) Tüm araç, gereç ve ekipman hazırlanır.
- c) Oksijen tüpü üzerindeki ventillerin kapalı olduğu kontrol edilir.
- ç) Oksijen hortumu, oksijen basınç regülatörü hortum bağlantısına uygun kelepçe ile monte edilir.
- d) Oksijen hortumu, üflecın oksijen girişine uygun kelepçe ile monte edilir.
- e) Oksijen regülatörü üzerindeki basınç ayar vidaları açılır.
- f) Oksijen tüpü üzerindeki ventil, kontrollü bir şekilde sonuna kadar açılır.
- g) Oksijen regülatörü üzerindeki basınç ayar vidasından basınç ayarı yapılır.
- ğ) Asetilen tüpü üzerindeki ventillerin kapalı olduğu kontrol edilir.
- h) Asetilen hortumu, asetilen basınç regülatörü hortum bağlantısına uygun kelepçe ile monte edilir.
- ı) Asetilen hortumu, üflecın asetilen girişine uygun kelepçe ile monte edilir.
- i) Asetilen regülatörü üzerindeki basınç ayar vidaları açılır.
- j) Asetilen tüpü üzerindeki ventil, kontrollü bir şekilde en fazla bir tur açılır.
- k) Asetilen regülatörü üzerindeki basınç ayar vidasından basınç ayarı yapılır.
- l) Sızdırmazlık testleri yapılır.
- m) Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- n) Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT! Regülatör üzerindeki basınç ayar vidaları kapalı iken tüplerin ventilleri açılmamalıdır.

Alınan Değerler / Sonuç

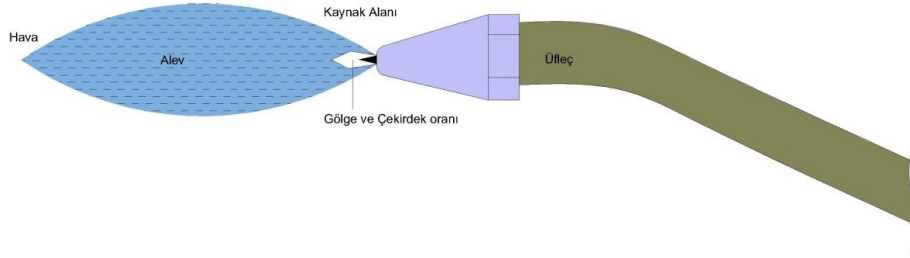
Bağlantı sonucunda tüplerin basıncını ve kaynak için çalışma basınçlarını aşağıdaki boşluklara yazınız.

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

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNÝE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

**ÖĞRENME
BİRİMİ-8****OKSİASETİLEN KAYNAK ÖNCESİ HAZIRLIK****UYGULAMA
YAPRAĞI****UYGULAMA
ADI****ALEV AYARI YAPMAK****SÜRE 6
DERS SAATİ****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, Avadanlık

Adı	Özelligi	Miktarı
Oksi-asetilen kaynak seti		1 Adet
Çakmak, kibrit vb.		1 Adet

İşlem Basamakları

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

DİKKAT! Kişisel Koruyucu Donanımlarınızı kullanmadan işe başlamayınız. Uygun yakma alışkanlığı kazanıncaya kadar en az 4 kez yakma işlemini tekrar ediniz.

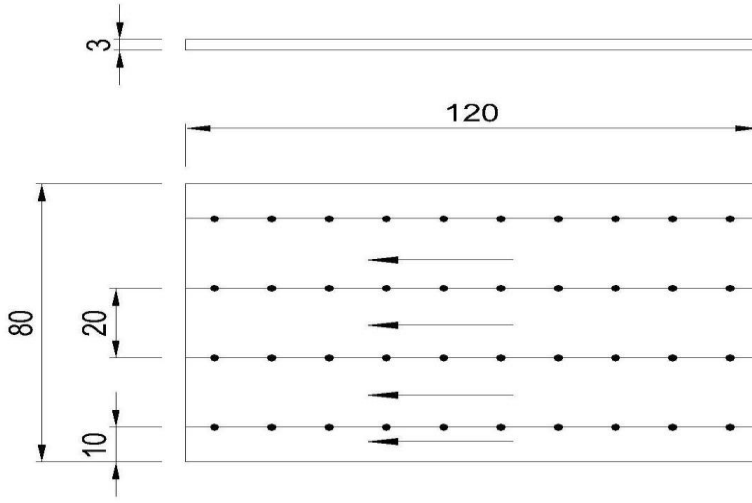
SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNÝE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-8	OKSİASETİLEN KAYNAK ÖNCESİ HAZIRLIK	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	TEMİRİN PARÇASI HAZIRLAMAK (MARKALAMA)	SÜRE 3 DERS SAATİ

AMAÇ

Tekniğine uygun olarak, kaynak yapılacak parçaları hazırlamak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 8.12: Markalama

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

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

İşlem Basamakları

- İş güvenliği için kişisel koruyucu donanımlar giyilerek gerekli tedbirler alınır.
- İş için gerekli tüm araç, gereç ve ekipman hazırlanır.
- Sac parçası yüzeyi temizlenir.
- Sac malzemeyi verilen ölçülerde markalama yapınız.
- Kaynak yapılacak çizgileri nokta ile markalayınız.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT! Kişisel Koruyucu Donanımlarınızı kullanmadan işe başlamayınız.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNÝE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-9	OKSİASETİLEN KAYNAK İŞLEMLERİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	KAYNAK İŞLEMLERİ HAZIRLIK AŞAMALARI	

AMAÇ

Kaynak parçalarının, tekniğine uygun olarak hazırlığını yapmak.

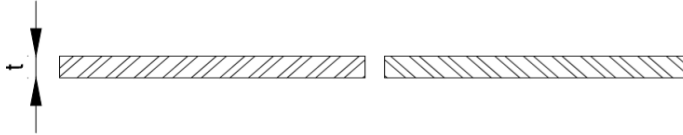
GİRİŞ

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

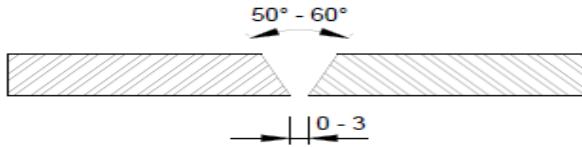
9.1.1 Kaynak Ağzı

Parça kalınlığına göre parça kaynak ağızları hazırlanmalıdır. Parça kenar hazırlığının iyi yapılması, kaynaklı birleştirmenin şartlarının uygunluğunu oluşturur. 3 mm'ye kadar olan malzemeler ince sac, 4 mm ve yukarı kalınlıkta olan parçalara 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.

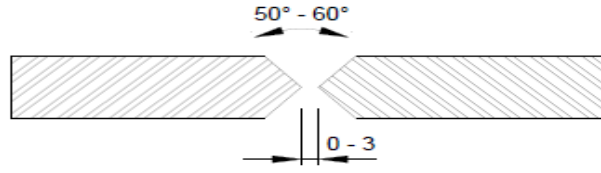
Bilgi ve beceriye sahip eğitimli bir kaynakçı, 1,5 mm kalınlığa sahip çelik sacları oksi-gaz kaynağıyla birleştirebilir. Diğer yandan iki tarafında kaynatılması kaydıyla, 8 mm kalınlığa kadar çelik saclar kaynak ağzı açılmadan birleştirilebilir.



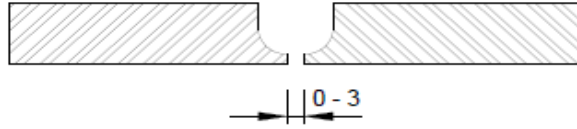
Kaynak ağzı açılmadan yapılan küt ek kaynaklı bileştirme



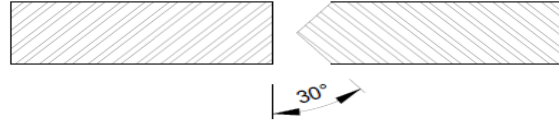
V kaynak ağzı



Çift taraflı açılmış X kaynak ağzı



U kaynak ağzı



K kaynak ağzı

Görsel 9.1: Kaynak ağzı çeşitleri

9.1.2 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 oramında 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.

9.1.3 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.

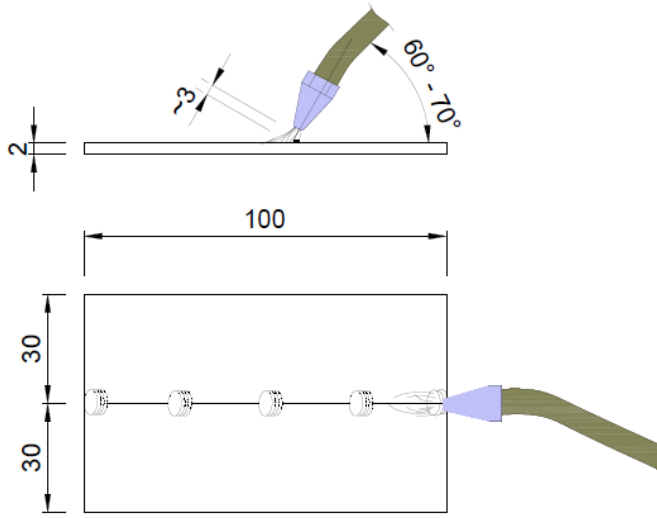
Alevin meydana getirdiği ısı iş parçasını ertirir. Meydana gelen kaynak banyosu içine daldırılan kaynak teli eriyerek, kaynak metalini meydana getirir. Bu yönden kaynak telinin çapı kaynak metalinin oluşmasında etkindir. Kaynak telinin çapı parça kalınlığına göre belirlenir.

ÖĞRENME BİRİMİ-9	OKSİASETİLEN KAYNAK İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	TEMİRİN PARÇASI PUNTALAMA	SÜRE 3 DERS SAATİ

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, 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

- Verilen ölçülerde 2 adet sac parça hazırlanır.
- Kaynak alevi oluşturulur.
- Verilen ölçülerde puntalama işlemini yapılır.
- Meydana gelen şekil değişikliği çekiç ve örs vasıtasıyla düzeltilir.
- Puntalama yapılan bölgeler tel fırça ile fırçalanır.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

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

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNÝE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

**ÖĞRENME
BİRİMİ-9**

OKSİASETİLEN KAYNAK İŞLEMLERİ

**UYGULAMA
YAPRAĞI**

**UYGULAMA
ADI**

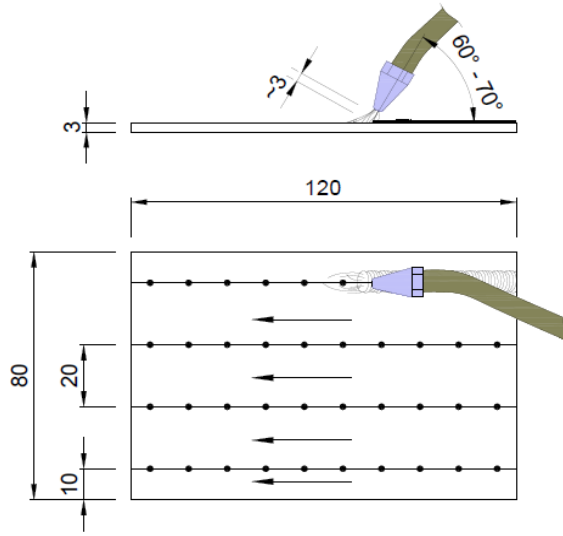
SOLA TELSİZ DİKİŞ YAPMA

**SÜRE 3
DERS SAATİ**

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, 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

- Verilen ölçülerde sac parça hazırlanır.
- Kaynak yapılacak çizgiler markalanır.
- Kaynak yapılacak parça, kaynak masasına yerleştirilir.
- Uygun üfleç takılarak oksî-gaz postası hazırlanır.
- Bek yakarak uygun alev ayarlanır.
- Marka çizgileri üzerinde sağdan sola doğru sırayla dikiş çekilir.
- Dikişlerin üzeri kaynak fırçasıyla temizlenir.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

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

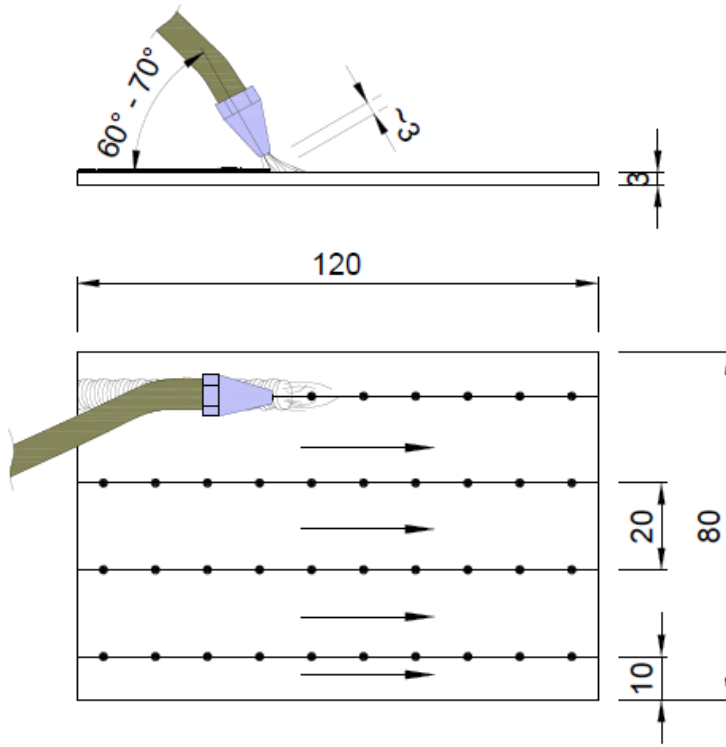
SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-9	OKSİASETİLEN KAYNAK İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	SAĞA TELSİZ DİKİŞ YAPMA	SÜRE 3 DERS SAATİ

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, Avadanlık

Adı	Özellği	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

- Verilen ölçülerde sac parça hazırlanır.
- Kaynak yapılacak çizgiler markalanır.
- Kaynak yapılacak parça, kaynak masasına yerleştirilir.
- Uygun üfleç takılarak oksî-gaz postası hazırlanır.
- Bek yakarak uygun alev ayarlanır.
- Marka çizgileri üzerinde sağdan sola doğru sırayla dikiş çekilir.
- Dikişlerin üzeri kaynak fırçasıyla temizlenir.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

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

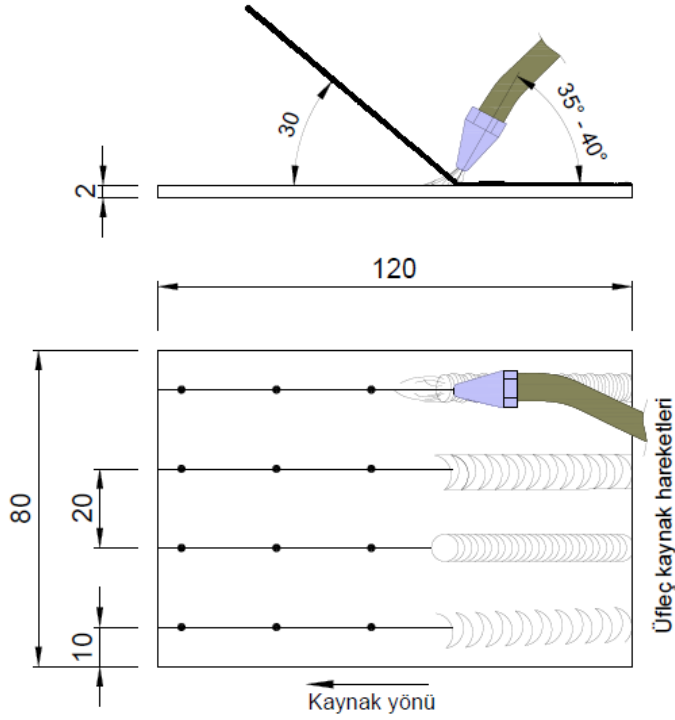
SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-9	OKSİASETİLEN KAYNAK İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	SOLA TELLİ DİKİŞ KAYNAĞI YAPMA	SÜRE 3 DERS SAATİ

AMAÇ

Verilen ölçülerde tekniğine uygun olarak sola telli dikış kaynağı yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 9.5: Kaynak uygulaması

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özellği	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

- Verilen ölçülerde sac parça hazırlanır.
- Kaynak yapılacak çizgiler markalanır.
- Kaynak yapılacak parça, kaynak masasına yerleştirilir.
- Uygun üfleç takılarak oksijen-gaz postası hazırlanır.
- Bek yakarak uygun alev ayarlanır.
- Sağdan sola kaynak çekecek şekilde kaynak dikiş başlangıcını tavlayarak kaynak banyosu oluşturulur.
- Tel alevin önünde ilerleyecek şekilde kaynak banyosu kenarına telin dikiş ucu tutulur.
- Üfleç hareketlerini yapmaya çalışarak belirli bir hızda kaynak dikişleri çekilir.
- Kaynak dikişleri fırçayla temizlenir.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

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

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNÜYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

**ÖĞRENME
BİRİMİ-9**

OKSİASETİLEN KAYNAK İŞLEMLERİ

**UYGULAMA
YAPRAĞI**

**UYGULAMA
ADI**

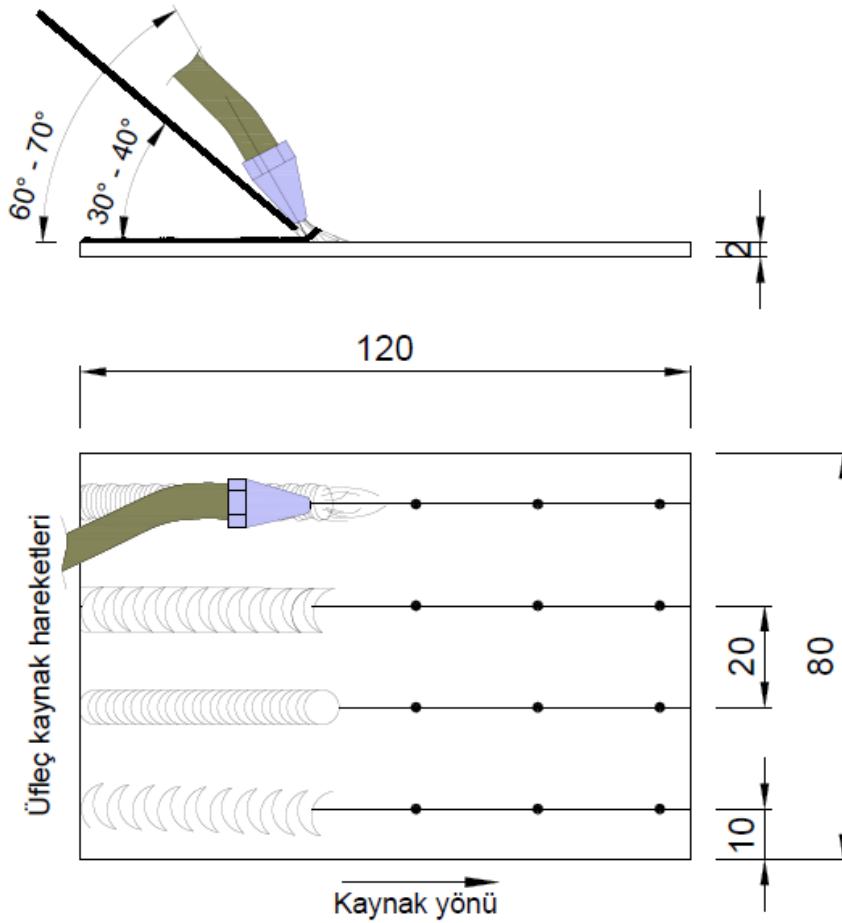
SAĞA TELLİ DİKİŞ KAYNAĞI YAPMA

**SÜRE 3
DERS SAATİ**

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, Avadanlık

Adı	Özellği	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

- Verilen ölçülerde sac parça hazırlanır.
- Kaynak yapılacak çizgiler markalanır.
- Kaynak yapılacak parça, kaynak masasına yerleştirilir.
- Uygun üfleç takılarak oksî-gaz postası hazırlanır.
- Bek yakarak uygun alev ayarlanır.
- Sağdan sola kaynak çekecek şekilde kaynak dikiş başlangıcını tavlayarak kaynak banyosu oluşturulur.
- Tel alevin önünde ilerleyecek şekilde kaynak banyosu kenarına telin dikiş ucu tutulur.
- Üfleç hareketlerini yapmaya çalışarak belirli bir hızda kaynak dikişleri çekilir.
- Kaynak dikişleri fırçayla temizlenir.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

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

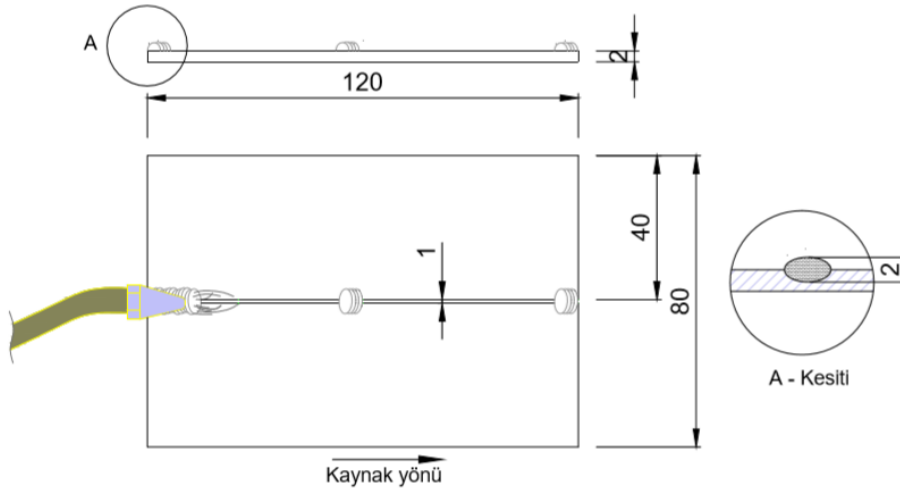
SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-9	OKSİASETİLEN KAYNAK İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	YATAY BİRLEŞTİRME KAYNAĞI YAPMA	SÜRE 6 DERS SAATİ

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, 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

- Verilen ölçülerde 2 adet sac parça hazırlanır.
- Kaynak yapılacak parçalar, kaynak masasına yerleştirilir.
- Uygun üfleç takılarak oksî-gaz postası hazırlanır.
- Bek yakarak uygun alev ayarlanır.
- Birleşim yeri telle puntalanır.
- Sağ uçtan başlayarak tel ilavesi ile kaynak dikişî çekilir.
- Kaynak dikişleri ve parçanın arkası fırçayla temizlenir.
- Arka ek yerine de kaynak dikişî çekilir.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfî önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

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

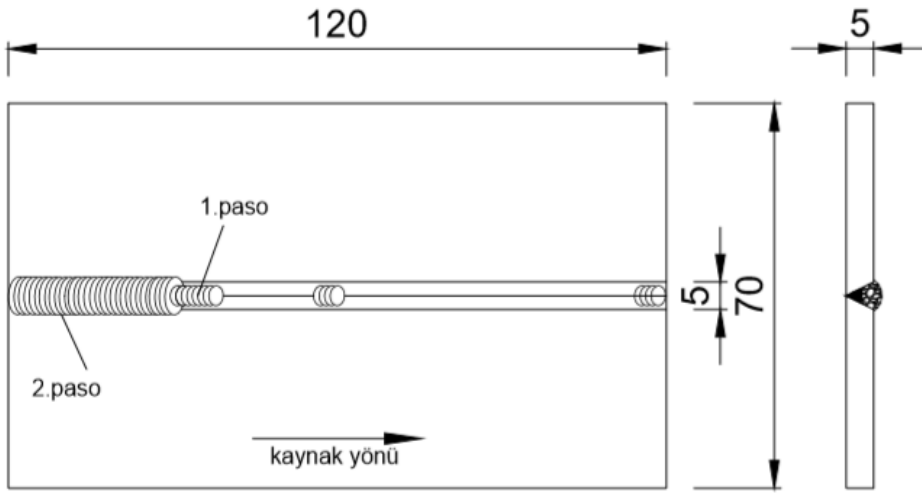
SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-9	OKSİASETİLEN KAYNAK İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	KAYNAK AĞZI AÇILARAK BİRLEŞTİRME KAYNAĞI YAPMA	SÜRE 6 DERS SAATİ

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, 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

- Sac parçalarına V kaynak ağzı açılır.
- 4 numara üfleç ile kaynak postası hazırlanır.
- V içinden, birleşim boyu ortasından ve uçlarından puntalanır.
- Meydana gelen kaynak çekmesi düzeltilir.
- Sol baştan başlayarak 1. paso kaynak (kök paso) dikişli çekilir.
- Dikiş üzeri tel fırça ile fırçalanır.
2. paso kaynak dikişli çekilir.
- Kaynak üzeri tel fırça ile fırçalanır.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

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

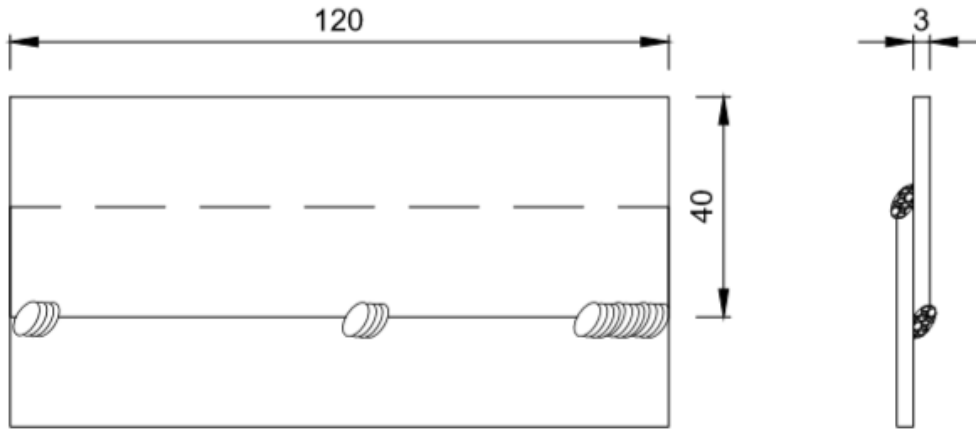
SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNÝE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-9	OKSİASETİLEN KAYNAK İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	BİNDİRME KAYNAĞI YAPMA	SÜRE 6 DERS SAATİ

AMAÇ

Verilen ölçülerde tekniğine uygun olarak bindirme kaynağı yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 9.9: Kaynak uygulaması

Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, 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

- Verilen ölçülerde 2 adet sac parça hazırlanır.
- Kaynak yapılacak parçalar, kaynak masasına yerleştirilir.
- Parça iki tarafında da puntalanır.
- Parça yüzeyine 80° ve kaynak eksenine 60° olacak şekilde üfleç tutularak kaynak dikişi çekilir.
- Parça çevrilerek arka yüzüne de kaynak işlemi yapılır.
- Kaynak dikişleri tel fırça ile temizlenir.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

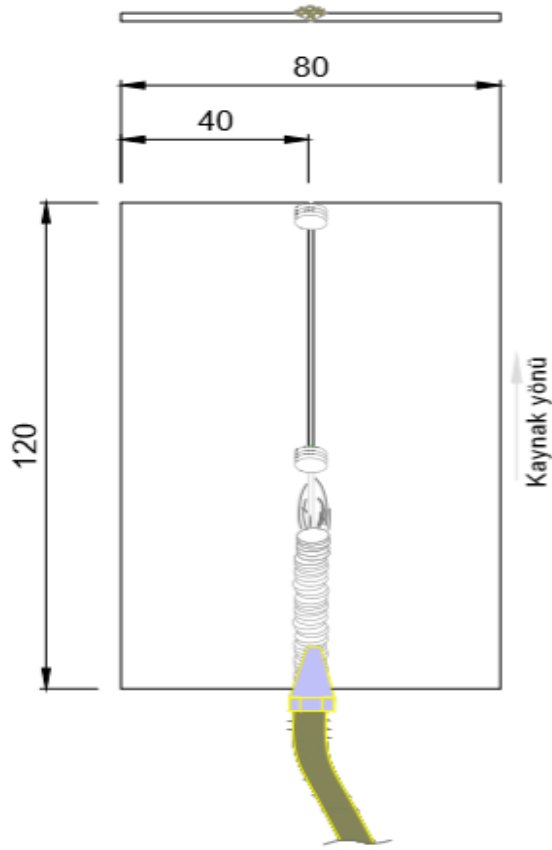
SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-9	OKSİASETİLEN KAYNAK İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	DİKEY BİRLEŞTİRME KAYNAĞI YAPMA	SÜRE 6 DERS SAATİ

AMAÇ

Verilen ölçülerde tekniğine uygun olarak yatay birleştirme kaynağı yapmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 9.10: Kaynak uygulaması

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özellği	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

- Verilen ölçülerde 2 adet sac parça hazırlanır.
- Kaynak yapılacak parçalar, kaynak masasına yerleştirilir.
- Uygun üfleç takılarak oksî-gaz postası hazırlanır.
- Bek yakarak uygun alev ayarlanır.
- Birleşim yeri telle puntalanır.
- İş parçasını asmak için parça sac puntalanır.
- İş parçası askıya asılır.
- Aşağıdan yukarıya doğru kaynak dikişi çekilir.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

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

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNÝE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-10	ELEKTRİK-ARK KAYNAK ÖNCESİ HAZIRLIK	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	KAYNAKÇI KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLARI KULLANMAK	

AMAÇ

Kaynak yaparken kaynakçının güvenliği sağlamak üzere, kişisel koruyucu donanımların kullanılmasını sağlamak.

GİRİŞ

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

10.1 KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLARI

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



El Maskesi



Kafa Maskesi

Görsel 10.1: Kaynak maske çeşitleri

Gözlük: Vücudun en hassas yeri 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 mukavim 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 mukavim olmalıdır(Görsel 10.4).



Görsel 10.4: Kaynak önlüğü

Kolluk: Kaynakçının omuzdan bileğine kadar olan bölgeyi, eriyik kaynak sıçramalarına ve kızgın metal çapaklarına karşı koruyan güvenlik malzemesidir. Kolluk imalinde kullanılan malzemeler yüksek ısıya mukavim 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 mukavim olmalıdır (Görsel 10.6).



Görsel 10.6: Tozluk

10.2 KAYNAK ELEMANLARI

Alaşımları ve 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 ise 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 transformatöründen % 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, MIG/MAG ve TIG kaynağına uygun olarak üretilmektedir(Görsel 10.10).



Görsel 10.10: İnvertör kaynak makineleri

10.3 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, kullanım 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 kullanılırlar.

- Kömür elektrotlar
- Tungsten elektrotlar

Hem İlave Tel ve Hem de Ark Oluşturan Elektrotlar: Hem ilave tel ve hem de ark oluşturan elektrotlar ise 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 ve hem de ark oluşturan elektrotlar ince, orta, kalın kesitlerde olabilirler ve 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 kullanılırken birçok mahsur 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.

1. Örtülü elektrotlar

- Rutil elektrotlar
- Bazik elektrotlar
- Selülozik elektrotlar
- Oksit elektrotlar
- Asit elektrotlar
- Demir oksit elektrotlar

2. Örtüsüz Elektrotlar

- Çıplak elektrotlar
- Özlü elektrotlar

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 yüksek olmalıdır. Aşağıda düşük karbonlu çelik malzemenin kaynatılmasında kullanılacak veriler verilmiştir.

Tablo1.1: 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

10.4 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 aparatdır (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 (cürufı) kırmak için kullanılır(Görsel 10.15).



Görsel 10.15: Kaynak çekici

Kaynak Paravanları: Çoğunlukla bir atölyede kaynakçı 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).



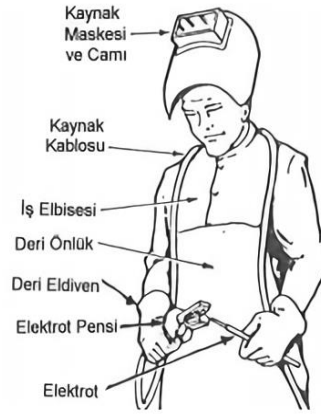
Görsel 10.17: Kurutma fırını

ÖĞRENME BİRİMİ-10	ELEKTRİK-ARK KAYNAK ÖNCESİ HAZIRLIK	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	KAYNAKÇI KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLARI KULLANMAK	SÜRE 3 DERS SAATİ

AMAÇ

Kaynakçı kişisel koruyucu donanımlarını kullanmak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 10.18: Koruyucu donanım kullanımı

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelligi	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

- Kaynak kişisel koruyucu donanımlar giyilerek gerekli tedbirler alınır.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE (ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-10	ELEKTRİK-ARK KAYNAK ÖNCESİ HAZIRLIK	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	ELEKTRİK ARK KAYNAK MAKİNESİNİ KAYNAĞA HAZIRLAMAK	SÜRE 7 DERS SAATİ

AMAÇ

Kaynakçılık yardımcı takımlarını ve elektrik ark kaynak makinesini kaynağa hazırlamak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 10.19: Kaynak makinesini hazırlama

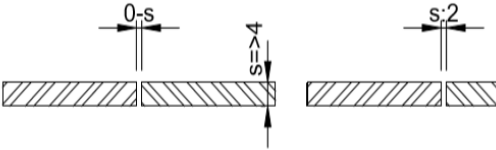
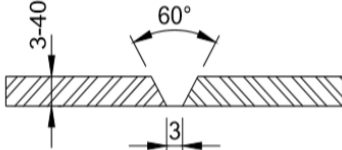
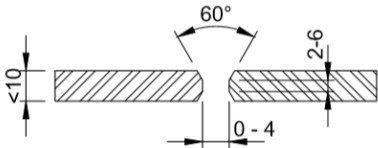
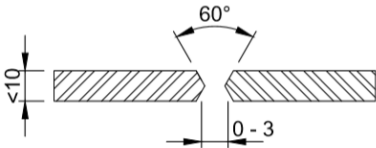
Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

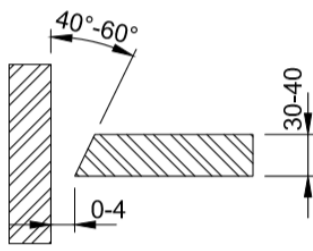
Adı	Özelliği	Miktarı
Kaynakçı kişisel koruyucu donanımları		1 adet
Kaynak makinesi		1 adet
Kaynak pensi ve şase bağlantı parçası		1 adet
3 mm sac		1 adet
Ø 2,5 örtülü rutil elektrot		1 adet

İşlem Basamakları

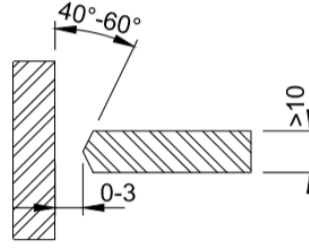
- Kaynakçı kişisel koruyucu donanımları giyilir.
- Kaynak takımları kaynak masası üzerine hazırlanır.
- Kaynak pensi ve şase kaynak makinesine bağlanır.
- Kaynak makinesi açılır.
- Amper ayarı yapılır.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNÝE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE (ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-11	ELEKTRİK-ARK KAYNAK İŞLEMLERİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	KAYNAK İŞLEMLERİ HAZIRLIK AŞAMALARI	
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. 11.1 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 11.2 KAYNAK AĞIZLARI Ark kaynağı bir ergitme ve devamında katılaştırma sürecidir. Bir başka anlamıyla da bir döküm işlemdir. 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 ağızı



Yarım çift yönlü V kaynak ağızı

Görsel 11.1: Kaynak ağızı çeşitleri

11.3 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.

11.4 ELEKTROT HAREKETLERİ

Elektrot hareketi, kaynak dikişinin genişliğini, derinliğini ve buna bağlı olarak kütesinin artmasını etkiler. Ark içinde kalan cürufaların ark dışına çıkmasını 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.

11.5 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 mukavemete sahip olmasında en önemli faktörlerden biri de akım şiddetidir. Akım şiddeti elektrot çapı arttıkça daha yüksek değerlerde seçilir.

11.6 ARK BOYU

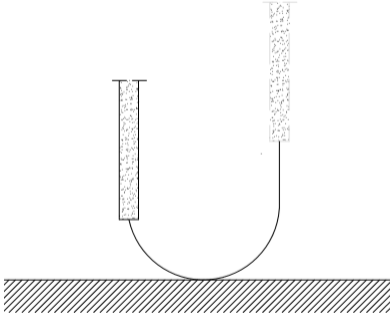
Ark oluşmasında elektrot ile iş parçası arasındaki mesafe çok önemlidir. Uygun ark boyu ile kaynak yapılmadığında kaynak dikişi buna bağlı kötü olur. Normal ark boyu, kullandığımız elektrot çapı kadar olmalıdır. Ark boyu elektrot çapından büyük ise buna uzun ark boyu, küçük ise kısa ark boyu denir.

ÖĞRENME BİRİMİ-11	ELEKTRİK-ARK KAYNAK İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	ELEKTROT TUTUŞTURMAK	SÜRE 3 DERS SAATİ

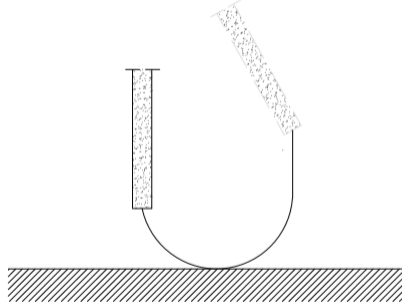
AMAÇ

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, 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

- Kaynak kişisel koruyucu donanımlar giyilerek gerekli tedbirler alınır.
- Kaynak makinesi çalıştırılarak kaynak amperi ayarlanır.
- Elektrot, pense uygun biçimde takılır.
- Gösterilen şekillerdeki gibi en az 4 kez tutuşturma işlemi yapılır.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT! Sıcak parçalara el sürmeyiniz. İş parçasını su ile soğutarak kurulaınız.

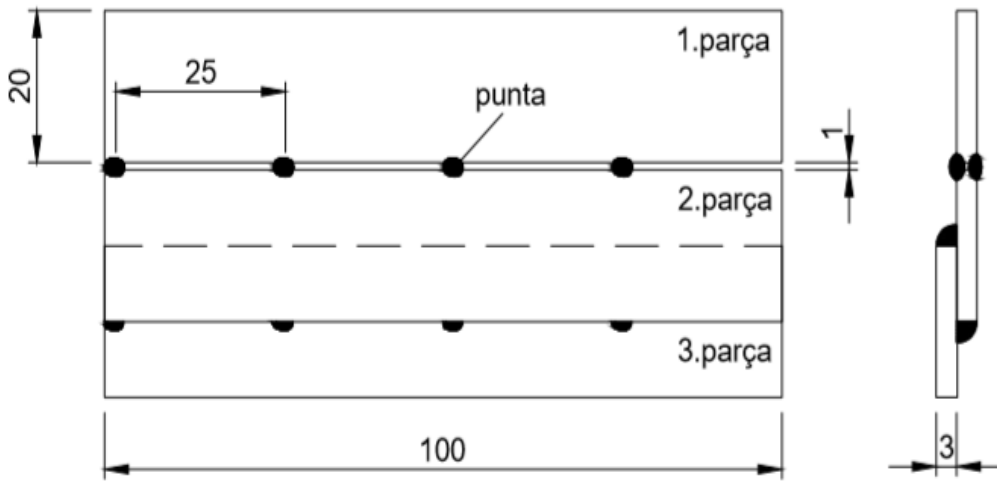
SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE (ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-11	ELEKTRİK-ARK KAYNAK İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	PUNTALAMA YAPMAK	SÜRE 3 DERS SAATİ

AMAÇ

Puntalama işlemini yapabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 11.3: Puntalama işlemi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

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

İşlem Basamakları

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

DİKKAT! Sıcak parçalara el sürmeyiniz. İş parçasını su ile soğutarak kurulaınız.

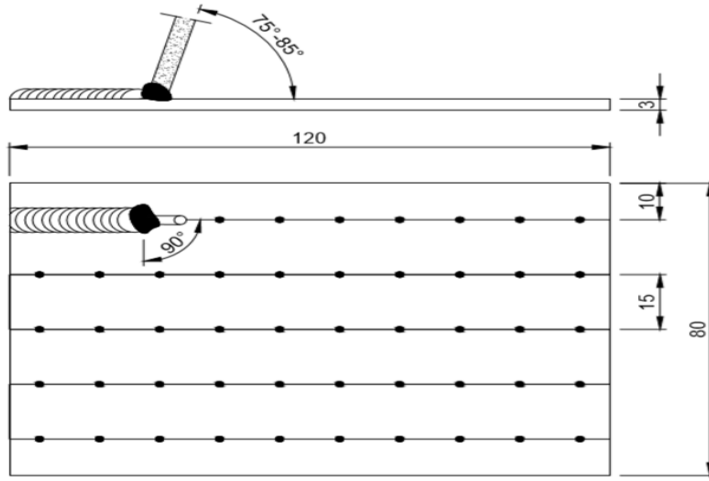
SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE (ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-11	ELEKTRİK-ARK KAYNAK İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	DÜZ DİKİŞ ÇEKMEK	SÜRE 2 DERS SAATİ

AMAÇ

Düz dikiş kaynağı yapabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 11.4: Kaynak işlemi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, 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

- Kaynak kişisel koruyucu donanımlar giyilerek gerekli tedbirler alınır.
- İş parçası yüzeyi temizlenir.
- Kaynak makinesi çalıştırılır ve amper ayarı yapılır.
- Elektrot pense, uygun biçimde takılır.
- Kaynak arkı oluşturulur.
- Markalama yapılan tüm alanlara düz kaynak dikişi çekilir.
- Kaynak cürufu temizlenerek kaynak incelenir.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT! Sıcak parçalara el sürmeyiniz. İş parçasını su ile soğutarak kurulaınız.

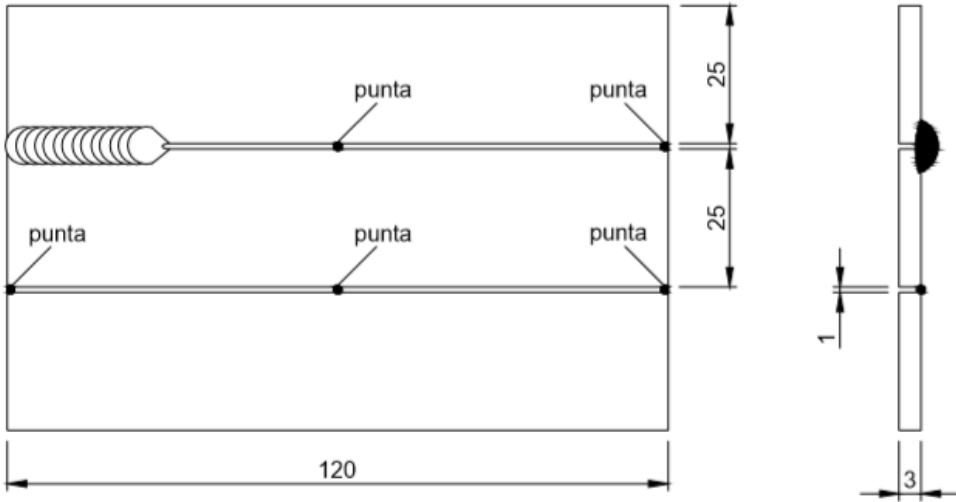
SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-11	ELEKTRİK-ARK KAYNAK İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	DÜZ BİRLEŞTİRME KAYNAĞI ÇEKMEK (ALIN KAYNAK AĞZI)	SÜRE 2 DERS SAATİ

AMAÇ

Düz dikiş kaynağı yapabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 11.5: Kaynak işlemi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

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

İşlem Basamakları

- Kaynak kişisel koruyucu donanımlar giyilerek gerekli tedbirler alınır.
- Parçalar şekildeki gibi birbirine puntalanır,
- Punta çekilmesinden meydana gelen bozulma örs üzerinde çekiç ile düzeltilir.
- Elektrota uygun kaynak açısı verilerek kaynak dikişi çekilir.
- Kaynak cürufu kınlararak dikişlerin üstü tel fırça ile temizlenir ve kaynak incelenir.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

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

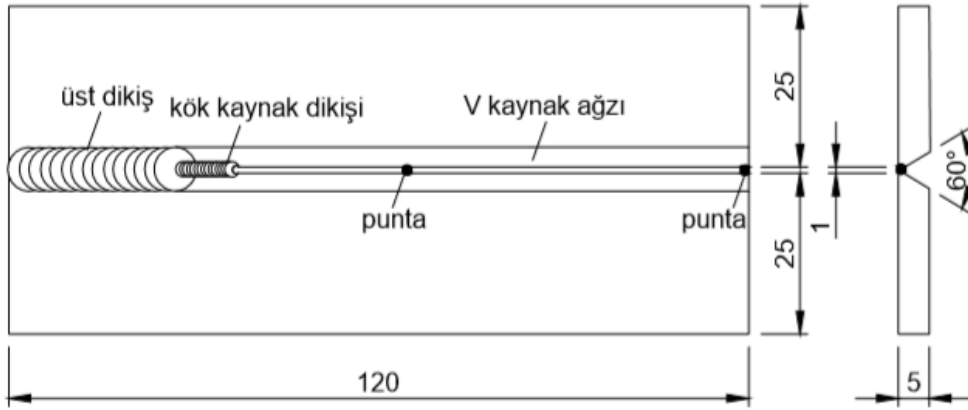
SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-11	ELEKTRİK-ARK KAYNAK İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	DÜZ BİRLEŞTİRME KAYNAĞI ÇEKMEK (V KAYNAK AĞZI)	SÜRE 2 DERS SAATİ

AMAÇ

Düz dikiş kaynağı yapabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 11.6: Kaynak işlemi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Elektrik-ark kaynak takımları		1 adet
5x52x120 mm	Siyah sac	2 adet
Örtülü rutil elektrot	Ø 3,25	3 adet

İşlem Basamakları

- Kaynak kişisel koruyucu donanımlar giyilerek gerekli tedbirler alınır.
- Parçaların uzun kenarlarının birer tarafına kaynak ağzı açılır.
- Parçalar şekildeki gibi birbirine puntalanır.
1. kök paso çekilir.
- Kök dikişi cürufu, tel fırça ile temizlenir.
2. sıra kaynak dikişi çekilir.
- Kaynak cürufu kınlarak dikişlerin üstü tel fırça ile temizlenir ve kaynak incelenir.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT! Sıcak parçalara el sürmeyiniz. İş parçasını su ile soğutarak kurulaınız.

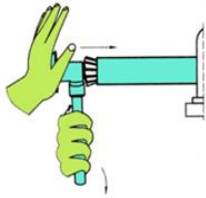
SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-11	ELEKTRİK-ARK KAYNAK İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	ÇELİK BORULARI KAYNAĞA HAZIRLAMAK	SÜRE 6 DERS SAATİ

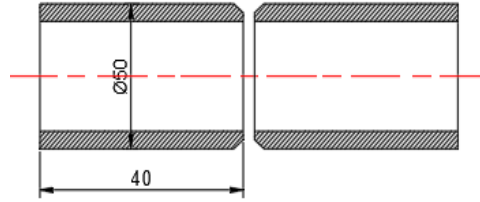
AMAÇ

Çelik boruları, tesviyecilik tekniğine uygun temrin işine hazırlamak.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Şekil 1



Şekil 2

Görsel 11.7: Kaynak ağzı hazırlama

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

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

İşlem Basamakları

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

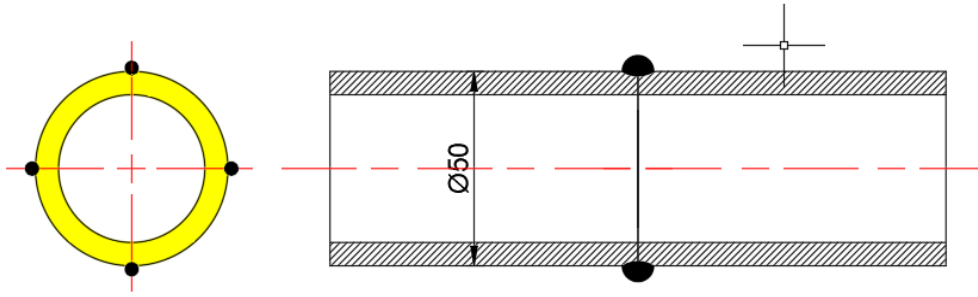
SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-11	ELEKTRİK-ARK KAYNAK İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	ÇELİK BORULARI PUNTALAMAK	SÜRE 2 DERS SAATİ

AMAÇ

Çelik borulara puntalama işlemini yapabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 11.8: Puntalama işlemi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, 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

- Kaynak kişisel koruyucu donanımlar giyilerek gerekli tedbirler alınır.
- Elektrota uygun kaynak açısı verilerek parçalar, şekildeki gibi birbirine puntalanır.
- Punta çekilmesinden meydana gelen bozulma örs üzerinde çekiç ile düzeltilir.
- Kaynak cürufu kınlararak dikişlerin üstü tel fırça ile temizlenir ve kaynak incelenir.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT! Sıcak parçalara el sürmeyiniz. İş parçasını su ile soğutarak kurulaınız.

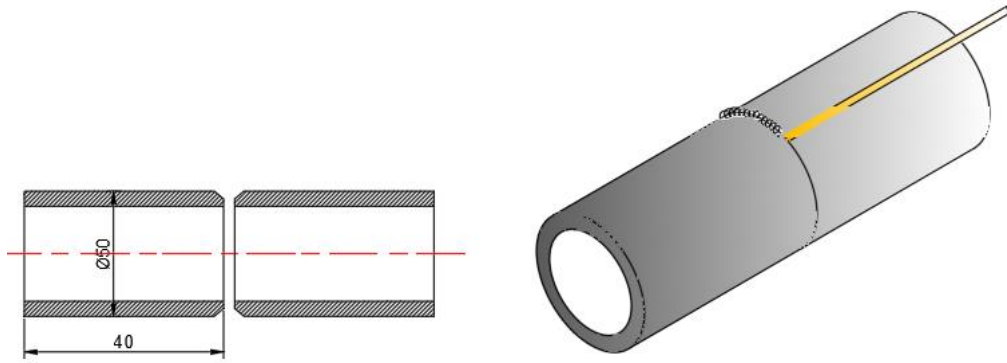
SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-11	ELEKTRİK-ARK KAYNAK İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	ÇELİK BORULARA DÜZ BİRLEŞTİRME KAYNAĞI ÇEKMEK	SÜRE 4 DERS SAATİ

AMAÇ

Çelik borulara düz birleştirme kaynağı yapabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 11.9: Kaynak işlemi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, 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

- Kaynak kişisel koruyucu donanımlar giyilerek gerekli tedbirler alınır.
- Parçalar şekildeki gibi birbirine puntalanır,
- Punta çekilmesinden meydana gelen bozulma örs üzerinde çekiç ile düzeltilir.
- Elektrota uygun kaynak açısı verilerek kaynak dikişi çekilir.
- Kaynak cürufu kınlararak dikişlerin üstü tel fırça ile temizlenir ve kaynak incelenir.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

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

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-12	MİG-MAG KAYNAK İŞLEMLERİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	MİG-MAG KAYNAK MAKİNESİNİ HAZIRLAMA	
AMAÇ MİG-MAG (Metal Inert Gas-Metal Activ Gas) kaynak makinelerini kaynağa hazırlamak. GİRİŞ Gelişen teknolojiyle birlikte MİG-MAG kaynak yöntemi, endüstride geniş bir kullanım alanına sahip olmaya başlamıştır. Bunun en önemli nedeni, kullanılabilirliğinin kolay olması ve hemen hemen tüm ticari alaşımların kaynağının yapıldığı MİG-MAG kaynak makinelerini, iş sağlığı ve güvenliği eğitimi alınarak ve tekniğine uygun olarak kaynağa hazır hale getirebilmek şeklinde açıklayabiliriz. 12.1 GAZALTI KAYNAĞININ TANIMINI VE ÖNEMİ Gazaltı kaynağı (MIG / MAG), kaynak için gerekli ısıнын, tükenen bir elektrot ile iş parçası arasında oluşan ark sayesinde ortaya çıktığı bir ark kaynak yöntemidir. Kaynak bölgesine sürekli şekilde 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. 12.1.1 MIG ile MAG Kaynağı Arasındaki Fark Nedir? Eriyen elektrotla yapılan gaz altı 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. Ör.: % 97 Ar + % 3 O₂ ➤ MAG =Metal eriyen elektrotlu Aktif koruyucu Gazlı elektrik ark kaynağı yalnız CO₂ veya diğer karışım gazlar. Ör.: % 75Ar + % 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, nüfuziyet daha fazladır (Görsel 12.1).		



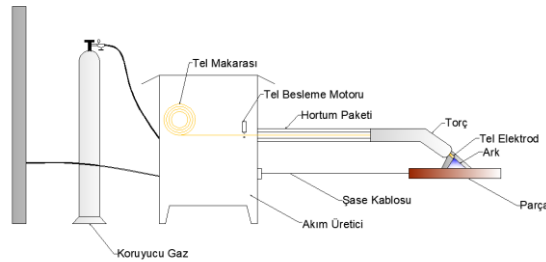
Görsel 12.1: MİG-MAG kaynak yapımı

12.1.2 MİG-MAG Kaynağının Endüstrideki Yeri ve Önemi Nedir?

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

- Yüksek erime hızı
- Derin nüfuziyet
- Her pozisyonda kaynak yapılabilmesi
- Ara vermeden kaynak yapılabilmesi
- Demir esaslı ile demir dışı metaller ve 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.

12.1.3 MİG-MAG Kaynak Donanımları Nelerdir?



Görsel 12.2:MİG-MAG kaynak donanımları

12.1.4 MİG-MAG Kaynağında Kullanılan Koruyucu Gazlar



Görsel 12.3:Koruyucu gazlar

12.1.4.1 Karışım Gazı:Demir dışı metallerin kaynağında kullanılan argon gazına az miktarda oksijen ile değişik oranlarda karbondioksit gazı ilâve edilerek karışımli 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 olunur. Koruyucu gaz içerisindeki oksijenin diğer bir katkısı sprey ark oluşumunda görülür. Argon gazına ilâve edilen karbondioksit ise kaynak dikişine derin nüfuziyet verir.

12.1.4.2 Karbondioksit Gazı:Karbondioksit kimyasal olarak aktif bir gazdır. Kaynak arkı gibi yoğun bir ısı kaynağında, karbonmonoksit ve serbest oksijene ayrılarak 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 bilinirliği ve kullanım oranı yüksektir. En önemli dezavantajı, sert ve sesli ark ile yüksek sıçramadır.

12.1.4.3 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.

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

12.1.5 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 / dak.) cinsinden gösterime ayarlanmışlardır.

Gazaltı kaynaklarında kullanılan regülatörler, akış regülatörleridir ve mutlaka kullanılan gazın cin-

sine uygun seçilmelidir. Pratikte çalışma debisi olarak ise tel çapının on katı ve küçük kayıpların karşılanması için bu sonuca iki l / dak. daha gaz ilave edilerek kullanılır. Örneğin, 0,80 mm çapında gaz kullanımında: $(0,80 \times 10) + 2 = 10$ l / dak. gaz kullanımı ayarlanmalıdır(Görsel 12.4).



Görsel 12.4:Regülatörler

12.1.6 Regülatörlerin Kullanımlarında Dikkat Edilmesi Gerekenler

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



Görsel 12.5:Isıtıcı

12.1.7 Hortumlar

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

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

Takviye kat: Katlar arası tekstil örgü takviye

Alt kat: Sentetik elastomer kaşıymı, siyah, düz ve pürüzsüz



Görsel 12.6:Hortum

12.1.8 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 performans 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

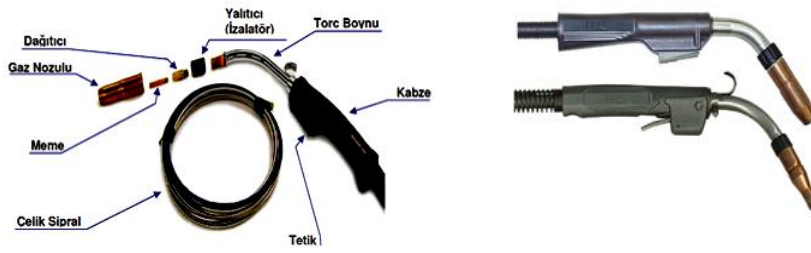
Aksi durumda kaynak operasyonu süresince yaşanabilecek herhangi bir problemin (örneğin; sıçırantı, vuruntu, dikiş formunun bozukluğu vb.) asıl nedenini çözebilmek için çok fazla zaman harcanabilir. Bütün bunlar kullanıcıların plansız duruşlarına, işlerin gerektiği sürede tamamlanamamasına ve tabii ki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



Görsel 12.9: Makara sürme ve tahrik ünitesi

➤**Torçlar:** Uzunluğundan esnekliğine, boyun tasarımından ağırlığına kadar her özelliği ile kaynakçı ve operasyonu için özelliklerine dikkat edilerek seçilmesi gerekli olan yardımcı ekipmandır. En nihayetinde kaynak telinin makineden sonra ilerleyeceği en değişken çevresel ortam torçtur. Torcun alacağı kıvrımlar, sahada maruz kalacağı burulma ve katlanmalar tel besleme kabiliyetine de etki etmektedir. Bu bakımdan ihtiyaçtan daha uzun torçlar 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 torç 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 sür-tünmeler veya açılarla karşılaşır ise operatör kaynak operasyonu boyunca bunu, torçta titreşim ve

kaynak dikişinde sıçrıntı uygunsuzlukları şeklinde bulacaktır. Torç bağlantısına mümkün olan en kısa mesafe ve doğru açıda iletilecek olan kaynak teli en iyi sonucu getirir.



Görsel 12.11:Kaynak ünitesi

12.1.9 Gazaltı Kaynak Makineleri Çalışma Ayarları

- Makine, şalterin düğmesi “0” konumundan “1” konumuna getirilerek açılır.
- Telin, torçtan 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 şasenın 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 BAKIM

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

**ÖĞRENME
BİRİMİ-12**

MİG-MAG KAYNAK İŞLEMLERİ

**UYGULAMA
YAPRAĞI**

**UYGULAMA
ADI**

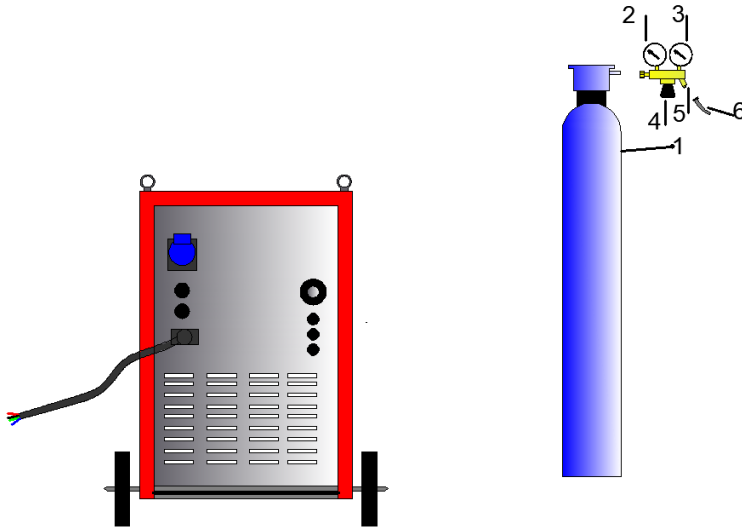
MİG-MAG KAYNAK MAKİNESİNİ HAZIRLAMA

**SÜRE 2
DERS SAATİ**

AMAÇ

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

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 12.12:Regülatör bağlantısı

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, 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

- İş güvenliği için kişisel koruyucu donanımlar giyilerek gerekli tedbirler alınır.
- Tüm araç, gereç ve ekipman hazırlanır.
- Karışım gazı üzerindeki ventillerin kapalı olduğu kontrol edilir.
- Gaz çıkış bölgesindeki dişler kontrol edilir.
- Valf ağzındaki olası pıslığı atmak için tüp valfi kısa süreli ve hafifçe açılıp kapatılır.
- Tüp valfine uygun çapta rakor contası seçilir.
- Basınç düşürücü gövdesinden sıkıca tutulur.
- Uygun anahtar kullanılarak, giriş bağlantı rakoru sıkıca tüp valfine vidalanır.
- Gazaltı kaynak makinesi gaz hortumu, kelepçe geçirilerek bağlantısı, regülatörün gaz çıkışına sabitlenerek tornavida ile sıkıştırılır.
- Gazaltı kaynak makinesine giren karışım gazı giriş bağlantısı kontrol edilir.
- Karışım gazı tüpü valfi bir tur açılır.
- Gaz kaçak spreyi ile rakor contasının sızdırmazlık testi yapılır.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte 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	

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-12	MİG-MAG KAYNAK İŞLEMLERİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	MİG-MAG İLE KÜT EK KAYNAĞI YAPMA	
AMAÇ MİG-MAG kaynak yöntemi ile küt ek kaynağı yapmak. GİRİŞ MİG-MAG kaynak makineleri, iş sağlığı ve güvenliği eğitimi alınarak ve tekniğine uygun olarak kaynağa hazır hale getirilebilecek ve yine tekniğine uygun olarak MİG-MAG kaynak yöntemi ile yatay-da küt ek kaynağı yapma bilgi ve becerisi kazanılabilecektir. 12.2. MİG-MAG KAYNAĞI 12.2.1 MİG-MAG Kaynak Ünitesi MİG-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 karışımli gazlar. 12.2.2 Kaynak Makinesi Kaynak için gerekli olan gerilim ve akım şiddetini oluşturmak amacıyla geliştirilmiş makinelere kaynak makinesi veya akım üretici denir. MİG-MAG kaynak makinelerinde kullanılan ark gerilimi 25-55 volt, akım şiddetiye 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. MİG-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. MİG-MAG kaynağında sabit gerilimli kaynak makineleri yarı ve tam otomatik olarak yaygın hâlde bulunmaktadır.		

12.2.3 MİG-MAG Kaynak Makinesinin Kısımları

- Doğru akım kaynak makinesi
- Kaynak torcu
- Kaynak teli



Görsel 12.13: MİG-MAG kaynak makineleri

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

12.2.4 MİG-MAG ile Küt Ek Kaynağı Yapmak

12.2.4.1 Parça Kalınlığına Göre Tel ve Gaz Seçimi

MİG-MAG kaynağında kaynağın oluşturulabilmesi, kaynak nüfuziyetinin sağlanabilmesi ve kaynak dolgusunun gerçekleştirilebilmesi için kaynak teli ile kaynatılacak parça kalınlıkları arasında uyum olması gerekir. Çok ince bir parçanın kalın bir gaz altı kaynak teli ile kaynatılması, çok kalın bir parçanın da ince bir gaz altı 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.

12.2.4.2 Amper ve Tel Hızı Ayarı

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

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

12.2.5 Küt Ek Kaynağında Torca Verilecek Hareketler

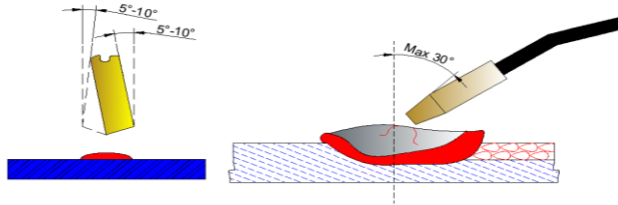
12.2.5.1 Kaynak Torcunun İş Parçasına Göre Konumu

Kaynak torcunun iş parçasına göre konumu ve kaynak sırasındaki hareketi, kaynak dikişinin biçimini etkiler. Çalışma açısı 90° etrafında yapılan $5^\circ-10^\circ$ arasında sarkaç hareketidir. Hareket açısı ise dik eksenden maksimum 30° 'lik (yataydan 60°) ilerlemede torca kaynak dikişi eksenine 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 nüfuziyet azalır, dikiş inceler, ayrıca gaz koruma şemsiyesi tam olarak ark banyosunun üzerine (ergimiş ve ısınmış bölgeyi) koruyamayacağından gözenekli bir kaynak dikişi oluşmasına neden olunur.

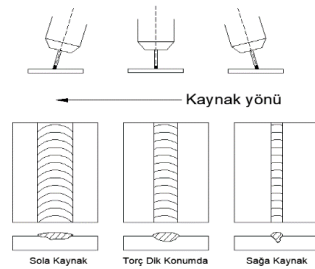
Torç hareketleri, çalışma pozisyonları ile işin biçim ve konumuna göre seçilir. Örneğin, yatay oluk pozisyonunda yan (korniş) kaynaklarında torcu testere dişi gibi zızzak hareketleri ile yatay pozisyonda iç köşe dikişinde dairesel hareket ettirmek gibi.

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).



Görsel 12.14: Torcu iş parçasına göre konumu

12.2.5.2 Küt Ek Kaynağında Torç Açıları



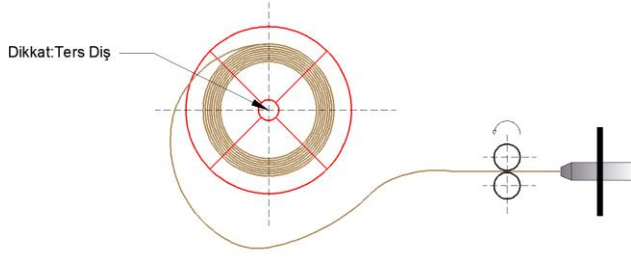
Görsel 12.15: Kaynak konumlarının parça üzerine etkileri

12.2.6 Gazaltı Kaynağında Oluşan Hatalar

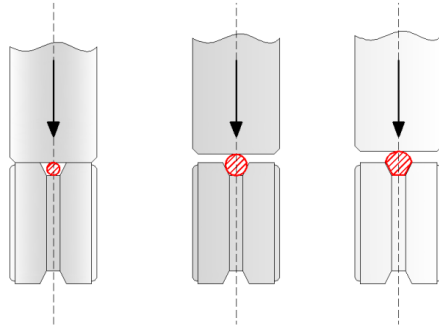
12.2.6.1 Fiziksel Hatalar

Torçlar kullanımda çok fazla eğilip bükülmemelidir. Unutulmamalıdır ki içinde ilerletilen tel elektrot bulunmaktadır. Aksi durumda tel elektrot aşırı sürtünme ile karşı karşıya kalarak üzerindeki kaplamayı dökerek 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 ayan 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 bir kaç 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 12.17).



Görsel 12.16: Makaranın yuvaya oturtulmasında oluşacak hatalar



Görsel 12.17: Tel çapının uygun seçilmemesi durumunda oluşacak hatalar

12.2.6.2 Temizlik

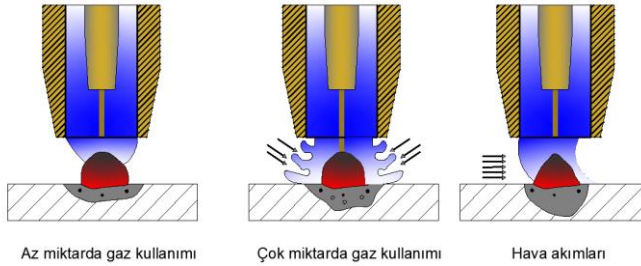
Gazaltı ark kaynağında hem kaynatılacak iş parçasının özellikle kaynak ağzının temizliği hem de tel elektrotun temizliği, örtülü elektrotla veya tozaltı ark kaynağındaki durumdan daha kritiktir. Örtülü

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.

12.2.6.3 Gözenek Oluşumu

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

Regülatör/flowmetredeki gaz debisi kontrol edilir (Yetersiz ise artırılır. Pratikte kullanılan tel elektrot çapının on katının iki fazlası litre / dakika cinsinden ayarlanır.). Gazın fazlası türbülans nedeni ile havanın kaynak dikişine hapsolmesine neden olacaktır. Hortum ve torç gaz kaçakları açısından test edilmelidir. Yanlış koruyucu gaz kullanımından sakınılır (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 yapılyorsa rüzgân önlemek için uygun boyda perdeler kullanılmalıdır. Uygulamaya uygun büyüklükte gaz nozulu seçildiğinden emin olunmalıdır. Çok küçük nozul yetersiz gaz korumasına, dolayısıyla ile kaynak metalinde gözenek oluşumuna neden olur (Görsel 12.18).



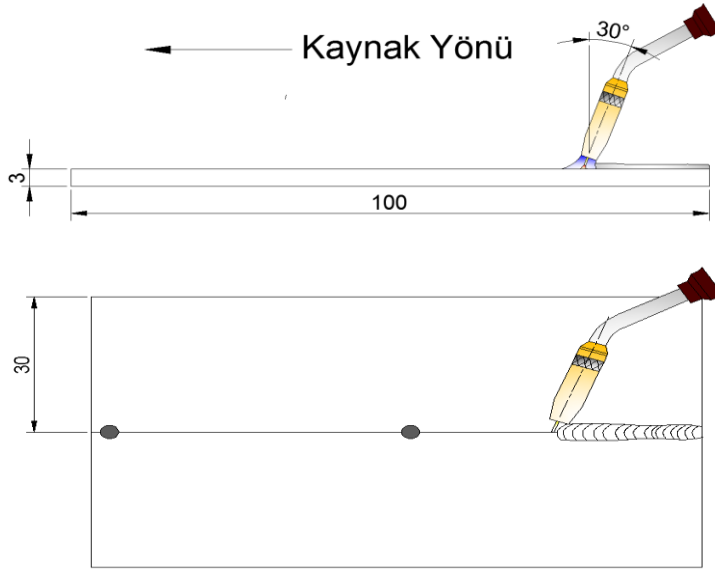
Görsel 12.18:Kaynak hatası oluşum sebepleri

ÖĞRENME BİRİMİ-12	MİG-MAG KAYNAK İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	MİG-MAG İLE KÜT EK KAYNAĞI YAPMA	SÜRE 4 DERS SAATİ

AMAÇ

MİG-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, Avadanlık

Adı	Özelligi	Miktarı
MİG-MAG kaynak takımı		1 adet
Metal sac	100x30x3 mm	1 adet
Kaynak pastası		1 adet
Pense		1 adet
Numaratör		1 adet

İşlem Basamakları

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

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-12	MİG-MAG KAYNAK İŞLEMLERİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	MİG-MAG İLE FLANŞ KAYNAĞI YAPMA	

AMAÇ

MİG-MAG kaynak yöntemi ile flanş kaynağı yapmak.

GİRİŞ

MİG-MAG kaynak makineleri, iş sağlığı ve güvenliği eğitimi alınarak ve tekniğine uygun olarak kaynağa hazır hale getirilebilecek ve yine tekniğine uygun olarak MİG-MAG kaynak yöntemi ile flanş kaynağı yapabilme bilgi ve becerisi kazanılabilecektir.

12.3 MİG-MAG FLANŞ KAYNAĞI

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



Görsel 12.20:Flanşla birleştirilmiş boru donanımı

12.3.1 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 sızıntıda önlenmiş olur.
- **Paslanmaz Kör Flanşlar:** Diğer flanşlar gibi conta yardımıyla parçaların birbirine bağlanmasına yardımcı olan paslanmaz kör flanşlar, özellikle hattın sonlarında kullanılmaktadır.



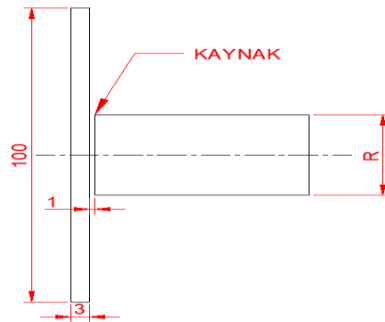
Görsel 12.21:Flanş çeşitleri

12.3.2 Flanş Kaynağında Dikkat Edilecek Hususlar

- Bağlantı yapılacak yerin koşullarına ve malzemeye uygun flanş seçilir.
- Flanşlar bağlantı civata 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.

12.3.3 İş Parçalarını Flanş Kaynağına Hazırlamak

Flanş kaynağı için gerekli malzeme temin edildikten sonra kaynak işlemine hazır hale getirmek için kaynatılacak parçaların 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

12.3.4 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.

12.3.5 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 ısıtıl işlem uygulanır.
- Kaynaktan sonra sızdırmazlık ve basınç kontrolü yapılır.



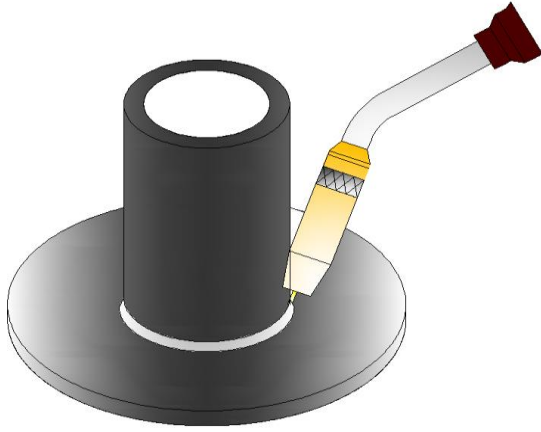
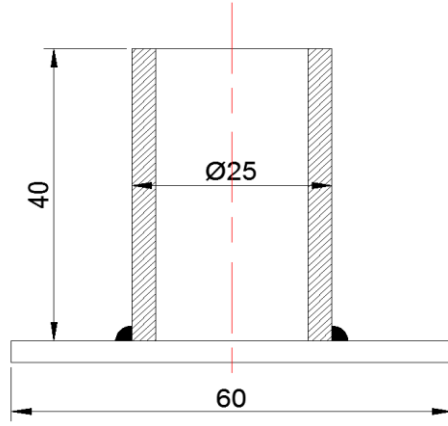
Görsel 12.23:Flanşın puntalanması

ÖĞRENME BİRİMİ-12	MİG-MAG KAYNAK İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	MİG-MAG İLE FLANŞ KAYNAĞI YAPMA	SÜRE 4 DERS SAATİ

AMAÇ

MİG-MAG küt flanş kaynağı yapabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 12.24: Kaynak yapılacak metalin ve borunun ölçüsü

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
MİG-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

- İş güvelliği için gerekli ekipmanlar giyilerek tedbirler alınır.
- Tüm araç ve gereçler hazırlanır.
- Regülatör üzerinde gerekli gaz basıncı ayarlanır.
- Cihaz üzerinde malzeme kalınlığına uygun kademe ayarları yapılır.
- Kaynağa başlanmadan önce torcun içine çapak yapışmasını engellemek için torç, pastaya batırılır veya spre y kullanılır.
- Boru ile alt parça arasında 1mm boşlu bırakılır.
- Parçada çarpılmaları engellemek için uygun aralıklarda punta atılır.
- Kaynak torcu kaynak yönünde hareket ettirilir.
- Kaynak bitiminde parça soğutulur ve soğuyan parçaya numara basılır.
- Biten iş parçası sorumlu öğretmene teslim edilir.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-12	MİG-MAG KAYNAK İŞLEMLERİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	MİG-MAG İLE ÇELİK BORULARIN KAYNAĞINI YAPMA	

AMAÇ

MİG-MAG kaynak yöntemi ile çelik boruların kaynağını yapmak.

GİRİŞ

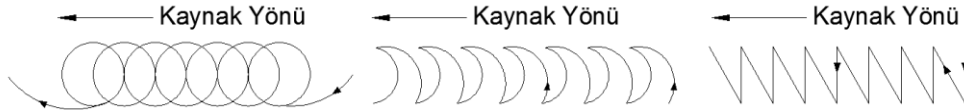
MİG-MAG kaynak makineleri, iş sağlığı ve güvenliği eğitimi alınarak ve tekniğine uygun olarak kaynağa hazır hale getirilebilecek ve yine tekniğine uygun olarak MİG-MAG kaynak yöntemi ile çelik boruların kaynağını yapabilme bilgi ve becerisi kazanılabilecektir.

12.4. MİG-MAG KAYNAK YÖNTEMİYLE BORU KÜT EK KAYNAĞI YAPMAK

12.4.1 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

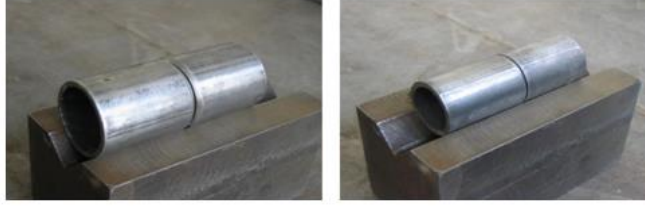
12.4.2 Kaynak Öncesi Hazırlığın Önemi

12.4.2.1 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 işlemlerin 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 aksel kaçıklıklar önlenir. V yatakları yerine köşebentler de kullanılabilir(Görsel 12.26).

- **Markalama:** Kaynak edilecek 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.

Çapakların temizlenmesinin yanında, boruların yüzeylerinde üretim esnasında birikmiş yağ, kir ve oksit artıklarının da kaynak öncesi yok edilmesi gerekir.

Bunların temizlenmesinde talaşlı üretim araçlarından yararlanır. 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, ege ile yüzey pürüzlülükleri giderilmelidir.

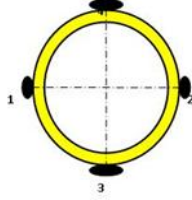
- **Alıştırma:** Kaynak yapılacak iki farklı malzemenin, uçları arasında hiç boşluk bırakılmadan kaynak yapılması gerekir. Bunun için malzemenin uçları birbirine tam temas edecek şekilde temizlenip düzenlenmesi işlemi alıştırma olarak ifade edilir.
- **Kaynak Ağzı Açma:** Kaynaklı birleştirme yapılacak alanların kesitlerinin daraltılmasına kaynak ağzı denir. Kaynak ağzı açmanın amacı birleştirmenin istenilen düzeyde sağlam ve hatasız olması, kaynak dikişinin iş parçasıyla aynı özellikte olması ve dikiş işleme derinliğinin iyi olması içindir.

Küçük çaplı borulara küt ek kaynağı yapılacaksa kaynak ağı gerekmez. Ancak küçük çaplı borulara kaynak ağı gerekiyorsa bu; eğelerle, boru keskilerle ve taşlama makineleri ile açılabilir.

12.4.3 Boru Kaynağı Yapma

12.4.3.1 Boruları Puntalama Yöntemleri

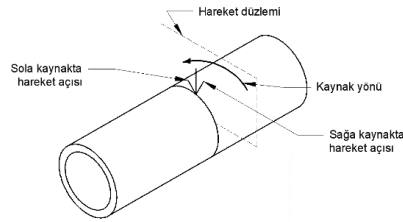
Boruların aynı eksende kaynatılabilmesi için puntalama yapılması gerekir. Bu işlem, boruların silindirik yüzeye sahip olmalarından dolayı V yatakları üzerinde gerçekleştirilir. Puntalama işleminde borular arasında, borunun et kalınlığının yarısı kadar boşluk bırakılır. Puntalama boru çevresinde eşit 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

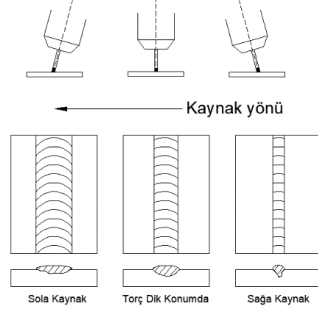
12.4.3.2 Elektrot Açıları

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.

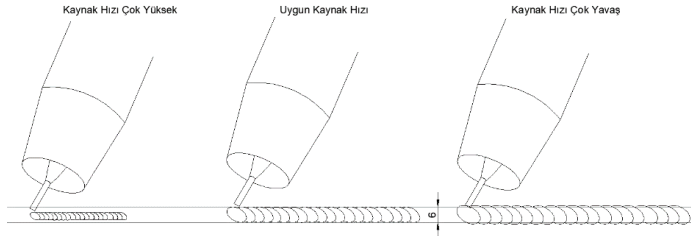


Görsel 12.29:Kaynak konumlarının parça üzerine etkileri

Hareket açısı sıfırdan itibaren sola kaynak tekniğine doğru artırılacak olursa nüfuziyet artar ve kaynak dikişi geniş ve düz hâle dönüşür. En yüksek nüfuziyet sağa kaynak tekniği ile hareket açısı 25 derece 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 derece arasında değişen hareket açısıdır(Görsel 12.29).

12.4.3.3 Kaynak Hızı

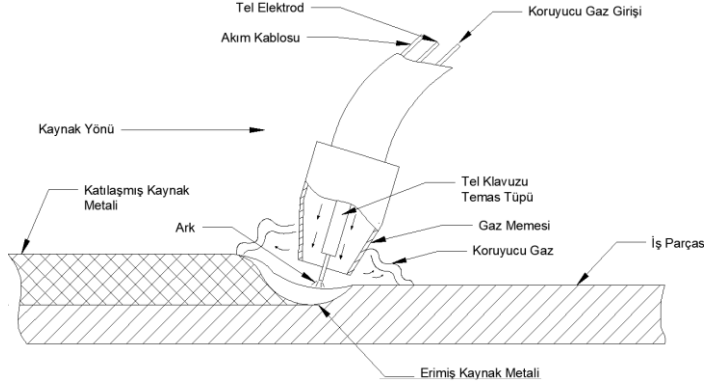
Kaynak hızı arkın, kaynak birleştirme boyunca ilerleme hızıdır. Orta değerdeki kaynak hızlarında, kaynak nüfuziyeti en fazladır. Kaynak hızı azaldığında birim kaynak uzunluğunda yığılan kaynak metali miktarı artar.



Görsel 12.30:Kaynak konumlarının parça üzerine etkileri

Çok düşük kaynak hızlarında kaynak arkı, esas metal erimiş kaynak banyosu üzerinde yanar ve bu nedenle nüfuziyet azalır. Bu sırada geniş bir kaynak dikişi de oluşur (Görsel 12.30).

Kaynak hızı artırılırsa ark esas metale daha doğrudan etki ettiğinden, birim kaynak dikişi uzunluğu başına artan, esas metale iletilen ısı enerjisi 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 ve daha sonra azalır. Kaynak daha da artırılacak olursa ark tarafından, eritilen yolu doldurmaya yetmeyecek miktarda dolgu metali yığılması olacağından kaynak dikişinin kenarlarında yanma olukları meydana gelir.



Görsel 12.31:MİG-MAG kaynak tekniği

12.4.4 Boru Kaynağını Yapma

- Boru kaynağını yapmak için aşağıdaki işlemler göz önünde bulundurulmalıdır:
- Kaynak parametreleri (makine, torç, araç-gereç) hazırlanmalıdır.
- Kaynak yapılacak malzemeler kaynağa hazırlanmalıdır.
- Kaynak akımı, elektrot açısı ve kaynak hızı iyi belirlenmelidir.
- Torçla kaynak parçasındaki mesafe iyi ayarlanmalıdır.
- Kaynak bitiminde cürufklar temizlenmelidir.

12.4.5 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 dört 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.

12.4.6 Kaynak Dikişini Temizleme

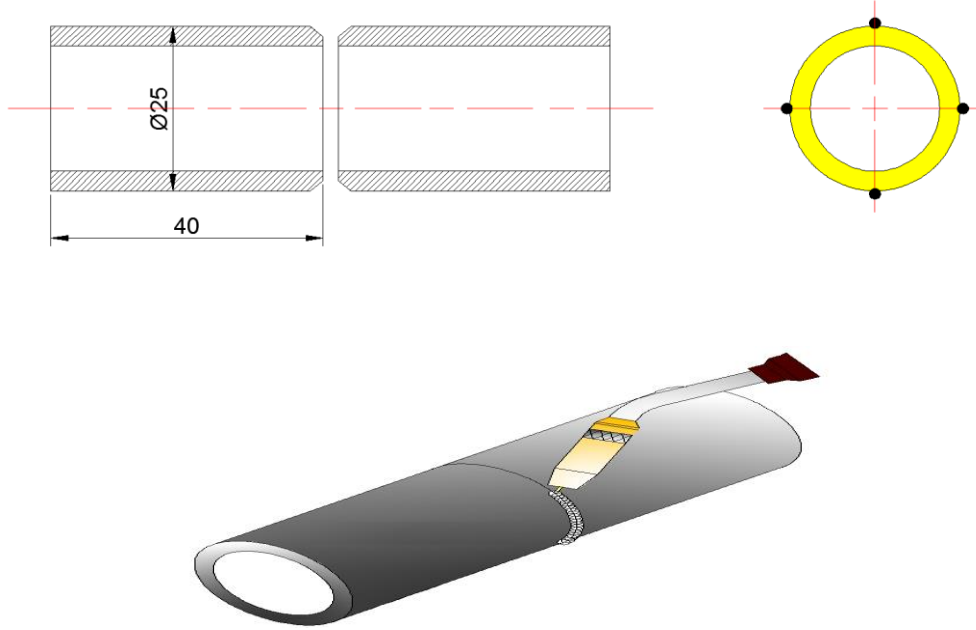
Gazaltı kaynağı, diğer kaynak yöntemlerinde olduğu gibi bir cüruf tabakası oluşturmaz. Ancak kaynak sırasında sıçramalardan dolayı etrafında oluşan kaynak birikintilerinin temizlenmesi gerekir. Borunun kullanım alanı çoğunlukla belirli bir kısma girdiği için kaynak yüzeyinde oluşan bu çıkıntıların temizlenip herhangi bir soruna sebep olmaması gerekir.

ÖĞRENME BİRİMİ-12	MİG-MAG KAYNAK İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	MİG-MAG İLE ÇELİK BORULARIN KAYNAĞINI YAPMA	SÜRE 6 DERS SAATİ

AMAÇ

MİG-MAG boru kaynağı yapabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 12.32:Kaynak yapılacak borunun ölçüsü

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özellği	Miktarı
MİG-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

- İş güvenliği için gerekli ekipmanlar giyilerek tedbirler alınır.
- Tüm araç ve gereçler hazırlanır.
- Regülatör üzerinde gerekli gaz basıncı ayarlanır.
- Cihaz üzerinde malzeme kalınlığına uygun kademe ayarları yapılır.
- Kaynağa başlamadan önce nozula çapak yapışmasını engellemek için nozul, pastaya batırılır veya sprey sıkılır.
- Boru V kaynak yatağına yerleştirildikten sonra çarpılmaları engellemek için uygun aralıklarda boruya punta atılır.
- Kaynak torcu, kaynak yönünde hareket ettirilir.
- Kaynak bitiminde parça soğutulur.
- Soğuyan parçaya numara basılır.
- Biten iş parçası sorumlu öğretmene teslim edilir.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-13	TİG KAYNAĞI İŞLEMLERİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	KORUYUCU GAZLARI KAYNAĞA HAZIRLAMA	

AMAÇ

TİG kaynağında koruyucu gazları kaynağa hazırlamak.

GİRİŞ

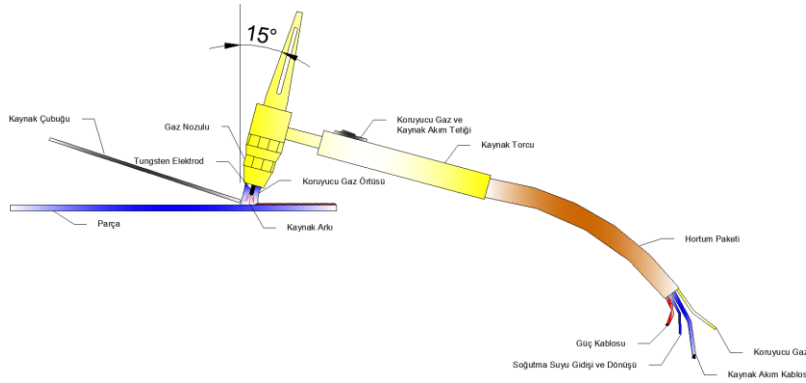
TİG kaynak yöntemi çok geniş bir uygulama alanına sahiptir. Demir esaslı alaşımların kaynağında ve endüstride demir dışı metal ve alaşımların çok büyük bir kısmının kaynatılmasında başarı ile kullanılarak bütün kaynak pozisyonlarında sağlıklı sonuçlar alınmaktadır. Bu yöntem ince levhaların kaynağında çok başarılı sonuçlar vermesinin yanı sıra kalın parçalara da kolayca uygulanmakta olup iş sağlığı ve güvenliği eğitimi alınarak ve tekniğine uygun olarak TİG kaynak makinelerinde kullanılan koruyucu gazlar, kaynağa hazır hale getirilebilecektir.

13.1 GAZ KORUMALI TUNGUSTEN ELEKTRİK ARK KAYNAĞI

TİG kaynağı, (Bazı kaynaklarda WIG “Wolfram İnert Gaz” olarak geçmektedir.) kaynak için gerekli ısıyı, tükenmeyen bir elektrot ile iş parçası arasında oluşan ark sayesinde ortaya çıktığı bir ark kaynak yöntemidir.

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

TİG: 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.)

13.1.1 TİG Kaynağında Kullanılan Koruyucu Gazlar

TİG kaynak yönteminde koruyucu gaz kullanmanın tek amacı kaynak sırasında, kaynak banyosu ve erimeyen tungsten elektrodunu, havanın olumsuz etkilerinden korumaktır. TİG 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 taşıyor ve diğer elementlerle 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 sınırlarında 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 muhtevası, tüpün büyüklüğüne göre 6-9 m³'dür. 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.

13.1.2 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/dak.) cinsinden gösterime ayarlanmışlardır (Görsel 13.2).

TİG 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 kullanımda:

$$(0,80 \times 10) + 2 = 10 \text{ l/dak. gaz kullanımı ayarlanmalıdır.}$$



Görsel 13.2: Regülatör

13.1.3 Hortumlar

Özel olarak gözeneksiz üretilen hortumlar, gazları tüplerden üfleçlere iletir. Farklı gaz cinsleri için farklı renklerde dir. Kaynak çapaklarına ve aleve karşı dirençlidir. Doğal ve sentetik kauçuktan imal edilmiştir. Alt kat, katlar arası sentetik tekstil örgü takviye ve her türlü aşınma, aleve dayanıklı üst kat olmak üzere üç katlı olarak imal edilmiştir (Görsel 13.3).



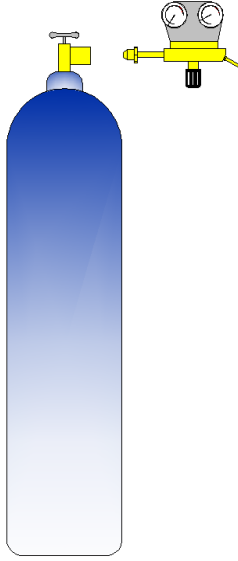
Görsel 13.3:Hortum

ÖĞRENME BİRİMİ-13	TİG KAYNAĞI İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	KORUYUCU GAZLARI KAYNAĞA HAZIRLAMA	SÜRE 2 DERS SAATİ

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, Avadanlık

Adı	Özellği	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

- İş güvenliği için kişisel koruyucu donanımlar giyilerek gerekli tedbirler alınır.
- Tüm araç, gereç ve ekipman hazırlanır.
- Argon gazı üzerindeki ventillerin kapalı olduğu kontrol edilir.
- Gaz çıkış bölgesindeki dişler kontrol edilir.
- Valf ağzındaki olası pisliği atmak için tüp valfi kısa süreli ve hafifçe açılıp kapatılır.
- Tüp valfine uygun çapta rakor contası seçilir.
- Basınç düşürücü gövdesinden sıkıca tutulur.
- Uygun anahtar kullanılarak, giriş bağlantı rakoru sıkıca tüp valfine vidalanır.
- Gazaltı kaynak makinesi gaz hortumu kelepçe geçirilerek bağlantısı, regülatörün gaz çıkışına sabitlenerek tornavida ile sıkıştırılır.
- Gazaltı kaynak makinesine giren argon gazı giriş bağlantısı kontrol edilir.
- Argon gazı tüpü valfi bir tur açılır.
- Gaz kaçak spreyi ile rakor contasının sızdırmazlık testi yapılır.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfi önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

**ÖĞRENME
BİRİMİ-13****TİG KAYNAĞI İŞLEMLERİ****BİLGİ
YAPRAĞI****KONU****TİG KAYNAK MAKİNESİNİ KAYNAĞA
HAZIRLAMA****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 olarak tekniğine uygun olarak TİG kaynak makineleri kaynağa hazır hale getirilebilecektir.

13.2 TİG KAYNAK MAKİNESİNİ KAYNAĞA HAZIRLAMA

TİG kaynağında başarılı bir sonuç elde etmek ve tüm kapasitesini kullanılabilmek için her bir parçanın kendi fonksiyonu olan birçok farklı parçadan oluşan donanıma sahip olması gerekir.

13.2.1 TİG-MIG Kaynak Donanımını Oluşturan Elemanlar

- Akım üretici
- Torç
- Koruyucu gaz tüpü ve donanımı
- Soğutma sistemi
- Torç üzerinden veya ayakla kontrol edilen kumanda

TİG kaynağında düşük karakteristikli kaynak makineleri (akım üreticileri) kullanılır. Bu nedenle prensip bakımından elektrik ark kaynağında kullanılan makineler TİG kaynağında da kullanılabilir. TİG kaynağında, elektrik ark kaynağına kıyasla devrede kalma süresindeki kesiklikler çok daha az sayıda olduğundan uygun kuvvette akım üreticilerinin seçimi çok önemlidir(Görsel 13.5).

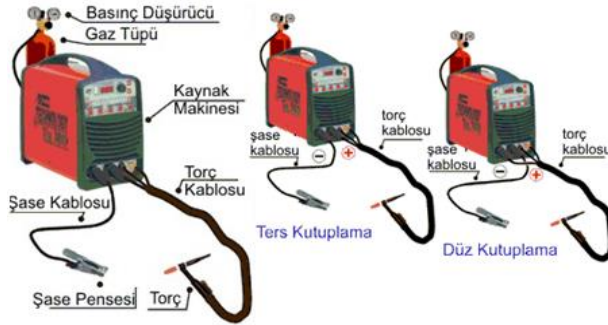


Görsel 13.5:TİG kaynak makinesi

- **TİG Kaynak Makineleri:** Kaynak akımı için gerekli olan gerilim ve şiddeti oluşturmak amacıyla geliştirilmiş makinelerin tümüne kaynak makinesi veya akım üretici denir.

Ergitme kaynağında kullanılan elektrik ark kaynak makineleri, şebekeden aldığı yüksek gerilim ve düşük akım şiddetindeki elektrik enerjisini düşük gerilim ve yüksek akıma çevirir. Kaynak makinelerinde kullanılan ark gerilimi 25-55 volt, akım şiddetiye 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, elektrot ile kaynak yapılacak malzeme 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 (220 V veya 380 V)-düşük amper şiddetini, düşük voltaj-yüksek amper şiddetine dönüştürmektir. Uzun yıllar örtülü elektrot kaynağında kaynak transformatörleri veya kaynak redresörleri alternatifsizdi. Son 15 yılda tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de transformatör ve redresör kaynak makinelerinin yerini inverter kaynak makineleri almaya başladı(Görsel 13.6).



Görsel 13.6: TİG kaynak makinesi kutuplama

- **TİG Kaynak Torçları:**TİG kaynağında kullanılan korucu gaz ile torcun tetik kısmına gerekli kaynak akımını getiren TİG kaynak ekipmanıdır (Görsel 13.7).



Görsel 13.7:TİG kaynak torcu

- **Tungsten Elektrotlar:** Ülkemizde çoğunlukla paslanmaz çeliklerin ve alüminyum malzemelerin kaynaklarında kullanılan TİG 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 ile 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).

Tablo 13.1: Tungsten Elektrot Renk Tablosu

AWS AST	% Min. Tungsten	% Toryum	% Zirkonyum	% Max. Diğer	RENK KODU	ERGİME DEREJESİ (° 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

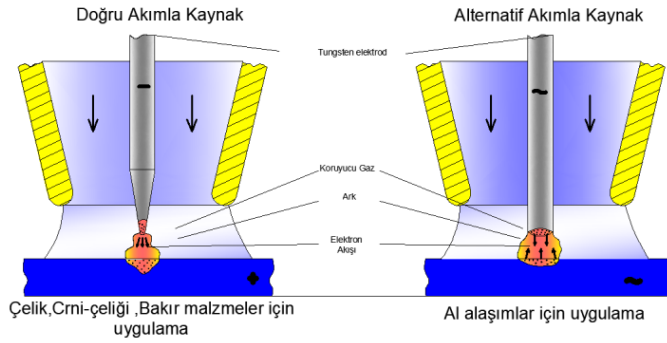


Görsel 13.8: Tungsten elektrotlar

- **Kaynak Elemanlarının Seçimi:** TİG 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 boya dan arındırılmış olması gerekir.
- **Kaynak Parametresi:** TİG 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 TİG 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 konusudur. 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).

- **Koruyucu Gaz Miktarlarının Ayarlanması:** Koruyucu gaz miktarı, l/dak. 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. Pratik olarak, 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/dak. 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 oluşunun dışında ateşlenmemeli, her zaman ateşleme yeri kaynak sırasında yeniden eriyecek yerin hemen yakınında bulunmalıdır.



Görsel 13.9: Arkın ateşlenmesi

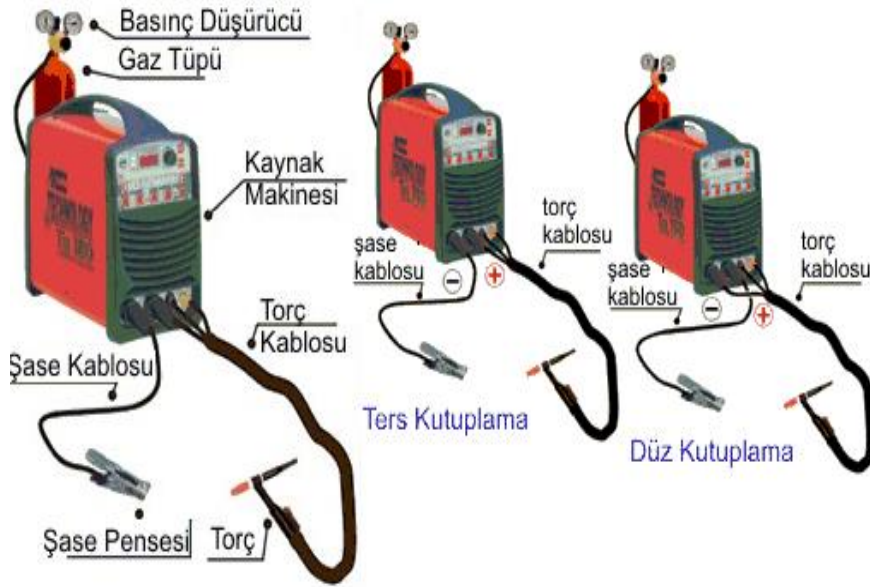
- **TİG Torcunun Sürülmesi:** TİG kaynağındaki kaynak sarf malzemesi, genelde çubuk biçiminde bulunur. Yöntemin tam mekanik uygulamasında malzeme, tel biçiminde ek bir ünitesi tarafından beslenir. Normalde kaynak sarf malzemeleri ana metalle aynı türden seçilirler.
- **Ark Boyu:** Ark boyu, kaynak esnasında ısı kontrolü için önemlidir. TİG 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 ve aynı zamanda tungsten çok ısınacaktır.

ÖĞRENME BİRİMİ-13	TİG KAYNAĞI İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	TİG KAYNAK MAKİNESİNİ KAYNAĞA HAZIRLAMA	SÜRE 2 DERS SAATİ

AMAÇ

TİG kaynak makinesinin torç ve şase bağlantısını yapabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 13.10:TİG kaynak makinesi kutuplama

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özellği	Miktarı
TİG kaynak makinesi		1 adet
Torç		1 adet
Şase kablosu		1 adet

İşlem Basamakları

- Cihazın şase kablosu "+" kutba bağlanır.
- Torcun üzerinde olan 3 adet bağlantının neler olduğu tespit edilir.
- Tespit edilen kablo "-" kutba bağlanır.
- Torç hortumu gaz girişine bağlanır.
- Torç soketi ise kontrolcü girişine bağlanır.
- Bağlantısı daha önce yapılan koruyucu gaz açılır.
- Son kontroller yapıldıktan sonra torcun ekipmanları birleştirilir.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-13	TİG KAYNAĞI İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	TİG KAYNAK MAKİNESİNİ KAYNAĞA HAZIRLAMA	SÜRE 2 DERS SAATİ

AMAÇ

TİG kaynak makinesinin torç ekipmanlarını doğru bir şekilde birleştirebilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 13.11: Torç ekipmanları

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özellği	Miktarı
TİG kaynak makinesi		1 adet
Torç		1 adet
Torç ekipmanları		1 adet

İşlem Basamakları

- Cihaza bağlanan torç ele alınır.
- Torcun ön ucuna gaz üfleyici bağlanır.
- Tungsten elektrot tutucu torcun arka kısmından içine itilir.
- Tungsten elektrodu tutucunun içine yerleştirilir.
- Torcun ön kısmına seramik nüzul (fincan) bağlanır.
- Torcun arka kısmına elektrot oturtacak şekilde tapa bağlanır.
- Tungsten elektrot mesafesi, seramik nodüllünün numarasına göre belirlenir.
- Elektrot istenilen mesafeye getirildikten sonra tapa sıkılır.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

DİKKAT! Tüm ekipmanlar tungsten elektrot çapına uygun seçilmelidir.

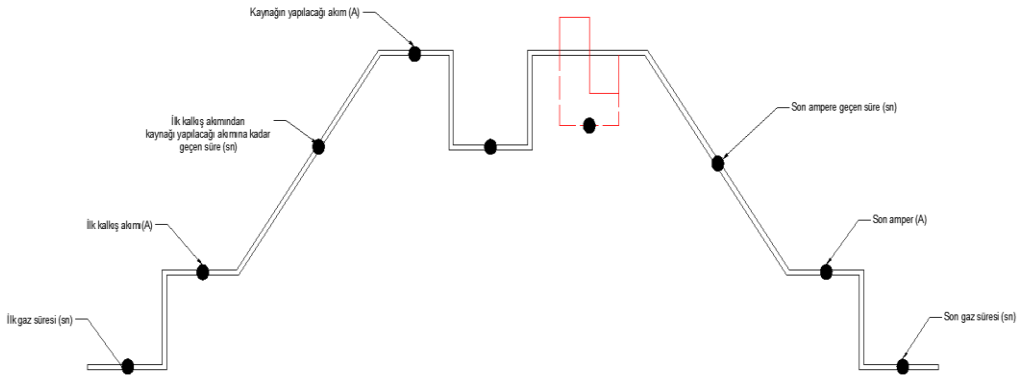
SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME BİRİMİ-13	TİG KAYNAĞI İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	TİG KAYNAK MAKİNESİNİ KAYNAĞA HAZIRLAMA	SÜRE 2 DERS SAATİ

AMAÇ

TİG kaynak makinesi parametre değerlerini doğru şekilde ayarlayabilmek.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 13.12:TİG kaynak makinesi parametre şeması

Kullanılacak Araç Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
TİG kaynak makinesi		1 adet

İşlem Basamakları

- a) Kaynak makinesi açılır.
- b) Çalışılacak malzeme türü ve kalınlığı belirlenir.
- c) Cihaz parametreleri belirlenir.
- ç) Kaynağa başlanırken ilk gaz süresi belirlenir.
- d) İlk kalkış akımı belirlenir. (Bu değerin girilmesinin sebebi ince parçaların yırtılmasını engellemek içindir. Çalışma akımının altında seçilir.)
- e) Kalkış akımından kaynağın yapılacağı akıma geçiş süresi belirlenir.
- f) Tetik bırakıldığında son ampere geçilir.
- g) Kaynak bitimindeki son amper değeri girilir.
- ğ) Kaynak bitimindeki son gaz süresi belirlenir.
- h) Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- ı) Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

**ÖĞRENME
BİRİMİ-13****TİG KAYNAĞI İŞLEMLERİ****BİLGİ
YAPRAĞI****KONU****TİG KAYNAĞI İLE ÇELİK BORULARIN
KAYNAĞINI YAPMA****AMAÇ**

TİG kaynağı ile çelik boruların kaynağını yapmak.

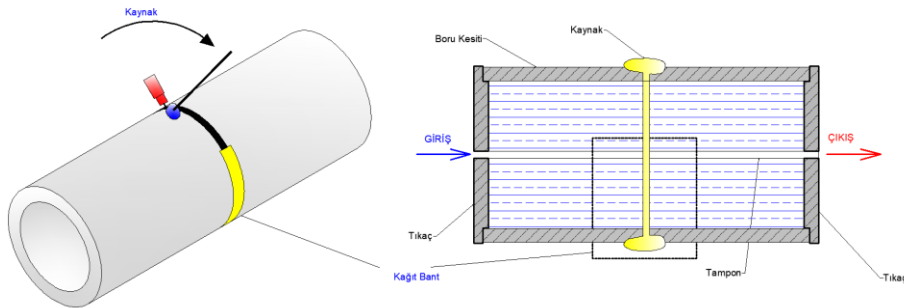
GİRİŞ

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 eğitimi alınarak ve tekniğine uygun olarak TİG kaynağı ile çelik boruların kaynağı yapılabilir.

13.3 TİG KAYNAĞI İLE ÇELİK BORULARIN KAYNAĞI

Özellikle ilaç ve gıda tesislerinin çoğunlukla paslanmaz çelikten yapılan boru hatlarında mutlaka kullanılan TİG yöntemi, günümüzde karbon çeliğinden mamul endüstriyel tesislerin boru donanımları, gemilerin boru donanımları, doğalgaz 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 direkt ilgili ise (gıda, ilaç vb.) kök pasolarının 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

TİG Kaynağının Avantajları

- Yüksek bir kaynak hızının sağlanması
- Verilen ısınn belirli bir bölgeye tesir etmesi
- Isı distorsiyonlarının azlığı
- Mekanik özelliklerin iyi korunması
- Temiz kaynak dikişlerinin elde edilmesi
- Kaynak işlemi bitiminde temizliğe ihtiyaç duyulmaması
- Kolay bir şekilde mekanize edilmesi

TİG Kaynağının Dezavantajları

- Tungsten elektrotun kaynak dikişine karışması
- Oksit kalıntıları
- Gözenek oluşumu
- Yetersiz erime
- Uç krater çatlaklarının oluşması

13.3.1 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 birleşmeler, giderek artan sızmaların oluşmasına neden olur.

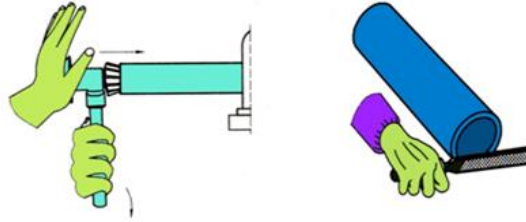
Kaynak Ağızı Açma: TİG kaynak yönteminde kaynak öncesi bir kaynak ağızı açılmalıdır. Kalınlığı 8 mm'ye kadar olan parçalarda kaynak ağızı açılmadan küt alın, kıvrık alın, köşe alın ve üçlü alın birleştirmeler uygulanır. 8 mm ve daha kalın parçaların tek taraflı birleştirilmesinde V ve U alın kaynak ağızları kullanılır (Görsel 13.14). Bununla beraber TİG kaynağı kalın parçalar için ekonomik değildir.



Görsel 13.14:Kaynak ağızı 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).

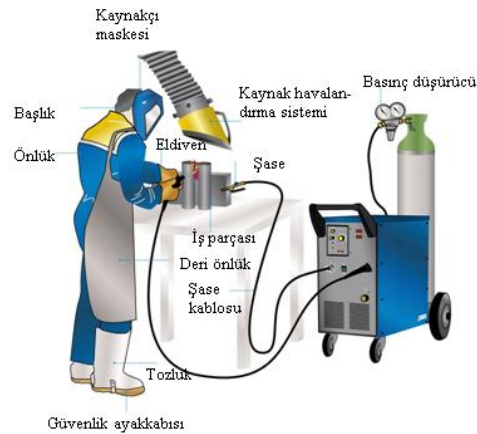
TİG kaynağında kaynak ağzının temizliği yaşamsal derecede önemlidir. Hadde cürufları ve oksit kalıntılarının fırça veya taşlamayla uzaklaştırılması gerekir. Alüminyum ve alüminyum alaşımlarında ağız kenarları ve dikişin çevresi, hızla ve yeniden oluşan oksit kalıntılarının uzaklaştırabilmesi için kaynaktan hemen önce bir kez daha paslanmaz çelik fırçalarla fırçalanması gerekir. Çünkü oksit kalıntılarının elektron çıkış işinin daha düşük olması nedeniyle ark tercihan 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.



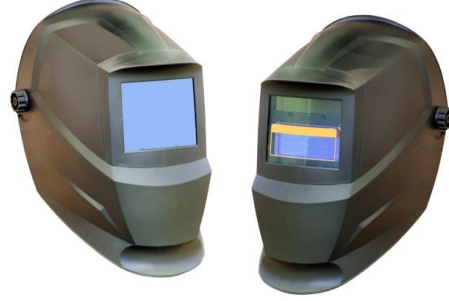
Görsel 13.15:Çapak temizleme

TİG 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.

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 adı cam arasına konularak maskeye takılır(Görsel 13.16).



Görsel 13.16:TİG kaynağında güvenlik ekipmanı



Görsel 13.17:Kaynak maskesi

TİG 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 yani 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'da 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'da elektron hareketi yassı iş parçasından sivri uçlu elektrota doğru olacaktır. Bu işlemde 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:TİG boru kaynağında çeşitli kaynak pozisyonları

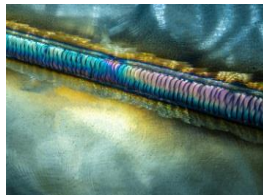


Görsel 13.19:TİG boru kaynağında ek telinin verilmesi

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 50 defa doğru, 50 defa da ters kutuplama denebilecek şekli alır.

TİG 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.



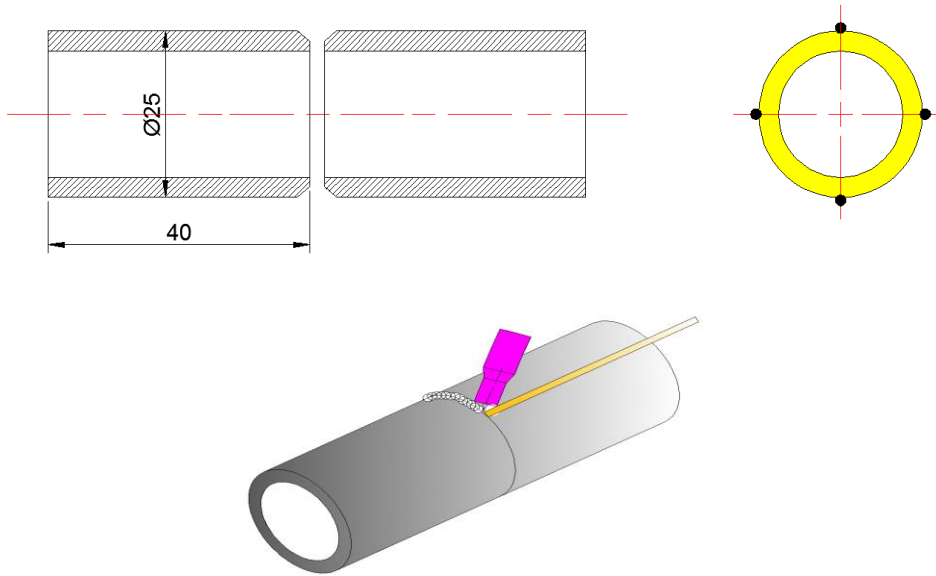
Görsel 13.20: Kaynak dikiş örneği

ÖĞRENME BİRİMİ-13	TİG KAYNAĞI İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	TİG KAYNAĞI İLE ÇELİK BORULARIN KAYNAĞINI YAPMA	SÜRE 6 DERS SAATİ

AMAÇ

TİG 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, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
TİG kaynak takımı		1 adet
Çelik boru	25 mm çapında	1 adet
Pense		1 adet
V kaynak yatağı		1 adet

İşlem Basamakları

- İş güvenliği için gerekli ekipmanlar giyilerek tedbirler alınır.
- Tüm araç ve gereçler hazırlanır.
- Regülatör üzerinde gerekli gaz basıncı ayarlanır.
- Malzemeye uygun tungsten elektrodu seçilir.
- Cihaz üzerinde malzeme kalınlığına uygun parametre değerleri girilir.
- Boru V kaynak yatağına yerleştirildikten sonra çarpılmaları engellemek için uygun aralıklarda boruya punta atılır.
- Kaynak torcu kaynak yönünde hareket ettirilir.
- Kaynak bitiminde parça soğutulur.
- Soğuyan parçaya numara basılır.
- Biten iş parçası sorumlu öğretmene teslim edilir.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENME-13 BİRİMİ	TİG KAYNAĞI İŞLEMLERİ	BİLGİ YAPRAĞI
KONU	TİG KAYNAĞI İLE BAKIR BORULARIN KAYNAĞINI YAPMA	

AMAÇ

TİG kaynağı ile bakır boruların kaynağını yapmak.

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 eğitimi alınarak ve tekniğine uygun olarak TİG kaynağı ile bakır boruların kaynağı yapılabilir.

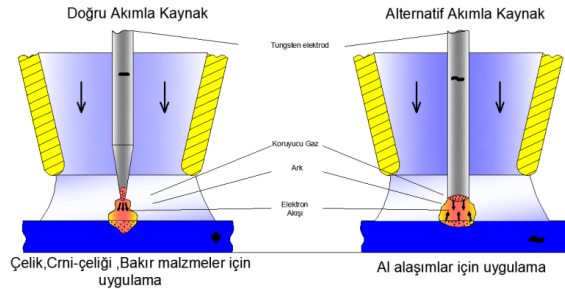
13.4 TİG KAYNAĞI İLE BAKIR VE ALAŞIMLARININ KAYNAĞI

13.4.1 TİG Kaynağı ile Bakır Ve Alaşımlarının Kaynağının Endüstrideki Yeri Ve Önemi

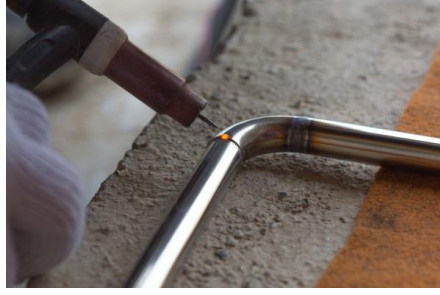
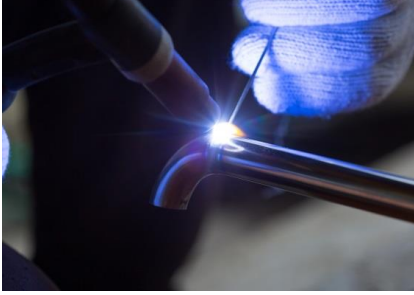
Bakırın ısı iletme kabiliyetinin yüksek olması nedeniyle (Çelikten takriben beş misli daha fazladır.) kaynak esnasında verilen ısı çok çabuk yayılır ve bunun sonucu olarak da kaynatılacak bakır levhanın kalınlığı arttıkça ısı yayılımı da artacağından bir ön tavlama ihtiyacı vardır. Ayrıca bakırın ısıyla 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, TİG kaynak metodu ile kaynağı kolaylıkla yapılır.

13.4.2 TİG Kaynak Makinesinin Bakır Ve Alaşımlarının Kaynak Ayarları

Bakır ve alaşımlarının TİG kaynağında doğru akım, düz kutup (elektrot) kullanılır. Sadece alüminyum bronzlarında alternatif akım tercih edilir. Doğru akım makinesi düşen karakteristikli olacaktır (Görsel 13.22).



Görsel 13.22:Malzeme cinsine göre elektrodun ucu ve akımın seçimi



Görsel 13.23:TİG 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 TİG kaynağında doğru akımla negatif kupta 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 nüfuziyet 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.

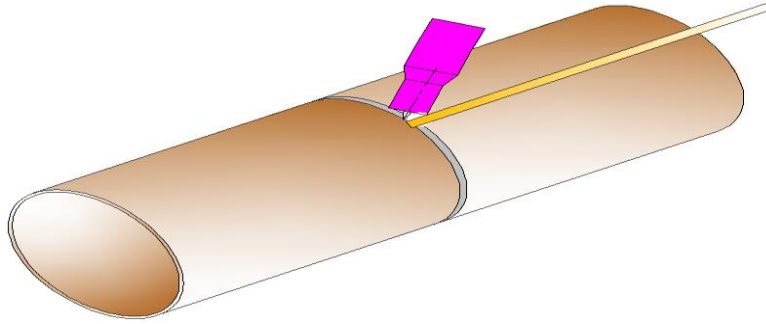
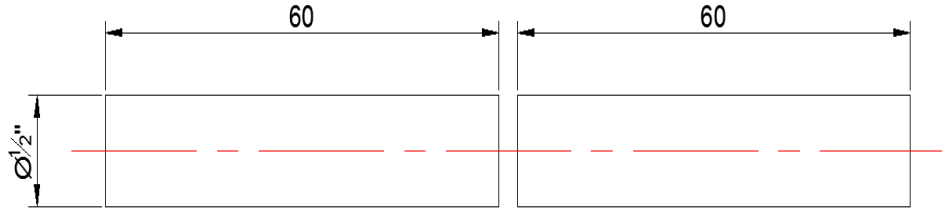
➤**Bakır ve Alaşımlarının Kaynağında Kullanılan Gazlar:** Bakır ve alaşımlarının kaynağında kullanılan gazlar genellikle argondur. Amerika'da ayrıca helyum ve argonla-helyum karışımları kullanılır. Koruma gazı olarak azotun kullanılması da mümkündür. O da helyum gibi yüksek ark gerilimlerini gerektirir.

ÖĞRENME BİRİMİ-13	TİG KAYNAĞI İŞLEMLERİ	UYGULAMA YAPRAĞI
UYGULAMA ADI	TİG KAYNAĞI İLE BAKIR BORULARIN KAYNAĞINI YAPMA	SÜRE 4 DERS SAATİ

AMAÇ

TİG 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, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
TİG kaynak takımı		1 adet
Bakır boru	1/2"	2 adet
Kaynak teli		1 adet

İşlem Basamakları

- İş güvenliği için gerekli ekipmanlar giyilerek tedbirler alınır.
- Tüm araç ve gereçler hazırlanır.
- Bakır borular istenilen ölçüde kesilir.
- Regülatör üzerinde gerekli gaz basıncı ayarlanır.
- Malzemeye uygun tungsten elektrodu seçilir.
- Cihaz üzerinde malzeme kalınlığına uygun parametre değerleri girilir.
- Kaynak torcu kaynak yönünde hareket ettirilir.
- Kaynak bitiminde parça soğutulur.
- Soğuyan parçaya numara basılır.
- Biten iş parçası sorumlu öğretmene teslim edilir.
- Malzemeleri ölçüsünde keserek israfı önleyiniz.
- Arkadaşları ile birlikte çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
2	EKİPMANIN DOĞRU KULLANIMI	10	
3	ÖLÇÜ/GÖNYE	15	
4	BECERİ	25	
5	SÜRE(ZAMAN)	5	
6	TERTİP/DÜZEN	10	
7	BİLGİ	20	
8	ATIK MALZEMELERİ AYRIŞTIRMA	5	
TOPLAM PUAN		100	

KAYNAKÇA

1. AŞICI Ahmet (Çeviren), **Metallerin İşlenmesi**, ABB Yayını.
2. ATAV Fethi (Çeviren), **Makinede Çalışma**, ABB Yayını
3. YÜKSEL Zeynel (Çeviren), **Markalama**, ABB Yayını.
4. ÇELİK Salih, **Ölçme ve Kontrol**, MEB Basımevi, İstanbul, 1983.
5. ŞAHİN Naci, **Tesviyecilik Meslek Bilgisi I**, Kozan Ofset, Ankara, 1994.
6. **ÖZ Etem Sait, Cavit SİDAL**, Yapıda Sıhhi Tesisat **Emel Matbaacılık**, Ankara, 1984.
7. **Sabri KUMRAL**, Tesisat Teknolojisi İş ve İşlem Yaprakları 9. Sınıf, **Yayın Eğitim Enstitüsü Matbaası**, Ankara, 2003.
8. SERİFÇELİ Y. Saip, **Metal İşleri Meslek Teknolojileri I**
9. ŞAHİN Sami, **Metal İşleri Meslek Teknolojisi**
10. BULUT Halit, Şefik ÖZCAN, **Atölye ve Teknoloji 1-2**
11. ÖZKARA Hamdi, **Tesviyecilik Bölümü IX. Sınıf Atölye Dersi**
12. ŞAHİN Naci, **Meslek Teknolojisi**
13. ÖZDEMİR Mustafa, **Çağdaş Tesisatçının El Kitabı**, 1992-İSTANBUL.
14. BALKAN Fevzi, **Atölye İş ve İşlem Yaprakları**, İzmir, 1998.
15. OĞUZ, Burhan. **Sert Lehimleme**, İsis Yayıncılık, İstanbul, 1988.
16. ADSAN, Kasım, **Oksi-Gaz Kaynağı**, MEB. Devlet Kitapları, Ankara 1976.
17. ANIK, Prof. Selahaddin; Dikicioğlu, Prof. Dr. Adnan, Vural; Doç. Dr. Murat, **İmal Usulleri**, Birsan Yayın Evi, İstanbul 1997.
18. BURGHARDT, D. Henry, **Machine Tool Operation Part 1**, McGraw-Hill Book Company, 1959, New York ABD.
19. Çeviren, ADSAN, Kasım, **Kaynak Teknolojisi**, Yüksek Teknik Öğretmen Okulu Yayınları, Ankara 1976.
20. **Kaynak Tekniği**, SEGEM Yayınları, Ankara 1993.
21. ÖRSMEN, Naim, **Soğuk Demircilik**, Ankara 1948.
22. SERİFÇELİ, Y. Saip, Endüstri Meslek Liseleri Metal İşleri Bölümü **5-6. Dönem Meslek Bilgisi**, Ankara 1994.
23. SERİFÇELİ, Y. Saip, Endüstri Meslek Liseleri Metal İşleri Bölümü **3-4. Dönem Meslek Bilgisi**, Ankara 1995.
24. SERİFÇELİ, Y. Saip, **Metal İşleri Meslek Teknolojisi 2**, Ankara 1996.
25. SERİFÇELİ, Y. Saip, **Elektrik Ark ve Oksi Gaz Kaynağı**, Ankara 1997.
26. SERİFÇELİ, Y. Saip, **Soğuk ve Sıcak Şekillendirme**, Ankara 1997.
27. SERİFÇELİ, Y. Saip, **Metal İşleri Bölümü Öğrencileri İçin Malzeme Bilgisi**, Ankara 1998.
28. SERİFÇELİ, Y. Saip, **Metal İşleme Teknolojisi Deyimler, Tanımlar ve Açıklamalar**, Ankara, 2005.
29. ERTÜRK İbrahim, **Gazaltı Kaynak Yöntemleri**, KOSEM, Ankara.
30. ERYÜREK İ. Barlas, **Gazaltı Kaynağı**, Eczacıbaşı-Lincoln, İstanbul, 2003.
31. SERİFÇELİ Y. Saip, **Metal İşleri Meslek Teknolojisi 3**, Genç Büro Basımevi, 2000.
32. GOURD L. M, **Kaynak Teknolojisinin Esasları**, Birsan Yayın evi, İstanbul.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

1. İş Sağlığı Güvenliği ile İlgili Genel Bilgiler
<http://www.istesaglikdergisi.com.tr/index.php/temmuz-2010/72-is-sagligi-guvenligi-ve-sorumluluklar%20adresinden%2011.11.2013>
2. <https://www.tesisat.org/atik-su-tesisati-montaj-kurallari.html>
3. <https://www.tesisat.org/temiz-su-tesisatinda-kullanilan-borular.html>
4. <https://www.tesisat.org/polipropilen-pp-borular-ve-cesitleri.html>
5. <https://www.metaluzmani.com/tig-kaynaginda-kullanilan-koruyucu-gazlar/>
6. <https://www.metaluzmani.com/tig-kaynaginda-ark-boyu/>
7. <https://www.ewm-group.com/tr/fachwissen/wig-schweissen-grundlagen.html>
8. <https://turkmaksan.com.tr/flans-imalati/>

GÖRSEL KAYNAKÇA

ÖĞRENME BİRİM 1 GÖRSEL KAYNAKÇA	OLUŞTURULMA ŞEKLİ
Görsell.1- Görsell.2- Görsell.3- Görsell.4- Görsell.5- Görsell.6- Görsell.7- Görsell.8- Görsell.9- Görsell.10- Görsell.11- Görsell.12 –Görsell.12- Görsell.13	Komisyon tarafından oluşturuldu
ÖĞRENME BİRİM 2 GÖRSEL KAYNAKÇA	OLUŞTURULMA ŞEKLİ
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 2.14- 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	Komisyon tarafından oluşturuldu
ÖĞRENME BİRİM 3 GÖRSEL KAYNAKÇA	OLUŞTURULMA ŞEKLİ
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	Komisyon tarafından oluşturuldu
ÖĞRENME BİRİM 4 GÖRSEL KAYNAKÇA	OLUŞTURULMA ŞEKLİ
Görsel4.1- Görsel4.2- Görsel4.3- Görsel4.4- Görsel4.5- Görsel4.6-Görsel4.7- Görsel4.8- Görsel4.9- Görsel4.10- Görsel4.11- Görsel4.12- Görsel4.13- Görsel4.14- Görsel4.15- Görsel4.16- Görsel4.17-Görsel4.18- Görsel4.19- Görsel4.20- Görsel4.21- Görsel4.22- Görsel4.23- Görsel4.24- Görsel4.25- Görsel4.26- Görsel4.27- Görsel4.28- Görsel4.29- Görsel4.30- Görsel4.31- Görsel4.32- Görsel4.33- Görsel4.34- Görsel4.35- Görsel4.36- Görsel4.37- Görsel4.38- Görsel4.39- Görsel4.40- Görsel4.41- Görsel4.42	Komisyon tarafından oluşturuldu
ÖĞRENME BİRİM 5 GÖRSEL KAYNAKÇA	OLUŞTURULMA ŞEKLİ
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	Komisyon tarafından oluşturuldu

5.15- Görsel 5.16- Görsel 5.17- Görsel 5.18- Görsel 5.19- Görsel 5.20- Görsel 5.21- Görsel 5.22- Görsel 5.23- Görsel 5.24	
ÖĞRENME BİRİM 6 GÖRSEL KAYNAKÇA	OLUŞTURULMA ŞEKLİ
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	Komisyon tarafından oluşturuldu
ÖĞRENME BİRİM 7 GÖRSEL KAYNAKÇA	OLUŞTURULMA ŞEKLİ
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	Komisyon tarafından oluşturuldu
ÖĞRENME BİRİM 8 GÖRSEL KAYNAKÇA	OLUŞTURULMA ŞEKLİ
Görsel 8.1- Görsel 8.2	Komisyon tarafından oluşturuldu
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 8.5- Görsel 8.6	Komisyon tarafından oluşturuldu
Görsel 8.7	https://www.askaynak.com.tr/urunler/gaz-ekipmanlari/kesme-ekipmanlari-(asetilen-ve-propan-dogalgaz)/tutamak-(model-551)
Görsel 8.8	Komisyon tarafından oluşturuldu
Görsel 8.9- Görsel 8.10- Görsel 8.11 - Görsel 8.12	Komisyon tarafından oluşturuldu
ÖĞRENME BİRİM 9 GÖRSEL KAYNAKÇA	OLUŞTURULMA ŞEKLİ
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	Komisyon tarafından oluşturuldu
ÖĞRENME BİRİM 10 GÖRSEL KAYNAKÇA	OLUŞTURULMA ŞEKLİ
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	Komisyon tarafından oluşturuldu
Görsel 10.16	http://ubrasa.com/
Görsel 10.17	https://www.tekniktedarik.com/ktkf2x125-tozalti-kaynak-tozu-kurutma-firini-2x125-kg
Görsel 10.18- Görsel 10.19	Komisyon tarafından oluşturuldu
ÖĞRENME BİRİM 11 GÖRSEL KAYNAKÇA	OLUŞTURULMA ŞEKLİ
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	Komisyon tarafından oluşturuldu
ÖĞRENME BİRİM 12 GÖRSEL KAYNAKÇA	OLUŞTURULMA ŞEKLİ
Görsel 12.1	Shutterstock.com id:517738291

Görsel 12.2- Görsel 12.3	Komisyon tarafından oluşturuldu
Görsel 12.4	Shutterstock.com id:226170322,1625174620
Görsel 12.5-Görsel 12.6	Komisyon tarafından oluşturuldu
Görsel 12.7-Görsel 12.8	Shutterstock.com id:1460608592- Shutterstock.com id:1358193053
Görsel 12.9- Görsel 12.10	Komisyon tarafından oluşturuldu
Görsel 12.11	Shutterstock.com id:1446084239
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	Komisyon tarafından oluşturuldu
Görsel 12.21	https://turkmaksan.com.tr/flans- imalati
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	Komisyon tarafından oluşturuldu

ÖĞRENME BİRİM 13 GÖRSEL KAYNAKÇA	OLUŞTURULMA ŞEKLİ
Görsel 13.1	Komisyon tarafından oluşturuldu
Görsel 13.2	Shutterstock.com id:570183406,226170322
Görsel 13.3- Görsel 13.4	Komisyon tarafından oluşturuldu
Görsel 13.5	Shutterstock.com id:1770016643
Görsel 13.6	Komisyon tarafından oluşturuldu
Görsel 13.7	Shutterstock.com id:1770020159
Görsel 13.8- Görsel 13.9- Görsel 13.10- Görsel 13.11- Gör- sel 13.12- Görsel 13.13- Görsel 13.14- Görsel 13.15- Görsel 13.16	Komisyon tarafından oluşturuldu
Görsel 13.17- Görsel 13.18- Görsel 13.19- Görsel 13.20	Shutterstock.com id:135162095- Shutterstock.com id:420670783,459564331,11223144 05-Shutterstock.com id:54753587,129459863,125568589 9- Shutterstock.com id:1627652017
Görsel 13.21- Görsel 13.22	Komisyon tarafından oluşturuldu
Görsel 13.23	Shutterstock.com id:115634345
Görsel 13.24	Komisyon tarafından oluşturuldu