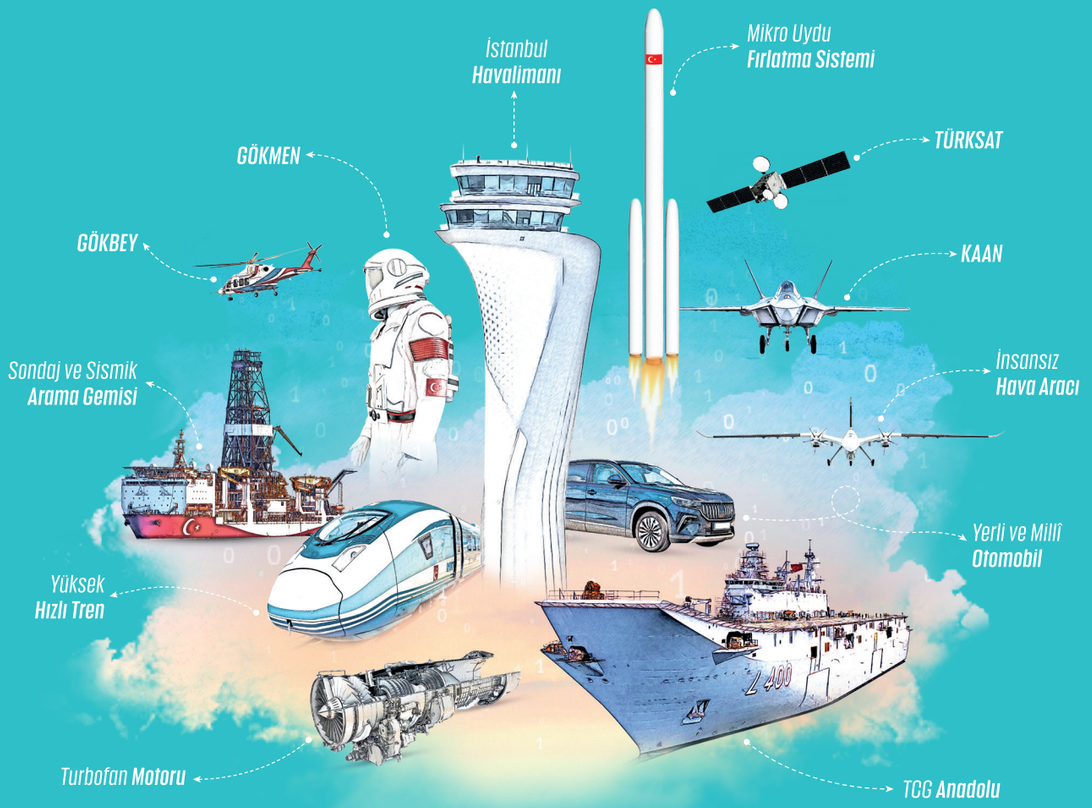
# Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

## Teknoloji Yolculuğumuz




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

ISBN: 978-975-11-8016-2

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

GEMİ YAPIMI ALANI
GEMİ BORU KAYNAKÇILIĞI 11-12 DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
GEMİ YAPIMI ALANI



11
12

DERS MATERYALİ

# GEMİ BORU KAYNAKÇILIĞI

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

GEMİ YAPIMI ALANI

# GEMİ BORU KAYNAKÇILIĞI

## 11-12 DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Mustafa BAHAR
Mustafa ZOR

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI ..... 9448
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ ..... 3108

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

**HAZIRLAYANLAR**

| | |
|---|---|
| **DİL UZMANI** | NURAY TAZEGÜL |
| **PROGRAM GELİŞTİRME UZMANI** | EMEL DOLDUR |
| **REHBERLİK UZMANI** | VAKKAS ÖZBEK |
| **ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME UZMANI** | SERPİL DURMUŞ AKGEYİK |
| **GÖRSEL TASARIM UZMANI** | MUSTAFA GERBİŞ |

ISBN: 978-975-11-8016-2

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



# İSTİKLÂL MARŞI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Mehmet Âkif Ersoy**

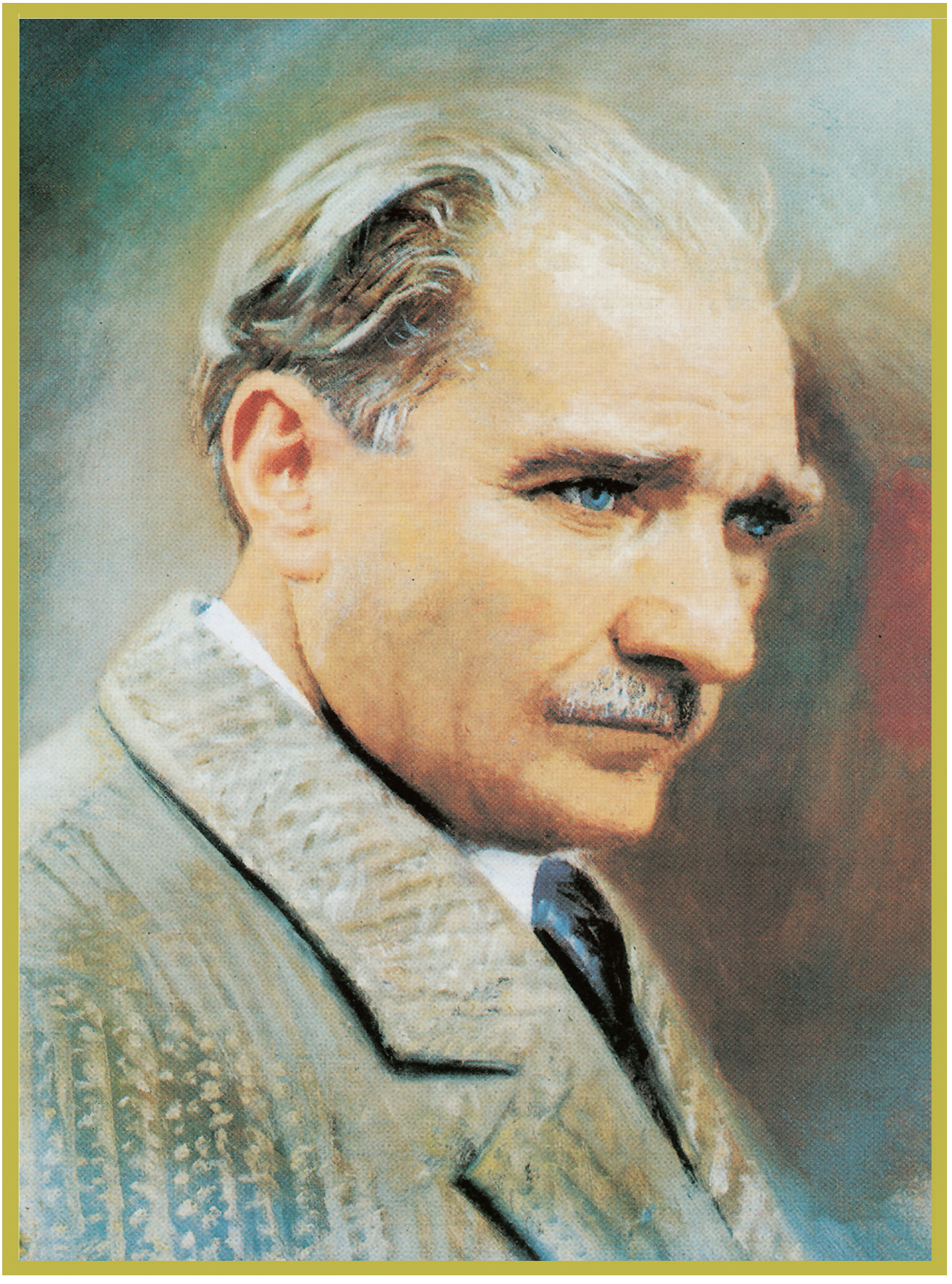
## GENÇLİĞE HİTABE

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

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

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

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

# İÇİNDEKİLER

DERS MATERYALİNİN TANITIMI ..... 12

## 1. BORULARDA KAYNAK ÖNCESİ HAZIRLIK

1.1. BORULARI ÖLÇÜSÜNDE KESME ..... 14
1.1.1. Projeye Uygun Boru Tipinin Seçilmesi ..... 14
1.1.2. İş Resmindeki Ölçülere Göre Markalama Yapma ..... 15
1.2. BORULARIN İÇ VE DIŞ ÇAPAKLARINI TEMİZLEME ..... 17
1.3. BORU KAYNAK TİPİNE UYGUN KAYNAK AĞZI AÇMA ..... 18
1.4. BORULARI PUNTALAMA ..... 19
1. UYGULAMA: MARKALAMA İŞLEMİ YAPMA ..... 20
2. UYGULAMA: PUNTALAMA İŞLEMİ YAPMA ..... 22
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME ..... 24

## 2. BORULARDA OKSİ-ASETİLEN KAYNAK İŞLEMLERİ

2.1. BORULARA TELSİZ KAYNAK DİKİŞİ ÇEKME ..... 26
2.1.1 Telsiz Kaynak Dikişi Çekme Yöntemi ..... 27
2.2. BORULARA TELLİ KAYNAK DİKİŞİ ÇEKME ..... 28
2.3. BORULARDA YATAY BİRLEŞTİRME ..... 28
2.4. BORULARDA DİKEY BİRLEŞTİRME ..... 29
3. UYGULAMA: SOLA TELSİZ DİKİŞ YAPMA ..... 31
4. UYGULAMA: SAĞA TELSİZ DİKİŞ YAPMA ..... 33
5. UYGULAMA: SAĞA TELLİ DİKİŞ YAPMA ..... 35
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME ..... 38

## 3. BORULARDA ELEKTRİK ARK KAYNAK İŞLEMLERİ

3.1. ELEKTROT TUTUŞTURMA ..... 40
3.1.1. Kaynak Makinesi ve Kısımları ..... 41
3.2. TEMRİN PARÇASINA DÜZ DİKİŞ ÇEKME ..... 42
3.2.1. Kaynak Ağzı Hazırlama ..... 44
3.2.2. Düz Dikiş Nasıl Çekilir? ..... 45
3.3. ÇELİK BORULARI PUNTALAMA ..... 46
3.4. ÇELİK BORULARI ELEKTRİK ARK KAYNAĞIYLA BİRLEŞTİRME ..... 47
6. UYGULAMA: ELEKTROT TUTUŞTURMA ..... 49
7. UYGULAMA: DÜZ DİKİŞ ÇEKME ..... 51
8. UYGULAMA: ÇELİK BORU PUNTALMA ..... 53
9. UYGULAMA: ÇELİK BORULARI BİRLEŞTİRME ..... 55
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME ..... 58

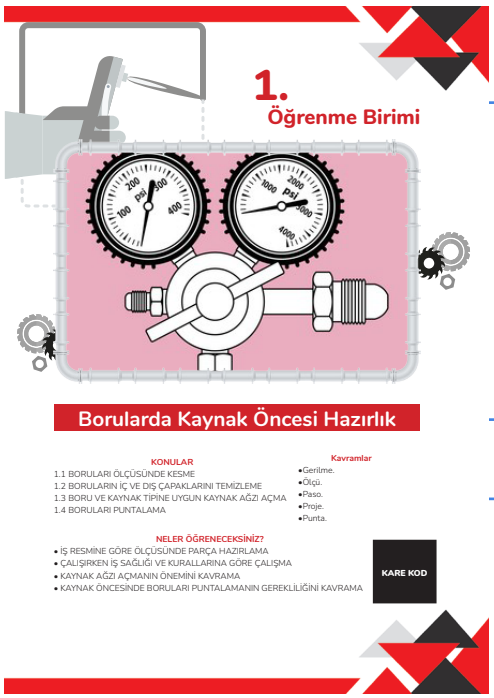
## 4. BORULARDA MİG-MAG KAYNAK İŞLEMLERİ


4.1. MİG-MAG KAYNAK MAKİNESİNİ HAZIRLAMA ..... 60
4.1.1. MİG ve MAG Kaynağı Arasındaki Farklar ..... 61
4.1.2. MİG / MAG Kaynağının Endüstrideki Yeri ve Önemi Nedir? ..... 62
4.1.3. Koruyucu Gazlar ..... 62
4.1.4. Tel Sürme (Besleme) Düzeneği ..... 62
4.1.5. Torclar ..... 63
4.1.6. Regülatörler ..... 64
4.1.7. Hortumlar ..... 65
4.1.8. MİG-MAG Kaynak Makinelerinin Çalışma Ayarları ..... 65
4.2. MİG-MAG KÜT EK KAYNAĞI YAPMA ..... 66
4.2.1. Amper ve Tel Hızı Ayarı ..... 66
4.2.2. Kaynak Torcunun İş Parçasına Göre Konumu ..... 67
4.2.3. Kaynakta Oluşabilecek Fiziksel Hatalar ..... 67
4.2.4. Temizlik ..... 68
4.2.5. Gözenek Oluşumu ..... 68
4.3. MİG-MAG FLANŞ KAYNAĞI YAPMA ..... 69
4.3.1. Flanş Kaynağında Dikkat Edilmesi Gerekenler ..... 70
4.3.2. İş Parçalarını Flanş Kaynağına Hazırlama ..... 70
4.3.3. Borulara Flanş Kaynağı Yapma ..... 71
4.4. MİG-MAG KAYNAK YÖNTEMİYLE ÇELİK BORULARIN KAYNAĞI YAPMA ..... 72
4.4.1. Kaynak Öncesi Hazırlık ..... 72
4.4.2. Markalama ..... 72
4.4.3. Kesme ..... 73
4.4.4. Temizleme Yöntemleri ..... 73
4.4.5. Kaynak Ağzı Açma ..... 73
4.4.6. Boruları Puntalama ..... 73
4.4.7. Elektrot Açıları ..... 74
4.4.8. Kaynak Hızı ..... 75
4.4.9. Kaynak Dikişini Temizleme ..... 76
10. UYGULAMA: MİG-MAG BASINÇ REGÜLATÖRÜ ..... 77
11. UYGULAMA: MİG-MAG KÜT EK KAYNAĞI YAPMA ..... 79
12. UYGULAMA: FLANŞ KAYNAĞI ..... 81
13. UYGULAMA: MİG-MAG İLE ÇELİK BORULARIN KAYNAĞI ..... 83
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME ..... 85

## 5. BORULARDA TİG KAYNAĞI İŞLEMLERİ


5.1. KORUYUCU GAZLARI KAYNAĞA HAZIRLAMA ..... 88
5.1.1. Basınç Düşürücüler (Regülatörler) ..... 90
5.1.2. Hortumlar ..... 91
5.2. TIG KAYNAK MAKİNESİNİ KAYNAĞA HAZIRLAMA ..... 92
5.2.1. TIG Kaynak Makineleri ..... 93
5.2.2. İnverter Kaynak Makineleri ..... 95
5.2.3. TIG Kaynak Torcları ..... 95
5.2.4. Tungsten Elektrotlar ..... 96
5.2.5. Kaynak Elemanlarının Seçimi ..... 98
5.2.6. Malzeme Yüzeyinin Temizlenmesi ..... 98
5.2.7. Kaynak Parametresi ..... 99
5.2.8. Koruyucu Gaz Miktarlarının Ayarlanması ..... 100
5.2.9. Arkın Ateşlenmesi ..... 101
5.2.10. TIG Torcunun Sürülmesi ..... 101
5.2.11. Ark Boyu ..... 101
5.3. TIG KAYNAĞI İLE ÇELİK BORULARIN KAYNAĞINI YAPMA ..... 102
5.3.1. Çelik Boruların Kaynağını Yapma ..... 103
5.3.2. Çelik Boruların Kesilmesi ..... 104
5.3.3. Kaynak Ağzı Açma ..... 104
5.3.4. Mekaniksel ve Kimyasal Temizleme ..... 105
5.3.5. TIG Kaynak Kıyafetleri ..... 106
5.3.6. TIG Kaynak Yöntemi ..... 106
5.4. TIG KAYNAĞI İLE BAKIR BORULARIN KAYNAĞINI YAPMA ..... 108
5.4.1. TIG Kaynak Makinesinin Bakır ve Alaşımlarının Kaynak Ayarları ..... 109
14. UYGULAMA: KORUYUCU GAZLARI KAYNAĞA HAZIRLAMA ..... 111
15. UYGULAMA: TIG KAYNAK MAKİNESİNİ KAYNAĞA HAZIRLAMA 1 ..... 113
16. UYGULAMA: TIG KAYNAK MAKİNESİNİ KAYNAĞA HAZIRLAMA 2 ..... 114
17. UYGULAMA: TIG KAYNAK MAKİNESİNİ KAYNAĞA HAZIRLAMA 3 ..... 115
18. UYGULAMA: TIG KAYNAĞI İLE ÇELİK BORULARIN KAYNAĞINI YAPMA ..... 117
19. UYGULAMA: TIG KAYNAĞI İLE BAKIR BORULARIN KAYNAĞINI YAPMA ..... 119
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME ..... 120
CEVAP ANAHTARI ..... 121
KAYNAKÇA ..... 122

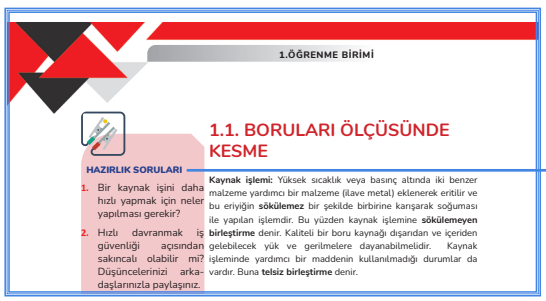
# DERS MATERYALİNİN TANITIMI




Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Öğrenme birimindeki konuları ve kavramları gösterir.




Öğrenme biriminin hazırlık çalışmalarını gösterir.




Uygulama sıra numarasını gösterir.

Uygulama adını gösterir.

Uygulama süresini gösterir.



Değerlendirme: Yapacağınız çalışma aşağıda verilen değerlendirme ölçütlerine göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

| DEĞERLENDİRME TABLOSU | | | |
|---|---|---|---|
| SIRA NO | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | VERİLEN PUAN |
| 1 | KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLARI KULLANDI. | 10 | |
| 2 | ÇEVRE GÜVENLİĞİNİ SAĞLADI. | 10 | |
| 3 | BORU AĞZINDAKİ ÇAPAKLARI TEMİZLEDİ. | 10 | |
| 4 | BORU ÜZERİNDEKİ YAĞ VE KİRİ TEMİZLEDİ. | 10 | |
| 5 | ÖLÇÜ ALETLERİYLE BORU BOYU VE ÇAPINI ÖLÇTÜ. | 10 | |
| 6 | İŞ RESMİNDEKİ ÖLÇÜLERİ İNCELEDİ. | 10 | |
| 7 | İŞ RESMİNDEKİ ÖLÇÜLERİ İŞ PARÇASI ÜZERİNE İŞARETLEDİ. | 10 | |
| 8 | İŞARETLİ YERDEN BORUYU BORU MAKASIYLA KESTİ. | 10 | |
| 9 | KESİLEN YERİN ÇAPAKLARINI EĞEYLE TEMİZLEDİ. | 10 | |
| 10 | BORUYU DOĞRU KESİP KESMEDİĞİNİ ÖLÇEREK KONTROL ETTİ. | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

Uygulamaya ait değerlendirme bölümünü gösterir.

# 1. Öğrenme Birimi



# Borularda Kaynak Öncesi Hazırlık

**KONULAR**

1.1. BORULARI ÖLÇÜSÜNDE KESME
1.2. BORULARIN İÇ VE DIŞ ÇAPAKLARINI TEMİZLEME
1.3. BORU VE KAYNAK TİPİNE UYGUN KAYNAK AĞZI AÇMA
1.4. BORULARI PUNTALAMA

**Temel Kavramlar**

- Gerilme
- Ölçü
- Paso
- Proje
- Punta

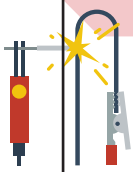
**NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?**

- İŞ RESMİNE GÖRE ÖLÇÜSÜNDE PARÇA HAZIRLAMA
- ÇALIŞIRKEN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ KURALLARINA GÖRE ÇALIŞMA
- KAYNAK AĞZI AÇMANIN ÖNEMİNİ KAVRAMA
- KAYNAK ÖNCESİNDE BORULARI PUNTALAMANIN GEREKLİLİĞİNİ KAVRAMA



**HAZIRLIK ÇALIŞMALARI**

1. Bir kaynak işini daha hızlı yapmak için ne tür yöntemler kullanmayı tercih edersiniz? Arkadaşlarınızla düşüncelerinizi paylaşınız
2. Hızlı davranmak iş güvenliği açısından sakıncalı olabilir mi? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.



# 1.1. BORULARI ÖLÇÜSÜNDE KESME

**Kaynak işlemi:** Yüksek sıcaklık veya basınç altında iki benzer malzeme, yardımcı bir malzeme (ilave metal) eklenerek eritilmesi ve bu eriyiğin **sökülemez** bir şekilde birbirine karışarak soğuması ile yapılan işlemdir. Bu nedenle kaynak işlemine **sökülemeyen birleştirme** denir. Kaliteli bir boru kaynağı dışarıdan ve içeriden gelebilecek yük ve gerilmelere dayanabilmelidir. Kaynak işleminde yardımcı bir maddenin kullanılmadığı durumlar da vardır. Buna **telsiz birleştirme** denir.

Kaynak işlemine başlamadan önce borularda belirli hazırlıkların yapılması gerekir. Bu hazırlıklar; boru cinsine, boyuna, et kalınlığına ve kaynak metoduna karar verilmesi olarak sıralanır. Borunun kullanılacağı yere ve içinden geçecek akışkanın cinsine göre nasıl bir boru kullanılacağına karar verilir.

Bu işlemler üretimin (kaynak imalatının) nasıl yapılacağını belirten projede gösterilmiştir. Boru boyu ve çap ölçüsü de bu proje üzerinden alınır. Bu bilgiler projeden okunduktan sonra markalama ile başlayarak üretim aşamasına geçilir.

## 1.1.1. Projeye Uygun Boru Tipinin Seçilmesi

Boru tipi seçilirken borunun taşıyacağı akışkanın (su, hava, yağ, gaz) özellikleri bilinmelidir. İç kısımda oluşacak basınç ve borunun kullanıldığı yerde karşılaşacağı dış kuvvetlerin de göz önünde bulundurulması gerekir. Boru tipinin iç ve dış kuvvetlere dayanacak şekilde seçilmesi şarttır.

Boru tipini belirleyen en önemli etkenler, borunun yapıldığı malzeme ve borunun et kalınlığıdır. Borunun çapı ve boyu bu etkenlerden sonra gelir. Boru et kalınlığının fazla olması borunun dayanımını artırmakla birlikte ağırlığını da artıracaktır. Bu nedenle dayanımı artırmak için çelik borular, alaşımlı çelikten yapılarak borunun ağırlık sorunu giderilir. Seçilen boru tipinin dayanımının iyi olmasının yanı sıra kaynaklanabilirliğinin de iyi olması gerekir.

Çelik Borularda ağırlık sorunu basit bir hesaplama ile çözülür. Örneğin 1 metre çelik borunun ağırlığı hesaplanırken borunun dış çapından et kalınlığı çıkartılıp, çıkan sonuç tekrar boru et kalınlığı ile çarpılmalıdır. Elde edilen değer 40,55 sayısına bölünür. Bu işlem çelik borunun ağırlığını verir. Boru et kalınlığı ve çap değerleri milimetre (mm) cinsinden alınmalıdır.

Çelik borular üretilirken 50 kg/cm² basınç denemesinden geçirilir. Çelik borular; dikişli, dikişsiz, galvanizli çelik boru ve gaz borusu olarak adlandırılır. Dikişli çelik borular (dikişli siyah çelik-demir boru), kalın etlidir ve soğuk olarak üretilir. Dikişsiz çekme borular (çekme çelik, patent borular), sıcak üretim tekniği ile üretilir. İnce etli olurlar bu yüzden birleştirilmeleri diş açılarak yapılmamalıdır. Flanşlı birleştirme ve kaynaklı birleştirme uygulanmalıdır. Dikişli borularda ise kaynaklı birleştirmenin yanında vidalı ve flanşlı birleştirme yapılmasında bir sakınca yoktur. Galvanizli çelik borular temiz su tesisatında kullanılmakla birlikte yerlerini plastik esaslı borulara bırakmıştır. Galvanizli çelik borular, çelik boruların 450-455 °C'ta erimiş çinkonun içine batırılmasıyla üretilir. Bu işlem boruların korozyondan korunmasını ve uzun ömürlü olmasını sağlar. Galvanizli borularda sıcak işlem ve eğme, bükme gibi şekillendirmeler yapılmamalıdır. Bu işlemler galvaniz kaplamayı bozar.

Çelik boruların çapları, üretim aşamasında standartlara [DN (Diameter Nominal) ve EN ISO 6708] bağlı kalınarak yapılır. Bu standartlara göre çelik boruların dış çapları aynı olmakla birlikte et kalınlıklarına bağlı olarak iç çapları değişkenlik gösterir. Boruların dış çapına **anma çapı** denilmektedir. Boru çaplarının ölçülendirmesi İngiliz ölçü birimine göre yapılmakta olup inç (") olarak adlandırılmaktadır. Tablo 1.1'de görüldüğü gibi boru standart çapları ve et kalınlıkları verilmiştir.

Tablo 1.1: Çelik Borular ve Anma Çapları

| NPS | DN | DIŞ ÇAP | ETKEN ÇAP | İÇ ÇAP |
|---|---|---|---|---|
| Inc | mm | mm | mm | mm |
| 1/2" | DN 15 | 20,955 | 19,793 | 18,631 |
| 3/4" | DN 20 | 26,441 | 25,279 | 24,117 |
| 1" | DN 25 | 33,249 | 31,77 | 30,291 |
| 1 1/4" | DN 32 | 41,91 | 40,431 | 38,952 |
| 1 1/2" | DN 40 | 47,803 | 46,324 | 44,845 |
| 2" | DN 50 | 59,614 | 58,135 | 56,656 |
| 2 1/2" | DN 65 | 75,184 | 73,705 | 72,226 |
| 3" | DN 80 | 87,884 | 86,405 | 84,926 |
| 4" | DN 100 | 113,03 | 111,551 | 110,072 |
| 5" | DN 125 | 138,43 | 136,951 | 135,472 |
| 6" | DN 150 | 163,83 | 162,351 | 160,872 |

## 1.1.2. İş Resmindeki Ölçülere Göre Markalama Yapma

Projeye göre (iş resmi) seçilen borunun kesilmeden önce markalanması gerekir. **Markalama**, projede ya da iş resminde bulunan ölçülerin iş parçası üzerine aktarılarak işaretlenmesi veya çizilmesidir. İş parçası üzerindeki üretim sürecine ait iş ve işlemler bu işaretlere göre yapılır. Markalama, boru üzerine ölçü aletleri (cetvel, pergel, kumpas, lazer metre vb.) yardımıyla ve

bir marker kalemle (işaretleme kalemi) işlenir. Markalama ayrıca metal ve sert uçlu çizecek, noktalama aparatı vb. gibi yardımcı elemanlarla da yapılır. Görsel 1.1'de bir markalama işlemi görülmektedir. Bu markalama işleminde noktaya çekiç ile vurularak malzeme üzerinde iz yapılmaktadır.

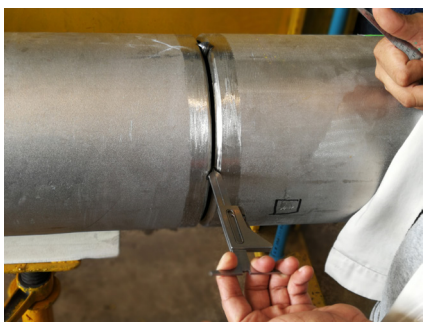


Görsel 1.1: Markalama işlemi

Boru, kesilecek noktalar işaretlendikten sonra bu işaretlenmiş noktalardan kesilmelidir. Böylece borunun yerleştirileceği yere göre boru boyu tam olarak (toleranslar dâhilinde) belirlenmiş olur. Kesme işleminde borunun çapına uygun boru makaslarının (Görsel 1.2) kullanılması önerilir. Boru makasları, boru ağzının daha düzgün, sorunsuz olmasını ve kaynağın alın alına (Görsel 1.3) gelmesini sağlar. Bu yöntemde boru ağzında oluşan çapak oranı daha azdır. Boruları kesmek için boru makası, hidrolik testere, kesme taşları, boru keskileri, tepsi testere ve şerit testere kullanılabilir. Oksiasetilenle de kaynak işlemi yanında uygun beklerle kesme işlemi yapılabilir.



Görsel 1.2: Boru makası ile boru kesme



Görsel 1.3: Boruların alın alına getirilmesi

Kesme işlemi biten boru ölçülerinin tekrar kontrol edilmesi kalite gereğidir. Ölçümde bir hata olup olmadığının tespit edilebilmesi için kesim işleminden sonra boru boyu yeniden kontrol

edilmelidir. Boru doğru şekilde kesilmişse kaynak yapılacak ağız kısımlarında oluşan çapaklar da temizlenmelidir. Bu çapakların temizlenmesi kaynak ağzı açmada ve daha sonra yapılacak kaynak işleminde sorun çıkmasını önler.

## 1.2. BORULARIN İÇ VE DIŞ ÇAPAKLARINI TEMİZLEME

Boru kesildikten sonra yapılan kaynak bazı problemlere yol açar. Kaynak yapabilmek için kaynak bölgesi temizlenmeli ve kaynak ağzı açılmalıdır. Kaynak bölgesinin temizlenmesi estetik kaygılardan değil, kaynak nüfuziyetinin (kaynak derinliği) iyi olması içindir. Çapaklar kaynak kalitesini olumsuz etkiler. Bunun önüne geçmek için de temizlik yapılması şarttır. Temizlik işleminde eğe, rayba (boru ağzına uygun), zımpara kâğıdı veya özel yapılmış çapak temizleme aletleri (Görsel 1.4) kullanılır.



a b

Görsel 1.4: Çapak temizleme aletleri

Boru çapını daraltmamak için de çapak temizliği yapılır. Daralan çap nedeniyle akışkan debisinde düşme olur. Çapaklar temizlenerek bu olumsuzluğun da önüne geçilmiş olur.

Boruların çapakları temizlenirken bir yandan da kaynak yapılacak diğer parçayla kaynak ağızlarının uygunluğu denetlenir. Birbirine tam oturmayan, istenmeyen boşlukların giderilmesi için kaynak ağzına alıştırma işlemi yapılır. Bu alıştırma işleminde eğe, zımpara ve jet taşları vb. kullanılır. Borularda kol alırken (ek yaparken) alıştırma işlemine dikkat edilmeli ve özen gösterilmelidir.
Kaynak işleminin her aşaması iş sağlığı ve güvenliği kuralları çerçevesinde yapılmalıdır. İş sağlığı ve güvenliği, çalışanı koruduğu gibi çevreyi ve üretim araçlarını da koruyan bir iş disiplinidir. Ölçü alırken, çapak temizliğinde, kesme işlemi ve kaynak yaparken güvenlik önlemleri alınmalıdır. ILO [International Labour Organization (İnterneyşınıl Leybır Organizeyşın) Uluslararası Çalışma Örgütü] tarafından yapılan araştırmalara göre iş kazalarının %98'i alınan tedbirlerle önlenebilir.

Çapak alırken uygun eldiven ve gözlük takılmalı, kaynak yaparken gerekli önlemler alınarak kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanılmalıdır. İş güvenliğini umursamadan yapılan her çalışma tehlikeye davetiye çıkarır. Bu nedenle çalışmaları dikkatli ve sabırlı bir şekilde kurallar çerçevesinde yapmak önemlidir.

# 1.3. BORU KAYNAK TİPİNE UYGUN KAYNAK AĞZI AÇMA

Kaynağın boru malzemesine daha iyi işlemesi için (nüfuziyet) açılan pahlara veya girintilere **kaynak ağzı** denir. Kaynak ağızları borunun et kalınlığına göre açılır. Kaynak nüfuziyeti iyi olmayan kaynakların deforme olması, çabuk kırılması gibi sorunlarla karşılaşmamak için kaynak ağızlarına dikkat edilmesi gerekir.

Kaynak ağızlarının pek çok çeşidi vardır. Genel olarak kullanılan kaynak ağzı **V kaynak ağzıdır** (Görsel 1.5). Diğer kaynak ağızları ise **I, U, V, X, Y**'dir Bu şekillere bağlı olarak (çift U gibi) açılan diğer kaynak ağızları da borunun durumuna göre kullanılır.



Görsel 1.5: V kaynak ağzı

Kaynak ağzı açmak için boru mengeneye (Görsel 1.6) bağlanır ve ağız kısmı Görsel 1.7'deki duruma gelene kadar eğelenir ya da taşlanır.



Görsel 1.6: Mengeneye bağlanmış boru



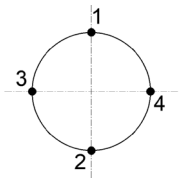
Görsel 1.7: Kaynak ağzı açılmış boru

Kaynak ağızları, büyük çaplı borularda ya da seri üretim yapılan kaynak işlemlerinde makine yardımıyla açılırken küçük çaplı borularda eğe ile açılır. Kaynak ağzının derinliği boru et kalınlığı ile doğru orantılıdır. Et kalınlığı çok fazlaysa ve kaynak nüfuziyetinin sağlanamayacağı düşünülüyorsa borunun hem dışından hem de içinden olmak üzere iki taraflı kaynak ağzı açılması gerekir.

# 1.4. BORULARI PUNTALAMA

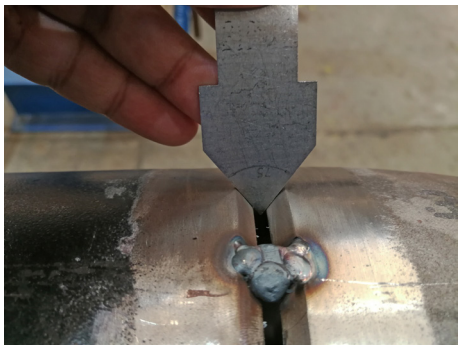
Boruları kaynak yapımına hazırlama aşamaları tamamlandıktan sonra kaynak işlemine geçilir. Alın alına yapılacak bir kaynakta iki boru ağzı birbirine yaklaştırılır ve her iki boru da teraziye alınır. Bu işlem yapılmazsa borular kendi ağırlıklarıyla açılı duracak ve kaynak yapılacak yüzeyler açının durumuna göre bir taraf yakınlaşırken diğer tarafın açıklığı artacaktır. Bu durum hem kaynak dikişinin istenen özelliklerde olmasını engelleyecektir hem de kaynağın görevini yapmasına engel olacaktır.

Bu problemi engellemek için borular kaynak öncesinde puntalanır. Kaynak ısısıyla oluşacak gerilmeler ve boruların kendi ağırlıklarıyla kaynak açıklığının bozulması engellenecektir. Borunun durumuna göre (çapının büyüklüğü) punta sayısı artar. En az punta sayısı ikidir. Puntalar karşılıklı atılmak zorundadır. Dört adet punta atılacaksa yine karşılıklı atılmalıdır. Sırayla punta atılması yüzey gerilmelerine neden olabilir. Şekil 1.1'de dört puntanın atılma sırası verilmiştir.




Şekil 1.1: Puntalama sırası

Görsel 1.8'de kaynak ağzı açılmış ve punta atılarak kaynak işlemine hazırlanmış büyük çaplı bir boru görülmektedir.



Görsel 1.8: Kaynak açıklığı bırakarak puntalama

Punta atılacağı zaman borular alın alına yaslanmaz. Belirli bir açıklık bırakılması gerekir. Bu açıklık (en az 2 mm) borunun et kalınlığına veya elektrot çapına göre ayarlanır. Boru et kalınlığı kadar kaynak açıklığı bırakılmalı veya bu kaynak açıklığı, kullanılacak elektrot çapı kadar olmalıdır. Elektrot kullanılmayan, kaynak teliyle yapılan (MIG-MAG) kaynaklarda boru et kalınlığı dikkate alınır.

**« SIRA SİZDE »**

Kaynakta kullanılan ek metallerin özelliklerini araştırınız. Araştırma sonuçlarını sunum olarak hazırlayıp sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 1. UYGULAMA: MARKALAMA İŞLEMİ YAPMA

**AMAÇ:** İmalat resminde verilen ölçüleri iş parçası üzerine aktarmak.

**YÖNERGE:** Bu çalışmada sizden, verilen 1" boruyu markalama işlemi yaparak ölçülerinde kesmeniz ve punta yerlerini işaretlemeniz beklenmektedir. Boru boyu ölçüleri öğretmeniniz tarafından her öğrenci için farklı olacak şekilde belirlenecektir.

**SÜRE:** 2 Ders Saati



Görsel 1.9: Markalama işleminin yapılması

### Kullanılacak Araç Gereç ve Makineler

1. İşaretleme kalemi
2. Çelik cetvel
3. İş parçası (1" boru)
4. Eğe
5. Boru makası
6. Şerit metre

### İşlem Basamakları

1. İş güvenliği kıyafetlerinizi giyiniz.
2. Kullanılacak malzemeleri hazırlayınız.
3. Doğru parçayı aldığınızdan emin olunuz.
4. İş parçasının çapaklarını temizleyiniz.
5. İş parçasını yağdan ve kirden arındırınız.
6. İş resmini inceleyiniz.
7. İş resmindeki ölçüleri cetvel ve işaretleme kalemi yardımıyla işaretleyiniz.
8. Kullanılan araç gereçleri toplayınız.
9. Arkadaşlarınızla çevre temizliğini yaparak işi sonlandırınız.

## Değerlendirme

Yapacağınız çalışma aşağıdaki ölçütlere göre değerlendirilecektir Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız

| DEĞERLENDİRME TABLOSU | | | |
|---|---|---|---|
| SIRA No: | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | VERİLEN PUAN |
| 1 | Kişisel koruyucu donanımları kullandı. | 10 | |
| 2 | Çevre güvenliğini sağladı. | 10 | |
| 3 | Boru ağzındaki çapakları temizledi. | 10 | |
| 4 | Boru üzerindeki yağ ve kiri temizledi. | 10 | |
| 5 | Ölçü aletleriyle boru boyu ve çapını ölçtü. | 10 | |
| 6 | İş resmindeki ölçüleri inceledi. | 10 | |
| 7 | İş resmindeki ölçüleri iş parçası üzerine işaretledi. | 10 | |
| 8 | İşaretli yerden boruyu boru makasıyla kesti. | 10 | |
| 9 | Kesilen yerin çapaklarını eğeyle temizledi. | 10 | |
| 10 | Boruyu doğru kesip kesmediğini ölçerek kontrol etti. | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

Bu uygulamadan başarılı sayılmanız için 100 üzerinden 70 puan almanız gerekmektedir. Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi gideriniz.

## Notlar

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



## 2. UYGULAMA: PUNTALAMA İŞLEMİ YAPMA

**AMAÇ:** İş parçası üzerine uygun puntalama işlemi yapmak.

**YÖNERGE:** Bu çalışmada sizden, verilen 2" çapındaki boruyu iki eşit parçaya kesmeniz ve kesilen bu parçaları alın alına getirerek dört eksen noktasından puntalamanız beklenmektedir. Boru boyu uzunluğu öğretmeniniz tarafından her öğrenci için farklı ölçüde belirlenecektir.

**SÜRE:** 2 Ders Saati

### Kullanılacak Araç Gereç ve Makineler

1. İşaretleme kalemi
2. Çelik cetvel
3. İş parçası (1" boru)
4. Eğe
5. Boru makası
6. Şerit metre
7. Elektrik ark kaynak makinesi
8. Kaynak gözlüğü
9. Kaynak eldiveni

### İşlem Basamakları

1. İş güvenliği kıyafetlerinizi giyiniz.
2. Kullanılacak malzemeleri hazırlayınız.
3. Doğru parçayı aldığınızdan emin olunuz.
4. İş parçasının çapaklarını temizleyiniz.
5. İş parçasını yağdan ve kirden arındırınız.
6. İş resmini inceleyiniz.
7. İş resmindeki ölçüleri cetvel ve işaretleme kalemi yardımıyla işaretleyiniz.
8. Boruyu ölçüsünde kesiniz.
9. Borulara kaynak ağzı açınız.
10. İki boruyu alın alına getiriniz.
11. Uygun noktalardan punta atınız.
12. Kullanılan araç gereçleri toplayınız.
13. Arkadaşlarınızla çevre temizliğini yaparak işi sonlandırınız.

### Değerlendirme

Yapacağınız çalışma aşağıdaki ölçütlere göre değerlendirilecektir Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

| DEĞERLENDİRME TABLOSU | | | |
|---|---|---|---|
| SIRA No: | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | VERİLEN PUAN |
| 1 | Kişisel koruyucu donanımları kullandı. | 10 | |
| 2 | Çevre güvenliğini sağladı. | 10 | |
| 3 | Borulara kaynak ağzı açtı. | 10 | |
| 4 | Boru üzerindeki yağ ve kiri temizledi. | 10 | |
| 5 | Ölçü aletleriyle boru boyu ve çapını ölçtü. | 10 | |
| 6 | İş resmindeki ölçüleri iki iş parçası üzerinde işaretledi. | 10 | |
| 7 | İşaretli yerden boruları kesti. | 10 | |
| 8 | Kesilen boruları alın alına getirdi. | 10 | |
| 9 | Boruları teraziye aldı. | 10 | |
| 10 | Doğru noktalardan puntalama yaptı. | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

Bu uygulamadan başarılı sayılmanız için 100 üzerinden 70 puan almanız gerekmektedir. Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi gideriniz.

**Notlar**

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

**1.** **Aşağıdakilerden hangisi sökülemeyen birleştirme işlemlerinden biridir?**
A) Flanş
B) Geçme
C) Kaynak
D) Somun
E) Vida

**2.** **İki malzemeyi yüksek sıcaklık veya basınç altında eriterek birleştirme işlemi aşağıdakilerden hangisidir?**
A) Bükme
B) Ezme
C) Kaydırma
D) Kaynak
E) Kenetleme

**3.** **Çelik boruların üretim aşamasında dayanımlarını ölçmek için yapılan işlem aşağıdakilerden hangisidir?**
A) Basınç denemesi
B) Ağırlık kontrolü
C) Çap kontrolü
D) Boyutlarının belirlenmesi
E) Boruların kesilmesi

**4.** **Aşağıda verilen boru tiplerinden hangisine dişli birleştirme yapılması <u>önerilmez</u>?**
A) Çelik borular
B) İnce etli borular
C) Büyük çaplı borula
D) Küçük Çaplı borular
E) Kalın etli borular

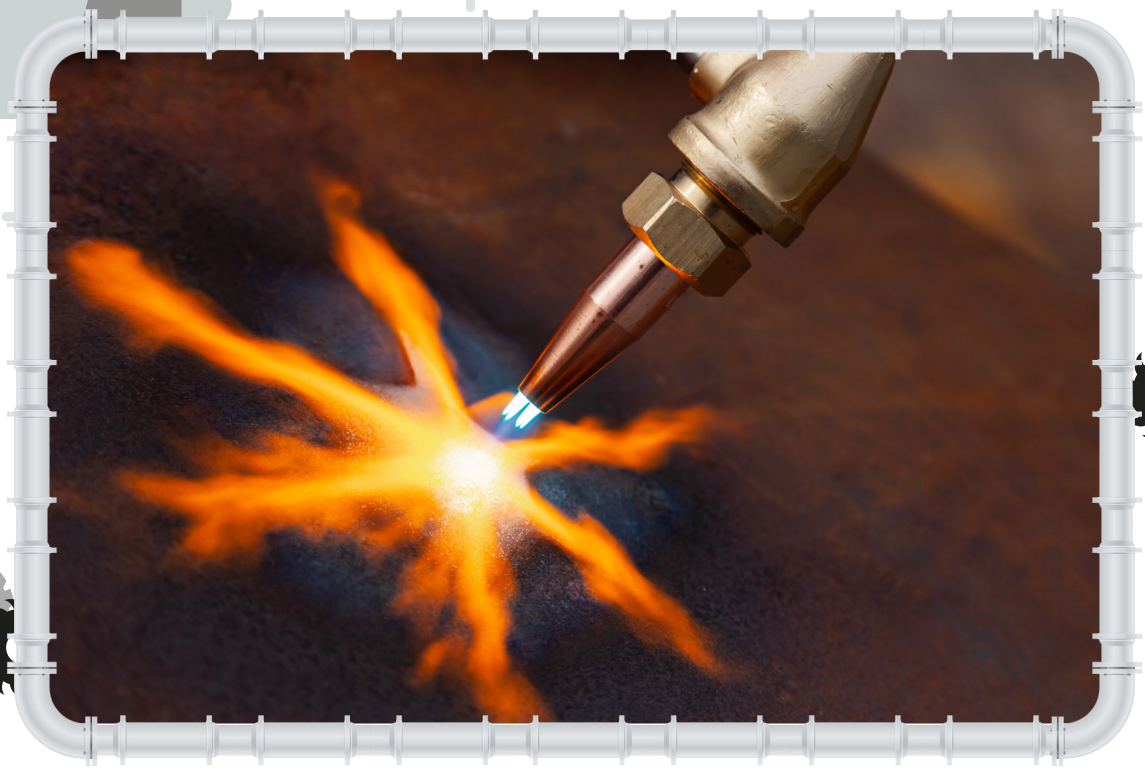
**5.** **Aşağıdakilerden hangisi dayanım açısından boru seçiminde dikkat edilmesi gereken özelliklerden biridir?**
A) Borunun çalışma basıncı
B) Borunun boyu
C) Taşıdığı akışkan miktarı
D) Akışkanın rengi
E) Borunun boyanabilirliği

**6.** **Bir iş parçası üzerine iş resmindeki ölçülerin aktarılması işlemine ne ad verilir?**
A) Çapak temizleme
B) Kesme
C) Kaynak yapma
D) Markalama
E) Resim çizme

**7.** **Boru kesildikten sonra ağzında oluşan çapaklar aşağıdakilerden hangisi yardımıyla temizlenir?**
A) Eğe
B) Elektrot
C) Markalama
D) Pens
E) Pense

**8.** **Aşağıdakilerden hangisi boru üzerinde yapılan kaynağa hazırlık çalışmalarından birisidir?**
A) Cüruf temizleme
B) Amper ayarı yapma
C) Kaynak gözlüğü takma
D) Elektrot seçme
E) Kaynak ağzı açma

# 2. Öğrenme Birimi



# Borularda Oksi-Asetilen Kaynak İşlemleri

**KONULAR**

2.1. BORULARDA TELSİZ KAYNAK DİKİŞİ ÇEKME
2.2. BORULARDA TELLİ KAYNAK DİKİŞİ ÇEKME
2.3. BORULARDA YATAY BİRLEŞTİRME
2.4. BORULARDA DİKEY BİRLEŞTİRME

**NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?**

- İŞ RESMİNE GÖRE MARKALAMA YAPMA
- TELSİZ VE TELSİZ KAYNAK DİKİŞİ ÇEKME
- KAYNAK KONTROLÜ YAPMA
- BORULARI YATAYDA KAYNAKLAMA
- BORULARI DİKEYDE KAYNAKLAMA

**Temel Kavramlar**

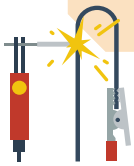
- Atm
- Bar
- Basınç
- Dikey
- Oksijen
- Tel
- Yatay



# 2.1. BORULARA TELSİZ KAYNAK DİKİŞİ ÇEKME

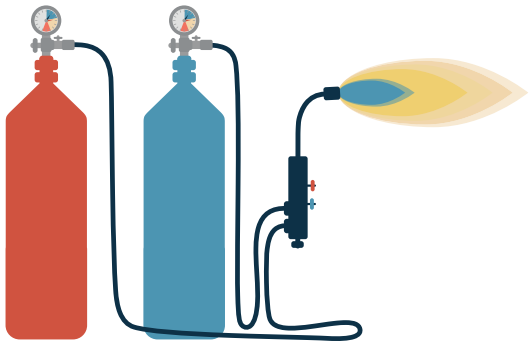
**HAZIRLIK ÇALIŞMALARI**

1. Kaynak yapılırken sizce çevreye verilen zararlar nelerdir? Görüşlerinizi arkadaşlarınız ile paylaşınız
2. Asetilen ve oksijenin ayrı ayrı tüplerde olmasındansa tek bir tüpte karışım yapılarak kullanılması kaynak işini sizce nasıl etkiler?



Kaynak işlemlerinde telli ve telsiz kaynak dikişi çekme tekniği vardır. Kaynak, yüksek sıcaklık ve basınç altında iş parçaları eritilerek gerçekleştirilir. Bu erimede yardımcı metal kullanılırsa buna **telli kaynak çekme** denir. Telsiz kaynak işleminde ise yardımcı bir metal kullanılmaz. Bunun yerine kaynak bölgesi eritilen iki iş parçasının eriyiklerinin karıştırılarak birleşmesi sağlanır.

Oksi-asetilen kaynak yönteminde oksijen ve asetilen karışımı kullanılır. Asetilen **yanıcı** bir gazdır. Kalsiyum karbürün ($CaC_2$) su ile karıştırılması ile elde edilir. Eski sistemde asetilen kazanlarında elde edilerek, günümüzde tüpler içinde hazır olarak kullanılmıştır. Böylece seyyar olarak kullanılması daha pratik duruma gelmiştir. Bunun yanında elde edilen gazın temizliği, kullanım kolaylığı, rahat taşınabilmesi ve oluşabilecek kazalara karşı daha emniyetli olması sağlanmıştır. Asetilen tüplerinin sıcaklığı 600 °C'u ve basınçlarının da 1,5 atmosferi (atm) aşmaması gerekir. Belirtilen güvenlik sınırlarını aşan gazın patlama tehlikesi olduğu unutulmamalıdır. Asetilen gazları standart olarak sarı renktedir. Asetilenin çalışma basıncı 0,5 ile 1,5 bar arasında değişir.



Görsel 2.1: Oksijen ve asetilen tüpü bağlantısı

Oksijen, oksi-asetilen kaynağında **yakıcı** gaz olarak kullanılır. Direkt olarak havadan üretilerek tüplere doldurulur. Oksijen sıvılaştığında mavi renge dönüştüğü için tüpleri de mavi renktedir. Tüplerin hacmi 10 ile 50 litre arasındadır. Oksijenin çalışma basıncı 2,5 bardır.

Asetilen ve oksijen tüplerinden ayrı ayrı hortumlarla gelen gazlar üflece (şaloma, bek, hamlaç) bağlanır ve üflecin içinde birleşerek tek bir ağızdan çıkar. Üflece gelen hortumların biri mavi diğeri de kırmızıdır. Mavi olan standart olarak oksijene aittir. Kırmızı olan ise asetilen tüpünden gelir. Tüplerin çıkışında bulunan regülatörler, tüp içindeki basıncı çalışma basıncına getirerek hortumlar yardımıyla gazın üflece ulaşmasını sağlar (Görsel 2.1).

## 2.1.1 Telsiz Kaynak Dikişi Çekme Yöntemi

Hangi kaynak yöntemi kullanılırsa kullanılsın kaynak öncesinde kişisel koruyucu donanımların hazırlanması ve çevre güvenliğinin sağlanmış olması gerekir. Kaynak işleminde kullanılacak araç gereç gözden geçirilmelidir. Kaynak önlüğü, kaynak gözlüğü ya da maskesi, tozluk vb. kullanılması hem kaynakçının güvenliğini hem de temiz kalmasını sağlar. Kaynak eldiveni iş parçasını tutmak için değil kaynak alevinin ele zarar vermemesi için kullanılır.

Telsiz dikişte kaynak teli olmadan birleştirilecek iki parça ısıtılarak (Görsel 2.2) kaynak bölgelerinin ergimesi sağlanır. Bu eriyikler birbirine karışarak kaynak metalini oluşturur ve parçalar birbirine bağlanır (kaynaklanır). Kaynağa başlamadan önce kesinlikle puntalama yapılmalıdır. Özellikle uzun parçalarda puntalama yapılmaması kaynak açıklığının artmasına ya da azalmasına neden olur. Isıl gerilmeler de kaynak parçalarını hareket ettireceğinden iki parça arasındaki açıklık açısal olarak da değişim gösterir. Bu değişimler kaynağın kalitesini olumsuz etkiler.



Görsel 2.2: Telsiz dikiş

Puntalama işlemi de telsiz olarak gerçekleştirilir. Puntalama işlemi de telsiz olarak gerçekleştirilir. Yeterli sayıda punta atıldıktan sonra parçanın uç noktasından (kaynak bölgesi) ısıtılmaya başlanır. Uygun kaynak alevi ile parçalar erir ve kaynak havuzu oluşur. Bu kaynak havuzu üflecin hareketi ile ilerletilerek kaynak bölgesinin sonuna kadar götürülür. Kaynak havuzu geçtiği tüm kaynak bölgesini böylece eritir ve kaynak gerçekleştirilmiş olur.

Kaynak işlemi biten iş parçasına çıplak elle dokunulmamalıdır. Yüksek sıcaklıktaki iş parçasına dokunmak kaynakçıya zarar verir. Kaynaklanmış parçalar bir maşa ya da pense yardımıyla suya daldırılır ve soğutulur. Parçalar soğuduktan sonra kaynak bölgesi tel fırçayla temizlenir. Temizlenen kaynak bölgesindeki kaynak çıplak gözle daha rahat incelenir ve kaynağın kalitesine yönelik ön bilgi elde edilir.

Kaynak işleminden sonra kullanılanaraç ve gereçler toplanarak düzgün bir şekilde yerlerine konur. Atık malzemeler geri dönüşüm ya da tehlikeli atık olarak ayrılır ve kaynak alanı temizlenir. Böylece bir sonraki çalışma için alan hazırlanmış olur.  Derli toplu bırakılmayan kaynak alanları kaza ve yaralanmalara neden olur. Düzengün bırakılmış çalışma alanı bu tür kazaların da önüne geçer.

## 2.2. BORULARA TELLİ KAYNAK DİKİŞİ ÇEKME

Telsiz ile telli kaynak dikişi çekme yöntemi arasında uygulama farkı yoktur. Kaynak havuzuna tel eklenmesi veya eklenmemesi aradaki farkı oluşturur. Kullanılan kaynak teli çıplak hâldedir. Elektrik ark kaynağında ise kaynak tellerinin üzeri örtüyle kaplanır. Oksi-asetilen kaynağında kullanılan telin taşıdığı özelliğin kaynak iş parçasının özelliğine yakın olması gerekir.

Telli dikiş çekme yönteminde, alevin meydana getirdiği ısı iş parçasını ergiterek kaynak banyosu oluşturur. Kaynak banyosu içine daldırılan kaynak teli de eriyerek kaynak metalini meydana getirir. Bu eriyik kaynak alevi yardımıyla hareket ettirilir ve ilerledikçe hem iş parçalarının kaynak bölgelerini hem de ilave teli eritmeye devam eder. Tel eridikçe kaynakçı tarafından kaynak havuzuna tel sürülerek besleme yapılır.

Telli kaynak dikişinde de telsiz kaynakta olduğu gibi güvenlik önlemlerinin alınması zorunludur. İş güvenliği önlemleri çalışanı, çevreyi ve üretim araçlarını korumaya yönelik bir disiplindir. Bu disiplin sayesinde kazadan, kazadan kaynaklanacak yaralanmalardan korunulur. Ayrıca kazaların neden olacağı maddi kayıpların da önüne geçilir.

Kaynak işlemine başlamadan önce puntalama yapılarak iş parçalarının hareket etmesi ve kaynak pozisyonunun bozulması engellenir. Puntalamadan sonra tel verilerek kaynak işlemi tamamlanır. İş parçası soğutucu akışkan içine daldırılarak soğutulur. Bundan sonra kaynak bölgesi tel fırçayla temizlenip kaynak bölgesinde kaynak kontrolü yapılır.
Çalışma kaynak atölyesinde tamamlanır. Bir sonraki kaynak işlemi için kaynak alanı temizlenir ve araç gereç toplanır. İyi bir kaynak alanı her zaman derli toplu ve düzenli görünmelidir.

## 2.3. BORULARDA YATAY BİRLEŞTİRME

Boru kaynağı levha kaynağına göre daha zordur. Kaynak yapılacak borunun sabit ya da erişiminin kısıtlı olması kaynak işlemini zorlaştıran nedenlerdendir. Kaynak pozisyonları da temrin kaynak işlemleri gibi değildir. Bu açıdan iyi bir boru kaynağı yapabilmek için levha kaynaklarında çok iyi olmak gerekir. Levha kaynaklarında kazanılacak deneyim boru kaynağına da etki eder.

**Yatayda kaynak işlemi**, boru ekseni ile zeminin paralel olması demektir. Atölyede yatayda boru kaynağı işlemi uygulamalarında **V yatağı** kullanılması uygun olur. Boruların V yatağı içine oturtularak hareket etmeleri önlenir, eksenleri karşı karşıya getirilerek, alın alına yaklaştırılıp alın boru kaynağı yapılır.

Kaynağa başlamadan önce borular markalanarak uygun ölçülerde kesilir, kaynak ağzı hazırlanır ve kaynak bölgesi temizlenir. Boruya, çapına göre belirlenecek sayıda puntalama işlemi yapılır. Puntalama işleminden sonra oksijen ve asetilen ayarı yapılarak uygun alevde tüm kaynak bölgesini kapsayacak şekilde ilk tavlama yapılır. Bu tavlamayla kaynak bölgesi ön kaynak sıcaklığına getirilmiş olur. Ön kaynak sıcaklığı, iş parçasının ısıl gerilmelerini azaltmak ve malzemenin sıcaklığını yükseltmek için yapılır.

Boru kaynaklarının da sızdırmaz olması gerekir. İyi bir boru kaynağı, tekniğine uygun yapılmalı ve çalıştığı yerde sızdırmazlığı sağlamalıdır. Bu nedenle boru kaynaklarının sızdırmazlığı basınçlı hava veya suyla kontrol edilmelidir.

## 2.4. BORULARDA DİKEY BİRLEŞTİRME

Yer eksenine dik konumda yapılan kaynaklara **dikey kaynak** denir. Dikey kaynaklarda kaynak yönünün belirlenmesi kaynak kalitesini doğrudan etkiler. Parça kalınlığı 3 mm'den kalın olan malzemeler aşağıdan yukarıya doğru kaynak yapılır. Böylece kaynak dikişleri daha dayanıklı olur. Aşağıdan yukarıya doğru yapılan kaynak işlemlerinde kaynak süresi uzundur. Kaynak kalitesi için bu olumsuzluk göz ardı edilmelidir.

Kaynak işlemi, kalınlığı 3 mm'den az olan malzemelerde ise yukarıdan aşağıya doğru yapılır. Yukarıdan aşağıya doğru yapılan kaynaklarda kaynak banyosunun istenenden hızlı akmasını önlemek için üfleç hareketleriyle kaynak banyosu kontrol altında tutulur. Bu kaynak türü genelde kaynak ağzı açılması gerekmeyen köşe kaynakları için önerilir. Boru birleştirmelerinde köşe kaynak uygulaması yoktur. Akışkanın hızını düşürmemek için borularda keskin dönüşler kullanılmaz.

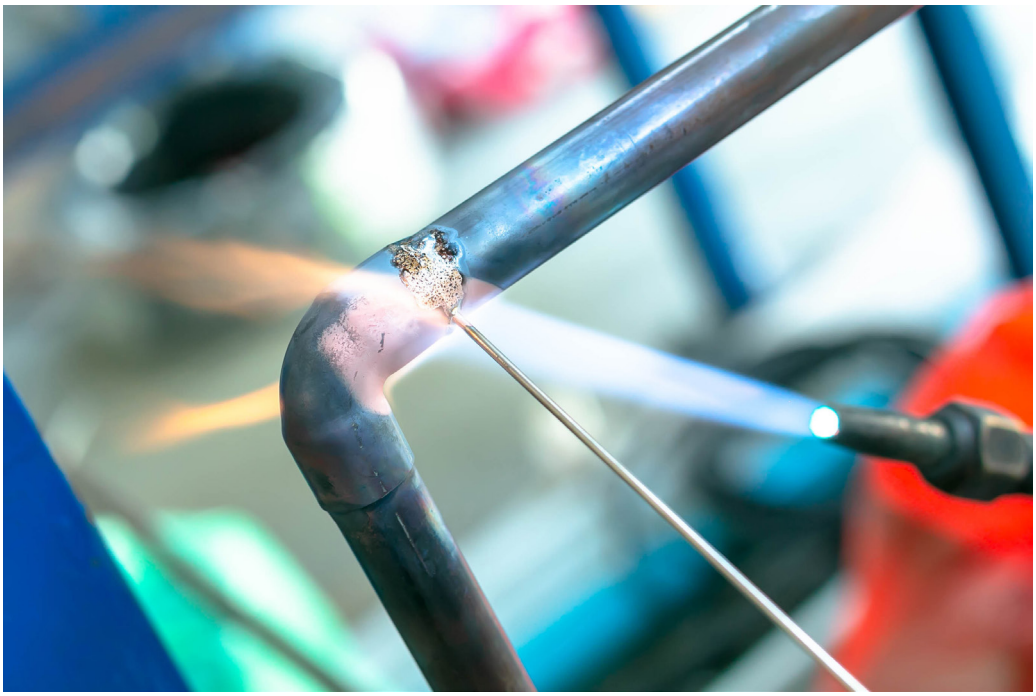
Kaynak sırasında kaynak banyosunun çabuk oluşması için üfleç, parçaya dik tutulmalıdır. Kaynak banyosu oluştuktan sonra üfleç açısı değiştirilir ve uygun açıda kaynağa devam edilir. Üfleç ile kaynak yapılacak parçalar arasında 50°-70° açı olmalıdır (Görsel 2.3).



Görsel 2.3: Dikeyde telli dikiş

Dik kaynak uygulamalarında eriyik maden ve kıvılcımlar hem kaynakçı hem de çevre için olumsuzluk doğurabilir. Bu riskleri ortadan kaldırmak için gerekli önlemlerin alınması gerekir. Kaynakçının kaynak maskesi ya da gözlüğüyle birlikte, eldiven, tozluk, önlük ve baş koruyucudan oluşan kişisel koruyucu donanımları (KKD) kullanması gerekir. Ayrıca kaynak alanında yanıcı ve patlayıcı maddeler varsa kaynak alanından uzaklaştırılmalı, bunun olanaksız olduğu durumlarda (döşeme vb.) yanmaz örtüyle bu malzemelerin üzeri kapatılmalıdır.

Borularda dik kaynak uygulamasına yeni başlayacak kaynakçılar, sac levhalar üzerinde alıştırma yapmalıdır. Bu alıştırmalarda ısıl çarpılmaların önüne geçmek için parçalar puntalanır. Bu kaynak yöntemi üflecin önünde olur. Üfleç, aşağıdan yukarıya doğru kaynak yaparken yarım ay veya dairesel hareketlerle kaynak banyosunu kontrol ederek ilerler (Görsel 2.4).



Görsel 2.4: Yatayda telli dikiş

**« SIRA SİZDE »**

Oksi-asetilen kaynağında galvanizli sacları birleştirmek için kullanılan ek tellerinin taşıması gereken özelliklerin neler olduğunu araştırınız. Araştırma sonuçlarını sunum olarak hazırlayınız. Bulduğunuz sonuçları arkadaşlarınızın sonuçlarıyla karşılaştırıp düşüncelerinizi paylaşınız.

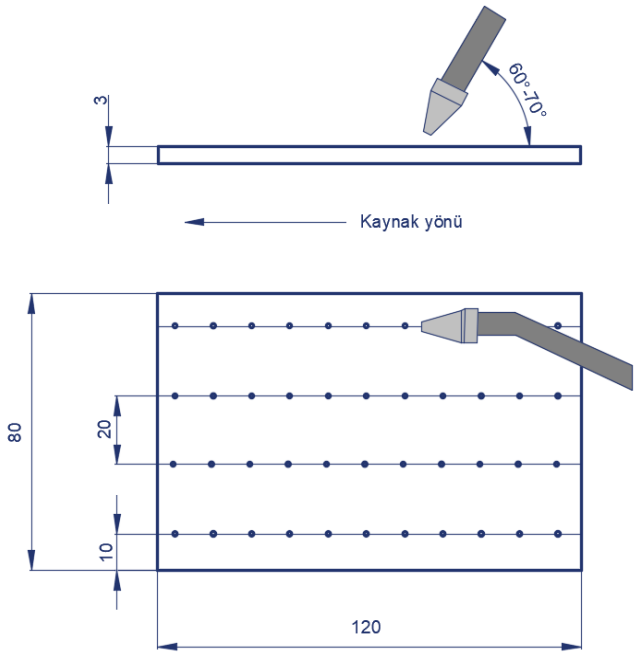
## 3. UYGULAMA: SOLA TELSİZ DİKİŞ YAPMA

**AMAÇ:** Verilen ölçülerde tekniğine uygun olarak sola telsiz dikiş yapmak (Şekil 2.1).

**YÖNERGE:** Bu çalışmada Şekil 2.1'de verilen sac parçasını kullanarak sola telsiz dikiş yapmanız beklenmektedir. Dikiş aralıklarını kaynağa başlamadan önce markalama işlemi yaparak belirleyiniz. Uygulamayı verilen süre içerisinde dört kez tekrar ediniz.

**SÜRE:** 4 Ders Saati

**DİKKAT!** Kişisel koruyucu donanımlarınızı kullanmadan kaynağa başlamayınız. Kaynak alevini ve sıcak parçaları hortumlardan uzak tutunuz.




Şekil 2.1: Kaynak uygulaması

### Kullanılacak Araç Gereç ve Makineler

1. Oksi-asetilen kaynak seti
2. Çakmak, kibrit vb.
3. Çekiç, örs
4. Tel fırça
5. Pense
6. Siyah sac 80x120 mm

### İşlem Basamakları

1. İş güvenliği kıyafetlerinizi giyiniz.
2. Kullanılacak malzemeleri hazırlayınız.
3. Doğru parçayı aldığınızdan emin olunuz.
4. İş parçasının çapaklarını temizleyiniz.
5. İş parçasını yağdan ve kirden arındırınız.
6. İş resmini inceleyiniz.
7. İş resmindeki ölçüleri cetvel ve işaretleme kalemi yardımıyla işaretleyiniz.
8. Kullanılan araç gereçleri toplayınız.
9. Arkadaşlarınızla çevre temizliğini yaparak işi sonlandırınız.

## Değerlendirme

Yapacağınız çalışma aşağıdaki ölçütlere göre değerlendirilecektir Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

| DEĞERLENDİRME TABLOSU | | | |
|---|---|---|---|
| SIRA No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | VERİLEN PUAN |
| 1 | İş güvenliği kurallarına uydu. | 10 | |
| 2 | Uygun ekipman kullandı. | 10 | |
| 3 | Markalama yaptı | 15 | |
| 4 | Kaynak yapabilme becerisini gösterdi. | 25 | |
| 5 | Kaynağı süresi içinde tamamladı. | 10 | |
| 6 | Tertip düzene dikkat etti. | 10 | |
| 7 | Ölçü / gönye kontrolü yaptı | 10 | |
| 8 | Çevre temizliğini yaptı. | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

Bu uygulamadan başarılı sayılmanız için 100 üzerinden 70 puan almanız gerekmektedir. Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi gideriniz.

## Notlar

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



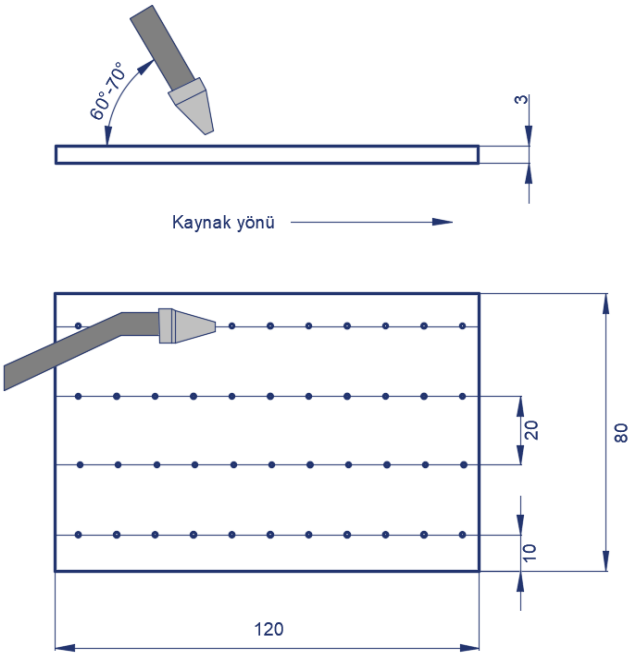
## 4. UYGULAMA: SAĞA TELSİZ DİKİŞ YAPMA

**AMAÇ:** Verilen ölçülerde tekniğine uygun olarak sağa telsiz dikiş yapmak (Şekil 2.2).

**YÖNERGE:** Bu çalışmada Şekil 2.2'de verilen sac parçasını kullanarak sağa telsiz dikiş yapmanız beklenmektedir. Dikiş aralıklarını kaynağa başlamadan önce markalama işlemi yaparak belirleyiniz. Uygulamayı verilen süre içerisinde dört kez tekrar ediniz.

**SÜRE:** 4 Ders Saati

**DİKKAT!** Kişisel koruyucu donanımlarınızı kullanmadan kaynağa başlamayınız. Kaynak alevini ve sıcak parçaları hortumlardan uzak tutunuz.




Şekil 2.2: Kaynak uygulaması

### Kullanılacak Araç Gereç ve Makineler

1. Oksi-asetilen kaynak seti
2. Çakmak, kibrit vb.
3. Çekiç, örs
4. Tel fırça
5. Pense
6. Siyah sac 80x120 mm

### İşlem Basamakları

1. Sac parçayı verilen ölçülerde hazırlayınız.
2. Kaynak yapılacak çizgileri markalayınız.
3. Kaynak yapılacak parçayı kaynak masasına yerleştiriniz.
4. Uygun üfleç takarak oksi-gaz postasını hazırlayınız.
5. Bek yakarak uygun alev ayarlayınız.
6. Marka çizgileri üzerinde sağdan sola doğru sırayla dikiş çekiniz.
7. Dikişlerin üzerini kaynak fırçasıyla temizleyiniz.
8. Kullanılan araç gereçleri toplayınız.
9. Arkadaşlarınızla çevre temizliğini yaparak işi sonlandırınız.

## Değerlendirme

Yapacağınız çalışma aşağıdaki ölçütlere göre değerlendirilecektir Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

| DEĞERLENDİRME TABLOSU | | | |
|---|---|---|---|
| SIRA No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | VERİLEN PUAN |
| 1 | İş güvenliği kurallarına uydu. | 10 | |
| 2 | Uygun ekipman kullandı. | 10 | |
| 3 | Markalama yaptı | 15 | |
| 4 | Kaynak yapabilme becerisini gösterdi. | 25 | |
| 5 | Kaynağı süresi içinde tamamladı. | 10 | |
| 6 | Tertip düzene dikkat etti. | 10 | |
| 7 | Ölçü / gönye kontrolü yaptı | 10 | |
| 8 | Çevre temizliğini yaptı. | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

Bu uygulamadan başarılı sayılmanız için 100 üzerinden 70 puan almanız gerekmektedir. Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi gideriniz.

## Notlar

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

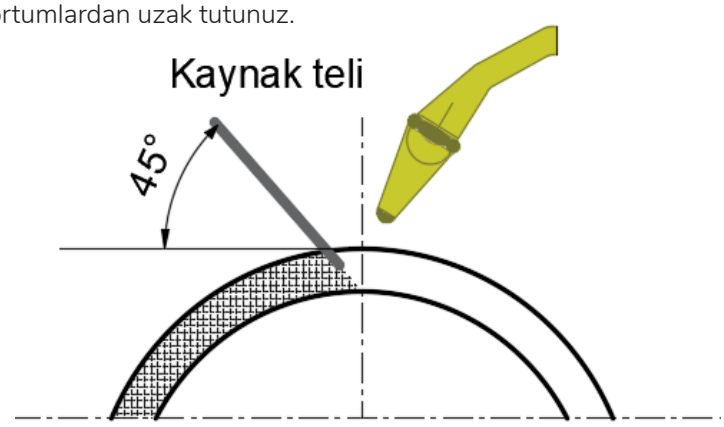
## 5. UYGULAMA: SAĞA TELLİ DİKİŞ YAPMA

**AMAÇ:** Verilen ölçülerde tekniğine uygun olarak sağa telli dikiş yapmak (Şekil 2.3).

**YÖNERGE:** Bu çalışmada Şekil 2.3'te verilen boru üzerine sağa telli dikiş uygulaması yapmanız beklenmektedir. Aynı boru üzerine altı kez kaynak dikişi çekiniz. Dikişler arasındaki aralığın eşit olması için kaynak işleminden önce markalama yapınız. Bu uygulamayı dikey borularda da tekrar ediniz.

**SÜRE:** 4 Ders Saati

**DİKKAT!** Kişisel koruyucu donanımlarınızı kullanmadan kaynağa başlamayınız. Kaynak alevini ve sıcak parçaları hortumlardan uzak tutunuz.




Şekil 2.3: Kaynak uygulaması

### Kullanılacak Araç Gereç ve Makineler

1. Oksi-asetilen kaynak seti
2. Çakmak, kibrit vb.
3. Çekiç, örs
4. Tel fırça
5. Pense
6. Siyah çelik boru 2"

### İşlem Basamakları

1. Boruyu verilen ölçülerde hazırlayınız.
2. Kaynak yapılacak çizgileri markalayınız.
3. Kaynak yapılacak parçayı kaynak masasına yerleştiriniz.
4. Uygun üfleç takarak oksi-gaz postasını hazırlayınız.
5. Bek yakarak uygun alevi ayarlayınız.
6. Marka çizgileri üzerinde puntalama yapınız.
7. Punta aralarına kaynak teliyle kaynak yapınız.
8. Dikişlerin üzerini kaynak fırçasıyla temizleyiniz.
9. Kullanılan araç gereçleri toplayınız.
10. Arkadaşlarınızla çevre temizliğini yaparak işi sonlandırınız.

## Değerlendirme

Yapacağınız çalışma aşağıdaki ölçütlere göre değerlendirilecektir Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

| DEĞERLENDİRME TABLOSU | | | |
|---|---|---|---|
| SIRA No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | VERİLEN PUAN |
| 1 | İş güvenliği kurallarına uydu. | 10 | |
| 2 | Uygun ekipman kullandı. | 10 | |
| 3 | Markalama yaptı | 15 | |
| 4 | Kaynak yapabilme becerisini gösterdi. | 25 | |
| 5 | Kaynağı süresi içinde tamamladı. | 10 | |
| 6 | Tertip düzene dikkat etti. | 10 | |
| 7 | Ölçü / gönye kontrolü yaptı | 10 | |
| 8 | Çevre temizliğini yaptı. | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

Bu uygulamadan başarılı sayılmanız için 100 üzerinden 70 puan almanız gerekmektedir. Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi gideriniz.

## Notlar

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

**1. Borulara köşe kaynak uygulaması yapılırsa aşağıdaki durumlardan hangisi oluşur?**

A) Akışkan hızı düşer.
B) Fazla boru harcanır.
C) Kaynak zorlaşır.
D) Punta yapılamaz.
E) Gaz sarfiyatı artar.

**2. Kaynak işleminde malzemelerin ısıl çarpılmalarını önlemek için aşağıdaki işlemlerden hangisi yapılmalıdır?**

A) Oksijen fazla açılır.
B) Asetilen fazla açılır.
C) Parçalar puntalanır.
D) Kaynak ağzı açılır.
E) Kaynak bölgesi temizlenir.

**3. Malzeme kalınlığının 3mm'den kalın olduğu işlemlerde aşağıdaki kaynak yöntemlerinden hangisi kullanılmalıdır?**

A) Aşağıdan yukarıya
B) Yukarıdan aşağıya
C) Köşe kaynağı
D) Küt ek kaynağı
E) Telsiz kaynak

**4. Malzeme kalınlığının 3mm'den ince olduğu işlemlerde aşağıdaki kaynak yöntemlerinden hangisi kullanılmalıdır?**

A) Yatayda birleştirme
B) Yukarıdan aşağıya
C) Bindirme
D) Sıcak lehimleme
E) Puntalama

**5. Oksijen tüplerinin mavi renkte olmasının nedeni aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Açık renklerin tercih edilmesi
B) Özgürlüğün rengi olması
C) Oksijenin sıvılaşınca mavi rengi alması
D) En çok kullanılan renkler arasında olması
E) İş kıyafetlerinin mavi seçilmesi

**6. Aşağıdakilerden hangisi asetilen tüplerinde standart olarak kullanılan renktir?**

A) Beyaz
B) Mavi
C) Sarı
D) Siyah
E) Yeşil

**7. Kaynak alanında iş sağlığı ve güvenliğini sağlamak için aşağıdakilerden hangisi yapılmalıdır?**

A) Atölye kapısı giriş çıkışa kapatılır.
B) Yanabilecek malzemelerin etrafı şeritle çevrilir.
C) "Kaynak yapılmaktadır." uyarısı girişe asılır.
D) Yanıcı ve patlayıcı malzemeler uzaklaştırılır.
E) Elektrik sigortaları kapatılır.

**8. Kaynak yapılmadan önce kaynak bölgesini ön sıcaklığa getirmek için yapılan işlemin adı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Çekme
B) Gerdirme
C) Su verme
D) Tavlama
E) Teraziye alma

# 3. Öğrenme Birimi



# Borularda Elektrik Ark Kaynak İşlemleri

**KONULAR**

3.1. ELEKTROT TUTUŞTURMA
3.2. TEMRİN PARÇASINA DÜZ DİKİŞ ÇEKME
3.3. ÇELİK BORULARI PUNTALAMA
3.4. ÇELİK BORULARI ELEKTRİK ARK KAYNAĞI İLE BİRLEŞTİRME

**Temel Kavramlar**

- Ark
- Cüruf
- Elektrot
- Pens
- Şase

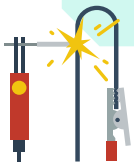
**NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?**

- ELEKTRODU PENS YARDIMIYLA KULLANMA
- UYGUN ŞEKİLDE ELEKTRODU TUTUŞTURMA
- DÜZ DİKİŞ YAPMA
- KAYNAK AĞZI AÇMA
- BORULARA KAYNAK ÖNCESİ PUNTA YAPMA
- ÇELİK BORULARI ELEKTROT YARDIMIYLA BİRLEŞTİRME



**HAZIRLIK ÇALIŞMALARI**

1. Kaynaklı birleştirmelere neden ihtiyaç duyulur? Bu konuyla ilgili düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Kaynak ışınlarının göze nasıl zarar verdiğiyle ilgili düşüncelerinizi paylaşınız.

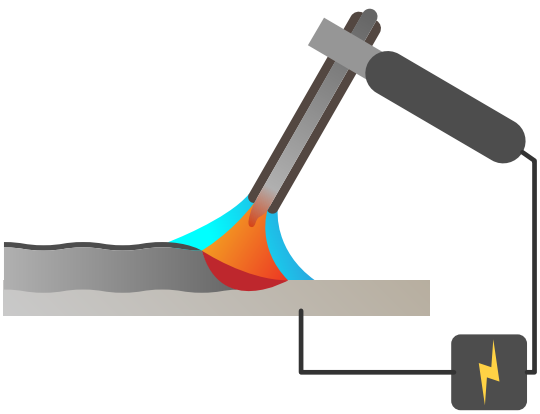


# 3.1. ELEKTROT TUTUŞTURMA

Kaynak bölgesi dış havayla temas ettiğinde istenmeyen gerilmeler ve gerilmelerin sonucunda kaynakta çatlaklar oluşur. Bu çatlaklar kaynağın kalitesini bozduğu gibi dayanımını da düşürür. Bu olumsuzluğun önüne geçmek için elektrik ark kaynağında örtülü elektrotlar kullanılır. Temel olarak tüm metal malzemeler örtülü elektrotla kaynak yapılır. Her tür pozisyonda (dik, yatay, tavan) kullanımı kolaydır. Açık havada ya da yağmur altında bile kaynak yapılır.

Örtülü elektrot üzerindeki örtü yanarak kaynak bölgesini cüruf ile kaplar. Kaynak bölgesini dış havanın olumsuzluklarından korur. Kaynak işlemi bittikten sonra cüruf, kaynakçı tarafından kaynak çekici yardımıyla kırılarak kaldırılır.

Elektrotla kaynak yapabilmek için elektrodun tutuşturulması gerekir. Bu tutuşturma işleminde elektrot, iş parçasına dokundurulup anında çekilir. Böylece iş parçası ve elektrot arasında kısa devre olur ve elektrik akımı akmaya başlar. Elektrot kısa devre yapıldıktan hemen sonra çekilmezse iş parçasına yapışır. Elektrodun çekilme mesafesi de elektrodun çapı kadar olmalıdır. Bu aralıktan elektronlar atlayabilir. Elektronların atlaması ile yüksek sıcaklık oluşur ve iş parçasıyla birlikte elektrot erir. Bu eriyiğe **ark havuzu** denir (Görsel 3.1).



Görsel 3.1: Elektrot tutuşturma ve ark oluşturma

Ark havuzunun oluşumu için gerilim yeterli olmalıdır. Akım ve gerilim elektrot çapına bağlıdır. Elektrot çapına göre düşük amper seçilmesi arkın oluşumunu engeller. Elektrot çapına göre amper seçimi için Tablo 3.1'e bakılmalıdır. Bunun yanında pratik olarak elektrot çapının her 1 mm'si için 40 amper seçilir. Bu seçim kesin olarak kullanılmadan önce iş parçası kalınlığı ve örtü kalınlığı dikkate alınmalıdır. Bu değişkenlere dikkat edilmezse istenen ark oluşmayacağından kaliteli kaynak yapmak olanaksızlaşır.

Tablo 3.1: Elektrod Çapına Göre Amper Ayarı

| e (mm) | Elektrot Çapı (mm) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1,6 | 2 | 2,25 | 3,25 | 4 | 5 | 6 |
| | Kaynak Akım Şiddeti (A) | | | | | | |
| 1 | 25 | | | | | | |
| 2 | 30 | 45 | 50 | | | | |
| 3 | | 60 | 70 | 80 | | | |
| 4 | | | 85 | 95 | 120 | | |
| 5 | | | 90 | 110 | 130 | 140 | |
| 6 | | | | 120 | 135 | 140 | |
| 8 | | | | 130 | 150 | 160 | |
| 10 | | | | 130 | 160 | 190 | 225 |
| 12 | | | | 140 | 170 | 200 | 240 |
| 15 | | | | | 180 | 210 | 250 |
| 20 | | | | | 190 | 220 | 275 |
| 25 | | | | | 200 | 230 | 300 |
| 30 | | | | | 200 | 250 | 300 |
| 50 | | | | | | 250 | 325 |
| 80 | | | | | | 250 | 350 |
| 100 | | | | | | 250 | 350 |

### 3.1.1. Kaynak Makinesi ve Kısımları

Elektrik ark kaynak makinesi genel olarak Görsel 3.2'de verildiği gibidir. Amper ayarı, makine ön yüzünde bulunan ayar düğmeleri ya da kolları ile yapılır. Elektrot tutucu pens olarak adlandırılır. Pens, elektrodu tutan ve kaynakçının kavradığı kısımdır. Şase pensesi ise kaynak tezgâhına akımı tamamlaması için tutturulur. Böylece iş parçası ve elektrot arasında devre tamamlanmış olur.



Görsel 3.2: Kaynak makinesi detayı

## 3.2. TEMRİN PARÇASINA DÜZ DİKİŞ ÇEKME

Kaynak işlemi yapılacak borunun kaynak işleminden önce markalama işlemi yapılarak kesilmesi gerekir. **Markalama**, üretim resminde bulunan ölçülerin iş parçası üzerine ölçü aletleri (Görsel 3.3) yardımıyla aktarılmasıdır. Kalite gerekliliğini sağlamak ve yapılacak işin istenen özelliklerde olması için markalama yapmak şarttır. Markalama işleminde kaynağın nereye yapılacağı, ne kadar yapılacağı, boru ölçüsü vb. detaylar bulunur.

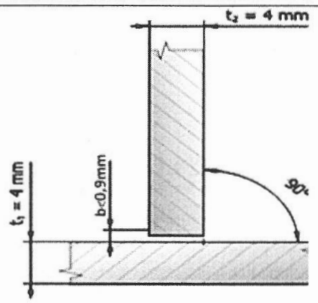
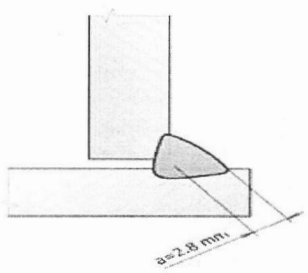


Görsel 3.3: Markalama aletleri

İmalat resimlerinde ölçüler yanında kaynakla ilgili bilgiler de verilmiştir. Kaynak pozisyonu, paso sayısı, kullanılacak elektrot tipi, akım ve kaynak gerilimi gibi değerler bulunur. Bu değerlerin bulunduğu imalat resmine WPS (Kaynak Prosedür Şartnamesi) adı verilir. Şekil 3.1'de örnek bir WPS verilmiştir.

| | 11UY0010-3 ÇELİK KAYNAKÇISI PROSEDÜR ŞARTNAMESİ (pWPS) | Doküman No | PS.17.10/111.04.PB |
|---|---|---|---|
| | | Yayın Tarihi | 18.12.2018 |
| | | Revizyon No | 02 |
| | | Revizyon Tarihi | 18.06.2020 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **KPŞ No** | PS.17.10/111.04.PB | **Hazırlama ve Temizleme** | Taşlama, Fırçalama |
| **İmalatçı** | | **Esas Metalin Gösterimi** | TSE CEN ISO 15608-1.1 |
| **Metal Geçiş Şekli** | ---- | **Parça Kalınlığı (mm)** | t=4 mm |
| **Birleştirme Tipi** | FW-P | **Anma Çapı (mm)** | ---- |
| **Test Parçası Boyutları** | 125*200 mm | **Kaynak Pozisyonu** | PB |

| **Birleşim Şekli / Detayı** | **Kaynak Sırası / Paso Düzeni** |
|---|---|
|   |   |

**Kaynak Ayrıntıları**

| Paso | Kaynak İşlemi | İlave Metal Boyutu | Akım A | Gerilim V | Akım Tipi Kutuplama | Tel Sürme Hızı | İlerleme Hızı (mm/sn) | Isı Girdisi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 111 | Ø 2.5 | 80-110 A | 21-24 V | DC(-) | N/A | 2.2 mm/sn | 0,61-0,87 kj/mm |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **İlave Metalin kısa gösterilişi ve yapımı(AWS A5.1)** | E6013 (Rutil) | **Diğer bilgiler*** | ---- |
| **Herhangi bir özel fırınlama veya kurutma** | ---- | **Salınım – En büyün paso genişliği** | ---- |
| **Gaz / Toz** | --- | **Salınım –Genlik, frekans, toplam süre** | ---- |
| **Gaz akış hızı - Koruyucu** | ---- | **Darbeli kaynak ayrıntıları** | ---- |
| **-Altlık** | nb (altlıksız) | **Temas ucu / iş parçası mesafesi** | ---- |
| **Tungsten elektrot tipi/boyutu** | ---- | **Plazma kaynak ayrıntıları** | ---- |
| **Ön ısıtma sıcaklığı** | ---- | **Tork açısı** | --- |
| **Pasolar arası sıcaklık** | ---- | | |
| **Son ısıtma** | ---- | | |
| **Kaynak sonrası ısıl işlem ve/veya yaşlandırma** | ---- | | |
| **Süre, sıcaklık, metot, ısıtma ve soğutma hızları*** | ---- | | |

*Gerektiğinde

| Onaylayan | Tarih/İmza |
|---|---|
| Metalurji ve Malzeme Mühendisi / Kaynak Mühendisi | |

SINAV SÜRESİ 30 DAKİKADIR

Sayfa **1 / 1**

Şekil 3.1: Kaynak prosedür şartnamesi

Markalama işleminden sonra boruların kesilerek kaynak ağzı açılması gerekir. Markalanmış yerlerden uygun aletlerle kesilen borular diğer işlemler için hazır duruma gelir. Kesme işleminde testere, jet taşı, tepsi testere veya boru makası gibi kesici ekipmanlar kullanılır. Kesilen boruların uygun ölçüde olup olmadığı kontrol edilir.

Kaynak işlemi için elektrot seçimi yapılır. Malzemenin türüne ve kalınlığına göre parametreler (akım, gerilim) ayarlanır. Bu parametrelerle bağlantılı olarak elektrot çapı da seçilir. Elektrot türü ve çapı doğru seçilmediği zaman kaynak kalitesi düşük olur. Tablo 3.2'de elektrot tipi ve özelliklerinin hangi kaynak pozisyonlarında kullanıldıkları verilmiştir.

Elektrot seçimi yapılırken göz önünde bulundurulması gerekenler şunlardır:
- Boru et kalınlığı
- Boru malzemesi
- Borunun kullanılacağı yere göre taşıması gereken yük veya basınçlar

Tablo 3.2: Kaynakta Kullanılan Elektrotlar ve Özellikleri

| Kısaltma | Elektrot Tipi | Özellikleri ve Kullanım Alanı | Kaynak Pozisyonu |
|---|---|---|---|
| A | Temiz örtülü | Kararlı ve akışkan ark havuzu, nadir kullanılır. | |
| C | Selüloz örtülü | Yoğun ark, fazla cüruf, kaynak havuzunda fazla eriyik yüzdesi, zor kaynak yapılır. | Düz, dik, yatay tavan |
| R | Rutil örtülü | İnce damlalı metal geçişi, yassı dikişler ve kötü boşluk doldurma kapasitesi | |
| RR | Kalın rutil örtülü | İnce damlalı metal geçişi, kolay kaynak yapılır, zayıf boşluk tıkanıklığı | |
| RC | Rutil selüloz örtülü | İnce damlalı metal geçişi, kolay kaynak yapılır, zayıf boşluk tıkanıklığı | |
| RA | Rutil temiz örtülü | İnce damlalı metal geçişi, kolay kaynak yapılır, zayıf boşluk tıkanıklığı | Düz, dik, yatay tavan |
| RB | Rutil bazik örtülü | İnce damlalı metal geçişi, kolay kaynak yapılır, zayıf boşluk tıkanıklığı | |
| B | Bazik örtülü | Dayanıklı bağlantılar için uygun, çok yönlü pozisyon kaynağı kapasitesi | Düz, dik, yatay tavan |

## 3.2.1. Kaynak Ağzı Hazırlama

Kaynak ağzının hazırlanması istenmişse mutlaka yapılmalıdır. Kaynağın nüfuziyeti kaynak değerlerinin (akım, gerilim) yanında malzeme kalınlığıyla doğrudan ilgilidir. Kalın bir malzemede kaynak dikişinin malzeme kalınlığı boyunca (derine) işlemesi istenir. Malzeme kalınlığının kaynak derinliğini etkilememesi için kaynak ağzı açılması gerekir.

Borular kaynak yapılacağı zaman kaynak nüfuziyetinin iyi olması için kaynak ağzı açılması gerekir. Bunun için eğe ya da zımpara taşlarından (jet taşı) yararlanılır. Görsel 3.4'te bir kaynak ağzı açma işlemi görülmektedir



Görsel 3.4: Kaynak ağzı açılması

Kaynak ağzı boru et kalınlığının inceltilmesi şeklinde yapılır. Kaynak ağzı şekilleri genellikle V, U, I olarak yapılır. Kaynak ağzına verilen şeklin doğruluğu özel şablon, çelik cetvel, gönye ve kaynak ağzı ölçen kumpaslarla (Görsel 3.5) kontrol edilir.




Görsel 3.5: Kaynak ağzı kontrolünün yapılması

Kaynak bölgesinin temizlenmesi kaynak kalitesini doğrudan etkiler. Kaynak ağzı eğelenerek çapaklardan arındırılıp düzeltilmelidir. Ayrıca tel fırça veya kimyasallarla temizlenerek kir ve yağdan arındırılmalıdır.

## 3.2.2. Düz Dikiş Nasıl Çekilir?

Kaynak işlemi, ark tutuşturulup elektroda hareket verildikten sonra belirli bir hat üzerinde yapılır. Bu kaynak işleminde ortaya çıkan birleştirme yerindeki ize **kaynak dikişi** denir (Görsel 3.6). Kaynak dikişindeki üst üste binmiş görüntü, elektrodun hareketiyle elde edilir. Bu hareket yarım ay ya da dairesel şekilde olur.

Bunun yanı sıra kaynak operatörünün becerisine göre farklı elektrot hareketleri de kullanılır. Elde edilecek kaynak dikişi görüntüsü Görsel 3.6'daki gibi olacaktır. Dikişe dikkatle bakıldığında ay ya da dairesel hareket görülür.

Kaynak işleminde amaç sökülemeyen bir birleştirme elde etmektir. Bunun için iki iş parçasının eritilmesi ve ek bir metalle (elektrot) eriyiğin karışması hedeflenir. Kaynak dikişi bu üç metalin birbirine karıştığı ve yeni bir metal gibi davrandığı kısma verilen addır. Kaynak dikişinin sağlam olması kaynatılacak iki metalin birbirine kaynaklanma kabiliyetinin yüksek ve ek metalin de bu iş parçaları ile uyumlu olması gerekir.

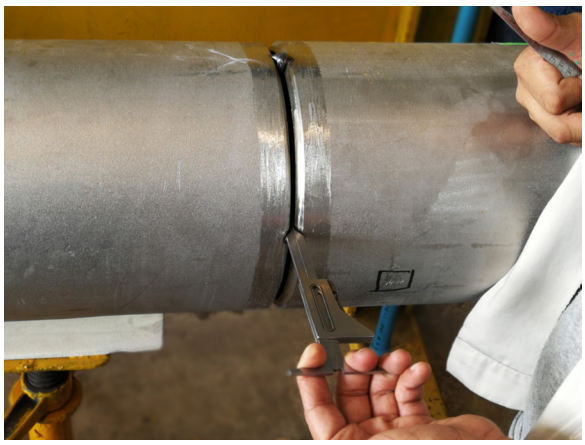
Düz dikiş sırasında ark oluşturulduktan sonra arkın ilerletilmesi ya da yayılması kaynakçının elektrodu hareket ettirmesiyle elde edilecektir. Kaynak dikişinin genişliği de bu şekilde sağlanır.



Görsel 3.6: Düz dikiş

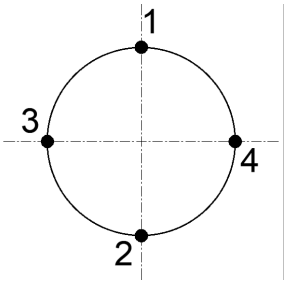
## 3.3. ÇELİK BORULARI PUNTALAMA

Kaynak işlemi yapılmadan önce borular puntalanır. Puntalamanın temel amacı boruların kaynak esnasında ısıl gerilmeler ya da dışarıdan gelebilecek fiziksel kuvvetler nedeniyle hareket etmesini önlemektir. Borular puntalama işleminden önce sabitleme aparatları kullanılarak sabitlenir. Böylece borular puntalama sırasında hareket ederek pozisyonlarını bozmaz. Puntalama işlemi bittikten sonra normal kaynak işlemine geçilir. Görsel 3.7'de puntalanmış ve kaynak ağzı açılmış bir boru görülmektedir.



Görsel 3.7: Puntalanmış ve kaynağa hazır boru çifti

Punta yapılırken boru çapına göre punta sayısı belirlenir. En az iki punta boru eksenine gelecek şekilde ve karşılıklı yapılır. Puntalama sırası Şekil 3.2'de verilmiştir. Punta sayısı dörtten fazla ise (her zaman çift sayı olur) karşılıklı ve diğer puntalarla arasındaki mesafe eşit olacak şekilde yapılır.

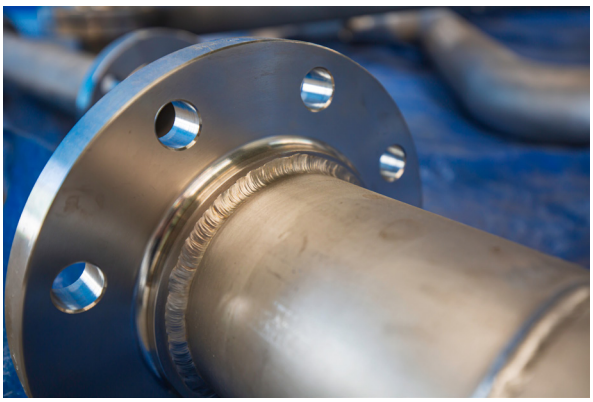



Şekil 3.2: Borularda puntalama sırası

Boru kaynağına başlanırken punta aralarına kaynak yapılır ve boru çevrilerek kaynak işlemi tamamlanır.

## 3.4. ÇELİK BORULARI ELEKTRİK ARK KAYNAĞIYLA BİRLEŞTİRME

Kaynak ağzı açılmış, kaynak bölgesindeki çapaklar temizlenmiş iki boru alın alına kaynatılabilir. Bunun için boru eksenlerinin aynı hizada ve puntaların boru çapına uygun atılmış (yapılmış) olması gerekir. Yeterli sayıda puntalanan çelik borular punta araları doldurularak kaynaklanır. Kaynak yapma işleminde borular boştaysa döndürülür. Borular boşta değilse kaynakçı boru etrafında dönerek kaynak işlemini yapar. Büyük çaplı borularda kaynak ekseni ayarlanmasından sonra borular sabitlenir. Sabitleme işlemi boruların hareket etmesini punta aşamasında ve kaynak işlemine geçildiğinde engeller. Boruların hareket etmesi eksen kaçıklığına neden olacağı için kaynağın istenen kalitede olmasını engeller. Kaynak dikişinin sürekliliğini sağlamak için kaynağın dikkatli yapılması gerekir. Puntaların bulunduğu bölgelerde sürekliliğe dikkat edilir.
Kaynak bittikten sonra kaynak üzerindeki cüruflar kaynak çekiciyle kırılır ve kaynak dikişinin üzeri tel fırçayla temizlenir. Görsel olarak dikiş bu aşamada kontrol edilir. İyi bir dikiş görüntüsü Görsel 3.8'de olduğu gibi görünmelidir.



Görsel 3.8: İyi yapılmış bir kaynak dikişinin görünüşü

Kaynak dikişi görsel olarak görüldükten sonra kaynak kumpaslarıyla da kontrol edilebilir. Kaynak yüksekliği ve genişliklerinin ölçülmesinde bu kumpaslardan (Görsel 3.9) yararlanılır. Kaynak kalitesinin doğru ölçü aletleri ve ölçüm teknikleriyle kontrol edilmesi sağlıklı bilgi için önemlidir.



Görsel 3.9: Dikiş yüksekliği ve genişliğinin kaynak kumpasıyla ölçülmesi

**« SIRA SİZDE »**

Elektrik ark kaynağında elektrot hareketlerinin kaynak üzerindeki etkilerini gözlemleyerek size en uygun elektrot hareketini seçiniz. Sizden farklı elektrot hareketi seçen arkadaşlarınızla kendi seçiminizi karşılaştırınız.



## 6. UYGULAMA: ELEKTROT TUTUŞTURMA

**AMAÇ:** Verilen ölçülerde tekniğine uygun olarak yatayda ve dikeyde kaynak çekmek.

**YÖNERGE:** Bu çalışmada askıda verilen yatay ve dikey boruları birleştirmeniz beklenmektedir.

**SÜRE:** 6 Ders Saati

**DİKKAT!** Kişisel koruyucu donanımlarınızı kullanmadan kaynağa başlamayınız. Kaynak alevini ve sıcak parçaları hortumlardan uzak tutunuz

### Kullanılacak Araç Gereç ve Makineler

1. Oksi-asetilen kaynak seti
2. Çakmak, kibrit vb.
3. Çekiç, örs
4. Tel fırça
5. Pense

### İşlem Basamakları

1. Birleştirilecek boruları et kalınlıklarını kontrol ediniz.
2. Et kalınlığına göre aşağıdan yukarıya ya da yukarıdan aşağıya kaynak yapılması gerektiğini unutmayınız.
3. Boruları alın alına getiriniz.
4. Birleştirilecek borulara punta atınız.
5. Uygun üfleç takarak oksi-gaz postasını hazırlayınız.
6. Bek yakarak uygun alevi ayarlayınız.
7. Marka çizgileri üzerinde puntalama yapınız.
8. Punta aralarına kaynak teliyle kaynak yapınız.
9. Dikişlerin üzerini kaynak fırçasıyla temizleyiniz.
10. Kullanılan araç gereçleri toplayınız.
11. Arkadaşlarınızla çevre temizliğini yaparak işi sonlandırınız..

## Değerlendirme

Yapacağınız çalışma aşağıdaki ölçütlere göre değerlendirilecektir Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

| DEĞERLENDİRME TABLOSU | | | |
|---|---|---|---|
| SIRA No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | VERİLEN PUAN |
| 1 | İş güvenliği kurallarına uydu. | 10 | |
| 2 | Uygun ekipman kullandı. | 10 | |
| 3 | Ölçü / gönye kontrolü yaptı. | 15 | |
| 4 | Kaynak yapabilme becerisini gösterdi. | 25 | |
| 5 | Kaynağı süresi içinde tamamladı. | 5 | |
| 6 | Tertip düzene dikkat etti. | 10 | |
| 7 | Konu hakkında önbilgisi vardı. | 20 | |
| 8 | Çevre temizliğini yaptı. | 5 | |
| | TOPLAM | 100 | |

Bu uygulamadan başarılı sayılmanız için 100 üzerinden 70 puan almanız gerekmektedir. Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi gideriniz.

## Notlar

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

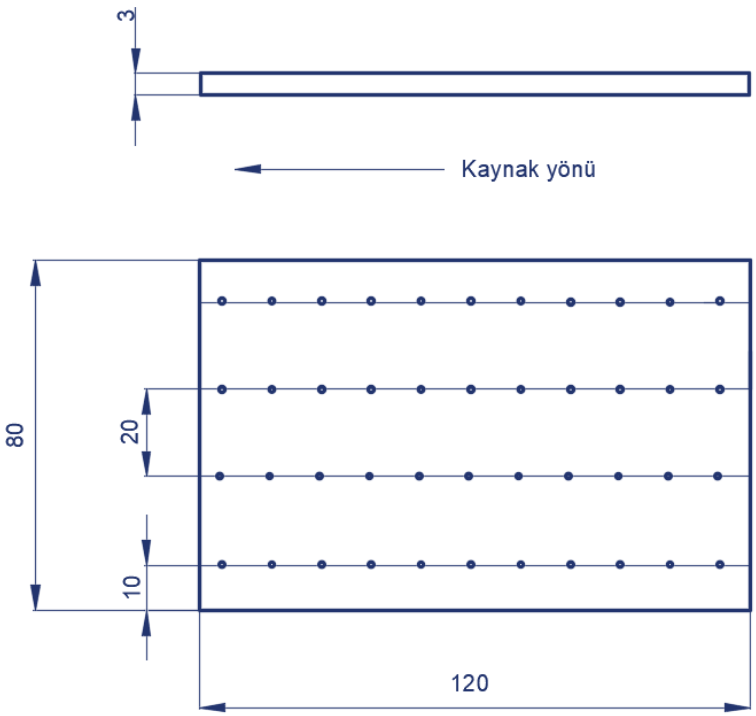
## 7. UYGULAMA: DÜZ DİKİŞ ÇEKME

**AMAÇ:** Verilen iş parçası üzerine elektrot hareketlerini yaparak düz dikiş çekmek.

**YÖNERGE:** Bu çalışmada verilen (Şekil 3.3) temrin parçaları üzerine düz dikiş çekme işlemini yapmanız beklenmektedir. Temrin parçasının ölçüleri 2 mm kalınlık ve 80X120 mm boyutlarında olacaktır. Kaynak makinesinin ayarları kullanacağınız elektrot çapı ve malzeme kalınlığına göre öğretmeniniz tarafından yapılacağından makinenin ayarlarıyla oynamayınız.

**SÜRE:** 2 Ders Saati

**DİKKAT!** Kişisel koruyucu donanımlarınızı kullanmadan kaynağa başlamayınız. Kaynak alevini ve sıcak parçaları hortumlardan uzak tutunuz.




Şekil 3.3: İş parçası

### Kullanılacak Araç Gereç ve Makineler

1. 2,5 mm elektrot
2. İş parçası
3. Tel fırça
4. Eğe
5. Kaynak çekici
6. Kaynak makinesi
7. Kaynak maskesi
8. Kaynak eldiveni
9. Kaynak önlüğü

## İşlem Basamakları

1. İş güvenliği kıyafetlerini giyiniz.
2. Kullanılacak malzemeleri hazırlayınız.
3. Doğru parçayı aldığınızdan emin olunuz.
4. İş parçasının çapaklarını temizleyiniz.
5. İş parçasını yağ ve kirden arındırınız.
6. Elektrodu alarak pense yerleştiriniz.
7. Tezgâh şasesini takınız.
8. Kaynak makinesinin güç düğmesine basınız.
9. Maskenizi takınız.
10. Elektrodu iş parçasına dokundurup çekiniz.
11. Elektrodu yarım ay hareketleri yaparak hareket ettiriniz.
12. Elektrodu daha yükseğe kaldırarak ark oluşumunu engelleyiniz.
13. Kaynak makinesinin güç düğmesini kapatınız.
14. Yapılan kaynak üzerindeki cürufu kaynak çekici ile kırınız.
15. Kaynak gölgesini tel fırça ile temizleyiniz.
16. Yapılan kaynak işlemini görsel olarak inceleyiniz.
17. Kullanılan araç gereçleri toplayınız.
18. Arkadaşlarınızla çevre temizliğini yaparak işi sonlandırınız..

## Değerlendirme

Yapacağınız çalışma aşağıdaki ölçütlere göre değerlendirilecektir Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

| DEĞERLENDİRME TABLOSU | | | |
|---|---|---|---|
| SIRA No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | VERİLEN PUAN |
| 1 | Kişisel koruyucu donanımları kullandı. | 10 | |
| 2 | Çevre güvenliğini sağladı. | 10 | |
| 3 | İş parçasındaki çapakları temizledi. | 10 | |
| 4 | İş parçası üzerindeki yağ ve kiri temizledi. | 10 | |
| 5 | Elektrotu pense yerleştirdi. | 10 | |
| 6 | Kaynak makinesini çalıştırdı. | 10 | |
| 7 | Kaynak öncesi maskesini taktı. | 10 | |
| 8 | İlk tutuşturmayı yaptı. | 10 | |
| 9 | Elektrotu hareket ettirerek kaynağı tamamladı. | 10 | |
| 10 | Kaynak bölgesini temizledi. | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

Bu uygulamadan başarılı sayılmanız için 100 üzerinden 70 puan almanız gerekmektedir. Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi gideriniz.

## Notlar

.....

.....

.....

.....

.....

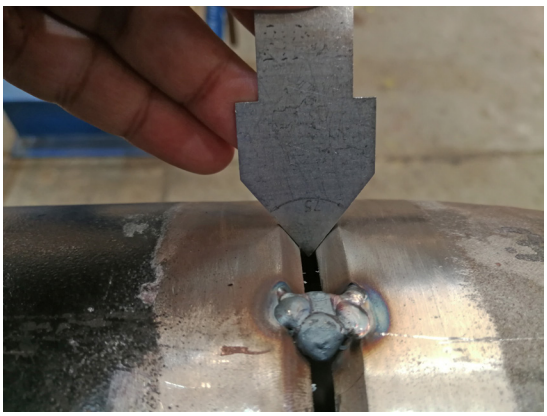
## 8. UYGULAMA: ÇELİK BORU PUNTALMA

**AMAÇ:** Verilen çelik boru üzerinde dört noktadan puntalama işlemi yapmak.

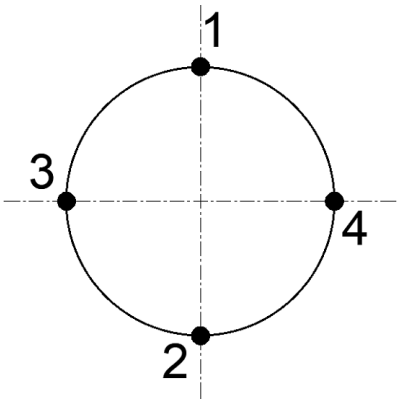
**YÖNERGE:** Bu çalışmada 2" çapındaki iki adet borunun alın alına getirilerek eksenlerine 4 adet punta atmanız beklenmektedir. Punta bölgelerini Şekil 3.4'te olduğu gibi işaretleyerek boruları puntalayınız (Görsel 3.10). Kaynak makinesinin ayarları, kullanacağınız elektrot çapı ve malzeme kalınlığına göre öğretmeniniz tarafından yapılacağından makinenin ayarlarıyla oynamayınız.

**SÜRE:** 2 Ders Saati

**DİKKAT!** Kişisel koruyucu donanımlarınızı kullanmadan kaynağa başlamayınız. Kaynak alevini ve sıcak parçaları hortumlardan uzak tutunuz.



Görsel 3.10: Örnek punta




Şekil 3.4: Punta sırası

### Kullanılacak Araç Gereç ve Makineler

1. 2,5 mm elektrot
2. İş parçası
3. Tel fırça
4. Eğe
5. Kaynak çekici
6. Kaynak makinesi
7. Kaynak maskesi
8. Kaynak eldiveni
9. Kaynak önlüğü

### İşlem Basamakları

1. İş güvenliği kıyafetlerini giyiniz.
2. Kullanılacak malzemeleri hazırlayınız.
3. İş parçalarının çapaklarını temizleyiniz.
4. Boru üzerinde punta atılacak noktaları işaretleyiniz.
5. Boruları alın alına getirerek sabitleyiniz.
6. Elektrodu alarak pense yerleştiriniz.
7. Tezgâh şasesini takınız.
8. Kaynak makinesinin güç düğmesine basınız.
9. Maskenizi takınız.
10. 1 (bir) numaralı puntayı atınız.
11. Punta sırasını takip ederek puntalamayı tamamlayınız.
12. Kaynak makinesinin güç düğmesini kapatınız.
13. Yapılan kaynak üzerindeki cürufu kaynak çekici ile kırınız.
14. Kaynak bölgesini tel fırça ile temizleyiniz.
15. Kullanılan araç gereçleri toplayınız.
16. Arkadaşlarınızla çevre temizliğini yaparak işi sonlandırınız.

## Değerlendirme

Yapacağınız çalışma aşağıdaki ölçütlere göre değerlendirilecektir Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

| DEĞERLENDİRME TABLOSU | | | |
|---|---|---|---|
| SIRA No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | VERİLEN PUAN |
| 1 | Kişisel koruyucu donanımları kullandı. | 10 | |
| 2 | Çevre güvenliğini sağladı. | 10 | |
| 3 | İş parçasındaki çapakları temizledi. | 10 | |
| 4 | İş parçası üzerindeki yağ ve kiri temizledi. | 10 | |
| 5 | Punta yerlerini işaretledi (markalama). | 10 | |
| 6 | Kaynak makinesini çalıştırdı. | 10 | |
| 7 | Kaynak öncesi maskesini taktı. | 10 | |
| 8 | İlk puntayı attı. | 10 | |
| 9 | Punta sırasını takip etti. | 10 | |
| 10 | Puntalama işlemini doğru sıralamada tamamladı. | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

Bu uygulamadan başarılı sayılmanız için 100 üzerinden 70 puan almanız gerekmektedir. Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi gideriniz.

## Notlar

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

## 9. UYGULAMA: ÇELİK BORULARI BİRLEŞTİRME

**AMAÇ:** Verilen iki çelik boruyu alın alına kaynak yapmak.

**YÖNERGE:** Bu çalışmada sizden 2" çapındaki (Görsel 3.11) iki adet çelik boruyu, elektrik ark kaynak yöntemiyle doğru olarak birleştirmeniz beklenmektedir. Kaynak makinesi, kullanacağınız elektrot çapına göre öğretmeniniz tarafından ayarlanacaktır. Makinenin ayarlarıyla oynamayınız. Çalışmanızı yaparken işlem basamaklarına dikkat ediniz.

**SÜRE:** 2 Ders Saati

**DİKKAT!** Kişisel koruyucu donanımlarınızı kullanmadan kaynağa başlamayınız. Kaynak alevini ve sıcak parçaları hortumlardan uzak tutunuz.



Görsel 3.11: Markalanmış ve kaynak yapılmış iş parçası

### Kullanılacak Araç Gereç ve Makineler

1. 2,5 mm elektrot
2. İş parçası
3. Tel fırça
4. Eğe
5. Kaynak çekici
6. Kaynak makinesi
7. Kaynak maskesi
8. Kaynak eldiveni
9. Kaynak önlüğü

### İşlem Basamakları

1. İş güvenliği kıyafetlerini giyiniz.
2. Kullanılacak malzemeleri hazırlayınız.
3. İş parçalarının çapaklarını temizleyiniz.
4. İş parçalarını alın alına getiriniz. İş parçalarının aynı eksende olmasını sağlayınız.
5. Boru üzerinde punta atılacak noktaları işaretleyiniz.
6. Elektrodu alarak pense yerleştiriniz.
7. Tezgâh şasesini takınız.
8. Kaynak makinesinin güç düğmesine basınız.
9. Maskenizi takınız.
10. Punta sırasını takip ederek puntalamayı tamamlayınız.
11. Punta aralarına kesintisiz bir şekilde kaynak dikişi çekiniz.
12. Kaynak makinesinin güç düğmesini kapatınız.
13. Yapılan kaynak üzerindeki cürufu kaynak çekici ile kırınız.
14. Kaynak gölgesini tel fırça ile temizleyiniz.
15. Kullanılan araç gereçleri toplayınız.
16. Arkadaşlarınızla çevre temizliğini yaparak işi sonlandırınız.

## Değerlendirme

Yapacağınız çalışma aşağıdaki ölçütlere göre değerlendirilecektir Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

| DEĞERLENDİRME TABLOSU | | | |
|---|---|---|---|
| SIRA No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | VERİLEN PUAN |
| 1 | Kişisel koruyucu donanımları kullandı. | 10 | |
| 2 | Çevre güvenliğini sağladı. | 10 | |
| 3 | İş parçasındaki çapakları temizledi. | 10 | |
| 4 | İş parçası üzerindeki yağ ve kiri temizledi. | 10 | |
| 5 | Boruları alın alına sabitledi. | 10 | |
| 6 | Punta yerlerini işaretledi (markalama). | 10 | |
| 7 | Kaynak öncesi maskesini taktı. | 10 | |
| 8 | Puntalamayı yaptı. | 10 | |
| 9 | Punta aralarına düz dikiş çekti. | 10 | |
| 10 | Kaynak dikişi üzerindeki cürufu temizledi. | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

Bu uygulamadan başarılı sayılmanız için 100 üzerinden 70 puan almanız gerekmektedir. Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi gideriniz.

## Notlar

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

**1.** **Kaynak açıklığının temas ya da ısıl gerilmeler yüzünden bozulmaması için yapılması gereken işlem aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Boru askısı
B) Kaynak
C) Puntalama
D) Sıkı geçme
E) Vidalama

**2.** **Alın kaynağında, borular alın alına getirilmeden önce yapılması gereken kaynak işlemi aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Kaynak ağzı açılması
B) Kaynak bölgesinin soğutulması
C) Kaynak bölgesinin yağlanması
D) Borulara elektrik verilmesi
E) Boruların kaynatılması

**3.** **Elektrodun ark oluşturabilmesi için aşağıdakilerden hangisinin yapılması gerekir?**

A) Borular ölçüsünde kesilir.
B) Şase iş parçasına bağlanır.
C) Kaynak ağzı açılır.
D) Tel fırça ile temizlik yapılır.
E) Cüruf kırılarak temizlenir.

**4.** **Ark oluştururken elektrodun iş parçasına yapışmaması için iş parçasıyla arasındaki mesafe ne kadar olmalıdır?**

A) Elektrot çapının beş katı
B) Elektrot çapı artı 2 cm
C) Elektrot boyunun yarısı
D) Elektrot çapıyla aynı
E) Elektrot boyu kadar

**5.** **Kaynak yapabilmek için parçaların ve ek metalin erimesini sağlayan ark ısısı aşağıdaki olayların hangisinin sonucunda oluşur?**

A) Cürufun kırılması
B) Elektrodun örtülü olması
C) Elektron atlaması
D) Kaynağın havayla temas etmesi
E) Ön ısıtma yapılması

**6.** **Kaynak nüfuziyetinin kalın parçalarda sağlanması için aşağıdaki işlemlerden hangisinin <u>kesinlikle</u> yapılması gerekir?**

A) İnce parça seçilmeli.
B) Yukarıdan aşağıya kaynak yapılmalı.
C) Büyük çaplı elektrot kullanılmalı.
D) Kaynak ağzı açılmalı.
E) Amper ayarı düşürülmeli.

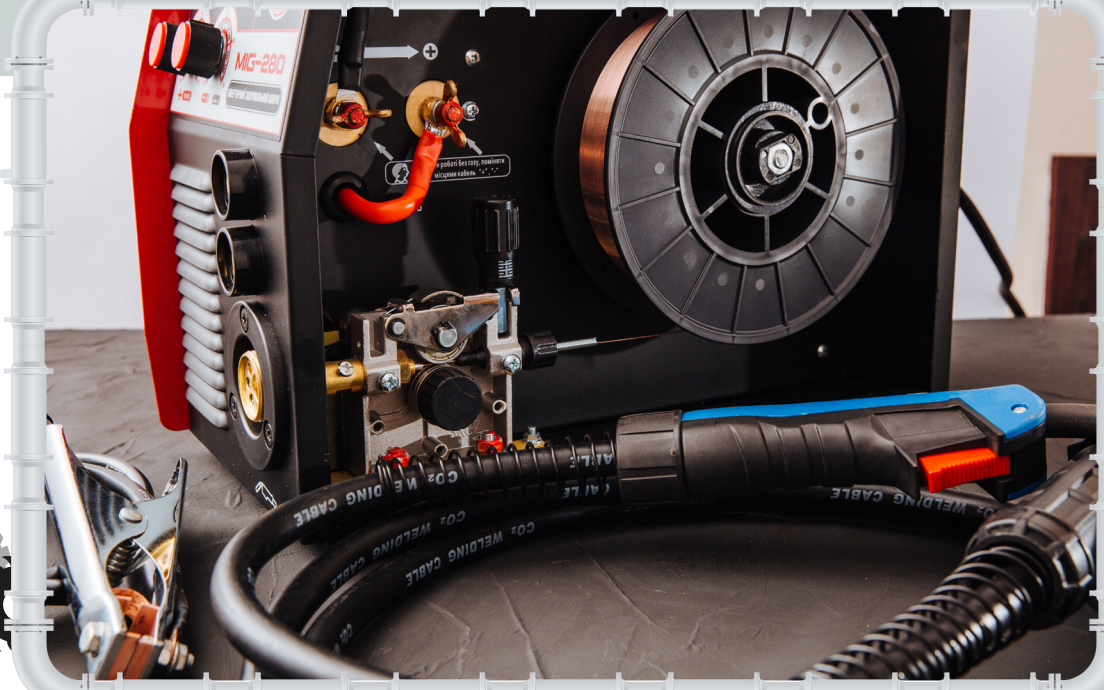
**7.** **Elektrot çapı ve amper ayarı seçilirken aşağıdakilerden hangisi dikkate alınmalıdır?**

A) Parça kalınlığı
B) Parça uzunluğu
C) Hava sıcaklığı
D) Ortam nemi
E) Kaynak yönü

**8.** **Kaynak dikiş yüksekliğini ölçmek için kullanılacak doğru ölçme aleti aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Açıölçer
B) Cetvel
C) Derinlik kumpası
D) Kaynak makinesi
E) Pergel

# 4. Öğrenme Birimi




# Borularda Mig-Mag Kaynak İşlemleri

**KONULAR**

4.1. MİG-MAG KAYNAK MAKİNESİ HAZIRLAMA
4.2. MİG-MAG İLE KÜT EK KAYNAĞI YAPMA
4.3. MİG-MAG İLE FLANŞ KAYNAĞI YAPMA
4.4. MİG-MAG İLE ÇELİK BORULARIN KAYNAĞINI YAPMA

**NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?**

- KAYNAK MAKİNESİ HAZIRLAMA
- UYGUN TORÇ VE TEL SEÇME
- KORUYUCU GAZ KULLANMA
- KAYNAK DİKİŞİ ÇEKME
- BESLEME DÜZENEĞİ HIZINI AYARLAMA
- KAYNAK

**Temel Kavramlar**

- Aktif
- Alaşım
- Besleme
- Gaz
- İnert
- Soy
- Tel hızı



**HAZIRLIK ÇALIŞMALARI**

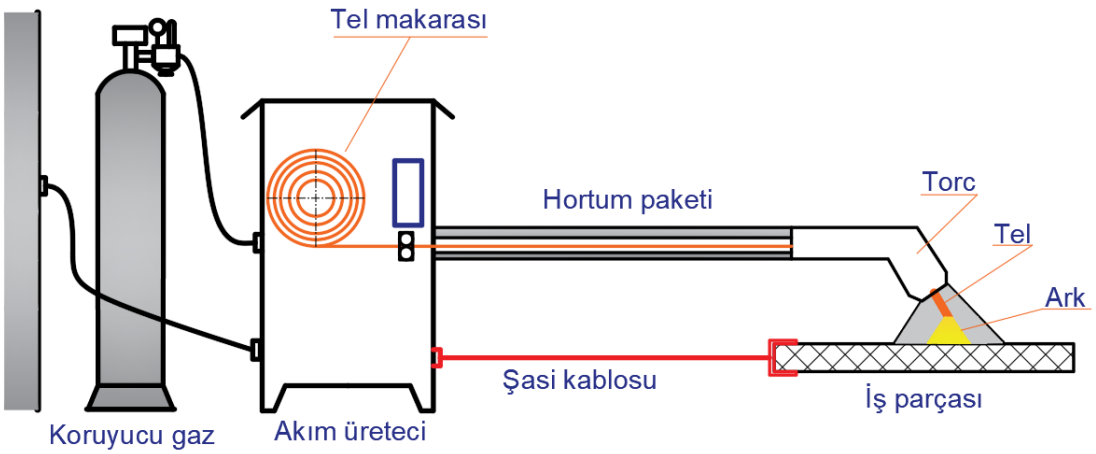
1. **Kaynak tekniklerinin çeşitli olmasının nedeni sizce nedir? Konuyla ilgili düşüncelerini paylaşınız.**
2. **MIG-MAG kaynağında kullanılan gazların insan üzerinde olabilecek etkilerini araştırınız.**



# 4.1. MİG-MAG KAYNAK MAKİNESİNİ HAZIRLAMA

Ergime sıcaklıkları birbirine yakın ya da aynı olan iki metalin (Termoplastiklere de kaynak yapılabilir.) ısı veya basınç altında birleştirilmesine **kaynak** denir. Kaynak işleminde birleştirilen iki metale üçüncü bir metal eklenir. Kaynak yapılırken ısı ve basıncın ayrı ayrı ya da birlikte uygulandığı kaynak yöntemleri de vardır. Kaynak sökülemeyen bir birleştirme türüdür. Birleştirilen malzemeleri ayırmak için kesilmeleri ya da kırılmaları gerekir.

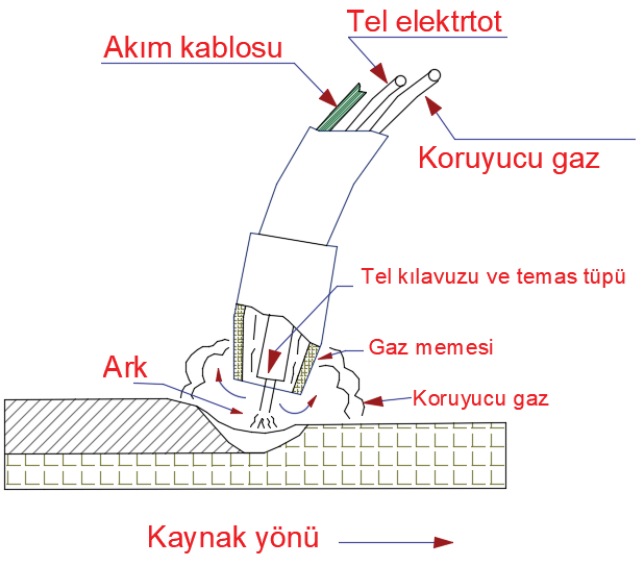
MİG-MAG kaynağı, **gazaltı** kaynağı olarak adlandırılır. Gazaltı kaynağı için gerekli olan ısı, elektrot ve iş parçası arasında oluşan arkla sağlanır. Bu anlanmada MİG-MAG kaynağı da elektrik ark kaynağı türüdür. Kaynak işlemi, elektrot eridikçe besleme düzeneğinden beslenerek devam eder. Kaynak bölgesini havanın zararlı etkilerinden korumak için torçtan gelen gaz kullanılır. Gaz kaynak bölgesine üflenerek kaynak dikişinin etrafında koruyucu bir alan oluşturur. Kullanılan gaz türü soy ya da karışım gazıdır. Şekil 4.1'de MİG-MAG kaynak ünitesinin kaynak düzeneği görülmektedir.




Şekil 4.1: MİG-MAG kaynak düzeneği

Elektrik ark veya oksigaz kaynağında olduğu gibi ilave metal kaynakçı tarafından ayrıca verilmez. Burada ilave metal tel sürme ünitesi yardımıyla kesintisiz bir şekilde ve sabit bir hızla kaynak

havuzuna (banyosuna) torçun içinden geçerek aktarılır (Şekil 4.2). Tel sürme ünitesinden gelen tel, örtüsüz ve kaynak için özel seçilmiş bir teldir ve buradaki adı da elektrottur.




Şekil 4.2: MİG-MAG kaynak tekniği

MİG-MAG kaynağı açık havada yapılmaz. Koruyucu gaz havada oluşan sirkülasyon yüzünden koruma görevini yapamaz ve dağılır. Bu durumda havada bulunan nem ya da oksijen, kaynak metalinin içine girerek kaynak dikişinde gözenekler oluşmasına neden olur.

## 4.1.1. MİG ve MAG Kaynağı Arasındaki Farklar

MİG ve MAG kaynakları arasındaki temel ayrım kullanılan koruyucu gazdan kaynaklıdır. Kullanılan gazın türüne MİG ya da MAG adı verilir. MİG sözcüğü **Metal Inert Gas (Metal İnert Gaz)** sözcüklerinin baş harflerinden oluşur. MAG sözcüğü ise **Metal Activ Gas** (Metal Aktif Gaz) sözcüklerinin baş harflerinden türetilmiştir. **İnert**, soy (asal) gazı, **Activ** sözcüğü ise aktif gazı anlatır. Soy gaz olarak helyum veya argon (Ar) gazı kullanılır. Aktif gaz olarak da karbondioksit ($CO_2$) gazı kullanılır. Karbondioksit, argon veya helyuma göre ucuz ve taşınması daha kolaydır. Karbondioksit sıvı hâlde tüplere doldurularak taşınır.

MİG kaynağı sırasında saf helyum ve argon gazı ya da bu iki gazın karışımı kullanılır. Gazın özelliği tepkisiz, hiçbir madde ile etkileşime girmemesidir. İnert terimi bu tepkisizliği ifade eder. Kullanıldığı metaller alüminyum, titanyum, bakır ve magnezyum olarak sıralanır. MİG kaynağı çelik dışındaki metallerde (tüm alaşımlarda) kullanılır.

MAG kaynak nüfuziyeti MİG yönteminde daha fazladır. Nüfuziyetin fazla olmasıyla birlikte kaynak hızının da yüksek olduğu akılda tutulmalıdır. MAG kaynağında karbondioksit ($CO_2$) veya karışık gazlar (argon, karbondioksit ve oksijen) kullanılır. MAG kaynağı paslanmaz çeliklerde ve çabuk oksitlenen metallerin kaynağında kullanılmaz. Genellikle çelik, düşük karbonlu çelik ve alaşımlı çeliklerin kaynağında kullanılır.

## 4.1.2. MİG / MAG Kaynağının Endüstrideki Yeri ve Önemi Nedir?

MİG ve MAG kaynak yöntemleri endüstride sıklıkla kullanılır. Bu kullanımın nedenlerinden biri yüksek erime hızı ile derin nüfuziyettir. Bununla birlikte yarı otomatik veya tam otomatik kaynak işlemlerine uygun olmaları ve kesintisiz kaynak yapılabilmesi artı değerler arasında sayılır. Kaynakçının her pozisyonda kaynak yapabilmesine olanak vermesi ve ince saclara kaynak işleminin kolaylıkla uygulanabilirliği de MİG-MAG kaynağının önemli bir özelliğidir. Bunun yanında kaynak esnasında aşırı ısınma olmadığı için iş parçasında ısıya bağlı çarpılmalar da görülmez.

MİG-MAG kaynak yöntemlerinin uygulanması kolaydır. Demir esaslı veya demir dışı metallerle bunların alaşımları da kaynak yapılabilir. Bunun için uygun elektrot ve gaz seçilmesi gerektiği unutulmamalıdır. MİG-MAG kaynağı bu özellikleri ve ekonomik bir kaynak yöntemi olması nedeniyle endüstride sıkça kullanılır.

## 4.1.3. Koruyucu Gazlar

MİG ve MAG kaynaklarında kaynak bölgesini havanın zararlı etkilerinden korumak için koruyucu gazların kullanılması gerekir. Bu gazlar soy ya da karışım olabilir. Argon, helyum ve karbondioksit saf halde kullanılabildiği gibi bunların karışımları da kullanılır. Argon içine az miktarda oksijen ve karbondioksit gazı karıştırılarak karışım gazı elde edilir. Bu karıştırılan gazların etkisi kaynak bölgesinde sıcaklığın yükselmesine ve yüzey gerilmelerinin azaltılmasına yardımcı olur. Karbondioksitin en önemli katkısı kaynak dikişinin derin nüfuziyetli olmasıdır.

Karbondioksit kimyasal olarak aktif bir gazdır. Bileşiminde bulunan karbonmonoksit ve serbest oksijene ayrışarak aktif duruma geçmesi için ısı kaynağına ihtiyaç duyar. Bu ısı kaynağı kaynak ark banyosudur. Ayrışan serbest oksijen, kaynak banyosundaki diğer elementlerle reaksiyona girer. Üretiminin kolay, ekonomik ve kaynak performansının iyi olması nedeniyle kullanım oranı yüksektir. Karbondioksit gazı genel olarak alaşımsız karbon çeliklerinin kaynaklarında kullanılır. Dikkat çeken en büyük olumsuzluğu arkın sesi ve sıçramalarıdır.

Argon gazı, demir ve demir dışı metallerin kaynağında kullanılır. Argon ve argon karışımları tüm metal iletimi modlarında kullanılabilir. Argon gazı kullanılan kaynak işlemlerinde, kaynak kalitesi, kaynağın mekanik özellikleri ve ark kararlılığı iyidir.

Helyum, ısıl girdisi yüksek olan kaynak uygulamalarında kullanılır. Kaynak yapılan metalin nüfuziyetini ve ilerleme hızını artırır. Kaynak banyosunun akışkanlığı yüksek olduğu için magnezyum, bakır ve alüminyum alaşımlarının kaynaklarında kullanılması önerilir. Helyum gazı çoğunlukla argonla karıştırılarak kullanılır.

## 4.1.4. Tel Sürme (Besleme) Düzeneği

Tel besleme düzenekleri, gazaltı kaynak makinelerinin en önemli parçalarından biridir. Kaynak işleminin kesintisiz yapılabilmesi için tel besleme düzeneklerinin çalışma verimi iyi olmalıdır.

Tel besleme düzeneğinde olabilecek bir sorun dikiş görüntüsünün bozulması ve kaynak arkında sıçramalara neden olur. Bu sorunları çözmek için harcanan zaman ve emek, istenmeyen maliyetlere yol açar.

Tel sürme düzeneklerinde elektrot olarak kullanılan tel, makaraya sarılı olarak bulunur. Kaynağın hızına göre makara dönüş hızı ayarlanır. Tel sürme düzeneği, ayarlanan sabit bir hızda teli kaynak bölgesine gönderir. Makaralar her durumda telle uyumlu olmak zorundadır. Makara kesit formu, elektrodun cinsine göre değişir.

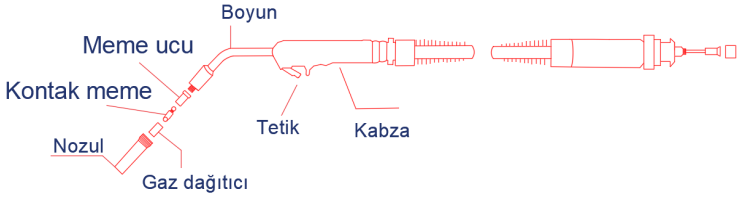
Buna göre **V** kesitli tel sürme makaraları; karbon çeliği, özel alaşımlı çelik, paslanmaz çelik gibi malzemelerde kullanılır. Sert dolgu işlemlerinde de **V** kesitli makaralar kullanılır. Hafif metallerin ve alüminyum alaşımların kaynak işlemlerinde U kesitli makaralar kullanılır. Kaynak sırasında özlü tel kullanılacaksa makara kesiti V seçilmeli ve tel yüzeyi tırtıklı olmalıdır. Tırtıklı tellerde baskı kuvveti dolu kesitli tellere göre daha az olmalıdır. Baskı kuvvetinin az seçilmesinin nedeni fazla baskı uygulandığında tel bozulur (çatlar) ve içindeki örtü malzemesini kaybeder.

## 4.1.5. Torclar

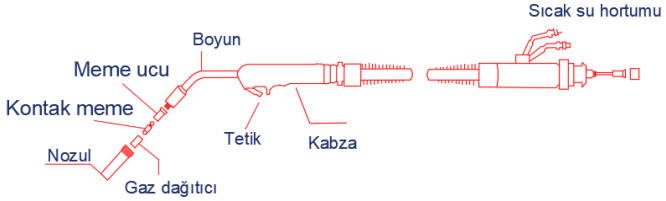
Koruyucu gazı ve çıplak tel elektrodu aynı zamanda kaynak bölgesine gönderen kaynak makinesi elemanıdır. Tel elektrodu kaynak bölgesine gönderirken tele akım yüklemesini de yapar. Biçim olarak oksi-asetilen kaynak üfleçlerine benzer. Bu şekilde yapılmasının nedenlerinden biri, kaynak bölgesindeki sıcaklıktan kaynakçıyı olabildiğince korumaktır.

Kaynak teline elektrik iletimi, kayar kontak yardımıyla tel torcu terk etmeden hemen önce yapılır. Koruyucu gaz, torcun ucunda bulunan nozuldan kaynak bölgesine girdapsız verilir.

Kaynak yapılırken torcun ısındığı da görülecektir. Bu sıcaklığın torca zarar vermemesi için soğutma sistemleri tasarlanmıştır. Bu soğutma sistemleri hava (Şekil 4.3) ve su soğutmalı (Şekil 4.4) olarak kullanılır. Su soğutmalı düzeneklerde sızdırmazlığı sağlamak zor ve maliyetli olduğundan daha çok hava soğutmalı torcların kullanımı yaygındır.



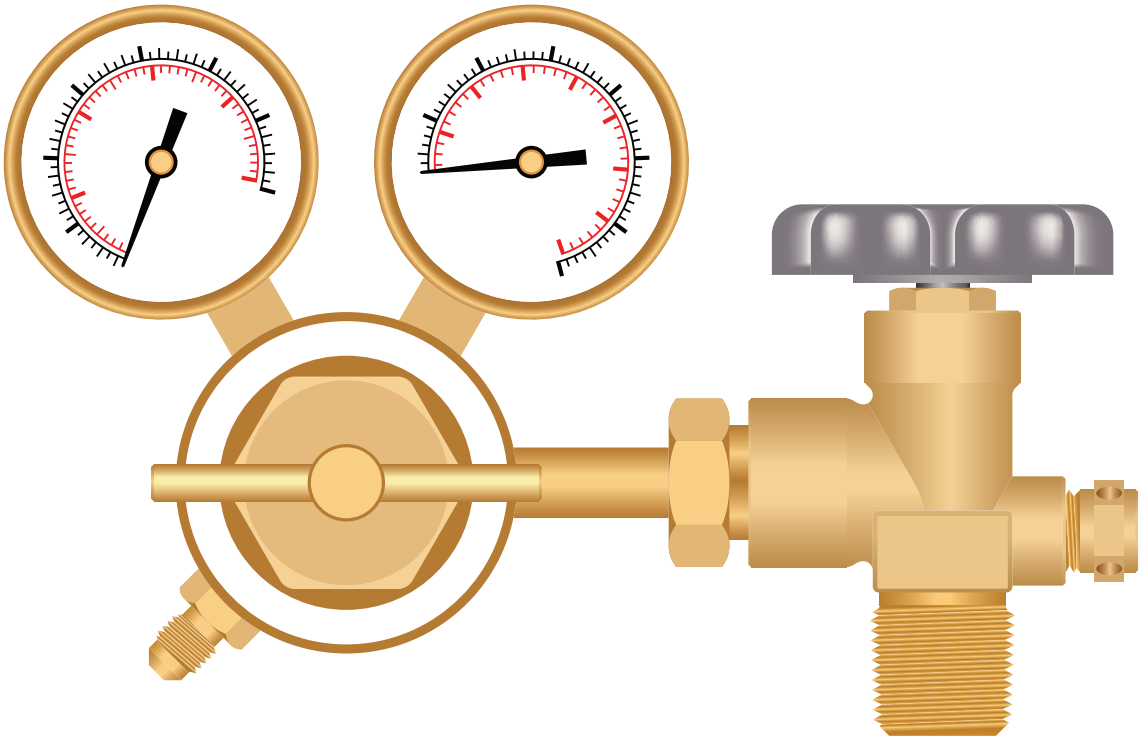

Şekil 4.3: Hava soğutmalı torc




Şekil 4.4: Su soğutmalı torc

## 4.1.6. Regülatörler

Kaynakta kullanılan koruyucu gaz tüplerinin çıkışına takılan ölçüm cihazıdır. Bu cihazların iki türü vardır. Bunlardan biri basınç diğeri de akış regülatörüdür. Tüpün içindeki basıncı ve tüpten dışarı gönderilen gazın basıncını ya da akış hızını gösterir. Bu göstergelerden yararlanarak kaynak bölgesine uygun basınçta ya da debide gaz gönderilmesi sağlanır. MİG-MAG kaynağında akış regülatörleri kullanılır. Bu regülatörlerde tüp tarafındaki değer, basınç olarak çalışma tarafındaki değer ise l/dk. cinsinden gösterilir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5: Regülatör

Kullanılacak regülatörün gazla uyumlu olmasına dikkat edilmelidir. Kaynak bölgesine gönderilen gazın debisini ayarlarken kaynak teli çapının on katı kadar gaz l/dk. cinsinden gönderilir. Akışta yaşanacak kayıplar için de artı olarak 2 l/dk. daha gaz ilave edilir. Örneğin 0,8 mm çaplı bir tel için ayarlanacak debi miktarı 0,8 x 10 + 2 = 10 l/dk. olacaktır.

Regülatörler tüplere takılırken diş kaptırılmamasına dikkat edilmelidir. Özellikle oksijen regülatörleri bağlanırken ya da çıkarılırken yağlı elle işlem yapılmamalıdır. Kaynak işlemi bittikten sonra gaz vanaları kesinlikle kapatılmalıdır. Karbondioksit tüp regülatörleri özel üretilmiş ısıtıcılarla ısıtılır. Bunun nedeni, karbondioksit tüpünün soğutma etkisi yüzünden oluşan karlanmayla regülatörlerin tıkanmasıdır. Karlanma yüzünden oluşan tıkanma, ısıtıcılar yardımıyla engellenir.

## 4.1.7. Hortumlar

Hortumlar; koruyucu gazları tüplerden alarak kaynak torcu yardımıyla kaynak bölgesine ileten özel olarak üretilmiş, gözeneksiz yardımcı elemanlardır. Doğal ve sentetik kauçuktan üç kat olarak üretilen hortumlar, kaynak yaparken oluşan ısıya ve çapaklara karşı dirençlidir. Hortum katlarının özellikleri şöyle sıralanır:

**Üst kat:** Havanın etkisine ve sürtünmelere dayanıklıdır.
**Takviye kat:** Katlar arası takviye görevi gören kat tekstildir.
**Alt kat:** Sentetik elastomer karışımı, siyah, düz ve pürüzsüzdür.

## 4.1.8. MİG-MAG Kaynak Makinelerinin Çalışma Ayarları

Kaynak makinesi, kaynak için gerekli olan gerilim ve akım şiddetini oluşturmak amacıyla geliştirilmiş doğru akımla çalışan makinelerdir. MİG-MAG kaynak düzeneği elemanları şunlardır:

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

MİG-MAG kaynak makinelerinde akım şiddeti 10-600 amper arasında değişirken ark gerilimi 25-55 volttur. Akım şiddeti yüksek kullanıldığı için her 100 amperde 5 volt gerilim kaybı yaşanır. Buna rağmen bu makineler sabit gerilimli makineler olarak adlandırılır. MİG-MAG makinelerinde istenen akım şiddeti kaynak telinin ilerletilmesiyle elde edilir. Kaynağa başlamadan önce tel hızı ve gerilimin belirlenmesi bu açıdan önemlidir. Tablo 4.1'de malzemenin kalınlığına göre yapılacak amper ve tel hız ayarları verilmiştir.

Tablo 4.1: Malzeme Kalınlığına Göre Tel Hızı ve Amper 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 |

# 4.2. MİG-MAG KÜT EK KAYNAĞI YAPMA

MİG-MAG kaynağında iyi bir küt kaynak yapılabilmesi için yönergelere uyulması gerekir. Bu yönergeler; tel seçimi, amper ayarı, gaz seçimi ile parçanın cinsi ve kalınlığına bağlı olarak kaynak işleminin yapılmasıdır. Ayrıca parçanın kalınlığına göre kaynak ağzının açılması da gerekebilir.
Kaynağın iyi olabilmesi için kaynak nüfuziyetine dikkat edilmelidir. Kaynak nüfuziyeti iyi değilse ya da kaynak içinde gözenek, çukur ve çatlak oluşuyorsa bu hatalı bir kaynaktır. Nüfuziyet, kaynak sırasındaki erime kaynak yapılan malzeme kalınlığı kadar olmalıdır. Eğer bu erime malzeme kalınlığı kadar olmazsa kaynağın alt tarafında (diğer yüzünde) kırılmaya neden olur ve hatalar (oyuk ve çentik) görülür.

Kaynak hataları; uygun elektrot seçilmemesi, akım şiddetinin yeterli seviyede olmaması, kaynak ağzı açılmaması ve kök pasonun iyi (kaliteli) yapılmaması gibi nedenlere bağlıdır. Böyle bir hatayla karşılaşılması durumunda, hata bölgesi temizlenip bir paso kaynakla düzeltilmelidir. Bu düzeltmenin yapılmadığı durumlarda çentik ve oyuklar kaynak bölgesinin dayanımını olumsuz etkiler.

MİG-MAG kaynağında parçalar kaynakla 100 mm'ye kadar birleştirilebilir. Bunun yapılabilmesi için parça kalınlığı dikkate alınıp uygun kaynak ağızları açılmalıdır. Kalın bir parçanın kaynağı çift taraflı yapılıp yeterli akım şiddeti ayarlanmalıdır. Kaynak ağzı kalınlığa bağlı olarak U, V ya da X biçiminde olabilir.

Parça kalınlığına göre kaynak ağzı açılması ve kaynak yapılacak malzemenin türü dikkate alınır. Isıl iletkenliği düşük bir malzeme ile ısıl iletkenliği yüksek bir malzemenin kaynak yapılma yeteneği farklıdır. Bu nedenle kaynak ağzı açarken sadece malzeme kalınlığı değil o malzemenin cinsine de dikkat edilmelidir.

Küt alın birleştirmelerde aşağıdan yukarıya doğru kaynak yapılıyorsa elektrot hafif zig-zaglı bir hareket yapar. Bu hareket yarım ay şeklinde çizgiler çizer. Yukarıdan aşağıya doğru küt alın birleştirme yaparken eriyen metal ark banyosunun önüne geçebilir. Bunu önlemek için uygun bir hızda kaynak yapılması önerilir. Bu hız, tel besleme hızıyla uyumlu olmalıdır. Arkın akışını, elektrodun besleme hızını göz önüne alarak kaynağın hızını ayarlamak kaynakçının becerisine kalmıştır. Kaynağı yukarıdan aşağıya doğru yaparken kaynak hareketi ters U biçiminde olmalıdır.

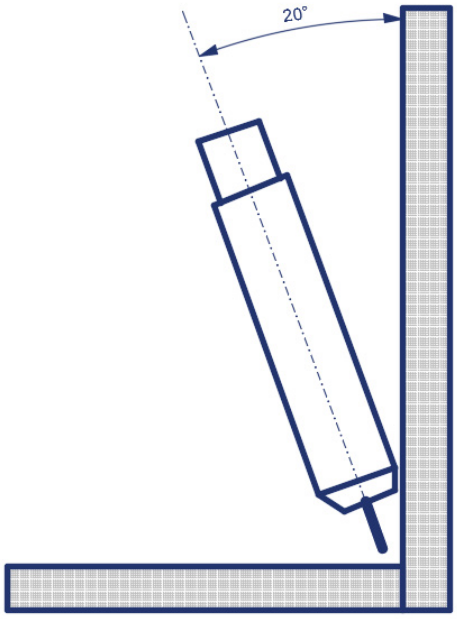
## 4.2.1. Amper ve Tel Hızı Ayarı

Akım şiddeti ve tel hızı birlikte ayarlanmalıdır. Kaynak telinin ilerleme hızı makara düzeneğinde bulunan hız ayar düğmesi yardımıyla yapılır. Tel sürme hızı artırıldığında kaynak akım şiddeti de artırılmalıdır.
Kaynak akım şiddeti yükseldikçe erime gücü artar. Bu artışın nedeni, serbest tel ucunda, telin şiddetli bir elektrik direnciyle ısınmasıdır. Bütün kaynak parametreleri sabit tutulsa da artan akım şiddetiyle kaynak dikişinin eni, yüksekliği, nüfuziyeti ve boyutları akım şiddetiyle birlikte artar.

## 4.2.2. Kaynak Torcunun İş Parçasına Göre Konumu

Kaynak dikişinin istenen (ideal) şekli alması için kaynak torcunun uygun açılarda tutulması gerekir. Kaynak operatörünün kaynak becerisi ve torcun uygun açıda tutulması istenen dikiş kalitesini sağlar ve görsel olarak da estetik bir dikiş elde edilir.

Kaynak torcu 90° açıyla iş parçası üzerine tutturulurken ilerleme esnasında 5°–10°'lik sarkaç hareketleri yaptırılır. Bu sarkaç hareketi en fazla 30° sınır açısı olabilir. Sınır açısının aşılması durumunda kaynak banyosunun kontrolü sağlanamaz. Kaynakçı kaynak banyosunu göremediği için dikiş kalitesi düşer. Ayrıca nüfuziyet azalır ve dikiş incelir. Gaz banyosu da kaynak dikişi üzerinde koruma şemsiyesi görevini yapamayacağı için kaynak dikişinde gözenekler oluşur.
Torca verilecek hareket, malzemenin cinsine ve kaynağın konumuna göre değişir (Şekil 4.6). Kaynak konumu yatay ya da dikey olabilir. Her konumun kendine göre hareket tarzı vardır. Dikey konumda geri dönüş hareketi yapılması bir zorunluluktur. Yatay konumda ise torc zikzak hareketi yaparken köşe kaynağında (iç köşe) dairesel hareketler yapmalıdır.




Şekil 4.6: Köşe kaynağı torc açısı

## 4.2.3. Kaynakta Oluşabilecek Fiziksel Hatalar

Kaynak torclarının içinden elektrot geçtiği için torc kullanımına dikkat edilmelidir. Fazla eğilip bükülen torcların içindeki elektrotlar zarar görerek üzerindeki kaplamalar dökülür. Bu durumda elektrot görevini tam yapamaz ve kaynak bölgesine kesik kesik gelir. Tele elektrodun sarıldığı makara ayarı kontrol edilmeli ve tel hızına uyum sağlayacak sıkılıkta olmalıdır. Makaranın sıkı olması tel sürme mekanizmasının zorlanmasına neden olabilir. Bu zorlanma arızalara neden olur. Makara çok gevşek olursa tel sürme mekanizması teli hemen çekemeyeceği için tel elektrot boşa düşer ve makara dağılır.

## 4.2.4. Temizlik

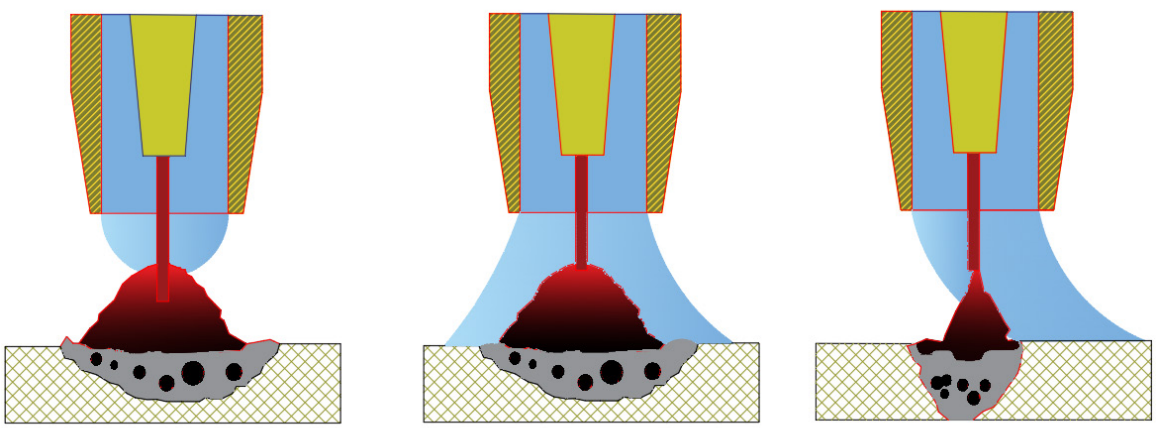
Gazaltı ark kaynağı yapılmadan önce iş parçaları ve kaynak ağızlarının temizlenmesi gerekir. Kaynak ağızları temizlenmediğinde dikişte gözenekler oluşur ve bu da kaynak kalitesini olumsuz etkiler. İş parçası ve kaynak ağızlarının temizliği yanında kaynak telinin de temiz olması önemlidir. Kaynak telleri üzerinde oksitlenme olmamasına dikkat edilmelidir. Temizlik esnasında kimyasal temizleme yapılacağı için ortamın iyi havalandırılması da önemlidir.

## 4.2.5. Gözenek Oluşumu

Argon gazı kullanılarak yapılan kaynak işlemlerinde gazdaki saflığın bozulmasıyla kaynakta gözenek oluşumu görülür. Bunun yanında kaynak dikişinde oksitlenme ve nitrür birikimi olur. Kaynak dikişindeki bu hatalar yapısal bütünlüğe zarar vererek direnci büyük oranda zayıflatır. Yetersiz gaz koruması yüzünden oluşan bu hataları gidermek için alınacak önlemler şunlardır:

- Gaz debisi kontrol edilir, yetersizse artırılır.
- Gaz debisi hesabı kontrol edilir.
- Hortum ve toclardaki gaz kaçakları kontrol edilir.
- Gazın kaynak metaline uygun olup olmadığına bakılır.
- Kirli ve nem barındıran gazlar kullanılmaz.
- Ark çevresindeki dış hava akımı önlenir.
- Kaynak işlemine uygun gaz nozulu seçilir.

Gaz debisinin kaynak dikişine olan etkileri Şekil 4.7'de gösterilmiştir.



a) Gaz oranı yetersiz | b) Gaz oranı yüksek | c) Hava akımının olumsuz etkisi

Şekil 4.7: Kaynak hatası oluşum sebepleri

# 4.3. MİG-MAG FLANŞ KAYNAĞI YAPMA

Borular kaynak yöntemleriyle birleştirildiğinde bu sökülemeyen bir birleştirme olarak adlandırılır. Oysa bazı durumlarda boruların sökülmesi de istenir. Bu tür birleştirmeler flanşlar (Görsel 4.1) yardımıyla yapılır. Flanş dairesel kesitli, sökülebilen fakat sızdırmazlık sağlayan bir konstrüksiyon elemanıdır. Flanşlar borulara kaynakla birleştirilir ve karşı borudaki ya da makine parçasındaki elemana cıvata ve somun yardımıyla bağlanır. Bu cıvata ve somunlar flanş üzerine açılmış olarak bulunur. Sızdırmazlığı sağlamak için de iki flanş arasına uygun sızdırmazlık elemanı (conta, keçe vb.) konur. Sızdırmazlığın tam sağlanması için conta koyulduktan sonra cıvata ve somunların tekniğine uygun sıkılması gerekir.



Görsel 4.1: Flanşla birleştirmede flanş kaynağı

Flanşlar kullanıldıkları yerlere ve yapılışlarına göre farklılıklar gösterir. Bu flanşlar şu şekilde sıralanır:

- Paslanmaz düz flanş
- Paslanmaz kaynak boyunlu flanş
- Paslanmaz dişli flanş
- Paslanmaz serbest flanşlar
- Paslanmaz kör flanşlar

Paslanmaz düz flanş kullanılırken hattın önü ve arkası olmak üzere iki ucuna da kaynak yapılıp hat birbirine bağlanır. İki flanş birbirine contalarla bağlanarak sızıntıların önüne geçilir.
Paslanmaz kaynak boyunlu flanşlarda, kaynak yapılacak uç kısım daha uzundur ve iki flanş üst üste getirilerek birbirine bağlanır.

Paslanmaz dişli flanşlar, hatların sonuna kaynatılan nipellerle kullanılır. Paslanmaz boru hatlarında kullanılır.

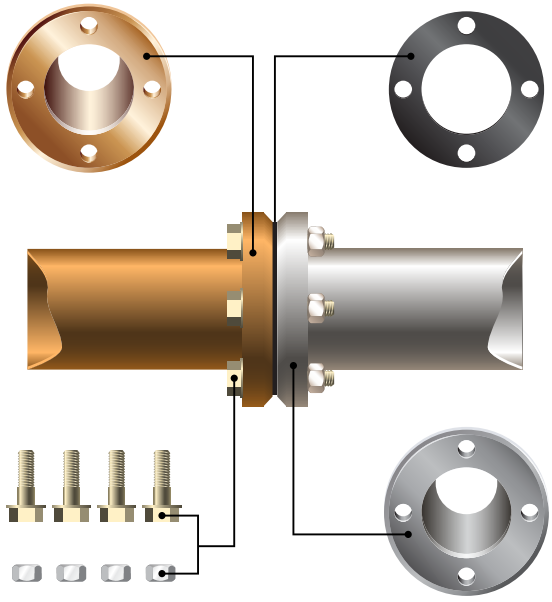
Paslanmaz serbest flanşlar hatların makinelere bağlandığı noktalarda kullanılır. Hat üzerinde serbestçe hareket edebilen serbest flanşlar, paslanmaz yakalarla kullanılır. İçinden boru geçirilip yaka kaynatılarak flanşların boru dışına çıkması engellenir.

Paslanmaz kör flanşlar hat sonlarında kullanılır. Boru hattı buradan öteye gitmemektedir ve yine aynı şekilde sızdırmazlık şartına bağlı kalınması gerekir.

## 4.3.1. Flanş Kaynağında Dikkat Edilmesi Gerekenler

Flanş kaynağı yapmadan önce uygun flanşın seçilmesi önemlidir. Bağlantı yapılacak yere uygun olmayan flanşların seçimi, malzeme ve işçilik kaybına neden olur. Bu tür israfların önüne geçmek için ön çalışma yapılması faydalı olur.

Kaynak yapılacak flanş çalışılacağı yere uygun olarak seçilmeli, tesisattan gelecek yükleri karşılayacak dayanıklıkta olmalıdır. Kaynak yapılmadan önce cıvata delikleri birbirine denk getirilmeli (Görsel 4.2) ve daha sonra borulara kaynakla birleştirilmelidir. Flanş birleşiminin toplam kalınlığı (boyu) hesaplanırken flanşların arasına konulacak sızdırmazlık elemanının kalınlığı da hesaba katılmalıdır.



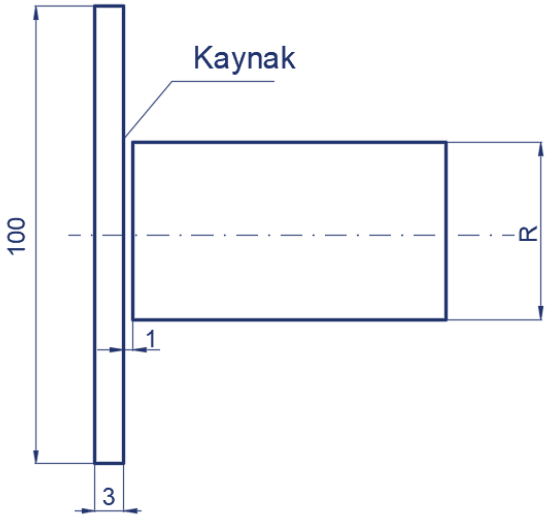
Görsel 4.2: Flanşların birleştirilmesi

Flanşın taşınması, takılması ve markalanması gibi bütün kaynak işlemi uygulamalarında iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edilmelidir.

## 4.3.2. İş Parçalarını Flanş Kaynağına Hazırlama

Flanş kaynağını yapabilmek için flanş dâhil olmak üzere gerekli araç ve gereç kaynak alanına taşınır. Kaynak yapılacak parçaların temizliği uygun şekilde yapılır.

Flanş ve boru arasında 1 mm boşluk bırakılmalıdır. Bu boşluk kaynak nüfuziyeti için gereklidir. Şekil 4.8'de bu boşluk gösterilmiştir. Bu boşluk pratik olarak 1 mm kalınlığındaki sac parçalar kullanılarak yapılabilir.

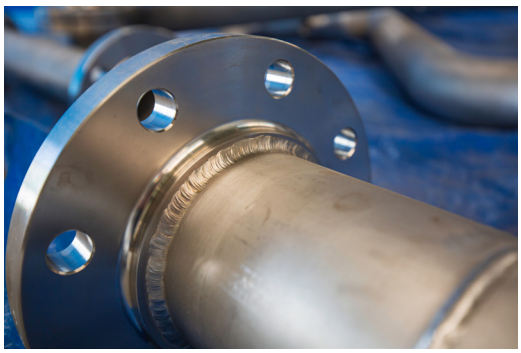



Şekil 4.8: Flanşın kaynak işlemine hazırlanması

Flanşa baskı yapacak şekilde boru üzerine ağırlık da konulabilir. 1 mm boşluk ayarlandıktan sonra boru ve flanş birbirine puntalanır. Bu puntalar borunun çapına göre çift sayı olacak şekilde yapılır. Temel olarak iki punta atılabilir. Bu puntalar karşılıklı olarak yapılmak zorundadır. Böylece ısıl gerilmeler yüzünden boru ve flanş arasındaki açıklığın sabit kalması sağlanır. Açıklığın bozulması yanı sıra eksen kaçıklığı oluşumu da olasılıklar içindedir. Bu durum kaynak işleminin tamamında hataya neden olur.

## 4.3.3. Borulara Flanş Kaynağı Yapma

Flanş kaynağına başlarken yapılacak ilk işlem gerekliyse kaynak ağzı açmak olmalıdır. Kalın etli parçalara kaynak ağzı açmak bir zorunluluktur. Boru ile flanş birbirine 90° açı ile eşit aralıklarla puntalanır. Çalışma yerine ve imalat resmine göre bu açı değişebilir. İmalat resminde bulunan yönergelere uyulmalıdır. Gerekli durumlarda ön tavlama işlemi yapılır ve arkasından kaynak başlatılır. Bu kaynak iç köşe kaynağı olarak yapılır (Görsel 4.3). Bazı flanşlar içten kaynatılır. Kaynak bittikten sonra sızdırmazlık testiyle birlikte basınç testinin yapılması uygun olur.



Görsel 4.3: Flanş kaynağı

# 4.4. MİG-MAG KAYNAK YÖNTEMİYLE ÇELİK BORULARIN KAYNAĞI YAPMA

MİG-MAG kaynağında yapılan dikişin başarılı olmasının en önemli etkenlerinden biri torca verilecek hareket şekilleridir (Şekil 4.9). Bu torc hareketlerinde kaynak yapan kişinin bilgi ve deneyimi uygulanır. Otonom sistemlerde torc hareketi sabittir. Torcun kaynak yönüne doğru tutularak hareket ettirilmesi önemli bir noktadır. Böylelikle koruyucu gaz kaynak alanını tam olarak kaplar.




Şekil 4.9: Boru kaynağında torca verilecek hareketler

## 4.4.1. Kaynak Öncesi Hazırlık

İyi bir kaynak dikişi elde etmek için kaynak öncesi hazırlıkların doğru şekilde yapılması gerekir. Akışkanların iletilmesinde kullanıldığı için borulara sızdırmaz bir kaynak yapılması önemlidir. Akışkan olarak patlayıcı ve yanıcı akışkanlar da iletilebilir. Bu akışkanlarda olabilecek bir sızıntının çevresel bir felakete, kaza ve yaralanmalara yol açacağı unutulmamalıdır. Bu yüzden kaynak dikişi tüm olasılıklar göz önüne alınarak kaliteli bir şekilde yapılmalıdır. İyi bir kaynak için yapılacak ön hazırlık çalışmaları şu şekildedir:

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

Borulara alın kaynağı yapılacağı zaman eksenlerinin aynı hizada olması gerekir. Büyük çaplı borularda eksenleri aynı hizada tutmak için boru sabitleme aparatları kullanılırken küçük çaplı borularda V yatakları kullanılır.

## 4.4.2. Markalama

Kaynak işleminden önce imalat resminde bulunan ölçülerin kaynak yapılacak parçalar üzerine aktarılmasına **markalama** denir. Markalama uygun ölçü aletleriyle (pergel, çelik cetvel, mastar, gönye vb.) yapılır. Boru üzerine bir marker kalemle (işaretleme kalemi) ölçü ve çizgiler aktarılır.

## 4.4.3. Kesme

Borular kaynak yapılmadan önce istenen ölçülere getirilir. Bunun yanında kaynak ağzı açılması da gerekir. Boruları istenen ölçülere getirilmek için markalamada gösterilen yerlerden kesilir. Kesme işi testere, boru makası veya jet taşları ile yapılır.

## 4.4.4. Temizleme Yöntemleri

Kesme işleminden sonra kaynak ağızlarının temizlenmesi gerekir. Çünkü tüm kesme işlemlerinde çapak denilen artıklar kesme yüzeyinde kalır. Temizlenmezse kaynak kalitesini olumsuz etkiler. Boru çeperlerinin iç kısmında kalan çapaklar kaynağı etkilemese bile akışkanın hızını yavaşlatabilir. İç kısımdaki bu çapakların diğer çapaklarla birleşerek boruları tıkaması da olasıdır. Hangi kesme işlemi kullanılırsa kullanılsın kaynakta çapak meydana gelir. Tüm bu olumsuzlukların önüne geçmek için kaynak öncesinde çapak temizleme işine önem verilmelidir. Çapaklar eğe, rayba ya da çapak temizleme aparatları ile temizlenir. Büyük çapakların temizlenmesi bu aletlerle yapılamıyorsa el tipi zımpara taşları kullanılır.

Kaynak öncesi temizlik işlemi sadece çapaklarla sınırlı değildir. İş parçalarının ve boruların üretimi sırasında biriken yağ, kir ve oksit artıkları da temizlenmelidir.

Kesme işlemi sırasında borular alın alına getirilerek yüzeylerinin birbirine tam olarak uyması sağlanır Bir uyumsuzluk görülürse temizleme taşlarıyla düzeltilir. Bu işleme **alıştırma işlemi** adı verilir.

## 4.4.5. Kaynak Ağzı Açma

Kaynak yapılacak parçaların kesitlerinin daraltılmasına **kaynak ağzı açma** denir. Kaynak ağzı talaş kaldırma yöntemleri ile açılır. Bu işlemden sonra çapak temizliği yapılmalıdır.

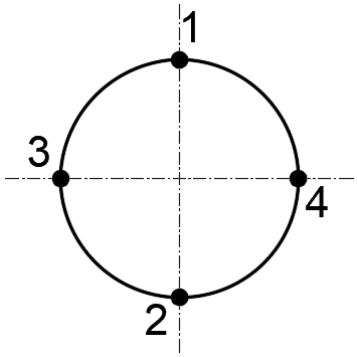
Kaynak ağzı açılmasının nedeni nüfuziyetin artırılmasıdır. Kalın parçalarda kaynak ağzı açılmadığında kaynak derinliği az olur ve kaynak dikişi sadece malzemenin yüzeyinde kalır. Bu durumda kaynak dikişinin iki parçayı bir arada tutması olanaksızdır. Kaynak direncinin üst seviyede ve iki parçanın istenen şekilde olması için kaynak ağzı açılır. Düzgün yapılmayan kaynak ağızları doğrudan kaynak kalitesini bozar.

Kalın, etli olmayan ve küçük çaplı borularda kaynak ağzı açılması gerekiyorsa bu işlem, eğe taşlama makineleri cihazları vb. yardımıyla yapılır. Bu borulara küt ek kaynağı yapılacaksa kaynak ağzı açılmasına da gerek yoktur.

## 4.4.6. Boruları Puntalama

Boru kaynaklarında eksenin durumu önemlidir. Alın alına yapılacak bir kaynak işleminde her iki borunun aynı düzlemde ve aynı eksende olması gerekir. Bunu sağlamak için kaynak yapılacak

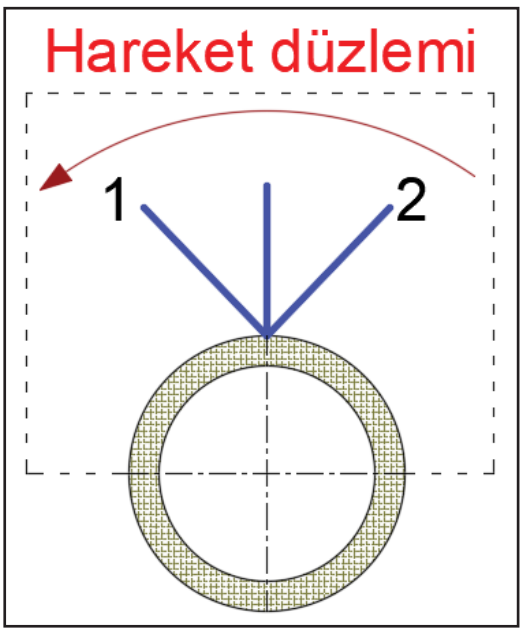
silindirik borular, boru sabitleme araçları ve V yatakları kullanılarak aynı hizaya getirilir.
Buna rağmen borular kaynak sırasında hareket ederek eksenden kaçabilir. Eksenden kaçmanın önüne geçmek için kaynağın ilk adımı olan puntalama işlemi yapılır. Puntalama en az iki olmak üzere genelde dört adet yapılır (Şekil 4.10). Borunun çapı büyüdükçe bu sayı artırılabilir. Puntalar eşit aralıklarda ve karşılıklı olarak atılır. Böylece ısıl gerilmelerle borunun hareket etmesi ve kaynak ağzı açıklığının bozulması da önlenir. Şekilde verilen numara sırasına göre punta atılmalıdır.




Şekil 4.10: Alın kaynağında puntalama yöntemi- komisyon

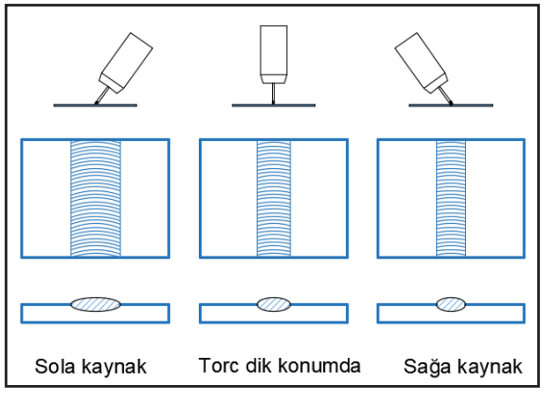
## 4.4.7. Elektrot Açıları

Kaynak dikişinin kaliteli ve istenen özelliklerde olması için kaynak yapılacak malzemenin konumuna göre uygun torc (elektrot) açısının verilmesi gerekir. Elektrot açıları Şekil 4.11'de görülmektedir. 1 sağa kaynakta hareket açısı, 2 sola kaynakta hareket açısı.




Şekil 4.11: Hareket düzlemi üzerinde çalışma açısı

Elektrodun ucu; kaynak yönünün tersine yönelirse bu tekniğe **sağa kaynak**, aynı doğrultuda ise **sola kaynak** adı verilir (Şekil 4.12).



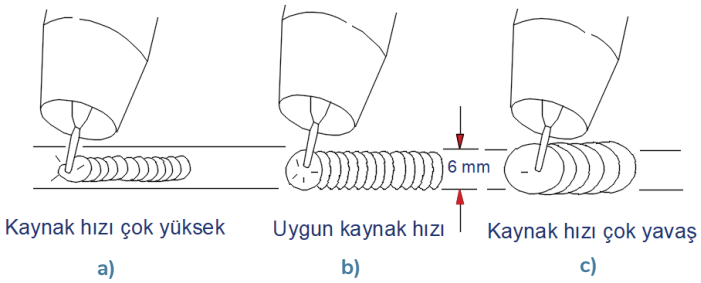

Şekil 4.12: Kaynak konumlarının parça üzerine etkileri- komisyon

Torcun hareket açısı sıfırdan sola kaynak tekniği açısına kadar artırılırsa nüfuziyet artar, kaynak dikişi düz ve geniş duruma gelir. Kaynak dikişindeki en iyi nüfuziyet sağa kaynak tekniğinde (açı 25°) elde edilir. Bunun yanında sağa kaynak tekniğinde kaynak dikişi daha dardır ve iş parçası üzerinde daha çok sıçramaya neden olur. Kaynak banyosunu kontrol etmek için hareket açısının 5-15° arasında olması önerilir.

## 4.4.8. Kaynak Hızı

**Kaynak hızı**, torcun ve torcla hareket eden kaynak banyosunun hızını tanımlar. Bu hız kaynak yapılacak parça boyunca sabit kalır. Kaynak hızının kaynak kalitesine etki ettiği ve hız düştükçe nüfuziyetin arttığı gözlemlenmiştir. Her metalin erime değeri farklı olduğundan iş parçasının türüne göre kaynak hızı ayarlanmalıdır. Bu ayarlanmadığında erime sıcaklığı düşük bir metalde yapılacak standart bir kaynak işleminde kaynak metalinin yığıldığı görülecektir. Ayrıca parçada farklı bozulmalar da (delinme vb.) görülebilir.

Teorik olarak hız azaldığında nüfuziyetin arttığı görülse de gerçek hayatta bu sonuca her zaman ulaşılmayabilir. Kaynak metali yığıldığı için kaynak arkı kaynak banyosunun üzerinde yanar. Böylece nüfuziyet düşer ve kaynak dikiş genişliği de fazla olur. Genel olarak orta kaynak hızında işlem yapılması önerilir. Hız ayarında unutulmaması gereken malzemeye göre elektrot (tel) seçilmeli, amper ayarları ve hız ayarları bütünleşik olarak ele alınmalıdır. Kaynak hızı ve etkileri Şekil 4.13'de gösterilmiştir.




Şekil 4.13: Kaynak konumlarının parça üzerine etkileri

Yüksek kaynak hızlarında gözlemlenen durum ise şu şekilde açıklanabilir: Kaynak hızı artırılırsa ark esas metale daha doğrudan etki ettiğinden birim kaynak dikişi uzunluğu başına arktan, esas metale iletilen ısıl enerji önce artar. Kaynak hızının daha da artırılmasıyla birim dikiş uzunluğu başına, esas metale daha az ısı enerjisi verilir. Bu nedenle artan kaynak hızıyla esas metalin erimesi önce artar ve daha sonra azalır. Kaynak hızı daha da artırılacak olursa ark tarafından eritilen yolu doldurmaya yetmeyecek miktarda dolgu metali yığılır. Böylece kaynak dikişinin kenarlarında yanma olukları oluşur.

Boru kaynağı yapmak için şu işlemlere dikkat edilmelidir:

- Kaynak parametreleri (makine, torç, araç-gereç) hazırlanır.
- Kaynak yapılacak malzemeler kaynağa hazırlanır.
- Kaynak akımı, elektrot açısı ve kaynak hızı doğru belirlenir.
- Torçla kaynak parçasındaki mesafe iyi ayarlanır.
- Kaynak bitiminde cüruflar temizlenir.

Boru kaynaklarında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Kaynatılacak borular markalanarak ölçüsünde kesilir.
- Kesilen parçaların yüzey ve birleştirme temas noktalarının ara kesitlerinin birbirine alıştırılması,
- Boru parçaları alın alına getirilerek eksen noktalarından puntalanır.
- Punta aralığı borunun çevresi dikkate alınarak eşit aralıklarda ayarlanır.
- Kaynaklama işlemine tepe noktasından başlanır ve borunun ¼'ü kadar dikiş çekildikten sonra konumu değiştirilir.
- Kaynak sırasında kaynak banyosu küçük tutulur.
- Özellikle küçük çaplı boruların kaynağında düşük gerilimli akım kullanılır.
- İnce et kalınlığına sahip küçük çaplı borular delinmemesi için mümkün olduğunca sola doğru kısa sürede kaynak edilir.

## 4.4.9. Kaynak Dikişini Temizleme

Gazaltı kaynağı, diğer kaynak yöntemlerinde olduğu gibi bir cüruf tabakası oluşturmaz. Ancak kaynak sırasında sıçramalar nedeniyle kaynak bölgesinde bazı birikmeler olur. Oluşan bu birikimlerin temizlenmesi gerekir. Borunun kullanım alanı çoğunlukla belirli bir kısma girdiği için kaynak yüzeyinde oluşan bu çıkıntılar montajı zorlaştırır.

**« SIRA SİZDE »**

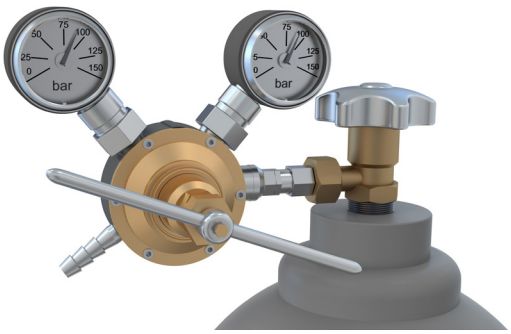
MIG-MAG kaynağında kesintisiz tel verilmesinin sağladığı yararlar nelerdir? Bu yararların kaynak dikişine etkisi nasıldır? Düşüncelerinizi belirtiniz.

## 10. UYGULAMA: MİG-MAG BASINÇ REGÜLATÖRÜ

**AMAÇ:** MİG–MAG basınç regülatörü montajı ve çalışma basıncı ayarını yapmak.

**YÖNERGE:** Bu çalışmada sizden Şekil 4.14'te verilen regülatörü gaz tüpüne uygun şekilde bağlamanız beklenmektedir. Regülatör düzeneğini bağladıktan sonra gaz basınç ayarlarını yapınız. Çalışmanızı yaparken işlem basamaklarına dikkat ediniz.

**SÜRE:** 2 Ders Saati




Şekil 4.14: Regülatör düzeneği

### Kullanılacak Araç Gereç ve Makineler

1. Karışım gazı regülatörü
2. Karışım gazı tüpü
3. İki ağızlı anahtar seti
4. Kurbağacık 12"
5. Uygun çapta conta
6. Yıldız tornavida takımı
7. Gaz kaçak spreyi

### İşlem Basamakları

1. İş güvenliği için kişisel koruyucu donanımları giyerek önleminizi alınız.
2. Tüm araç, gereç ve ekipmanı hazırlayınız.
3. Karışım gazı üzerindeki ventillerin kapalı olduğundan emin olunuz.
4. Gaz çıkış bölgesindeki dişleri kontrol ediniz.
5. Valf ağzındaki olası pisliği atmak için tüp valfini kısa süreli ve hafifçe açıp kapatınız.
6. Tüp valfine uygun çapta rakor contası seçiniz.
7. Basınç düşürücü gövdesinden sıkıca tutunuz.
8. Uygun anahtar kullanıp giriş bağlantı rakorunu tüp valfine sıkıca vidalayınız.
9. Gazaltı kaynak makinesi gaz hortumuna, kelepçe geçirerek bağlantıyı, regülatörün gaz çıkışına sabitleyerek tornavidayla sıkıştırınız.
10. Gazaltı kaynak makinesine giren karışım gazı giriş bağlantısını kontrol ediniz.
11. Karışım gazı tüpünün valfini bir tur açınız.
12. Gaz kaçak spreyiyle rakor contasının sızdırmazlık testini yapınız.
13. Kullanılan araç gereçleri toplayınız.
14. Arkadaşlarınızla çevre temizliğini yaparak işi sonlandırınız.

## Değerlendirme

Yapacağınız çalışma aşağıdaki ölçütlere göre değerlendirilecektir Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

Bağlantı sonrasındaki tüp basıncını ve kaynak sırasındaki çalışma basıncını aşağıdaki boşluklara yazınız.

| | |
|---|---|
| Karışım gaz tüpü basıncı | |
| Karışım gaz çalışma basıncı | |

| DEĞERLENDİRME TABLOSU | | | |
|---|---|---|---|
| SIRA No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | VERİLEN PUAN |
| 1 | İş güvenliği önlemlerini aldı. | 10 | |
| 2 | Ekipmanı doğru kullandı. | 10 | |
| 3 | Ölçü / gönye kontrolü yaptı. | 15 | |
| 4 | İşlemi doğru yaptı. | 25 | |
| 5 | Süreye uydu. | 5 | |
| 6 | Tertip / düzeni sağladı. | 10 | |
| 7 | Konu hakkında ön bilgisi vardı. | 20 | |
| 8 | Çevre temizliğini yaptı. | 5 | |
| | TOPLAM | 100 | |

Bu uygulamadan başarılı sayılmanız için 100 üzerinden 70 puan almanız gerekmektedir. Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi gideriniz.

## Notlar

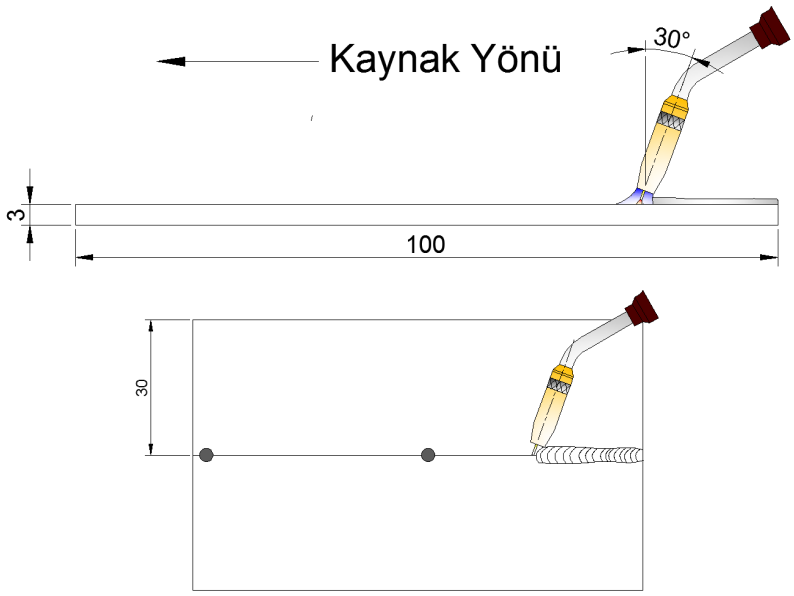
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

## 11. UYGULAMA: MİG-MAG KÜT EK KAYNAĞI YAPMA

**AMAÇ:** MİG-MAG küt ek kaynağı yapmak.

**YÖNERGE:** Bu çalışmada sizden MİG-MAG küt ek kaynağı yapmanız beklenmektedir. Verilen temrin parçası ölçülerinin imalat resmine göre (Şekil 4.15) uygun olup olmadığını kontrol ediniz. Daha sonra işlem basamaklarına göre birleştirme işlemini yapınız.

**SÜRE:** 2 Ders Saati




Şekil 4.15: Sac levhaların birleştirilmesi

### Kullanılacak Araç Gereç ve Makineler

1. MIG / MAG kaynak takımı
2. Metal saç 100x30x3 mm
3. Kaynak pastası
4. Pense
5. Numaratör

### İşlem Basamakları

1. İş güveliği için gerekli ekipmanları giyerek önleminizi alınız.
2. Tüm araç ve gereci hazırlayınız.
3. Regülatör üzerinde gerekli gaz basıncını ayarlayınız.
4. Cihaz üzerinde malzeme kalınlığına uygun kademe ayarları yapınız.
5. Kaynağa başlamadan önce torcun içine çapak yapışmasını engellemek için torcu, pastaya batırınız.
6. Parçada çarpılmaları engellemek için uygun aralıklarda punta atınız.
7. Kaynak torcunu kaynak yönünde hareket ettiriniz.
8. Kaynak bitiminde parçayı soğutunuz.
9. Soğuyan parçaya numara basınız.
10. Biten iş parçasını sorumlu öğretmene teslim ediniz.
11. Kullanılan araç gereçleri toplayınız.
12. Arkadaşlarınızla çevre temizliğini yaparak işi sonlandırınız.

## Değerlendirme

Yapacağınız çalışma aşağıdaki ölçütlere göre değerlendirilecektir Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

| DEĞERLENDİRME TABLOSU | | | |
|---|---|---|---|
| SIRA No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | VERİLEN PUAN |
| 1 | İş güvenliği önlemlerini aldı. | 10 | |
| 2 | Ekipmanı doğru kullandı. | 10 | |
| 3 | Ölçü / gönye kontrolü yaptı. | 15 | |
| 4 | İşlemi doğru yaptı. | 25 | |
| 5 | Süreye uydu. | 5 | |
| 6 | Tertip / düzeni sağladı. | 10 | |
| 7 | Konu hakkında ön bilgisi vardı. | 20 | |
| 8 | Çevre temizliğini yaptı. | 5 | |
| | TOPLAM | 100 | |

Bu uygulamadan başarılı sayılmanız için 100 üzerinden 70 puan almanız gerekmektedir. Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi gideriniz.

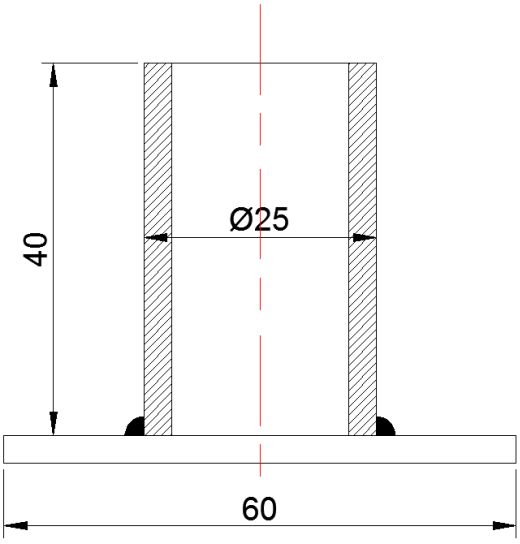
## Notlar

## 12. UYGULAMA: FLANŞ KAYNAĞI

**AMAÇ:** MİG-MAG küt flanş kaynağı yapmak.

**YÖNERGE:** Bu çalışmada sizden imalat resminde verilen (Şekil 4.16) boru ve flanşı hazırlayarak flanş kaynağı ile birleştirmeniz beklenmektedir.

**SÜRE:** 2 Ders Saati




Şekil 4.16: Flanş imalat resmi

### Kullanılacak Araç Gereç ve Makineler

1. MIG-MAG kaynak takımı
2. Metal saç 100x30x3 mm
3. Çelik boru 3/4”
4. Kaynak pastası
5. Pense
6. Numaratör

### İşlem Basamakları

1. İş güvenliği için gerekli ekipmanları giyerek önleminizi alınız.
2. Tüm araç ve gereci hazırlayınız.
3. Regülatör üzerinde gerekli gaz basıncını ayarlayınız.
4. Cihaz üzerinde malzeme kalınlığına uygun kademe ayarları yapınız.
5. Kaynağa başlamadan önce torcun içine çapak yapışmasını engellemek için torcu, pastaya batırınız veya sprey kullanınız.
6. Boru ile alt parça arasında 1 mm boşluk bırakınız.
7. Parçada çarpılmaları engellemek için uygun aralıklarda punta atınız.
8. Kaynak torcunu kaynak yönünde hareket ettiriniz.
9. Kaynak bitiminde parçayı soğutunuz ve soğuyan parçaya numara basınız.
10. Biten iş parçasını sorumlu öğretmene teslim ediniz.
11. Kullanılan araç gereçleri toplayınız.
12. Arkadaşlarınızla çevre temizliğini yaparak işi sonlandırınız.

## Değerlendirme

Yapacağınız çalışma aşağıdaki ölçütlere göre değerlendirilecektir Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

| DEĞERLENDİRME TABLOSU | | | |
|---|---|---|---|
| SIRA No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | VERİLEN PUAN |
| 1 | İş güvenliği önlemlerini aldı. | 10 | |
| 2 | Ekipmanı doğru kullandı. | 10 | |
| 3 | Ölçü / gönye kontrolü yaptı. | 15 | |
| 4 | İşlemi doğru yaptı. | 25 | |
| 5 | Süreye uydu. | 5 | |
| 6 | Tertip / düzeni sağladı. | 10 | |
| 7 | Konu hakkında ön bilgisi vardı. | 20 | |
| 8 | Çevre temizliğini yaptı. | 5 | |
| | TOPLAM | 100 | |

Bu uygulamadan başarılı sayılmanız için 100 üzerinden 70 puan almanız gerekmektedir. Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi gideriniz.

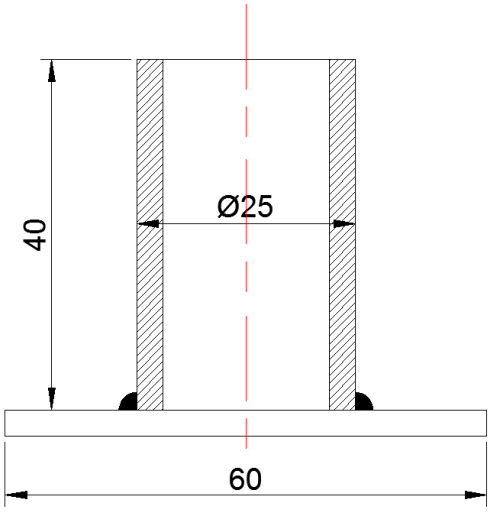
## Notlar

## 13. UYGULAMA: MİG-MAG İLE ÇELİK BORULARIN KAYNAĞI

**AMAÇ:** MİG-MAG çelik boru kaynağı yapmak.

**YÖNERGE:** Bu çalışmada Şekil 4.17'de verilen iki boruyu tekniğine uygun olarak hazırlayarak birleştirmeniz beklenmektedir. İşlem basamaklarına dikkat ederek birleştirme işlemini yapınız.

**SÜRE:** 2 Ders Saati




Şekil 4.17: Boru birleştirme imalat resmi

### Kullanılacak Araç Gereç ve Makineler

1. MIG / MAG kaynak takımı
2. Çelik boru 25 mm çapında
3. Kaynak pastası
4. Pense
5. V kaynak yatağı

### İşlem Basamakları

1. İş güveliği için gerekli ekipmanları giyerek önlemlerinizi alınız.
2. Tüm araç ve gereci hazırlayınız.
3. Regülatör üzerinde gerekli gaz basıncını ayarlayınız.
4. Cihaz üzerinde malzeme kalınlığına uygun kademe ayarları yapınız.
5. Kaynağa başlamadan önce nozula çapak yapışmasını engellemek için nozulu, pastaya batırınız veya sprey sıkınız.
6. Boruyu V kaynak yatağına yerleştirdikten sonra çarpılmaları engellemek için boruya uygun aralıklarda punta atınız.
7. Kaynak torcunu, kaynak yönünde hareket ettiriniz.
8. Kaynak bitiminde parçayı soğutunuz.
9. Soğuyan parçaya numara basınız.
10. Biten iş parçasını sorumlu öğretmene teslim ediniz.
11. Kullanılan araç gereçleri toplayınız.
12. Arkadaşlarınızla çevre temizliğini yaparak işi sonlandırınız.

## Değerlendirme

Yapacağınız çalışma aşağıdaki ölçütlere göre değerlendirilecektir Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

| DEĞERLENDİRME TABLOSU | | | |
|---|---|---|---|
| SIRA No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | VERİLEN PUAN |
| 1 | İş güvenliği önlemlerini aldı. | 10 | |
| 2 | Ekipmanı doğru kullandı. | 10 | |
| 3 | Ölçü / gönye kontrolü yaptı. | 15 | |
| 4 | İşlemi doğru yaptı. | 25 | |
| 5 | Süreye uydu. | 5 | |
| 6 | Tertip / düzeni sağladı. | 10 | |
| 7 | Konu hakkında ön bilgisi vardı. | 20 | |
| 8 | Çevre temizliğini yaptı. | 5 | |
| | TOPLAM | 100 | |

Bu uygulamadan başarılı sayılmanız için 100 üzerinden 70 puan almanız gerekmektedir. Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi gideriniz.

## Notlar

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

**1. Aşağıdakilerden hangisi MİG-MAG kaynak bölgesini havanın olumsuz etkilerinden korur?**

A) Cüruf
B) İnert gazlar
C) Kaynak operatörü
D) Kaynak makinesi
E) Kaynak metali

**2. Otomatik yapılan MİG-MAG kaynağında, kaynak ek metalini ark bölgesine gönderme yöntemi aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Kaynakçı tarafından eklenir.
B) Telsiz dikiş yapılır.
C) Örtülü elektrot kullanılır.
D) Torc içinden geçerek gelir.
E) Ek metalsiz dikiş yapılır.

**3. Aşağıdakilerden hangisi MİG-MAG kaynağının açık havada yapılmasını engelleyen etkenlerden birisidir?**

A) Gaz tipi
B) Metal cinsi
C) Hava akımı
D) Kaynak teli seçimi
E) Kaynakçının yeteneği

**4. MİG kaynağı ile MAG kaynağı arasındaki temel fark aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Kullanılan gaz türü
B) Kullanılan elektrot
C) Torc soğutma sistemi
D) Kaynak makinesi
E) Soğutucu akışkan türü

**5. MİG-MAG kaynağının endüstride sıklıkla kullanılma nedeni aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Elektrik tüketimi az ve ekonomiktir.
B) Kaynakları sökülebilen özelliktedir.
C) Kaynak dikişinin görünüşü güzeldir.
D) Sadece demir kaynağında kullanılır.
E) Erime hızı yüksek ve nüfuziyet iyidir.

**6. Koruyucu gazı ve çıplak elektrodu aynı anda kaynak bölgesine (ark bölgesi) gönderen kaynak makinesi elemanı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Gaz ünitesi
B) Regülatör
C) Şasi
D) Tel ünitesi
E) Torc

**7. Torcun ısınmasını önlemek için alınan önlem aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Kaynak teli kullanılmamalı.
B) Kaynak açık havada yapılmalı.
C) Kaynak çadırı kurulmalı.
D) Soğutmalı torc kullanılmalı.
E) Kaynak aralıklarla yapılmalı.

**8. Su soğutmalı torcların az kullanılmasının nedeni aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Sızdırmazlık problemleri
B) Suyun ekonomik olmaması
C) Makineyle uyumsuzlukları
D) Torc ücretleri
E) Suyun çabuk kirlenmesi

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

**9.** **Gaz tüpü içindeki basınç ve tüpten gönderilen gazın basıncını ya da akış hızını gösteren cihaz aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Gaz monitörü
B) Gaz dedektörü
C) Hidrometre
D) Regülatör
E) Termometre

**10.** **Kaynak dikişinde gözenek oluşmasının nedeni aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Çıplak elektrot kullanılması
B) Flanş kaynağı yapılması
C) Kaynak ağzı açılmış olması
D) Elektrodun torc içinden geçmesi
E) Gaz saflığının bozulması

**11.** **Aşağıdakilerden hangisi kaynak dikişinde gözenek oluşumunu engellemek için yapılacak işlemlerden biri <u>değildir</u>?**

A) Gaz debisi hesabının doğru yapılması
B) Standart gaz nozulunun seçilmesi
C) Hortum ve torcdaki kaçaklarının önlenmesi
D) Ark çevresindeki hava akımının engellenmesi
E) Gazın metalle uyumlu olması

**12.** **Aşağıdakilerden hangisi kaynağa hazırlık aşamalarından biri <u>değildir</u>?**

A) Cüruf temizleme
B) Markalama
C) Kesme
D) Kaynak ağzı açma
E) Puntalama

**13.** **Aşağıdakilerden hangisi boruların puntalanmasında uyulması gereken kurallardan birisidir?**

A) Kaynak ağzı puntadan sonra açılır.
B) Puntalar sırasıyla yapılır.
C) Puntalar karşılıklı olarak yapılır.
D) Çelik borular puntasız kaynatılır.
E) Puntalar yan yana yapılır.

**14.** **Aşağıdakilerden hangisi MİG-MAG kaynağında aktif gaz olarak kullanılmaktadır?**

A) Argon
B) Helyum
C) Karbondioksit
D) Karbonmonoksit
E) Oksijen

# 5. Öğrenme Birimi



# Borularda Tig Kaynağı İşlemleri

**KONULAR**

5.1. KORUYUCU GAZLARI KAYNAĞA HAZIRLAMA
5.2. TİG KAYNAK MAKİNESİNİ KAYNAĞA HAZIRLAMA
5.3. TİG KAYNAĞI İLE ÇELİK BORULARIN KAYNAĞINI YAPMA
5.4. TİG KAYNAĞI İLE BAKIR BORULARIN KAYNAĞINI YAPMA

**Temel Kavramlar**

- Amper
- Basınç
- Besleme
- Eksen
- Elekrot
- Manometre
- Tungsten

**NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?**

- KAYNAĞA GÖRE GAZ SEÇİMİ YAPMA
- KAYNAK TORCLARININ ÖZELLİKLERİ
- KAYNAK MAKİNESİNİ HAZIRLAMA
- TUNGSTEN ELEKTROT KULLANMA
- BORU ÇAPINA UYGUN AMPER AYARLAMA
- DEMİR DIŞI METALLERİN KAYNAĞINI YAPMA



**HAZIRLIK ÇALIŞMALARI**

1. Nefes almanıza yardımcı olan oksijen, metallerde nasıl etkiler bırakır?
2. Her meslekte farklı kıyafetler kullanılmasının nedeni sizce nedir? Bu durumun getirdiği faydalarla ilgili düşüncelerinizi paylaşınız.



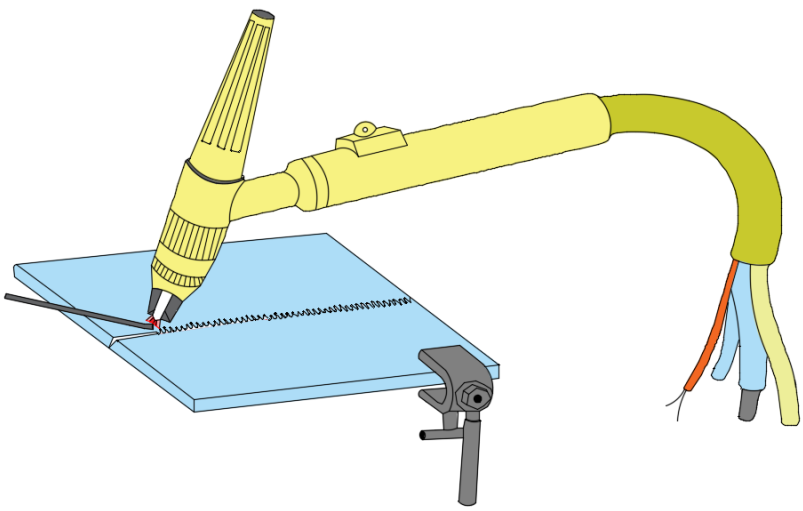
# 5.1. KORUYUCU GAZLARI KAYNAĞA HAZIRLAMA

**TİG (Tungsten Inert Gas [Tungsten İnert Gaz]) kaynağı**, bir elektrotla iki metal parçayı birleştirmek için kullanılan kaynak yöntemidir. Bu kaynak yönteminde, kaynak bölgesinde bir ark oluşturmak için tungsten elektrot kullanılır ve bu ark, eriyen metal parçaların birbirine bağlanmasını sağlar.

TİG kaynağında, koruyucu gaz, kaynak bölgesindeki erime noktasına kadar ısınan metal parçalarını atmosferik oksijen, nitrojen ve diğer gazlardan korur. Bu koruyucu gazlar, argon, helyum veya argon-helyum karışımı gibi inert gazdır.

Koruyucu gazlar genellikle basınçlı silindirlerde depolanır ve kaynak sürecinde kullanıma hazır hâle getirilir. Koruyucu gazın akış hızı, kaynak bölgesini örtmek için yeterli miktarda gazın sağlandığından emin olmak için ayarlanır.

TİG kaynağı, yüksek kalitelide kaynak elde etmek için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Uygun şekilde yapıldığında, kaynak bölgesinde oksidasyon veya diğer kirlerin oluşmasını engelleyerek güçlü ve temiz bir kaynak yapılmasını sağlar. Şekil 5.1'de TİG kaynağının genel görümü verilmiştir.



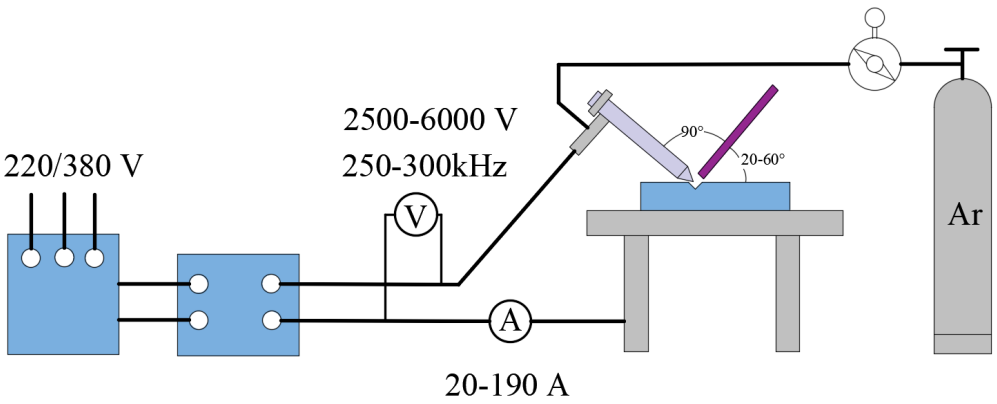
Şekil 5.1: TİG kaynak torcu

TİG kaynağı, Tungsten Inert Gas kaynağı olarak da bilinir ve özellikle alüminyum, magnezyum, paslanmaz çelik gibi hassas malzemelerin kaynağı için kullanılır. TİG kaynağı sırasında, kaynak bölgesini koruyucu bir gazla çevreleyen bir gaz akışı vardır. Bu gaz, kaynak bölgesindeki havanın oksijeni ile reaksiyona girerek kaynak bölgesinin oksidasyonunu önler ve böylece kaliteli bir kaynak sağlar.

TİG kaynağı için kullanılan en yaygın koruyucu gazlar argon ve helyumdur. Argon, oksidasyonu önlemek için ideal bir gazdır. Kimyasal olarak çok stabildir ve kaynak bölgesinde yüksek sıcaklıkta bile reaksiyona girmez. Helyum, daha yüksek ısıda daha iyi performans gösterir ve aynı zamanda yüksek penetrasyon sağlar.

Koruyucu gaz, kaynak işlemi sırasında kaynak bölgesindeki hava, nem ve diğer kirleticilerin girişini engellemek için genellikle bir gaz regülatörü kullanılarak tedarik edilir. Kaynak bölgesinin büyüklüğüne ve kaynak işlemi sırasındaki akış hızına bağlı olarak gaz akışı ayarlanır.

Hafif metal ve alaşımlarının kaynağında argonun çok saf olması gerekir. Argonun (99,99) içinde 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. Azot ve oksijen miktarı sınır değerinin üzerindeyse yapılan kaynaktaki dikişin yüzeyi ve geçiş bölgeleri gri, kahverengi veya mat bir görünümde olur. Argon gazı 150-180 atmosfer basıncı altında tüplere doldurularak taşınır. Tüpün içeriği, tüpün büyüklüğüne göre 6-9 m³tür. Argon gazının tüpten çıkıp kaynak bölgesine iletilmesi sırasında özel basınç düşürme manometreleriyle basıncı düşürülür. Argon miktarı, yine tüp üzerinde bulunan ve basınç düşürme manometresiyle birlikte takılan özel aletlerle ölçülür. Bu da ayrıca otomatik kumanda cihazına bağlıdır. Şekil 5.2'de TİG kaynak düzeneği verilmiştir.




Şekil 5.2: TİG kaynak düzeneği şeması

Otomatik tezgâhlarda yapılan hızlı kaynaklarda helyum kullanılabilir. Ostenitik krom-nikel, paslanmaz çelik, bakır ve nikel alaşımları ile titanyum ve alaşımları normalde argonla kaynaklanır. Yüksek nüfuziyet isteyen uygulamalarda helyum kullanılır.

Alüminyum ve alaşımları, magnezyum ve alaşımları ile karbon çeliklerinin kaynağında, çok özel uygulamaların dışında argon daha iyi sonuç verir. Argonun helyuma göre başka bir üstünlüğü de arkın daha kolay başlamasıdır.

# 5.1.1. Basınç Düşürücüler (Regülatörler)

Gazların basıncını kontrol etmek için kullanılan bir cihazdır. Bu cihazlar, gaz kaynaklarından gelen yüksek basınçlı gazları düşük basınçlı kullanım alanlarına uygun hâle getirir. Regülatörler, genellikle endüstriyel gaz kaynakları, tıbbi gazlar, gazlı içecekler, doğal gaz gibi farklı uygulamalarda kullanılır.

Regülatörler, yüksek basınçlı gazı alır ve çıkışındaki basıncı ayarlanabilir bir seviyeye düşürür. Bu sayede gaz, kullanım alanında güvenli bir şekilde kullanılır. Regülatörlerin birçok farklı tipi vardır. Regülatörler kullanılacak gazın özelliği, basınç değeri ve kullanım alanına göre seçilmelidir.

Regülatörlerin doğru şekilde kullanılması güvenlik ve performans açısından son derece önemlidir. Regülatörlerin montaj, kullanım ve bakımı, üreticinin talimatlarına göre yapılmalıdır. Regülatörlerin periyodik olarak kontrol edilmesi ve kalibrasyonunun yapılması da gereklidir.
Kaynaklı uygulamalarda kullanılan iki farklı regülatör vardır. Bunlar basınç (oksijen, asetilen regülatörleri vb.) ve akış regülatörleridir (karbondioksit, argon, karışım gaz regülatörleri vb.). Basınç regülatörlerinin her iki göstergesi basınç cinsinden, akış regülatörlerinde tüp göstergesi basınç, çalışma göstergesi ise debi (l/dk.) cinsinden gösterime ayarlanmıştır.

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

Örneğin 0,80 mm çapında gaz kullanımında (0,80 x 10) + 2 = 10 l /dk. gaz kullanımı ayarlanmalıdır. TİG basınç düşürücüleri, argon gazının kaynak bölgesine doğru ve istenen hızda akmasını sağlamak için kullanılır. Bunlar gaz basıncını kontrol ederek basıncın istenen hızda akmasını sağlar. Ayrıca basınç düşürücüleri, TİG kaynağı sırasında kullanılan argon gazının tüketimini azaltmak için de kullanılabilir. Görsel 5.1'de argon regülatörü görülmektedir.



Görsel 5.1: Regülatör

TİG basınç düşürücüleri, TİG kaynak işlemi için önemli bir bileşendir ve doğru şekilde kullanılmadığında kaynak kalitesi bozulur. Bu nedenle TİG kaynağı yapacak kişi, basınç düşürücü seçimini doğru yaparak kullanım talimatlarına dikkat etmelidir.

## 5.1.2. Hortumlar

Özel olarak gözeneksiz üretilen hortumlar, gazları tüplerden üfleçlere iletir. Gazın cinsine göre renkleri farklıdır. Kaynak çapaklarına ve aleve karşı dirençlidir. Doğal ve sentetik kauçuktan imal edilir. Üç katmanlı olarak üretilen gaz hortumlarının katmanlarının arası sentetik tekstil ile takviye edilmiştir. Üst katmanları da her türlü aşınmaya ve aleve dayanaklıdır. Görsel 5.2'de TİG kaynak hortumu ve bağlantıları gösterilmiştir.



Görsel 5.2: TİG kaynak hortumu

TİG kaynağı sırasında, gaz akışının kaynak bölgesine doğru ve istenen hızda akmasını sağlamak için TİG kaynak hortumları kullanılır. Bu hortumlar, kaynak esnasında kullanılan argon gazını kaynak bölgesine taşır ve gaz akışını kontrol eder.

TİG kaynak hortumları, çoğunlukla esnek, yumuşak ve dayanıklı malzemelerden yapılır. Bu malzemeler genellikle lastik, silikon veya PVC'dir. Hortumların uzunluğu, genellikle kullanılan kaynak tabancasının ve kaynak makinesinin yerleşimine bağlıdır. Hortumun çapı da gaz akışını etkiler. Bu nedenle hortum, kaynak tipine ve kaynağın boyutuna bağlı olarak seçilir.

TİG kaynak hortumları, doğru şekilde kullanılmadığında gaz kaçağına neden olabilir. Bu nedenle hortumların düzenli olarak kontrol edilmesi, yıpranmış veya hasarlı hortumların değiştirilmesi önemlidir. Ayrıca hortumların kaynak bölgesine doğru açıldığı ve düzgün bir şekilde bağlandığından emin olunmalıdır.

# 5.2. TİG KAYNAK MAKİNESİNİ KAYNAĞA HAZIRLAMA

TİG-MİG Kaynak donanımını oluşturan elemanlar şunlardır:

- Akım üreteci
- Torc
- Koruyucu gaz tüpü ve donanımı
- Soğutma sistemi
- Torc üzerinden veya ayakla kontrol edilen kumanda

TİG kaynağında düşen karakteristikli kaynak makineleri (akım üreteçleri) kullanılır. **Düşen karakteristikli kaynak makineleri** terimi, TİG kaynak makinelerinin belirli bir çalışma modunu ifade eder. Bu modda kaynak sırasında kullanılan kaynak akımı, birkaç faktöre bağlı olarak kaynak bölgesindeki ısının kontrol edilmesini sağlar. Bu faktörler arasında elektrot-torc mesafesi, malzeme kalınlığı ve kaynak hızı bulunur.

**Düşen karakteristik** terimi, kaynak akımının sürekli olarak azaldığı anlamına gelir. Başlangıçta yüksek bir kaynak akımı kullanılır ve ardından bu akım sürekli olarak düşürülerek daha düşük bir seviyeye indirilir. Bu yöntem, kaynak bölgesinde daha iyi kontrol sağlar, malzeme üzerindeki ısı etkisi daha az olur ve kaynak havuzu daha stabil bir şekilde tutulur.

Düşen karakteristikli kaynak makineleri, hassas ve ince malzemelerin kaynağı için yaygın olarak tercih edilir. Özellikle ince, paslanmaz çelik, alüminyum, titanyum gibi malzemelerin kaynağında kullanılır. Düşen karakteristikli kaynak makineleri, TİG kaynak sürecinde daha kontrollü ve istikrarlı bir kaynak yapılmasına yardımcı olur. Bu nedenle prensip bakımından elektrik ark kaynağında kullanılan makineler TİG kaynağında da kullanılır. TİG kaynağında, elektrik ark kaynağına kıyasla devrede kalma süresindeki kesiklikler daha azdır. Bu nedenle uygun kuvvette akım üreteçlerinin seçimi çok önemlidir. Görsel 5.3'te TİG kaynak makinesi görülmektedir.



Görsel 5.3: TİG kaynak makinesi

Kaynak makinesini kaynağa hazırlama ve makinenin doğru şekilde çalışmasını sağlamak güvenlik tedbirleri açısından çok önemlidir. TİG kaynak makinesini kaynağa hazırlama adımları şunlardır:

**Güç kaynağı kontrol edilmeli,** kaynak makinesinin doğru şekilde çalışması için güç kaynağının doğru voltaj ve amperajda olduğundan emin olunmalıdır. Ayrıca güç kablosunun hasarsız olduğu ve topraklama kablosunun doğru şekilde bağlandığından emin olunmalıdır.

**Gaz akışı kontrol edilmeli**, kaynak makinesinin gaz akış hızı, kaynak tipine ve boyutuna bağlı olarak değişebilir. Akış hızını doğru ayarlamak kaynak bölgesindeki havayı uzaklaştıracağından kaliteli bir kaynak yapılmasını sağlar.

**Kaynak tabancası kontrol edilmeli**, kaynak tabancasının doğru şekilde yerleştirilmesi ve bağlanması, gaz akışını sağlama ve elektrodu doğru şekilde kullanmak için önemlidir.

**Elektrot kontrol edilmeli,** TİG kaynağı için tungsten elektrot kullanılır. Elektrot, kaynak bölgesinde yüksek ısıya maruz kalacağından, doğru şekilde seçilerek monte edilmelidir. Ayrıca elektrot yüzeyinin temiz olduğu ve keskin uçlu olup olmadığından emin olunmalıdır.

**Topraklama kablosu kontrol edilmeli** ve kaynak makinesinin düzgün çalışması için topraklama kablosunun doğru bağlanarak metal parçaların üzerine yerleştirildiğinden emin olunmalıdır.

Tüm bu adımların tam yapılması, kaliteli bir kaynak için gereklidir. Böylece TİG kaynak makinesi güvenli ve etkili bir şekilde çalışır.

## 5.2.1. TİG Kaynak Makineleri

Kaynak akımı için gerekli olan gerilim ve şiddeti oluşturmak amacıyla geliştirilmiş makinelerin tümüne **kaynak makinesi** veya **akım üreteci** denir.

Ergitme kaynağında kullanılan elektrik ark kaynak makineleri, şebekeden aldığı yüksek gerilim ve düşük akım şiddetindeki elektrik enerjisini düşük gerilim ve yüksek akıma çevirir. Kaynak makinelerinde kullanılan ark gerilimi 25-55 volt, akım şiddetiyse 10 ila 600 amper arasındadır. Koruyucu gaz kaynağında kullanılan kaynak makineleri, doğru ve dalgalı (alternatif) akım türüyle çalışır. Her iki akım türünün kaynak işeminde farklı katkıları olur. 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 ve dik düşen karakteristikli çizgiye sahip kaynak akım üreteçleri, koruyucu ark kaynağında ise yatay karakteristikli akım üreteçleri kullanılır.

**Akım üreteçleri,** kaynak işlemi için gerekli olan elektrik akımını sağlayan cihazlardır. Kaynak makineleri, farklı karakteristiklere sahip olabilir. Bunlar **yatay** ve **dikey karakteristikli** olmak üzere iki temel kategoriye ayrılır.

**Yatay karakteristikli akım üreteçleri,** kaynak işlemi sırasında akım çıkışını nispeten sabit ve daha az duyarlı bir şekilde sağlar. Bu, kaynakçının daha düşük bir gerilimle çalışmasına izin verirken ark stabilitesini artırır. Yatay karakteristikli akım üreteçleri genellikle TİG kaynağı gibi sürekli akım kaynak işlemlerinde tercih edilir.

**Dikey karakteristikli akım üreteçleri** ise kaynak işlemi sırasında akım çıkışını giriş gerilimine daha duyarlı bir şekilde ayarlar. Bu tür bir karakteristik, özellikle elektrot çubuğuyla yapılan MMA (Manual Metal Arc) kaynağı gibi bazik elektrotlu kaynak işlemlerinde tercih edilir.

Her iki karakteristik de farklı kaynak işlemleri için avantajlar sağlar ve kaynakçının ihtiyaçlarına bağlı olarak tercih edilir.

TİG kaynak makineleri, yüksek hassasiyetli kaynak işleri için kullanılır ve genellikle paslanmaz çelik, titanyum, alüminyum ve bakır gibi malzemelerin kaynağında tercih edilir. Ayrıca TİG kaynak makineleri, diğer kaynak yöntemlerine göre daha az duman, çöp ve ısıl deformasyon üretir.

TİG kaynak makinelerinin şu özelliklere sahip olması beklenir:

**Güç Kaynağı:** TİG kaynak makineleri, alternatif akım (AC) veya doğru akım (DC) güç kaynaklarına sahip olabilir. DC kaynak makineleri, kaynak işleminde daha kararlı bir ark ve daha az ısıl deformasyon sağlar.

**Kaynak Akımı:** TİG kaynak makineleri, kaynak akımını doğru şekilde ayarlayabilen akım kontrol ünitelerine sahiptir. Bu, kaynak işleminin doğru şekilde gerçekleştirilmesini ve istenen sonuçların elde edilmesini sağlar.

**Gaz Kontrolü:** TİG kaynak makineleri, gaz akışını kontrol etmek için bir gaz valfi ve basınç göstergesi gibi bileşenlere sahiptir. Doğru gaz akışı, kaynak bölgesindeki havayı uzaklaştırarak kaliteli bir kaynak yapılmasını sağlar.

**Soğutma Sistemleri:** TİG kaynak makineleri, kaynak işleri için uzun süreli soğutma sistemlerine sahip olabilir. Soğutma sistemleri, kaynak elektrodunun ve kaynak tabancasının aşırı ısınmasını önler ve cihazın daha uzun süre çalışmasını sağlar.

**Taşınabilirlik:** TİG kaynak makineleri, genellikle hafif ve taşınabilir tasarımlara sahiptir. Bu, kullanıcılara daha fazla hareket özgürlüğü sağlar ve kaynak işleminin herhangi bir yerde yapılabilmesini olanaklı kılar.

TİG kaynak makineleri; profesyonel kaynakçılar, metal işleri endüstrisi ve otomotiv endüstrisi gibi birçok endüstride kullanılır. TİG kaynak makineleri, diğer kaynak yöntemleriyle karşılaştırıldığında daha yüksek bir başlangıç maliyetine sahip olabilir ancak kaliteli ve hassas kaynaklar için tercih edilir.

## 5.2.2. İnverter Kaynak Makineleri

İnverter kaynak makineleri, geleneksel transformatörlü kaynak makinelerine göre daha verimli ve taşınabilirdir. Bu makineler, 50-60 Hz frekansta çalışan elektrik şebekesindeki yüksek voltajlı elektrik enerjisini, daha yüksek frekanslara çevirir. Bu sayede, daha hafif ve daha küçük boyutlara sahip olur.

İnverter kaynak makineleri, diğer kaynak makineleri ile karşılaştırıldığında birçok avantaj sunar.

Bunlar şunlardır:

**Taşınabilirlik**: İnverter kaynak makinelerinin, hafif ve kompakt tasarımlı oluşu makinenin daha kolay taşınma ve depolanmasını sağlar. Bunun yanında sahada çalışmak için de tercih nedeni olur.

**Verimlilik**: İnverter kaynak makineleri, yüksek frekanslarda çalışarak daha verimli enerji tüketir. Bu, makinelerin daha az enerji harcama ve ısınması anlamına gelir.

**Çok Yönlülük**: İnverter kaynak makineleri, farklı kaynak işlemleri için kullanılabilir. Bu makineler, MIG, TİG, elektrotlu (SMAW), plazma kesim gibi farklı işlemleri gerçekleştirebilir.

**Daha İyi Kontrol**: İnverter kaynak makineleri, daha hassas bir akım kontrolü sağlar. Bu, kaynak işleminin daha hassas ve tekrarlanabilir olmasını bakımından önemlidir.

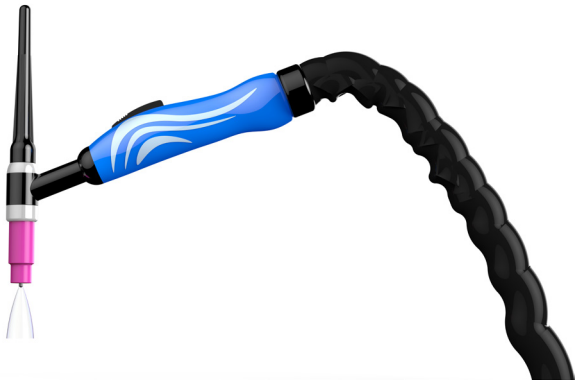
**Daha Az Ses**: İnverter kaynak makineleri az gürültülü olduğundan sessiz bir çalışma ortamı sağlar.

**Daha Az Sıcaklık**: İnverter kaynak makineleri daha az ısınır. Bu, makinelerin daha az sıcaklık yayması anlamına gelir ve böylece çalışma ortamı daha konforlu hâle gelir.

İnverter kaynak makineleri, genellikle profesyonel kaynakçılar tarafından tercih edilir. Amatör kaynakçı ve ev kullanıcıları da bu makineleri kullanabilir. Bu makineler hafif ve taşınabilir tasarımları sayesinde ev atölyeleri ve küçük işletmeler için idealdir.

## 5.2.3. TİG Kaynak Torcları

TİG kaynak torcları, TİG kaynak makinelerinde kullanılan önemli bir bileşendir. Bu torclar, kaynak sırasında elektrik arkını kontrol etme ve korumak için tasarlanmıştır. Görsel 5.4'te TİG kaynak torcu görülmektedir.



Görsel 5.4: TİG kaynak torcu

TİG kaynak torcları, genellikle bir el tutamağı, kablo, gaz akış valfi ve tungsten elektrodu içerir. Torclar, elektrodun ucundan çıkan elektrik arkını, kaynak malzemelerine aktararak kaynak yapar. Torclarda bulunan gaz akış valfi, kaynak sırasında koruyucu gaz akışını kontrol etmek için kullanılır. Bu gaz, kaynak bölgesini oksijenden ve diğer hava kirliliklerinden korur.

TİG kaynak torclarının farklı boyut ve şekilleri vardır. Kullanılan malzemeye göre farklı tipleri bulunur. Örneğin alüminyum veya diğer ince metal levhaların kaynağı için daha ince ve hassas bir TİG kaynak torcu gerekebilirken daha kalın ve sağlam malzemelerin kaynağı için daha büyük ve güçlü bir torc kullanılabilir.

TİG kaynak torclarının bir diğer önemli özelliği de soğutma sistemleridir. Kaynak sırasında torc çok ısınır ve soğutma sistemi, torcu serin tutarak kaynak işleminin devamını sağlar. Soğutma sistemleri su ya da hava bazlı olur. Su bazlı sistemler daha fazla soğutma kapasitesine sahiptir. Uzun süreli kullanımlar için daha uygundur. Hava bazlı sistemler daha az soğutma kapasitesine sahip olsa da hafif ve taşınabilir olmaları nedeniyle taşınabilir TİG kaynak makinelerinde daha sık kullanılır.

## 5.2.4. Tungsten Elektrotlar

Tungsten elektrotlar, TİG kaynak makinelerinde kullanılan, yüksek erime noktasına sahip tungsten metalinden yapılmış elektrotlardır (Görsel 5.5). Tungsten, diğer metallerden daha yüksek bir erime noktasına sahiptir. Kaynak sırasında yüksek sıcaklıklara dayanabilmesi nedeniyle TİG kaynağı için ideal bir malzemedir.



Görsel 5.5: Tungsten elektrotlar

Tungsten elektrotlar, TİG kaynak torclarının içinde bulunur. Elektrik arkının kaynak malzemelerine aktarılmasından sorumludur. Elektrodun ucu, kaynak sırasında eritilip, kaynak havuzuyla birleştirilerek kaynak yapılır.

Tungsten elektrotların farklı tipleri vardır. Seçilen elektrot tipi, kullanılan malzemeye ve kaynak işleminin gereksinimlerine göre belirlenir. Farklı elektrot tipleri, uç geometrisi, uç çapı, uzunluk ve bileşenlerin eklendiği şekilde değişebilir.

Tungsten elektrotlar aynı zamanda farklı kaplamalarla da kaplanabilir. Kaplama, elektrodun ömrünü ve performansını artırmak için kullanılır. Bazı kaplamalar arasında zirkonyum, lantan ve toryum gibi elementler yer alır.

Tungsten elektrotların seçimi, TİG kaynağı sırasında önemlidir çünkü doğru elektrot seçimi, kaynak kalitesini ve verimliliğini artırır. İnce elektrodlar hassas işlemler, kalın elektrodlar yüksek akım gerektiren işlemler için uygundur

Ülkemizde çoğunlukla paslanmaz çelik ve alüminyum malzemelerin kaynağında kullanılan TİG kaynağı yönteminde, tungsten elektrotlar iki çeşittir. Bununla birlikte farklı çeşitlerini de bulmak mümkündür. Bunlar kırmızı ve yeşil renk kodu ile ayırt edilir. Alüminyum veya benzeri hafif metallerin kaynakları söz konusu ise kullanılması gereken tungsten elektrot yeşil renk kodludur.

Bunun dışında diğer tüm metallerin (karbon ve paslanmaz çelikler, bakır ve alaşımları vb.) kaynağında kullanılması gereken tungsten elektrot ise kırmızı renk kodludur. Tungsten elektrotlar, dünyada farklı renk kodlarıyla üretilmekte ve satışa sunulmaktadır (Tablo 5.1).

**Tablo 5.1: Tungsten Elektrod Renk Tablosu**

| AWS AST | % Min Tungsten | % Toryum | % Zirkonyum | % Max. Değeri | Renk Kodu | Ergime Derecesi (°C) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| EW | 99,5 | | | 0,5 | | 3400 |
| EWZ | 99,2 | | | 0,5 | | 3700 |
| EWTh-1 | 98,5 | 0,89-1,2 | | 0,5 | | 4000 |
| EWTh-1 | 97,5 | 1,7-2,2 | | 0,5 | | 4000 |
| EWTh-3 | 98,5 | 0,35-0,55 | | 0,5 | | 4000 |

## 5.2.5. 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 seçilir.

TİG kaynağı, birçok farklı elemandan oluşan bir kaynak sürecidir. Bu elemanlar, kaynak sırasında işlevsel olarak kullanılır ve kaliteli bir TİG kaynağı yapmak için önemlidir.

TİG kaynak elemanları arasında şunlar yer alır:

**Kaynak Makinesi:** TİG kaynağı için özel olarak tasarlanmış bir kaynak makinesi kullanılır. Bu makine, elektrik arkını kontrol eder ve kaynak sırasında koruyucu gaz akışını yönetir.

**TİG Kaynak Torcu:** TİG kaynak torcu, elektrik arkını kontrol etmek ve korumak için tasarlanmıştır. Torc, elektrodun ucundan çıkan elektrik arkını kaynak malzemelerine aktarır ve aynı zamanda kaynak bölgesini korumak için bir gaz akış valfi içerir.

**Gaz Akışı:** TİG kaynağı sırasında, elektrot ve kaynak malzemesinin etrafında bir gaz akışı oluşturulur. Bu gaz, kaynak işlemi sırasında oksijen ve nemin kaynak malzemesine ulaşmasını önleyerek kaliteli bir kaynak yapılmasını sağlar. Genellikle argon veya helyum gibi inert gazlar kullanılır.

**Soğutma Sistemi:** TİG kaynak işlemi sırasında elektrot ve kaynak torcu çok ısınır ve soğutma sistemi bu elemanları serin tutarak kaynak işleminin devamını sağlar.

TİG kaynağı, genellikle ince veya hassas malzemelerin kaynağı için tercih edilir. Örneğin alüminyum, bakır, paslanmaz çelik, titanyum gibi malzemeler, TİG kaynağı için idealdir. TİG kaynağı sırasında kullanılan diğer yardımcı malzemeler arasında kaynak tel, ped, topraklama kablo ve diğer kaynak aksesuarları yer alır.

Tüm bu elemanlar, doğru şekilde kullanıldığında TİG kaynağı için yüksek kalitede ve hassas kaynaklar sağlar.

## 5.2.6. Malzeme Yüzeyinin Temizlenmesi

TİG kaynak yaparken kaynak malzeme yüzeylerinin temizliği önemlidir. Temiz bir yüzey, kaynak işlemi sırasında iyi bir bağlantı ve kaliteli bir kaynak sağlar.

Kaynak malzemelerinin yüzeylerinde oksit, kir, yağ vb. kirler olabilir. Bu nedenle yüzeyleri temizlemek için şu adımlar önerilir:

**Yüzeyi Temizleme:** Kaynak öncesinde, yüzey bir tiner, yağ çözücü veya başka bir şey kullanarak temizlenir. Böylece yüzey; oksit, kir veya yağdan arınır.

**Yüzeyi Zımparalama:** Zımparalama, yüzeyin pürüzsüz hâle getirilerek ve oksit tabakanın uzaklaştırılmasına yardımcı olur. Ayrıca yüzeyin temizlenmesine de yardımcı olur. Zımparalama işlemi yüzeyin tipi ve malzemenin kalınlığına bağlı olarak değişir.

**Koruyucu Gaz Kullanımı:** Kaynak sırasında koruyucu gaz kullanmak, oksijenin kaynak bölgesine girmesini engelleyerek oksitlenmesini önler. Bu, kaynak bölgesini temiz tutarak daha kaliteli bir kaynak yapılmasına yardımcı olur.

**Toz, Kir ve Diğer Kalıntıların Temizlenmesi:** Kaynak işleminden sonra kaynak bölgesi bir fırça veya temizleyiciyle arındırırlır. Bu, kaynak bölgesindeki kalıntıları uzaklaştırarak daha temiz bir kaynak yüzeyi sağlar.

## 5.2.7. 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 sadece TİG kök pasolar kaynaklanır. Geriye kalan pasolarda daha yüksek performanslı diğer yöntemler (örtülü elektrot, MAG) uygulanır. Kaynak makinesinde parametre seçilirken sadece akım şiddetinin ayarlandığı zamanlar dikkate alınmalıdır. Ark gerilimi, kaynakçının kullandığı ark uzunluğuna göre hesaplanır. Bu kapsamda ark uzunluğu arttıkça gerilimin de artması söz konusudur. Doğru akımla ("-" kutup) çeliğin kaynaklanırken 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.

TİG kaynak parametreleri, kaynak işlemi sırasında kullanılan ekipman ve kaynak malzemelerinin özelliklerine göre değişebilir. Kaynak işlemi sırasında dikkate alınan parametreler şunlardır:

**Akım**: Kaynak akımı, TİG kaynak işlemindeki en önemli parametrelerden biridir. Kaynak akımı, kaynak malzemesinin kalınlık ve türüne göre ayarlanmalıdır. İnce malzemelerde düşük akım kullanılır.

**Voltaj:** Kaynak voltajı, kaynak akımıyla birlikte kaynak işlemi sırasında kontrol edilen bir diğer parametredir. Voltaj, kaynak malzemesinin özelliklerine bağlı olarak ayarlanır.

**Kaynak Hızı (Adımı):** Kaynak hızı, kaynak işlemi sırasında kaynak elemanları arasındaki mesafe ve kaynak akımıyla birlikte ayarlanır. İnce malzemelerde yavaş, kalın malzemelerde hızlı bir kaynak adımı kullanılır.

**Tungsten Elektrot Çapı:** Tungsten elektrot, TİG kaynak işlemindeki ana elemandır. Elektrot çapı, kaynak işlemi sırasında kullanılan akımın ve voltajın ayarlanmasına yardımcı olur. Kalın malzemelerde büyük, ince malzemelerde küçük çaplı tungsten elektrotlar kullanılır

**Koruyucu Gaz Akışı:** TİG kaynak işleminde, kaynak sırasında koruyucu gaz akışı kullanılır. Gaz akışı, kaynak bölgesini oksijen ve diğer kirleticilerden korur. Gaz akışı, kaynak işlemi sırasında kullanılan malzemelerin türüne ve kalınlığına göre ayarlanır.

Bu parametreler, TİG kaynak işlemi sırasında dikkate alınması gereken önemli faktörlerdir. Farklı malzemeler ve kalınlıklar için farklı parametreler gerekebilir. Bu nedenle doğru parametreleri seçmek için kaynakçılık deneyimi ve uzmanlığı önemlidir.

TİG kaynak işlemi, ince ve hassas kaynaklar için ideal bir seçenektir. Kaynak akımı, TİG kaynak işlemindeki en önemli parametrelerden biridir. Doğru amper ayarı, kaynak işleminin kalitesini ve verimliliğini etkileyebilir.

Kaynak akımı, kaynak malzemesinin kalınlığına ve türüne göre ayarlanır. İnce malzemelerde düşük akım kullanılır. Genel olarak TİG kaynak işleminde, ince malzemeler için 5 ila 150, kalın malzemeler için ise 150 ila 500 amper arasında bir akım kullanılır.

Kaynak akımı seçimi, kaynak işlemi sırasında ayrıca tungsten elektrodun yanma ve erimesini önlemek için de önemlidir. Tungsten elektrot, kaynak akımı tarafından ısıtılır ve bir noktada eriyebilir veya yanabilir. Bu nedenle, doğru akım seçimi, tungsten elektrodun ömrünü uzatabilir.

Amper ayarının yanı sıra diğer kaynak parametreleri de doğru yapılmalıdır. Bu parametreler kaynak malzemelerinin türü, kalınlığı, kaynak adımı, voltaj ve koruyucu gaz akışıdır.

## 5.2.8. Koruyucu Gaz Miktarlarının Ayarlanması

Koruyucu gaz miktarı, litre/dakika akış miktarı ile ayarlanır. Bu; kaynak banyosunun boyutu, elektrot çapı, gaz memesi çapı, memenin ana malzeme yüzeyine doğru mesafesi, ortamdaki hava akışı ve koruyucu gazın türüne göre ayarlanır.

Koruyucu gaz debisi ayarlanırken tungsten elektrot çapı dikkate alınabilir. Tungsten elektrot çapı 1-4 mm arasındaysa ve koruyucu gaz olarak argon seçilirse , debinin dakikada 5-10 litre arasında olması önerilir. Takılı bir biriktirme memesi önündeki orantısal basıncın debisi ölçülür. Akış miktarı dolaylı olarak manometre ile ölçülebilir. Manometrenin cetveli bunun ardından doğrudan litre / dakika cinsinden kalibre edilir. Cam tüpler ve şamandıra yardımıyla doğrudan torctaki akan koruyucu gaz akışını ölçen ölçüm cihazları daha hassas sonuçlar verir.

TİG kaynak işlemi, kaynak sırasında kullanılan koruyucu gaz kalitesi ve akış hızı açısından hassastır. Doğru gaz ayarı, kaynak işleminin kalitesi ve verimliliğini etkiler.

TİG kaynak işlemi sırasında genellikle argon gazı kullanılır. Argon gazı, kaynak sırasında metal yüzeyi korur ve oksidasyonu önler. Ayrıca kaynak işleminde kullanılan tungsten elektrodu soğuk tutarak elektrodun ömrünü uzatır.

Gaz akış hızı, argon gazının doğru şekilde dağılması ve kaynak yüzeyinin korunmasını sağlar. Genel olarak gaz akış hızı kaynak amperajına bağlı olarak belirlenir. Düşük amperajda gaz akış hızı düşük, yüksek amperajda gaz akış hızı yüksek olmalıdır.

TİG kaynak işlemi sırasında gaz akış hızı ayarlanırken takip edilecek adımlar şunlardır:

**Gaz kaynağına bağlı regülatör ayarlanır:** Gaz kaynağına bağlı olan regülatör, gaz akış hızını kontrol eder. Regülatör, gaz akış hızının ayarlanabilmesi için kalibre edilmelidir.

**Gaz akış hızı ayarlanır:** Gaz akış hızı, kaynak işlemi sırasında kullanılan amperaj ile orantılı olarak ayarlanır. Düşük akımlar için, gaz akış hızı 5-10 l/dk. daha yüksek akımlar için 12-18 l/dk. arasında olmalıdır.

**Gaz akışı doğrulanır:** Koruyucu gazın kaynak yüzeyinde homojen bir şekilde dağıldığından emin olunur. Bunun için kaynak işlemi öncesi veya sırasında gaz akışı denemesi yapılır.

## 5.2.9. Arkın Ateşlenmesi

Ark hiçbir zaman ana metal oluğunun dışında ateşlenmemeli, her zaman ateşleme yeri kaynak sırasında yeniden eriyecek yerin hemen yakınında bulunmalıdır.

## 5.2.10. TİG Torcunun Sürülmesi

TİG kaynağındaki kaynak sarf malzemesi, genelde çubuk biçiminde bulunur. Yöntemin tam mekanik şekilde uygulamasında kullanılan malzeme, tel biçiminde ek bir sürme ünitesi tarafından beslenir. Normalde kaynak sarf malzemeleri ana metalle aynı türden seçilir.

## 5.2.11. Ark Boyu

Ark boyu, elektrot ile kaynak bölgesi arasındaki mesafedir ve doğru şekilde ayarlanmadığında kaynak işleminin kalitesini ve verimliliğini etkiler.

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 yükselir ve kaynak bölgesinde ısı girdisi artar. Yeni başlayanlar tungsten elektrodun kirlenmesinden korktuğu için ark boyunu yüksek tutma eğilimindedir. Aslında ark boyu, kullanılan tungsten çapının 1-1,5 katı arasındadır. Örneğin 1,6 mm çapında tungsten elektrot kullanılıyorsa ark boyu 1,6 ila 2,4 mm arasında olmalıdır. Aşırı ark boyu arkın kontrolünü zorlaştırır. Bu durumda tungsten çok ısınır.

Ark boyu, kaynak işlemi sırasında sabit tutulmalıdır. İdeal ark boyu, tungsten elektrot ucunun kaynak bölgesine en yakın olduğu yerdir. Ancak ark boyu tungsten elektrot kaynak bölgesine çok yakın olursa elektrot erime riskiyle karşı karşıya kalır. Bu nedenle ark boyunun doğru seçimi, elektrodun ömrünü uzatmak ve kaynak işleminin kalitesini artırmak için önemlidir.

Kaynak işleminin başında, kaynak malzemesinin türü ve kalınlığına bağlı olarak uygun tungsten elektrot seçimi yapılmalıdır. Tungsten elektrot, kaynak işlemi için doğru şekilde öğütülmeli ve elektrot ucunun düzgün olduğundan emin olunmalıdır.

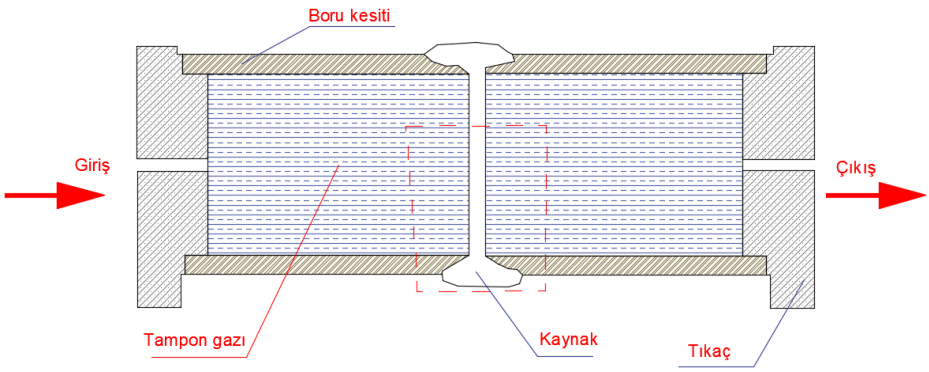
Ark boyu, kaynak işlemi sırasında kaynak hızı ve akım ayarlarına bağlı olarak değişir. Genellikle, ince malzemelerde kısa, kalın malzemelerde daha uzun bir ark boyu kullanılır. Kısa bir ark boyu, daha fazla ısı üretir ve daha iyi penetrasyon sağlar. Ancak daha uzun bir ark boyu daha az ısı üretir ve daha düzgün bir kaynak işlemi yapmayı sağlar.

Ark boyu, kaynak işlemi sırasında düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde ayarlamalar yapılmalıdır. Kaynak işlemi sırasında, tungsten elektrodun aşırı ısınması veya erimesi durumunda, ark boyu artırılmalıdır. Ayrıca kaynak işlemi sırasında tungsten elektrodun ömrünü uzatmak için elektrodun yüzeyi düzenli olarak temizlenmeli veya yenisiyle değiştirilmelidir.

## 5.3. TİG KAYNAĞI İLE ÇELİK BORULARIN KAYNAĞINI YAPMA

İlaç ve gıda tesislerinin paslanmaz çelikten yapılan boru hatlarında çoğunlukla TİG yöntemi kullanılır. Günümüzde karbon çeliğinden mamul endüstriyel tesis, gemi boru donanımları, doğalgaz kolon ve daire veya tesis içi hatlarının gerek kök paso gerek dolgu kaynaklarında yoğun olarak kullanılır.

Boru hatlarından geçirilen akışkan, özelikle insan sağlığıyla direkt ilgiliyse (gıda, ilaç vb.) kök pasoların uygulamasında, boru hattına mutlaka tampon (kök) gazı (Şekil 5.3) 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 oluşur. Hatta bu noktalara takılan akışkan, kalıntılara ve çeşitli bakterilerin oluşmasına neden olur. Daha sonra hattan geçirilen akışkan da bu istenmeyen bakteriler yüzünden bozulur. 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 oluşturur.




Şekil 5.3: Tampon gaz kullanılarak yapılan boru kaynağı

TİG kaynağı, çelik boru kaynağı için çok iyi bir seçenektir. TİG kaynağı, diğer kaynak yöntemleriyle karşılaştırıldığında yüksek kalitede, temiz ve güvenilir kaynaklar oluşturur.

Çelik boru kaynağı için kullanılan TİG kaynağı, özellikle ince duvarlı boruların kaynağı için uygundur. TİG kaynağı, ince malzemelerde yüksek penetrasyon sağlar ve daha az ısı girdisiyle çalışır. Bu nedenle, ince duvarlı çelik boruların kaynağı için ideal bir yöntemdir.

TİG kaynağı sırasında öncelikle kaynak malzemesi hazırlanıp yüzey temizliği yapılır. Boruların birleştirilecek kısımları, önce uygun şekilde hizalanır sonra sabitlenir. Daha sonra kaynak işlemine başlamadan önce doğru tungsten elektrot seçimi yapılarak elektrodun doğru şekilde öğütülmüş olduğundan emin olunur.

Kaynak işlemi sırasında boru yüzeyi temiz ve oksijensiz bir ortamda tutulur. TİG kaynağı sırasında argon veya benzeri bir inerte gaz kullanılır. Gaz, kaynak bölgesinin oksijensiz kalmasını sağlayarak kaynak işleminin kalitesini artırır.

Kaynak işlemi sırasında doğru kaynak akımı seçimi yapılmalı ve kaynak işlemi sabit bir hızda ilerletilmelidir. Kaynak hızı ve ark boyu, boru malzemesinin kalınlığı ve kaynak pozisyonuna göre ayarlanır.

Çelik boru kaynağı için kullanılan TİG kaynağı, kaynak işlemi sırasında istenmeyen deformasyon ve çatlaklara neden olmayan düzgün bir kaynak işlemi yapılmasını sağlar. Bu nedenle TİG kaynağı, çelik boru kaynağı için tercih edilen bir yöntemdir.

**TİG Kaynağının Avantajları**

- Yüksek bir kaynak hızının sağlanması
- Verilen ısının belirli bir bölgeye tesir etmesi
- Isı distorsyonlarının 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 elektrodun kaynak dikişine karışması
- Oksit kalıntıları
- Gözenek oluşumu
- Yetersiz erime
- Uç krater çatlaklarının oluşması

## 5.3.1. Çelik Boruların Kaynağını Yapma

Tüm kaynak işlemlerinde olduğu gibi önce kaynak yapılacak malzemelerin ve kullanılacak araç gerecin hazırlanması gerekir. Kaynak yapılacak malzemelerin hazırlıkları malzemenin türü ve

kullanılacağı yere göre değişiklik gösterir. TİG kaynak uygulamasında çelik boruların kaynağa hazırlanma aşamaları da başlıklar hâlinde verilmiştir. Görsel 5.6'da çelik boru kaynağı ve elektrot tutuluşu görülmektedir.



Görsel 5.6: TİG boru kaynağında elektrot tutuluşunun görünüşü

## 5.3.2. Çelik Boruların Kesilmesi

Endüstrideki birçok uygulama, akışkanların iletimini gerektirir. Akışkanların en önemli özelliği, sızdırmazlığa karşı duyarlı olmalarıdır. Boruların kaynağında en küçük hata ya da zayıf birleşmeler, giderek artan sızıntıların oluşmasına neden olur. Bu hataları önleme adımlarından biri de boruların ölçüsünde ve doğru bir şekilde kesilmesidir. Doğru kesilmiş boruların kaynak ağızlarını açmak ve kaynaklarını yapmak daha kolaydır. Düzgün kesilmeyen boruların kaynağa hazırlanması fazla zaman ve emek kaybına neden olur. Borular kesildikten hemen sonra kaynak ağzı açma işlemine geçilir.

## 5.3.3. Kaynak Ağzı Açma

TİG kaynak yönteminde kaynak öncesi kaynak ağzı açılmalıdır. Kalınlığı 8 mm'ye kadar olan parçalarda kaynak ağzı açılmadan küt, kıvrık, köşe ve üçlü alın birleştirmeler uygulanır. 8 mm ve daha kalın parçaların tek taraflı birleştirilmesinde V ve U alın kaynak ağızları kullanılır. TİG kaynağı kalın parçalar için ekonomik değildir.

Kaynak ağzı açmak, kaynak bölgesinin daha fazla ısıya maruz kalması ve daha derin penetrasyon

(derinlik, nüfuziyet) sağlanmasını olanaklı kılar. Aynı zamanda kaynak bölgesindeki deformasyonu artırarak bazı durumlarda kaynak bölgesinde çatlaklara neden olur.

Kaynak ağzı açmak, TİG kaynak işlemi öncesinde yapılmalıdır. Öncelikle kaynak bölgesi temizlenmeli, talaş ve diğer kalıntılar uzaklaştırılmalıdır. Daha sonra kaynak ağzı açma aleti kullanılarak kaynak ağzı genişletilir. Bu işlem, kaynak ağzının boyut ve şeklini kontrol etmek için hassas bir işlemdir ve doğru şekilde yapılmalıdır.

Kaynak ağzı açma aleti, genellikle bir elektrikli taşlama makinesi veya kaynak ağzı açma pensi şeklinde olabilir. Elektrikli taşlama makinesi kullanılıyorsa doğru boyutta bir taşlama tekerleği seçilmelidir. Kaynak ağzı boyutu ve şekline uygun olarak çalıştırılmalıdır. Kaynak ağzı açma pensi kullanılıyorsa alet doğru şekilde ayarlanmalı ve dikkatle kullanılmalıdır.

Kaynak ağzı açma işlemi tamamlandıktan sonra kaynak bölgesi tekrar temizlenmeli, talaş ve diğer kalıntılar uzaklaştırılmalıdır. Kaynak işlemi sırasında doğru kaynak akımı ve gaz akışı ayarlanmalı ve kaynak hızı kontrol edilmelidir. Bu şekilde, TİG kaynak işlemi sırasında doğru kaynak penetrasyonu ve kalitesi sağlanabilir.

## 5.3.4. Mekaniksel ve Kimyasal Temizleme

Kaynak ağzının mekanik ve kimyasal temizlenmesi, kaynak işleminin kalitesi için oldukça önemlidir. Kaynak ağzı temizlenmesi, ağzın üzerindeki kirletici ve kirlerin uzaklaştırılması kaynak işleminin malzemeler üzerinde güvenli ve doğru bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar.

**Mekaniksel temizleme**, kaynak ağzı yüzeyindeki kirleticilerin fiziksel olarak çıkarılması işlemidir. Bu işlem, yüzeyi fırçalama, tazyikli su kullanma, zımparalama, kazıma veya kumlama gibi yöntemlerle yapılır. Kaynak ağzının mekaniksel temizlenmesi için öncelikle ağız kenarlarının düzgün şekilde açılması ve düzeltilmesi gerekir. Mekaniksel temizleme yöntemi, kaynak ağzının malzemesine uygun seçilmelidir. Örneğin ince çelik plakaların kaynak ağzı temizliği için özel bir fırça veya tel fırça kullanılabilirken kalın çelik plakaların temizliği için kumlama yöntemi tercih edilmelidir.

**Kimyasal temizleme** ise kaynak ağzı yüzeyindeki kirleticileri kimyasal maddeler kullanarak temizleme işlemidir. Bu işlem, kaynak ağzının kimyasal maddelere dayanıklı malzemelerden yapılmış olması durumunda uygulanır. Kimyasal temizleme işlemi, yüzeyin asit veya bazik bir çözeltiyle temizlenmesini içerir. Bu yöntem, özellikle pas gibi zorlu kirleticileri temizlemek için etkilidir.

Kaynak ağzının mekanik ve kimyasal olarak temizlenmesi, kaynak işleminin kalitesini artırır. Aynı zamanda kaynak işlemi sırasında malzemelerin çarpılmasını da önler. Bu nedenle kaynak ağzı temizliği, kaliteli ve güvenilir bir kaynak oluşturmak için önemli bir adımdır.

## 5.3.5. TİG Kaynak Kıyafetleri

Kaynak ışınlarının ilk ve en çok zarar verdiği organ gözdür. Bunun yanında ışınların açık deriye de etkileri söz konusudur. İnsan gözüne olumsuz etki eden enfraruj ışınları dalga boylarına göre gözün ön ve arka kısımlarında tahribatlara yol açar. Kısa dalga boyuna sahip enfraruj ışınları, gözde bulunan ağ tabakasını yakarak körlüğe neden olabilir. Uzun dalga boylu enfraruj ışınları ise göz merceği saydamlığının yitirilmesi, bunun sonucu olarak da katarakt denilen bir göz hastalığının meydana gelmesine yol açar. İleri aşamalarda bu hastalık, ameliyat ile tedavi edilebilse de kişide görme yeteneğinin azalmasına neden olur.

Deride olabilecek tahribatları önlemek için kaynak sırasında uygun kıyafetler giyilmelidir. TİG kaynak işlemi sırasında kullanılacak kıyafetler, oluşabilecek sıcaklık, alev ve sıçramalardan kaynakçıyı koruyacak özelliklere sahip olmalıdır. TİG kaynak kıyafetleri, genellikle alev geçirmez kumaştan yapılır. TİG kaynakçılarının giymesi gereken bazı kıyafetler şunlardır:

**Önlük:** TİG kaynak işlemi sırasında kaynakçı vücudunu alev, sıcaklık dalgalanmaları ve sıçramalardan koruyacak özelliklere sahip bir önlük kullanmalıdır. Alev geçirmez kumaştan yapılmış önlükler tercih edilir.

**Eldivenler**: Kaynak işlemi sırasında eldiven giymek, kaynakçının elini sıcaklık, alev ve sıçramalardan korur. TİG kaynak işlemi için özel olarak tasarlanmış ince deri eldivenler kullanılabilir. Bu eldivenler, parmak hareketlerinin hassasiyetini korumak için ince ve esnek yapıdadır.

**Gözlükler:** Kaynakçı, kaynak işlemi sırasında gözlerini kaynak ışınlarından korumak için uygun gözlük kullanmalıdır. TİG kaynak işlemi için özel olarak tasarlanmış gözlük veya kaynak maskeleri kullanılabilir. Gözlerin zararlı ışınlardan korunması için kaynak arkına renkli koruyucu camlarla bakılması zorunludur. Kaliteli koruyucu camlar gözleri, görünen ışınlardan koruduğu gibi hemen hemen bütün ultraviyole ışınlarını da emer. Kullanılacak camların önceden kontrol edilmesi ve kalitesinin onaylanması gerekir.

**Kask:** TİG kaynak işlemi sırasında kaynakçı başını korumak için uygun bir kask kullanılır. Kaskın kaynak ışınlarına karşı dayanıklı, kaynakçının gözlerini ve yüzünü koruyacak şekilde tasarlanmış olması önemlidir.

**Ayakkabılar:** TİG kaynak işlemi sırasında kaynakçı, güvenliği sağlayacak uygun ayakkabılar giymelidir. Ayakkabılar, kaynakçının ayaklarını sıcaklık ve alevden koruyacak şekilde tasarlanmış olmalıdır.

**Kıyafetler:** TİG kaynak işlemi sırasında rahat ve pamuklu kıyafetler giyilebilir. Ancak, kaynak işlemi sırasında giyilen kıyafetlerin alev geçirmez ve sıcaklık dalgalanmalarına karşı dayanıklı olması önemlidir.

## 5.3.6. 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. Görsel 5.7'de TİG kaynak uygulaması görülmektedir.



Görsel 5.7: TİG boru kaynağında elektrot tutuluşunun görünüşü

İki kutuplama arasındaki farkı daha iyi açıklayabilmek için her ikisini de ayrı ayrı incelemekte yarar vardır. Elektrot, DADK olursa 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 gelir. Bu işlem iş parçasının yüksek oranda ısınarak daha kolay ergimesine yol açar.

İş parçasının bu tür kutupta daha kolay veya daha fazla erimesinin nedeni elektrik arkını oluşturan elektronların negatif yükleridir. Genel fizik kurallarına göre negatif yüklü elektronlar ters kutup olarak adlandırılan pozitif kutba doğru gitmekte ve bu gidiş esnasında da elektron bombardımanı olarak tanımlanan arkı oluşturmaktadır.

Bu anlatılanın tersi düşünüldüğünde DATK'de meydana gelen olay şu şekildedir: Elektrodu oluşturan silindirik sivri uçlu tungsten metali pozitif kutupta, yassı düz iş parçası ise negatif kutupta olacaktır. Biraz önce açıklanan şekliyle ve genel fizik kurallarına göre elektrik arkını oluşturan elektronlar negatif yüklü olup pozitif kutba doğru hareket ettiğinde DATK'de elektron hareketi yassı iş parçasından sivri uçlu elektroda doğru olacaktır. Bu işlem de elektron bombardımanı olarak gerçekleşir.

Bombardımanı yapan taraf ısıdan fazla oranda etkilenmez. Bombardımana göğüs geren taraf ısıdan fazla etkilenir. Etkilenen sivri uçlu elektrot olduğu için ısı da bu kesimde yani elektrotta artacaktır.

Sözü edilen bu durumlar doğru akım için geçerlidir. Ancak kaynakçılar doğru akım haricinde bir de dalgalı ya da alternatif diye adlandırılan akım türüyle çalışan makineler kullanır. Alternatif akım, doğru kutuplamayla ters kutuplamanın birlikte kullanıldığı bir türdür. Normalde kullanılan ve şebeke gerilimi diye adlandırılan elektrik enerjisi, alternatif akımdır ve bir saniye içinde 50 defa doğru, 50 defa da ters kutuplama şeklini 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.

## 5.4. TİG KAYNAĞI İLE BAKIR BORULARIN KAYNAĞINI YAPMA

TİG kaynağı, bakır boruların kaynağı için de kullanılır. TİG kaynak yöntemi, özellikle hassas kaynak işlemlerinde tercih edilen bir yöntemdir. Bakır boruların kaynağı da hassas bir işlem olduğu için TİG kaynak yöntemi bu işlemde de kullanılır. Özellikle boru hatları, ısı eşanjörleri ve diğer benzeri uygulamalarda sıkça kullanılır. Bakır boruların TİG kaynağı aşağıdaki adımlarla gerçekleştirilir.

Bakırın ısı iletme kabiliyetinin yüksek olması nedeniyle (Çelikten takriben beş misli daha fazladır.) kaynak esnasında verilen ısı çok çabuk yayılır. Bunun sonucunda kaynatılacak bakır levhanın kalınlığı arttıkça ısı yayınımı da artacağından bir ön tavlamaya ihtiyaç duyulur. Ayrıca bakırın ısıyla genleşme miktarının da fazlalığı bilhassa alın birleştirmelerinde iki parça arasında bırakılan aralığın kama şeklinde olmasını gerektirir. Bu iki hususa dikkat edilmesi şartı ile verilen kaynak karakteristiklerini kullanarak bakırın, TİG kaynak metodu ile kaynağı kolaylıkla yapılır.

Bakır boru kaynağı aşamaları şu şekilde sıralanabilir:

**Boruların Hazırlanması:** Boruların temizlenmesi ve kesilmesi gerekir. Boru yüzeyleri, mekaniksel ve / veya kimyasal olarak temizlenmeli, pürüzleri giderilmeli ve uçları kesilmelidir.

**Elektrot Seçimi:** Bakır boruların TİG kaynağı için kullanılabilecek elektrot seçenekleri arasında saf, lantanlı ve toryumlu tungsten elektrotlar bulunur. Elektrot seçimi, kaynak prosedürü, boru kalınlığı ve diğer faktörlere bağlıdır.

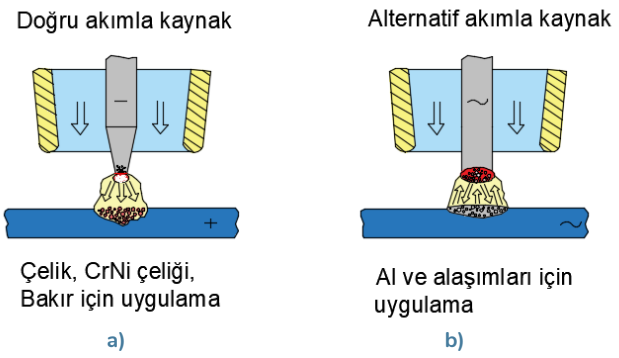
**Gaz Seçimi:** TİG kaynağı için kullanılacak gazlar arasında argon, helyum veya karışımları yer alır. Gaz seçimi, kaynak prosedürü ve boru malzemesine göre belirlenir.

**Amper Ayarı:** TİG kaynağı için doğru amper ayarı, boru kalınlığı ve diğer faktörlere bağlıdır. Genellikle, ince boru duvarları için daha düşük amper, kalın boru duvarları için daha yüksek amper ayarlanır.

**Kaynak:** Boru uçları birleştirilir ve elektrot, boru uçları arasına yerleştirilir. Ardından, gaz akışı açılır ve kaynak işlemi başlatılır. Elektrot, boru yüzeyine yaklaştırılır ve ark tutulur. Elektrot, kaynak ilerledikçe yavaşça geri çekilir ve kaynak işlemi tamamlanır.

## 5.4.1. TİG Kaynak Makinesinin Bakır ve Alaşımlarının Kaynak Ayarları

TİG kaynakta, doğru akım (DC) veya alternatif akım (AC) kullanılabilir. Bakır ve bakır alaşımlarının kaynağında genellikle doğru akım tercih edilir. Akım değeri, kullanılan malzemenin kalınlığına, kaynağın pozisyonuna ve diğer faktörlere bağlı olarak ayarlanmalıdır. Daha kalın malzemeler için daha yüksek bir akım seviyesi gerekebilir. Kaynağın başarılı olabilmesi için doğru akımın doğru şekilde ayarlanması (Şekil 5.4) önemlidir.




Şekil 5.4: Malzeme cinsine göre elektrod ucu ve akım seçimi

**Bakır İçin Tungsten Elektrot Seçimi ve Nedenleri:** En çok kullanılan elektrot, saf tungstene göre daha yüksek akım yoğunluklarına müsaade eden ve ucunda bir top oluşturmayan %2 toryumlu tungsten elektrottur.

**Tungsten Elektrot Ucu:** Çelik bakır ve alaşımları TİG kaynağında doğru akımla negatif kutupta kaynak yapılır. Tungsten elektrotlar, mümkünse sadece tungsten elektrotlar için kullanılan ince taneli taşlama tezgâhlarında boylamasına sivri olarak taşlanır. Keskin uçların kırılmaya karşı karnı dayanıksızdır. Sivri ve 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 argon-helyum karışımları kullanılır. Koruma gazı olarak azotun kullanılması da mümkündür. O da helyum gibi yüksek ark gerilimlerini gerektirir.

Bakır ve alaşımlarının kaynak ayarları TİG kaynak makinesinin özelliklerine ve kaynağın türüne bağlıdır. Genel olarak bakır ve alaşımları kaynaklamak için yüksek sıcaklık gerektiğinden yüksek akım ve voltaj kullanılır. Bu nedenle TİG kaynak makinesi yüksek amper değerlerine kadar ayarlanabilmelidir.

Bakır ve alaşımları kaynaklarken tungsten elektrot tipi ve çapı önemlidir. Bakır ve alaşımlarında genellikle daha kalın tungsten elektrotlar kullanılır. Ayrıca argon gazı kullanılması önerilir. Argon gazı, bakırın oksitlenmesini önleyerek kaynak kalitesini artırır. Bakır ve alaşımlarının termal iletkenliği yüksek olduğundan kaynak yapılırken daha yavaş bir tempoda hareket etmek önemlidir. Bu, kaynak bölgesinin fazla ısıtılmadan ve soğutulması için zaman tanınmasını sağlar.

Kaynak yapılmadan önce yüzey temizliği yapılmalıdır. Bakır ve alaşımları temizlemek için mekaniksel ve / veya kimyasal yöntemler kullanılabilir. Son olarak bakır ve alaşımlarının kaynağı için gerekli parametreler kaynak yapılacak malzemenin kalınlığı, şekli ve diğer faktörlere bağlı olarak değişebilir. Bu nedenle uygun parametreleri belirlemek için önceden deneme yapmak önemlidir.

**« SIRA SİZDE »**

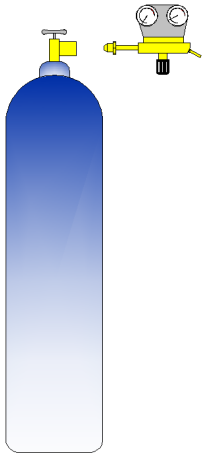
TİG kaynağının özellikle bazı metallerde tercih edildiği bilinmektedir. Bu metallerin hangi özellikleri TİG kaynağıyla kaynak yapılmasına neden olmaktadır? Konuyu araştırarak sunum hazırlayınız. Hazırladığınız bu sunumlarısınıf arkadaşlarınızla karşılaştırıp nelerin farklı ya da aynı olduğunu belirleyiniz.

## 14. UYGULAMA: KORUYUCU GAZLARI KAYNAĞA HAZIRLAMA

**AMAÇ:** TİG kaynak yöntemi için basınç regülatörü montajı ve çalışma basınç ayarını yapmak.

**YÖNERGE:** Bu çalışmada Şekil 5.5'te verilen regülatörü gaz tüpüne uygun şekilde montajını yapmanız beklenmektedir. Montajdan sonra gaz basıncını ayarlayınız.

**SÜRE:** 2 Ders Saati



Şekil 5.5: Regülatör düzeneği

### Kullanılacak Araç Gereç ve Makineler

1. Karışım gazı regülatörü
2. Karışım gazı tüpü
3. İki ağızlı anahtar seti
4. Kurbağacık 12"
5. Uygun çapta conta
6. Yıldız tornavida takımı
7. Gaz kaçak spreyi

### İşlem Basamakları

1. İş güvenliği için kişisel koruyucu donanımları giyerek önleminizi alınız.
2. Tüm araç gereç ve ekipmanı hazırlayınız.
3. Argon gazı üzerindeki ventillerin kapalı olup olmadığını kontrol ediniz.
4. Gaz çıkış bölgesindeki dişleri kontrol ediniz.
5. Valf ağzındaki olası pisliği atmak için tüp valfini kısa süreli ve hafifçe açıp kapatınız.
6. Tüp valfine uygun çapta rakor contası seçiniz.
7. Basınç düşürücüyü gövdesinden sıkıca tutunuz.
8. Uygun anahtar kullanarak giriş bağlantı rakorunu sıkıca tüp valfine vidalayınız.
9. Gazaltı kaynak makinesinin gaz hortumunu regülatörün gaz çıkışına kelepçeyle sabitleyerek tornavida yardımıyla sıkıştırınız.
10. Gazaltı kaynak makinesine giren argon gazı giriş bağlantısını kontrol ediniz.
11. Argon gazı tüpünün valfini bir tur açınız.
12. Gaz kaçak spreyi ile rakor contasının sızdırmazlık testini yapınız.
13. Kullanılan araç gereçleri toplayınız.
14. Arkadaşlarınızla çevre temizliğini yaparak işi sonlandırınız.

## Değerlendirme

Yapacağınız çalışma aşağıdaki ölçütlere göre değerlendirilecektir Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

| DEĞERLENDİRME TABLOSU | | | |
|---|---|---|---|
| SIRA No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | VERİLEN PUAN |
| 1 | İş güvenliği önlemlerini aldı. | 10 | |
| 2 | Ekipmanı doğru kullandı. | 10 | |
| 3 | Ölçü / gönye kontrolü yaptı. | 15 | |
| 4 | İşlemi doğru yaptı. | 25 | |
| 5 | Süreye uydu. | 5 | |
| 6 | Tertip / düzeni sağladı. | 10 | |
| 7 | Konu hakkında ön bilgisi vardı. | 20 | |
| 8 | Çevre temizliğini yaptı. | 5 | |
| | TOPLAM | 100 | |

Bu uygulamadan başarılı sayılmanız için 100 üzerinden 70 puan almanız gerekmektedir. Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi gideriniz.

## Notlar

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



## 15. UYGULAMA: TİG KAYNAK MAKİNESİNİ KAYNAĞA HAZIRLAMA 1

**AMAÇ:** TİG kaynak makinesinin torc ve şase bağlantısını yapabilmek.

**YÖNERGE:** Bu çalışmada TİG kaynak makinesini çalıştırmak için gerekli bağlantıları yapmanız beklenmektedir

**SÜRE:** 2 Ders Saati

### Kullanılacak Araç Gereç ve Makineler

1. TİG kaynak makinesi
2. Torc
3. Şase kablosu

### İşlem Basamakları

1. Cihaz şase kablosunu "+" kutba bağlayınız.
2. Torc üzerindeki üç adet bağlantının neler olduğunu tespit ediniz.
3. Tespit edilen kabloyu "-" kutba bağlayınız.
4. Torc hortumunu gaz girişine bağlayınız.
5. Torc soketini kontrolcü girişine bağlayınız.
6. Bağlantısı daha önce yapılan koruyucu gazı açınız.
7. Son kontroller yapıldıktan sonra torc ekipmanlarını birleştiriniz.
8. Kullanılan araç gereçleri toplayınız.
9. Arkadaşlarınızla çevre temizliğini yaparak işi sonlandırınız.

### Değerlendirme

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen değerlendirme ölçütlerine göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

| DEĞERLENDİRME TABLOSU | | | |
|---|---|---|---|
| SIRA No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | VERİLEN PUAN |
| 1 | İş güvenliği önlemlerini aldı. | 10 | |
| 2 | Ekipmanı doğru kullandı. | 10 | |
| 3 | Ölçü / gönye kontrolü yaptı. | 15 | |
| 4 | İşlemi doğru yaptı. | 25 | |
| 5 | Süreye uydu. | 5 | |
| 6 | Tertip / düzeni sağladı. | 10 | |
| 7 | Konu hakkında ön bilgisi vardı. | 20 | |
| 8 | Çevre temizliğini yaptı. | 5 | |
| | TOPLAM | 100 | |

Bu uygulamadan başarılı sayılmanız için en az yedi ölçütten tam puan almanız gerekmektedir. Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi gideriniz.



## 16. UYGULAMA: TİG KAYNAK MAKİNESİNİ KAYNAĞA HAZIRLAMA 2

**AMAÇ:** TİG kaynak makinesinin torc ekipmanlarını doğru bir şekilde birleştirebilmek.

**YÖNERGE:** Bu çalışmada parçalara ayrılmış kaynak makinesi torcunu tekrar birleştirmeniz ve her parçanın ne işe yaradığını söylemeniz beklenmektedir.

**SÜRE:** 2 Ders Saati

### Kullanılacak Araç Gereç ve Makineler

1. TİG kaynak makinesi
2. Torc
3. Torc ekipmanları

### İşlem Basamakları

1. Cihaza bağlanan torcu elinize alınız.
2. Torcun ön ucuna gaz üfleyiciyi bağlayınız.
3. Tungsten elektrot tutucuyu torcun arka kısmından içine itiniz.
4. Tugsten elektrodu tutucunun içine yerleştiriniz.
5. Torcun ön kısmına seramik nüzulu (fincan) bağlayınız.
6. Torcun arka kısmına elektrodu oturtacak şekilde tapa bağlayınız.
7. Tungsten elektrot mesafesini, seramik nodülünün numarasına göre belirleyiniz.
8. Elektrodu istenen mesafeye getirdikten sonra tapayı sıkınız.
9. Kullanılan araç gereçleri toplayınız.
10. Arkadaşlarınızla çevre temizliğini yaparak işi sonlandırınız.

### Değerlendirme

Yapacağınız çalışma aşağıdaki ölçütlere göre değerlendirilecektir Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

| DEĞERLENDİRME TABLOSU | | | |
|---|---|---|---|
| SIRA No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | VERİLEN PUAN |
| 1 | İş güvenliği önlemlerini aldı. | 10 | |
| 2 | Ekipmanı doğru kullandı. | 10 | |
| 3 | Ölçü / gönye kontrolü yaptı. | 15 | |
| 4 | İşlemi doğru yaptı. | 25 | |
| 5 | Süreye uydu. | 5 | |
| 6 | Tertip / düzeni sağladı. | 10 | |
| 7 | Konu hakkında ön bilgisi vardı. | 20 | |
| 8 | Çevre temizliğini yaptı. | 5 | |
| | TOPLAM | 100 | |

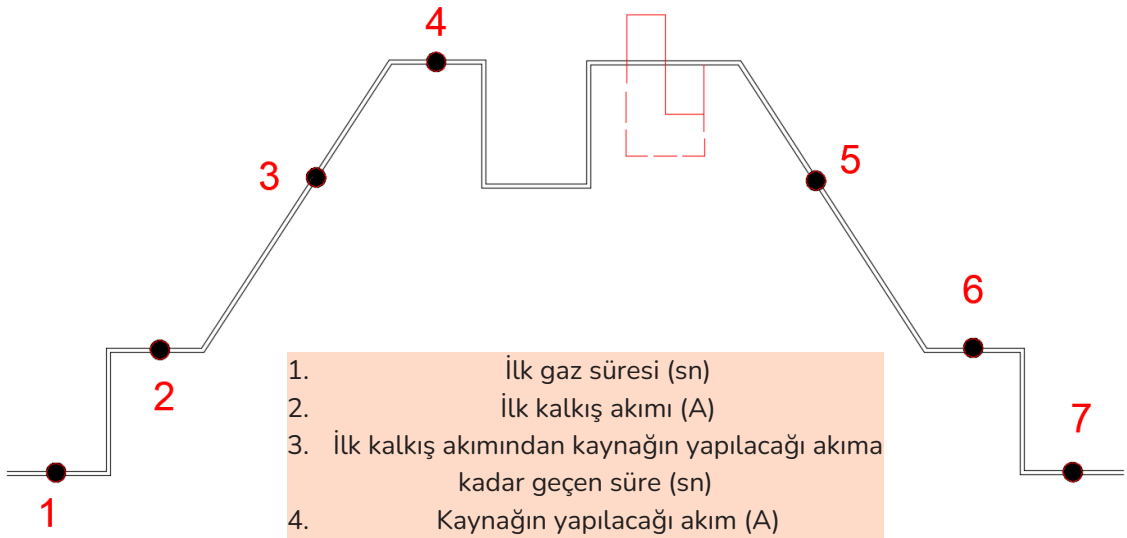
Bu uygulamadan başarılı sayılmanız için 100 üzerinden 70 puan almanız gerekmektedir. Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi gideriniz.

## 17. UYGULAMA: TİG KAYNAK MAKİNESİNİ KAYNAĞA HAZIRLAMA 3

**AMAÇ:** TİG kaynak makinesi parametre değerlerini doğru şekilde ayarlayabilmek.

**YÖNERGE:** Bu çalışmada TİG kaynak parametrelerini kaynak yapılacak malzemeye göre belirlemeniz ve çizelge üzerinde (Şekil 5.6) göstermeniz beklenmektedir.

**SÜRE:** 2 Ders Saati




1. İlk gaz süresi (sn)
2. İlk kalkış akımı (A)
3. İlk kalkış akımından kaynağın yapılacağı akıma kadar geçen süre (sn)
4. Kaynağın yapılacağı akım (A)
5. Son ampere kadar geçen süre (sn)
6. Son amper (A)
7. Son gaz süresi (sn)

Şekil 5.6: TİG kaynak paramatreleri çizelgesi

### Kullanılacak Araç Gereç ve Makineler

TİG kaynak makinesi

### İşlem Basamakları

1. Kaynak makinesini açınız.
2. Çalışılacak malzeme türü ve kalınlığını belirleyiniz.
3. Cihaz parametrelerini belirleyiniz.
4. Kaynağa başlarken ilk gaz süresini belirleyiniz.
5. İlk kalkış akımını belirleyiniz (Bu değerin girilmesinin sebebi ince parçaların yırtılmasını engellemektir. İlk kalkış akımı çalışma akımının altında seçilir).
6. Kalkış akımından kaynağın yapılacağı akıma kadarki geçiş süresini belirleyiniz.
7. Tetik bırakıldığında son ampere geçiniz.
8. Kaynak bitimindeki son amper değerini giriniz.
9. Kaynak bitimindeki son gaz süresini belirleyiniz.
10. Kullanılan araç gereçleri toplayınız.
11. Arkadaşlarınızla çevre temizliğini yaparak işi sonlandırınız.

## Değerlendirme

Yapacağınız çalışma aşağıdaki ölçütlere göre değerlendirilecektir Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

| DEĞERLENDİRME TABLOSU | | | |
|---|---|---|---|
| SIRA No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | VERİLEN PUAN |
| 1 | İş güvenliği önlemlerini aldı. | 10 | |
| 2 | Ekipmanı doğru kullandı. | 10 | |
| 3 | Ölçü / gönye kontrolü yaptı. | 15 | |
| 4 | İşlemi doğru yaptı. | 25 | |
| 5 | Süreye uydu. | 5 | |
| 6 | Tertip / düzeni sağladı. | 10 | |
| 7 | Konu hakkında ön bilgisi vardı. | 20 | |
| 8 | Çevre temizliğini yaptı. | 5 | |
| | TOPLAM | 100 | |

Bu uygulamadan başarılı sayılmanız için 100 üzerinden 70 puan almanız gerekmektedir. Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi gideriniz.

## Notlar

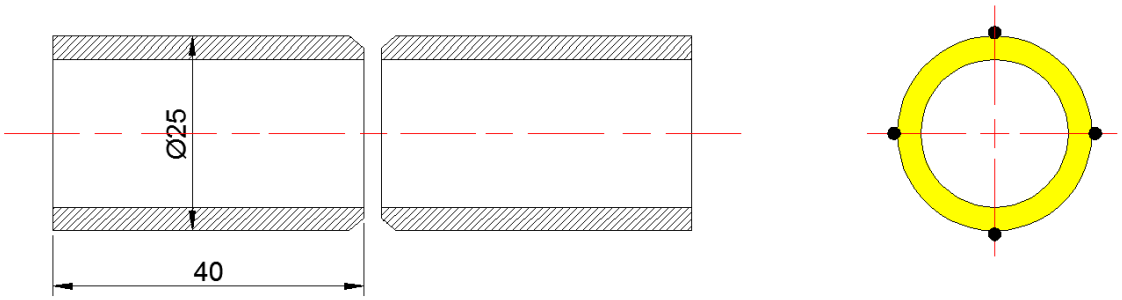


## 18. UYGULAMA: TİG KAYNAĞI İLE ÇELİK BORULARIN KAYNAĞINI YAPMA

**AMAÇ:** TİG kaynak yöntemi ile tekniğine uygun çelik boruları birleştirme işlemi yapmak.

**YÖNERGE:** Bu çalışmada Şekil 5.7'de verilen iki çelik boruyu işlem basamaklarına göre TİG kaynağıyla birleştirmeniz beklenmektedir.

**SÜRE:** 2 Ders Saati




Şekil 5.7: Boru birleştirme imalat resmi

### Kullanılacak Araç Gereç ve Makineler

1. TİG kaynak takımı
2. 25 mm çapında çelik boru
3. Pense
4. V kaynak yatağı

### İşlem Basamakları

1. İş güvenliği için gerekli ekipmanları giyerek önleminizi alınız.
2. Tüm araç gereci hazırlayınız.
3. Regülatör üzerindeki gerekli gaz basıncını ayarlayınız.
4. Malzemeye uygun tungsten elektrodu seçiniz.
5. Cihaz üzerindeki malzeme kalınlığına uygun parametre değerlerini giriniz.
6. Boruyu V kaynak yatağına yerleştirdikten sonra çarpılmaları engellemek için uygun aralıklarda boruya punta atınız.
7. Kaynak torcunu kaynak yönünde hareket ettiriniz.
8. Kaynak bitiminde parçayı soğutunuz.
9. Soğuyan parçaya numara basınız.
10. Biten iş parçasını sorumlu öğretmene teslim ediniz.
11. Kullanılan araç gereçleri toplayınız.
12. Arkadaşlarınızla çevre temizliğini yaparak işi sonlandırınız.

## Değerlendirme

Yapacağınız çalışma aşağıdaki ölçütlere göre değerlendirilecektir Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

| DEĞERLENDİRME TABLOSU | | | |
|---|---|---|---|
| SIRA No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | VERİLEN PUAN |
| 1 | İş güvenliği önlemlerini aldı. | 10 | |
| 2 | Ekipmanı doğru kullandı. | 10 | |
| 3 | Ölçü / gönye kontrolü yaptı. | 15 | |
| 4 | İşlemi doğru yaptı. | 25 | |
| 5 | Süreye uydu. | 5 | |
| 6 | Tertip / düzeni sağladı. | 10 | |
| 7 | Konu hakkında ön bilgisi vardı. | 20 | |
| 8 | Çevre temizliğini yaptı. | 5 | |
| | TOPLAM | 100 | |

Bu uygulamadan başarılı sayılmanız için 100 üzerinden 70 puan almanız gerekmektedir. Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi gideriniz.

## Notlar



## 19. UYGULAMA: TİG KAYNAĞI İLE BAKIR BORULARIN KAYNAĞINI YAPMA

**AMAÇ:** TİG kaynak yöntemi ile tekniğine uygun bakır boruları birleştirme işlemi yapmak.

**YÖNERGE:** Bu çalışmada verilen iki bakır boruyu işlem basamaklarına göre TİG kaynağıyla birleştirmeniz beklenmektedir

**SÜRE:** 4 Ders Saati

### Kullanılacak Araç Gereç ve Makineler

1. TİG kaynak takımı
2. Bakır boru
3. Pense

### İşlem Basamakları

1. İş güvenliği için gerekli ekipmanları giyerek gerekli tedbirleri alınız.
2. Tüm araç gereci hazırlayınız.
3. Regülatör üzerindeki gerekli gaz basıncını ayarlayınız.
4. Malzemeye uygun tungsten elektrodu seçiniz.
5. Cihaz üzerindeki malzeme kalınlığına uygun parametre değerlerini giriniz.
6. Boru üzerinde gerekli temizliği yapınız
7. Kaynak torcunu kaynak yönünde hareket ettiriniz.
8. Kaynak bitiminde parçayı soğutunuz.
9. Biten iş parçasını sorumlu öğretmene teslim ediniz.
10. Kullanılan araç gereçleri toplayınız.
11. Arkadaşlarınızla çevre temizliğini yaparak işi sonlandırınız.

### Değerlendirme

Yapacağınız çalışma aşağıdaki ölçütlere göre değerlendirilecektir Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

| DEĞERLENDİRME TABLOSU | | | |
|---|---|---|---|
| SIRA No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | PUAN | VERİLEN PUAN |
| 1 | İş güvenliği önlemlerini aldı. | 10 | |
| 2 | Uygun ekipmanı kullandı. | 10 | |
| 3 | Ölçü / gönye kontrolü yaptı. | 15 | |
| 4 | İşlemi doğru yaptı | 25 | |
| 5 | Süreye (zaman) uydu. | 5 | |
| 6 | Tertip / düzeni sağladı. | 10 | |
| 7 | Konu hakkında ön bilgisi vardı. | 20 | |
| 8 | Çevre temizliğini yaptı. | 5 | |
| | TOPLAM | 100 | |

Bu uygulamadan başarılı sayılmanız için 100 üzerinden 70 puan almanız gerekmektedir. Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi gideriniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

**1. Aşağıdakilerden hangisi TİG kaynak bölgesini havanın olumsuz etkilerinden korur?**
A) Elektrotlar
B) İnert gazlar
C) Kaynak operatörü
D) İş güvenliği koruyucuları
E) Kaynak makinesi

**2. Aşağıdakilerden hangisi TİG kaynağında kullanılan elektrotlardan biridir?**
A) Bazik
B) Çıplak
C) Rutil
D) Selülozik
E) Tungsten

**3. Aşağıdakilerden hangisi TİG kaynağında kullanılan kimyasal olarak tepkisiz (inert) gazlardan biridir?**
A) Argon
B) Azot
C) Karbondioksit
D) Oksijen
E) Su buharı

**4. TİG kaynağında karışım gaz olarak kullanılabilecek gaz çifti aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?**
A) Azot + oksijen
B) Azot + karbon
C) Argon + helyum
D) Oksijen + su buharı
E) Karbondioksit + su buharı

**5. Aşağıdakilerden hangisi TİG kaynak torclarının görevlerinden biridir?**
A) Ark bölgesine oksijen vermek
B) Kaynak dikişini suyla soğutmak
C) Tungsten elektrodu eritmek
D) Gaz akışını kontrol etmek
E) Kaynak makinesini açmak

**6. Aşağıdakilerden hangisi tungsten elektrodun özelliklerinden biridir?**
A) Düşük sıcaklıkta erir
B) Yüksek sıcaklığa dayanır
C) Kaynak dikişi üzerini kapatır
D) Kaynakçının yaralanmasını önler
E) Kaynak dikişi ısısını düşürür

**7. Koruyucu gazı kaynak bölgesine istenen hız ve oranda gönderen kaynak düzeneği elemanı aşağıdakilerden hangisidir?**
A) Elektrot
B) Gaz tüpü
C) Kaynak makinesi
D) Regülatör
E) Torc

**8.** Bakır ve alaşımlarının kaynağında argon gazının kullanılması önerilmektedir.
**Argon gazının kullanılma nedeni aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?**
A) Kaynak bölgesini soğutur.
B) Oksitlenmeyi engeller.
C) Kaynak hızını düşürür.
D) Daha az enerji harcanır.
E) Tungsteni eritir.

# CEVAP ANAHTARI

## 1. ÖĞRENME BİRİMİ (SAYFA 24)

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

## 2. ÖĞRENME BİRİMİ (SAYFA 38)

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

## 3. ÖĞRENME BİRİMİ (SAYFA 58)

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

## 4. ÖĞRENME BİRİMİ (SAYFA 85)

1-B 2-D 3-C 4-A 5-E 6-E 7-D 8-A
9-D 10-E 11-B 12-A 13-C 14-C

## 5. ÖĞRENME BİRİMİ (SAYFA 120)

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

# KAYNAKÇA

1. Teknik Anadolu Lisesi Anadolu Meslek ve Anadolu Teknik Programı Gemi Yapım Alanı Çerçeve Öğretim Programı. MEB 2020.
2. TDK Güncel Türkçe Sözlük
3. TDK Yazım Kılavuzu

## GENEL AĞ KAYNAKÇASI VE GÖRSEL KAYNAKÇASI

Materyalin genel ağ kaynakçası ve görsel kaynakçasına buradan ulaşılır.
Karekoda ulaşılmaması durumunda aşağıdaki linki kullanabilirsiniz.
**http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=1933**