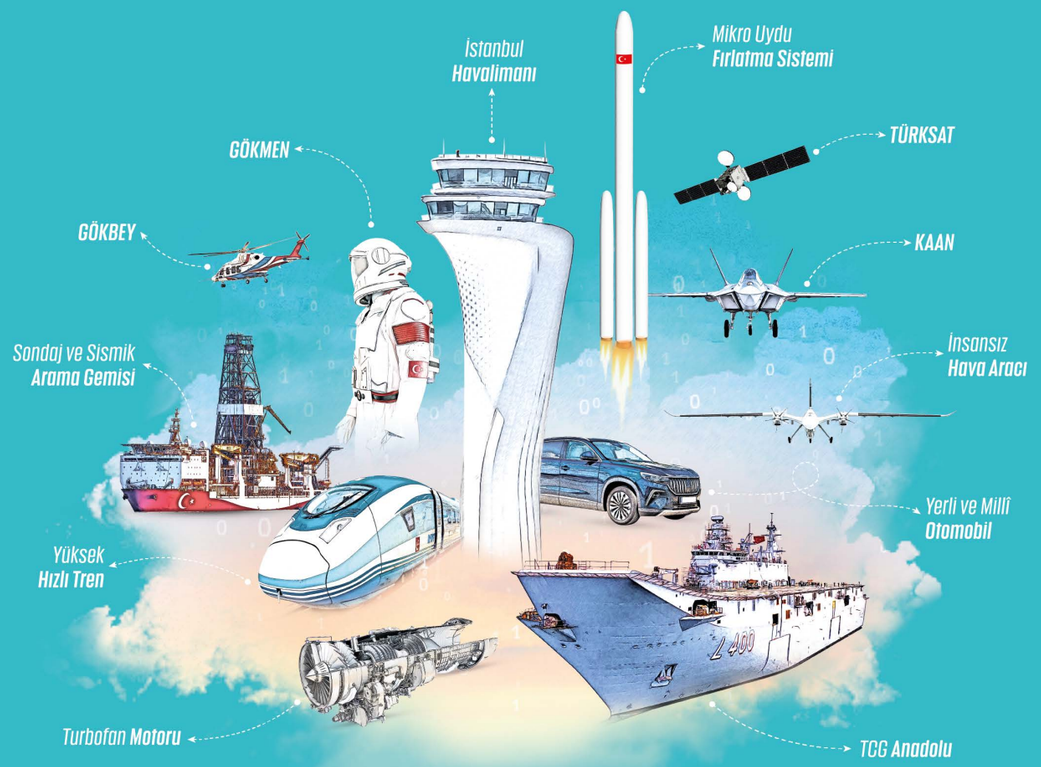
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

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: 978-975-11-6979-2

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

GEMİ YAPIMI ALANI

GEMİ KAYNAK UYGULAMALARI 11

DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
GEMİ YAPIMI ALANI



11

DERS MATERYALİ

GEMİ KAYNAK UYGULAMALARI

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
GEMİ YAPIMI ALANI

GEMİ KAYNAK UYGULAMALARI

11

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Ahmet TOKGÖZ
Veysel YAPICI

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI .....: 8648
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ .....: 2540

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

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı	**Emir Hüseyin YİĞİT**
Program Geliştirme Uzmanı	**Mine ERÇİN**
Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı	**Günay DURUCAN**
Rehberlik Uzmanı	**Özge ÇEVİK**
Görsel Tasarım Uzmanı	**Meral KILIÇ TEZCAN**

ISBN: 978-975-11-6979-2

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

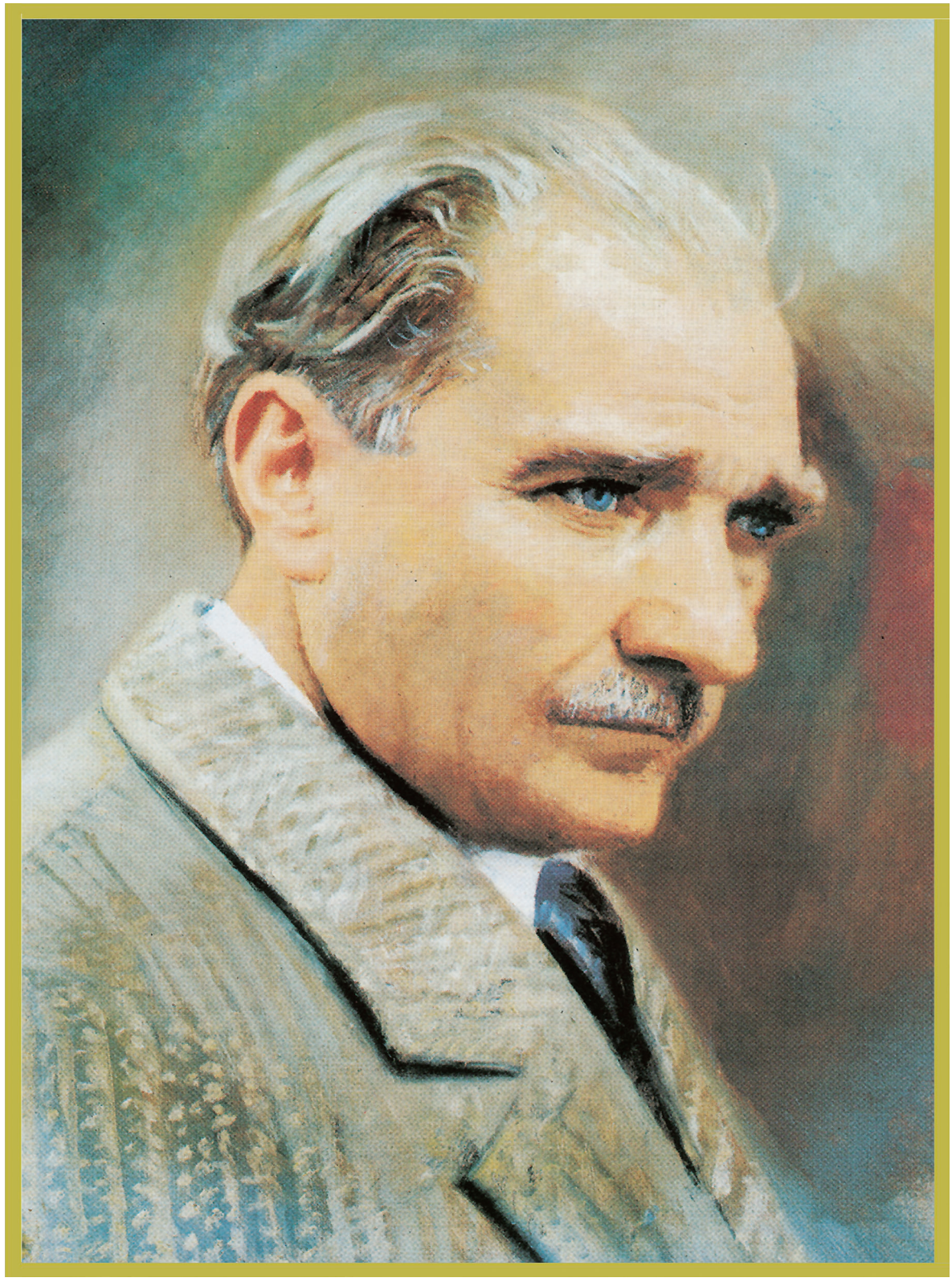
GENÇLİĞE HİTABE

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 11

1. ÖĞRENME BİRİMİ

1. KAYNAK ÖN HAZIRLIĞI 14
1.1. KAYNAK EKİPMANLARINI HAZIRLAMA 14
1.2. KAYNAK İŞLEMİNDE KULLANILAN MALZEMELERİ HAZIRLAMA 31
1.1. Uygulama Oksi-Gaz Kaynak Yöntemiyle Gemi Borda Sacına Kaynak Ağzı Açma 37
1.2. Uygulama Oksi-Gaz Kaynak Yöntemiyle Gemi Borda Sacına Kaynak Ağzı Açma 39

2. ÖĞRENME BİRİMİ

2. ELEKTRİK ARK KAYNAĞI 42
2.1. ELEKTRİK ARK KAYNAĞINDA ELEKTROT SEÇİMİ..... 53
2.2. ELEKTRİK ARK KAYNAĞINDA AMPER AYARI..... 58
2.3. ELEKTRİK ARK KAYNAĞI UYGULAMALARINDA ELEKTROT AÇISI VE POZİSYON 60
2.1. Uygulama Elektrik Ark Kaynağı ile Az Karbonlu ve Alaşımlı Çeliklerin Kaynağı .. 76
2.2. Uygulama Elektrik Ark Kaynağı Yöntemiyle Profil Birleştirme 79
2.3. Uygulama Elektrik Ark Kaynağı Yöntemiyle Vardavela Yapma 81
2.4. Uygulama Elektrik Ark Kaynağı Yöntemiyle Gemi Yalpa Omurgasını Yapma 83

3. ÖĞRENME BİRİMİ

3. GAZALTI MIG-MAG KAYNAĞI.....86
3.1. MIG-MAG KAYNAK YÖNTEMİNDE ELEKTROT TEL SEÇİMİ.....89
3.2. MIG-MAG KAYNAĞINDA AMPER, GAZ BASINCI VE TEL SÜRME AYARI 93
3.3. MIG-MAG KAYNAĞINDA POZİSYON TÜRLERİ VE TORÇ AÇISI 98
3.1. Uygulama MIG-MAG Kaynak Yöntemiyle Küt Pozisyonda Gemi Borda Sacı Kaynağı ... 110
3.2. Uygulama MIG-MAG Kaynak Yöntemiyle İç Köşe Kaynağı Yapma 113
3.3. Uygulama MIG-MAG Kaynak Yöntemiyle Çelik Boruların Kaynağı 115
3.4. Uygulama MIG-MAG Kaynak Yöntemiyle Bakır Alaşımlarının Kaynağı 117
3.5. Uygulama MIG-MAG Kaynak Yöntemiyle Gemi Borda Saclarına Sıralı Sürekli Kaynak 119

4. ÖĞRENME BİRİMİ

4. OKSİ-GAZ KAYNAĞI.....122
4.1. OKSİ-GAZ KAYNAK ÜFLEÇLERİ 126
4.2. OKSİ-GAZ KAYNAĞINDA GAZ BASINÇLARI.....128
4.3. OKSİ-GAZ KAYNAĞINDA KAYNAK DİKİŞİ 131
4.3.1. Telsiz Kaynak Dikişi.....131
4.3.2. Telli Kaynak Dikişi.....132
4.1. Uygulama Oksi-Gaz Kaynak Yöntemiyle Telsiz Dikiş Çekme 139
4.2. Uygulama Oksi-Gaz Kaynak Yöntemiyle Büküm Yaparak Telsiz Dikiş Kaynağı ...141
4.3. Uygulama Oksi-Gaz Kaynak Yöntemiyle Küt Ek Pozisyonda Telli Kaynak Dikişi 143
4.4. Uygulama Oksi-Gaz Kaynak Yöntemiyle Boruların Telli Kaynak Dikişi 145

5. ÖĞRENME BİRİMİ

5. TOZALTI KAYNAĞI 148
5.1. TOZALTI KAYNAĞINDA KULLANILAN KAYNAK TELLERİ 150
5.1.1. Özlü Tel Elektrotlar 151
5.1.2. Bant Elektrotlar 152
5.2. AMPER AYARI, TEL, TOZ VE MAKİNE İLERLEME HIZI 155
5.3. UYGUN POZİSYON VE AÇIYLA KAYNAK DİKİŞİNİ ÇEKME 159
5.3.1. Yardımcı Altlıkla Kaynak 160
5.3.2. Kaynak Ağzı Hazırlama 160
5.1. Uygulama Tozaltı Kaynak Uygulamasıyla Yatayda Küt Ek Kaynağı 161

6. ÖĞRENME BİRİMİ

6. TIG KAYNAĞI 164
6.1. TIG KAYNAĞINDA KULLANILAN EKİPMANLAR 166
6.1.1. TIG Torcu 166
6.1.2. Koruyucu Gaz Türleri 170
6.1.3. Basınç Düşürme Manometresi 171
6.1.4. Elektrik Akımı Üreteci 172
6.2. TIG KAYNAĞINDA KULLANILAN İLAVE TELLER 172
6.2.1. Uygun Tel Seçme 173
6.3. AMPER VE GAZ BASINCI 173
6.4. UYGUN POZİSYON VE AÇI 174
6.1. Uygulama TIG Kaynak Yöntemiyle Telsiz Dikiş Çekme 175
6.2. Uygulama TIG Kaynak Yöntemiyle Telli Dikiş Çekme 177
6.3. Uygulama TIG Kaynak Yöntemiyle Flanş Kaynağı Çekme 179

7. ÖĞRENME BİRİMİ

7. OKSİ-GAZ İLE KESME 184
7.1. OKSİ-GAZ İLE KESMEDE ÜFLEÇ SEÇİMİ 184
7.2. OKSİ-GAZ İLE KESME İŞLEMİNDE GAZ BASINÇ AYARLARI 187
7.3. OKSİ-GAZ İLE KESME İŞLEMİNDE POZİSYON VE AÇI 189
7.1. Uygulama Oksi-Gaz Kesme Yöntemiyle Sac Levhaların Kesimi 191
7.2. Uygulama Oksi-Gaz Kesme Yöntemiyle Çelik Boruların Kesimi 193
7.3. Uygulama Oksi-Gaz Kesme Yöntemiyle Profilleri Kesme 195
7.4. Uygulama Oksi-Gaz Kesme Yöntemiyle Sac Levhaların Dairesel Kesimi 197
7.5. Uygulama Oksi-Gaz Kesme Yöntemiyle Kaynak Ağzı Açma 199

KAYNAKÇA 201
GENEL AĞ KAYNAKÇASI 202
GÖRSEL AĞ KAYNAKÇASI 202

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Öğrenme birimi görsellerini gösterir.

kitap.eba.gov.tr adresine yönlendiren karekodu gösterir.



Öğrenme birimi sıra numarasını gösterir.

Öğrenme biriminde yer alan anahtar kelimeleri gösterir.

Öğrenme biriminde neler öğrenileceğini gösterir.

Öğrenme birimi ile ilgili yapılacak ön hazırlık çalışmalarını gösterir.

Konuyla ilgili destekleyici bilgileri gösterir.

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Konu başlığını gösterir.

Sayfa numarasını gösterir.

BİLGİ KÜPÜ

"İyi bir hazırlık, kaynağı yarı yarıya başarıya ulaştırmak demektir." sözünü her kaynakçının iyice bilmesi gerekir.

1. KAYNAK ÖN HAZIRLIĞI

Kaynak yapılması sırasında kaynağın cinsine bağlı olarak 5.000-6.000 °C'ye kadar sıcaklıklar oluşur. Bu sıcaklıklar nedeniyle yapılan kaynak çeşidi, kaynak edilen metalin cinsi ve kullanılan koruyucu gazın cinsine göre kaynak esnasında çalışma ortamında insan vücuduna zararlı gaz, toz ve dumanlar etrafa yayılır. Kaynak yapmaya başlamadan önce yapılan ön hazırlık kaynakçının iş kazası geçirmesini engeller ve kaynağın daha kaliteli oluşmasını sağlar.

KAYNAK İŞLEMİ SIRASINDA OLUŞABİLECEK KAZALARA NEDEN OLAN FAKTÖRLER

» Teknik Faktörler

- Makine ve teçhizatın yeterli derecede koruyucu olmaması veya arızalı çalıştırılması
- Kaynak işlemi yapılan ortamın kazalara neden olma ihtimali

» İnsanlardan Kaynaklanan Faktörler

- Teknik bilgi eksikliği
- İş disiplinine aykırı davranmak.
- İş güvenliği tedbirlerini almamak.

» Diğer Faktörler

- Araç gereci hatalı kullanmak.
- Tezgâh koruyucularını kaldırmak veya bunları yetersiz hâle sokmak.
- Kişisel koruyucuların kullanımını ihmal etmek.

1.1. KAYNAK EKİPMANLARINI HAZIRLAMA

Kaynak dikişinin istenilen özelliklerde olabilmesi ve kaynak işleminin düzgün yapılabilmesi için kaynak parametrelerinin seçimi oldukça büyük önem arz eder. Kaynak parametreleri, kaynak işlemini ve elde edilen kaynak bağlantısının kalitesini etkiler. Kaynak parametrelerinin uygun olmayan seçimi, kaynaklı parçalarda tamiri olanaksız hatalara yol açar.

Kaynakların yapılmasını sağlayan en büyük etken kaynak makineleridir. Kullanım amacı ve yerlerine göre birçok çeşidi üretilmektedir. Kaynak işlemine başlamadan önce kaynak parametrelerinin bilinmesi ve bu parametrelere göre hazırlık yapılması gerekir. Farklı kaynak yöntemlerinde farklı kaynak parametreleri vardır.

Kaynak uygulamalarında kaynak öncesi hazırlığın nasıl yapılacağı **kaynak prosedür şartnamesinde** yazmaktadır. Kaynak yapacak kişi bu şartnamelere göre hazırlığını yapar.

Uygulamanın numarasını gösterir.

İşlem basamaklarını gösterir.

Uygulamanın derecelendirme ölçeğini gösterir.

1.1. UYGULAMA

Oksi-gaz Kaynak Yöntemiyle Gemi Borda Sacına Kaynak Ağzı Açma

Amaç: Gemi borda sacına V kaynak ağzı açmak ve kaynak ekipmanlarını hazırlamak.

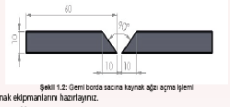
Uygulama

a) 120 x 60 x 10 mm ölçülerinde 2 adet gemi borda sacını kesiniz (Şekil 1.1).



Şekil 1.1: Gemi borda sacı

b) Gemi borda sacına şekildeki gibi oksi-gaz kesme, spiral taşlama veya kaynak ağzı açma makinelerini kullanarak V kaynak ağzı açınız (Şekil 1.2).



Şekil 1.2: Gemi borda sacına kaynak ağzı açma işlemi

c) Kaynak ekipmanlarını hazırlayınız.

İşlem Basamakları

1. Koruyucu iş güvenliği giysi ve ekipmanlarını giyerek diğer her türlü iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. İş parçası üzerinde ölçü alıp markalama yapınız.
3. Uygun gördüğünüz kesme makinesi ile kesme yapınız.
4. Çapak alma işlemini yapınız.
5. Kaynak ağızlarını verilen ölçülere göre açınız.
6. Ölçüleri kontrol ediniz.
7. Kaynak ağzı açma sonrası oluşabilecek çapakları eğe yardımıyla alınız.
8. Kaynak makinesinin amper ayarını ve gaz debisini ayarlayınız, kullanılacak elektrodu ve kaynak sırasında kullanılacak kişisel koruyucu donanımları hazırlayınız.

Değerlendirme: Oksi-gaz kaynak yöntemiyle gemi borda sacına kaynak ağzı açma uygulamasında değerlendirme yapmak için 1.1. Uygulama Derecelendirme Ölçeği kullanılacaktır. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

1.2. UYGULAMA DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı-Soyadı:	Öğretmenin Adı-Soyadı:
Sınıf-No:	Değerlendirme Puanı:

Yetersiz: 1 Geliştirilebilir: 2 Orta: 3 İyi: 4 Çok iyi: 5

ÖLÇÜTLER	DERECE				
	1	2	3	4	5
1. İş güvenliği tedbirlerini eksiksiz aldı.					
2. Ölçüyü doğru aldı.					
3. Markalamayı doğru yaptı.					
4. Kesimi doğru yaptı.					
5. Çapakları eksiksiz temizledi.					
6. Kaynak ağızlarını verilen ölçülere göre açtı.					
7. Kaynak ağzı açma işlemi sonrası oluşabilecek çapakları eğe yardımıyla aldı.					
8. Kaynak ağızlarının ölçülerini kontrol etti.					
9. Kaynak işlemi sırasında kullanılacak kişisel koruyucu donanımları eksiksiz hazırladı.					
10. Kaynak makinesinin ayarlarını (amper ayarı, gaz debisi, elektrot cinsinin seçimi vb.) doğru yaptı.					
ÖLÇEK PUANI					

Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Tablodan alınabilecek en yüksek puan, her bir ölçüt için 5 puandır. Tabloda toplam 10 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek puan 10 X 5 = 50'dir.

DEĞERLENDİRME PUANI = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek en yüksek ölçek puanı]

Değerlendirme: Bu ölçekten 100 üzerinden 70 ve üzeri puan almanız, başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 69 veya altı puan almışsanız ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.



1. ÖĞRENME BİRİMİ

KAYNAK ÖN HAZIRLIĞI

KONULAR

1.1. KAYNAK EKİPMANLARINI HAZIRLAMA

1.2. KAYNAK İŞLEMİNDE KULLANILAN MALZEMELERİ HAZIRLAMA

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ ?

★ Kaynak makinesi ile ilgili parametreleri hazırlama
★ Doğru kişisel koruyucu donanımları seçme
★ Uygun temrinlik malzemeleri seçme

ANAHTAR KAVRAMLAR

Elektrot
Isıtma
Kaynak ağzı
Tavlama

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Sizce kaynağa başlamadan kaynak ön hazırlığı yapan kişinin iş kazası geçirme riski neden daha düşüktür?
2. Sizce kaynak ağzı açmaya neden ihtiyaç duyulmaktadır?
Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

BİLGİ KÜPÜ

Kaynak nüfuziyetinin sağlanması için genellikle kalın parçaların bir kısmının kesilerek çıkarılması işlemine **kaynak ağzı açma** denir.

1. KAYNAK ÖN HAZIRLIĞI

Kaynak yapılması sırasında kaynağın cinsine bağlı olarak 5.000-6.000 °C'ye kadar sıcaklıklar oluşur. Bu sıcaklıklar sonucunda, kaynak ve kaynak yapılacak metalin türüne bağlı olarak insan sağlığına zarar veren gaz ve toz ortama yayılır.

KAYNAK İŞLEMİ SIRASINDA OLUŞABİLECEK KAZALARA NEDEN OLAN FAKTÖRLER

»Teknik Faktörler

- Makine ve teçhizatın yeterli derecede koruyucu donanımının olmaması veya arızalı çalıştırılması
- Kaynak işlemi yapılan ortamın kazalara neden olma ihtimali

»İnsanlardan Kaynaklanan Faktörler

- Teknik bilgi eksikliği
- İş disiplinine aykırı davranmak.
- İş güvenliği tedbirlerini almamak.

»Diğer Faktörler

- Araç gereci hatalı kullanmak.
- Tezgâh koruyucularını kaldırmak veya bunları yetersiz hâle sokmak.
- Kişisel koruyucuların kullanımını ihmal etmek.

1.1. KAYNAK EKİPMANLARINI HAZIRLAMA

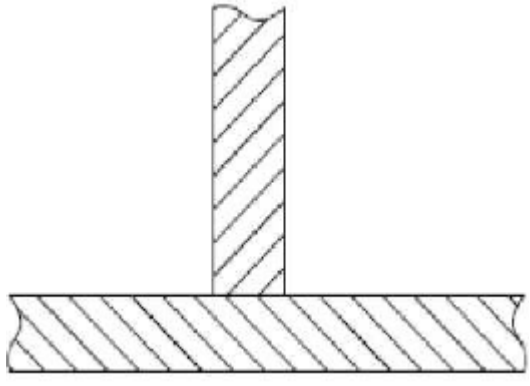
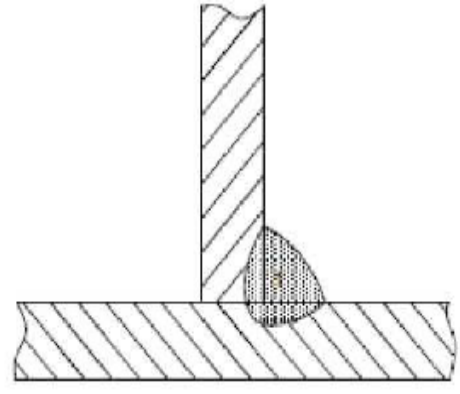
Kaynak dikişinin istenilen özelliklerde olabilmesi ve kaynak işleminin düzgün yapılabilmesi için kaynak parametrelerinin seçimi oldukça büyük önem arz eder. Kaynak parametreleri, kaynak işlemini ve elde edilen kaynak bağlantısının kalitesini etkiler. Kaynak parametrelerinin uygun olmayan seçimi, kaynaklı parçalarda tamiri olanaksız hatalara yol açar.

Kaynakların yapılmasını sağlayan en büyük etken kaynak makineleridir. Kullanım amacı ve yerlerine göre birçok çeşidi üretilmektedir. Kaynak işlemine başlamadan önce kaynak parametrelerinin bilinmesi ve bu parametrelere göre hazırlık yapılması gerekir. Farklı kaynak yöntemlerinde farklı kaynak parametreleri vardır.

Kaynak uygulamalarında kaynak öncesi hazırlığın nasıl yapılacağı **kaynak prosedür şartnamesinde** yazmaktadır. Kaynak yapacak kişi bu şartnamelere göre hazırlığını yapar.

Kaynak prosedürü şartnamesi (WPS): Kaynak talimatı; ilgili proje standardı (ASME ve/veya EN standartları) kodlarına uygun şekilde hazırlanmış, kaynak ağzı detayını, kullanılacak kaynak yöntemini, elektrot ve/veya kaynak teli tipini ve çapını, akım, volt, kaynak pozisyonu, kaynak paso sayısı vb. bilgileri içeren bir formdur (Tablo 1.1).

Tablo 1.1: Örnek Kaynak Prosedürü Şartnamesi

<table>
<tr><td colspan="5">WELDING PROCEDURE SPECIFICATION
KAYNAK TALİMATI</td><td colspan="4">WPS No. MG2-0032</td></tr>
<tr><td colspan="3">Welding Procedure Approval Record No
Yöntem Tesri No</td><td>GSI-WPOR-15-1184</td><td colspan="2">Material Specification
Malzeme Tanımı</td><td colspan="2">Gr 1.1, Gr 1.2 (EN ISO CR 15608:2013)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Applicable Code
ilgili Standart</td><td>EN ISO 15612'2004</td><td>Base Metal Thickness (mm)
Malzeme Kalınlığı</td><td>8</td><td colspan="2">Plate/Plaka
Tube/Boru</td></tr>
<tr><td colspan="2">Welding Process/Type
Kaynak Yöntemi/Uygulama</td><td colspan="2">135
(Yarı Mekanize/ Semi Mechanized)</td><td colspan="4">Pipe Outside Diameter (mm) Boru Dış Çapı</td></tr>
<tr><td colspan="2">Joint Type
Birleştirme Tipi</td><td colspan="2">FW (Fillet Weld/Köşe Kaynağı)</td><td colspan="2">Welding Position
Kaynak Pozisyonu</td><td colspan="2">PB</td></tr>
<tr><td colspan="4">Joint Design / Birleşim Tasarımı</td><td colspan="4">Welding Sequence/Kaynak Sırası</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Run
Paso</td><td rowspan="2">Process
Yöntem</td><td colspan="3" rowspan="2">Welding Consumable Kaynak Tüketim Malzemesi</td><td rowspan="2">Current Type / Polarity
Akım Tipi/ Kutuplama</td><td rowspan="2">Current (A)
Akım</td><td rowspan="2">Voltage (V)
Voltaj</td><td rowspan="2">Wire / Feed (m/min)
Tel Sürme (m/dk)</td><td rowspan="2">Travel Speed (mm/min)
Hız mm/dk)</td><td rowspan="2">Heat Input (kj/mm)
Isı Girdisi</td></tr>
<tr></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Trade Name
Marka</td><td>Size
Çap</td><td>Class
Sınıf</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>1</td><td>135</td><td>Magmaweld MG2</td><td>1</td><td>135</td><td>DC(+)</td><td>260-280</td><td>29-31</td><td>9,4-9,8</td><td>300-340</td><td>1,06-1,39</td></tr>
<tr><td colspan="3">Welding Machine
Kaynak Makinesi</td><td colspan="3">MAGMAWELD RS 500MW</td><td colspan="2">Root Backing
Kök Destek Parçası</td><td colspan="2">Yes / Evet
No / Hayır</td></tr>
<tr><td colspan="3">Gas Type Shielding / Koruma
Gaz Tipi Backing / Kök Koruma</td><td colspan="3">M21 (EN ISO 14175)</td><td colspan="2">Backing Material
Altlık Malzemesi</td><td colspan="2">-</td></tr>
</table>

Tablo 1.1 (Devamı): Örnek Kaynak Prosedürü Şartnamesi

<table>
<tr><td colspan="2">Gas Flow Rate Shielding / Koruma
Gaz Debisi Backing / Kök Koruma</td><td>10-12lt/dk.</td><td colspan="2">Back Gouging Kök Açma</td><td colspan="2">Yes / Evet
No / Hayır</td></tr>
<tr><td colspan="2">Method of Preparation and Cleaning
(Kaynak Ağzının Hazırlanması ve Temizlenmesi)</td><td>Taşlama / Grinding</td><td colspan="2">Method of Back Gouging
(Kök Açma Yöntemi)</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">Preheating Temparature
Ön Isıtma Sıcaklığı</td><td>10°C</td><td colspan="2">Bead Type
Kaynak Dikiş Tipi</td><td colspan="2">Stringer Bead / Düz Paso
Weave Bead / Salınımlı Paso</td></tr>
<tr><td colspan="2">Interpass Temperature
Pasolar Arası Sıcaklık</td><td>Yes / Evet
No / Hayır</td><td>Heating Rate (°C/h)
Isıtma Hızı
(°C/sa.)</td><td>Temperatu-re (°C)
Sıcaklık</td><td>Holding Time (min.)
Bekleme Süresi
(dk.)</td><td>Cooling Rate (°C/h)
Soğutma Hızı
(°C/sa.)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Prepared by / Hazırlayan</td><td colspan="4">Approved by / Onaylayan</td></tr>
</table>

A) Elektrik Ark Kaynak Yönteminde Kullanılan Kaynak Parametreleri

Elektrik ark kaynak yönteminde kaynak parametreleri; **kaynatılacak malzemenin cinsine ve kalınlığına göre elektrot tipi, elektrot çapı, kaynak pozisyonu, kaynak ağzı ve amper ayarıdır.** Örtülü elektrotla ark kaynağı, karbonlu çelikleri birleştirmede çok yaygın biçimde kullanılır (Görsel 1.1).



Görsel 1.1: Elektrik ark kaynak makinesi



» Elektrot Seçimi ve Amper Ayarı

Elektrot seçimi, gemi inşaatında kullanılan çelik malzemelerin cinsine göre yapılmalıdır. Temel olarak gemilerin ana malzemesi çeliktir. Konstrüksiyon ağırlığının önem kazandığı gemilerde alüminyum veya elyaf takviyeli plastikler de kullanılır.

En iyi elektrot hangisidir? sorusuna kesin bir cevap vermek mümkün değildir. Her bir uygulama için aşağıdaki soruların sorulması ve en uygun elektrot türünün seçilmesi gerekir:

a) Kaynak edilecek çeliğin kimyasal bileşimi, ısıl işlem durumu, mekanik işlem durumu ve mekanik özellikleri nedir?

b) Kaynakta çatlama riski var mıdır?

c) Kaynak metalinden istenen mekanik ve kimyasal özellikler nelerdir?

ç) Elde hangi tip kaynak makinesi mevcuttur?

d) Kaynak pozisyonu nedir?

e) Bağlantı tipi nedir?

f) Kaynak edilecek çeliğin kalınlığı nedir?

g) Isı girdisinde herhangi bir sınırlama var mıdır?

Bu sorulara cevap verdikten sonra ekonomik fiyatta optimum performansı veren bir elektrot seçilir. Yukarıdaki maddelerden (a), (b) ve (g) doğrudan kaynak edilecek çeliğin özellikleriyle ilgilidir. (f) maddesi bir yönüyle kaynak soğuma hızlarını ilgilendirdiğinden çeliğin cinsiyle ilişkilidir. Ayrıca kalınlık, kaynak sırasında dikişin zorlanmasını belirleyen bir faktör olduğundan kaynağın (b) maddesi ile ilişkilidir. (c) maddesini, kaynak edilecek çeliğin mekanik ve kimyasal özellikleri ile kaynak bağlantısının çalışma koşulları belirler. Görüldüğü gibi çelikler için elektrot seçiminde çeliğin kimyasal ve mekanik özellikleri birinci derecede rol oynar. Elektrot seçiminde kaynak metalinin esas metalle kimyasal bileşim uygunluğunun mu yoksa mekanik özellik uygunluğunun mu önemli olduğu çelik cinsine bağlı olarak değişir. Örneğin alaşımsız ve düşük alaşımlı çeliklerin kaynağında kaynak metalinin mekanik özelliklerinin eşit olması istenir. Kimyasal bileşimde uyuşmanın önemi yoktur. Aksine kaynak metalinin karbon oranı, esas metalden özellikle düşük tutulur. Bu nedenle TS 563 EN 499 numaralı, alaşımsız ve düşük alaşımlı çeliklerin kaynağında kullanılan örtülü elektrotlarla ilgili Türk standardında “Kaynak metalinin istenen (mekanik) özelliklerde olmasını sağlamak şartıyla, elektrotların kimyasal bileşiminin seçiminde imalatçı serbest bırakılmıştır.” ifadesi vardır. Buna karşılık paslanmaz çeliklerin kaynağında kaynak metalinden de paslanmazlık özelliği beklendiğinden kaynak metalinin kimyasal bileşimi de önem kazanır.

Elektrik ark kaynağında Ø2,5, Ø3,25, Ø4, Ø5, Ø6 mm öz tel çapına sahip elektrotlar kullanılır. Malzeme kalınlığına ve kaynak ağzı şekline göre elektrot çapı seçilir. Elektrot çap ölçüsüne göre amper ayarı belirlenir (Tablo 1.2).

Amper = Elektrot çapı X 40 formülüne göre bulunmalıdır.

Örnek

Ø2,5 mm elektrot için 2,5 x 40 = 100 amper

Ø3,25 mm elektrot için 3,25 x 40 = 130 amper

Ø4 mm elektrot için 4 x 40 = 160 amper seçilmelidir.

Tablo 1.2: Elektrotlar İçin Kaynak Akımı Aralığı

Elektrot Çapı (mm)	E7015 E7016	E7018	E8016-C1 E8018-C1	E8016-C3	E8018-C3	E10016-D2 E10018-D2
	65-110	70-100	80-120	70-90	70-95	60-100
Ø3.25	100-150	115-165	100-150	100-130	110-140	80-120
Ø4.00	140-200	150-220	150-185	130-180	130-200	140-190
Ø5.00	180-255	200-275	200-250	165-230	165-290	180-250
Ø6.00	300-390	315-400	300-425	290-330	320-400	300-400

- Düşey ve tavan pozisyonları için alt akım değerleri, oluk pozisyonu için üst akım değerleri kullanılır.

E7016 elektrotlar: Düşük hidrojenli ve düşük karbonlu çelik elektrotlardır. Alternatif ve doğru akımda elektrot pozitif olarak kullanılır. Bu elektrot tipi, hidrojen çatlamasına maruz kalabilen ve sertleşebilen çeliklerin kaynağında kullanılabilir. Bu elektrotlar, kaynak yapılacak metal ön tavlamaya tabi tutulmadan veya düşük hidrojenli elektrotlar dışındaki diğer elektrotlara nazaran daha düşük ön tavlama sıcaklığı ile kullanılabilir. Ancak E7016 elektrodu ön tavlamasız kullanılırsa ön tavlamalı hâle nazaran daha düşük kaynak metali tokluğu elde edilir. E7016 elektrodu, yüksek kükürt içeren çeliklerin (otomat çeliği) kaynağında da kullanılabilir.

Düşük hidrojenli olmayan elektrotlar, bu durumda gözenekli kaynak metaline neden olur. Bu elektrot kullanıldığında orta derecede nüfuziyete sahip olan arkın mümkün olduğunca kısa tutulması gerekir. Cürufun giderilmesi orta derecede zordur ve dikiş şekli hafifçe dışbükeydir.

E7018 elektrotlar: Düşük hidrojenli ve düşük karbonlu demir tozlu bazik elektrotlardır. Alternatif ve doğru akımda elektrot pozitif olarak kullanılır. Kaynak metali, E7016'dakine benzer bileşimdedir. Elektrot örtüsü düşük hidrojenli E7016 elektrodu gibidir. Ancak E7018'deki %25-45 demir tozu, bu elektroda daha yüksek yığma hızı verir. E7018 elektrodu ile orta derecede nüfuziyeti olan arkın mümkün olduğunca kısa tutulması gerekir. Elde edilen dikiş şekli hafifçe dışbükeydir. E7018 elektrotları, her türlü kaynak pozisyonunda kullanılabilir ve bu nedenle geniş bir uygulama alanı bulunur.

E8016-C1 ve E8018-C1 elektrotlar: Alternatif ve doğru akımda elektrotlar, pozitif olarak kullanılan düşük hidrojenli bazik elektrotlardır. Kaynak metali %2,5 civarında nikel (Ni) içerir. Bu elektrotlar (16 bazik potasyum silikat, 18 bazik demir tozu) düşük sıcaklıkta çentik tokluğu istenen uygulamalarda geniş ölçüde kullanılır. Bu elektrotların çalışma karakteristikleri E7016'ya benzerdir.

E8016-C3 ve E8018-C3 elektrotlar: E8016-C3 elektrodu, düşük hidrojenli bazik elektrot olup düşük alaşımlıdır ve hem alternatif hem de doğru akımda elektrot pozitif olarak kullanılır. Kaynak metali yaklaşık %1 nikel (Ni) içerir. Bu elektrotların demir tozlu tipleri E8018-C4 olarak adlandırılır. Bu elektrotların çalışma karakteristikleri sırasıyla E7016 ve E7018 elektrotlarına benzerdir.

E10016-D2 ve E10018-D2 elektrotlar: Düşük hidrojenli ve düşük alaşımlı bazik elektrotlardan olup hem alternatif hem de doğru akımda elektrot pozitif olarak kullanılır. Kaynak metali %1,75 mangan (Mn) ve 0,35 molibden (Mo) içerir. Bu elektrotlar (Görsel 1.2), yüksek sertleşme kabiliyeti olan yüksek mukavemetli çelikler için geliştirilmiştir. Ancak yüksek kaynak metali mukavemetinin istendiği hâllerde %0,3 ve daha fazla karbon içeren çeliklerde de kullanılır.



Görsel 1.2: Kaynak elektrodu

Mukavemetli çeliklerin kaynağında kullanılan elektrotlar Tablo 1.3'te verilmiştir.

Tablo 1.3: Yüksek Mukavemetli Çeliklerin Kaynağında Kullanılan Elektrotlar

Çelik	Elektrot
A225	
Grade C	E11018-M
Grade D	E9018-M
A242	E7016, E7018
A299	E8016-C3, E8018-C3
A302	
Grade A	E7016-A1, E7018-A1
Grade B	E8016-B2, E8018-B2
Grade C, D	E10016-D2, E10018-D2
A441	E7016, E8016-C3, E8018-C3
A537	
Class 1	E7018-A1
Class 2	E8016-E1, E11018-M
A572	
Grade 42-50	E7016, E7018
Grade 60-65	E8016-C3, E8018-C3
A588	
Grade A, B, C, D, E	E7016, E7018
Grade F	E8016-B1, E8018-B1
Grade G	E8016-C1, E8018-C1
Grade H	E8015-G, E8018-G
A606	E7016, E7018, E7028
A607	
Grade 45, 50, 55	E7016, E7018, E7028
Grade 60, 65, 70	E9018-M
A618	E7018
A633	E7016, E7018, E7028
A656	E10018-D2

Tablo 1.3 (Devamı): Yüksek Mukavemetli Çeliklerin Kaynağında Kullanılan Elektrotlar

A662	E7016, E7018, E7028
A678	
Grade A	E7016, E7018, E7028
Grade B	E9018-M
Grade C	E10018-M
A709	
Grade 36T	E6012, E6013, E7014
	E7016, E7018, E7028
Grades 50T, 50WT	E7016, E7018, E7028
Grades 100T, 100WT	E11018-M
A737	
Grade B	E7016, E7018, E7028
Grade C	E9018-M

Tablo 1.4'te ıslah edilmiş alaşımlı çeliklerin örtülü elektrotlarla kaynağında seçilebilecek uygun elektrotlar verilmiştir.

Tablo 1.4: Yüksek Mukavemetli Islah Edilmiş Alaşımlı Çeliklerde Kullanılan Elektrotlar

Çelik	Elektrot
A533, Grade B, Class 1 ve 2	E9018-D1
A533, Grade B, Class 3	E11018-G
	(Mn-Ni-Cr-Mo)
A517	E11018-G
	(Mn-Ni-Cr-Mo)
A542, Class 1 ve 2	E9015-B3
A543, Class 1 ve 2	E11018-M
HY-130	Special E14018
	(Mn-Ni-Cr-Mo)
A553, Grade A ve B	68Ni-15Cr-3Ti-9Fe

Tablo 1.5'te ısıya dayanıklı düşük alaşımlı çeliklerin kaynağında seçilebilecek uygun elektrotlar verilmiştir.

Tablo 1.5: Isıya Dayanıklı Krom-Molibdenli Çeliklerin Örtülü Elektrotla Ark Kaynağında Kullanılan Elektrotlar

ASTM Levha Spesifikasyonu	Elektrot	Elektrot (Bazik)
A387-Gr2	1/2 Cr-1/2 Mo	E80XX-B1
A387-Gr12, Gr11	1 Cr-1/2 Mo	E80XX-B2 veya B2L
	1+1/4 Cr-1/2 Mo	
A387-Gr22	2 Cr-1/2 Mo	E90XX-B3 veya B3L
	2+1/4 Cr-1 Mo	
A387-Gr21	3 Cr-1 Mo	E90XX-B3
		E502-XX (E5CrMoB20+)
A387-Gr5	5 Cr-1/2 Mo	E502-XX (E5CrMoB20+)
A387-Gr7	7 Cr-1/2 Mo	E7Cr-XX (E7CrMoB20+)
A387-Gr9	9 Cr-1 Mo	E505-XX (E9CrMoB20+)

Tablo 1.6'da 18 adet alaşımlı çelikte yüksek mukavemetli kaynak elde etmek için kullanılan örtülü elektrotlar verilmiştir.

Tablo 1.6: Alaşımlı Çelik Çubuklarda Kullanılan Elektrotlar

Çelik	Elektrot	Çelik	Elektrot
1330	E7018	4320	E7018-A1
1340	E10016-D2	4340	E12018-M
4023	E7018-A1	4620	E8016-C1
4028	E7018-A1	4640	E12018-M
4047	E10016-D2	5120	E8016-B2
4118	E7018-A1	5145	E9016-B3
4130	E10016-D2	8620	E7018-A1
4140	E12018-M	8630	E11018-M
4150	E12018-M	8640	E12018-M
1330	E7018	4320	E7018-A1

Paslanmaz çeliklerin kaynağında kullanılabilecek örtülü elektrotlar Tablo 1.7'de verilmiştir.

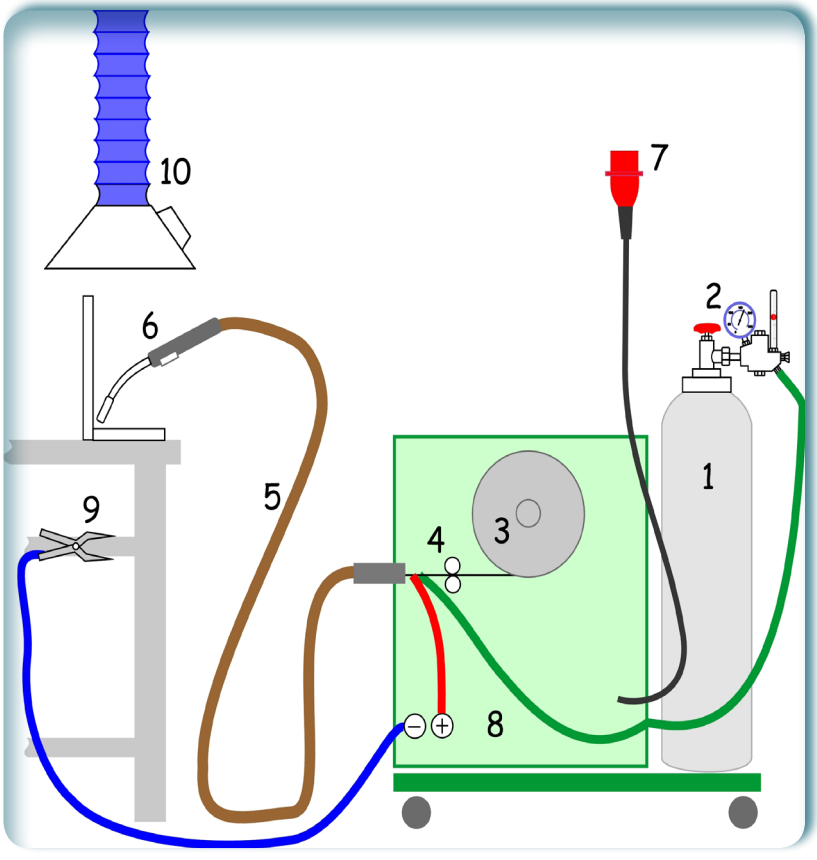
Tablo 1.7: Paslanmaz Çeliklerin Kaynağında Kullanılan Örtülü Elektrotlar

	Çelik Cinsi	Kaynak Bağlantısının Durumu (a)	Elektrot (b)
Östenitik Çelikler	301, 302, 304, 305, 308 (c)	1 veya 2	308
	302B (d)	1	309
	304L	1 veya 4	347, 308 L
	303, 303 Se (e)		312
	309, 309 S	1	309
	310, 310 S	1	310
	316 (f)	1 veya 2	316
	316L (f)	1 veya 4	318, 316 L
	317(f)	1 veya 2	317
	317 L (f)	1 veya 2	317 Cb
	318, 316 Cb (f)	1 veya 5	318
	321(g)	1 veya 5	347
	347(h)	1 veya 5	347
	348 (j)	1 veya 5	347
Martenzitik Çelikler	403, 410, 416, 416 Se (k)	2 veya 3	410
	403, 410 (m)	1	308, 309, 310
	416, 416 Se (m)	1	308, 309, 312
	420 (n)	2 veya 3	420
	431 (n)	2 veya 3	410
	431 (p)	1	308, 309, 310
Ferritik Çelikler	405 (q)	2	405 Cb, 430
	405, 430 (m)	1	308, 309, 310
	430 F, 430 FSe (m)	1	308, 309, 312
	430, 430 F, 430 FSe (r)	2	430
	446	2	446
	446 (s)	1	308, 309, 310

B) Gazaltı Kaynak Yönteminde Kullanılan Kaynak Parametreleri

Gazaltı kaynak donanım parametreleri (Şekil 1.1), kaynak makinesi üretici firmanın talimatlarında ayrıntılı olarak belirtilmiştir. Elektrik ark kaynak yönteminde olduğu gibi kaynak edilecek malzemenin bileşimine göre elektrot cinsi ve çapı, amper miktarı, tel sürme hızı ve gaz debisi makine üzerinde yazan talimatlara göre ayarlanmalıdır. Bu talimatlar, donanımı çalıştırmadan önce mutlaka okunmalıdır.

1. Koruyucu gaz
2. Basınç düşürücü (Manometre)
3. Kaynak teli makarası
4. Tel sürme sistemi
5. Torç kablosu
6. MIG-MAG kaynak torcu
7. Güç kablosu
8. Koruyucu gaz bağlantısı
9. Şase
10. Aspiratör



Şekil 1.1: MIG-MAG kaynak ünitesi

Kaynak dikişinin istenilen özelliklerde olabilmesi ve kaynak işleminin düzgün yapılabilmesi için kaynak parametrelerinin seçimi oldukça büyük önem arz eder. Kaynak parametreleri şunlardır:

- Kaynak akımı
- Kaynak gerilimi
- Serbest kaynak teli uzunluğu
- Torç açısı
- Kaynak hızı
- Torç hareketleri
- Elektrot çapı
- Koruyucu gaz türü

Kaynak Tel Çapı Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar

Kaynak teli çapının seçiminde dikkate alınması gereken faktörler şunlardır:

1. Birleştirilecek levhaların kalınlığı
2. Kaynak dikişinden istenilen nüfuziyet
3. Ergime gücü
4. Arzu edilen kaynak dikişinin profil şekli
5. Kaynak pozisyonu
6. Kaynak telinin maliyeti

Gazaltı kaynağına başlamadan önce yapılması gereken ön hazırlıklar şunlardır:

★ Kişisel koruyucu donanım mutlaka kullanılmalıdır (deri önlük, deri eldiven, koruyucu ayakkabı, kaynak maskesi) (Görsel 1.3).



Görsel 1.3: Kişisel koruyucu donanım kullanımı

★ **Kaynak öncesi temizlik:** Kaynak işlemine başlamadan önce yüzeyler temizlenir. Yüzey; boyalı, galvanizli, kurşun kaplı, yağlı veya paslı olabilir (Görsel 1.4).



Görsel 1.4: Kaynak öncesi temizlik

★ Kaynak yapılacak parça, düzgün bir şekilde sabitlenir (Görsel 1.5).



Görsel 1.5: Kaynak yapılacak parçanın sabitlenmesi

★ Elektrot türü ve çapı, kaynak yapılacak malzemenin et kalınlığı ve kaynak yapılacak pozisyona göre amper ayarı belirlenir (Görsel 1.6).



Görsel 1.6: Amper ayarı

★ Kaynak işlemi sırasında yoğun duman ve gaz çıkışı olduğunu unutmamak gerekir (Görsel 1.7).



Görsel 1.7: Kaynak sırasında aspiratör kullanımı

★ Şase, kaynak yapılacak parçaya yakın olacak şekilde konumlandırılırsa ark üflemesinin önüne geçilir. Şasenin iyi bir iletkenden yapılmış olmasına dikkat edilmelidir. Şase kablosu, ark üflemesini önlemek için mümkün olduğunca kaynak yapılacak alanın yakınına bağlanmalıdır (Görsel 1.8).



Görsel 1.8: Şase bağlantısı

★ Kaynak işlemi bittiği zaman gaz tüpleri ve kaynak makinesinin güç kaynakları kapatılmalıdır (Görsel 1.9).



Görsel 1.9: Kaynak makinesini kapatma

C) Oksi-Gaz Kaynağı Kaynak Parametreleri

Oksi-gaz kaynağında kaynak parametreleri şunlardır:

» Kaynak Alevi

Kaynak edilecek malzemenin cinsine göre alev çeşidi seçilir (Tablo 1.8).

Tablo 1.8: Malzeme Cinsine Göre Alev Türü

Malzeme	Asetilen Fazla Alev	Normal Alev	Oksijen Fazla Alev
Dökme demir	✓		
Bakır		✓	
Prinç			✓
Alüminyum	✓		
Çelik		✓	

» Çalışma Yönü

Sola doğru kaynak: Malzeme kalınlığı 3 mm'den az olan çelik, alüminyum, bakır ve dökme demir için uygulanan tekniktir. I ve V dikişinde kullanılır.

Sağa doğru kaynak: Malzeme kalınlığı 3 mm'den çok olan çelik, alüminyum, bakır ve dökme demir için uygulanan tekniktir. I ve V dikişinde kullanılır.

» Kaynak Dolgu Malzemeleri

Dolgu malzemelerinin kimyasal analizi, ana malzemenin kimyasal analizine mümkün olduğunca yakın ya da aynı olmalıdır (Tablo 1.9). İstenmeyen köpürmenin ve cüruf kalıntısının önüne geçmek için yaklaşık %5 veya daha fazla mangan (Mn) içermelidir. Nikel, kaynakta iyi derecede tokluk sağlar. Molibden ise ısı dayanımını %0,2 artırır.

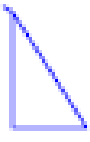
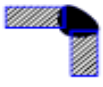
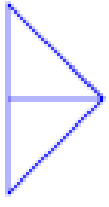
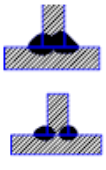
Tablo 1.9: Kaynak Dolgu Malzemesinin Sınıflandırılması

EN 12536'ya Göre Gaz Kaynağı Çubuklarının Sınıflandırılması						
Kaynak Çubuğunun Sınıfı	Markalama	Renk Kodu	Akışkanlık	Sıçrantı	Gözenek Eğilimi	Fiyat
O I	I	Yok	Akışkan	Çok	Evet	
O II	II	Gri	Az akışkan	Az	Evet	
O III	III	Altın	Akışkanlığı çok az	Yok	Yok	
O IV	IV	Kırmızı	Akışkanlığı çok az	Yok	Yok	Artan ↓
O V	V	Sarı	Akışkanlığı çok az	Yok	Yok	
O VI	VI	Yeşil	Akışkanlığı çok az	Yok	Yok	
Burada O= Çubuk/Gaz kaynağı						

» Kaynak Ağzı Formu

Kaynak ağzının şekli; malzeme kalınlığı, kaynak yöntemi, kaynak pozisyonu ve ulaşılabilirliğe bağlı olarak Tablo 1.10'da gösterilen şekillere göre seçilir.

Tablo 1.10: Oksi-Gaz Kaynağı Kaynak Ağzı Şekilleri

	Parça kalınlığı	Adı	Çizim	Sembol 1302553
Alın Dikişleri İçin Birleştirme Şekilleri	t ≤ 2	Kıvrık alan dikişi		
	t < 4	I dikişi		
	2 ≤ t ≤ 10	V dikişi		
Köşe Şekilleri İçin Birleştirme Şekilleri		Köşe dikişi T- birleştirme		
		Köşe dikişi bindirme birleştirmesi		
		Köşe dikişi dış köşe birleştirmesi		
Köşe Dikişleri İçin Birleştirme Şekilleri Çift Taraflı Kaynatma		Çift köşe dikişi dış köşe birleştirmesi		
		Çift köşe dikişi dış köşe birleştirmesi (boşluksuz)		
		Çift köşe dikişi		

» Ön Isıtma

Bir malzemeye alevle ısı verilerek (malzemeyi eritmeden) malzemenin sıcaklığını belli bir ısıya getirme işlemine **ön ısıtma** denir. Ön ısıtma, elle veya makinelerle yapılabilir. Alevle doğrultma, kaynakta ön ısıtma, kesme, alevle sertleştirme ve sıcak şekil vermek için kullanılır.

Malzemenin şekil değiştirme direncini azaltmak veya şeklini değiştirmek için kullanılır.

Belirli alaşımlı kalın çelik malzemelerde kaynak sonrası sertleşmenin önlenmesi için önemli bir uygulamadır.

Sertleşme eğilimi olan çeliklerin yakılarak kesilmesinden önce de çeliğe ön ısıtma yapılmalıdır. Örneğin S355 t30 mm üzeri kalınlıktaki çeliklerin kesilmesinde 120 °C'de, alaşımlı çeliklerin kesilmesinde 100-400 °C'de ön ısıtma yapılır.

Ön ısıtma; boruları bükme, boyun oluşturma ve şekil vermede de kullanılır. Şekil verme sıcaklığı yaklaşık 900 °C'dir ve şekil verilecek kısım bölgesel olarak ısıtılır.

Alevle yüzey temizleme: Üfleç yardımıyla istenmeyen yüzey tabakalarının (pas, kaplama, tufal vb.) temizlenmesidir.

Alevle yüzey temizleme işlemi yapıldıktan sonra üfleç, hafifçe çalıştırılıp yüzeye yerleştirilir. Üfleç başı, zemin üzerinde 12-20 mm mesafe ve 45 derecelik açı ile alev konisinin ucu yüzeye dokunmadan kaydırılır. Çelik uygulamalarında üfleçte ilerleme yönü eğik, üflecin hızı ise 3-5 m/dk. olur.

Ç) Tozaltı Kaynak Parametreleri

Tozaltı kaynağında kaynak parametreleri şunlardır:

1. Kaynak tozları
2. Tozaltı kaynak elektrotları
3. Altlık kullanımı
4. Kaynak akım şiddeti

D) TIG Kaynak Parametreleri

TIG kaynağında kaynak parametreleri şunlardır:

1. Tungsten elektrot çeşidi
2. Koruyucu gaz
3. Amper ayarı

1.2. KAYNAK İŞLEMİNDE KULLANILAN MALZEMELERİ HAZIRLAMA

İş güvenliği ve uygulama verimliliği açısından, kaynak yapılmadan önce, kaynak işleminde kullanılacak malzemeleri hazırlamak önemlidir.

A) KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLAR

Kişisel koruyucu donanım (KKD), bir veya birden fazla sağlık ve güvenlik tehlikesine karşı korunmak için kişilerce giyilmek, takılmak veya taşınmak amacıyla tasarlanmış herhangi bir cihaz, alet veya malzemeyi ifade eder. Kaynak ve kesim işleri yapılan yerlerde, teknik önlemlere dayalı toplu koruma ya da iş organizasyonu veya çalışma yöntemleriyle risklerin önlenemediği durumlarda çalışanlara kişisel koruyucu donanımlar verilir.

» Gözlerin ve Yüzün Korunması

Kaynak esnasında uçan parçacıklara ve ışınlara karşı kenarları kapalı cam gözlükler, başlık tipi yüz ve göz siperliği kullanılır. Siperlikteki camların geçirgenliği, oluşan ışın kalitesine bağlı olarak farklılık gösterir (Görsel 1.10).



Görsel 1.10: Gözlerin ve yüzün korunması

» Ellerin, Bedenin ve Ayakların Korunması

Kaynakçılar; el, kol gibi açıkta kalan vücut kısımlarını morötesi ışınlar, sıcak parça sıçramaları gibi tehlikelerden korumak durumundadır. Morötesi ışınlar pamuklu, yünlü ve sentetik kumaşları çok kısa sürede tahrip ettiğinden kaynakçılar çalışırken deri eldiven, kolluk gibi koruyucuların yanında deri önlük gibi giysiler de kullanmalıdır (Görsel 1.11).



Görsel 1.11: Ellerin, bedenin ve ayakların korunması

» Solunum Bölgesinin Korunması

Genel havalandırma sisteminin yanında kaynakçının kaynak dumanına maruz kalmaması için lokal havalandırma sistemlerinin olması gerekir.

En uygun solunum koruyucunun seçimi için şu hususların bilinmesi gerekir:

a) Ortamda sorun yaratan tehlikeli gaz, toz ve dumanın doğru tespit edilmesi

b) Seçilen koruyucu ekipmanın hangi limitler dâhilinde koruma sağladığı

c) Tehlike oluşturan maddeler ve bunların konsantrasyonu ile çalışma ortamında maruz kalınabilir sınır değeri

Bunun için iş yerinde yapılan ölçümler yardımıyla koruma faktörünün hesaplanması gerekmektedir. Daha sonra ortam ölçümlerinde açığa çıkan gaz, toz, duman çeşitleri ve miktarları göz önünde bulundurularak kullanılacak filtre türlerine karar verilir ve en uygun solunum koruyucu ekipman seçilir. Oksijen miktarının ortamda hacimce %19,5'in altında olduğu durumlar, solunum zorluğuyla ilgili tehlike arz eder; bundan dolayı bu tür durumlarda maske yerine dışarıdan temiz hava beslemeli, başlıklı sistemler kullanılmalıdır.



Görsel 1.12: Solunum bölgesi korunma ekipmanı

B) TEMRİNLİK MALZEME SEÇİMİ

» GEMİ İNŞAATINDA KULLANILAN MALZEMELER

Gemi inşaatında genelde kullanılan çelik; fiyat, özellik ve bulunabilirlik yönünden uygun olan "yumuşak çelik" malzemedir. Klas kurumları, gemi inşaatında kullanılan çelikleri belirli bir gruplandırmaya tabi tutmuş ve bunlara A'dan E'ye kadar semboller vermiştir. Genelde A ve B yumuşak çelik türleridir. Gerilmelerin yüksek olduğu büyük tanker ve dökme yük gemileriyle ağırlığın önemli olduğu savaş gemileri, ro-ro, feri ve yolcu gemileri gibi konstrüksiyonlarda yüksek gerilim çelikleri kullanılır. Benzer şekilde soğutularak sıvılaştırılmış LPG ve LNG taşıyan

gemilerin tanklarında soğuk ortamda kırılganlaşmayan ve tanklarında korozif (aşındırıcı) etkisi yüksek maddeler taşıyan tankerlerde ise korozyona mukavemetli çelik malzeme kullanılır.

Gemi inşaatında kullanılan alüminyum alaşımları **deniz tipi alüminyum** olarak bilinmektedir. Genel olarak gemi inşasında kullanılan malzeme cinsine göre elektrot seçilmektedir. Seçilen elektrotların paketlerinde kaynatılacak malzemenin cinsi, kaynak pozisyonu, kaynak ağzı ve amper miktarı yazmaktadır.

» KAYNAK AĞIZLARININ HAZIRLANMASI

Kaynak birleştirme yerinin hazırlanması ark kaynağında son derece önemlidir. Her kaynakçının "İyi bir hazırlık, kaynağı yarı yarıya başarıya ulaştırmak demektir." sözünü iyi bilmesi gerekir. Kaynak ağız kenarlarının kusursuz şekilde hazırlanmış olması hâlinde çok daha kolay ve emin şekilde kaynak yapılır. Mükemmel bir hazırlığa sarf edilen zaman, kaynak zamanı üzerinde sağlanan tasarrufla geniş ölçüde telâfi edilir.

Hazırlıkların amacı esas itibarıyla sıhhatli ve iyi nüfuz etmiş kaynakların yapımını kolaylaştırmaktır. Hazırlık şeklinin seçilmesinde dikkate alınması gereken başlıca hususlar şunlardır:

1. Kaynak pozisyonu ve arka tarafa erişilip erişilememesi
2. Kaynak yapılacak metalin kalınlığı, işin kaç pasoda bitirilmesinin arzu edildiği ve birleştirmenin çeşidi
3. Eldeki elektrodun nüfuziyet derecesi
4. Kaynak işlemine paralel olarak oluşan şekil değiştirmelerini önleme imkânının olup olmaması
5. Ana metalin bileşimi
6. Kaynak ağzı hazırlanması ve yığılacak kaynak metalinin miktarıyla ilgili ekonomi

Hazırlıklar, esas itibarıyla elektrodun gerekli derinliklere nüfuz edebilmesini temin etmek için yapılır. Kaynak ağızlarının açısı, elektrodun dibe erişebilmesini sağlar. Bazı kaynak pozisyonları, aynı nedenle açının simetrik olmayıp bir tarafa doğru daha açık olmasını gerektirir. Aynı şekilde kalınlığı itibarıyla normal olarak iki taraftan kaynak edilmesi gereken bir parça, arka tarafa erişilememesi sebebiyle kaynak ağzının şekli değiştirilerek (örneğin X kaynağı yerine V kaynağı) tek taraftan kaynak edilir.

Kaynak ağızlarının şeklini birinci derecede parça kalınlığı tayin eder. Birleştirmenin çeşidi, ondan beklenen amacı ifade eder (yüksek mukavemet, sızdırmazlık vs.). Pasoların adet ve şeklini bu amaç belirler.

Eldeki elektrodun nüfuziyet derecesi, yine kaynak ağzının şekil ve derinliğini belirler. Bazı hâllerde normal olarak kaynak ağzı açılarak kaynak edilmesi gereken iki parça, derin nüfuziyetli bir elektrotla hiç ağız açılmadan kaynak edilebilir.

Kaynak işleminde parçalara ısı verilmesi sonucunda bir gerilme ve bunun sonucu olarak da bir şekil değişiminin olması normaldir. Parça serbestçe şekil değiştirebiliyorsa gerilme nispeten az olur. Müsaade edilebilen şekil değişmesi veya bunu önlemek üzere mesela iki taraftan birden

kaynak etmek suretiyle parçaları birleştirmek imkânı yine hazırlık çalışmasının şeklini etkiler.

Ana metalin cinsi ve bileşimi burada önemlidir (çabuk şekil değiştiren metaller, metalin hadde mamulü veya dökme olması vs.). Örneğin dökme demir ve çeliklerde, kaynak yerine yakın bölgelerin döküm kabuğunun mutlaka temizlenmesi gerekir.

» KAYNAĞA HAZIRLIK UYGULAMASI

Kaynağa hazırlık çalışması iki kısımdan oluşur:

a) Kaynak yerinin temizlenmesi

b) Kaynak ağızlarının açılması

a) Kaynak yerinin temizlenmesi: Kaynaktan önce ve sonra temizlik, çoğunlukla kaynak işleminin en önemli kısmıdır. Kaynak edilecek malzemeler için genellikle kimyasal ve mekanik olmak üzere iki temizleme yolu vardır. Kimyasal yol, daha çok direnç kaynağında uygulandığından bu bölümde ayrıntılarına girilmeyecektir. Temizleme, esas itibarıyla metalin çok yağ ve pislik emmiş veya derinlemesine oksitlenmiş olması, boya ve kaynağa zararlı kaplama tabakası olması hâlinde önemlidir çünkü her ne kadar elektrot örtüsünün temizleyici vasfı varsa da bu vasıf sınırlı olduğundan yukarıda sözü edilen hâllerde kaynaktan önce bir temizlik işlemine başvurulması mutlak olarak gereklidir. Aynı şekilde dökme parçalarda çoğu zaman oksitlenmiş olan kabuğun kaldırılması ve yapışmış hâldeki döküm kumunun yok edilmesi yine bu temizleme işlemi çerçevesi içindedir. Mekanik temizlemede, yüzeyleri pürüzlü veya istenmeyen başka bir hâle getirmemeye özen göstermek gerekir. Bunun için kullanılan başlıca aletler, sırasıyla tel fırça ve taştır.

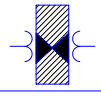
b) Kaynak ağızlarının hazırlanması: Kaynak ağzının hazırlanması için kullanılan birkaç yöntem vardır. En çok kullanılan yöntem, oksi-asetilen veya oksi-propan kesici üflecidir (Görsel 1.13). Burada en önemli husus, sacın mükemmel bir biçimde düz ve doğru olarak pozisyona getirilmiş olmasıdır. Sacın kenarı 90 dereceye kesik olduğunda V kaynak ağzı için tek bir üfleç kullanılır. Aksi takdirde önde giden bir şalümo, kenarı 90 dereceye keser; 10 ila 40 mm kadar gerisinden gelen diğer bir üfleç de meyilli kesmeyi sağlar. Aynı yöntem, X kaynak ağızlarının açılmasında da uygulanır.



Görsel 1.13: Oksi-gaz ile kaynak ağzı açma

Kesme işleminin otomatik ve kesici üfleçlerle başarılı şekilde uygulanması hâlinde genellikle ilave herhangi bir işlem gerekmez. Kesilen yüzeylere yapışmış oksit kabukları, çekiç veya tel fırça ile temizlenir. Diğer bir yöntem ise kesme taşıyla kaynak ağzı açmaktır. Kaynak ağızları, soğuk olarak taşla veya kaynak ağızlarını açmak için imal edilmiş özel frezelerle açılır. Bunlardan başka basınçlı hava darbeli olarak çalışan keskiler de kullanılır. Kaynak ağzı şekilleri Tablo 1.11'de verilmiştir.

Tablo 1.11: Kaynak Ağzı Şekilleri

DİKİŞ ŞEKLİ	Adlandırma	İşaret	KESİT	Adlandırma	İşaret	KESİT
ALIN DİKİŞLERİ TAM KAYNAKLI KESİTLER	KIVRIM DİKİŞİ			DİKİŞ TAVSİYE EDİLMİŞ		
	DİKİŞİ			DÜZ DİKİŞ		
	V DİKİŞİ			DIŞ BÜKEY DİKİŞ		
	DİK KENAR DİKİŞİ			İÇ BÜKEY DİKİŞ		
	X DİKİŞİ			GEÇİŞLER İŞLENMİŞ		
	Y DİKİŞİ					
	ÇİFT Y DİKİŞİ					
	U DİKİŞİ					
	ÇİFT U DİKİŞİ					
	HV DİKİŞİ					
	K DİKİŞİ					
	HY DİKİŞİ					
	SIĞ-K DİKİŞİ					

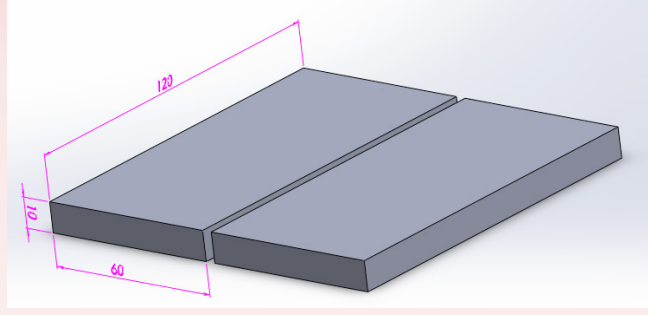
1.1. UYGULAMA

Oksi-Gaz Kaynak Yöntemiyle Gemi Borda Sacına Kaynak Ağzı Açma

Amaç: Gemi borda sacına V kaynak ağzı açmak ve kaynak ekipmanlarını hazırlamak.

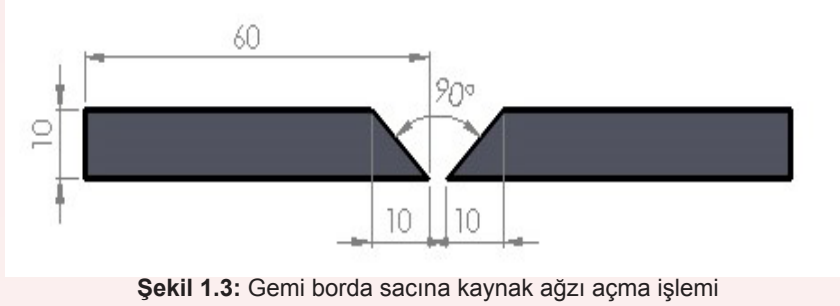
Görev

a) 120 x 60 x 10 mm ölçülerinde 2 adet gemi borda sacını kesiniz (Şekil 1.2).



Şekil 1.2: Gemi borda sacı

b) Gemi borda sacına şekildeki gibi oksi-gaz kesme, spiral taşlama veya kaynak ağzı açma makinelerini kullanarak V kaynak ağzı açınız (Şekil 1.3).



Şekil 1.3: Gemi borda sacına kaynak ağzı açma işlemi

c) Kaynak ekipmanlarını hazırlayınız.

İşlem Basamakları

1. Koruyucu iş güvenliği giysi ve ekipmanlarını giyerek diğer her türlü iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. İş parçası üzerinde ölçü alıp markalama yapınız.
3. Uygun gördüğünüz kesme makinesi ile kesme yapınız.
4. Çapak alma işlemini yapınız.
5. Kaynak ağızlarını verilen ölçülere göre açınız.
6. Ölçüleri kontrol ediniz.
7. Kaynak ağzı açma sonrası oluşabilecek çapakları eğe yardımıyla alınız.
8. Kaynak makinesinin amper ayarını ve gaz debisini ayarlayınız, kullanılacak elektrodu ve kaynak sırasında kullanılacak kişisel koruyucu donanımları hazırlayınız.

Değerlendirme: Oksi-gaz kaynak yöntemiyle gemi borda sacına kaynak ağzı açma uygulamasında değerlendirme yapmak için 1.1. Uygulama Derecelendirme Ölçeği kullanılacaktır. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

1.1. UYGULAMA DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ						
Öğrencinin Adı-Soyadı:		Öğretmenin Adı-Soyadı:				
Sınıf-No:		Değerlendirme Puanı:				
Yetersiz: 1 Geliştirilebilir: 2 Orta: 3 İyi: 4 Çok iyi: 5						
ÖLÇÜTLER	**DERECE**					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş güvenliği tedbirlerini eksiksiz aldı.					
2. Ölçüyü doğru aldı.					
3. Markalamayı doğru yaptı.					
4. Kesimi doğru yaptı.					
5. Çapakları eksiksiz temizledi.					
6. Kaynak ağızlarını verilen ölçülere göre açtı.					
7. Kaynak ağzı açma işlemi sonrası oluşan çapakları eğe ile aldı.					
8. Kaynak ağızlarının ölçülerini kontrol etti.					
9. Kaynak işlemi sırasında kişisel koruyucu donanım olarak eldiven kullandı.					
10. Kaynak makinesinin amper ayarını doğru yaptı.					
ÖLÇEK PUANI					

Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Tablodan alınabilecek en yüksek puan, her bir ölçüt için 5 puandır. Tabloda toplam 10 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek ölçek puanı 10 X 5 = 50'dir.

DEĞERLENDİRME PUANI = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek en yüksek ölçek puanı]

Değerlendirme: Bu ölçekten 100 üzerinden 70 ve üzeri puan almanız, başarılı bir performans gösterdiğiniz anlamına gelmektedir. 69 veya altında puan almışsanız ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

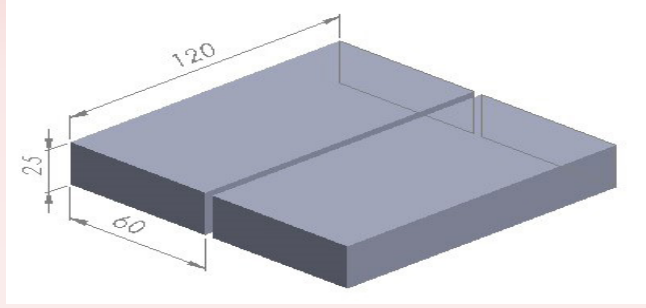
1.2. UYGULAMA

Oksi-Gaz Kaynak Yöntemiyle Gemi Borda Sacına Kaynak Ağzı Açma

Amaç: Gemi borda sacına X kaynak ağzı açmak ve kaynak ekipmanlarını hazırlamak.

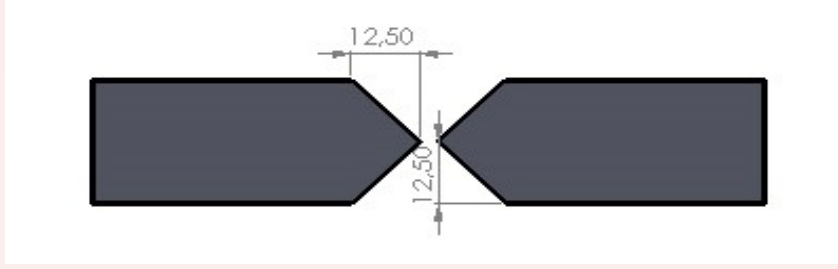
Görev

a) 120 x 60 x 25 mm ölçülerinde 2 adet gemi borda sacını kesiniz (Şekil 1.4).



Şekil 1.4: Gemi borda sacı

b) Borda saclara şekildeki gibi oksi-gaz kesme, spiral taşlama veya kaynak ağzı açma makinelerini kullanarak X kaynak ağzını açınız (Şekil 1.5).



Şekil 1.5: Gemi borda sacına X kaynak ağzı açma

c) Kaynak ekipmanlarını hazırlayınız.

İşlem Basamakları

1. Koruyucu iş güvenliği giysi ve ekipmanlarını giyerek diğer her türlü iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. İş parçası üzerinde ölçü alıp markalama yapınız.
3. Uygun gördüğünüz kesme makinesi ile kesme yapınız.
4. Çapak alma işlemini yapınız.
5. Kaynak ağızlarını verilen ölçülere göre açınız.
6. Ölçüleri kontrol ediniz.
7. Kaynak ağzı açma sonrası oluşabilecek çapakları eğe yardımıyla alınız.
8. Kaynak makinesinin amper ayarını ve gaz debisini ayarlayınız, kullanılacak elektrodu ve kaynak sırasında kullanılacak kişisel koruyucu donanımları hazırlayınız.

Değerlendirme: Oksi-gaz kaynak yöntemiyle gemi borda sacına kaynak ağzı açma uygulamasında değerlendirme yapmak için 1.2. Uygulama Derecelendirme Ölçeği kullanılacaktır. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

1.2. UYGULAMA DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ						
Öğrencinin Adı-Soyadı:			Öğretmenin Adı-Soyadı:			
Sınıf-No:			Değerlendirme Puanı:			
Yetersiz: 1	**Geliştirilebilir: 2**	**Orta: 3**	**İyi: 4**	**Çok iyi: 5**		
ÖLÇÜTLER			**DERECE**			
			1	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş güvenliği tedbirlerini eksiksiz aldı.							
2. Ölçüyü doğru aldı.							
3. Markalamayı doğru yaptı.							
4. Kesimi doğru yaptı.							
5. Çapakları eksiksiz temizledi.							
6. Kaynak ağızlarını verilen ölçülere göre açtı.							
7. Kaynak ağzı açma işlemi sonrası oluşan çapakları eğe ile aldı.							
8. Kaynak ağızlarının ölçülerini kontrol etti.							
9. Kaynak işlemi sırasında kişisel koruyucu donanım olarak eldiven kullandı.							
10. Kaynak makinesinin amper ayarını doğru yaptı.							
ÖLÇEK PUANI							

Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Tablodan alınabilecek en yüksek puan, her bir ölçüt için 5 puandır. Tabloda toplam 10 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek ölçek puanı 10 X 5 = 50'dir.

DEĞERLENDİRME PUANI = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek en yüksek ölçek puanı]

Değerlendirme: Bu ölçekten 100 üzerinden 70 ve üzeri puan almanız, başarılı bir performans gösterdiğiniz anlamına gelmektedir. 69 veya altında puan almışsanız ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.



2. ÖĞRENME BİRİMİ
ELEKTRİK ARK KAYNAĞI

KONULAR

2.1. ELEKTRİK ARK KAYNAĞINDA ELEKTROT SEÇİMİ
2.2. ELEKTRİK ARK KAYNAĞINDA AMPER AYARI
2.3. ELEKTRİK ARK KAYNAĞI UYGULAMALARINDA ELEKTROT AÇISI VE POZİSYON

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ ?

★ Uygun elektrodu seçme
★ Doğru amper ayarı yapma
★ Uygun pozisyon ve açıyla kaynak dikişini çekme

ANAHTAR KAVRAMLAR

Ark
Cüruf
Dikiş
Elektrot
Örtü

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Atölyenizde en çok hangi kaynak makinesini kullanıyorsunuz? Niçin?
2. Sizce elektrik ark kaynak yönteminin insan sağlığına olumsuz etkileri neler olabilir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

BİLGİ KÜPÜ

Elektrik ark kaynağı, ilk kez 1850-1900 yılları arasında kullanılmaya başlanmış ancak 2.Dünya Savaşı esnasında ve sonrasında doğan ihtiyaçlar sonucunda bu kaynak yönteminin kullanımı hızla yaygınlaşmıştır.

2. ELEKTRİK ARK KAYNAĞI

Kaynak, iki veya daha fazla parçanın ısı ve/veya basınç yardımıyla ilave malzeme kullanılarak veya kullanılmadan çözülemeyecek bir şekilde birleştirilmesidir. Temel olarak kaynak işlemi, birleştirilecek elemanların birleştirme bölgesinde ergiyerek birbirine karışması ve bağlanması şeklinde de tanımlanır. Sıcaklık ve basınç, bağlantının gerçekleşmesini kolaylaştırır. Birleştirme işleminde basınç kullanılıyorsa parçaların/malzemelerin ergime sıcaklığının altında ısıtılması yeterli olmaktadır. Isı yardımıyla gerçekleştirilen ergitme kaynağında parçalar ergiyerek birbirine karışır ve soğuduklarında bağlantı gerçekleşir. Ergiyen malzemelerin birbirine karışması kohezyon bağı ile mümkün olduğundan malzemeler aynı veya yakın cinsten olmalıdır. Bu tür kaynak işleminde **elektrot** veya **kaynak teli** adı verilen ek malzeme kullanılır. Bu ek malzemeler de aynı türden olmalıdır. Hem kaynak yapılan malzemenin hem de elektrodun ergime sıcaklıklarının birbirine yakın olması zorunludur. Basınç uygulanarak gerçekleştirilen basınç veya pres kaynaklarında malzemede ergime sıcaklığının altında sınırlı bir ısınma söz konusudur. Çok basit bir tanımla elektrik enerjisinin ısı enerjisine dönüştürülmesi özelliğinden yararlanılarak, aynı cins elektrotla metal parçalarının ergitilerek birleştirilmesine **elektrik ark kaynağı** denir (Görsel 2.1). Kaynaklı birleştirme şeklinin bazı üstünlükleri ve dezavantajları aşağıdaki bölümde özetlenmiştir. Kaynak çözülemez bir bağlantı şekli olduğundan perçinle ve imalat yöntemi bakımından da hem perçin hem de döküm ve dövme metotlarıyla karşılaştırılmıştır.



Görsel 2.1: Elektrik ark kaynağı



Kaynaklı Birleştirmelerin Avantajları

★ Perçin bağlantılarında olduğu gibi levha bindirmesi veya ek levha kullanımını gerektirmediğinden ve perçin başı ortadan kalktığından daha hafif konstrüksiyon elde edilebilmektedir. Bu şekilde kaynak konstrüksiyonlarında perçine göre yaklaşık %20 ağırlık kazancı sağlanabilmektedir.

★ Perçinlemedeki delik delme ve perçin dövme işlemleri yerine daha az zaman alan kaynak işçiliği ile ucuz imalat mümkün olabilmektedir.

★ Lehimlemeden farklı olarak kaynakta aynı cinsten ek malzeme kullanıldığı için hem ısıl hem de mekanik mukavemeti yüksek bir bağlantı elde edilebilmektedir.

★ Perçin bağlantısında ortaya çıkan çentik etkisi, kaynakta söz konusu değildir ve malzemeden daha iyi yararlanmak mümkün olabilmektedir.

★ Dökümde olduğu gibi model hazırlama zorunluluğu yoktur ve az sayıda imalatın yapılması durumunda maliyeti daha düşük üretim mümkün olabilmektedir.

★ Genelde parça büyüklüğü ve imal edilecek parça sayısı önemli olmakla birlikte döküm ve dövmeye göre %50'ye varan ağırlık kazancı sağlanabilmektedir.

★ Profil, çelik ve dövme parçaların saclara kaynağı ile farklı parçaları içeren karmaşık konstrüksiyonlar elde edilebilmektedir. Kaynak konstrüksiyonu sayesinde hafif yapı, uygun şekillendirme, etkin malzeme kullanımı ve düşük maliyet söz konusu olabilmektedir.

Kaynaklı Birleştirmelerin Dezavantajları

★ Birleşme yerinde malzeme ergiyip katılaşma gerçekleştiğinden iç yapıda değişiklik söz konusudur. Böylece başlangıçta sünek olan malzeme gevrek hâl almaktadır.

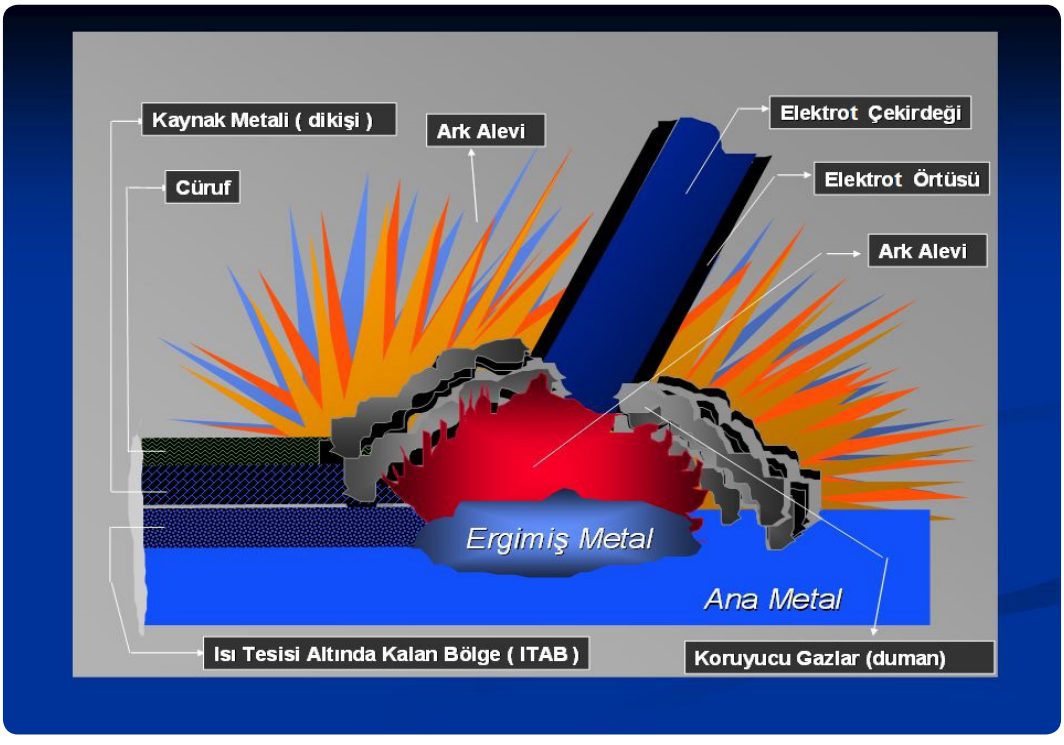
★ Kaynak sonucu oluşan iç gerilme, çekme ve çarpılmaların yanı sıra dış zorlanmaların etkisiyle de dikiş bölgesinden malzemeye geçiş bölgesindeki kristal yapı farklılığı (döküm yapısı niteliğinde) mukavemete etki etmektedir.

★ Soğuma sırasında oluşan büzülmeden doğan kalıcı gerilmelerin uygun bir ısıl işlemle giderilmesi (gerilme giderme tavlaması ile) mümkündür. Ancak söz konusu tavlama işlemi ilave maliyet gerektirmektedir.

★ Kaynak kalitesinin kontrolü, özel ölçme metotları gerektirmektedir.

Kaynak sırasında elektrot ile ana malzeme (iş parçası) arasında oluşturulan elektrik arkının sağladığı ısı enerjisiyle birleşme bölgesinde ergime (elektrot ve ana malzeme) oluşturulur. Kaynak malzemesi olarak kullanılan serbest dolgu teli, içinden akım geçmeden de ark içine sevk edilebilmektedir. Elektrik arkının görünüp görünmemesine göre açık ve kapalı ark kaynağı söz konusudur. Ayrıca koruyucu gaz kaynağında ark görünür olup, ergimiş malzemenin atmosfer etkilerinden korunmasını sağlamak için kaynak yerine devamlı olarak koruyucu gaz gönderilmektedir. Açık ark kaynağının tek karbon, iki karbon ve madeni elektrotlu tipleri mevcuttur.

Karbon elektrotlu ark kaynağında ark, iş parçası ile tek veya iki karbon elektrot arasında oluşturulur. Her iki metotta da dolgu malzemesi zorunluluğu yoktur. Metal elektrotlu ark kaynağında ark, dolgu malzemesi şeklindeki elektrotla iş parçası arasında oluşturulur. Isı etkisiyle hem parça hem de elektrot ergir ve bağlantı gerçekleştirilir (Şekil 2.1). Bu nedenle elektrot ve ana malzemeler aynı özellikte olmalıdır. Bu metot en yaygın kullanılan kaynak metodu olup kullanılan elektrot çıplak metal tel veya mantolu (örtülü) tipte olabilmektedir. Örtülü elektrot teli dışındaki özel kaplama malzemesi (çeşitli oksit bileşikleri, manganez, silikatlar veya alkali metallerin karbonatları vb.), ergimiş malzemenin üstünde bir tabaka oluşturarak atmosferin olumsuz etkilerini giderir.



Şekil 2.1: Ergiyen ana metal ve elektrot

Elektrik Ark Kaynak Makineleri

Elektrik ark kaynağı makineleri, genel olarak yüksek gerilim ve düşük akım şiddetindeki şebeke akımını, düşük gerilim ve yüksek akım şiddetindeki kaynak akımına çeviren makinelerdir. El ile yapılan normal ark kaynağında ark gerilimi 25-55 volt ve akım şiddeti de 10-600 amper arasında değişir. Ayrıca kaynak makineleri, kullanılan elektrodun çapına uygun bir akım şiddeti tatbik edebilecek bir ayar tertibatı ile teçhiz edilmiştir. Elektrik ark kaynağını hem doğru hem de alternatif akımda yapmak mümkün olduğundan kaynak makineleri de iki ana gruba ayrılır:

a) Doğru akım veren kaynak makineleri (Kaynak jeneratörü ve kaynak redresörleri): Başlıca doğru akım kaynak makineleri aşağıda verilmiştir.

- **Motor-jeneratör grupları:** Motor-jeneratör gruplarında trifaze şebeke akımıyla beslenen bir elektrik motoru ve buna doğrudan doğruya bağlı bir kaynak dinamosu vardır. Bu tür makineler yalnızca özel durumlarda kullanılır.
- **Tek mahfazalı jeneratörler:** Tek mahfazalı jeneratörlerde trifaze şebekeye bağlı bir elektromotor ve kaynak dinamosu vardır. Motor ile dinamo aynı mile monte edilmiştir. Motor-jeneratör gruplarında olduğu gibi arada bir kavrama yoktur.
- **Kaynak jeneratörleri:** Kaynak jeneratörleri (Görsel 2.2), bir benzin veya dizel motoru ile tahrik edilir. Bu jeneratörler, şebeke akımına ihtiyaç olmaksızın istenen yerden kullanılabilir.

Kaynak jeneratörlerinin özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

a) Her çeşit elektrotla kaynak yapılabilir.

b) Elektrik motoru ile tahrik hâlinde fazlar eşit yüklenir.

c) Pahalı makinelerdir. Bakım masrafları yüksek ve ömürleri kısadır.

ç) Randımanları düşüktür (%45-65).

d) Boşta çalışma sarfiyatı yüksektir (1-2,5 kW).

e) Ark üflemesine sebebiyet verir.

f) Güç faktörleri yeterlidir.

g) Boşta çalışma gerilimi yüksektir.

ğ) Kazan ve gemi kabinleri gibi dar yerlerin kaynaklarında kullanılabilir.



Görsel 2.2: Kaynak jeneratörü

- **Kaynak redresörleri:** Kaynak redresörleri (Görsel 2.3), bir trifaze kaynak transformatörü ile alternatif akımı doğru akıma çeviren bir redresörden ibarettir. Kaynak redresörleri, jeneratörler gibi trifaze şebekeye bağlanır. Fazlar eşit olarak yüklenir. Redresörler iki kısımdan oluşur. Birinci kısım üç fazlı bir transformatör olup doğrudan doğruya şebekeye bağlanır. Bu transformatör, şebeke akımını kaynak akımına çevirir yani gerilimi düşürür ve akım şiddetini yükseltir. İkinci kısım ise redresördür ve alternatif akımı doğru akıma çevirir.

Kaynak redresörlerinin özellikleri aşağıda sıralanmıştır:

a) Boşta çalışma sarfiyatları azdır (0,5-1,0 kW).

b) Randımanları, jeneratörlere göre daha yüksektir (%55-%70).

c) Dönen aksamları mevcut olmadığından sessiz çalışır ve uzun ömürlüdür.



Görsel 2.3: Kaynak redresörü

b) Alternatif akım kaynak makineleri (Kaynak transformatörleri): Kaynak transformatörleri (Görsel 2.4), trifaze şebekenin yalnız iki fazına bağlanır ve şebeke akımını kaynak akımına çevirir. Kaynak devresindeki yani sekonder taraftaki akımın cinsi alternatiftir. Transformatörü kaynağa hazır bir duruma getirmek için çalışma kolunu çevirmek yeterlidir.



Görsel 2.4: Kaynak transformatörü

Doğru ve Alternatif Akım Kaynak Makinelerinin Karşılaştırılması

- **Arkın kararlılığı:** Genel olarak ark hem doğru hem de alternatif akımda aynı derecede kararlı olarak yanar. Normal örtülü elektrotlarla alternatif akımda kaynak yapıldığı zaman, arkın kararlılığına etki eden önemli bir faktör bulunmamaktadır.
- **Tutuşma özelliği:** Doğru akımla yapılan kaynakta, genel olarak bütün elektrot tipleri için tutuşma özellikleri olumludur. Transformatörler de yeterli derecede bir tutuşma gerilimine sahip oldukları zaman iyi tutuşma özellikleri sağlar. Ø2,5 mm'den daha ince çaplı elektrotlar, doğru akımda iyi tutuşma özelliğine sahiptir fakat bu elektrotların alternatif akımdaki tutuşma özellikleri çok iyi değildir. Bu dezavantaj, kaynak transformatörünün iyi bir yüksek frekans cihazı ile takviye edilmesiyle ortadan kaldırılır.
- **Arkın üflemesi:** Doğru akım ile yüksek akım şiddetinde kaynak yapıldığı zaman özellikle kısa kaynak dikişlerinde dikişin başında ve sonunda kuvvetli bir şekilde ark üflenir. Buna karşılık alternatif akımda böyle bir üfleme yoktur. Alternatif akımda üflemenin meydana gelmemesi, arkın daha sakin yanmasını sağlar ve dolayısıyla dikişin kenarında yanma çentikleri oluşmaz. Bu ark üflemesi, aynı zamanda kuvvetli bir sıçrama kaybına (%10) erişebilir. Günümüzde ise modern elektrotların geliştirilmesiyle sıçrama kaybı %4'ün altına düşmüştür.

- **Kutup durumu:** Doğru akımda elektrodu istenen kutba bağlama imkânı mevcuttur. Böylece bütün tip elektrotlarla kaynak yapılabilir. Alternatif akımda ise elektrodu istenen kutba bağlama imkânı yoktur.
- **Eritme gücü:** Genellikle modern tip elektrotlarla doğru akımda yapılan kaynakta eritme gücü, alternatif akımla yapılan kaynağa göre azami %2 daha fazladır. Bazı özel elektrotlarda bu fark daha da yükselebilir.
- **Kaynak dikişinin kalitesi:** Kaynak dikişinin kalitesi bakımından doğru akımla yapılan kaynak ile alternatif akımla yapılan kaynak arasında bir fark yoktur. Her ikisinde de kalite aynıdır.

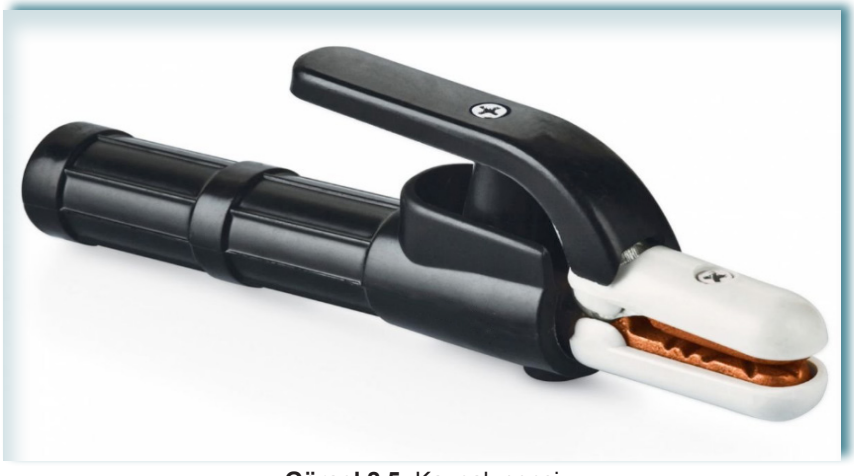
Sonuç olarak hangi akımla hangi kaynak uygulamalarının yapılacağı aşağıda özetlenmiştir:

1. Elektrot çapı Ø1-Ø2,5 mm arasındaki elektrotlarla yapılan ince sac kaynaklarında genel olarak doğru akım kullanılmalıdır.
2. Elektrot çapı Ø2-Ø2,5 mm'den daha kalın çaplı elektrotlarla yapılan kaynakta doğru ve alternatif akım verimliliği aynıdır.
3. Derin nüfuziyet elektrotları ve yüksek akım şiddeti ile yapılan kaynaklarda, doğru akımda arkın üflenmesi fazla olduğundan alternatif akım kullanılmalıdır.
4. Kutup değiştirmek söz konusu olduğu zaman doğru akım tercih edilmelidir.

Kaynak Makinesi ve Kaynak Uygulaması Temel Ekipmanları

Elektrik ark kaynağı uygulamaları için birtakım ekipmanların kullanılması gerekmektedir. Bu ekipmanların en önemli olanları aşağıda sıralanmıştır:

Kaynak pensi: Kaynak pensleri (Görsel 2.5), özellikle elle yapılan elektrik ark kaynağında, kaynakçının elle kavrayabileceği forma sahiptir. Kaynak pensine elektrot, çıplak olan ucundan takılır. Bir mandal prensibiyle çalışan pensin ağzı, elektrodu istenen açıda sıkıca tutabilecek biçimde tasarlanmıştır. Pensler yüksek bir iletkenliğe sahiptir; aynı zamanda kaynak sırasında oluşan yüksek sıcaklığa dayanıklı, metalik özelliklere sahip gereçler kullanılarak üretilir. Pensin kaynakçı tarafından elle tutulan kısımları iyi derecede yalıtılmıştır.



Görsel 2.5: Kaynak pensi

Kaynak şasesi: Kaynak arkının, dolayısıyla ergimenin oluşabilmesi için kaynak makinesinde üretilen akımın pensten elektroda, buradan iş parçasına, sonra da kaynak makinesine iletilmesi gerekir. İş parçasıyla kaynak makinesi arasındaki akım iletimi, kaynak kablolarıyla sağlanır. Bu kabloya **şase kablosu** adı verilir, iş parçasına temasının sağlanmasında pens görevi yapan iletken aparata da **şase** denir (Görsel 2.6).



Görsel 2.6: Kaynak şasesi

Kaynak maskesi: Kaynak arkının ortaya çıkardığı enerjinin %85'i ısı, %15'i ışık enerjisi olarak değerlendirilmektedir. Işık enerjisinin %10'u ultraviyole, %30'u parlak veya görünen ışınlar, geri kalanı ise enfraruj (kızılötesi) ışınlardır. Parlak ve görünen ışınlar, gözleri kamaştırarak geçici görme bozukluklarına neden olur. Bu olayın sürekli olması doğal olarak gözün görme kabiliyetinin azalmasıyla sonuçlanır. İnsan gözünü olumsuz olarak etkileyen enfraruj ışınları ise dalga boylarına göre gözün ön ve arka kısımlarında tahribata yol açar. Kısa dalga boyuna sahip enfraruj ışınları, gözde bulunan ağ tabakasının yanmasına ve körlüğe kadar giden olumsuzluklara neden olur. Yapılması gereken; gözleri, görünen ışınlardan koruma yeteneğine sahip camların kullanılmasıdır. Bu tür görünen ışınlara karşı koruma sağlayan camlar, gözü enfraruj ve ultraviyole ışınlarına karşı da korumaktadır. Camların korunması ve kullanılmasının kolaylaştırılması için **maske** adı verilen kaynak temel elemanlarına ihtiyaç vardır. Koruyucu camlarla gözleri koruduğu gibi zararlı ışınların kaynakçının yüzünde olumsuz etkiler bırakmasına da engel olan maskeler, ışınların yüz derisini yakmasını da önler. Maskeler, el maskesi ya da kask türünde olabilir (Görsel 2.7).



Görsel 2.7: Kaynak maskı ve maskesi

Kablolar: Elektrik ark kaynağında iki farklı kablo kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi şebeke kablosu olarak adlandırılan, kaynak makinesiyle şebeke arasındaki elektrik bağlantısını sağlayan kablodur. 380 volt elektrik akımıyla çalışan kaynak makinelerinin şebekeye bağlanmasında trifaze fiş ya da diğer adıyla üç faz fişler kullanılır. Özellikle küçük güçteki kaynak makineleri ki bunlara çoğunlukla **çanta tipi kaynak makineleri** denmektedir, 220 volt gerilimle çalışır ve ikili fişler ile bağlantı sağlanır. Elektrik ark kaynağında kullanılan ikinci grup kablolar **kaynak kablosu** adıyla anılır. Bu kablolar, kaynak makinesiyle iş parçası arasındaki bağlantıyı gerçekleştirir. Gerek pens gerekse şase ile makine arasındaki bağlantıyı kaynak kabloları sağlar. Hangi amaçla kullanılırsa kullanılsın, elektrik kabloları tek ve çok telli olarak çeşitlenmiştir. Ark kaynağında kullanılan kablolar çok telli türden seçilir. Çok telli kablolar, kolay bükülür ve kaynakçıya rahat çalışma ortamı sağlar. Ancak kaynak kablolarının ulu orta atölye içerisinde yayılmasına ve tezgâh ayaklarının altında sıkışmasına izin verilmemelidir. Kaynak kablolarının kesiti, kaynak makinesinin gücüyle bağlantılı olarak tespit edilir.

Elektrotlar: Kaynaklı birleştirme işlemleri, çok değişik özelliklere ve biçimlere sahip metallere uygulanabilir. Bu nedenle işlemlerin gerçekleştirilmesinde kullanılan elektrotlar da çeşitlenmiştir. Her kaynaklı birleştirmenin isteklerine cevap verebilecek nitelikte elektrot vardır. Ancak çeşitliliğin çokluğu, elektrotları kesin çizgilerle birbirinden ayırmayı ve onları gruplandırmayı güçleştirir. Buna rağmen elektrotların birbirinden ayırt edilebilecek özellikleri vardır. Bunlar elektrotların gruplanmasına olanak tanır. Elektrik ark kaynağında elektrotlar; kesme, birleştirme ya da dolgu amacıyla kullanılır. Birleştirme işleminde kullanılan elektrotların oluşturduğu kaynak metalinin, yüksek dayanım değerine sahip, tok ve esnek (kırılmadan önce büyük şekil değiştirme yapabilme özelliği) olması istenir.
Dolgu kaynağında kullanılan elektrot kaynak metalinin ise sert ve aşınmaya karşı dayanıklı olması beklenir (Görsel 2.8).



Görsel 2.8: Elektrot

Kaynak masası: Kaynak işleminden istenilen verimin alınması, bir bakıma kaynakçının en rahat biçimde çalışmasını gerektirir. Tüm bunlar dikkate alındığında kaynakçının rahat çalışmasına olanak tanıyacak masaların ve aparatların kullanılması gereklidir. Bu amaç için tasarlanan ve kullanılan masalara **kaynak masası** denir. Kaynakçı dışında atölyede bulunan diğer kişilerin de ışınlardan etkilenmemesi için kaynak yapılan masaların çevresi, özel paravanlar ya da perdeler ile kapatılmalıdır.

Önlük, tulum ve eldiven: Isı enerjisinin büyük çoğunluğu, kaynak alanının ergitilmesinde harcanır. Bir miktarı çevreye yayılır. Çevreye yayılan az miktardaki ısı, çalışanın etkilenmesi için yeterlidir. Diğer yandan ışık enerjisinin çıplak gözlere verdiği zararın benzeri, çalışanın derisinde de rahatsızlıklara yol açar. Tüm bunlardan korunmak, normal çalışma giysileriyle mümkün değildir. Çünkü özellikle ultraviyole ışınlar, tüm organik maddelerde tahribata yol açar. Normal çalışma kıyafetleri, kaynak sırasında ortaya çıkan ısıdan etkilenerek bir süre sonra sertleşir ve rahat çalışmayı engeller. İleriki aşamalarda da parçalanır. Ayrıca kaynak yapımı sırasında ortaya çıkan sıçramaların taşıdığı küçük metal parçacıklarından bu tür giysilerin çalışanı koruması beklenemez. Tüm bu olumsuzlukların üstesinden gelmenin yolu, kaynak yapımı sırasında kaynakçının özel bir şekilde korunmasıdır. Kaynak sırasında vücudun herhangi bir yerinin ısı ve ışık enerjisiyle karşılaşması engellenmelidir.

Bu işlemde kullanılan, deriden yapılmış özel aksesuarlar bulunmaktadır (önlük, tulum (Görsel 2.9), eldiven, tozluk, kolluklar). Açık alanlarda kaynakçı, doğrudan toprakla temas etmemelidir. Bunun için yalıtkan malzemeler kullanılmalıdır.

Kaynak çekici: Kaynak dikişi üzerinde oluşan cürufun temizlenmesinde kullanılan, özel yapıdaki çekiçlerdir (Görsel 2.10).



Görsel 2.9: Kaynakçı tulumu



Görsel 2.10: Kaynak çekici

Tel fırça: Dikiş, kaynak çekiciyle cüruflardan temizlendikten sonra özel fırçalar ile sıçramalardan meydana gelmiş metal parçalarından da arındırılmalıdır. Böylece kaynak dikişi temizlenmiş olur. Bu işlem için üretilen fırçalar, elle kullanılabilecek bir yapıdadır (Görsel 2.11).



Görsel 2.11: Tel fırça

Aspiratörler ve fanlar: Kaynak işlemi sırasında kaynakçının etkilendiği olumsuzluklardan biri de gazlardır. Elektrodu oluşturan maddeler, kaynak sırasında yanarak önemli miktarlarda gazların oluşmasına neden olur. Kaynak yapılan alanda ergimenin oluşması, metal (elektrot) ile iş parçasını oluşturan metalin ergimesi anlamını taşır. Her iki metal de farklı oranlardaki metal ve alaşımlarından oluşur. Bu metal ve alaşımlar ile elektrot örtüsü iç yapısında bulunan bazı metaller, eriyik ortamda gazların oluşmasına neden olmaktadır. Ortaya çıkan tüm gazların kaynakçıya zarar vermesini engellemek için bu gazların kaynak yapılan ortamdan uzaklaştırılması ve yerine kaynakçının soluyabileceği temiz havanın gönderilmesi gereği vardır. Kaynak anında çıkan gazların o bölgeden uzaklaştırılması için özel emici düzenekler olan emeçlerin (aspiratör) kullanılmasına ihtiyaç duyulur. Bu amaçla geliştirilen donanımların görevlerini tam anlamıyla yerine getirebilmeleri için kaynak alanının mümkün olduğunca yakınında olmaları gerekir. Böylece kaynak sırasında ortaya çıkan dumanlar, aspiratör tarafından anında ortamdan uzaklaştırılır. Emeçler; kaynak masası üzerine, yanına ya da hareket edebilen hortum yardımıyla istenilen yere yönlendirilebilir.

UYARI: Kaynak uygulaması yaparken mutlaka gaz maskesi kullanınız. Toz maskeleri, sizi zararlı gazlardan korumaz.



2.1. ELEKTRİK ARK KAYNAĞINDA ELEKTROT SEÇİMİ

Elektrotlar, öncelikle birleştirme ve doldurma kaynağında kullanılmak üzere ikiye ayrılır. Birleştirme kaynağı elektrotlarında mukavemet ve süneklik; doldurma kaynağı elektrotlarında ise sertlik aranır. Birleştirme kaynağında kullanılan elektrotlar aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

★ **Karbon elektrotlar:** Karbon elektrotlar, ince sacların kaynağında ve bazı özel kaynak yöntemlerinde kullanılır. Genellikle dairesel kesitli olan karbon elektrotlar amorf, grafit ve elektrografit olmak üzere üç çeşittir. Grafit ve elektrografit elektrotlar, grafit kömüründen imal edilir ve amorf elektrotlardan daha yüksek bir akım şiddetiyle yüklenir. Ömürleri de amorf çubuklardan daha uzundur.

★ **Yumuşak çeliklerin kaynağında kullanılan elektrotlar**

a) Dış durumuna göre

- Örtülü elektrotlar
- Örtüsüz elektrotlar

b) Örtünün kalınlığına göre

- İnce örtülü
- Orta kalın örtülü
- Kalın örtülü

★ **Dökme demirin kaynağında kullanılan elektrotlar**

★ **Alüminyum ve alaşımlarının kaynağında kullanılan elektrotlar**

★ **Bakır ve alaşımlarının kaynağında kullanılan elektrotlar**

ÖRTÜLÜ ELEKTROTLAR

Örtülü elektrotlarda çıplak kaynak telinin üzerinde sarma, daldırma veya ekstrüzyonla geçirilmiş bir örtü maddesi (kabuk) mevcuttur. Böylece örtülü elektrot elde etmek için yukarıda bahsedilen usullerin hepsi tatminkâr neticeler vermesine rağmen bugünün endüstrisi birçok üstünlükleri dolayısıyla imalat tekniği bakımından ekstrüzyon usulünü tercih etmektedir. Örtülü elektrot, ilk defa İsveçli Kjelberg tarafından 1908 senesinde imal edilmiştir. Elektrot örtüleri, elektrotların ve kaynak uygulamalarının gelişmelerini olumlu etkilemiştir. Bir elektrodun kaynak karakteristikleri, tamamıyla bir örtünün bileşimine bağlıdır. Yığılan kaynak metalinin miktarı ve kaynak dikişinin nüfuziyeti, bir dereceye kadar bu örtü bileşimi ile kontrol altına alınabilir.

Kaynak dikişinin formu ve yüzey düzgünlüğü, örtü bileşeni ile oynanarak arzu edilen şekilde ayarlanabilir (Görsel 2.12).



Görsel 2.12: Örtülü elektrot

» Elektrot Örtüsünün Faydaları

- Arkın tutuşmasını ve teşekkülünü kolaylaştırır.
- Kaynağın hem doğru hem de alternatif akımla yapılmasını sağlar.
- Ergiyen metal damlalarının düzey gerilimine ve viskozitesine (ağdalık) tesir ederek gerek tavan gerekse düşey kaynaklarda çalışmayı kolaylaştırır.
- Bir gaz atmosferi meydana getirerek kaynak dikişini atmosferin olumsuz tesirlerinden korur.
- Kaynağın ardından dikişin üzerini bir cüruf tabakasıyla örterek dikişin yavaş soğumasını sağlar.
- Ergimiş kaynak banyosunu deokside eder.
- Gerektiği hâllerde kaynak dikişini alaşımlandırır.

» Elektrot Örtüsünü Oluşturan Maddeler

- **Karbonatlar:** Elektrot örtüsü imalinde cüruf teşkil etmek üzere genellikle kalsiyum ve magnezyum karbonat veya bunların karışımı türünden suda çözülmeyen mineraller kullanılır. Stronsiyum ve baryum karbonat da bazı durumlarda belirli miktarlarda örtüye katılır. Potasyum ve sodyum karbonat ise çok az miktarda (%1'den az) kullanılır.



- **Silikatlar:** Örtüye, cüruf meydana getirmek amacıyla 1400 °C'nin altında ergiyen her türlü silikat ilave edilebilir. Nadir bulunan silikatlar örtüye ilave bir özellik kazandıramadıklarından bu iş için genellikle kuvars ve feldspat (potasyum/sodyum/alüminyum silikat) kullanılır.
- **Oksitler:** Birçok örtü tipinde, titan dioksit ve demir oksit cüruf teşkil eden bileşiklerdir. Magnetit, hematit, ilmenit, rutil bu oksitlerin tabiatta mevcut oldukları şekillerdir. Manganez, alüminyum, silisyum, krom gibi bütün metallerin oksitleri de örtüye katılabilir.
- **Florürler:** Florürler genellikle suda çözüldüklerinden ancak bazı tipleri örtü içinde kullanılabilir. Kullanılan florürler içinde fluspat (kalsiyum florür) en önemlisidir. Örtü içinde kullanılan bir diğer florür de kriyolittir (sodyum/alüminyum florür).
- **Potasyum bileşikleri, potasyum okzalat, zirkonyum karbonat, lityum karbonat, titan bileşikleri**
- **Selüloz, kireç taşı, odun tozu**
- **Gliserin, talk, kaolin, bentonit, mika**
- **Sodyum silikat, potasyum silikat, zamkıarabi, dekstrin, şeker**
- **Asbest:** Örtünün kuruma esnasında ve kuruduktan sonra mukavemetini artırmak amacıyla bağlayıcı elemanların yanı sıra asbest gibi elyaflı mineraller de örtüye ilave edilir. Son yıllarda asbestin insan sağlığı üzerindeki zararlı etkileri göz önünde bulundurularak mika gibi pul pul levhacıklar hâlindeki mineraller örtüye ilave edilmiştir. Bunların miktarı, örtü cinsine göre değişmekle beraber genellikle çok azdır. Bu mineraller, aslen birer silikat oldukları için kaynak esnasında da cürufa geçer ve cüruf teşkil eden bir eleman rolünü oynar.
- **Ferrosilisyum, ferromanganez, elektromanganez, ferrokrom, elektronikçi, ferromolibden, ferrokolombium**

» Örtü Özelliklerine Göre Elektrotlar

Elektrot örtüleri hazırlanırken bu maddeler belirli miktarlarda karıştırılır ve ekstrüzyon presinde elektrot çekirdeğine tatbik edilir. Yalnız bu maddelerin birbiriyle karıştırılmasında bazı standartlar vardır. Her tip elektrot örtüsü için özellikle ana bileşenlerin bazı oranlarda kalması gereklidir. Aksi hâlde elektrot örtüsü, kendinden beklenen görevleri yerine getiremez. Bu karışım oranları, uzun yılların tecrübeleri sonucunda formüle edilmiştir. Örtülü elektrotlar, örtülerinin içerdiği esas bileşenin cinsine, cüruflarının asitlik veya bazlık durumuna göre çeşitli gruplara ayrılır:

- **Rutil elektrotlar:** Bu tip elektrotlarda örtü miktarının %1'ini titan oluşturur. Titanın yanı sıra bu örtü; feldspat, kuvars, az miktarda selüloz ve ferromangan ve bağlayıcı olarak da sodyum ve potasyum silikat ihtiva eder. Bu tip örtüler; dikişi tamamen örten, oldukça kalın, rengi kahverenginden siyaha kadar değişen, çabuk katılaşan bir cüruf meydana getirir. Cürufun özellikleri, örtüyü meydana getiren maddelerin miktarının değişmesine bağlıdır.

Örtüye ilave edilmiş olan feldspat, asbest gibi silisli maddeler, çok akıcı bir cüruf veren titan dioksit ile karışarak cürufun uygun akıcılıkta kalmasını sağlar. Bu tip elektrotlarla hem doğru hem de alternatif akımda kaynak yapmak mümkündür. Bu elektrotlar üniversal tiplerdir, her pozisyonda kaynak yapmaya elverişlidir. Gayet yumuşak bir ark ile sakin bir çalışma sağlar. Aralık doldurma kabiliyetleri elektrot örtüsü kalınlığı ile artar. Rutil tip elektrotlar; rutil asit, ince örtülü rutil, kalın örtülü rutil gibi gruplara ayrılabilir. Rutil asit tipler, aşağı yukarı bir asit tip elektrot örtüsünde mevcut demir oksit yerine titan dioksit veya ilmenit konmasıyla elde edilmiştir. Bu şekilde kaynak metalinin oksijen içerikleri azaldığından daha iyi mekanik özellikler elde edilmiştir. İnce örtülü ve kalın örtülü rutil elektrotlar arasındaki fark, sadece içerdikleri selüloz miktarıdır. Kalın örtülü elektrotlar, oldukça fazla miktarda cüruf meydana getirir; bundan dolayı ilave koruyucu gaz atmosferine ihtiyaç yoktur, bu bakımdan bu tipler çok az organik madde içerir.

- **Asit elektrotlar:** Bu tip elektrotların örtüsü, fazla miktarda ferromangan, demir oksit, kuvars ve diğer deoksidan maddeler ihtiva eder. Bu elektrotlar, genel olarak kalın örtülü olarak imal edilir ve kaynak esnasında kaynak metalinin geçişi artan örtü kalınlığı ile incelir. Cüruflarının katılaşma aralığı fazladır; çabuk akan ve düz dikişler veren bir elektrottur. Düşey kaynak hariç (yukarıdan aşağıya doğru) diğer pozisyonlarda kullanılabilir. Cürufunun arka taraftan görünüşü bir bal peteğini andırır, çok gözenekli ve gevrektir. Hem doğru hem de alternatif akımda kullanılabilen bu elektrotların aralık doldurma kabiliyetleri iyi değildir. Kaynak ağızlarının iyi hazırlanması ve birbirine iyi uyması gereklidir.
- **Oksit elektrotlar:** Bu tip elektrotların örtüsünün önemli bir kısmını demir oksit teşkil eder. Kaynak esnasında metalin geçişi daha çok bir akış hâlindedir. Bu tip elektrotlar, yüksek bir akım yükleme kabiliyetine sahiptir ve dolayısıyla kaynak esnasında yüksek sıcaklıktan dolayı cüruf ve metal çok akışkan hâle geldiğinden ancak yatay ve oluk pozisyonları için elverişlidir. Kaynak esnasında şiddetli karbon ve manganez yanması meydana geldiğinden özellikle düşük karbonlu çeliklerin kaynağı için elverişlidir. Yalnız kaynak metali ve cüruf, kaynak esnasında çok akıcı olduğundan bu tip elektrotların aralık doldurma kabiliyetleri iyi değildir ve kaynak dikişi çok yüksek sıcaklıklara kadar çıktığından sıcak çatlama meyli fazladır. Bu tip elektrotlar, güzel görünüşlü düz dikişler arzu edildiğinde kullanılır.
- **Bazik elektrotlar:** Genellikle kalın örtülü olarak imal edilen bazik karakterli elektrotların örtüsü, kalsiyum ve diğer toprak alkali metallerin karbonatları ile bir miktar kalsiyum florürden ibarettir. Bu örtünün imalatında karbonatlar yalnız başına kullanılamaz, aksi takdirde meydana gelen cüruf kaynak metalini örtemez. Kalsiyum florür, cürufa kaynak metaline iyi bir ıslatma ve banyo üzerine yayılma kabiliyeti kazandırır; aynı zamanda kalsiyum florür, ergimiş banyoyu oksidasyondan ve gaz emmeden diğer herhangi bir cüruf yapıcı mineralden daha iyi korur. Bu tip cüruflar, sıvı hâlde çok akışkan olduklarından akışkanlığı azaltmak amacıyla örtüye çok az bir miktar silikat veya rutil ilave edilir; örtüye ilave edilen ferrosilisyum da kaynak metalinde karbon oksitlerinin meydana getirebileceği gözenek-



lere engel olur. Bazik elektrotların örtülerinde hidrojen meydana getirecek maddeler bulunmadığından kaynak esnasında dikişin hidrojen absorbe etme (soğurma) ihtimali çok azdır. Hidrojenin, geçiş bölgelerinde ince dikiş altı çatlaklarına sebep olduğu göz önüne alınırsa bazik elektrotların kullanılmasının önemi anlaşılır. Bazik elektrotlar, çok higroskopik olduklarından kuru yerlerde depolanmalı ve nemlenmiş elektrotlar ise kullanılmadan önce mutlaka 200 °C'de, 30 dakikalık bir kurutma işlemine tabi tutulmalıdır. Bu tip örtüye sahip elektrotlarda kaynak metali, kaynak esnasında banyoya orta irilikte damlalar hâlinde geçer; cüruf, kahverenginden siyaha kadar değişir ve cürufun kalkması diğer elektrotlara göre daha zordur. Bazik elektrotla genellikle doğru akımda pozitif kutba bağlanarak kaynak yapılır. Bazı tipleri alternatif akımla da kullanılabilir. Örtülerinde potasyum bileşiklerinin bulunması gerekir. Bunu sağlamak için genelde bağlayıcı olarak potasyum silikat kullanılır. Bazik elektrotlar, bütün kaynak pozisyonlarında kullanılabilir. Aralık doldurma kabiliyetleri çok iyidir. Bu elektrotlarla yapılmış olan kaynak dikişleri gayet iyi mekanik özelliklere sahiptir. Bazik elektrotlar O °C'nin altında bile gayet iyi dikişler verir. Bazik tip elektrot örtüsü, sıvı hâldeyken çok akışkan bir cüruf meydana getirir, bu durum ise kaynak dikişinin konkav (içbükey) ve kaba görünüşlü olmasına yol açar. Buna engel olmak ve cürufu biraz daha viskoz hâle getirmek için örtüye bir miktar zirkonyum oksit veya zirkonyum silikat ilave edilir. Böyle bir örtüye sahip elektroda ise **zirkon bazik tip elektrot** adı verilir. Zirkonyum oksit veya silikat yerine örtüye rutil veya ilmenit ilave ederek de cürufun akıcılığını azaltmak mümkündür. Yalnız bu hâlde örtü, bazik tipten ziyade içine kalsiyum florür ilave edilmiş bir rutil tip özelliklerini gösterir. Günümüzde bu tip örtüye sahip elektrotlara **rutil bazik tip** adı verilmektedir.

- **Selülozik elektrotlar:** Bu tip elektrotların örtüsünde yandığı zaman gaz hâline geçen organik maddeler bulunur. Örtü ağırlığının %30'unu selüloz teşkil eder. Genellikle kalın örtülü olarak imal edilir ve metalin kaynak esnasında geçişi damlalar hâlindedir. İnce örtülü olarak imal edildikleri zaman cüruf, transfer hâlindeki damlacıklara çok az bir koruma etkisi yapar. Bu tip elektrotlarla yapılan kaynak dikişi üzerinde çok az bir cüruf meydana gelir ve sıçrama riski artar. Buna rağmen bu elektrotlarla yapılan kaynak dikişlerinin aralık doldurma kabiliyeti ve nüfuziyeti oldukça iyidir. Her pozisyonda kaynak için (özellikle yukardan aşağıya düşey) uygundur. Kaynak işlemi esnasında yanan selüloz, gayet iyi bir koruyucu gaz atmosferi meydana getirir. Fakat dikiş az bir miktar hidrojen kapar, bu ise bazı çelik tiplerinin kaynağı için sorun teşkil edebilir. Örtüye ilave edilmiş olan titan bileşikleri hem arkın stabilizasyonunu sağlar hem de cürufun kolaylıkla kalkmasına yardımcı olur.

- **Özel Elektrotlar**

Derin nüfuziyet elektrotları

Demir tozlu elektrotlar

Kesme elektrotları

Su altında kaynak ve kesme elektrotları

» Örtülerde Kısaltmalar ve Semboller

RR: Elektrot örtüsünün cinsini ve kalınlığını ifade eder.

A: Asit karakterli örtü

R: Rutil karakterli örtü (ince ve orta kalın örtülü)

RR: Rutil karakterli örtü (kalın örtülü)

AR: Rutil-asit karakterli örtü (karışık tip)

C: Selülozik karakterli örtü

R (C): Rutil-selülozik karakterli örtü (orta kalın örtülü)

RR (C): Rutil-selülozik karakterli örtü (kalın örtülü)

B: Bazik karakterli örtü

B (R): Bazik elemanlar içermeyen bazik karakterli örtü

RR (B): Rutil-bazik karakterli örtü (kalın örtülü)

11: Elektrodun klasını gösteren ve 1'den 12'ye kadar devam eden 12 tip klası ifade eder.

160: Elektrodun verimini gösterir. Özellikle yüksek güçlü ve randımanlı elektrotlar için söz konusudur. Örneğin 160 sayısı, bu elektrodun randımanının %155-%165 arasında olduğunu ifade eder.

2.2. ELEKTRİK ARK KAYNAĞINDA AMPER AYARI

Kaynak değerlerinde değişikliğin en çok yapıldığı kısım akım şiddetidir. Kaynak makineleri 10-600 amper arasında kaynak akımı üretebilir. Kaynak akımının ayarlanması, bu değerler içerisinde mümkündür. Elektrik ark kaynak makineleri, aldığı elektriğin gerilimini düşürüp akım şiddetini yükseltir.

Elektrik ark kaynağında düşük gerilimli ve yüksek şiddetli akım kullanılmaktadır. Pratikte tel çapının milimetresi başına 40-50 amper arası bir değer seçilmelidir. Kaynak için gerekli ısı, iş parçası ve elektrot arasında bu akım vasıtasıyla oluşturulan ark tarafından sağlanmaktadır. Doğal olarak ark enerjisinin tamamı ısıya dönüşmektedir. Bunun bir kısmı ışınım olarak etrafa yayılmaktadır. Ark gerilimi, belli bir elektrot için akım şiddetinin ve ark boyunun fonksiyonu olarak değişmektedir. Kaynak dikişinin nüfuziyeti ve elektrodun ergime gücü, tamamıyla kaynak bölgesine uygulanan ısı enerjisinin bir fonksiyonudur.

Elektrik ark kaynağında seçilen akım şiddeti, elektrot çapına göre hesaplanır (Tablo 2.1).

Örneğin örtü tipleri ve elektrotların çaplarına göre uygun olacak akım değerleri şu şekildedir:

- Özlü ve ince örtülü elektrotlarda mm başına 30-35 amper
- Orta kalın örtülü elektrotlarda mm başına 35-40 amper
- Kalın örtülü elektrotlarda mm başına 40-45 amper

Gerilime etki eden en önemli iki faktör, akım şiddeti ve ark boyudur. Kaynak esnasında ark boyunun elektrot çapının yarısına eşit olması gerekir. Bu ark boyu uzun tutulduğu zaman kaynak bölgesinde sıçramalar meydana gelir. Aynı zamanda banyo, atmosferin olumsuz etkilerinden korunamaz ve dikiş içinde cüruf parçacıkları kalır. Ancak röntgenle tespit edilebilen bu cüruf parçacıklarını temizlemek için kaynak dikişini sökmekten başka çare yoktur. Ark boyu normalden daha kısa tutulduğunda ise kaynakçı, elektrodu sık sık banyoya temas ettirmekte ve elektrot kaynak dikişine yapışıp kalmaktadır. Bu şekilde yapışma noktasında cüruf, dikiş içinde kalmakta ve aynı zamanda dikişin uniformluğu da bozulmaktadır. Bu hâldeki cüruf, normal hâlden daha zor kalkmaktadır. Özet olarak kaynak sırasında şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Belli çaptaki bir elektrotla kaynak yapıldığında ark boyu sabit kalmak şartıyla akım şiddeti yükseldikçe, ark gerilimi de akım şiddetinin fonksiyonu olarak yükselmektedir.
- Belli bir akım şiddetinde ark boyu sabit kalmak şartıyla elektrot çapı değiştiğinde, çap büyüdükçe ark gerilimi düşmektedir.
- Belli çaptaki bir elektrotla belli bir akım şiddetinde kaynak yapıldığında ark gerilimi, ark boyu ile doğru orantılı olarak değişmektedir.

Tablo 2.1: Elektrot Çaplarına Göre Amper Değerleri

Elektrot Çapı	Parça Kalınlığı	Oksit Elektrot	Bazik Elektrot	Rutil Elektrot
Ø2,5-	3 mm	80-120	80-110	50-80
Ø3.25	4-6 mm	110-160	100-150	75-115
Ø4	6 mm	150-220	140-200	115-160
Ø5	6-8 mm	190-300	200-260	130-220
Ø6	8-10 mm	250-380	220-370	180-250
Ø7	10 mm	280-440	220-370	200-300

2.3. ELEKTRİK ARK KAYNAĞI UYGULAMALARINDA ELEKTROT AÇISI VE POZİSYON

Kaynaklı birleştirmeler için kullanılan kaynak pozisyonları şu şekilde sınıflandırılabilir:

a) Yatay kaynak

b) Düşey kaynak

c) Tavan kaynağı

ç) Korniş kaynağı

Kaynak tekniğinde kullanılan başlıca birleştirme şekillerini ise şu şekilde gruplandırmak mümkündür:

a) Alın birleştirmeleri

b) İç köşe birleştirmeleri

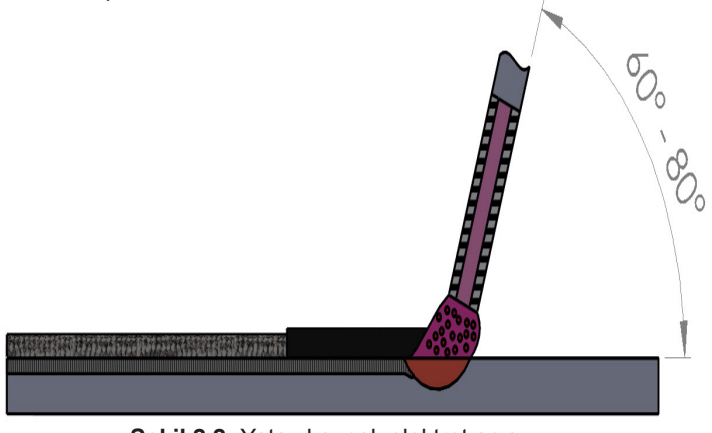
c) Dış köşe birleştirmeleri

ç) Bindirme birleştirmeler

Yatay kaynak her tip elektrotla gerçekleştirilebilir fakat düşey, tavan ve korniş kaynaklarında bazı özellikleri içeren elektrotlara ihtiyaç vardır. Bu gibi yerlerde kullanılacak elektrotların cüruf ve viskozitelerinin katılaşma esnasında ani artış göstermesi ve çok kısa bir süre sıvı hâlde kalması gereklidir. Aksi takdirde cüruf akar ve koruyucu görevini yapamaz. Buna ilaveten kaynak metalinin fazla akıcı yani yüksek sıcaklıkta olmaması arzu edildiğinden bu tip kaynaklarda düşük akım şiddeti ile çalışılmalıdır. Elektrik ark kaynağında daima soldan sağa doğru kaynak yapılır. Kaynağın pozisyonuna, pasonun çekiliş yerine ve cinsine göre elektroda çeşitli hareketler verilir. Cürufun temizlenmesi bakımından en kolay olan yatay kaynaktır.

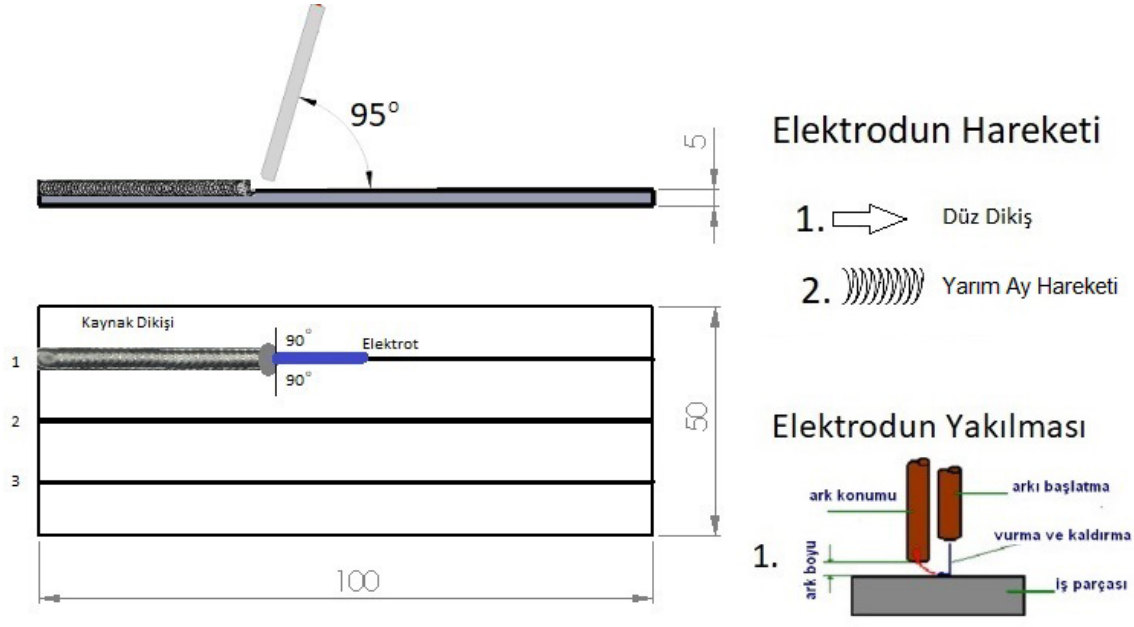
» Yatayda Dikiş Çekme

Elektrik ark kaynağında kullanılan yöntem sağ kaynaktır. Zorunlu hâllerde sol kaynak uygulaması yapılmaktadır. Elektrotla parça arasında elektrot çapı kadar mesafe olmalıdır. İlerleme hızı ve elektroda verilen açı (Şekil 2.2) değiştirilmemelidir. Sağ kaynak, düz ve hareketli (zikzak, yarım ay, dairesel) olmak üzere iki şekilde yapılabilmektedir. Hareketli kaynak dikişinde dikiş yükseltisi azalır, genişliği ise artar. Eğer iş parçasının kalınlığı yeterliyse ve yüzeyde yeterli mesafe varsa hareketli dikiş tercih edilmelidir.



Şekil 2.2: Yatay kaynak elektrot açısı

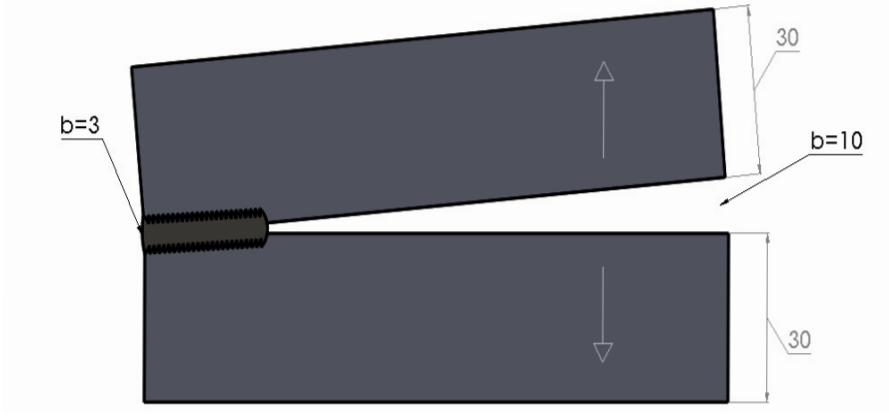
İlk ark oluşturma, alıştırma parçasında yapılmalıdır. Kaynak esnasında kaynak ışığından korunmaya dikkat edilmelidir. Kaynak yapılan bölgenin aspiratörle havalandırılması sağlanmalıdır. Aşağıdaki şekilde sağ kaynak uygulama örneği verilmiştir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3: Sağ kaynak

» Küt Ek Kaynağı

Kaynaklı birleştirme öncesi parçalarda ısının etkisiyle biçim değişikliği meydana gelmemesi için yapılan kısa ve aralıklı dikişlerle parçayı sabitleme işlemine **puntalama** denir. Kaynaklı birleştirme işleminin başarılı sonuçlanması ve iş parçasının kenarlarının ısının etkisiyle birbirine olan mesafesinin değişmemesi için puntalama gereklidir. Ayrıca puntalama, birleştirilecek parçaların ilk düzenlemesidir. Puntalama sonrası son kontroller yapılır ve birleştirme işlemine geçilir. Aşağıdaki şekilde puntalama yapılmadan dikiş çekilmeye başlandığı takdirde ısının etkisiyle parçalar arası mesafenin (b) nasıl etkileneceği gösterilmiştir (Şekil 2.4).



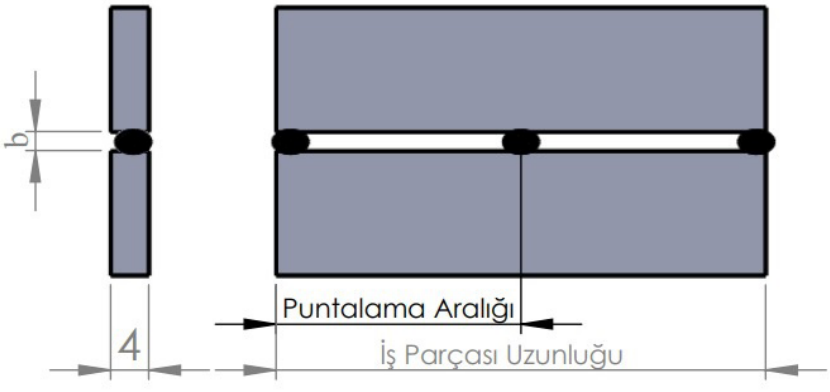
Şekil 2.4: Puntalama yapılmamış iş parçası

Puntalama işlemi birtakım kurallar çerçevesinde yapılır. Tekniğine uygun puntalama sonucunda başarılı bir birleştirme elde edilir. Puntalama düzgün aralıklarla yapılır ve parça kalınlığına göre tespit edilir.

Parça kalınlığı 5 mm'den az ise **Puntalama Aralığı = 30 x Parça Kalınlığı** olmalıdır.

Parça kalınlığı 5 mm'den fazla ise **Puntalama Aralığı = 20 x Parça Kalınlığı** olmalıdır.

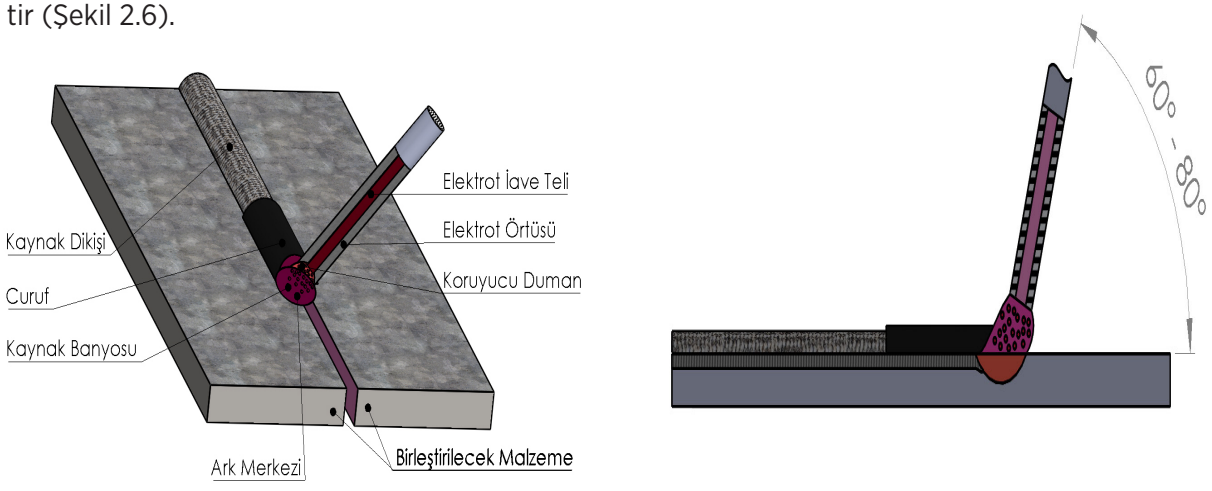
Puntalama işlemi (Şekil 2.5) parçanın en az iki yerinden yapılır. Kaynak dikişi uzun ise yukarıdaki parametreler uygulanır.



Şekil 2.5: Puntalama işlemi

Şekil 2.5'teki b, parçalar arasında bırakılması gereken birleştirme boşluğunu ifade eder. Bu boşluk, elektrot çapına yakın veya elektrot çapı kadar alınır.

Küt ek kaynağında iş parçaları yan yana getirilerek kaynak işlemi yapılır. İki parça arasında parça kalınlığı kadar boşluk bırakılarak puntalama gerçekleştirilir. Puntalamanın iki noktadan yapılması yeterlidir. Elektroda 60-80 derecelik açı verilir. İş parçası ile elektrot arasında elektrot kalınlığı kadar boşluk bırakılmalıdır. Aşağıdaki şekilde küt ek kaynağında elektrot açısı verilmiştir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6: Küt ek kaynağında elektrot açısı

Kaynak bölgesinde oluşan eriyik metalin birleştirilecek bölgeyi tam olarak kaplaması için dikiş yönünde ilerlerken elektroda birtakım hareketler yaptırılmalıdır. Yatayda, küt ek kaynağında, elektroda Şekil 2.7'de görülen yay çizimli elektrot hareketlerini yaptırmak gerekir.

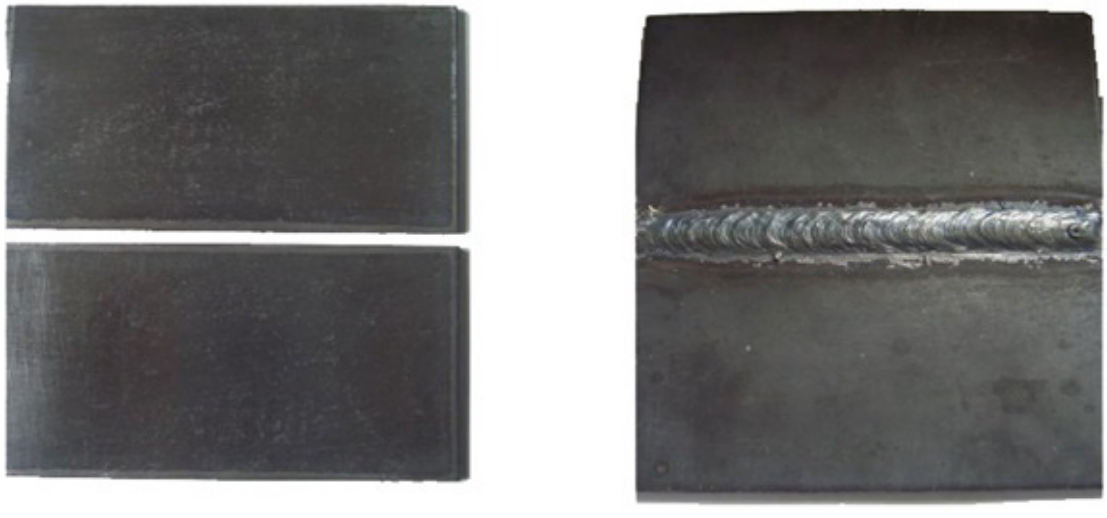
Elektrot hareketi ile aşağıdaki işlemlerin yapılması sağlanır:

- Eriyik metalin kaynak bölgesine doldurulması
- Kaynak eriyik metalinin kontrolü
- Birleştirilecek parça yüzeyinde ergiyen metallerin karışımı



Şekil 2.7: Kaynakta elektrot hareketi

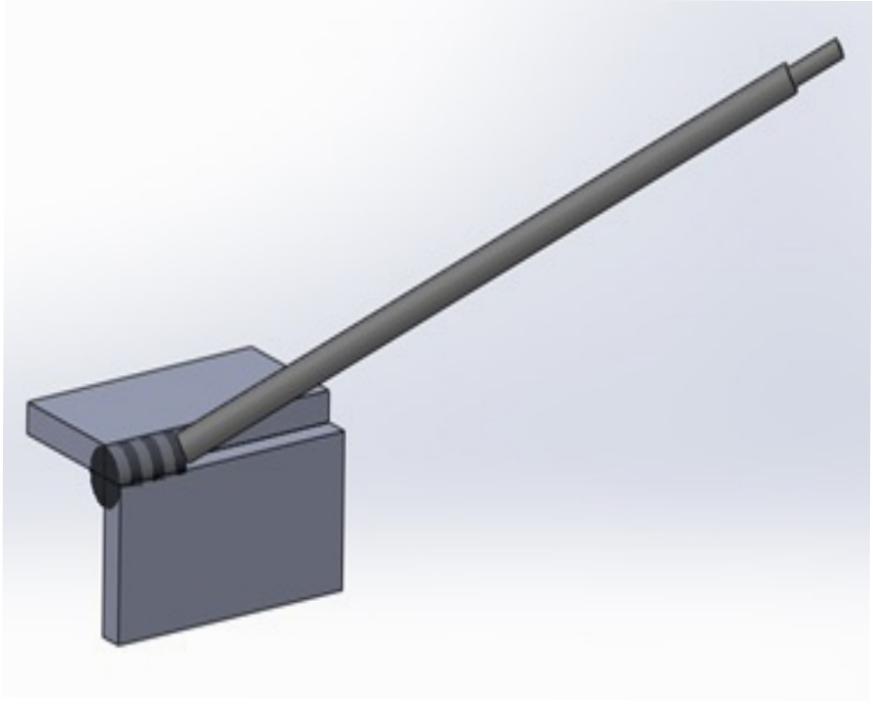
Aşağıdaki şekilde küt ek kaynağında puntalama aralığı ve bitmiş kaynak görülmektedir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8: Küt ek puntalama aralığı ve dikişi

» Dış Köşe Kaynağı

Dış köşe kaynağında (Şekil 2.9) iş parçasının köşeleri 90 derece olacak şekilde eğelenmelidir. Puntalama için V yatağı kullanılmalıdır. Her iki uçtan puntalama yapılmalıdır. Puntadan sonra kaynağa başlamadan önce puntaların sağlamlığı kontrol edilmeli ve cüruflar temizlenmelidir. Dış köşe kaynağına iş parçasının bir tarafı Şekil 2.9'daki gibi yüksekte kalacak şekilde kaynak dikişi çekilmelidir.



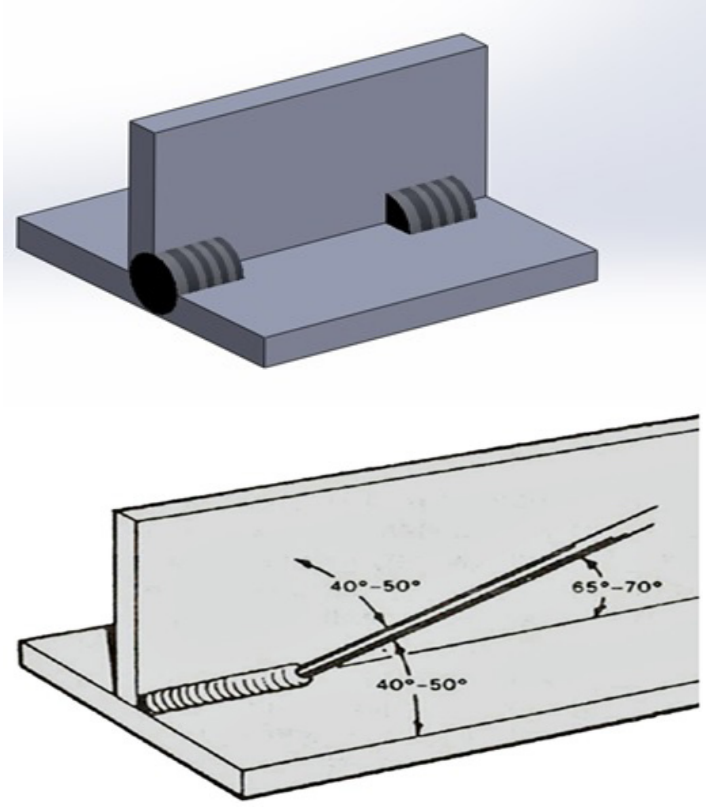
Şekil 2.9: Dış köşe kaynağı

Dış köşe kaynağında karşılaşılan en önemli hatalar şunlardır:

- Kaynak akımının, olması gerekenden fazla veya az olması
- Nüfuziyetin sağlanmaması
- Kaynak pasolar arasında gereğinden fazla boşluk ve/veya bitiş noktalarında çukurluk oluşması
- Kaynak dikişinin her yerde aynı kalınlıkta olmaması
- Köşelerde delik ve cüruf kalıntılarının oluşması
- Parçanın ekseninin kaçık kaynatılması

» T Kaynağı (İç Köşe Kaynağı)

İş parçaları, Şekil 2.10'da görüldüğü gibi birbirleriyle 90 derecelik açı yapacak pozisyona getirilmelidir. Bir tarafın iki ucuna da punta kaynağı yapılmalıdır. Puntaların yapıldığı tarafın simetrik tarafına ilk köşe kaynağı yapılmalıdır. T kaynağı, uygulama açısından iç köşe kaynağı ile aynıdır. Elektroda ortalama 70 derecelik açı verilmelidir. İç köşe kaynağında amper bir miktar yükseltilmelidir. Kaynak banyosu ile elektrot arasındaki mesafe kısaltılmalıdır. İç köşe kaynağında, kaynağa ilk başlama noktasındaki elektroda verilecek hız, yükselti ve açı büyük önem taşımaktadır.



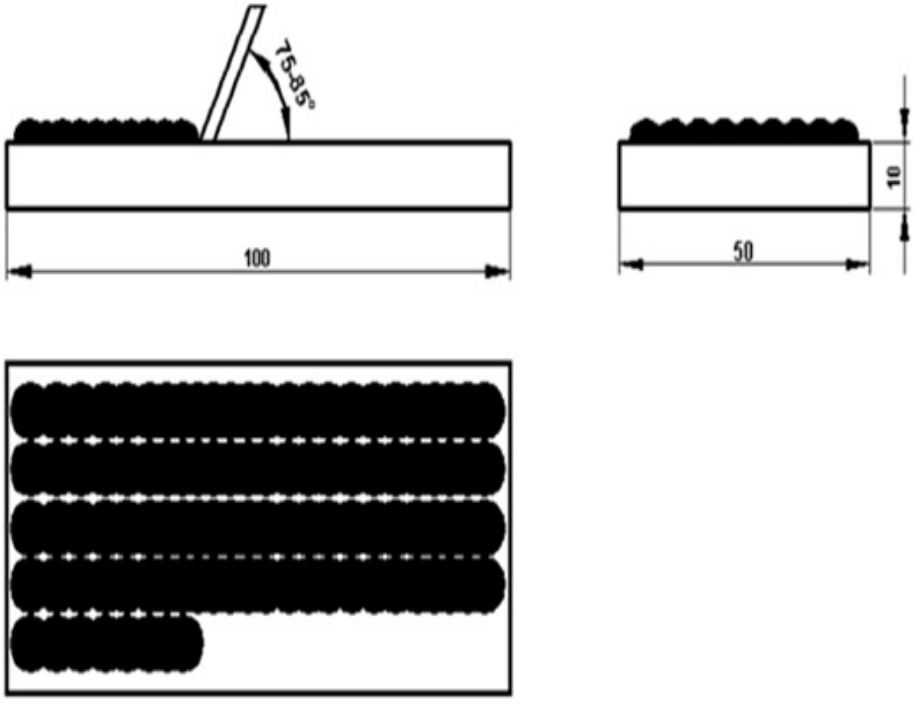
Şekil 2.10: T kaynağı

T (iç köşe) kaynağında karşılaşılan en önemli hatalar şunlardır:

- Kaynak pasolar arasında gereğinden fazla boşluk olması
- Kaynak pasosunun bitiş noktalarında çukurluk oluşması
- Kaynak akımının olması gerekenden fazla veya az olması
- Kaynak dikişinin her yerde aynı kalınlıkta olmaması
- Dikişin her iki parça üzerine ayrı ayrı oluşması
- Köşelerde delik ve cüruf kalıntılarının oluşması
- Parçanın ekseninin kaçık kaynatılması

» Dolgu Kaynağı

Yüzey dolgu kaynağı (Şekil 2.11), parçaların aşınan yüzeylerini onarmak veya parçaları yeni bir özelliğe kavuşturmak için yapılır. Yüzey dolgu kaynağında dikiş sıralarının ve tırtıllarının düzgün olması gereklidir. Dolgu kaynağında amacına uygun elektrot seçilmelidir. Elektrot seçimi doğru yapılmadığı takdirde, yapılan dolgu amacına ulaşmayacaktır. Çok sert dolgu yüzeyleri için tungsten karbürlü elektrotlar kullanılmalıdır. Normal sert dolgular için yüksek karbonlu, aşınmaya ve darbeye dayanıklı elektrotlar seçilmelidir. Az sert ve darbeye dayanıklı dolgular için bazik türü elektrotlar seçilmelidir.



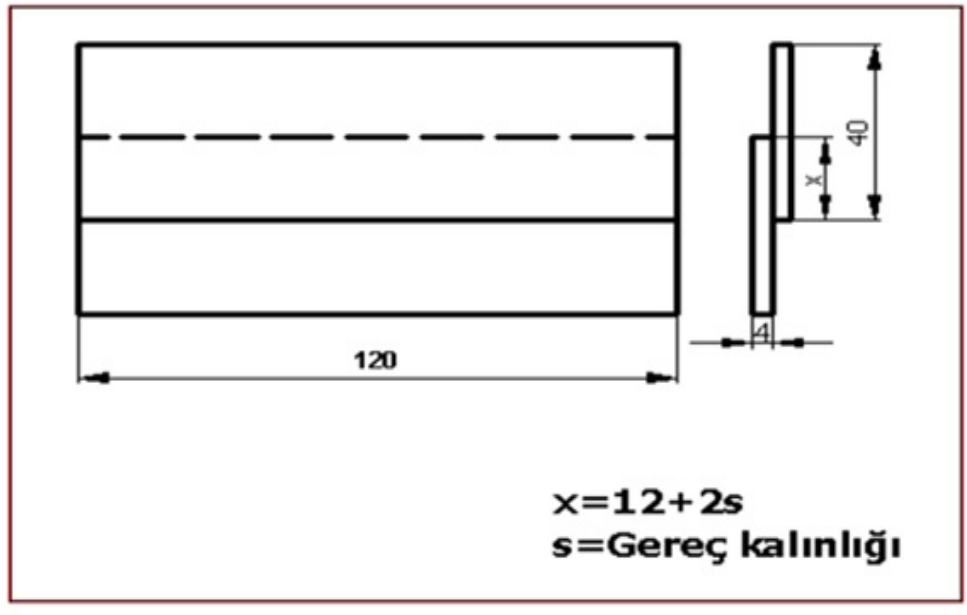
Şekil 2.11: Dolgu kaynağı

Yüzey dolgu kaynağında karşılaşılan en önemli hatalar şunlardır:

- Dikişlerin genişliğinin farklı olması
- Dikiş yüksekliklerinin farklı olması
- Pasolar arasında gereğinden fazla boşluk olması
- Kaynak pasosunun bitiş noktalarında çukurluk oluşması
- Amperin gereğinden fazla yüksek olması

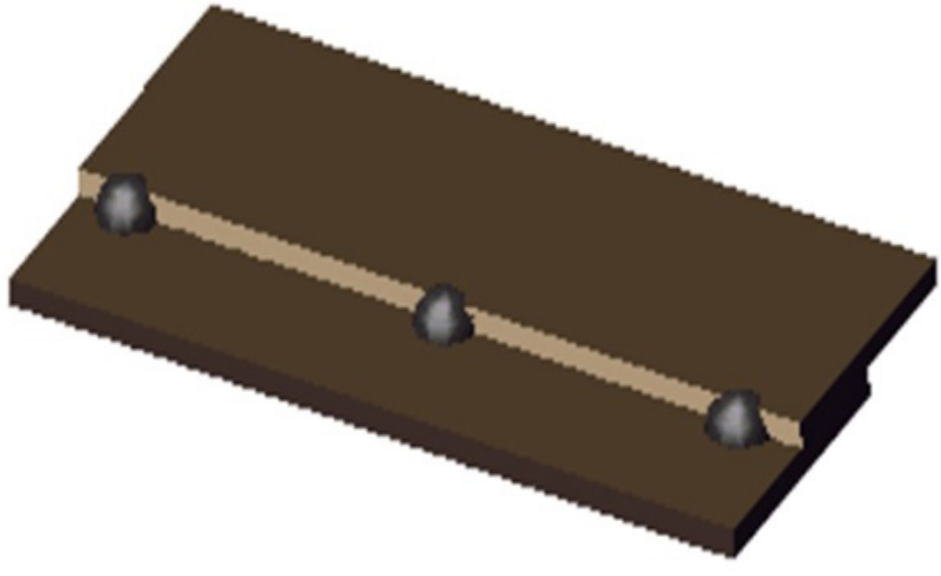
» Bindirme Kaynağı

Bindirme kaynağı adından da anlaşılacağı gibi iki parçanın uygun şekilde, üst üste konularak birleştirilmesidir. Bindirme kaynağında kaynak ağzına gerek yoktur çünkü Şekil 2.12'de görüldüğü gibi parçalar üst üste konulduğunda kaynak ağzı kendiliğinden oluşmaktadır.



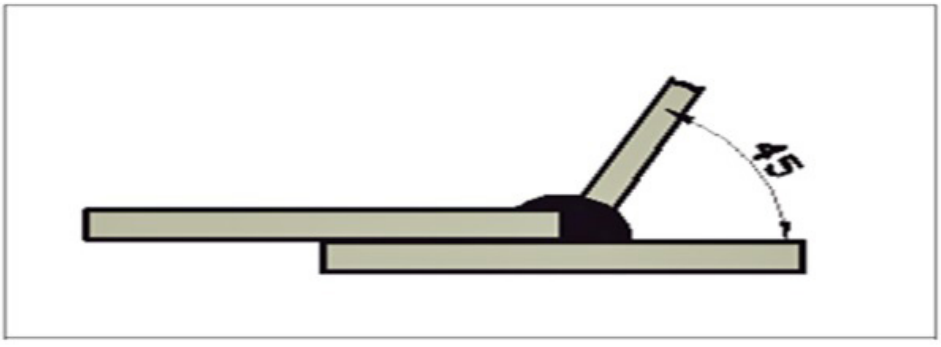
Şekil 2.12: Bindirme kaynağında ölçü

Parçalar kaynak konumuna getirildikten sonra her iki ucundan ve ortasından puntalanmalıdır (Şekil 2.13).



Şekil 2.13: Bindirme kaynağında puntalama

Bindirme kaynağında normal kaynak işlemlerine göre daha yüksek amperle çalışılmalıdır. Kaynağa sıfır noktasından başlanmalı ve yaklaşık 10 mm boyunca normal kaynak hızının yarısı kadar hızla ilerlenmelidir. Elektrot ile parça arasındaki mesafe normal kaynağa göre daha az olmalıdır (Şekil 2.14).



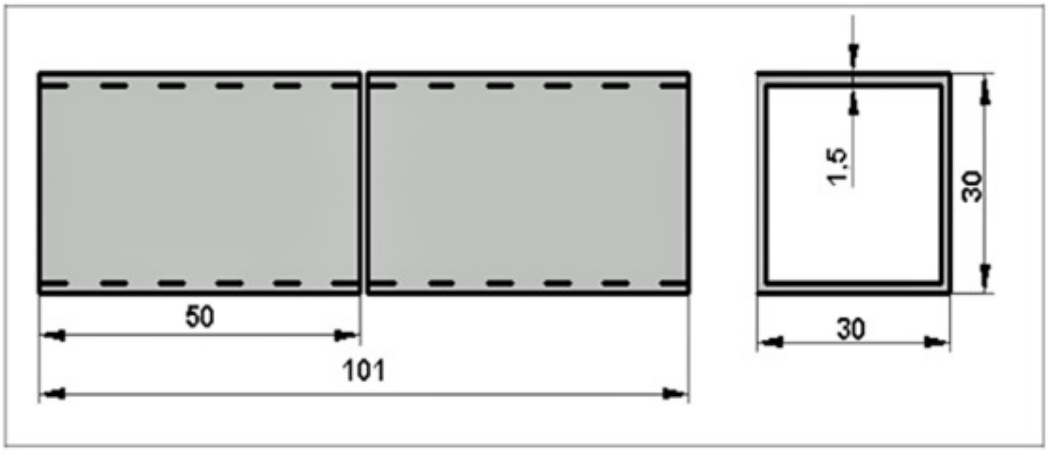
Şekil 2.14: Bindirme kaynağında elektrot açısı

Bindirme Kaynağında Oluşan Başlıca Hatalar

- Parçaların üzerindeki dikişin dağılımının eşit olmaması
- Kaynak dikişinin her yerde aynı kalınlıkta olmaması
- Dikişin bazı yerlerinde delik oluşması
- Dikişin tek parça üzerinde oluşması
- Dikişin her iki parça üzerine ayrı ayrı oluşması

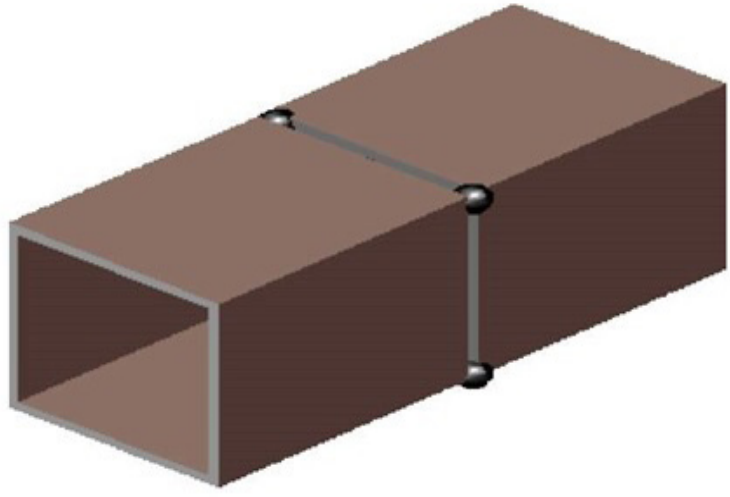
» Profil Kaynağı

Profil malzemelerin elektrik ark kaynağı ile birleştirilmesi mümkündür. Kaynak yapılacak parçaların çapakları alınarak her iki ucu da pürüzsüz hâle getirilmeli ve aradaki boşluk korunarak parçalar uç uca getirilmelidir (Şekil 2.15).



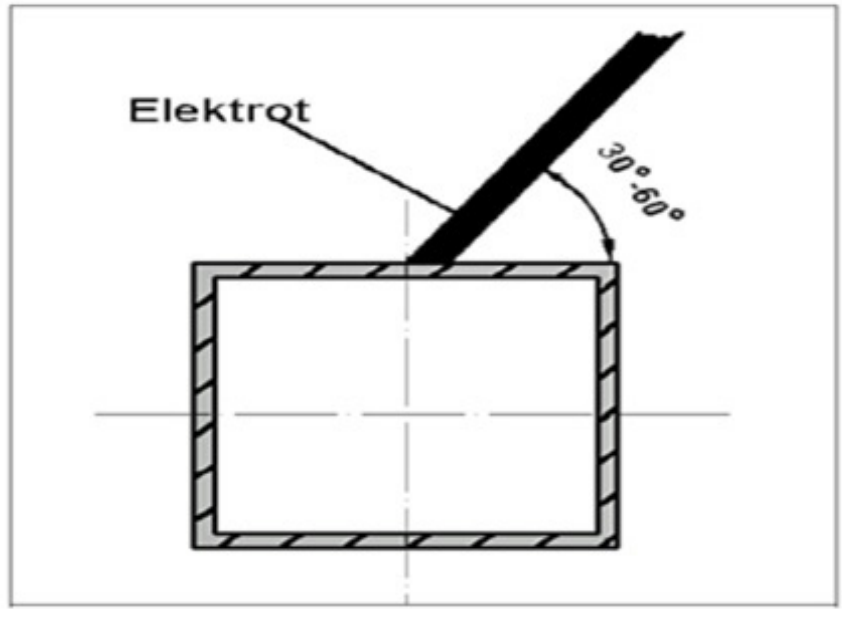
Şekil 2.15: Profil kaynağında mesafe

Uygun ölçülerde kesilmiş parçalar, aralarında 1–2 mm boşluk kalacak şekilde düz zeminde, Şekil 2.16'daki gibi puntalanmalıdır. Daha sonra puntalama işlemi parçanın arka tarafına da yapılmalıdır. Parçalar puntalanırken aralıkların parçanın dört tarafında da aynı olmasına dikkat edilmelidir.



Şekil 2.16: Profil kaynağında puntalama

Profil kaynağında elektrot açısı Şekil 2.17'deki gibidir.



Şekil 2.17: Profil kaynağında elektrot açısı

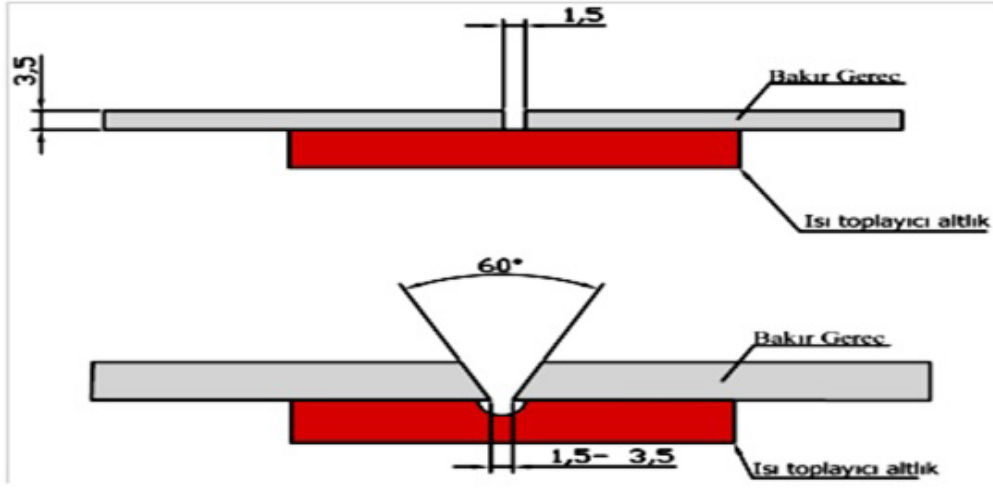
» Gemi İnşa Sektöründe Kullanılan Paslanmaz Çeliklerin Kaynağı

Gemi inşasında kullanılan paslanmaz çeliklerin kaynaklarında en çok kullanılan kaynak yöntemleri MIG, TIG, tozaltı ve elektrik ark kaynaklarıdır. Elektrik ark kaynağı, diğer kaynak yöntemleri kadar yaygın şekilde kullanılmaz fakat yine de bu kaynak yönteminin sektördeki yeri önemlidir. Paslanmaz çeliklerin elektrik ark kaynağı ile başarılı bir şekilde kaynatılması için dikkat edilmesi gereken kurallar şu şekilde sıralanabilir:

- Kaynak yapılacak yerin her şeyden önce boya, vernik vb. yabancı maddelerden arındırılmış olması gerekir.
- Kaliteli bir kaynak için en iyi kalite paslanmaz çelik malzeme ve elektrot kullanılmalıdır.
- Kaynak ağzı, iyi ve uygun bir biçimde açılmalıdır.
- Kaynak çapak ve cüruflarının temizlenmesinde taş veya paslanmaz çelik tel fırça kullanılmalıdır.
- Elektrotların rutubetten iyi muhafaza edilmesi gerekir. Kullanılmayan elektrotlar, özel raf veya kurutma fırınlarında saklanmalıdır.
- Kaynak ağzının rutubetten arındırılması için kurutulması gereklidir.
- 300 serisi paslanmaz çeliklerde ön tavlama ve kaynak sonrası tavlama işlemi gerekmez.
- Isı miktarını düşük tutmak için küçük çaplı elektrot kullanılmalıdır.
- Ana alaşıma uygun veya aynı grubun bir üst derecesindeki elektrotlardan kullanılmalıdır.
- 300 serisi çeliklerin kaynağında soğuma esnasında gerekli tedbirler alınmazsa kaynak çatlayabilir.
- Yatay ve düz kaynaklarda elektrot, kaynak yönünde ve 150 derecelik bir açı yapacak şekilde, kaynak arkı kısa tutulmak şartıyla yapılmalıdır.
- Dik kaynak için elektrot levhaya dik tutulmalı, birinci sıranın üzerinde ufak salınımlarla yürütülmelidir.
- Tavan kaynağı, kısa ark ile elektroda hareket vermeden yapılmalıdır.
- Çok düşük amper; dengesiz ark oluşmasına, elektrot yapışmasına, cüruf oluşumuna, zor temizlenmeye dolayısıyla korozyon mukavemetinden kayıplara yol açacağından bundan kaçınılmalıdır.
- Çok yüksek amper ve çok uzun arktan kaçınılmalıdır.
- Cürufun kolay temizlenmesi için kaynak dikişinin soğuması beklenmelidir.
- Paslanmaz çelik kaynaklarında çatlama; sıralar üzerinde kraterlerin kalmış olması, başlangıç ve bitiş noktalarında uzun ark, parçanın fazla ısıtılması, hızlı paso, yanlış kaynak ağzı ve yanlış elektrot tipi kullanılması yüzünden meydana geleceğinden bunlardan kaçınılmalıdır.

» Bakır Kaynağı

Bakırın kendine has özellikleri kaynak edilebilirliğine etki etmektedir. Ergime derecesi (1083 °C), çeliğin ergime derecesinden (1535 °C) daha düşük olmasına rağmen daha zor kaynak yapılır. Bunun nedeni, ısıl iletkenliğinin yüksek olması (çeliğe göre beş kat) ve kaynak sırasında daha fazla miktarda ısı verilmesine ihtiyaç duyulmasıdır. Ayrıca verilen bu ısı çevreye yayılarak ısı kaybına neden olur. Isının çevreye yayılmasını en aza indirmek için ön tavlama yapılmalı, bakır veya çelik malzemeden yapılmış ısı toplayıcı altlıklar kullanılmalıdır (Şekil 2.18).



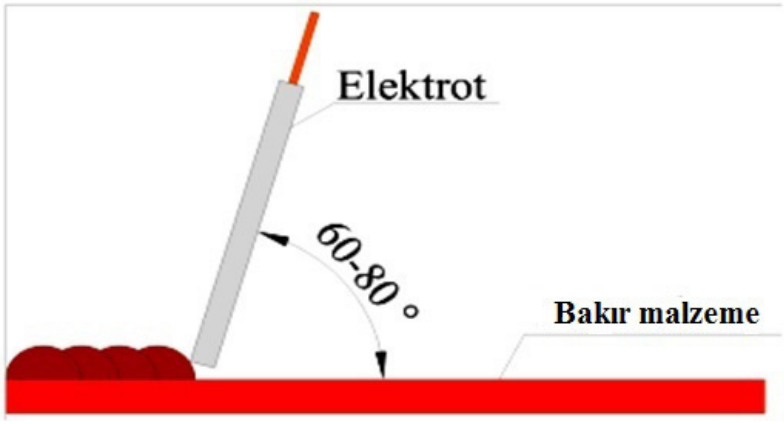
Şekil 2.18: Bakır kaynağında açı, mesafe ve altlık

Bakırın ısı karşısında göstermiş olduğu yüksek genleşme, kaynak esnasında karşılaşılan problemlerden biridir. Bu özellik, kaynak sırasında uygulanan ısıyla parçanın gözle görülür oranda şekil değiştirmesine yol açar. Parçaya verilen ısı kesildiğinde aynı oranda büzülecek olan bakır, bu özellikleriyle kaynağı zorlaştırır. Isı karşısında göstermiş olduğu genleşme ve sonrasındaki büzülme, kaynaklı birleştirmenin çatlamasına neden olur. Çelik ve alaşımlarının kaynağına göre daha geniş açılı kaynak ağzı ve kök aralığı, daha çok sayıda puntalama ve pasolar arası yüksek ön ısıtma gereklidir. Parça kalınlığına göre mümkün olan en geniş çaplı elektrot seçilmelidir. Zorunlu olmadıkça kaynak, yatay pozisyonda yapılmalıdır.

» Pirinç Kaynağı

Pirinci oluşturan ana metal bakır olduğundan pirinç kaynağı, daha çok bakıra benzer özellikler gösterir. Pirincin çinko içermesi, kaynağın yapılmasını zorlaştırır. Kaynak sıcaklığının (900 °C) çinkonun ergime derecesinden (420 °C) yüksek olması, kaynağın ilerleyen zamanlarında çinkonun buharlaşmasına (905 °C) neden olur ve alaşımın kimyasal bileşimi bozulur. Çok iyi bir havalandırma yapılmazsa kaynakçı, sağlığa zararlı olan çinko oksit dumanına maruz kalır. Kaynak esnasında buharlaşma, fazla miktarda çinko kaybına neden olur. Bu durum ana metalin fiziksel ve mekanik özelliklerini değiştirir. En iyi sonucu alabilmek ve çinko buharlaşmasını en aza indirmek için kaynak yatay pozisyonda, en büyük çaplı elektrotla ve çok hızlı çekilmelidir. Pirinçlere kaynak öncesi 200-300 °C arası ön tavlama uygulanmalıdır. Kırılganlığa sahip olduklarından silisyum içeren pirinçlerde ön tavlama yapılmaz.

Pirinç kaynağında elektrot açısı aşağıdaki şekilde gösterilmiştir (Şekil 2.19).



Şekil 2.19: Pirinç kaynağında elektrot açısı

» Alüminyum Kaynağı

Elektrik ark kaynak yöntemiyle bütün alüminyum türlerini ve ısıl işlem yoluyla sertleşmeyen alaşımları kaynak yapmak mümkündür. Alüminyum, özellikle yüksek sıcaklıklarda kuvvetli oksijen emme eğilimi gösterir. Her ne kadar yüzeyde oluşan oksit tabakası faydalıysa da kaynak işlemi sırasında büyük sorunlar ortaya çıkarır. Bunun nedeni, yüzeyde oluşan oksidin ergime derecesinin (2100 °C) alüminyumun ergime derecesinden çok fazla olmasıdır. Kaynak sırasında yüzeydeki oksidin ergimesi için fazla ısı gerekir. Oksidin ergimesi, ana metalin bir anda ergiyerek çökmesine neden olur. Bu sorunu gidermek için kaynak yapılacak alüminyum malzemenin yüzeyinde oluşan oksit tabakasının giderilmesi gerekir. Alüminyum alaşımlarının çekme gerilmelerinin yüksek olması ve birleştirilecek parçaların sabitlenmemesi, kaynak metalinde sıcak çatlaklar oluşmasına neden olur. Ön tavlama yapılarak, birleşme yerinin tasarımı değiştirilerek ve daha uygun elektrot seçilerek çatlamalar en aza indirilebilir. Alüminyum malzemeler zorunlu olmadıkça puntalanmamalı ve tek paso kaynak tercih edilmelidir. Çünkü alüminyumun sıcaklık karşısında hemen oksitlenmesi, puntalama ve birden fazla dikiş çekilmesiyle birlikte her defasında temizlenme ihtiyacı doğuracaktır.

» Dökme Demir Kaynağı

Dökme demirlerin soğuk ve yarı sıcak (maksimum 300 °C) kaynağında saf nikel çekirdek tele sahip elektrotlar kullanılmalıdır. Bu elektrotlar; kır dökme demirlerin, beyaz temper dökme demirlerin, küresel dökme demirlerin ve bunların çeliklerle kaynaklarında da kullanılır. Nikel telli elektrotlar, özellikle kırılmış ve aşınmış dökme demir parçaların birleştirme ve dolgu kaynağında, döküm hatalarının kaynakla giderilmesinde çok iyi sonuç verir. Düşük akımda dahi ana metali iyi sarar. Ana malzeme ile yaptığı karışım oranı azdır. Bu nedenle özellikle kalın kesitli parçalarda soğuk kaynak yapma imkânı sağlar ve çatlama riskini en aza indirir. Ark başlangıcı ve yeniden tutuşturması çok kolaydır. Kararlı bir arka sahiptir, düzgün kaynak dikişleri verir. Kaynak gerilimlerini azaltmak için kaynak, mümkün olduğunca kısa pasolarla yapılmalıdır. Kaynak dikişi soğumadan hafifçe çekiçlendiği takdirde kaynak gerilmeleri azaltılır. Gri dökme demirin sıcak ve soğuk kaynağında ve yüzey kaplamasında da nikel çekirdekli elektrotlar kullanılır.

Genel Olarak Başlıca Kaynak Hataları

- Nüfuziyet azlığı
- Kesitte birleşme azlığı
- Yanma çentikleri
- Bindirme dikişlerde levha kenarlarının erimesi
- Kaynak dikişinin taşması
- Cüruf kalıntıları
- Gözenekler
- Çatlaklar
- Hatalı kaynak şekli
- Sıçramalar
- Metalin kristal yapısındaki bozulmalar

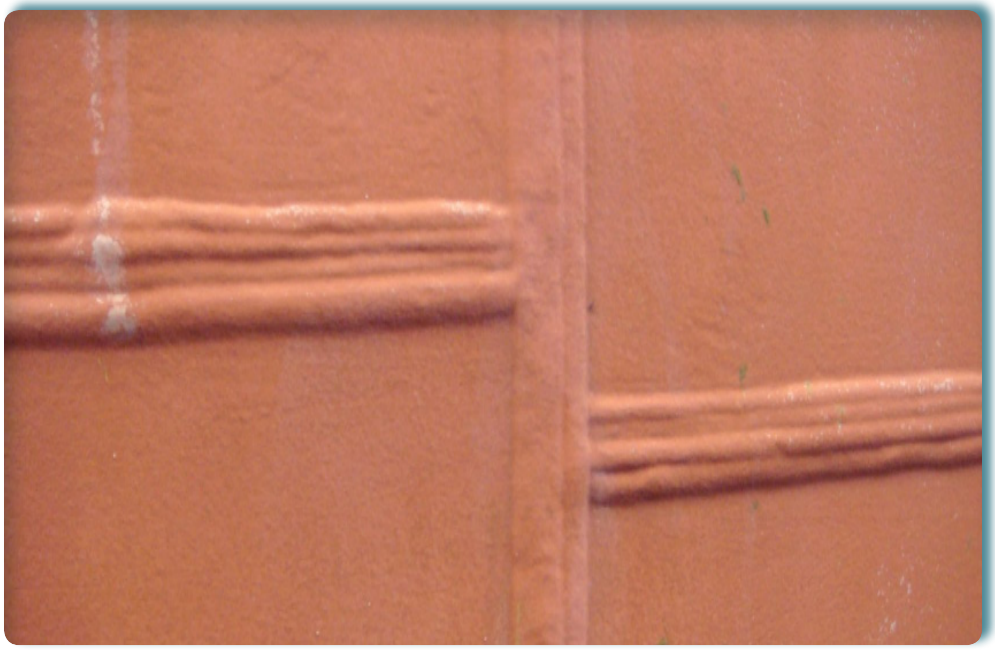
Gemi İnşa Sektöründeki Kaynak Uygulamalarında Dikkat Edilmesi Gereken Başlıca Hususlar

- Gemi inşa ve tamir projelerinde; kaynakta mekanik kuvvet eğrilerinin nereden geçtiği ve kuvvet daralma/kırılma noktasının bilinmesi gerekir.
- Kaynak dikişi bittikten sonra elektrot kaldırıldığında oluşan vakum/krater oyuğu (deliği) daire şeklinde örülüp kaynatılmalıdır.
- Kaynak yapılacak bölge (temizlik, yanıcı madde, yan bölme/tankta çalışma vs. kontrolü), emniyetli olmalıdır. Islak zeminde kesinlikle kaynak yapılmamalıdır.
- Geminin kapalı alanlarında kaynak yapılırken mutlaka gaz maskesi kullanılmalıdır.
- Kaynak ultraviyole ışınlarının zararlarından korunmak için deri önlük, deri eldiven ve yanmaz tulum giyilmelidir. Gözleri korumak ve daha verimli çalışmak için fotosel (otomatik kararan) maske kullanmalıdır (Görsel 2.13).



Görsel 2.13: Koruyucu ekipman

- Kaynak yapılırken kaynak kablosu rulo hâlinde olmamalıdır, rulodaki her dönüm/tur için amper değeri 3-5 amper ana kaynağa göre azalır. Kablo yere serilmelidir.
- Ön ısıtma ve yavaş soğutma kaynak sırasındaki yüksek gerilimleri ve çatlamaları önleyeceğinden ilgili malzemelere mutlaka ön ısıtma yapılmalıdır.
- Kaynak bölgesinin yüzey kirliliği sıcak çatlamaya neden olacağından kaynak bölgesi mutlaka temizlenmelidir.
- Kaynak esnasında ısı girdisinin fazlası, kaynak metalinde ve HAZ (ITAB) bölgesinde doku yapısının tane irileşmesine/kristalleşmesine ve çatlamalara yol açacağından bu durumdan kaçınılmalıdır.
- Gemi sacı kaynak aralığı 5 mm < G < 1.5 t (yeni inşa veya tamir) (maksimum 25 mm) olduğunda ek yerine arkalık [ceramic backing strip (seramik beking strip)] konmalı ve sac ağızları [bitterine/build up (bild ap)] kaynak metodu ile yapılmalıdır. Kaynak açıklığı 25 mm'den büyükse blok ek yerine 300 mm genişlikte sac değişikliği yapılmalıdır.
- Isı girdisi çok fazla olan ve yüksek amperde düşük hızda yapılan geniş pasolu kaynaktan sonra genleşen metalin soğuyup çekmesi hâlinde kaynak dikişinde boyuna çatlak oluşacağından bu durumdan kaçınılmalıdır.
- Sıra kaynağında ısı girdisi, ısı akışı, malzeme genleşmesi ve büzüşmesi çok az olduğundan malzeme çatlama yapmaz. Sıra kaynağının doğru bir örneği aşağıdaki şekilde (Görsel 2.14) gösterilmiştir. Geniş dikişli kaynak, her zaman ısı girdisi açısından tehlikeli olduğundan çatlama yapabilir.



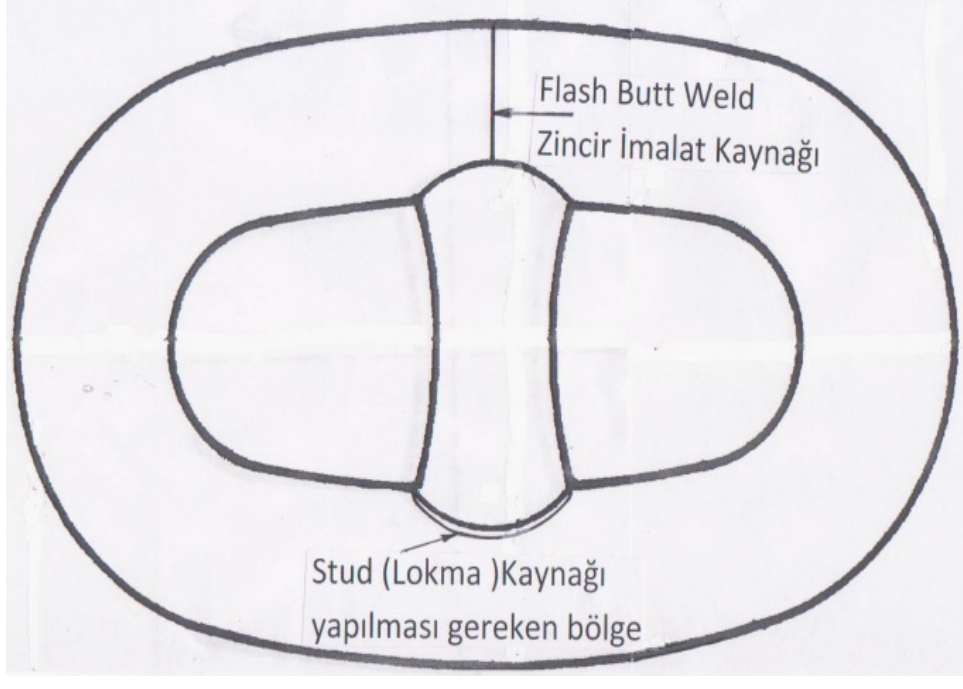
Görsel 2.14: Gemi borda sacında sıra kaynağı

- Gemi zinciri lokmasının kaynağı için ön ısıtma yapılmalı ve bazik elektrot seçilmelidir.
- Zincir lokmasında çok pasolu ve çift taraflı kaynak yapılmamalıdır (Görsel 2.15).



Görsel 2.15: Gemi zincir lokması hatalı kaynak uygulaması

- Kaynak yalnızca flash butt weld (flaş bat veld) (Şekil 2.20) kaynağın karşı tarafından yapılmalıdır, yoksa lokma çatlar.



Şekil 2.20: Gemi zincir lokması

- Gemi zincir lokmasında kaynak tek bir paso olarak bir tarafından yapıldıktan sonra zincir çevrilmeli ve diğer tarafından da kaynak yapılmalıdır. İlk sıra kaynakta başlama noktası üzerine geri dönülüp krater kapatıldıktan sonra kaynağa devam edilmeli ve kaynak bitişinde elektrot kaldırıldığında oluşan vakum/krater daire şeklinde örülüp kaynatılmalıdır.
- Yalpa omurga sacları büküldükten sonra ısıl işlem yapılarak bünyesindeki stres alınmalıdır. Kaynak işleminden sonra çatlama oluşmaması için saclar yavaş soğutulmalıdır.
- Yalpa sacları üzerine yapılacak her türlü kaynak işlemi için dikkatli olunmalıdır. Yalpa omurgada en önemli konu [bilge keel ground bar (bilç kiil graund bar)] alt dablin/lama sacıdır. Lama sacının boyuna uçlarının birbirine ek kaynakları yapılırken bakır veya seramik altlık kullanılmalı ve kaynağın gemi bünyesine işlemesi önlenmelidir. Ground bar (graund bar) ek kaynağı eğer gemi bünyesine işlerse geminin baş, kıç ve yalpa hareketlerinde sacda kesinlikle çatlamaya yol açacaktır. Bu durumdan kaçınılmalıdır.

2.1. UYGULAMA

Elektrik Ark Kaynağı ile Az Karbonlu ve Alaşımlı Çeliklerin Kaynağı

Amaç: Elektrik ark kaynağı ile az karbonlu ve alaşımlı çelik türü olan gemi zinciri baklasını uygun kaynak parametrelerini kullanarak kaynatmak.

Görev

Az karbonlu ve alaşımlı çeliklerin kaynağında en verimli kaynak yöntemleri gazaltı kaynak yöntemleri olsa da bu tür malzemeler elektrik ark kaynağıyla da verimli bir şekilde kaynatılabilir. İş güvenliği tedbirleri alarak gerçek ölçülerde bir gemi zinciri (Görsel 2.16) baklasında (Şekil 2.21) çentik/kesik açınız. Daha sonra açtığınız çentik/kesik bölgeyi uygun kaynak parametrelerini kullanarak ve uygun elektrot seçimini yaparak elektrik ark kaynağı yöntemiyle kaynatınız.



Görsel 2.16: Gemi çıpa zinciri

2.1. UYGULAMA (DEVAMI)



Şekil 2.21: Gemi zincir baklası

İşlem Basamakları

1. Koruyucu iş güvenliği giysi ve ekipmanlarını giyerek diğer her türlü iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. İş parçası üzerinde ölçü alıp markalama yapınız.
3. Uygun gördüğünüz kesme makinesi ile çentik/kesme yapınız.
4. Eğe veya zımpara taşı ile çapak alma işlemini yapınız.
5. Koruyucu ekipmanlarınızı ve çevrenizi iş güvenliği açısından tekrar kontrol ediniz.
6. Kaynak pensine uygun özellik ve çaptaki elektrodu yerleştiriniz.
7. Kaynak masasının veya iş parçalarının şase bağlantısını sağlayınız.
8. Atölyenizdeki havalandırma sistemlerini (aspiratör/fan vb.) çalıştırınız.
9. Kaynak makinenize enerji vererek makinenizi çalıştırınız.
10. Kaynak makinesinin amper ayarını, iş parçanızın kalınlığına göre ayarlayınız.
11. Puntalama ve kaynak dikişi işlemini yapınız.
12. Kaynak makinesini kapatınız.
13. Kaynak çekici ile kaynak dikişinin cürufunu kırınız.
14. Kaynak dikişini tel fırça ile fırçalayınız. Bu esnada iş parçası yakıcı olacağından doğrudan temas etmemek için dikkat ediniz.
15. Kaynak dikişini inceleyerek düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
16. Kaynak işleminden artakalan elektrodu yere veya çöpe atmayınız. Tekrar kullanılması için uygun yerde muhafaza ediniz.
17. Uygulama esnasında ve sonrasında israftan kaçınınız ve kullandığınız tüm malzemeleri tekrar kullanılmak üzere yerlerine (takımhane/depo) götürünüz.

Değerlendirme: Elektrik ark kaynağı ile az karbonlu ve alaşımlı çeliklerin kaynağı uygulamasında değerlendirme yapmak için 2.1. Uygulama Derecelendirme Ölçeği kullanılacaktır. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2.1. UYGULAMA DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı-Soyadı:	Öğretmenin Adı-Soyadı:
Sınıf-No:	Değerlendirme Puanı:

Yetersiz: 1 Geliştirilebilir: 2 Orta: 3 İyi: 4 Çok iyi: 5

ÖLÇÜTLER	DERECE				
	1	2	3	4	5
1. İş güvenliği tedbirlerini eksiksiz aldı.					
2. Ölçüyü doğru aldı.					
3. Markalamayı doğru yaptı.					
4. Kesimi doğru yaptı.					
5. Çapakları eksiksiz temizledi.					
6. Uygun elektrodu seçti.					
7. Amper değerini doğru ayarladı.					
8. Puntalamayı doğru yaptı.					
9. Kaynağı doğru yaptı.					
10. Cüruf kaldırma işlemini yaptı.					
ÖLÇEK PUANI					

Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Tablodan alınabilecek en yüksek puan, her bir ölçüt için 5 puandır. Tabloda toplam 10 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek ölçek puanı 10 X 5 = 50'dir.

DEĞERLENDİRME PUANI = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek en yüksek ölçek puanı]

Değerlendirme: Bu ölçekten 100 üzerinden 70 ve üzeri puan almanız, başarılı bir performans gösterdiğiniz anlamına gelmektedir. 69 veya altında puan almışsanız ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

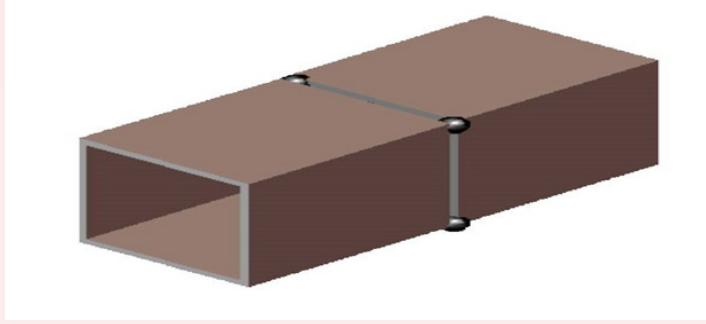
2.2. UYGULAMA

Elektrik Ark Kaynağı Yöntemiyle Profil Birleştirme

Amaç: Elektrik ark kaynak dikişi ile birleştirme yapmak.

Görev

2 mm et kalınlığında 2 adet kare veya dikdörtgen profil (Şekil 2.22) keserek çapaklarını temizleyiniz. Daha sonra aralarında 2 mm boşluk bırakarak Şekil 2.22'de görüldüğü gibi 4 köşesinden puntalayınız ve 4 yüzeyi de sürekli kaynak dikişi ile birleştiriniz.



Şekil 2.22: Dikdörtgen profil

İşlem Basamakları

1. Koruyucu iş güvenliği giysi ve ekipmanlarını giyerek diğer her türlü iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. İş parçası üzerinde ölçü alıp markalama yapınız.
3. Uygun gördüğünüz kesme makinesi ile kesme yapınız.
4. Eğe veya zımpara taşı ile çapak alma işlemini yapınız.
5. İş parçalarını kaynak masası üzerinde, aralarında 2 mm düzgün boşluk bırakarak yan yana getiriniz.
6. Koruyucu ekipmanlarınızı ve çevrenizi iş güvenliği açısından tekrar kontrol ediniz.
7. Kaynak pensine uygun özellik ve çaptaki elektrodu yerleştiriniz.
8. Kaynak masasının veya iş parçalarının şase bağlantısını sağlayınız.
9. Atölyenizdeki havalandırma sistemlerini (aspiratör/fan vb.) çalıştırınız.
10. Kaynak makinenize enerji vererek makinenizi çalıştırınız.
11. Kaynak makinesinin amper ayarını, iş parçanızın kalınlığına göre ayarlayınız.
12. Puntalama işlemini yapınız.
13. Puntalar ile birleştirdiğiniz profillerin 4 yüzeyine de sürekli kaynak dikişi çekiniz.
14. Kaynak çekici ile kaynak dikişinin cürufunu kırınız.

2.2. UYGULAMA (DEVAMI)

15. Kaynak dikişini tel fırça ile fırçalayınız. Bu esnada iş parçası yakıcı olacağından doğrudan temas etmemek için dikkat ediniz.

16. Kaynak işleminden artakalan elektrodu yere veya çöpe atmayınız. Tekrar kullanılması için uygun yerde muhafaza ediniz.

17. Uygulama esnasında ve sonrasında israftan kaçınınız ve kullandığınız tüm malzemeleri tekrar kullanılmak üzere yerlerine (takımhane/depo) götürünüz.

Değerlendirme: Elektrik ark kaynağı yöntemiyle profil birleştirme uygulamasında değerlendirme yapmak için 2.2. Uygulama Derecelendirme Ölçeği kullanılacaktır. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2.2. UYGULAMA DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı-Soyadı:	Öğretmenin Adı-Soyadı:
Sınıf-No:	Değerlendirme Puanı:

Yetersiz: 1 Geliştirilebilir: 2 Orta: 3 İyi: 4 Çok iyi: 5

ÖLÇÜTLER	DERECE				
	1	2	3	4	5
1. İş güvenliği tedbirlerini eksiksiz aldı.					
2. Ölçüyü doğru aldı.					
3. Markalamayı doğru yaptı.					
4. Kesimi doğru yaptı.					
5. Çapakları eksiksiz temizledi.					
6. Puntalama aralığını 2 mm düzgün bıraktı.					
7. Uygun elektrodu seçti.					
8. Amper değerini doğru ayarladı.					
9. Puntalamayı ve kaynağı doğru yaptı.					
10. Cürufu kaldırdı.					
ÖLÇEK PUANI					

Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Tablodan alınabilecek en yüksek puan, her bir ölçüt için 5 puandır. Tabloda toplam 10 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek ölçek puanı 10 X 5 = 50'dir.

DEĞERLENDİRME PUANI = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek en yüksek ölçek puanı]

Değerlendirme: Bu ölçekten 100 üzerinden 70 ve üzeri puan almanız, başarılı bir performans gösterdiğiniz anlamına gelmektedir. 69 veya altında puan almışsanız ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

2.3. UYGULAMA

Elektrik Ark Kaynağı Yöntemiyle Vardavela Yapma

Amaç: Doğru kaynak parametrelerini seçerek, doğru elektrot açısı ve el hareketiyle elektrik ark kaynağını kullanarak vardavela yapmak.

Görev

Atölyenizde bulunan profil veya çelik borudan aynı ölçüde 2 adet vardavela punteli kesiniz. Daha sonra yuvarlak demir veya lama demirden 2 puntelin arasına uygun ölçüde olacak şekilde vardavela kesiniz ve elektrik ark kaynağını kullanarak vardavelaları (Görsel 2.17) puntellere kaynatınız.



Görsel 2.17: Vardavela

İşlem Basamakları

1. Koruyucu iş güvenliği giysi ve ekipmanlarını giyerek diğer her türlü iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. İş parçası üzerinde ölçü alıp markalama yapınız.
3. Uygun gördüğünüz kesme makinesi ile kesme yapınız.
4. Eğe veya zımpara taşı ile çapak alma işlemini yapınız.
5. Koruyucu ekipmanlarınızı ve çevrenizi iş güvenliği açısından tekrar kontrol ediniz.
6. Kaynak pensine uygun özellik ve çaptaki elektrodu yerleştiriniz.
7. Kaynak masasının veya iş parçalarının şase bağlantısını sağlayınız.
8. Atölyenizdeki havalandırma sistemlerini (aspiratör/fan vb.) çalıştırınız.
9. Kaynak makinenize enerji vererek makinenizi çalıştırınız.
10. Kaynak makinesinin amper ayarını, iş parçanızın kalınlığına göre ayarlayınız.
11. Puntalama işlemini yapınız.
12. Puntalar ile birleştirdiğiniz iş parçasına dış köşe kaynak dikişi çekiniz.
13. Kaynak çekici ile kaynak dikişinin cürufunu kırınız.

2.3. UYGULAMA (DEVAMI)

14. Kaynak dikişini tel fırça ile fırçalayınız. Bu esnada iş parçası yakıcı olacağından doğrudan temas etmemek için dikkat ediniz.

15. Kaynak işleminden artakalan elektrodu yere veya çöpe atmayınız. Tekrar kullanılması için uygun yerde muhafaza ediniz.

16. Uygulama esnasında ve sonrasında israftan kaçınınız ve kullandığınız tüm malzemeleri tekrar kullanılmak üzere yerlerine (takımhane/depo) götürünüz.

Değerlendirme: Elektrik ark kaynağı yöntemiyle vardavela yapma uygulamasında değerlendirme yapmak için 2.3. Uygulama Derecelendirme Ölçeği kullanılacaktır. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2.3. UYGULAMA DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı-Soyadı:	Öğretmenin Adı-Soyadı:
Sınıf-No:	Değerlendirme Puanı:

Yetersiz: 1 Geliştirilebilir: 2 Orta: 3 İyi: 4 Çok iyi: 5

ÖLÇÜTLER	DERECE				
	1	2	3	4	5
1. İş güvenliği tedbirlerini eksiksiz aldı.					
2. Ölçüyü doğru aldı.					
3. Markalamayı doğru yaptı.					
4. Kesimi doğru yaptı.					
5. Çapakları eksiksiz temizledi.					
6. Uygun elektrodu seçti.					
7. Amper değerini doğru ayarladı.					
8. Elektrot açısını doğru ayarladı.					
9. Kaynağı doğru yaptı.					
10. Cürufu kaldırdı.					
11. Dikişi fırçaladı.					
ÖLÇEK PUANI					

Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Tablodan alınabilecek en yüksek puan, her bir ölçüt için 5 puandır. Tabloda toplam 11 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek ölçek puanı 11 X 5 = 55'tir.

DEĞERLENDİRME PUANI = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek en yüksek ölçek puanı]

Değerlendirme: Bu ölçekten 100 üzerinden 70 ve üzeri puan almanız, başarılı bir performans gösterdiğiniz anlamına gelmektedir. 69 veya altında puan almışsanız ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

2.4. UYGULAMA

Elektrik Ark Kaynağı Yöntemiyle Gemi Yalpa Omurgasını Yapma

Amaç: Gemi yalpa omurgasını uygun kaynak parametreleriyle elektrik ark kaynağını kullanarak dablin sacıyla birleştirmek.

Görev

Sac levhadan serbest ölçülerde gemi yalpa omurgası (Görsel 2.18) yapınız. Daha sonra yalpa omurgayı farklı kalınlıktaki dablin sacına elektrik ark kaynağı yöntemiyle kaynatarak birleştiriniz.



Görsel 2.18: Gemi yalpa omurgası

İşlem Basamakları

1. Koruyucu iş güvenliği giysi ve ekipmanlarını giyerek diğer her türlü iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. İş parçası üzerinde ölçü alıp markalama yapınız.
3. Uygun gördüğünüz kesme makinesi ile kesme yapınız.
4. Eğe veya zımpara taşı ile çapak alma işlemini yapınız.
5. Koruyucu ekipmanlarınızı ve çevrenizi iş güvenliği açısından tekrar kontrol ediniz.
6. Kaynak pensine uygun özellik ve çaptaki elektrodu yerleştiriniz.
7. Kaynak masasının veya iş parçalarının şase bağlantısını sağlayınız.
8. Atölyenizdeki havalandırma sistemlerini (aspiratör/fan vb.) çalıştırınız.
9. Kaynak makinenize enerji vererek çalıştırınız
10. Kaynak makinesinin amper ayarını, iş parçanızın kalınlığına göre ayarlayınız.
11. Puntalama işlemini yapınız.
12. Puntalar ile birleştirdiğiniz iş parçasına kaynak dikişi çekiniz.
13. Kaynak çekici ile kaynak dikişinin cürufunu kırınız.
14. Kaynak dikişini tel fırça ile fırçalayınız. Bu esnada iş parçası yakıcı olacağından doğrudan temas etmemek için dikkat ediniz.
15. Kaynak işleminden artakalan elektrodu yere veya çöpe atmayınız. Tekrar kullanılması için uygun yerde muhafaza ediniz.
16. Uygulama esnasında ve sonrasında israftan kaçınınız ve kullandığınız tüm malzemeleri tekrar kullanılmak üzere yerlerine (takımhane/depo) götürünüz.

Değerlendirme: Elektrik ark kaynağı yöntemiyle gemi yalpa omurgasını yapma uygulamasında değerlendirme yapmak için 2.4. Uygulama Derecelendirme Ölçeği kullanılacaktır. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2.4. UYGULAMA DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı-Soyadı:	Öğretmenin Adı-Soyadı:
Sınıf-No:	Değerlendirme Puanı:

Yetersiz: 1 Geliştirilebilir: 2 Orta: 3 İyi: 4 Çok iyi: 5

ÖLÇÜTLER	DERECE				
	1	2	3	4	5
1. İş güvenliği tedbirlerini eksiksiz aldı.					
2. Ölçüyü doğru aldı.					
3. Markalamayı doğru yaptı.					
4. Kesimi doğru yaptı.					
5. Çapakları eksiksiz temizledi.					
6. Uygun elektrodu seçti.					
7. Amper değerini doğru ayarladı.					
8. Elektrot açısını doğru ayarladı.					
9. Kaynağı doğru yaptı.					
10. Cürufu kaldırdı ve dikişi fırçaladı.					
ÖLÇEK PUANI					

Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Tablodan alınabilecek en yüksek puan, her bir ölçüt için 5 puandır. Tabloda toplam 10 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek ölçek puanı 10 X 5 = 50'dir.

DEĞERLENDİRME PUANI = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek en yüksek ölçek puanı]

Değerlendirme: Bu ölçekten 100 üzerinden 70 ve üzeri puan almanız, başarılı bir performans gösterdiğiniz anlamına gelmektedir. 69 veya altında puan almışsanız ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.



3. ÖĞRENME BİRİMİ

MIG-MAG GAZALTI KAYNAĞI

KONULAR

3.1. MIG-MAG KAYNAK YÖNTEMİNDE ELEKTROT TEL SEÇİMİ

3.2. MIG-MAG KAYNAĞINDA AMPER, GAZ BASINCI VE TEL SÜRME AYARI

3.3. MIG-MAG KAYNAĞINDA POZİSYON TÜRLERİ VE TORÇ AÇISI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ ?

★ Uygun tel seçme

★ Doğru amper, gaz basıncı ve tel sürme hızı ayarlarını yapma

★ Uygun pozisyon ve açıyla kaynak dikişini çekme

ANAHTAR KAVRAMLAR

Dikiş

Gazaltı

Kaynak

Koruyucu gaz

Tel

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Atölyenizdeki MIG-MAG kaynak makinesi hangi malzemelerin kaynak işlemlerinde kullanılmaktadır? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. Atölyenizdeki MIG-MAG kaynak makinesini inceleyerek ekipmanları konusundaki düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

BİLGİ KÜPÜ

Türkiye'de ilk kaynak uygulamaları 1930'lu yılların başlarında İstanbul tersaneleri, askerî fabrikalar, Sümerbank, kara yolları ve demir yollarının atölyelerinde başlamıştır.

3. MIG-MAG GAZALTI KAYNAĞI

Gazaltı kaynağı (MIG-MAG), kaynak için gerekli ısının, tükenen bir elektrot ile iş parçası arasında oluşan ark sayesinde ortaya çıktığı bir ark kaynak yöntemidir. Kaynak bölgesine sürekli şekilde beslenen (sürülen), masif hâldeki tel elektrot ergiyerek tükendikçe kaynak metalini oluşturur. Elektrot, kaynak banyosu, ark ve iş parçasının kaynağa yakın bölgeleri, kaynak torcundan gelen gaz veya karışım gazlar sayesinde atmosferin zararlı etkilerinden korunur.

MIG: Metal eriyen elektrotlu inert (asal) koruyucu gazlı elektrik ark kaynağı, saf argon ya da argon bakımından zengin karışım gazlardan oluşan kaynak uygulamasıdır.

MAG: Metal eriyen elektrotlu aktif koruyucu gazlı elektrik ark kaynağı, yalnız karbondioksit (CO_2) veya diğer karışım gazlardan oluşan kaynak uygulamasıdır.

MIG-MAG kaynak ünitesi, genel olarak aşağıdaki ekipmanlardan oluşur:

★ Doğru akım kaynak makinesi (Görsel 3.1)



Görsel 3.1: MIG-MAG kaynak makinesi

★ Kaynak torcu (Görsel 3.2)



Görsel 3.2: MIG-MAG kaynak torcu

★ Tel sürme ünitesi

★ Kaynak teli

★ Gaz ünitesi

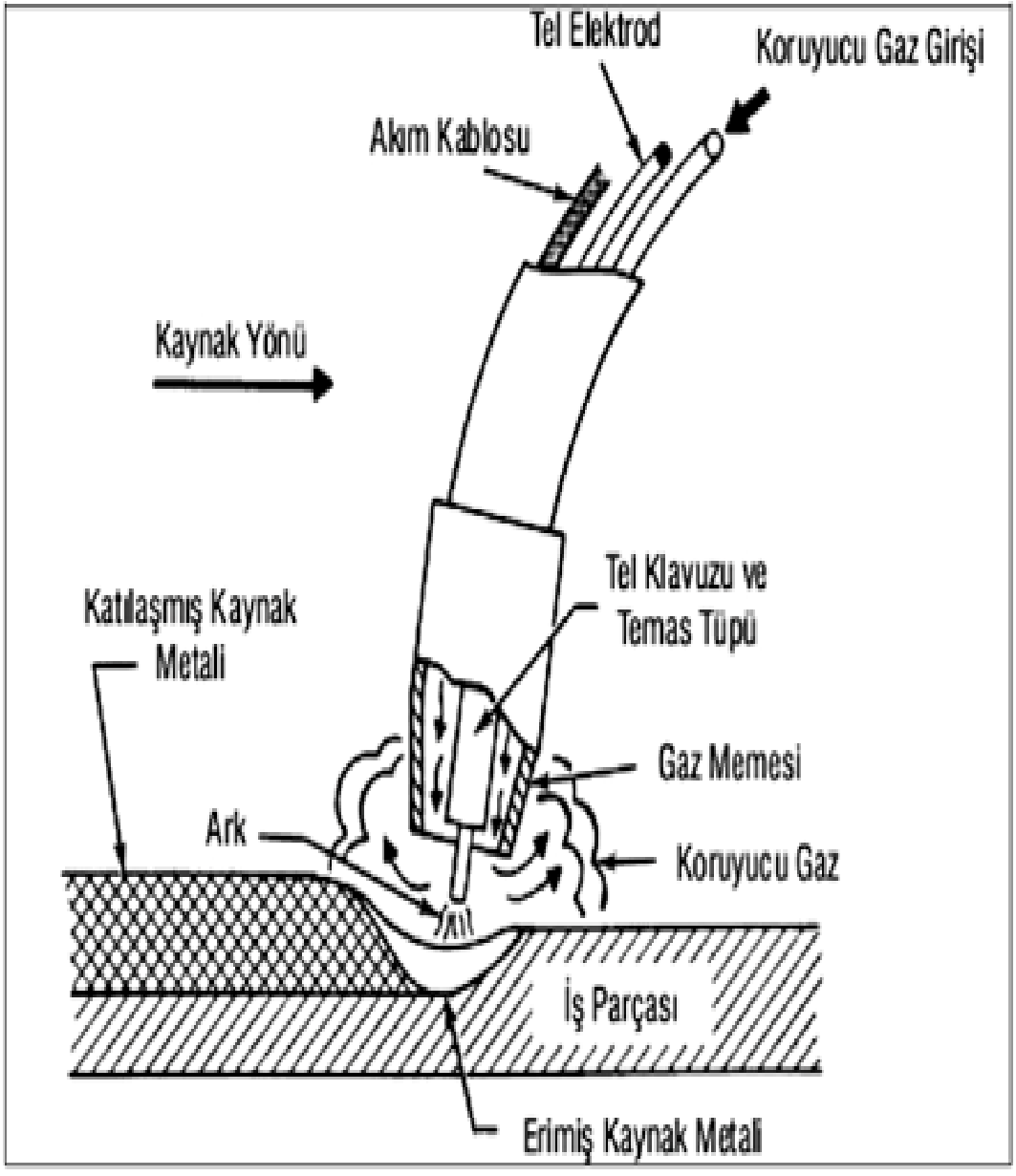
★ Metallerin cinsine uygun olarak argon, helyum, karbondioksit veya karışımlı gazlar

MIG-MAG Kaynağı Çalışma Prensibi

Gazaltı kaynak yönteminde dışarıdan sağlanan gazla otomatik olarak sürekli beslenen ve eriyen elektrotlar kullanılır. Çıplak elektrot, kaynak banyosu, ark ve esas metalin kaynak bölgesine komşu bölgeleri, atmosfer kirlenmesine karşı dışarıdan sağlanan ve bölgeye bir gaz memesinden iletilen uygun bir gaz veya gaz karışımı tarafından korunur. Kaynak için gerekli olan ark, kaynak torcundan gelen çıplak kaynak teli aracılığıyla oluşur.

Torç içerisindeki telin, şasenin bağlı olduğu iş parçasına değmesiyle ark başlar ve kaynakçının isteğine bağlı olarak devam eder. Oksijen kaynağında olduğu gibi kaynakçının ayrıca tel kullanmasına gerek yoktur. Kaynak için gerekli olan kaynak teli (elektrot) örtüsüz şekilde, otomatik tel verme sisteminden kaynak banyosuna iletilir. Bu yönüyle kaynakçının çok becerikli olmasını gerektirmeyen bir kaynak yöntemidir. Geliştirilen kaynak donanımlarıyla kaynak mesafesi, kaynak hızı ve kaynak şiddeti otomatik olarak düzenlenmiştir.

Kaynak teli, tel verme sisteminden sürekli kaynak banyosuna iletildiğinden örtülü elektrotla yapılan ark kaynağında olduğu gibi elektrot değiştirme ile zaman kaybı ve atılan elektrot uçları ile elektrot kaybı söz konusu değildir. Örtüsüz elektrotların üzeri, oksitlenmenin önlenmesi ve telin kaynak akımını iletmesi için bakırla kaplanmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Gazaltı kaynak uygulaması çalışma prensibi



MIG-MAG Kaynak Yönteminin Avantajları

★ Tel şeklindeki kaynak elektrodu kaynak bölgesine sürekli iletildiği için kaynakçı, örtülü elektrot ark kaynak yönteminde olduğu gibi tükenen elektrodu değiştirmek için kaynağı durdurmak zorunda değildir.

★ Gazaltı kaynağı, örtülü elektrot ark kaynağına göre daha hızlı bir kaynak yöntemidir.

★ Cüruf oluşmadığı için örtülü elektrotlardaki gibi her paso sonrası cüruf temizliği işlemi yapılmaz ve kaynak metalinde cüruf kalıntısı oluşma riski olmadığından daha kaliteli kaynaklar elde edilir.

★ Örtülü elektrot ark kaynağına göre daha düşük çaplı elektrotlar kullanıldığından aynı akım aralığından yüksek akım yoğunluğuna ve yüksek metal yığma hızına sahiptir.

★ Gazaltı kaynağı ile elde edilen kaynak metali düşük hidrojen miktarına sahiptir; bu durum, özellikle sertleşme özelliğine sahip çeliklerde önemlidir.

★ Gazaltı kaynağında derin nüfuziyet sağlanabildiği için köşe kaynaklarında daha verimli kaynak dikişi sağlar.

★ İnce malzemeler, gazaltı kaynağı yöntemiyle örtülü elektrot ark kaynağından daha iyi sonuç verir.

★ Hem yarı otomatik hem de tam otomatik kaynak sistemlerinde kullanıma çok uygundur.

MIG-MAG Kaynak Yönteminin Dezavantajları

★ Gazaltı kaynak ekipmanları, örtülü elektrot ark kaynağı ekipmanlarına göre daha karmaşık ve pahalıdır, ayrıca bu ekipmanların taşınması daha zordur.

★ Gazaltı kaynak uygulamalarında torcun iş parçasına yakın olması gerektiğinden ulaşılması zor alanlarda kaynak yapmak kolay değildir.

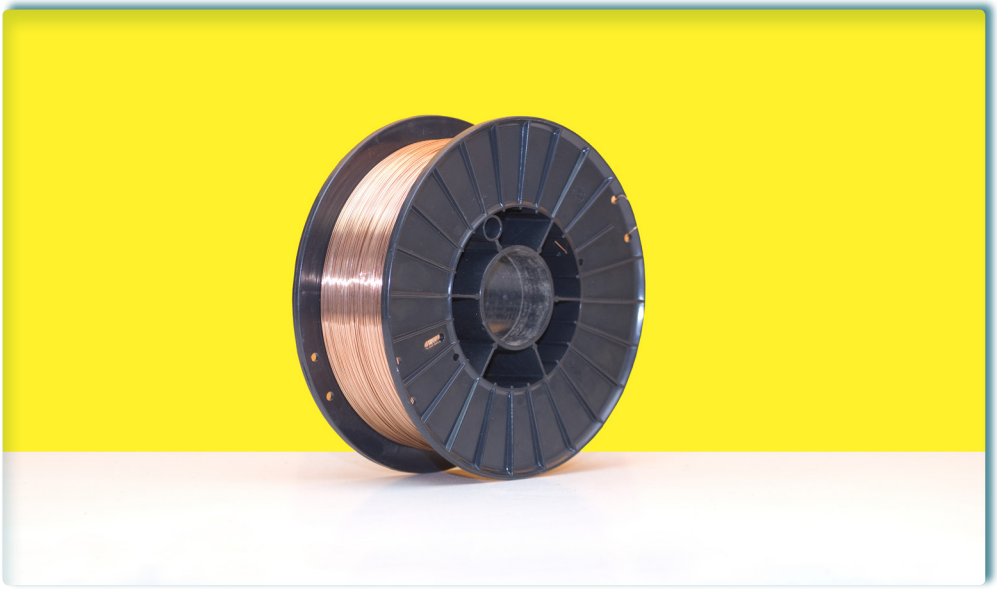
★ Sertleşme özelliği olan çeliklerde gazaltı kaynağı ile yapılan kaynak birleştirmeleri çatlamaya daha eğilimlidir çünkü örtülü elektrot ark kaynağında olduğu gibi kaynak metalinin soğuma hızını düşüren bir cüruf tabakası yoktur.

★ Gazaltı kaynağında kaynak dikişini örtecek koruyucu gazın hava akımlarından (rüzgâr vb.) etkilenmemesi için ek bir koruma gerekir.

3.1. MIG-MAG KAYNAK YÖNTEMİNDE ELEKTROT TEL SEÇİMİ

Gazaltı kaynağında sürekli beslenen elektrot kullanılır ve elektrot, oldukça yüksek bir hızda tüketilir. Bu nedenle maksimum işlem verimi sağlamak için tel makaralarının torca kolayca iletilen yüksek hacimde elektrot sağlaması gerekir. Bu makaralar, genellikle 0,45 kg'dan 27 kg'a kadar olup elektrot telini eğip bükmeden kaynak bölgesini beslemeye imkân verecek şekilde sarılı hâldedir. MIG-MAG kaynak teli, çapları Ø0,6-Ø0,Ø8-Ø1,Ø0-Ø1,Ø2-Ø1,Ø6-Ø2,Ø0-Ø2,4 ve Ø3,2 mm olarak piyasaya sürülmektedir.

Bu teller, homojen bir şekilde çekilerek düzgünce makaralara sarılmaktadır (Görsel 3.3). MAG kaynağı için teller bakır kaplı, yanma kayıplarının karşılanması ve gözeneklerin önlenmesi için de yüksek mangan ve silisyumlu olarak standartlara uygun bir şekilde imal edilmektedir.



Görsel 3.3: Elektrot makarası

Eriyen elektrot ile gazaltı kaynak yönteminde en önemli faktörlerden biri de tel elektrodun seçimidir. Bu kaynak yönteminde tel ve koruyucu gaz kombinasyonu sonucunda ortaya çıkan kaynak metalinin bileşimi, gereken mekanik ve fiziksel özellikleri karşılamak zorundadır; bu bakımdan elektrot seçiminde şu hususlar göz önüne alınmalıdır. Elektrot seçimini etkileyen en önemli faktör, esas metalin fiziksel ve mekanik özellikleri ile kimyasal bileşimdir. Esas metalin bu özellikleri bilinmediği zaman görünüşü, ağırlığı, manyetik özelliği ile kama, kırma, kıvılcım testi gibi basit atölye testleriyle bu konuda bir fikir edinmek mümkünse de özellik gerektiren işlerde, kimyasal bileşimin muhakkak bir analizle saptanması gereklidir. Her tür elektrot bileşimi için çapa bağlı olarak bir akım şiddeti aralığı vardır. Büyük çaplı elektrotlar, daha yüksek akım şiddeti ile kullanılabildiklerinden daha yüksek bir erime gücüne sahiptir ve daha derin nüfuziyetli dikişler oluşturur. Erime gücü, akım yoğunluğunun bir fonksiyonudur; eş çaplı iki elektrot farklı akım şiddetlerinde kullanıldığında yüksek akım şiddeti ile yüklenende akım yoğunluğu büyük olduğundan, daha yüksek bir erime gücü elde edilir. Dikişin nüfuziyeti de akım yoğunluğuna bağlıdır; aynı akım şiddetinde, küçük çaplı elektrotla daha derin nüfuziyetli dikişler elde edilir. Büyük çaplı elektrot hâlinde ise kaynak dikişi daha büyük olur. Kullanılacak olan kaynak elektrodunun çapının seçiminde kaynatılacak parçanın kalınlığı, nüfuziyet derecesi, erime gücü, arzu edilen kaynak dikişi profili ve kaynak pozisyonu göz önünde bulundurulur.



Elektrot seçimi, aşağıda belirtilen kriterler göz önünde bulundurularak yapılır:

- **Esas metalin mekanik özellikleri:** Bu kritere göre elektrot seçimi, genellikle esas metalin çekme ve akma mukavemeti göz önüne alınarak yapılır; bazı hâllerde, özellikle ferritik çelikler hâlinde malzemenin kırılma tokluğunun da (çentik-darbe mukavemeti) göz önüne alınması gereklidir.
- **Esas metalin kimyasal bileşimi:** Esas metalin kimyasal bileşiminin bilinmesi, özellikle renk uyumunun, korozyon direncinin, krip dayanımının, elektriksel ve ısıl iletkenliğinin söz konusu olduğu hâllerde gereklidir. Bunun yanı sıra çelikler hâlinde, ısının tesiri altında kalan bölgede sertleşme oluşup oluşmayacağının önceden belirlenmesi bakımından da esas metalin kimyasal bileşiminin bilinmesi gereklidir. Genel olarak sade karbonlu ve az alaşımlı çelikler hâlinde elektrot seçiminde, esas metalin kimyasal bileşimi en önemli faktördür.
- **Koruyucu gazın türü:** Koruyucu gaz olarak asal gaz veya karışımlarının kullanılması hâlinde bir yanma kaybı söz konusu değildir; buna karşın bir aktif gaz, örneğin karbondioksit veya asal gaz+aktif gaz karışımının kullanılması hâlinde birtakım yanma kayıpları ile karşılaşılır.
- **Esas metalin kalınlığı ve geometrisi:** Kaynakla birleştirilecek olan parçaların kalın kesitli veya karışık şekilli olmaları hâlinde, çatlamanın önlenebilmesi için kaynak metalinin sünek olması gereklidir; bu durumlarda en iyi sünekliği sağlayan kaynak metalini oluşturacak türde bir elektrot seçilmelidir. Kaynaklı yapının aşırı düşük veya yüksek sıcaklıklarda, korozif (aşındırıcı) ortamlarda çalışmasının gerekli olduğu hâllerde, kaynak metalinin her bakımdan esas metalin özelliklerini aksettirmesi gereklidir. Ayrıca şartnamelerde kaynak metalinin bazı ilave özelliklere de sahip olması istenebilir ve bu husus elektrot seçiminde çok önemli bir rol oynar. Günümüz endüstrisinde elektrot seçimini kolaylaştırmak gayesiyle çeşitli standartlar hazırlanmış ve özellikler sınıflandırılmıştır, gereksinimleri karşılayacak ve esas metal ile en iyi uyumu sağlayarak en iyi sonuçları verecek türde çok çeşitli tel ve özlü tel elektrotlar üretilmektedir.

ÇELİKLERİN KAYNAĞINDA KULLANILAN ELEKTROTLAR

Çeliklerin kaynağında kullanılan tel elektrotlar aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir:

- **Alaşımsız teller:** Bu tür teller yumuşak çeliklerin kaynağında kullanılır. Bunların bileşimlerini alaşımsız çeliklerden ayırt eden sadece mangan ve silisyum içeriklerinin bir miktar daha fazla olmasıdır.
- **Alaşımlı teller:** Bu teller özel bileşimde olup alaşımlı çeliklerin kaynağında kullanılır.
- **Kenetli veya özlü teller:** Bu tür tel elektrotlar, alaşımsız ince bir sac şeridin boru hâline getirilmesi veya bir lüleden geçirilerek tel şeklinde çekilmesi sonucu elde edilmiştir. Boru biçiminde olanların iç kısmında, diğerlerinin kıvrımları arasında dekapan ve ferro alaşım tozları bulunur; kaynak dikişinin dezoksidasyonu ve alaşımlanması bu öz tarafından gerçekleştirilir.

Çeliklerin kaynağında kullanılan elektrotlara ilave edilen alaşım elementleri ve bunların etkileri aşağıda açıklanmıştır.

» Silisyum

Gazaltı kaynak yöntemiyle çeliklerin kaynağında silisyum, elektrot metalinde en yaygın şekilde kullanılan dezoksidasyon elementidir. Çelik kaynağında kullanılan gazaltı telleri genellikle %0,40-%1,2 arasında değişen bir oranda silisyum içerir ve bu bileşim aralığında silisyum çok iyi bir dezoksidasyon özelliğine sahiptir. Silisyum içeriğinin yükselmesi sonucu kaynak metalinin sünekliğinin az bir miktar azalmasına karşın mukavemeti 33 oldukça şiddetli bir artma oluşturur; bir sınır değerin üzerinde silisyum miktarının artması ise kaynak dikişinin çatlama hassasiyetini arttırır.

» Mangan

Mangan da silisyum gibi kaynak metalinin mukavemet özelliklerinin geliştirilmesi ve kaynak banyosunun dezoksidasyonu için ilave edilir. Mangan içeriğinin artması, kaynak dikişinin mukavemetini silisyumdan daha şiddetli olarak yükseltir ve aynı zamanda kaynak metalinin çatlama hassasiyetini de azaltır. Çeliklerin kaynağında kullanılan kaynak tellerinin manganez içeriği %0,7-%2 arasında değişir.

» Alüminyum, Titanyum, Zirkonyum

Bu elementlerin tamamı çok kuvvetli dezoksidandır, kaynak teline %0,20'ye kadar ilave edildiklerinde aynı zamanda kaynak mukavemetini de arttırıcı yönde etkilidir.

» Karbon

Karbon, çeliklerin yapısal ve mekanik özelliklerini diğer bütün alaşım elementlerinden çok daha şiddetli bir şekilde etkiler; bu bakımdan çelik kaynak tellerinde miktarı %0,05-%0,12 arasında değişir. Bu miktar, kaynak metalinin mukavemetini gerektiği kadar yükselttiği gibi süneklik ve tokluğuna da olumsuz yönde hissedilebilir bir etki yapmaz. Esas metal veya telde karbon miktarının artması, koruyucu gaz olarak karbondioksit (CO_2) kullanılması hâlinde porozite oluşumuna neden olur; karbon miktarı artınca banyoda karbonmonoksit (CO) oluşarak karbon kaybı ortaya çıkar, bu ise gözenek oluşumuna neden olur, bu olay dezoksidasyon elementlerinin ilavesi ile önlenir.

» Diğer Alaşım Elementleri

Nikel, krom ve molibden, mekanik özellikleri geliştirmek ve korozyon dayanımını artırmak amacıyla çeşitli çelik kaynak tellerine katılan alaşım elementleridir. Bu elementler, az miktarda kaynak metalinin mukavemet ve tokluğunu artırmak amacıyla ve paslanmaz çeliklere ise yüksek miktarda paslanmayı önlemek için katılır. Genel olarak kaynak işleminde koruyucu gaz olarak bir asal gaz veya içinde az miktarda karbondioksit içeren asal gaz kullanıldığında kaynak dikişinin kimyasal bileşimi, telin bileşiminden bir farklılık göstermez; buna karşın saf karbondioksit kullanılması hâlinde silisyum (Si), mangan (Mn) ve diğer dezoksidasyon elementlerinin miktarlarında bir azalma görülür. Çok düşük miktarlarda (%0,04-%0,05) karbon içeren teller ile yapılan kaynak dikişlerinde ise karbon miktarında bir artma görülür.



3.2. MIG-MAG KAYNAĞINDA AMPER, GAZ BASINCI VE TEL SÜRME AYARI

Kaynak Akım Şiddeti

MIG-MAG kaynak makinelerinde kullanılan ark gerilimi 25-55 volt, akım şiddetiyse 10-600 amper arasında değişmektedir. Yüksek akım şiddetine bağlı olarak her 100 amperde ortalama 5 volt gerilim düşmesi meydana gelmesine rağmen bu tip makineler, **sabit gerilimli gazaltı kaynak makinesi** olarak adlandırılmaktadır. Sabit gerilimli kaynak makinelerinde gerekli akım şiddeti, kaynak telinin ilerlemesi ile olur. Bunun için kaynağa başlamadan önce istenen kaynak gerilimi ve tel hızı ayarlanarak kaynağa başlanmalıdır. MIG-MAG kaynağında doğru akım kaynak makineleri kullanılır. Kaynakta kullanılan akım şiddetinin erime gücüne, kaynak dikiş biçim ve boyutlarına ve nüfuziyete etkisi diğer bütün parametrelerden daha şiddetlidir. Sabit gerilim sistemli olan MIG-MAG kaynak makinelerinde kaynak akım şiddeti, tel hızı ile birlikte tel hız ayarı düğmesinden ayarlanır, tel ilerletme hızı arttıkça kaynak akım şiddeti de artar. Kaynak akım şiddeti yükseldikçe erime gücü de artar. Aşırı yüksek akım şiddeti, çok geniş bir kaynak banyosuna ve derin nüfuziyete sebep olduğundan delinmelerin ortaya çıkmasına neden olabilir; çok düşük akım şiddeti de çok kötü bir nüfuziyete ve elektrot metalinin parçanın üzerine yığılmasına neden olur.

Koruyucu Gaz Türü

Gazaltı kaynağında çeşitli türlerde gazlar kullanılır ve her gazın oluşturduğu erime gücü, dikiş biçimi ve nüfuziyet birbirinden farklıdır. Koruyucu gaz türünün aynı zamanda kaynak esnasında sıçrama miktarına, kaynak hızına, kaynak metalinin arktaki transfer şekline ve elde edilen bağlantının mekanik özelliklerine etkisi vardır. Demir esaslı metallerin kaynağında saf karbondioksit ile argon-karbondioksit ve argon-oksijen karışımları kullanılır. Karbondioksidin koruyucu gaz olarak kullanılması hâlinde aynı akım şiddeti için en büyük erime gücü, en derin nüfuziyet, en geniş ve en konveks (dışbükey) kaynak dikişi elde edilir. Karbondioksit, en ucuz koruyucu gaz olmasına karşın en fazla sıçrama kaybı ve en fazla duman oluşturan gazdır. Karbondioksidin koruyucu gaz olarak kullanılması hâlinde oluşan yüksek ısı girdisi dolayısıyla aynı akım şiddeti için daha yüksek hızlarda kaynak yapmak mümkün olabilmektedir. Argon ve argon-oksijen karışımı gazlar, kaynak esnasında karbondioksidin tam bir karşıtı özellik gösterir; bu gazlar ile en düşük erime gücü, en az nüfuziyet, en dar ve en az yüksek kaynak dikişi elde edilir. Argon-oksijen karışımı gazlar, aynı zamanda en az duman ve en az sıçrama oluşturan bir kaynak işlemi sağlar. Argon-karbondioksit karışımı gazlar ise karbondioksit ve argon-oksijen karışımı arasında bir özellik gösterir. Demir dışı metallerin kaynağında kullanılan koruyucu gazlar, argon, helyum ve argon-helyum karışımlarıdır. Bu durumda da argon en az nüfuziyeti ve en düşük erime gücü ile en dar dikişi veren gazdır. Helyum ve argon-helyum karışımlarına nazaran daha ucuz olan argon, aynı zamanda en az sıçrama oluşturan gazdır. Helyum; en derin nüfuziyeti, daha yüksek bir erime gücünü, geniş ve konveks bir kaynak dikişi oluşumunu sağlar. Helyum gazının kullanılması hâlinde aynı ark boyu için ark gerilimi daha yüksektir ve kaynak esnasında koruyucu gaz sarfiyatı argona nazaran daha fazladır.

Helyum

Helyum (Görsel 3.4) boğucu bir gazdır. Kimyada "He" sembolü ile gösterilir. Havadan yaklaşık %13,8 daha hafiftir ve hidrojenden sonra bilinen en hafif elementtir. Kimyasal olarak inert bir soy gazdır. Sıvı hâlde sıcaklığı çok düşüktür; kaynama noktası en düşük gaz olarak bilinir. Ülkemizde üretimi fazla olmadığından yaygın kullanım alanına sahip değildir. Helyum gazı genellikle doğal gaz kuyularından elde edilmektedir. Sıvı ve/veya gaz fazlarında ticari olarak bulunur.

- Helyum yanmayan, renksiz ve kokusuz bir gazdır.
- Özgül ağırlığı 0,1784 kg/m^{3}tür.
- Atom ağırlığı 4'tür ve soy gazlar sınıfındadır.
- Doğal gaz olarak elde edilir.

Helyum; derin nüfuziyet, daha yüksek bir ergime gücü ve dışbükey bir kaynak dikişi oluşmasını sağlar. Helyum gazı esas olarak çelik olmayan gereçlerin kaynatılmasında kullanılır.

Tabiatta az bulunması nedeniyle kaynakçılıkta özel durumlar dışında kullanılmamaktadır.



Görsel 3.4: Helyum gazı tüpü

Argon

Argon havadan ağır bir gazdır. Kimyada "Ar'' sembolü ile gösterilir. Argon arkının gerilimi ve argonun sıcaklık iletme kabiliyeti diğer koruyucu gazlara göre daha düşüktür. Argon ortamında oluşan ark sütunu daha geniştir. Merkezde daha yüksek olan sıcaklık dışa doğru azaldığından nüfuziyet dikişin ortasında yüksek, kenarlarında düşüktür.

- Argon yanmayan, renksiz ve kokusuz bir gazdır.
- Özgül ağırlığı 1,781 kg/m^3'tür.
- Atom ağırlığı 39,39'dur ve soy gazlar sınıfındadır.
- Havada %0,94 oranında argon gazı bulunmaktadır.

Argonun alçak iyonlaşma potansiyeline sahip olması, gazaltı kaynakçılığında kaynak arkının sürekli aynı değerde kalmasını sağlar. Bu nedenle argon gazı, diğer gazlara oranla daha çok kullanılma olanağına sahiptir. Argonun alçak iyonlaşma özelliğinden ötürü ark voltajı düşer, dolayısıyla arkın gerece işlemesi daha az olur. Bu az işleme ile sıçramalar en aza iner, bu da ince gereçlerin kaynatılmasında büyük önem taşır. Demir dışı metallerin kaynağında koruyucu gaz olarak genellikle argon gazı kullanılır.

Karışım Gazları

Ark atmosferinin karakteri, kullanılan gaz ve gaz karışımlarına göre değişir. Pratikte saf koruyucu gazlardan ziyade, karışım gazları kullanılmaktadır. Kaynak yöntemine, kaynaklanacak parçanın cinsine, kalınlığına ve şekline göre çeşitli karışım gazlar mevcuttur. Ar+He çeşitli oranlarda karıştırılarak TIG ve MIG yöntemlerinde kullanılmaktadır. Ar+CO2+O2 karışımı kullanılırsa oluşan ekzotermik bir reaksiyon sebebiyle kaynak banyosunun sıcaklığı yükselir ve yüzey gerilimi zayıflar, böylece akıcılığı yükselmiş olan kaynak banyosunun gazı da giderilmiş olur. İki veya daha fazla gazın uygun oranlarda karıştırılmasıyla elde edilen koruyucu gazlara **karışım gazları** denir. Demir esaslı metallerin kaynağında saf karbondioksit ile argon-karbondioksit ve argon-oksijen karışımları kullanılır. Argon ve argon-oksijen karışımı gazlar, kaynak esnasında karbondioksidin tam karşıtı özellik gösterir. Bu gazlar ile ergime gücü düşük, nüfuziyeti az, dar ve yüksekliği az olan kaynak dikişi elde edilir. Argon-karbondioksit karışımı gazlar kullanıldığında duman ve sıçramalar az olur. Genel olarak demir dışı metallerin kaynağında kullanılan koruyucu gazlar argon-helyum karışımlı gazlardır.

Karbondioksit

Karbondioksit renksiz, kokusuz, havadan ağır ve çok atomlu bir gazdır. Kimyada CO2 sembolü ile gösterilir. Diğer koruyucu gazlardan farklı olarak tüp içindeki karbondioksidin büyük çoğunluğu sıvı hâldedir. Tüpün üst kısmında (sıvının üzerinde) gaz hâlinde karbondioksit bulunur. Kullanım sırasında gazın basıncı düştükçe sıvı buharlaşır ve basınç normale döner. Karbondioksit gaz hâline geçerken çevreden sıcaklık alır. Bir karbondioksit tüpünden sürekli olarak 12 litre/dk.dan daha fazla gaz çekilmemelidir. Aksi takdirde alınan buharlaşma ısısı ile sıcaklığın düşmesi sonucunda karbondioksit karı (kuru buz) oluşur. Çıkış borusu ve manometrede akış tıkanabilir. Fazla debide

gaz gerektiğinde birkaç tane tüp bir manifold ile birleştirilerek kullanılabilir veya tek tüpün çıkışına buharlaşma ısısını karşılamak üzere bir ısıtıcı yerleştirilir. Bu tüpler, içinde sıvı karbondioksit bulunduğundan hiçbir zaman eğik veya yatık olarak kullanılmamalıdır.

- Havadan 1,5 kat daha ağır olan karbondioksit, renksiz ve kokusuzdur.
- Özgül ağırlığı 1,997 kg/m^{3}tür.
- Karbondioksit gazı, alüminyum ve magnezyum gibi kolaylıkla oksitlenebilen metallerin kaynağında kullanılmaz.
- Maliyetinin düşük olması nedeniyle alaşımlı ve sade karbonlu çeliklerin kaynağında tercih edilir.
- Derin nüfuziyet etkisi sağlar.
- Yüksek ısı girdisi dolayısıyla aynı akım şiddetinde diğer gazlara göre daha hızlı kaynak yapılabilir.

Karbondioksit gazının tüplere konulması için sıcaklığın 15 °C ve basıncın 65 atmosfer olması gerekir. Bu şekliyle gaz, sıvı hâldedir. Karbondioksit, tüp içinde sıvı hâlde bulunduğundan kesinlikle yatık hâlde kullanılmamalıdır. Kullanım sırasında gaz hâline dönüşür. Koruyucu gaz olarak kullanılan karbondioksit gazı tüpleri, piyasada içerdikleri sıvının ağırlığına göre 10, 20, 30 kg'lık olmak üzere sınıflandırılır. 1 kg'lık karbondioksit yaklaşık 540 litre gaz oluşturur. Hava sıcaklığı düşük olduğunda ve 12 l/dk.dan daha fazla debilerde gaz kullanımında ısıtıcıya ihtiyaç duyulur. Endüstride farklı özelliklerdeki gazlar, farklı renkli tüplerde (Görsel 3.5) muhafaza edilerek kullanılır.



Görsel 3.5: Farklı gaz tüpleri ve renkleri

Koruyucu Gaz Regülatörü

Kaynak sırasında sabit gaz akış hızı sağlayan bir sisteme ihtiyaç vardır. Bir gaz regülatörü, gaz kaynağındaki basınç değişimlerine bağlı olmaksızın kaynaktaki gaz basıncını sabit bir çalışma basıncına dönüştürür. Regülatörler, tek veya iki kademeli olabildikleri gibi bir debimetreye de sahip olabilir.

Gaz regülatörü üzerinde iki adet manometre bulunur (Görsel 3.6). Bunlardan tüpe yakın olan manometre tüpün içerisindeki gazın basıncını, diğer manometre ise gazın çıkış basıncını gösterir. Gaz çıkış basıncı, gaz regülatörünün alt tarafındaki basınç ayar kelebeğinden ayarlanır.

Koruyucu gaz altında yapılan kaynakta kullanılan tüpler, yüksek basınçta çalışan tüpler kategorisinde bulunur. Bu tür tüplerin özellikleri, TS 1519 ve DIN 4464 standartlarında belirtilmiştir.

Dikişsiz olarak üretilen koruyucu gaz tüpleri, hacimlerine göre çelik alaşımlı borulardan dövme makinesinde dip ve boyunları sıcak dövülerek yapılır. Koruyucu gaz olarak en çok kullanılan karbondioksit gaz tüpleri 10, 20 ve 30 kg'lık olmak üzere sınıflandırılır.

Tüpe bağlanan basınç regülatörü ile tüp içinde bulunan gaz miktarı, manometreden görülür. Kaynakta kullanılacak olan gaz miktarı ise regülatör ayar vidası ile ayarlanarak çıkış debisi debimetreden okunur. Gaz çıkış basıncı teorik olarak (tel çapı X 10)+2 litre/dakika formülüyle hesaplanır.



Görsel 3.6: Regülatör manometre

Kaynak Hızı

Kaynak hızı, yarı otomatik yöntemlerde kaynakçı tarafından; otomatik veya mekanize yöntemlerde ise makine tarafından ayarlanır. **Kaynak hızı**, kaynak arkının iş parçası boyunca olan hareketi veya birim zamanda yapılan kaynak dikişi boyu olarak tanımlanır. En derin nüfuziyet, kaynak hızının optimum değerinde elde edilir ve bu hızın yavaşlaması veya artması hâlinde ise nüfuziyet azalır. Kaynak hızı yavaş olduğu zaman birim zamanda birim boya yığılan kaynak metali artar ve bu da kaynak banyosunun büyümesine neden olur. Çok akışkan hâle gelen sıvı, metal ağız içinde arkın önüne doğru akar ve bu durum nüfuziyetin azalmasına neden olur ve sonuçta geniş bir kaynak dikişi elde edilir. Kaynak hızının artması, dikiş yüksekliğinin artmasına neden olur. Aşırı derecede yavaş kaynak hızı, fazla miktarda kaynak metalinin yığılması ve nüfuziyetin azlığı nedeniyle ağız kenarlarında kalan bölge oluşmasına neden olur. Hızın artması birim boya verilen ısının azalmasına, dolayısıyla esas metalin eriyen miktarının azalmasına neden olur ve bu da nüfuziyeti azaltır. Kanyak hızının aşırı artması, kaynak metalinin kaynak ağzını doldurmaması nedeniyle dikiş kenarlarında yanma oluklarını andıran yarıkların oluşmasına sebep olur.

Tel Uzunluğu

Elektrot serbest tel uzunluğu, torç içindeki kontak borusunun en uç noktası ile tel elektrodun uç kısmı arasındaki mesafe olarak tarif edilir. Bu boyun uzaması sonucu elektrodun elektrik direnci artar ve elektrodun ön ısınması diye tanımlanan sıcaklığı yükselir ve dolayısıyla elektrodun uç noktasını eritebilmek için gerekli akım şiddetinde azalma meydana gelir. Serbest tel uzunluğunun artması, erime gücünün artmasına ve nüfuziyetin azalmasına neden olur. Sonuç olarak serbest tel uzunluğunun aşırı artması, fazla miktarda soğuk kaynak metalinin (düşük sıcaklıkta) kaynak dikişine yığılmasına neden olur. Genel olarak serbest tel uzunluğu; kaynak ağzında, kısa bir bölgede kök açıklığının değiştiği hâllerde, dikişi kompanse edebilmek amacıyla kullanılır. Örneğin geniş kök açıklığı hâlinde, nüfuziyetin azaltılmasının gerekli olduğu yerlerde serbest tel uzunluğu artırılarak akım şiddetinin ve nüfuziyetin azaltılması sağlanmış olur.

3.3. MIG-MAG KAYNAĞINDA POZİSYON TÜRLERİ VE TORÇ AÇISI

Gazaltı kaynağı birçok uygulamada, özellikle kullanılan elektrot ve akım üreteçlerinin gelişmesiyle her pozisyonda ark yapmaya imkân sağlamaktadır. MIG-MAG kaynak yönteminin otomatik kaynağa ve robot kaynağına uygun olması, seri üretimde birçok yerde direnç kaynağının yerine kullanılmasını sağlamıştır. Kaynak esnasında iş parçalarının çevrilip kaynak yapmaya müsait olmayışı nedeniyle endüstrinin birçok alanında değişik konumlarda ark oluşturmak önemlidir.

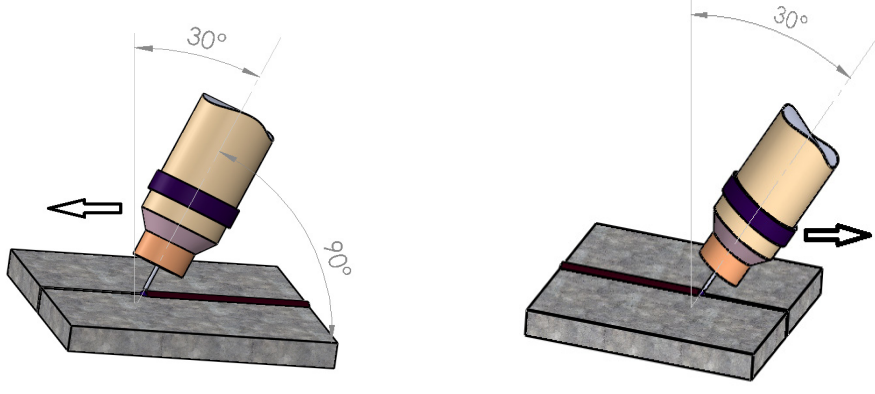
» Torç Açısı

Kaynak elektrodunun veya torcunun iş parçasına göre konumu ve kaynak esnasındaki hareketi, kaynak dikişinin formunu etkileyen etmenlerden biridir. Bu konumlamaya göre kaynak doğrultusuna dik olan düzleme **çalışma düzlemi** ve bu düzlem üzerinde torcun iz düşümü ile kaynak yapılan parçanın üst yüzü arasındaki açıya **çalışma açısı** denir. Kaynak doğrultusu ve elektrottan geçen düzleme de **hareket düzlemi** adı verilir. Elektrodun bu düzlemde bulunan ve

kaynak doğrultusuna dik olan çizgi ile yaptığı açı **hareket açısı** diye tanımlanır ve elektrodun ucu kaynak yönünde olursa bu açı negatif, aksi yönde olursa pozitif olarak gösterilir. MIG-MAG kaynağında da tıpkı oksi-asetilen kaynağında olduğu gibi sola ve sağa kaynak yöntemi uygulanabilir. Torcun kaynak yapılan iş parçasına tam dik olarak tutulması hâlinde sağ veya sol kaynak arasında sonuç yönünden bir fark görülemez, buna karşın kaynak hamlacı 30 dereceye kadar bir hareket açısı ile tutulduğu zaman sol ve sağ kaynağın dikiş biçimi üzerine olan etkisi açık bir şekilde görülür. Hareket açısı 30 dereceyi aşmadığı sürece bu açı, kaynağın kaynakçı tarafından kontrolüne yardımcı olur. Kaynakçı kaynak banyosunu ve elektrot ucunun erimesini rahatlıkla görebildiği için dikişin kalitesi yükselir. Buna karşın bu değer aşıldığında nüfuziyet azalır ve dikiş incelir, bu durumda kaynak hızının arttırılması gerekir; aksi hâlde sıvı metal, kaynak banyosunun önüne doğru ilerler ve dikişte gözenek ve kalıntı oluşumu olasılığı artar. Sağa kaynak pozitif hareket açısı ile daha dar, daha yüksek ve daha derin nüfuziyetli dikiş elde edilir, ark daha stabildir ve sıçrama daha azdır. Sağa kaynak daha ziyade çeliklerin kaynağında tercih edilen bir yöntemdir. Sola kaynak (hareket açısı negatif) ise esas metale intikal eden ısı miktarını azaltmak amacıyla alüminyumun kaynağında tercih edilen bir yöntemdir. MIG-MAG yönteminde kaynak dikişinin biçimini, kaynak dikişinin yataya göre olan konumu büyük ölçüde etkiler. Zira kaynak esnasında banyo sıvı hâldedir ve sıvı, kaynak ağzı içinde yer çekiminin etkisiyle eğim doğrultusunda akmak isteyecektir.

» Küt Ek Kaynağı

Hareket ve çalışma düzlemleri dikkate alınarak torç ile malzeme arasındaki açılar şu şekilde tanımlanabilir. Hareket düzlemi içinde torç ekseniyle kaynak doğrultusuna dik doğrultu arasındaki açı; hareket açısıdır, sağa veya sola hareket olarak adlandırılır. Küt ek kaynağında bu açı 30 derecedir (Şekil 3.2).

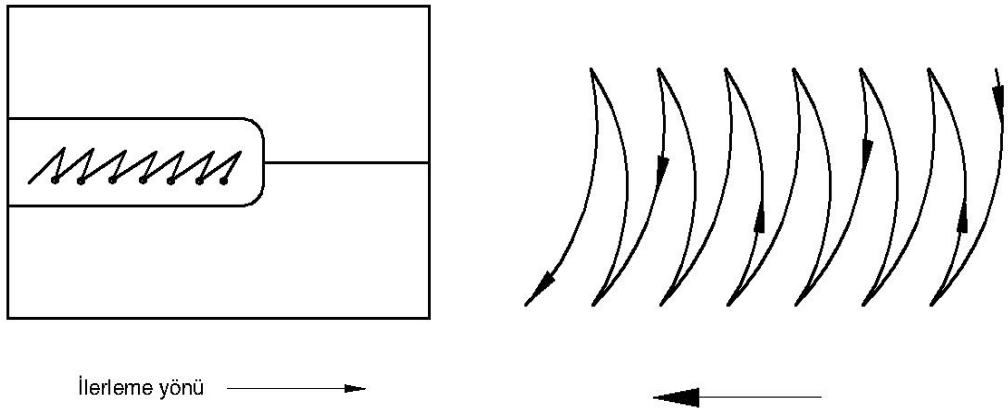


Şekil 3.2: Küt kaynağı torç açısı

Çalışma düzlemi içinde torç ekseniyle iş parçasının yüzeyi arasındaki açı çalışma açısıdır. Küt ek kaynağında bu açı 90 derecedir. Torcun ucu, kaynak yönünün aksi yönüne doğru yönlenmişse bu teknik **sağa küt ek kaynağı**, torcun ucu kaynak doğrultusuna doğru yönelmişse bu teknik **sola küt ek kaynağı** olarak adlandırılır. Kaynak akımı başladıktan sonra torca uygun açı verilir.

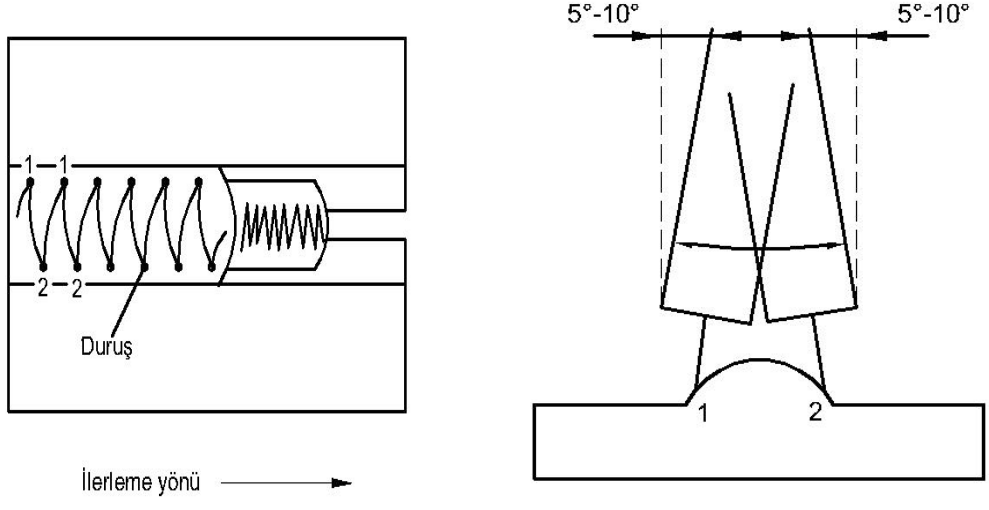
Eriyik oluşumu ile birlikte kaynak dikişinin gerçekleşebilmesi için torca ilerleme hareketi verilir. Tek paso ile yapılan kaynaklarda hafif geri adım yöntemi, küçük kavisli hareket uygulanabilir. Küt ek kaynağı yapımında 1,5 mm'den küçük kalınlıklardaki malzemelere kaynak boşluğu verilmez. 1,5-4 mm arasındaki parçalara parça kalınlığının 0,5-1 katı kadar kaynak boşluğu verilmelidir. 4 mm'den kalın parçalara parça kalınlığı dikkate alınarak 2,5-4 mm kadar kaynak boşluğu vermek uygun olur. Kalınlığı 4 mm'den az olan parçalar, tek pasoda küt ek kaynağı yapılır. 4 mm'den kalın parçalarda parçanın kalınlığına ve kaynak ağızlarının kenarlarını doldurabilme durumlarına göre kök dikişi üzerine ilave dikişlerle kaynak tamamlanmalıdır.

Tek pasolu küt ek kaynağında torç hareketi aşağıdaki şekildeki gibidir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3: Küt ek kaynağı torç hareketi

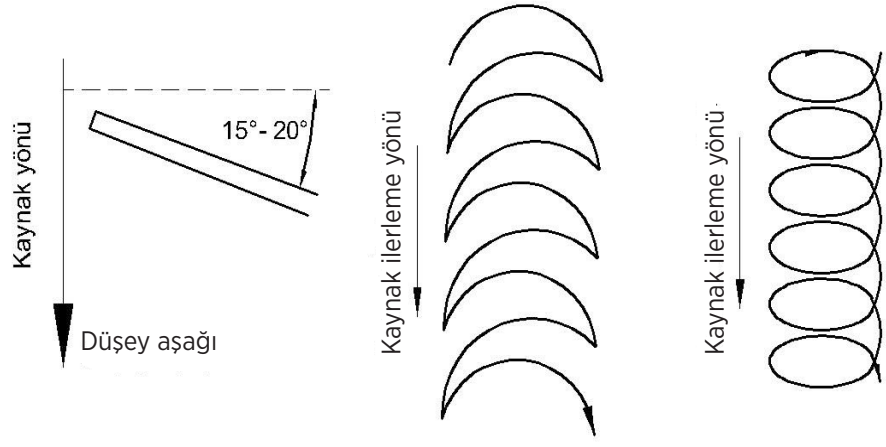
Çok pasolu kaynak olması durumunda, boşlukların düzenli doldurulması açısından boşluğa 5°-10° kavisli sarkaç hareketi uygulanarak ilerleme sağlanmalıdır. Torç hareketi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: Çok pasolu küt kaynağı torç hareketi ve açısı

» Yukarıdan Aşağıya Kaynak

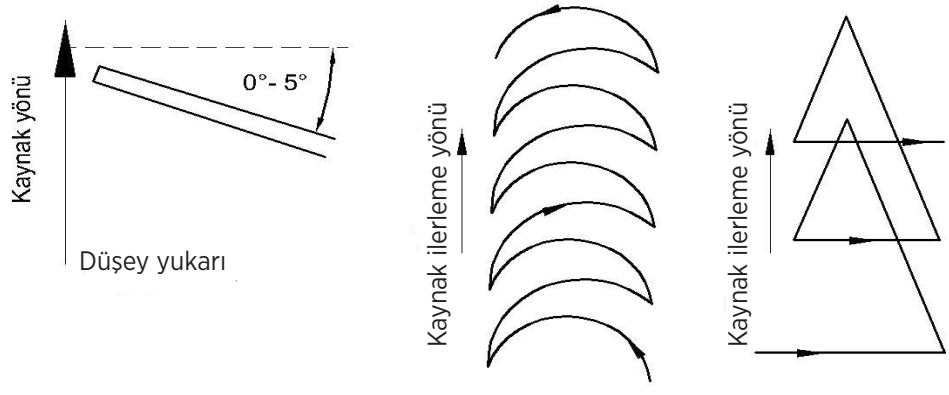
Yukarıdan aşağı kaynak yönteminde erimiş ark banyosu yer çekiminin etkisiyle aşağı akarak arkın önüne geçmek ister. Eğer eriyik arkın önüne geçerse esas metalde erime olmaz ve bu durumda tam bir birleşme sağlanamaz. Düşey pozisyonda ince parçaların kaynağında yukarıdan aşağı kaynak tercih edilir. İnce parçalarda erimenin az olması için kaynak hızı da artırılabilir. Yukarıdan aşağı kaynak yapılırken eriyik metal banyosunun arkın önüne geçmemesi için torcun ucu yukarıyı gösterecek biçimde 15-20 derece hareket açısı ile tutulur (Şekil 3.5). Başka bir ifade ile torç kaynak ilerleme yönüne 80-85 derece açı ile tutulur. Aynı zamanda ark oluşturulurken kaynak bölgesinde oluşan eriyik metalin kontrolü için torca salınım hareketi yaptırılır.



Şekil 3.5: Yukarıdan aşağıya kaynakta torç hareketi ve açısı

» Aşağıdan Yukarıya Kaynak

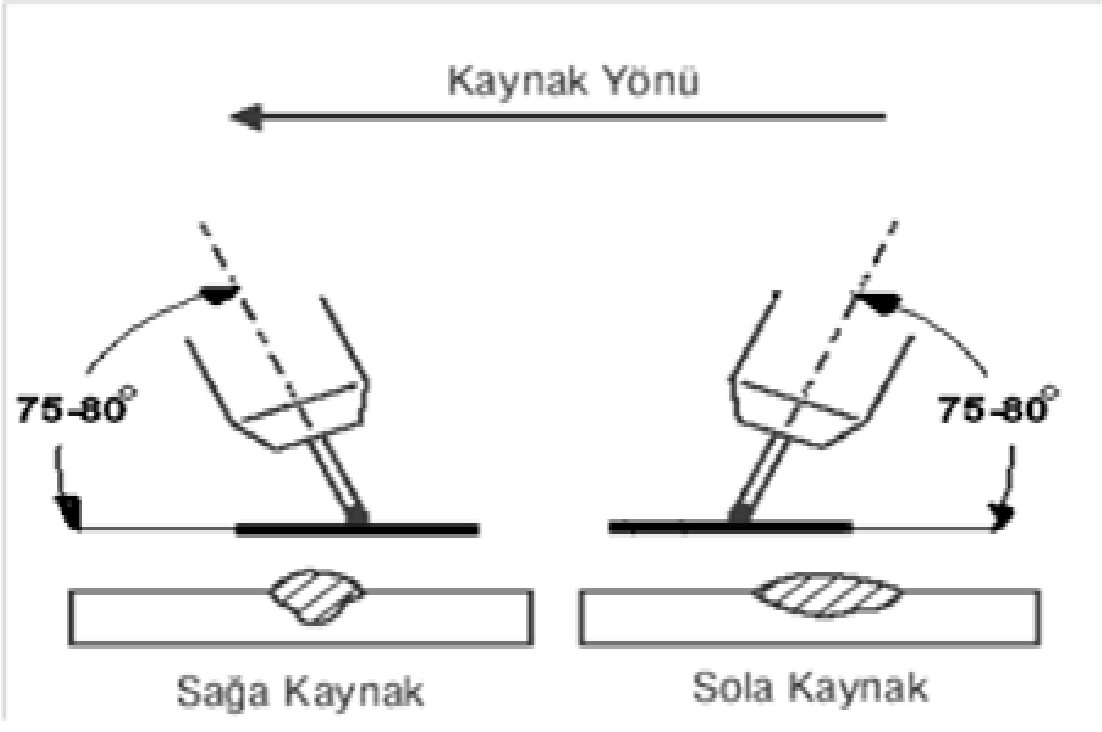
Yukarıya doğru yapılan kaynakta arkın kontrolü kolaydır ve kaynak hızı aşağıya doğru yapılan kaynağa göre yavaştır. Tekniğine uygun elektrot hareketi ve açısı ile de eriyik metal banyosu kolaylıkla kontrol edilir. Aşağıdan yukarıya doğru yapılan kaynakta torç hareket açısı, kaynak ilerleme yönüne 85-90 derecedir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6: Aşağıdan yukarıya kaynak torç hareketi ve açısı

» Yan (Duvar) Kaynağı

Yan (duvar) kaynağı olarak adlandırılan kaynak pozisyonunda kaynak dikişi yere paralel uzanır. Duvar kaynağı, sağa ya da sola doğru yapılan kaynak olmak üzere iki şekilde yapılır. Torcun ucu kaynak yönünün aksi yönüne yönlenmişse bu teknik **sağa kaynak**, torcun ucu kaynak yönüne yönlenmişse bu teknik **sola kaynak** olarak adlandırılır. Bütün şartlar değiştirilmeden sola kaynak tekniğinde hareket açısı artırılırsa nüfuziyet artar. En fazla nüfuziyet sağa kaynak tekniği ve 75 derecelik (Şekil 3.7) hareket açısı ile mümkündür. Sağa kaynak tekniği daha dar kaynak dikişi ve daha az sıçrama meydana getirir.

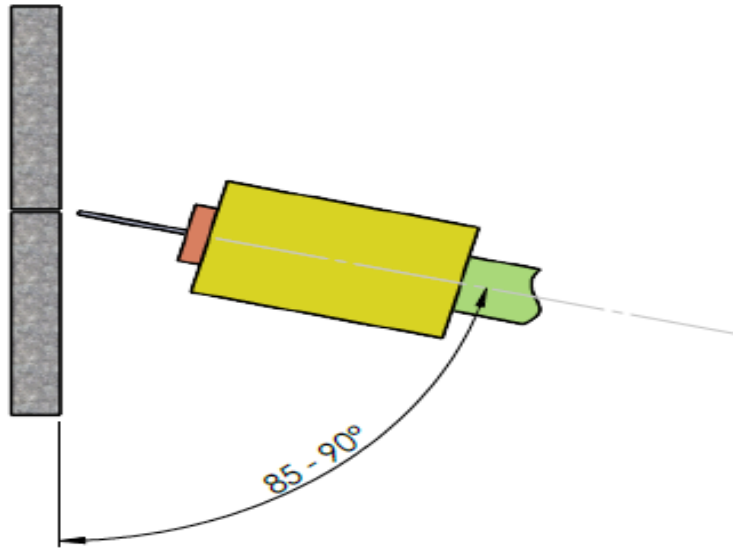


Şekil 3.7: Duvar kaynağında torç açısı

» Yan Küt Ek Kaynağı

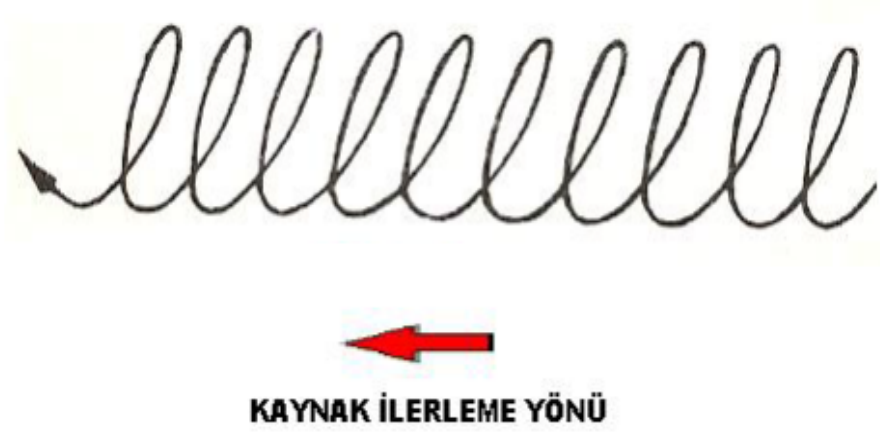
Parçaların yere dik ve kaynak dikişinin yere paralel olduğu duvarda küt ek kaynağında, diğer pozisyon kaynaklarında olduğu gibi eriyik metal yer çekiminden etkilenir ve aşağı doğru sarkarak akmak ister. Duvar kaynağında torç çalışma ve hareket açısı daha da önemlidir. Hareket açısı parça kalınlığına göre azaltılıp artırılabileceği gibi torç, ortalama 75-80 derecelik açı ile ilerleme yönüne doğru eğilir. Sola kaynakta ise aynı açı, ilerleme yönünün tersine doğru yatırılarak elde edilir.

Duvarda küt ek kaynağında torç, kaynak ilerleme yönünün iş parçasına paralel kenarı ile 80-90 derecelik açı (Şekil 3.8) yapacak çalışma açısı ile tutulur.



Şekil 3.8: Yan küt ek kaynağı torç açısı

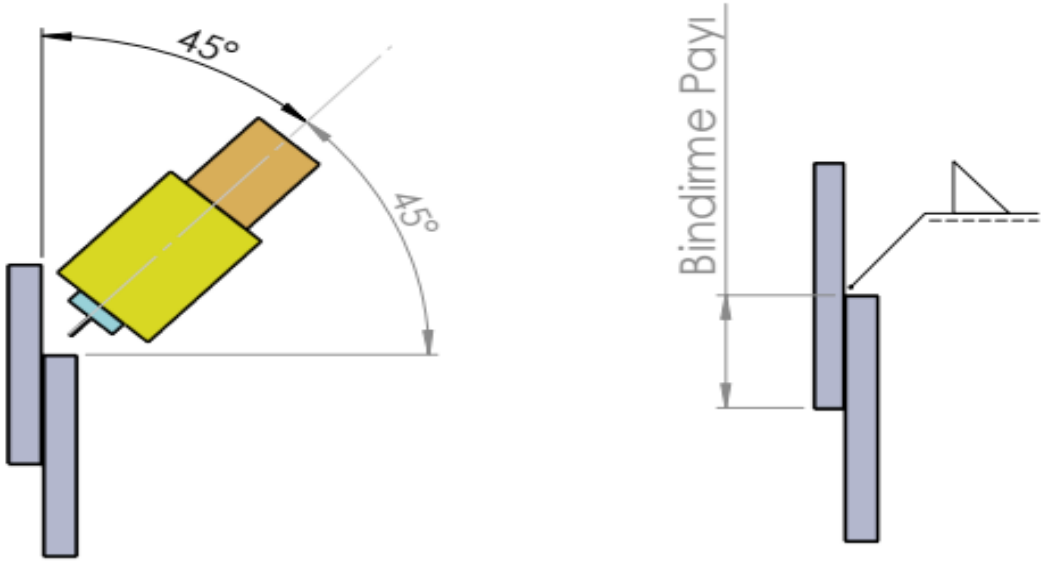
Kaynak esnasında torç açıları ve kaynak ilerleme hızı ayarlanarak elektroda dairesel hareket yaptırılır. Duvar kaynağında elektroda zikzak ve üçgen salınımlı torç (Şekil 3.9) hareketleri yaptırılabildiği gibi genellikle dairesel torç hareketi tercih edilir.



Şekil 3.9: Yan küt ek kaynağı torç hareketi

» Bindirme Kaynağı

Küt ek kaynağında torç aşağı doğru eğdirilerek çalışma açısı oluşturulur. Bindirme kaynağında ise bu açı tamamen farklıdır (Şekil 3.10) ve parça kalınlığına göre çalışma açısı artırılabilir. Dayanıklılığın ön plana çıktığı, küt ek kaynağına göre daha fazla dayanım istenen parçalara uygulanır. Bindirme kaynağı, kaynak yapılacak parçalar üst üste bindirilerek yapıldığı için duvar pozisyonunda eriyik metalin kontrolü bindirme kaynağında diğer pozisyonlara nazaran daha kolaydır. İnce parçalarda torç biraz daha aşağı eğdirilerek eriyik metalin ek yerinde kalması sağlanır. Hareket açısı ise küt ek kaynağı ile aynı olup, parça kalınlığına göre sağa ya da sola kaynak tekniği tercih edilerek kaynak ilerleme hızı ayarlanır ve torca uygun salınım hareketleri yaptırılır.



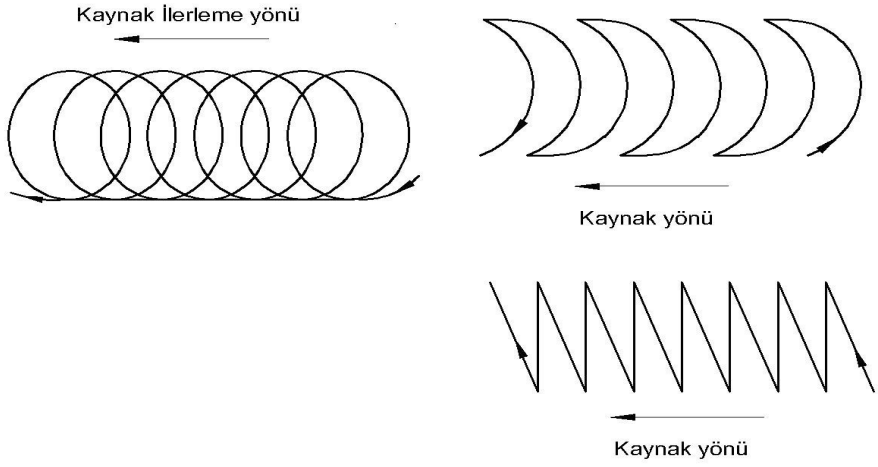
Şekil 3.10: Bindirme kaynağında torç açısı

UYARI: MIG-MAG kaynak yöntemiyle kaynak yaparken sıçrayan metal taneciklerin torç nozuluna yapışmasını önlemek için sık sık kaynak spreyi kullanınız.

» Boru Küt Ek Kaynağı

Kaynaklı birleştirmeyi başarılı bir şekilde sonuçlandırmanın en önemli faktörlerinden biri şüphesiz ki torca verilecek hareketlerdir. Boru küt ek kaynağında, kaynak torcunun kaynak yönüne doğru tutulması ve eğdirilmesi gerekir. Bunun sebebi, koruyucu gazın kaynak alanını korumasıdır.

MIG-MAG ile boru kaynağında torca ilerleme yönünde kavis, dairesel veya zikzak hareketlerinden biri verilmelidir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11: Boru küt ek kaynağı torç hareketi

Boru kaynaklarında dikkat edilecek hususlar aşağıdaki bölümde maddeler hâlinde özetlenmiştir:

- ★ Kaynatılacak borular, markalanarak doğru ölçülerde kesilmelidir.
- ★ Kesilen parçaların yüzey pürüzlülükleri ile birleştirme temas noktaları ve ara kesitleri birbirlerine alıştırılmalıdır.
- ★ Parçalar, eksen noktaları karşılıklı gelecek şekilde dört noktadan puntalanmalıdır.
- ★ Punta aralığı, borunun tüm çevresinde eşit olmalıdır.
- ★ Kaynaklama işlemine tepe noktadan başlanmalıdır.
- ★ Kaynak sırasında kaynak banyosu küçük tutulmalıdır.
- ★ Özellikle küçük çaplı boruların kaynağında düşük gerilimli akım kullanılmalıdır.
- ★ İnce et kalınlığına sahip küçük çaplı borular, sola doğru ve mümkün olduğunca kısa sürede kaynak yapılmalıdır.

Gazaltı kaynağı, diğer kaynak yöntemlerinde olduğu gibi bir cüruf tabakası oluşturmaz. Ancak kaynak sırasında sıçramalardan dolayı etrafında oluşan kaynak birikintilerinin temizlenmesi gerekir. Borunun kullanım alanı çoğunlukla belirli bir kısma girdiği için kaynak yüzeyinde oluşan bu çıkıntıların temizlenip herhangi bir soruna sebep olmaması gerekir. Borular, sıvıların iletilmesinde kullanılan bir malzemedir. Bu yüzden geçen akışkanların kaynak dikişlerine takılmaması için kaynak iç dikişlerinin temizlenmesi gerekir. Boru çapı büyük olduğunda temizleme kolaydır ancak boru çapı küçük olduğu zaman temizleme zorlaşacaktır. Boruların kaynak işlemi bittikten sonra dikiş bölgesinde oluşan tufal (oksit) tabakası tel fırça veya zımpara ile temizlenmelidir.

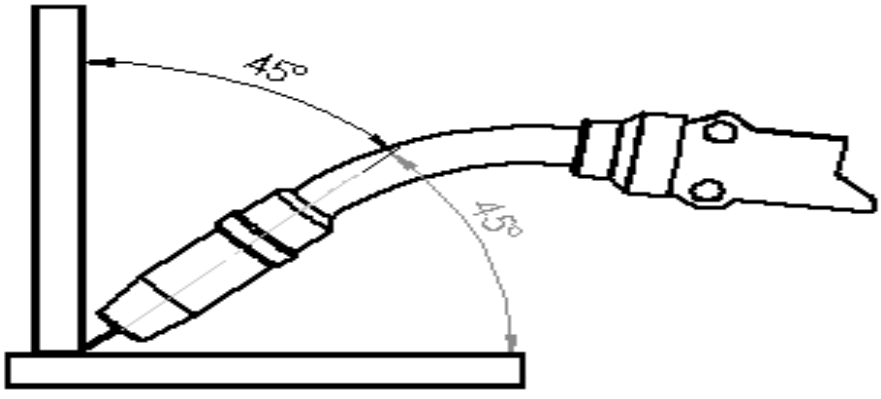
» Profil Kaynağı

Profillerin et kalınlıklarının ince olması nedeniyle amper ayarının iyi yapılması gerekir. Amper ayarının erime gücüne, kaynak dikişine ve boyutlarına, nüfuziyete etkisi diğer kaynak parametrelerine göre daha fazladır.

Amper şiddeti tel iletme hızına bağlıdır, tel iletme hızı arttıkça amper şiddeti de artacaktır. Bu yüzden ince et kalınlığına sahip parçalar, ince elektrotlarla (0,6 ila 1,2) ve kısa ark boyu oluşturularak düşük akımlı bir kaynakla birleştirilmelidir. Ayrıca kısa ark boyu ile kaynak banyosunun büyük olmaması ve hemen katılaşmaması, dik tavan konumlarında kaynak yapılmasında kolaylık sağlar.

» İç Köşe Kaynağı

İç köşe kaynağında seçilmesi gereken elektrot, kaynak yapılan yeri tek pasoda doldurabilmeli ve iç köşe kaynaklarını gerçekleştirmeye uygun hızla katılaşabilmelidir. Ayrıca pozisyonu itibarıyla kaynak anında elektrottan parçaya geçen damlacık açısından **sprey iletimi** adı verilen ark yöntemi kullanılmalıdır. İç köşe kaynağında torcun kaynak ilerleme yönüne doğru açısı mümkün olduğunca dik, yan taraftan parçaya doğru olan açısı 45 derece olmalıdır (Şekil 3.12). Bu konumda, tek paso ile yapılan kaynakta hafif geri adım yöntemi uygulanmalıdır (Görsel 3.7).



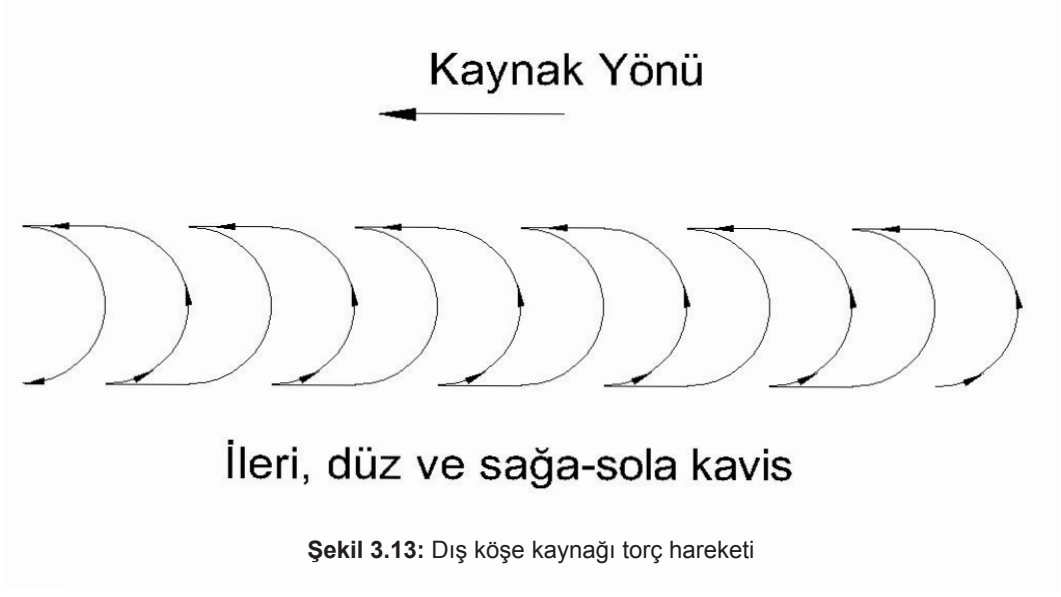
Şekil 3.12: İç köşe kaynağı torç açısı



Görsel 3.7: İç köşe kaynağı dikişi

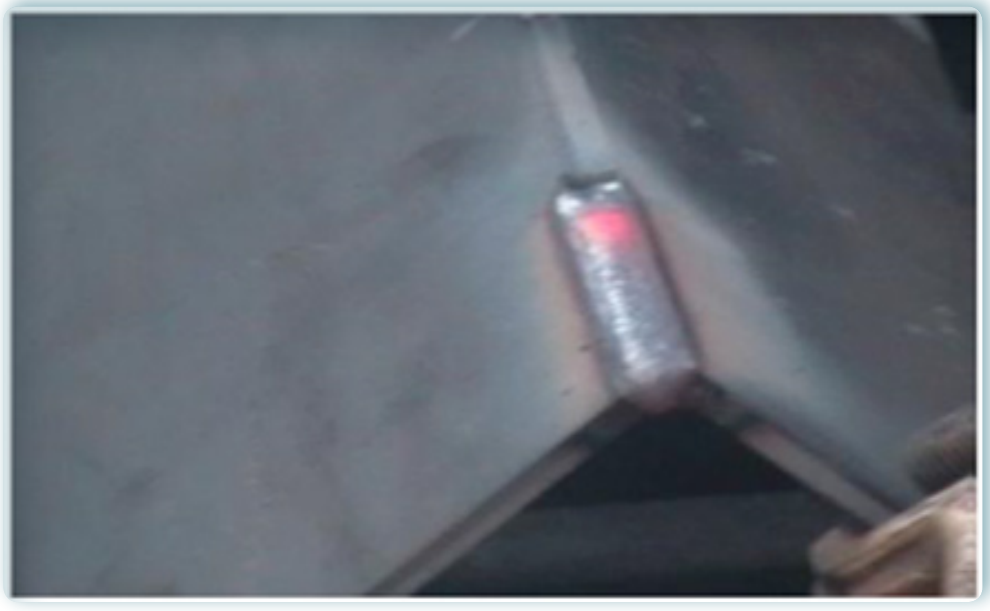
» Dış Köşe Kaynağı

Dış köşe kaynağında seçilen kaynak yöntemi, kaynak yapılan yeri tek pasoda doldurabilmeli ve dış köşe kaynaklarını gerçekleştirmeye uygun hızla katılaşabilmelidir. Dış köşe kaynağında, iç köşe kaynağında olduğu gibi amper şiddetinin çok yüksek olması gereklidir. Dış köşe kaynağında tek paso ile yapılan kaynakta hafif geri adım yöntemi uygulanmalıdır. Çok pasolu kaynak bağlantısı yapılması hâlinde ise kök pasolarda, kök aralığını doldurmak için hafif sarkaç hareketi uygulanmalıdır (Şekil 3.13). Dolgu ve ara pasolarda ise yine aynı hareket, daha geniş olarak uygulanmalıdır.



Şekil 3.13: Dış köşe kaynağı torç hareketi

İç ve dış köşe kaynaklarında kaynak ağzı açmaya gerek yoktur. Pozisyonları gereği doğal kaynak ağızlarına sahiptir (Görsel 3.8).



Görsel 3.8: Dış köşe kaynağı dikişi

UYARI: MIG-MAG kaynağında seçilecek elektrodun yapısı, kaynak yapılacak ana malzemenin yapısına benzer olmalıdır.

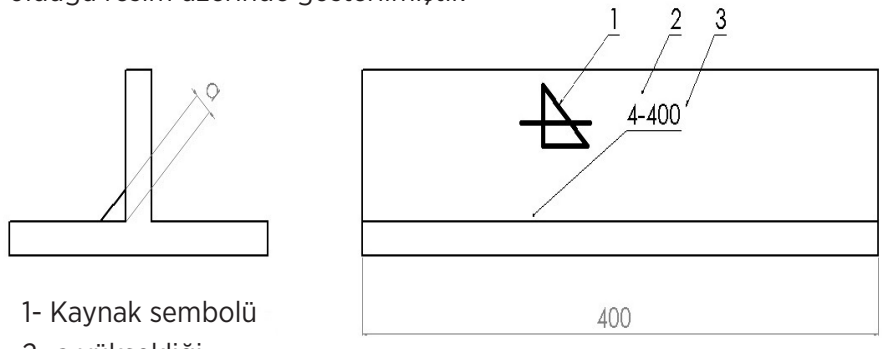
» Kaynak Sembolleri

Kaynak dikişleri kaynak ağzının şekline göre isimlendirilir. Örneğin V kaynak ağzı açılarak yapılmış kaynağa **V kaynağı** denir. Yapılan kaynaklar, resim üzerinde sembollerle gösterilir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1: Kaynak Sembolleri

İSİM	SEMBOL	KAYNAK ŞEKLİ	İSİM	SEMBOL	KAYNAK ŞEKLİ
Tek taraflı iç köşe kaynağı			Y kaynağı		
Çift taraflı köşe kaynağı			Yarım V kaynağı		
Dış köşe kaynağı			K kaynağı		
Küt ek kaynağı			Yarım Y kaynağı		
V kaynağı			U kaynağı		
X kaynağı			Çift taraflı U kaynağı		
Çift Y kaynağı			Açık V kaynağı		
Kıvrık dikiş			J kaynağı		

Kaynak sembolünün yanındaki sayısal değerler kaynak dikişinin ölçülerini ifade eder. Sembolün hemen yanındaki sayı dikiş yüksekliğini, diğer sayı ise dikiş uzunluğunu ifade eder. Aşağıdaki şekilde (Şekil 3.14) kaynağın köşe kaynağı olduğu, dikiş yüksekliğinin 4 mm ve dikiş uzunluğunun 400 mm olduğu resim üzerinde gösterilmiştir.



1- Kaynak sembolü
2- a yüksekliği
3- Dikiş uzunluğu

Şekil 3.14: Kaynak sembolleri 2

» MIG-MAG Gazaltı Kaynak Hataları (Tablo 3.2)

Tablo 3.2: MIG-MAG Kaynak Hataları

Kaynak Hataları	Olası Nedenleri	Öneriler
Gözenek	Tel çapına uygun olmayan gaz akışı veya fazla gaz akışı	Tele uygun gaz seçerek gaz akışını 10-15 litre/dk. ayarlayınız.
	Koruyucu gazın az olması	Gaz akışını 10-15 litre/dk. ayarlayınız.
	Torcun fazla eğik tutulması	Torcun açısını kontrol ediniz. Parçaları temizleyiniz.
	Parça üzerindeki kirli tabaka Gaz nozulunun çapak ile tıkanması veya kirlenmesi	Gaz nozulunu kaynak spreyi ile temizleyiniz.
	Serbest tel boyunun fazla olması	Tel boyunu 8-15 mm ayarlayınız.

» Gemi İnşa Sektöründe Özlü Telli MIG-MAG Kaynağının Üstünlükleri

- Yüksek erime hızına sahiptir.
- Her pozisyonda kaynak yapabilme imkânları vardır.
- Örtülü elektrodun bütün avantajlarına sahip olmalarıyla birlikte elektrot değiştirme zaman kaybı ve sıçrama kaybı gibi dezavantajları yoktur.
- Hızlı katılaşma (rutil veya bazik esaslı) örtü maddesi içerir.
- Gözenek ve çatlak gibi kaynak hatalarına karşı yüksek derecede güven verir.
- -40 °C'de kaynak özelliklerinden bir şey kaybetmez.
- Aynı malzeme üzerinden çift makara ile çalışabilme imkânı vardır.
- Kaynak banyosunu atmosferdeki azot ve oksijenden koruyarak verimli bir kaynak dikişi sağlar.
- Kaynak banyosunun kimyasal bileşimlerini ayarlama fırsatı vererek farklı metalürjik ve korozyonik özellikler sağlar.
- Derin nüfuziyet ve çok iyi mukavemet sağlar.
- Her türlü çelik, alüminyum ve bakır gibi metallerde kaynak verimlilikleri yüksektir.

Bütün bu üstünlükleri nedeniyle tüm dünyadaki gemi inşa sektöründe MIG-MAG kaynak yönteminin uygulanma oranı %80 düzeyindedir.

3.1. UYGULAMA

MIG-MAG Kaynak Yöntemiyle Küt Pozisyonda Gemi Borda Sacı Kaynağı

Amaç: Gemi borda sacını, MIG-MAG kaynak yöntemiyle uygun kaynak parametrelerini kullanarak küt pozisyonda kaynatmak.

Görev

Serbest ölçülerde 2 adet gemi borda sacını veya aynı alaşım ve yakın kalınlığa sahip başka bir çelik malzemeyi (Görsel 3.9) MIG-MAG kaynak yöntemiyle küt pozisyonda kaynatınız.



Görsel 3.9: Gemi borda sacı

3.1. UYGULAMA (DEVAMI)

İşlem Basamakları

1. Koruyucu iş güvenliği giysi ve ekipmanlarını giyerek diğer her türlü iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. İş parçası üzerinde ölçü alıp markalama yapınız.
3. Uygun gördüğünüz kesme makinesi ile kesme yapınız.
4. Çapak alma işlemini yapınız.
5. Kaynak ağzı açınız.
6. Koruyucu ekipmanlarınızı ve çevrenizi iş güvenliği açısından tekrar kontrol ediniz.
7. Uygun özellik ve çaptaki elektrot telini MIG-MAG kaynak makinenize yerleştiriniz.
8. Kaynak masasının veya iş parçalarının şase bağlantısını sağlayınız.
9. Atölyenizdeki havalandırma sistemlerini (aspiratör/fan vb.) çalıştırınız.
10. Kaynak makinenize enerji vererek makinenizi çalıştırınız.
11. MIG-MAG kaynak makinesinin amper ayarını, iş parçanızın kalınlığına göre ayarlayınız.
12. Koruyucu gaz basıncını ve tel hızını ayarlayınız.
13. Malzemeye ön ısıtma yapınız.
14. Puntalama ve kaynak dikişi işlemini yapınız.
15. Kaynak makinesini kapatınız.
16. Kaynak dikişini tel fırça ile fırçalayınız. Bu esnada iş parçası yakıcı olacağından parçaya doğrudan temas etmemek için dikkat ediniz.
17. Kaynak dikişini inceleyerek düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
18. Uygulama esnasında ve sonrasında israftan kaçınınız ve kullandığınız tüm malzemeleri tekrar kullanılmak üzere yerlerine (takımhane/depo) götürünüz.

Değerlendirme: MIG-MAG kaynak yöntemiyle küt pozisyonda gemi borda sacı kaynağı uygulamasında değerlendirme yapmak için 3.1. Uygulama Derecelendirme Ölçeği kullanılacaktır. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3.1. UYGULAMA DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı-Soyadı:	Öğretmenin Adı-Soyadı:
Sınıf-No:	Değerlendirme Puanı:

Yetersiz: 1 Geliştirilebilir: 2 Orta: 3 İyi: 4 Çok iyi: 5

ÖLÇÜTLER	DERECE				
	1	2	3	4	5
1. İş güvenliği tedbirlerini eksiksiz aldı.					
2. Ölçüyü doğru aldı.					
3. Markalamayı doğru yaptı.					
4. Kesimi doğru yaptı.					
5. Kaynak ağzını açtı.					
6. Uygun elektrot telini seçti.					
7. Amper değerini doğru ayarladı.					
8. Gaz basıncını doğru ayarladı.					
9. Tel hızını doğru ayarladı.					
10. Kaynağı doğru yaptı.					
ÖLÇEK PUANI					

Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Tablodan alınabilecek en yüksek puan, her bir ölçüt için 5 puandır. Tabloda toplam 10 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek ölçek puanı 10 X 5 = 50'dir.

DEĞERLENDİRME PUANI = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek en yüksek ölçek puanı]

Değerlendirme: Bu ölçekten 100 üzerinden 70 ve üzeri puan almanız, başarılı bir performans gösterdiğiniz anlamına gelmektedir. 69 veya altında puan almışsanız ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

3.2. UYGULAMA

MIG-MAG Kaynak Yöntemiyle İç Köşe Kaynağı Yapma

Amaç: MIG-MAG kaynak yöntemiyle uygun kaynak parametrelerini kullanarak iç köşe kaynağı yapmak.

Görev

Gemi sacları (Görsel 3.10), 4 mm ile 100 mm kalınlıklarında olabilir. Belli standartlara göre üretilen gemi sacları kalitelerine göre A, B, D, E grade olarak sınıflandırılır. Burada A en üst kalite, E ise en düşük kalitedir. İstediğiniz ölçüde ve kalınlıkta gemi sacını aşağıdaki görselde görüldüğü gibi üçgen braket şeklinde kesiniz, yataydaki başka bir gemi sacına dik bir şekilde konumlandırınız ve MIG-MAG kaynak yöntemiyle iç köşe kaynağı yapınız.



Görsel 3.10: Gemi sacı (4 mm)

İşlem Basamakları

1. Koruyucu iş güvenliği giysi ve ekipmanlarını giyerek diğer her türlü iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. İş parçası üzerinde ölçü alıp markalama yapınız.
3. Uygun gördüğünüz kesme makinesi ile kesme yapınız.
4. Çapak alma işlemini yapınız.
5. Koruyucu ekipmanlarınızı ve çevrenizi iş güvenliği açısından tekrar kontrol ediniz.
6. Uygun özellik ve çaptaki elektrot telini MIG-MAG kaynak makinenize yerleştiriniz.
7. Kaynak masasının veya iş parçalarının şase bağlantısını sağlayınız.
8. Atölyenizdeki havalandırma sistemlerini (aspiratör/fan vb.) çalıştırınız.
9. Kaynak makinenize enerji vererek makinenizi çalıştırınız.
10. MIG-MAG kaynak makinesinin amper ayarını, iş parçanızın kalınlığına göre ayarlayınız.
11. Koruyucu gaz basıncını ve tel hızını ayarlayınız.
12. Malzemeye ön ısıtma yapınız.
13. Puntalama ve kaynak dikişi işlemini yapınız.
14. Kaynak makinesini kapatınız.

3.2. UYGULAMA (DEVAMI)

15. Kaynak dikişini tel fırça ile fırçalayınız. Bu esnada iş parçası yakıcı olacağından doğrudan temas etmemek için dikkat ediniz.

16. Kaynak dikişini inceleyerek düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

17. Uygulama esnasında ve sonrasında israftan kaçınınız ve kullandığınız tüm malzemeleri tekrar kullanılmak üzere yerlerine (takımhane/depo) götürünüz.

Değerlendirme: MIG-MAG kaynak yöntemiyle iç köşe kaynağı yapma uygulamasında değerlendirme yapmak için 3.2. Uygulama Derecelendirme Ölçeği kullanılacaktır. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3.2. UYGULAMA DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı-Soyadı:	Öğretmenin Adı-Soyadı:
Sınıf-No:	Değerlendirme Puanı:

Yetersiz: 1 Geliştirilebilir: 2 Orta: 3 İyi: 4 Çok iyi: 5

ÖLÇÜTLER	DERECE				
	1	2	3	4	5
1. İş güvenliği tedbirlerini eksiksiz aldı.					
2. Ölçüyü doğru aldı.					
3. Markalamayı doğru yaptı.					
4. Kesimi doğru yaptı.					
5. Çapakları eksiksiz temizledi.					
6. Uygun elektrot telini seçti.					
7. Amper değerini doğru ayarladı.					
8. Gaz basıncını doğru ayarladı.					
9. Tel hızını doğru ayarladı.					
10. Kaynağı doğru yaptı.					
ÖLÇEK PUANI					

Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Tablodan alınabilecek en yüksek puan, her bir ölçüt için 5 puandır. Tabloda toplam 10 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek ölçek puanı 10 X 5 = 50'dir.

DEĞERLENDİRME PUANI = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek en yüksek ölçek puanı]

Değerlendirme: Bu ölçekten 100 üzerinden 70 ve üzeri puan almanız, başarılı bir performans gösterdiğiniz anlamına gelmektedir. 69 veya altında puan almışsanız ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

3.3. UYGULAMA

MIG-MAG Kaynak Yöntemiyle Çelik Boruların Kaynağı

Amaç: MIG-MAG kaynak uygulamasıyla uygun kaynak parametrelerini kullanarak boru birleştirme kaynağı yapmak.

Görev

Atölyenizde bulunan çelik boruları istediğiniz ölçülerde keserek MIG-MAG kaynak yöntemiyle aşağıdaki görseldeki gibi (Görsel 3.11) birleştiriniz.



Görsel 3.11: Çelik borular

İşlem Basamakları

1. Koruyucu iş güvenliği giysi ve ekipmanlarını giyerek diğer her türlü iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. İş parçası üzerinde ölçü alıp markalama yapınız.
3. Uygun gördüğünüz kesme makinesi ile kesme yapınız.
4. Çapak alma işlemini yapınız.
5. Koruyucu ekipmanlarınızı ve çevrenizi iş güvenliği açısından tekrar kontrol ediniz.
6. Uygun özellik ve çaptaki elektrot telini MIG-MAG kaynak makinenize yerleştiriniz.
7. Kaynak masasının veya iş parçalarının şase bağlantısını sağlayınız.
8. Atölyenizdeki havalandırma sistemlerini (aspiratör/fan vb.) çalıştırınız.
9. Kaynak makinenize enerji vererek makinenizi çalıştırınız.
10. MIG-MAG kaynak makinesinin amper ayarını, iş parçanızın kalınlığına göre ayarlayınız.
11. Koruyucu gaz basıncını ve tel hızını ayarlayınız.
12. Puntalama ve kaynak dikişi işlemini yapınız.
13. Kaynak makinesini kapatınız.

3.3. UYGULAMA (DEVAMI)

14. Kaynak dikişini tel fırça ile fırçalayınız. Bu esnada iş parçası yakıcı olacağından doğrudan temas etmemek için dikkat ediniz.

15. Kaynak dikişini inceleyerek düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

16. Uygulama esnasında ve sonrasında israftan kaçınınız ve kullandığınız tüm malzemeleri tekrar kullanılmak üzere yerlerine (takımhane/depo) götürünüz.

Değerlendirme: MIG-MAG kaynak yöntemiyle çelik boruların kaynağı uygulamasında değerlendirme yapmak için 3.3. Uygulama Derecelendirme Ölçeği kullanılacaktır. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3.3. UYGULAMA DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı-Soyadı:	Öğretmenin Adı-Soyadı:
Sınıf-No:	Değerlendirme Puanı:

Yetersiz: 1 Geliştirilebilir: 2 Orta: 3 İyi: 4 Çok iyi: 5

ÖLÇÜTLER	DERECE				
	1	2	3	4	5
1. İş güvenliği tedbirlerini eksiksiz aldı.					
2. Ölçüyü doğru aldı.					
3. Markalamayı doğru yaptı.					
4. Kesimi doğru yaptı.					
5. Çapakları eksiksiz temizledi.					
6. Uygun elektrot telini seçti.					
7. Amper değerini doğru ayarladı.					
8. Gaz basıncını doğru ayarladı.					
9. Tel hızını doğru ayarladı.					
10. Kaynak dikişini doğru yaptı.					
ÖLÇEK PUANI					

Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Tablodan alınabilecek en yüksek puan, her bir ölçüt için 5 puandır. Tabloda toplam 10 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek ölçek puanı 10 X 5 = 50'dir.

DEĞERLENDİRME PUANI = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek en yüksek ölçek puanı]

Değerlendirme: Bu ölçekten 100 üzerinden 70 ve üzeri puan almanız, başarılı bir performans gösterdiğiniz anlamına gelmektedir. 69 veya altında puan almışsanız ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

3.4. UYGULAMA

MIG-MAG Kaynak Yöntemiyle Bakır Alaşımlarının Kaynağı

Amaç: MIG kaynak yöntemiyle uygun kaynak parametrelerini kullanarak bakır alaşımlarının kaynağını yapmak.

Görev

Gemi pervaneleri; çelik, kompozit, alüminyum alaşımları ve bakır alaşımları (Görsel 3.12) gibi malzemelerden imal edilir. Kavitasyon (soğuk kaynama) adı verilen olay kısaca düşük basınç altında, düşük kaynama ve buharlaşmaya maruz kalan su damlacıklarının daha yüksek basınç noktasında patlamasıdır. Gemi pervanelerinin yüzeylerinde patlayan bu su kabarcıkları, pervane yüzeylerinde korozyon oluşturur. Bakır alaşımlı bir gemi pervanesini (veya benzer yapıda başka iki adet bakır alaşımı metalini) MIG kaynak yöntemiyle kaynatınız.



Görsel 3.12: Bakır alaşımlı gemi pervanesi

İşlem Basamakları

1. Koruyucu iş güvenliği giysi ve ekipmanlarını giyerek diğer her türlü iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. İş parçası üzerinde ölçü alıp markalama yapınız.
3. Uygun gördüğünüz kesme makinesi ile kesme yapınız.
4. Eğe veya zımpara taşı ile çapak alma işlemini yapınız.
5. Koruyucu ekipmanlarınızı ve çevrenizi iş güvenliği açısından tekrar kontrol ediniz.
6. Uygun özellik ve çaptaki elektrot telini makinenize yerleştiriniz.
7. Kaynak masasının veya iş parçalarının şase bağlantısını sağlayınız.
8. Atölyenizdeki havalandırma sistemlerini (aspiratör/fan vb.) çalıştırınız.
9. Kaynak makinenize enerji vererek makinenizi çalıştırınız.
10. Kaynak makinesinin amper ayarını ayarlayınız.
11. Kaynak makinenizin gaz basıncını ayarlayınız.
12. Kaynak makinenizin tel hızını ayarlayınız.

3.4. UYGULAMA (DEVAMI)

13. Uygun açı ve doğru torç hareketiyle kaynak dikişi çekiniz.

14. Kaynak dikişini tel fırça ile fırçalayınız. Bu esnada iş parçası yakıcı olacağından doğrudan temas etmemek için dikkat ediniz.

15. Uygulama esnasında ve sonrasında israftan kaçınınız ve kullandığınız tüm malzemeleri tekrar kullanılmak üzere yerlerine (takımhane/depo) götürünüz.

Değerlendirme: MIG-MAG kaynak yöntemiyle bakır alaşımlarının kaynağı uygulamasında değerlendirme yapmak için 3.4. Uygulama Derecelendirme Ölçeği kullanılacaktır. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3.4. UYGULAMA DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı-Soyadı:	Öğretmenin Adı-Soyadı:
Sınıf-No:	Değerlendirme Puanı:

Yetersiz: 1 Geliştirilebilir: 2 Orta: 3 İyi: 4 Çok iyi: 5

ÖLÇÜTLER	DERECE				
	1	2	3	4	5
1. İş güvenliği tedbirlerini eksiksiz aldı.					
2. Ölçüyü doğru aldı.					
3. Markalamayı doğru yaptı.					
4. Kesimi doğru yaptı.					
5. Çapakları eksiksiz temizledi.					
6. Uygun elektrot telini seçti.					
7. Amper değerini doğru ayarladı.					
8. Gaz basıncını doğru ayarladı.					
9. Tel hızını doğru ayarladı.					
10. Kaynak dikişini doğru çekti.					
ÖLÇEK PUANI					

Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Tablodan alınabilecek en yüksek puan, her bir ölçüt için 5 puandır. Tabloda toplam 10 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek ölçek puanı 10 X 5 = 50'dir.

DEĞERLENDİRME PUANI = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek en yüksek ölçek puanı]

Değerlendirme: Bu ölçekten 100 üzerinden 70 ve üzeri puan almanız, başarılı bir performans gösterdiğiniz anlamına gelmektedir. 69 veya altında puan almışsanız ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

3.5. UYGULAMA

MIG-MAG Kaynak Yöntemiyle Gemi Borda Saclarına Sıralı Sürekli Kaynak

Amaç: MIG-MAG kaynak yöntemiyle uygun kaynak parametrelerini kullanarak gemi saclarına sıralı sürekli kaynak dikişi çekmek.

Görev

Bir kaynak uygulaması anında veya sonrasında kaynak dikişinin hemen etrafındaki ısı etkisiyle kristal yapısı değişmiş bölgeye **ITAB** (ısı tesiri altında kalan bölge) veya **HAZ** [heat affected zone (hit afektıd zon)] **bölgesi** denir. Bu bölgede malzemenin kristal yapısı değiştiğinden bu bölge, mümkün olduğunca kaynatılmamalıdır. Gemi sacı özellikleri taşıyan bir sac levhaya aşağıdaki görseldeki (Görsel 3.13) gibi MIG-MAG kaynak uygulamasıyla sıralı sürekli kaynak dikişi çekiniz. Bir sonraki dikişinizin ITAB bölgesinde olmamasına dikkat ediniz.



Görsel 3.13: Gemi sacında sıralı süreli kaynak

İşlem Basamakları

1. Koruyucu iş güvenliği giysi ve ekipmanlarını giyerek diğer her türlü iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. İş parçası üzerinde ölçü alıp markalama yapınız.
3. Uygun gördüğünüz kesme makinesi ile kesme yapınız.
4. Eğe veya zımpara taşı ile çapak alma işlemini yapınız.
5. Koruyucu ekipmanlarınızı ve çevrenizi iş güvenliği açısından tekrar kontrol ediniz.
6. Uygun özellik ve çaptaki elektrot telini makinenize yerleştiriniz.
7. Kaynak masasının veya iş parçalarının şase bağlantısını sağlayınız.
8. Atölyenizdeki havalandırma sistemlerini (aspiratör/fan vb.) çalıştırınız.
9. Kaynak makinenize enerji vererek makinenizi çalıştırınız.
10. Kaynak makinenizin amper ayarını ayarlayınız.
11. Kaynak makinenizin gaz basıncını ayarlayınız.
12. Kaynak makinenizin tel hızını ayarlayınız.

3.5. UYGULAMA (DEVAMI)

13. Uygun açı ve doğru torç hareketiyle kaynak dikişi çekiniz.

14. Kaynak dikişini tel fırça ile fırçalayınız. Bu esnada iş parçası yakıcı olacağından doğrudan temas etmemek için dikkat ediniz.

15. Uygulama esnasında ve sonrasında israftan kaçınınız ve kullandığınız tüm malzemeleri tekrar kullanılmak üzere yerlerine (takımhane/depo) götürünüz.

Değerlendirme: MIG-MAG kaynak yöntemiyle gemi borda saclarına sıralı sürekli kaynak uygulamasında değerlendirme yapmak için 3.5. Uygulama Derecelendirme Ölçeği kullanılacaktır. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3.5. UYGULAMA DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ						
Öğrencinin Adı-Soyadı:			Öğretmenin Adı-Soyadı:			
Sınıf-No:			Değerlendirme Puanı:			
Yetersiz: 1	**Geliştirilebilir: 2**	**Orta: 3**	**İyi: 4**	**Çok iyi: 5**		
ÖLÇÜTLER			**DERECE**			
			1	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş güvenliği tedbirlerini eksiksiz aldı.							
2. Ölçüyü doğru aldı.							
3. Markalamayı doğru yaptı.							
4. Kesimi doğru yaptı.							
5. Çapakları eksiksiz temizledi.							
6. Uygun elektrot telini seçti.							
7. Amper değerini doğru ayarladı.							
8. Gaz basıncını doğru ayarladı.							
9. Tel hızını doğru ayarladı.							
10. Kaynak dikişini doğru çekti.							
ÖLÇEK PUANI							
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Tablodan alınabilecek en yüksek puan, her bir ölçüt için 5 puandır. Tabloda toplam 10 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek ölçek puanı 10 X 5 = 50'dir. **DEĞERLENDİRME PUANI = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek en yüksek ölçek puanı]**							
Değerlendirme: Bu ölçekten 100 üzerinden 70 ve üzeri puan almanız, başarılı bir performans gösterdiğiniz anlamına gelmektedir. 69 veya altında puan almışsanız ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.							



4. ÖĞRENME BİRİMİ

OKSI-GAZ KAYNAĞI

KONULAR

4.1. OKSİ-GAZ KAYNAK ÜFLEÇLERİ
4.2. OKSİ-GAZ KAYNAĞINDA GAZ BASINÇLARI
4.3. OKSİ-GAZ KAYNAĞINDA KAYNAK DİKİŞİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ ?

★ Uygun üfleç (hamlaç) seçme
★ Doğru gaz basıncı ayarını yapma
★ Uygun pozisyon ve açıyla telli ve telsiz kaynak dikişini çekme

ANAHTAR KAVRAMLAR

Asetilen
Gaz
Oksijen
Tel
Tüp
Üfleç

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Sizce hangi tür malzemeler oksi-gaz yöntemiyle kaynatılmaktadır?
2. Sizce oksi-gaz kaynak yönteminin iş güvenliği ile ilgili riskleri nelerdir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

BİLGİ KÜPÜ

Asetilen gazı; sarımsak kokulu, havadan hafif, şiddetli yanıcı ve patlayıcı bir gazdır.

4. OKSİ-GAZ KAYNAĞI

Kaynak için gerekli ısının biri yanıcı, diğeri yakıcı olan iki ayrı gazın yakılmasıyla oluşan alevden faydalanılarak yapılan kaynağa **gaz eritme kaynağı** adı verilir. Yakıcı gaz olarak genellikle oksijen kullanılır. Yanıcı gaz olarak ise genellikle asetilen gazı kullanıldığı gibi aşağıdaki gazlar da kullanılmaktadır:

- ★ Asetilen (C_2H_2)
- ★ Hidrojen (H_2)
- ★ Metan (CH_4)
- ★ Propan (C_3H_8)
- ★ Bütan (C_4H_{10})
- ★ Propan-bütan karışımı (C_3H_8-C_4H_{10})
- ★ Hava gazı
- ★ Benzin ve benzol buharı

Çoğunlukla oksijen ve asetilen gazları kullanıldığı için bu kaynak yöntemine **oksi-asetilen kaynak yöntemi** de denir.

Oksi-Gaz Kaynak Elemanları

- Oksijen tüpü
- Asetilen tüpü
- Manometre
- Hortumlar
- Üfleçler
- Sulu ve kuru güvenlik elemanları

Oksi-gaz kaynağında sıkça karşılaşılan sorunlardan biri **geri tepme** adı verilen, alevin üfleç ucunda ya da hortum içerisinde oluşmasıdır. Geri tepme, önlenmediği takdirde kazalara yol açabilir. Önlenmesi sulu ve kuru güvenlik araçları sayesinde gerçekleşir. Geri tepmenin fark edilmesi durumunda derhâl üfleç üzerindeki oksijen ve asetilen muslukları kapatılarak yanma için gerekli ortam engellenmelidir.

Sulu ve kuru güvenlik araçları, bu amaca hizmet etmek için kaynak donanımına mutlaka eklenmelidir. Güvenlik araçlarından en önemlisi sulu güvenliktir. Adından da anlaşılacağı gibi gazın su dolu bir kaptan geçirilmesi prensibiyle çalışır. Geri tepme anında geri dönen alev, tüp ya da kazana ulaşamadan su içerisinde söner. Sulu güvenliklerin içindeki su seviyesi, her çalışma öncesinde kontrol edilmelidir. Kuru güvenlik (Görsel 4.1) içinde bulunan sinter metal, geri tepme sonucunda gözeneklerini kapatır. Bu özelliği ile alevin asetilen kaynağına geçişine izin vermezken asetilen geçişini de durdurur. Bu tip güvenlikler belli periyotlarda değiştirilmelidir.



Görsel 4.1: Kuru güvenlik elemanları

Asetilen Gazı (C2H2)

Karpitin su ile teması sonucu veya metan gazının ısıtılarak ayrıştırılmasıyla elde edilen bir gazdır (Görsel 4.2).

Asetilen gazı havadan hafiftir. Asetilen, içerisindeki fosforlu hidrojen sebebiyle sarımsak kokusuna benzer bir kokuya sahiptir. Atmosferik basınçta 80 °C'de sıvı ve -83 °C'de katı hâle geçer. Hava ve oksijenle çok tehlikeli karışımlar meydana getirir ve bu karışımların patlaması, büyük zararlara yol açar. 1,5 atmosferden daha yüksek bir basınçla sıkıştırıldığı ve sıcaklığı da arttığı zaman, kendisini oluşturan karbon ve hidrojene ayrılır. Asetilen gazı için basınç ve sıcaklık bakımından kabul edilen sınırlar, 1,5 atmosferde 60 °C'dir. Asetilen üretiminde kullanılan karpit (CaC2), ark fırınlarında kireç taşı ile kok kömürünün arasındaki reaksiyon sonucunda elde edilir. Günümüzde daha çok güvenli tüpler içinde depolanmış hazır asetilen gazları tercih edilir.



Görsel 4.2: Asetilen gaz tüpü

Tüp içindeki hazır asetilenin karpitten elde edilen asetilen gazına kıyasla pek çok üstün tarafı da vardır. Bu üstünlükleri şöyle sıralanabilir:

a) Tüp asetileni temizdir.

b) Tüp asetileni her türlü hava şartlarında ve her yerde kullanılabilir.

c) Tüp asetileni kısa bir süre kullanılacak bile olsa gazın alınması kolaydır.

ç) Tüp asetileni kolayca taşınabilir.

d) Tüp asetileni kazalara karşı geniş ölçüde emniyetlidir.

e) Kireç çamuru gibi artıkların atılması meselesi, tüp asetileninde söz konusu değildir.

Oksijen Gazı

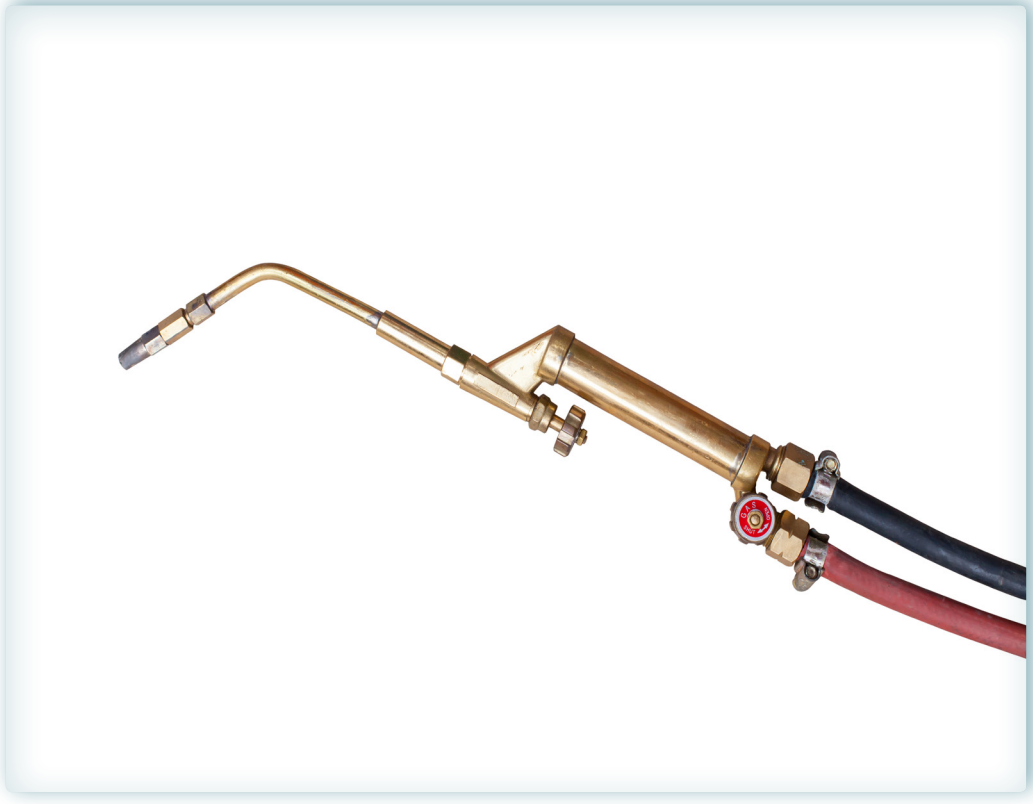
Endüstride kullanılan oksijen gazı, depolanmada ve nakliyede kolaylık sağlanması için sıvı hâle getirilerek depolanır. Gaz hâlindeki oksijen kokusuz, tatsız ve renksiz olup kendisi yanmaz fakat bütün yanmalarda mutlaka bulunması gereken bir gazdır. Sıvı oksijen mavimsi renktedir ve -183 °C'de buharlaşır. Kaynak tekniğinde kullanılan oksijen gazları 20 litrelik (Görsel 4.3) veya 40 litrelik tüplerde bulunur. Oksijenin daha yüksek basınçlarda sıkıştırılması, tüp imalatında kullanılan malzemeye bağlıdır.



Görsel 4.3: Oksijen gaz tüpü

4.1. OKSİ-GAZ KAYNAK ÜFLEÇLERİ

Kaynak üfleçleri, yakıcı ve yanıcı gazların karıştırılarak kaynak alevini oluşturduğu araçlardır (Görsel 4.4). Üfleçler üzerindeki vanalar yardımıyla gaz karışım oranları ve hızlarının ayarlanması mümkün olmaktadır. Bir üflecin litre cinsinden bir saatte verdiği asetilen miktarı, o üflecin gücü olarak kabul edilmektedir. Her üflecin gücü yazılıdır. Normal kaynak üfleçleri tek alevlidir. Ayrıca çift alevli üfleçler de vardır. Çift alevli üflecin öndeki alevi, parçayı ön tavlamaya tabi tutar; arkadaki alevi ise kaynak yapma işleminde kullanılır.



Görsel 4.4: Oksi-gaz üfleci

Gaz karışımının oluşturulma biçimine göre dört tip kaynak üfleci vardır:

a) Enjektörlü (emme tipli) kaynak üfleçleri: Bu tür üfleçlerde yüksek basınç altında gelen oksijen gazı (2,5 atm.), asetilen gazını emer. Enjektörlü üfleçler, alçak ve yüksek basınçlı asetilen işlemlerinde kullanılır. Kaynak yapılacak levha kalınlığına göre kullanılacak üfleç de değişir.

Hangi levha kalınlığında, hangi üflecin kullanılacağı üfleç üzerindeki numaralardan belirlenir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: Malzeme Kalınlıklarına Göre Üfleç Numaraları

Üfleç No.	Parça Kalınlığı
0,3-0,5	0,3-0,5 mm arası
0,5-1	0,5-1 mm arası
1-2	1-2 mm arası
2-4	2-4 mm arası
4-6	4-6 mm arası
6-9	6-9 mm arası
9-14	9-14 mm arası
14-20	14-20 mm arası
20-30	20-30 mm arası

b) Enjektörsüz (basınçlı tip) kaynak üfleçleri: Oksijen ve asetilenin, işletmelerde verilen çeşitli basınçlarda üflece sevk edildiği üfleç tipidir. Bu tip üfleçlerde emme yoktur ve bu üfleçler, yüksek basınç işletmelerinde kullanılır.

c) Eşit basınçlı kaynak üfleçleri: Asetilen ve oksijenin basıncının üfleç hortumuna gelmeden önce özel bir basınç düşürücü tarafından eşit basınca düşürüldüğü üfleçlerdir. Bu tür üfleçlerde de bir emme yoktur ve bu üfleçler, yüksek basınç işlemlerinde kullanılır.

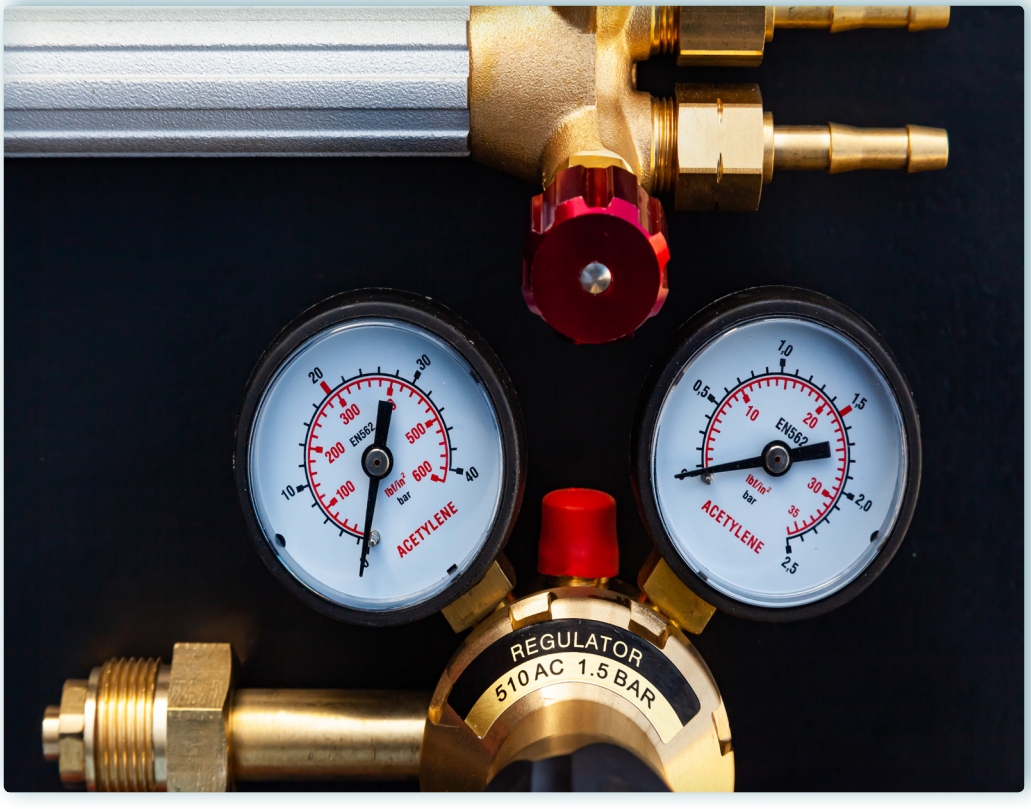
ç) Dış karışımlı kaynak üfleçleri: Bu tür üfleçlerde asetilen ve oksijen, üflecin ağzından çıktıktan sonra karışır. Bundan dolayı üflecin ucunda serbest olarak dalgalanan bir alev meydana gelir. Dış karışımlı üfleçler, yalnız tavlama üfleci olarak kullanılır.

Üfleçler gayet hassas aletlerdir, bu nedenle üfleçlerin kullanımında dikkatli olmak gerekir. Üfleç ağızlarının takılıp çıkarılmasında, ara somunlarının zedelenmemesine dikkat edilmelidir. Isınan üfleçler, suya batırılarak soğutulmalı ve kirlenen ağızlar mutlaka temizlenmelidir. Enjektörlü üfleçlerin gazı iyi emip emmediği daima kontrol edilmelidir. Yanıcı ve yakıcı gazın üflece sevk edilmesinde özel hortumlar kullanılır. Kalın cidarlı olan bu hortumlardan oksijen hortumları 40 ve asetilen hortumları ise 20 atmosferlik basınçlarla kontrol edilir. Hortum bağlantılarının sızdırmazlığı, sık sık kontrol edilmelidir.

4.2. OKSİ-GAZ KAYNAĞINDA GAZ BASINÇLARI

Tüpün basıncının (150 veya 200 atmosfer) kaynak için gerekli alevin meydana getirildiği üfleçteki kullanma basıncına düşürülmesinde "basınç düşürme manometrelerinden" faydalanılır. Manometreler tek veya iki kademeli olabilir. İki kademeli manometrelerde basınç önce 20 atmosfere, daha sonra da kullanma basıncına düşer. Basınç düşürücü regülatörler üzerinde iki tane manometre bulunur. Bunlardan tüpe yakın olan manometre tüpün basıncını, diğeri ise üfleçteki kullanma basıncını gösterir (Görsel 4.5).

Manometre bağlanmadan önce tüp valfi biraz açılıp kapatılarak rakor boşluğunda bulunan toz, su gibi atıklar dışarı atılmalıdır. Basınç ayar vidası gevşetilmeden tüp valfi açılmamalıdır. Tüp sabitleneceği yere bağlanmadan manometre tüpe bağlanmamalıdır. Oksijen tüp ventili, saat ibresinin ters yönünde (sağdan sola) 1/4 devir yaptırılarak açılmalıdır. Bu zamanda birinci manometreye oksijen gelir ve tüp basıncını gösterir. Basınç düşürücü üzerindeki kapatma vanası açılarak üflece oksijen gazı gönderilir. Basınç ayar vidası yavaş yavaş sıkıştırılarak çalışma basıncı ayarlanır. Aynı işlemler asetilen tüpüne de uygulanır. Kaynağa kısa ara vermelerde manometre üzerindeki gaz musluğu kapatılır. Uzun süre ara verileceği zaman ise tüp ventili kapatılmalıdır. Tüp ventili kapatıldıktan sonra çalışma basıncı ayar vidası ve üfleç üzerindeki gaz vanaları açılarak, sistem içindeki gaz dışarı atılıp basınç sıfırlanmalıdır. İşlem sonunda tüp vanaları kapatılır ve üfleç vanaları açılır. Her iki manometre göstergesi sıfıra düşünceye kadar beklenir. Ayarlama vidası açılarak diyafram üzerindeki yay basıncı yok edilir. En sonunda ise basınç düşürücü üzerindeki kapatma vanası ve üfleç vanası kapatılır.



Görsel 4.5: Regülatör ve manometreler

» **Kaynak alevi:** Oksi-gaz kaynağında yanıcı ve yakıcı gaz karışımının yanmasıyla oluşan aleve **kaynak alevi** denir. Kaynak alevi üç kısımdan oluşur:

- **Çekirdek bölgesi:** Bu bölge alev çekirdeğinin olduğu kısımdır.
- **Kaynak bölgesi:** Sıcaklığın en yüksek olduğu bölgedir. Çekirdek bölgesinin 5 mm uzağına karşılık gelen ve en yüksek sıcaklığın olduğu bölgedir.
- **Alev bölgesi:** Çekirdek ve kaynak bölgesinin dışında kalan bölgedir.

Oksijen ve asetilen gazlarının çıkış miktarları ve basınçlarına göre oksi-gaz alevi üç çeşittir:

a) Karbonlayıcı (Karbürleyici) alev (asetileni fazla ve yumuşak alev): Asetilen miktarının oksijen miktarına göre daha fazla olduğu alev türüdür. Dökme demir, alüminyum ve alaşımları, nikelli alaşımlar, krom karbür ve yüksek karbonlu çelikler bu alev ile kaynatılır. Bu alevde çekirdek dağınıktır (Görsel 4.6).



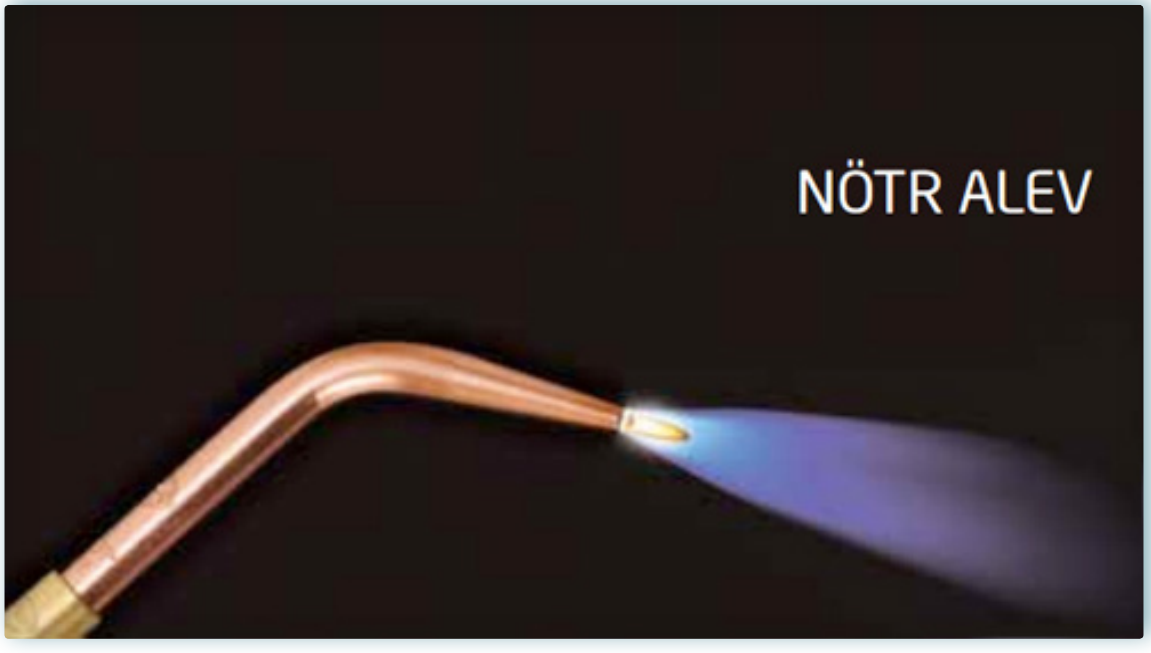
Görsel 4.6: Karbürleyici alev

b) Oksitleyici alev (oksijeni fazla ve sert alev): Oksijen miktarının asetilen miktarına göre daha fazla olduğu alev türüdür. Pirinç ve yapısında gümüş bulunan pirinçlerin kaynağında ayrıca tavlama, doğrultma ve sertleştirme işlerinde kullanılır. Bu alevde çekirdek küçüktür ve tiz seslidir (Görsel 4.7).



Görsel 4.7: Oksitleyici alev

c) Normal (nötr) alev: Asetilen ve oksijen gaz miktarlarının eşit olduğu alev türüdür. Bakır, bronz, kurşun, çinko ve çelikler bu alev ile kaynatılır. Bu alevde çekirdek, tok ve açıktır (Görsel 4.8).



Görsel 4.8: Normal alev

Üflecin Yakılması ve Söndürülmesi

Kaynak alevini elde etmek için önce üfleçteki oksijen vanası, daha sonra asetilen vanası açılır. Zaman kaybedilmeden çakmak yardımıyla karışımın alev alması sağlanmalıdır. Üflecin söndürülmesinde ise öncelikli olarak yanıcı gaz (asetilen) vanası kapatılmalı, daha sonra da oksijen vanası kapatılmalıdır. Normal alev oluşturmak için oksijen ve asetilen gaz musluklarından ayar yapılmalı ve çekirdeğin tek ve açık renkli oluşması sağlanmalıdır.

Oksi-Gaz Kaynağında Alınacak Güvenlik Önlemleri

- Kaynak sırasında etrafa kıvılcım sıçrayacağından kaynak bölgesinde yanıcı ve parlayıcı madde bulunmamalıdır.
- İçerisine yakıt veya yanıcı maddeler konulup boşaltılmış araçların kaynağı, gerekli önlemler alındıktan sonra yapılmalıdır.
- Hortumlar, sıcak parçalardan ve sıçrayan kıvılcımlardan korunmalıdır.
- Üfleç gerektiğinde kapatılmalıdır.
- Kaynak anında mutlaka gözlük kullanılmalıdır.
- Yanmalara karşı iş elbiseleri, deri önlük, tozluk, eldiven ve kolluklar kullanılmalıdır.
- Kaynak masası üzerinde sıcak parça bırakılmamalıdır.
- Kaynağa başlanmadan önce sulu ve kuru güvenlik sistemleri kontrol edilmelidir.
- Gaz tüpleri, kaynak bölgesinden olabildiğince uzakta tutulmalıdır.
- Tüp basınçları sık sık kontrol edilmelidir.

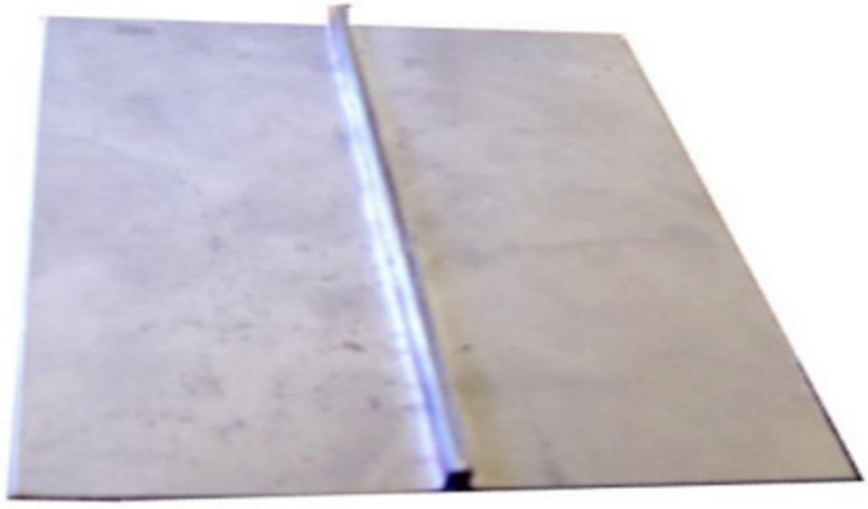
4.3. OKSİ-GAZ KAYNAĞINDA KAYNAK DİKİŞİ

Oksi-gaz kaynağında ilave metal teli kullanılıp kullanılmadığı esasına göre iki türlü kaynak dikişi vardır. Bunlar telsiz ve telli dikişlerdir.

4.3.1. Telsiz Kaynak Dikişi

Telsiz dikiş, adından da anlaşılacağı üzere ek kaynak teli kullanılmadan yapılan oksi-gaz kaynak uygulamalarıdır. Telsiz dikişteki asıl amaç, eriyik banyosuna süreklilik ve üflece hâkimiyet kazandırmayı sağlamaktır. Ancak ince malzemelerin birleştirme işlemlerinde de kullanılır. Bu malzemeler, birleştirmede yüksek dayanımın istenmediği malzemelerdir. Dikişsiz kaynakta birleştirme, üflecin 60-70 derecelik açıyla sağdan sola doğru ilerletilmesi şeklinde yapılmalıdır. Üflecin ucuna yarım daire şeklinde yaylar çizdirilerek dikiş oluşturulmalıdır. Telsiz dikiş çekilirken üfleç, parçadan 3-5 mm arasındaki bir mesafede (kaynak bölgesi) tutulmalıdır. Üfleç ile parça arasındaki mesafe daima eşit kalmalı ve üfleç, belirli bir hızla yürütülmelidir. Aynı noktada beklenerek sac delinmemelidir.

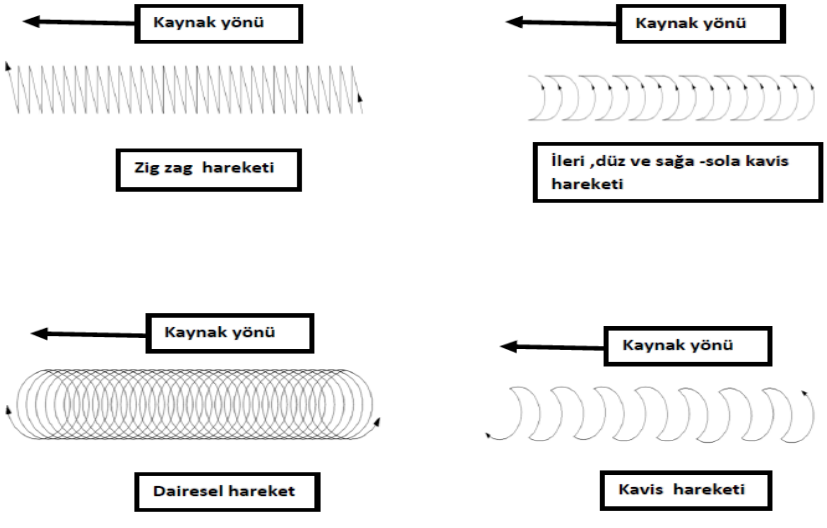
Bu kaynak uygulamasında iki ayrı malzemenin birleştirilmesi amaçlanıyorsa bu parçaların birleşecek kenar yüzeyleri 90 derece bükülerek (Görsel 4.9) birleştirme yapılır. Genellikle bükülecek kenar uzunluğunun parça kalınlığından 1 mm uzun olması yeterlidir.



Görsel 4.9: Bükülmüş sac kenarları

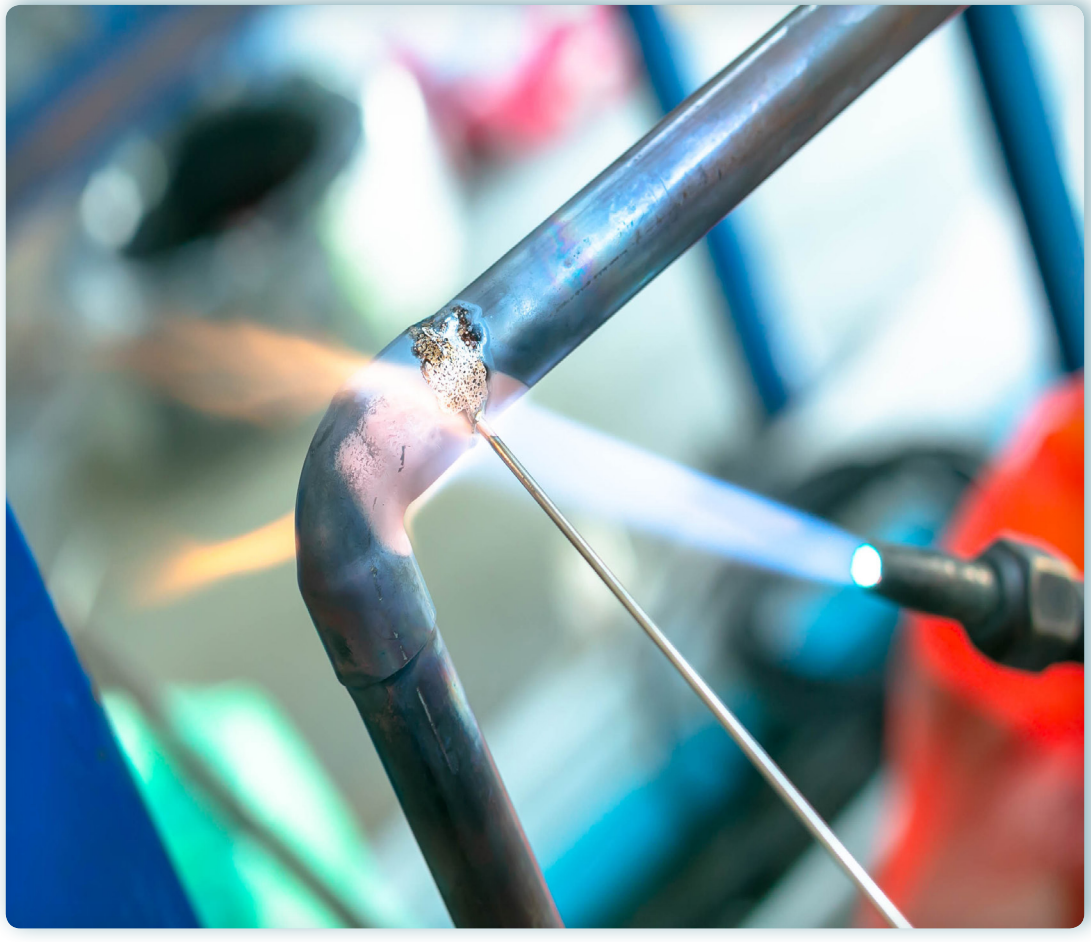
4.3.2. Telli Kaynak Dikişi

Ek kaynak teli kullanılarak yapılan oksi-gaz kaynak uygulamasına **telli dikiş** denir. Oksi-gaz kaynağında en önemli hususlardan biri, dikişi meydana getiren ilave tel ile kaynatılan metalin aynı veya yakın özellikte olmasıdır. Mümkünse kaynatılacak metalden ince şeritler hâlinde tel kesilmelidir. Oksi-gaz kaynağında çıplak kaynak telleri kullanılır. Teller genellikle silindirik olmasına rağmen zaman zaman kare kesitli de olabilir. Parçalar hazırlanarak üfleç yakıldıktan sonra alev ayarı yapılır ve başlangıç noktasında eriyik banyosu oluşturulur. Daha sonra Şekil 4.1'de verilen hareketlerden biriyle dikiş çekilir.



Şekil 4.1: Üfleç hareketleri

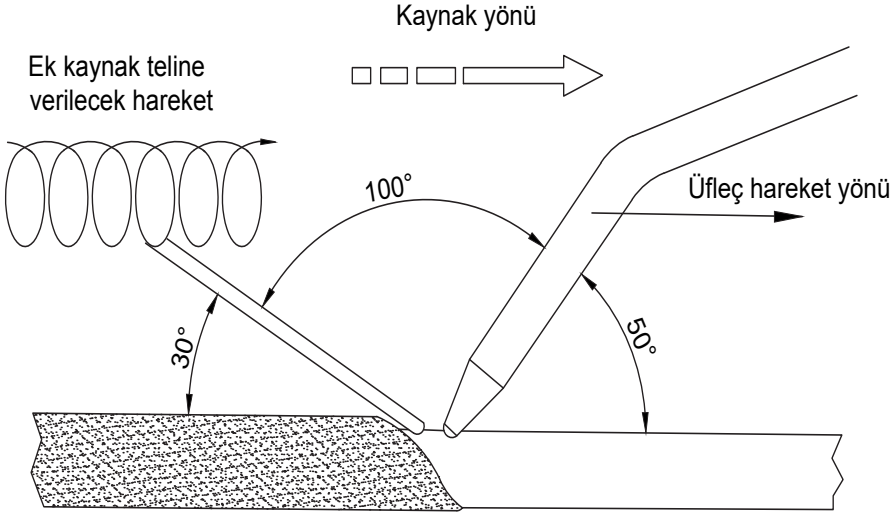
Kaynak sırasında tel, eriyik banyosu içine düzenli olarak verilmelidir. Kaynak teli her tarafta aynı miktarda ergitilerek kaynak dikiş genişliği ve kaynak dikiş yüksekliğinin eşit kalınlıkta olmasına özen gösterilmelidir. Dikiş sonlarına doğru üfleç ile parça arasındaki açı küçültülerek eriyik banyosunun meydana getirdiği krater boşluğunun oluşması önlenmelidir. Üfleç, genel olarak bir yay çizecek şekilde kaynak banyosundan uzaklaştırılır. Kaynak bitiş noktasında dikiş yüksekliğinin azalmaması için ısı yoğunluğunu tel üzerine vermek gerekir. Telli kaynak dikişinde, telsiz dikişte olduğu gibi kaynak yönünü belirlerken kaynatılacak malzemenin cinsi ve kalınlığı dikkate alınmalıdır. Sağdan **sola kaynak** (sol kaynak), ince malzemelerin kaynağında uygulanan yöntemdir. Sola kaynak, üfleç arkada ek teli önde olacak biçimde yapılan kaynaktır. Bu kaynak yönteminde üfleç, kaynak konumu süresince kaynak yönünde parça ile 50-60 derecelik açıda tutulmalıdır. Telin malzeme ile yaptığı açı, 30-40 derece arasında olmalıdır. Soldan sağa kaynak (sağ kaynak), özellikle kalın parçaların (3 mm'den kalın) ve büyük çaplı boruların (Görsel 4.10) birleştirilmesinde uygulanmaktadır.



Görsel 4.10: Borunun oksi-gaz kaynağı

» Sağ Kaynak

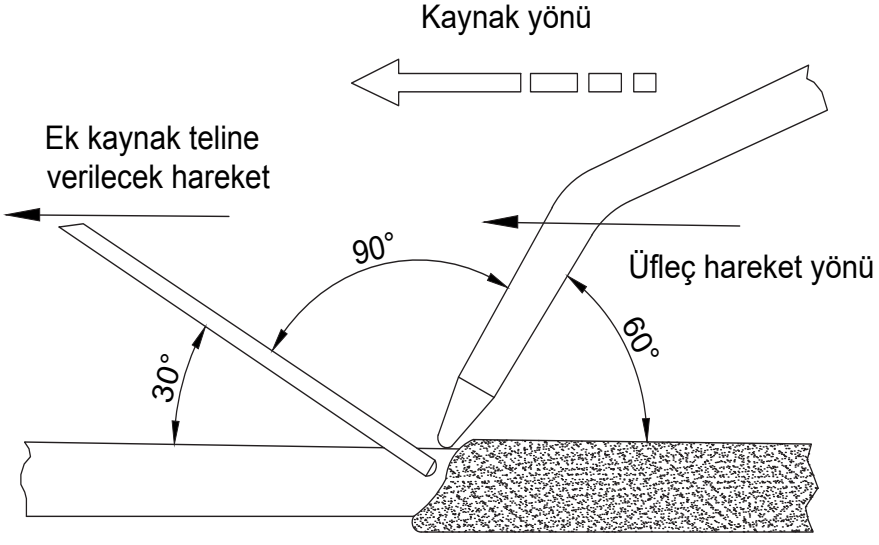
Oksi-gaz kaynağında **sağ kaynak** olarak bilinen uygulama, dikişe göre üfleç önde ek teli arkada olacak şekilde soldan sağa doğru yapılan kaynaktır. Sağ kaynak (Şekil 4.2), genellikle daha kalın malzemelerin ve boruların birleştirilmesinde uygulanan yöntemdir.



Şekil 4.2: Sağ kaynak

» Sol Kaynak

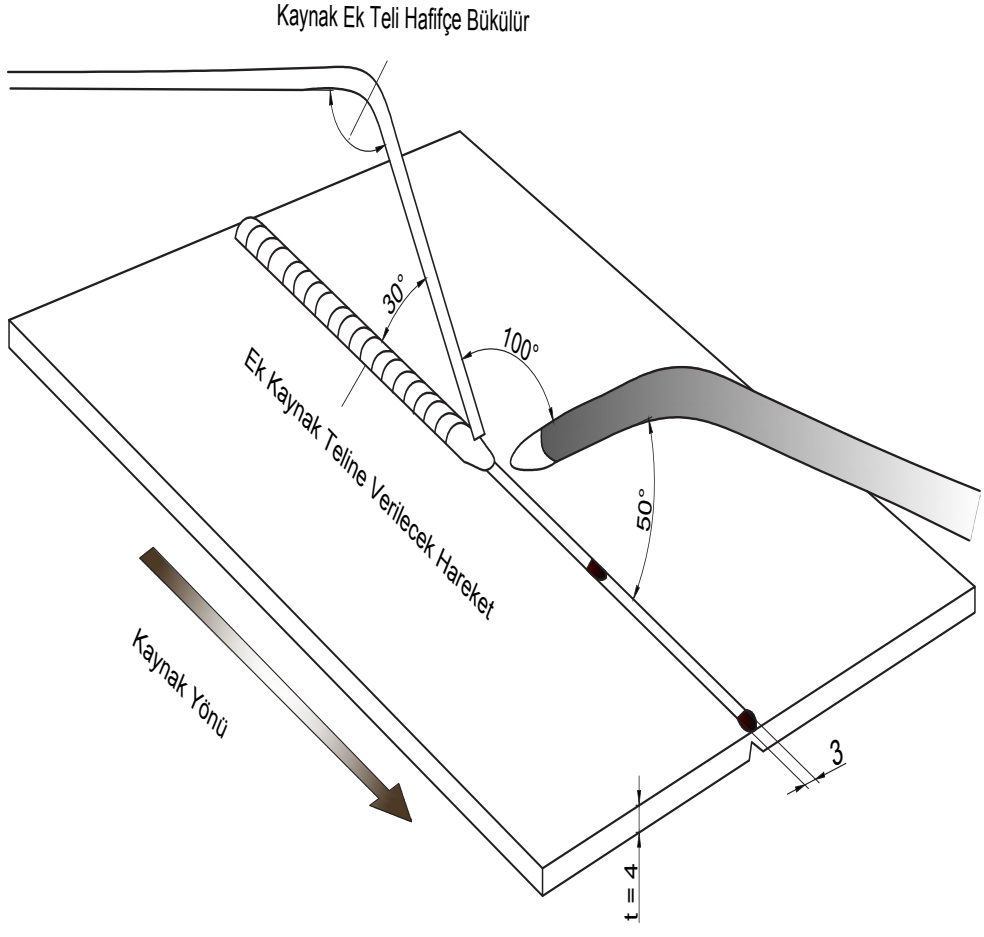
Sağdan sola doğru yapılan **sol kaynak** (Şekil 4.3), ince malzemeler için tercih edilen bir yöntemdir.



Şekil 4.3: Sol kaynak

» Yatay Küt Ek Kaynağı

İş parçası yere paralel konumdayken yapılan kaynak uygulaması **yatay kaynak** olarak adlandırılır. Yatay kaynak konumunda iş parçası bir adet ya da daha fazla olabilir. Birden fazla iş parçası varsa ve yatay konumda kaynatılıyorsa buna **yatayda birleştirme** adı verilir. Birleştirmenin de değişik türleri vardır. Örneğin **bindirme kaynağı**, iş parçalarının belli bir kesiminin birbirinin üzerine gelecek şekilde bindirilmesiyle yapılır. Kaynak uygulamalarında en çok kullanılan yöntem ise küt ek kaynağıdır (Şekil 4.4). Oksi-gaz kaynağında **küt ek kaynağı** denildiğinde iki iş parçasının kenarlarının birbirine yaklaştırılmış olduğu anlaşılmalıdır. Bu pozisyon **alın kaynağı** olarak da bilinmektedir. Kavramda adı geçen ek kelimesi, parçaların birleştirilmesini ifade eder ve uygulamanın bir tür birleştirme kaynağı olduğunu açıklar.



Şekil 4.4: Yatayda küt ek kaynağı ve kaynak açıları

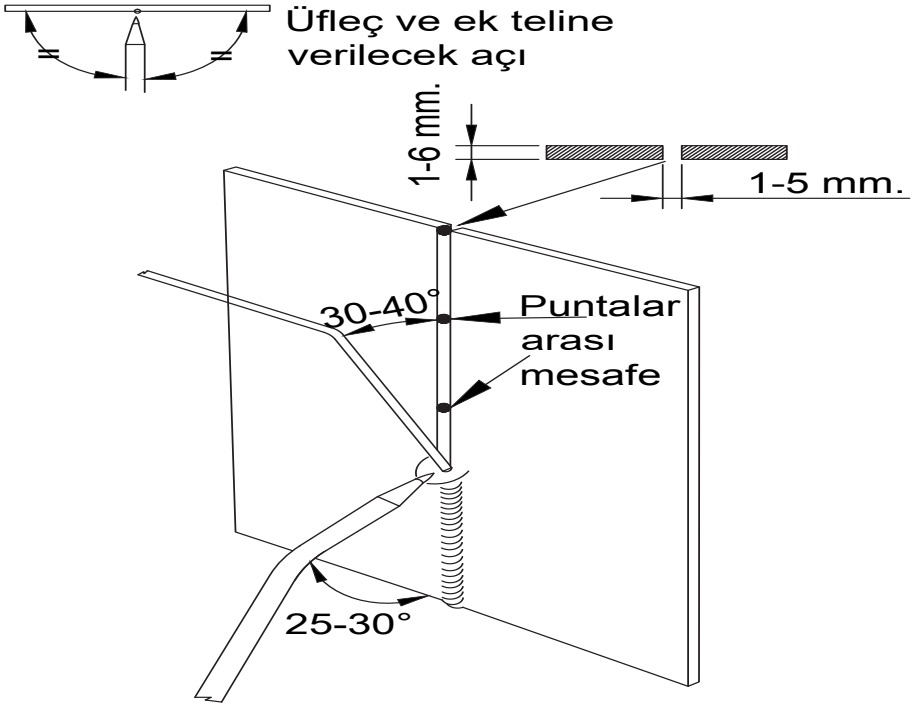
» Dik Kaynak

Dik kaynak, değişik biçimlerde karşımıza çıkan kaynak konumlarından biridir. Dik kaynak konumunda iş parçası yatay ile yaklaşık 90 derecelik açı yapacak şekildedir (Şekil 4.5). Parçanın birleştirme kenarları, üst taraftan ya da alt taraftan başlanarak kaynatılır ve buna göre dik kaynak iki ana gruba ayrılır:

a) Aşağıdan yukarıya kaynak

b) Yukarıdan aşağıya kaynak

Dik kaynak konumunda iş parçasının birleşme kenarları, aşağıdan yukarıya doğru kaynatıldığı takdirde yüksek sağlamlığa sahip kaynak dikişleri elde edilir. Kaynak süresi oldukça uzar. Bu pozisyonda kalın kesitli parçalarda iyi nüfuziyet veren dikişler mümkündür. Yukarıdan aşağıya kaynakta ise kısa sürede dikişin oluşması gereklidir. Kaynak banyosu, yer çekiminin etkisiyle hızla aşağıya doğru hareket edeceğinden kaynak hızı oldukça fazla olur; bu da nüfuziyeti olumsuz yönden etkiler. İş parçasına ısı girdisi fazla olmadığından ince parçalarda, yüzeyi düzgün dikişlerin elde edilmesi daha çok mümkün olmaktadır. İster yukarıdan aşağıya ister aşağıdan yukarıya olsun, dik kaynakta banyoyu kontrol etmenin güçlüğü yaşanmaktadır. Kaynak banyosu sürekli olarak aşağılara doğru sarkmaya çalışacağından iyi bir dikiş elde etmek için banyonun üfleç ile kontrolü çok önemlidir.



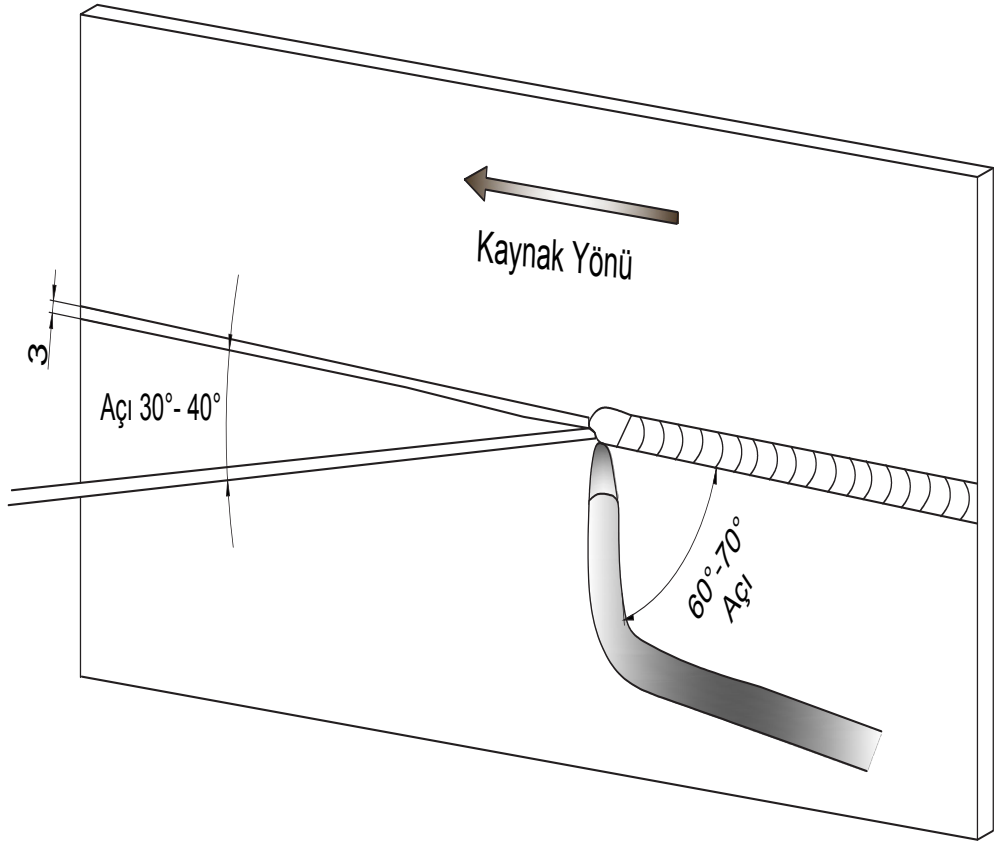
Şekil 4.5: Dik kaynak pozisyonu ve kaynak açıları

» Yan (Duvar) Kaynağı

Bu kaynak konumunda iş parçası yataya diktir. Dikiş ise yataya paralel olur. Bir iş parçası yan konumda kaynatılmaya çalışıldığı takdirde kaynak banyosunun yer çekimi etkisiyle aşağıya doğru sarkmaya çalışacağı bir gerçektir. Bu açıdan banyo, mümkün olduğunca sarkmadan üfleç hareketleriyle kontrol altında tutulmalıdır. Yan kaynağı, soldan sağa ya da sağdan sola kaynak uygulamalarıyla gerçekleştirmek mümkündür. Uygulamanın seçiminde parça kalınlığı etkin rol oynar.

» Tavan Kaynağı

Kaynak konumları arasında kaynakçıyı en çok yoran ve uygulanması en zor olan kaynak pozisyonudur (Şekil 4.6). Dik kaynakta olduğu gibi kaynak banyosunun sarkma ihtimaline karşı önlemler alınmalıdır. Bunun için mümkün olduğunca kaynak hızının artırılması ve kaynak banyosunun geniş tutulmaması gerekir.



Şekil 4.6: Tavan kaynağı pozisyonu ve çalışma açıları

Genel olarak oksi-gaz kaynağında farklı pozisyon ve malzeme kalınlıklarında kullanılacak kaynak yöntemleri Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2: Farklı Kalınlık ve Pozisyondaki Malzemeler İçin Kaynak Yöntemleri

Kaynak Konumu	Gereç Kalınlığı	Kaynak Yöntemi
Düz	Kalınlığı 3 mm'ye kadar Kalınlığı 3 mm'den fazla	Sol kaynak Sağ kaynak
Yan ya da dik	Kalınlıkları 1-3 mm'ye kadar 3 mm'den fazla gereçler	Sol kaynak Bütün konumlarda sağ kaynak
Dik	Kalınlığı 1-3 mm'ye kadar olan gereçler Kalınlıkları 3 mm'den fazla gereçler	Sol kaynak Sağ kaynak
Tavan	Kalınlığı 1-3 mm'ye kadar olan gereçler Kalınlıkları 3 mm'den fazla gereçler	Sol kaynak Sağ kaynak

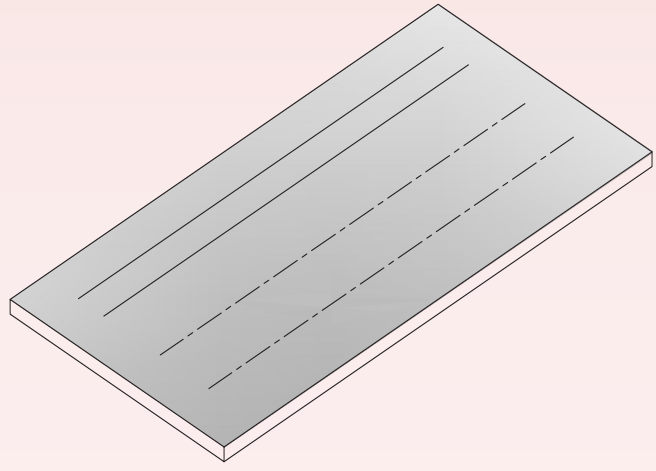
4.1. UYGULAMA

Oksi-Gaz Kaynak Yöntemiyle Telsiz Dikiş Çekme

Amaç: Oksi-gaz kaynak uygulamasıyla uygun kaynak parametrelerini kullanarak telsiz dikiş çekmek.

Görev

Atölyenizde atıl durumda bulunan ve geri dönüşümü bekleyen sac parçalar (Şekil 4.7) üzerine oksi-gaz kaynak uygulamasıyla telsiz dikiş çekiniz. Malzeme kalınlıklarınıza göre kaynak yönünü belirleyiniz.



Şekil 4.7: Sac parçası

İşlem Basamakları

1. Koruyucu iş güvenliği giysi ve ekipmanlarını giyerek diğer her türlü iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. İş parçası üzerinde ölçü alıp markalama yapınız.
3. Uygun gördüğünüz kesme makinesi ile kesme yapınız.
4. Eğe veya zımpara taşı ile çapak alma işlemini yapınız.
5. Koruyucu ekipmanlarınızı ve çevrenizi iş güvenliği açısından tekrar kontrol ediniz.
6. Sac parçasının yüzeyini temizleyiniz.
7. Gaz tüplerinin ve hortumlarının sızdırmazlık kontrollerini yapınız.
8. Sulu ve kuru güvenlik sistemlerini kontrol ediniz.
9. Gaz tüplerinizi açarak tüplerin basınçlarını kontrol ediniz.
10. Az miktarda önce oksijen ve daha sonra asetilen musluklarını açınız ve üfleci tutuşturunuz.
11. Alev tipinizi ayarlayınız.
12. Üflece doğru el hareketini ve açıyı vererek dikiş oluşturunuz.
13. Tüm sınıfınızın kaynak uygulamasının bitmesi durumunda önce asetilen gaz musluğunu, daha sonra da oksijen gaz musluğunu kapatınız.
14. Gaz tüplerinizi kapatınız.

4.1. UYGULAMA (DEVAMI)

15. Sistemdeki gazları boşaltmak için oksijen ve asetilen musluklarını tekrar açınız ve manometredeki çıkış basıncının sıfıra düşmesiyle birlikte gaz musluklarını yeniden kapatınız.

16. Uygulama esnasında ve sonrasında israftan kaçınınız ve kullandığınız tüm malzemeleri tekrar kullanılmak üzere veya geri dönüşüm için yerlerine (takımhane/depo) götürünüz.

Değerlendirme: Oksi-gaz kaynak yöntemiyle telsiz dikiş çekme uygulamasında değerlendirme yapmak için 4.1. Uygulama Derecelendirme Ölçeği kullanılacaktır. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

4.1. UYGULAMA DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı-Soyadı:	Öğretmenin Adı-Soyadı:
Sınıf-No:	Değerlendirme Puanı:

Yetersiz: 1 Geliştirilebilir: 2 Orta: 3 İyi: 4 Çok iyi: 5

ÖLÇÜTLER	DERECE				
	1	2	3	4	5
1. İş güvenliği tedbirlerini eksiksiz aldı.					
2. Ölçüyü doğru aldı.					
3. Markalamayı doğru yaptı.					
4. Kesimi doğru yaptı.					
5. Çapakları eksiksiz temizledi.					
6. Gaz basınçlarını doğru ayarladı.					
7. Üfleci doğru tutuşturdu.					
8. Kaynak dikişini doğru çekti.					
9. İş güvenliği kurallarına uygun olarak vanaları kapattı.					
10. İş güvenliği kurallarına uygun olarak sistemdeki gazı boşalttı.					
ÖLÇEK PUANI					

Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Tablodan alınabilecek en yüksek puan, her bir ölçüt için 5 puandır. Tabloda toplam 9 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek ölçek puanı 10 X 5 = 50'dir.

DEĞERLENDİRME PUANI = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek en yüksek ölçek puanı]

Değerlendirme: Bu ölçekten 100 üzerinden 70 ve üzeri puan almanız, başarılı bir performans gösterdiğiniz anlamına gelmektedir. 69 veya altında puan almışsanız ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

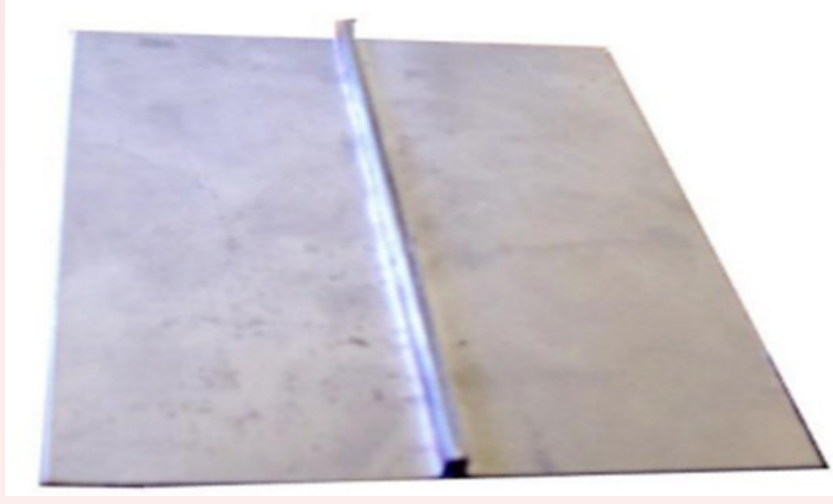
4.2. UYGULAMA

Oksi-Gaz Kaynak Yöntemiyle Büküm Yaparak Telsiz Dikiş Kaynağı

Amaç: Oksi-gaz kaynak uygulamasında uygun kaynak parametrelerini kullanarak büküm yapılmış sac parçalarını telsiz dikiş uygulamasıyla birleştirmek.

Görev

1 mm kalınlığında ve 50x100 mm ölçülerinde 2 ayrı sac parçasının kenarlarını aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi (Şekil 4.8) 2 mm bükerek telsiz dikiş ile birleştiriniz.



Şekil 4.8: Kenarları bükülmüş ince sac parçası

İşlem Basamakları

1. Koruyucu iş güvenliği giysi ve ekipmanlarını giyerek diğer her türlü iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. İş parçası üzerinde ölçü alıp markalama yapınız.
3. Uygun gördüğünüz kesme makinesi ile kesme yapınız.
4. Eğe veya zımpara taşı ile çapak alma işlemini yapınız.
5. Koruyucu ekipmanlarınızı ve çevrenizi iş güvenliği açısından tekrar kontrol ediniz.
6. Sac parçalarının yüzeylerini temizleyiniz.
7. Sac parçalarına büküm yaparak yan yana getiriniz.
8. Gaz tüplerinin ve hortumlarının sızdırmazlık kontrollerini yapınız.
9. Sulu ve kuru güvenlik sistemlerini kontrol ediniz.
10. Gaz tüplerinizi açarak tüplerin basınçlarını kontrol ediniz.
11. Az miktarda önce oksijen ve daha sonra asetilen musluklarını açınız ve üfleci tutuşturunuz.
12. Alev tipinizi ayarlayınız.
13. Üflece doğru el hareketini ve açıyı vererek dikiş oluşturunuz.
14. Tüm sınıfınızın kaynak uygulamasının bitmesi durumunda önce asetilen gaz musluğunu, daha sonra da oksijen gaz musluğunu kapatınız.

4.2. UYGULAMA (DEVAMI)

15. Gaz tüplerinizi kapatınız.

16. Sistemdeki gazları boşaltmak için oksijen ve asetilen musluklarını tekrar açınız ve manometredeki çıkış basıncının sıfıra düşmesiyle birlikte gaz musluklarını yeniden kapatınız.

17. Uygulama esnasında ve sonrasında israftan kaçınınız ve kullandığınız tüm malzemeleri tekrar kullanılmak üzere veya geri dönüşüm için yerlerine (takımhane/depo) götürünüz.

Değerlendirme: Oksi-gaz kaynak yöntemiyle büküm yaparak telsiz dikiş kaynağı uygulamasında değerlendirme yapmak için 4.2. Uygulama Derecelendirme Ölçeği kullanılacaktır. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

4.2. UYGULAMA DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı-Soyadı:	Öğretmenin Adı-Soyadı:
Sınıf-No:	Değerlendirme Puanı:

Yetersiz: 1 **Geliştirilebilir: 2** **Orta: 3** **İyi: 4** **Çok iyi: 5**

ÖLÇÜTLER	DERECE				
	1	2	3	4	5
1. İş güvenliği tedbirlerini eksiksiz aldı.					
2. Ölçüyü doğru aldı.					
3. Markalamayı doğru yaptı.					
4. Kesimi doğru yaptı.					
5. Bükme işlemini doğru yaptı.					
6. Gaz basınçlarını doğru ayarladı.					
7. Üfleci doğru tutuşturdu.					
8. Kaynak dikişini doğru yaptı.					
9. İş güvenliği kurallarına uygun olarak vanaları kapattı.					
10. İş güvenliği kurallarına uygun olarak sistemdeki gazı boşalttı.					
ÖLÇEK PUANI					

Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Tablodan alınabilecek en yüksek puan, her bir ölçüt için 5 puandır. Tabloda toplam 10 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek ölçek puanı 10 X 5 = 50'dir.

DEĞERLENDİRME PUANI = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek en yüksek ölçek puanı]

Değerlendirme: Bu ölçekten 100 üzerinden 70 ve üzeri puan almanız, başarılı bir performans gösterdiğiniz anlamına gelmektedir. 69 veya altında puan almışsanız ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

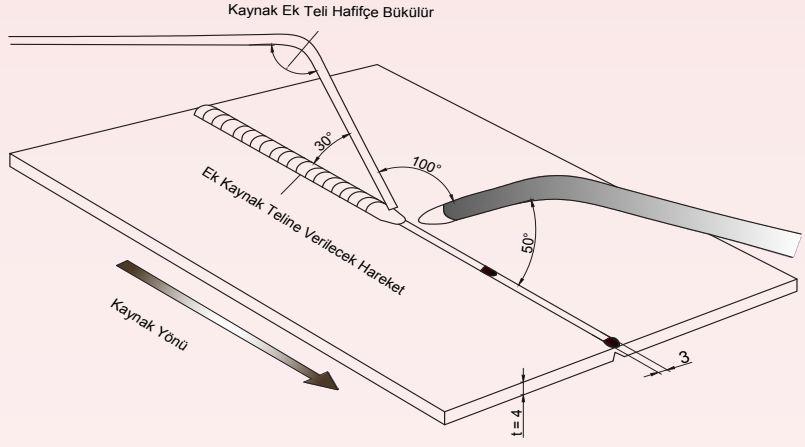
4.3. UYGULAMA

Oksi-Gaz Kaynak Yöntemiyle Küt Ek Pozisyonda Telli Kaynak Dikişi

Amaç: Oksi-gaz kaynak uygulamasında uygun kaynak parametrelerini kullanarak sac parçalarını telli kaynak dikişiyle birleştirmek.

Görev

4 mm kalınlığında ve 50x100 mm ölçülerindeki sac levhaları (Şekil 4.9), aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi yatay küt ek pozisyonda telli kaynak dikişi ile birleştiriniz.



Şekil 4.9: Sac levha

İşlem Basamakları

1. Koruyucu iş güvenliği giysi ve ekipmanlarını giyerek diğer her türlü iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. İş parçası üzerinde ölçü alıp markalama yapınız.
3. Uygun gördüğünüz kesme makinesi ile kesme yapınız.
4. Eğe veya zımpara taşı ile çapak alma işlemini yapınız.
5. Koruyucu ekipmanlarınızı ve çevrenizi iş güvenliği açısından tekrar kontrol ediniz.
6. Sac parçalarının yüzeylerini temizleyiniz.
7. Kaynak telinizi hazırlayınız.
8. Gaz tüplerinin ve hortumlarının sızdırmazlık kontrollerini yapınız.
9. Sulu ve kuru güvenlik sistemlerini kontrol ediniz.
10. Gaz tüplerinizi açarak tüplerin basınçlarını kontrol ediniz.
11. Az miktarda önce oksijen ve daha sonra asetilen musluklarını açınız ve üfleci tutuşturunuz.
12. Alev tipinizi ayarlayınız.
13. Üflece ve kaynak teline doğru el hareketini ve açıyı vererek dikiş oluşturunuz.
14. Tüm sınıfınızın kaynak uygulamasının bitmesi durumunda önce asetilen gaz musluğunu, daha sonra da oksijen gaz musluğunu kapatınız.
15. Gaz tüplerinizi kapatınız.

4.3. UYGULAMA (DEVAMI)

16. Sistemdeki gazları boşaltmak için oksijen ve asetilen musluklarını tekrar açınız ve manometredeki çıkış basıncının sıfıra düşmesiyle birlikte gaz musluklarını yeniden kapatınız.

17. Uygulama esnasında ve sonrasında israftan kaçınınız ve kullandığınız tüm malzemeleri tekrar kullanılmak üzere veya geri dönüşüm için yerlerine (takımhane/depo) götürünüz.

Değerlendirme: Oksi-gaz kaynak yöntemiyle küt ek pozisyonda telli kaynak dikişi uygulamasında değerlendirme yapmak için 4.3. Uygulama Derecelendirme Ölçeği kullanılacaktır. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

4.3. UYGULAMA DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
Öğrencinin Adı-Soyadı:		Öğretmenin Adı-Soyadı:			
Sınıf-No:		Değerlendirme Puanı:			
Yetersiz: 1	**Geliştirilebilir: 2**	**Orta: 3**	**İyi: 4**	**Çok iyi: 5**	
ÖLÇÜTLER	**DERECE**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş güvenliği tedbirlerini eksiksiz aldı.					
2. Ölçüyü doğru aldı.					
3. Markalamayı doğru yaptı.					
4. Kesimi doğru yaptı.					
5. Gaz basınçlarını doğru ayarladı.					
6. Üfleci doğru tutuşturdu.					
7. Kaynak telinin açısını doğru ayarladı.					
8. Üflecin açısını doğru ayarladı					
9. Kaynak dikişini doğru yaptı.					
10. İş güvenliği kurallarına uygun olarak vanaları kapattı.					
11. İş güvenliği kurallarına uygun olarak sistemdeki gazı boşalttı.					
ÖLÇEK PUANI					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Tablodan alınabilecek en yüksek puan, her bir ölçüt için 5 puandır. Tabloda toplam 11 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek ölçek puanı 11 X 5 = 55'tir. **DEĞERLENDİRME PUANI = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek en yüksek ölçek puanı]**					
Değerlendirme: Bu ölçekten 100 üzerinden 70 ve üzeri puan almanız, başarılı bir performans gösterdiğiniz anlamına gelmektedir. 69 veya altında puan almışsanız ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.					

4.4. UYGULAMA

Oksi-Gaz Kaynak Yöntemiyle Boruların Telli Kaynak Dikişi

Amaç: Oksi-gaz kaynak yönteminde uygun kaynak parametrelerini kullanarak telli dikiş ile boruları birleştirmek.

Görev

Oksi-gaz kaynak yönteminde ilave tel kullanarak, istediğiniz çaptaki boruları (Görsel 4.11) uç uca kaynak yaparak birleştiriniz.



Görsel 4.11: Boruların telli kaynağı

İşlem Basamakları

1. Koruyucu iş güvenliği giysi ve ekipmanlarını giyerek diğer her türlü iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Boru malzeme üzerinde ölçü alıp markalama yapınız.
3. Markalama yaptığınız yerden boruyu kesiniz.
4. Eğe veya zımpara taşı ile çapak alma işlemini yapınız.
5. Koruyucu ekipmanlarınızı ve çevrenizi iş güvenliği açısından tekrar kontrol ediniz.
6. Kaynak telinizi hazırlayınız.
7. Gaz tüplerinin ve hortumlarının sızdırmazlık kontrollerini yapınız.
8. Sulu ve kuru güvenlik sistemlerini kontrol ediniz.
9. Gaz tüplerinizi açarak tüplerin basınçlarını kontrol ediniz.
10. Az miktarda önce oksijen ve daha sonra asetilen musluklarını açınız ve üfleci tutuşturunuz.
11. Alev tipinizi ayarlayınız.
12. Üflece ve kaynak teline doğru el hareketini ve açıyı vererek dikiş oluşturunuz.

4.4. UYGULAMA (DEVAMI)

13. Tüm sınıfınızın kaynak uygulamasının bitmesi durumunda önce asetilen gaz musluğunu, daha sonra da oksijen gaz musluğunu kapatınız.

14. Gaz tüplerinizi kapatınız.

15. Sistemdeki gazları boşaltmak için oksijen ve asetilen musluklarını tekrar açınız ve manometredeki çıkış basıncının sıfıra düşmesiyle birlikte gaz musluklarını yeniden kapatınız.

16. Uygulama esnasında ve sonrasında israftan kaçınınız ve kullandığınız tüm malzemeleri tekrar kullanılmak üzere veya geri dönüşüm için yerlerine (takımhane/depo) götürünüz.

Değerlendirme: Oksi-gaz kaynak yöntemiyle boruların telli kaynak dikişi uygulamasında değerlendirme yapmak için 4.4. Uygulama Derecelendirme Ölçeği kullanılacaktır. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

4.4. UYGULAMA DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı-Soyadı:	Öğretmenin Adı-Soyadı:
Sınıf-No:	Değerlendirme Puanı:

Yetersiz: 1 Geliştirilebilir: 2 Orta: 3 İyi: 4 Çok iyi: 5

ÖLÇÜTLER	DERECE				
	1	2	3	4	5
1. İş güvenliği tedbirlerini eksiksiz aldı.					
2. Ölçüyü doğru aldı.					
3. Markalamayı doğru yaptı.					
4. Kesimi doğru yaptı.					
5. Gaz basınçlarını doğru ayarladı.					
6. Üfleci doğru tutuşturdu.					
7. Üflecin açısını doğru ayarladı.					
8. Kaynak dikişini doğru yaptı.					
9. İş güvenliği kurallarına uygun olarak vanaları kapattı.					
10. İş güvenliği kurallarına uygun olarak sistemdeki gazı boşalttı.					
ÖLÇEK PUANI					

Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Tablodan alınabilecek en yüksek puan, her bir ölçüt için 5 puandır. Tabloda toplam 10 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek ölçek puanı 10 X 5 = 50'dir.

DEĞERLENDİRME PUANI = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek en yüksek ölçek puanı]

Değerlendirme: Bu ölçekten 100 üzerinden 70 ve üzeri puan almanız, başarılı bir performans gösterdiğiniz anlamına gelmektedir. 69 veya altında puan almışsanız ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.



5. ÖĞRENME BİRİMİ

TOZALTI KAYNAĞI

KONULAR

5.1. TOZALTI KAYNAĞINDA KULLANILAN KAYNAK TELLERİ

5.2. AMPER AYARI, TEL, TOZ VE MAKİNE İLERLEME HIZI

5.3. UYGUN POZİSYON VE AÇIYLA KAYNAK DİKİŞİNİ ÇEKME

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ ?

★ Uygun tel seçme
★ Doğru amper, gaz basıncı ve tel sürme hızı ayarlarını yapma
★ Uygun pozisyon ve açıyla kaynak dikişini çekme

ANAHTAR KAVRAMLAR

Amper
Paso
Tel
Toz
Tozaltı

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Tozaltı kaynak yöntemindeki "tozaltı" kelimesi size neyi çağrıştırıyor?

2. Gemi inşa sektöründe birden çok kaynak yöntemi ve makinesi kullanılmasının sebepleri sizce nelerdir?

Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

BİLGİ KÜPÜ

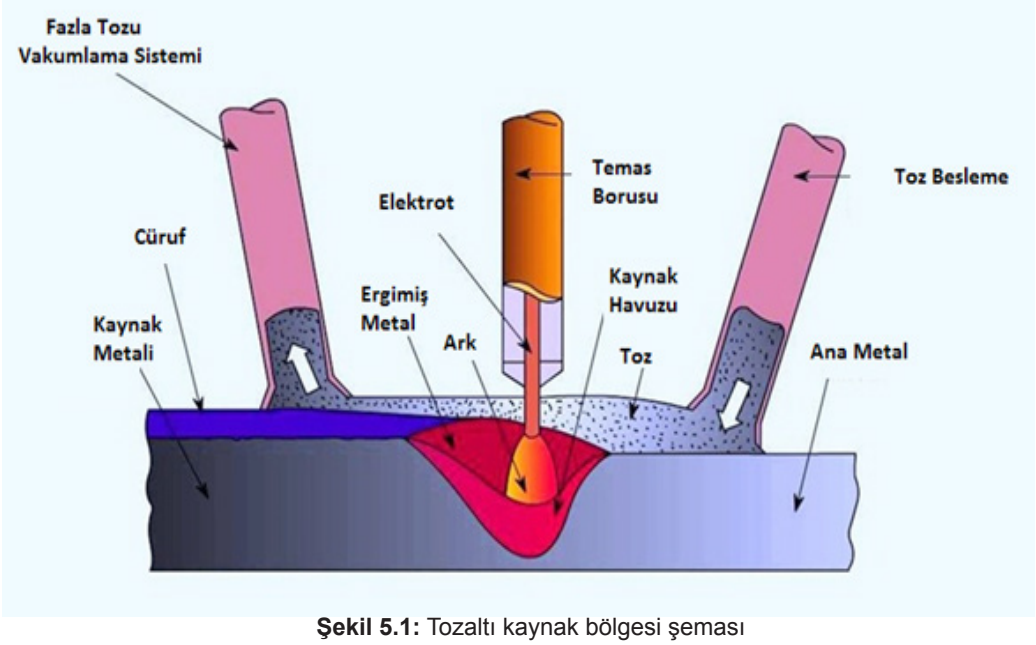
Tozaltı kaynak yöntemi, ilk defa 1933 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde uygulanmıştır. Yöntem, daha sonraları 1937'de Avrupa'da kullanılmaya başlanmış ve bugünkü şeklini ise 1946 yılında Rusya'da almıştır. Yöntemin Türkiye'ye girişi 1960'lı yıllara rastlamaktadır. Bugün ülkemizde kaynaklı imalat yapan büyük kuruluşların tümünde tozaltı kaynağı yapılmaktadır.

5. TOZALTI KAYNAĞI

Tozaltı kaynak yönteminde kaynak parametreleri (kaynak akımı, ark voltajı, tel ilerleme hızı, kaynak hızı) iyi seçildiği takdirde hatasız ve çok güzel görünümlü dikişler elde edilir. Normal örtülü elektrotla yapılan kaynağa göre bu yöntemde kullanılan aynı çaplı elektrot daha yüksek kaynak akımı ile yüklendiğinden, daha büyük kaynak banyosu ve daha derin nüfuziyet elde edilir. Yöntem, yarı otomatik ve tam otomatik kaynak uygulamalarına da müsait olduğu için modern kaynak uygulaması olarak sanayileşmiş ülkelerde yaygın kullanım sahası bulmuştur. Tozaltı kaynak yönteminin başlıca avantajları şunlardır:

- ★ Sürekli kaynakta sürat konusunda avantaj sağlar.
- ★ Malzeme ve işçilikten tasarruf sağlar.
- ★ Güvenilir ve güzel görünümlü kaynak dikişi elde edilir.

Tozaltı kaynağında tel veya bant şeklindeki elektrotlar, serbest olarak akan toz ile örtülen ark tarafından eritilmektedir. Ark, erimiş toz tarafından oluşturulan cüruf kabarcığı içinde yanmaktadır. Tozaltı kaynak yönetiminde de ark, otomatik olarak kaynak yerine sürülen çıplak elektrot ile iş parçası arasında meydana gelir ve ayrı bir kanaldan kaynak yerine dökülen toz yığını altında işlevine devam eder. Kaynak arkının toz yığını altında teşekkül etmesinden dolayı bu yönteme **tozaltı kaynak yöntemi** denmiştir (Şekil 5.1).



Şekil 5.1: Tozaltı kaynak bölgesi şeması

Bir tel makarasından sağılan tel elektrot, toz yığınının içine girer. Ark, esas metale temas yoluyla ya da yüksek gerilim darbeleriyle tutuşturulur ve aynı anda hem esas metali hem ilave teli hem de çevresindeki kaynak tozunu eritir (Görsel 5.1).



Görsel 5.1: Tozaltı kaynak makinesi

Tozaltı Kaynağının Endüstrideki Yeri ve Önemi

Örtülü elektrotla yapılan elektrik ark kaynağında, erime gücünün ve kullanılan akım şiddetinin sınırlı olması kaynak hızını da sınırlamaktadır. Normal örtülü elektrotla yapılan kaynağa göre bu yöntemde daha büyük kaynak banyosu ve daha derin nüfuziyet elde edilmektedir. Günümüz sanayisinin tatbik ettiği, yüksek erime gücüne ve kaynak hızına sahip kaynak usullerinin başında tozaltı kaynağı gelmektedir.

1930'lu yıllarda Amerika Birleşik Devletleri'nde geliştirilen bu yöntem ark kaynağının ilk başarılı mekanize uygulamasıdır. Yöntem, 1937 yılından itibaren de Avrupa ülkelerinde yaygınlaşmış ve özellikle İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra gelişerek endüstride önemli yer tutmuştur. Ülkemizde ancak 1960'lı yıllarda kullanılmaya başlanmış ve kullanımı giderek artmaktadır.

Bu kaynak yöntemi ile kalın iş parçalarının kaynağı (gemi gövdesi, büyük çaplı boru ve kazanların kaynağı, LPG tank ve tüpleri vb.) istenilen verimlilikte yapılmaktadır.

Tozaltı Kaynağının Uygulama Alanları

Tozaltı kaynağının uygulama alanları şu şekilde sıralanabilir:

★ Basınçlı kap, kazan ve tank imalatı
★ LPG tüplerinin imalatı
★ Spiral kaynaklı boru imalatı
★ Çelik konstrüksiyon imalatı
★ Profil (I, H, T) yapımı
★ Otomotiv ve lokomotif sanayisi
★ Gemi inşa sanayisi
★ Darbe ve aşınmaya dayanıklı sert dolgu işlemleri
★ Korozyona ve oksidasyona dayanıklı kaplama işlemleri

Tozaltı Kaynağının Avantajları ve Dezavantajları

» Avantajları

- Yüksek kaynak gücü ve kaynak hızına sahiptir.
- Yüksek nüfuziyet sağlar.
- Enerji tasarrufu sağlar.
- Elektrot tasarrufu sağlar.
- Kaynak dikişi kalitesine kaynakçının etkisi yoktur.
- Emniyetli ve düzgün görünüşlü kaynak dikişi elde edilir.
- Yüksek ark stabilizesi vardır.
- Özel koruyucu donanımlara ihtiyaç yoktur.

» Dezavantajları

- Pahalı makine ve teçhizata ihtiyaç vardır.
- İnce sacların kaynağı için uygun değildir.
- Kısa boylu ve karışık şekilli dikişlerde ekonomik değildir.
- Yatay ve düşey pozisyonda kaynak mümkündür fakat tavan kaynağı yapılamaz.

5.1. TOZALTI KAYNAĞINDA KULLANILAN KAYNAK TELLERİ

Tozaltı kaynak yönteminde kullanılan çıplak elektrotlar **kaynak teli** olarak adlandırılır. Bu teller, diğer kaynaklarda kullanılan tellerle benzerlik gösterir. Genellikle elektrik ark ocaklarında üretilir. Tozaltı kaynak yönteminde kullanılan teller iki grupta incelenir.

5.1.1. Özlü Tel Elektrotlar

Manganez miktarları, kaynak yerinin emniyeti bakımından yüksektir. Bu tellerin içerisine aynı zamanda karbon, silisyum, manganez, krom, nikel gibi alaşım elementleri de katılır (Görsel 5.2).



Görsel 5.2: Tozaltı kaynak teli

Çapları Ø1,2-Ø12 mm arasında değişir. Çeşitli amaçlar için genellikle dairesel kesitli olarak 1,2-1,4-1,6-2,0-2,4-3,2-4,0-5,0-6,0-12 mm çaplarında imal edilir. Kaplama kaynakları için lama şeklinde (dikdörtgen kesitli) de üretilir. Dairesel kesitli olanlar, bakırla kaplanmış olarak kangal hâlinde piyasaya verilir. Çıplak telin bakırla kaplanmasının üç nedeni vardır:

- Soğuk çekme esnasında passız ve temiz hâle gelen teli, kullanım zamanına kadar oluşacak pastan koruması
- Bakırın iyi bir elektrik ileticisi olmasından dolayı telin kontak elemanlarına temasında iyi iletkenlik sağlayarak temas yüzeylerinin ısınmasını ve enerji kaybını önlemesi
- Bakırın yumuşak olmasından dolayı kaynak esnasında devamlı ilerleyen telin, kontak elemanlarının temas yüzeylerinde aşınmaya sebebiyet vermemesi

Tozaltı kaynak tellerinin üzeri tamamen düz ve pürüzsüz, yağ, pas ve pislikten arınmış olmalıdır. Tozaltı kaynağında kullanılan teller, manganez miktarına göre sınıflandırılır. Fosfor ve kükürtdün her birinin miktarı %0,03'ü aşmamalıdır. Bir kaynak telinin seçiminde yalnız esas malzemenin cinsi değil, kaynak tozunun metalürjik durumu da göz önüne alınır.

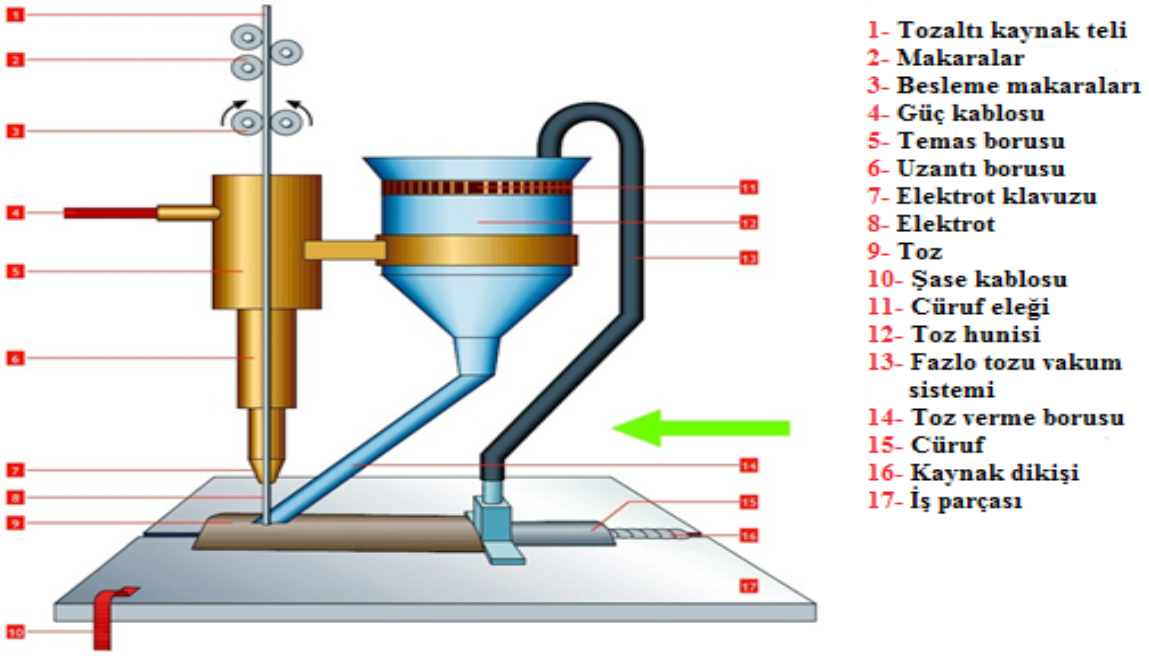
Az alaşımlı çelikler için genellikle aynı bileşime uygun türde kaynak telleri seçilmelidir. Kaynak tellerinde bulunan alaşım elemanlarının kaynak dikişine tesirleri Tablo 5.1'de verilmiştir.

Tablo 5.1: Alaşım Elementlerinin Kaynak Dikişine Kazandırdığı Özellikler

Alaşım Elementi	Miktarları (%)	Kazandırdığı Özellikler
C	0.005-0.25	Sertlik ve çekme mukavemeti
Mn	0.5-3.0	Sertlik ve çekme mukavemeti, uzama, tokluk
Mo	0.5-1.0	Yüksek sıcaklıkta mukavemet
Cr	1.0-2.9	Sertlik ve yüksek sıcaklıkta mukavemet
Ni	1.0-2.0	Düşük sıcaklıkta tokluk

5.1.2. Bant Elektrotlar

Bant kaplama yöntemi, bundan 100 yıl önce geliştirilmiştir (İlk patent 1920'lerde ABD'de alınmıştır.) fakat 1950'lerin sonrasında Avrupa'da nükleer endüstri başladığı zaman önem kazanmıştır. Nükleer enerji endüstrisi kalın duvarlı basınçlı kapların iç yüzeylerini korozyona dirençli yapmak için yeni yöntemlere ihtiyaç duymuştur. Tozaltı bant kaplama yönteminde daha yüksek kaplama kapasitelerine ulaşabilmek için pek çok modifikasyon yapılmıştır (Şekil 5.2).



Şekil 5.2: Tozaltı kaynak şeması

Bant elektrot, tozaltı kaynak yönteminde dolgu ve kaplama için kullanılır. Bant elektrotların tozaltı kaynak yöntemiyle kullanıldığı işlemler şunlardır:

» Dolgu kaynağı olarak

- Aşınan mil ve makine parçalarının dolgusunda
- Darbe ve aşınmaya dayanıklı sert dolgu işlemlerinde

» Kaplama yöntemi olarak

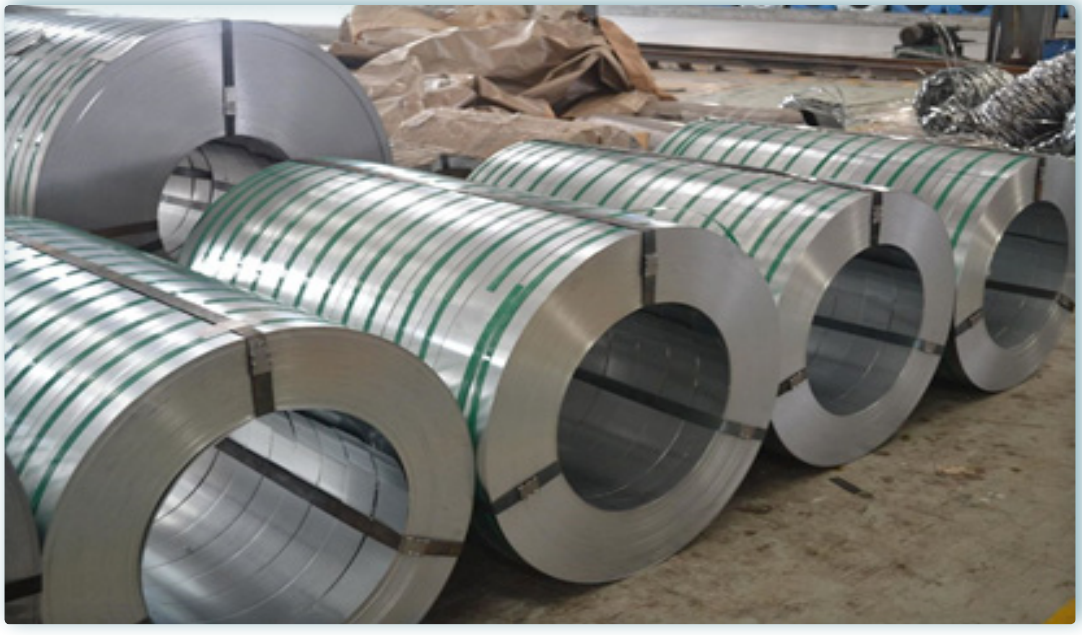
- Korozyona ve oksidasyona dayanıklı kaplama işlemlerinde

Tozaltı bant kaplama ile tozaltı kaynak yöntemi tel kullanımı arasında prensip olarak hiçbir fark yoktur. Konvansiyonel tozaltı kaynak ekipmanı, aynı zamanda bant kaplama için de uygundur; temel olarak bant, telin yerini alır. Kaynak kafası, kontak kafaları ve besleyici makaralar tel yerine bandı alabilecek şekilde değiştirilmiştir. Bandı ve ana metali ergitmek için gereken enerji, kaynak bandı ile ana metal arasında ve kaynak tozunun koruması altında oluşturulan elektrik arkı sayesinde elde edilir. Toz, bandın iki tarafına da akar. Bu işlem sırasında ergimiş tozaltında bant ve ana metal sürekli olarak ergir. Yığılan kaynak metalini katılaşan ince bir cüruf tabakası sarar. Bant kaplama kaynak yönteminin tel ile kaynak yöntemine göre en önemli avantajları şu şekilde sıralanabilir:

- Çok düzgün nüfuziyet elde edilir.
- Metal yığma hızı yüksektir.
- İstenen özellikleri saklamak için yapılması gereken paso sayısını azaltır, dolayısıyla düşük düzeyde nüfuziyet ve seyrelme sağlanır.
- Yüksek ve tekrarlanabilir kaynak metali kalitesi elde edilir.
- Sıcak çatlağa hassas malzemelerde yapılan kaynaklarda merkezî soğuma çizgileri olmadığı için çok düşük sıcak çatlak hassasiyetine sahiptir.
- Sınırlı sayıda kaynak dikişi bindirmesi ile çok düzgün yüzey elde edilebilir.
- Telden banda geçmek için çok az yatırım gerekir.

Tozaltı bant kaplama yönteminde kullanılan bantlar, 20-180 mm genişliğinde ve 0,4-0,5 mm kalınlığında masif türde bantlardır. Tipik boyutlar 30, 60, 90, 120 ve 150 mm'dir ve en çok kullanılanı 60 mm genişliğindedir.

Son yıllarda 10-40 mm genişliğinde ve 1-3 mm kalınlığında özlü bantlar ve sinterlenmiş kaynak bantları geliştirilmekte ve kullanılmaktadır (Görsel 5.3). Bunların uygulamaları, masif bantların bulunmadığı bazı çok özel uygulamalarla sınırlıdır.



Görsel 5.3: Tozaltı kaynağında kullanılan bant elektrotlar

Bant kaplama işlemi, hemen hemen her zaman bant pozitif (+) kutupta olacak şekilde yapılır. Tozaltı bant kaplama için kaynak malzemeleri, bant ve toz kombinasyonları uygulama alanlarına göre sınıflandırılmaktadır.

» Karbonlu ve Düşük Alaşımlı Çelik Bant-Toz Kombinasyonları

Bu kombinasyonlar daha çok doldurma amacıyla kullanılmaktadır. Bu bant, normal alaşımsız karbonlu çeliktir. Toz, nötr olabilir veya çok az miktarda alaşım elementleri (krom ve molibden) içerebilir.

» Sert Dolgu İçin Bant-Toz Kombinasyonları

Bu kombinasyonlarda pek çok durumda karbonlu çelik bant ve istenen alaşım miktarını sağlayacak şekilde alaşımlı toz kullanılabilir. Alaşımlı bant, bazı durumlarda nötr tozlarla da kullanılabilir. İstenen özellikleri elde etmek için hem alaşımlı bant hem de alaşımlı toz kullanmak da mümkündür. Alaşım elementlerinin tozdan eklenmesinin nedeni, özel kaynak metali analizlerinin yalnız kaynak bandından elde edilememesidir.

» Paslanmaz Çelik Bant-Toz Kombinasyonları

Tüm paslanmaz çelik tipleri için paslanmaz kaynak bandı üretilmiştir. Standart uygulamalarda nötr tozlarla kaplama yapılabilir. Bazı uygulamalarda kullanılan bant, yanma nedeniyle kaybolan alaşım elementlerini kısmen veya tamamen dengeleyen **dengeleyici tozlara** ihtiyaç duyar. Az da olsa bazı durumlarda uygun bant bulunmaması nedeniyle alaşımlı toz kullanımı gerek-

mektedir. Bu tozlar, klasik bantlarla birlikte kullanılır ve istenen miktarda molibden (Mo) ve nikel (Ni) gibi alaşım elementlerini içerir.

» Nikel Alaşımları Bant ve Toz Kombinasyonları

Kaplama malzemesi olarak kullanılan çoğu nikel alaşımları için uygun bant mevcuttur, bu nedenle alaşımsız toz kullanılabilir. Bu tür kaynak malzemelerinin sıcak çatlak hassasiyetinden dolayı bazikliği yüksek ve silisyum (Si) için alaşımlama vektörü çok düşük tozlar geliştirilmelidir.

» Nikel-Bakır (Ni-Cu) ve Bakır-Nikel (Cu-Ni) Alaşımları Bant-Toz Kombinasyonları

Bant ile kaplama için %70 Ni-%30 Cu ve %70 Cu-%30 Ni olmak üzere iki ana grup bant mevcuttur. %70 Ni-%30 Cu bandı, yaklaşık %70 nikel ve yaklaşık %30 bakır içermektedir ve nötr tozlarla kullanılmaktadır. %70 Cu-%30 Ni bandı yaklaşık %70 bakır ve yaklaşık %30 nikel içermektedir ve nötr bir toz ile kullanılmaktadır. Bakır-nikel alaşımlarının sıcak çatlak hassasiyetinden dolayı demir ile seyrelmeye uğradığında (çelik üzerine kaplama yapıldığında) Cu-Ni kaplanmadan önce, araya bir tampon paso yapılması önemlidir. %70 Ni-%30 Cu veya saf nikel tampon malzemesi olarak kullanılabilir.

5.2. AMPER AYARI, TEL, TOZ VE MAKİNE İLERLEME HIZI

Tozaltı kaynağının otomatik olarak gerçekleştirilebilen bir işlem olmasına karşılık değiştirilebilen kaynak parametreleri (kaynak akımı, çalışma voltajı, tel çapı, tel ilerleme hızı, kaynak hızı, kutuplama durumu serbest tel uzunluğu) dikiş biçimi oluşumunu büyük oranda etkilemektedir.

İnce Malzemelerin Kaynağında Bilinmesi Gereken Hususlar

Tozaltı kaynak yönteminin en önemli özelliklerinden biri, yüksek ergime verimi ve derin nüfuziyet elde edilebilmesidir. Yöntemin bu özelliğinden dolayı kalınlığı 4 mm'den ince olan malzemelerin kaynağında güçlükler ortaya çıkabilmektedir (Görsel 5.4).



Görsel 5.4: İnce malzemelerin tozaltı kaynak makinesi ile kaynatılması

Bu kalınlıklarda yapılması gerekenler şu şekilde sıralanabilir:

- ★ Bakır (Cu) altlık kullanılması
- ★ Toz yastık kullanılması
- ★ Özel dikiş biçimlerinden yararlanılması
- ★ Akım şiddeti ve ark voltajının düşük tutulması
- ★ Yüksek kaynak hızları ile çalışılması
- ★ Kaynak teli çapının en fazla 2,0 mm seçilmesi
- ★ Pozitif kutuplamanın yapılması

Kalın Malzemelerin Kaynağında Bilinmesi Gereken Hususlar

Kalın parçaların birleştirilmesinde malzeme birleşiminde homojenlik olmaması durumunda, özellikle sakinleştirilmemiş çeliklerde sıcak çatlama tehlikesi bulunmaktadır. Bu durumda özellikle kök pasolarda ark voltajının yüksek, kaynak akımının düşük seçilmesi gerekmektedir. Ayrıca kalın parçaların kaynağında daha ince taneli toz kullanılması (normal tozlarda tane büyüklüğü 1,5-2,0 mm) uygun olur.

Nüfuziyet ve Paso Sayısını Belirleme

Nüfuziyet ve paso sayısını belirlemede göz önünde bulundurulması gereken hususlar şunlardır:

- ★ Tozaltı kaynağında 85 mm kalınlığın altında kalan malzemeler ergitilerek tek pasoda kaynak yapılabilir.
- ★ 180 mm kalınlığa kadar olan çeliklerin kaynağını ise çift pasoda yapmak mümkündür.
- ★ 180 mm'den daha kalın malzemelerin kaynağı ise daha çok pasoda yapılmalıdır.
- ★ Kaynak bölgesi tamamen ergidiği için bu kaynakta çok iyi nüfuziyet elde edilir.

Amper Ayarına Göre Tel, Toz ve Makine İlerleme Hızı

- ★ Tozaltı kaynağında kullanılan tel çapı büyüdükçe amper ayarı tel çapıyla orantılı olarak artar. Aynı zamanda kullanılan toz, elektrot çapıyla orantılı olarak ark bölgesini tamamen kapatacak şekilde artarak verilir (Tablo 5.2).

Tablo 5.2: Elektrot Çapına Göre Amper Değerleri

Elektrot ø	2,5 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	7 mm	8 mm	10 mm
Amper	180-300	250-400	400-650	600-900	800-1100	1100-1500	1500-1800	1800-2800

Bant elektrotla tozaltı kaynağında kullanılan bantlara göre akım şiddeti seçimi Tablo 5.3'te gösterilmiştir.

Tablo 5.3: Bant Genişliğine Göre Maksimum Kaynak Akımı

	Bant Genişliği (mm)	Akım Şiddeti (A)
Bant Genişliğine Göre Maksimum Kaynak Akımı	30	750 A
	60	1500 A
	90	1800 A
	120	2200 A

Özlü Tel Elektrotla Tozaltı Kaynak Makine Çeşitleri

Erime gücünü artırmak için birden fazla tel kullanan çeşitli tiplerde kaynak makineleri geliştirilmiştir.

» Tandem Tozaltı Kaynak Yöntemi

Birbirini izleyen ve aynı yörüngede hareket eden iki elektrot ile yapılan bir tozaltı kaynak yöntemidir (Şekil 5.3 a, b). Bu yöntem özellikle boru hattı kaynağında kullanılır. Bu yöntemin sağladığı avantajlar şunlardır:

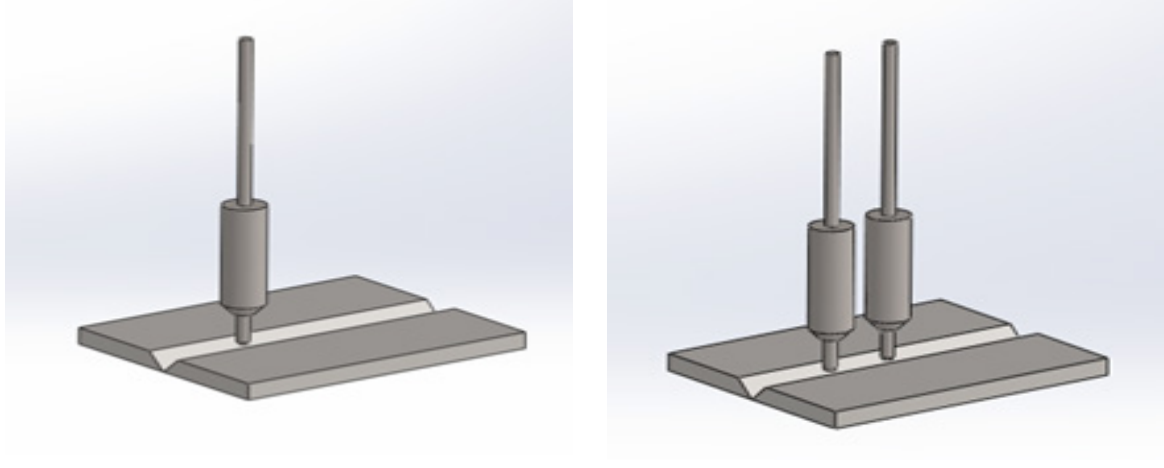
a) Yüksek kaynak hızları elde edilir.

b) Ekonomiktir.

c) Çatlamaya karşı emniyetlidir.

ç) Gözenek teşekkülü nadirdir.

d) Yüksek kaliteli dikişler elde edilir.



a) Tek elektrotlu (singlewire) tozaltı ark kaynak yöntemi **b)** Tandem (tandem) tozaltı ark kaynak yöntemi

Şekil 5.3: Tozaltı ark kaynak yöntemleri

» Seri Tozaltı Kaynak Yöntemi

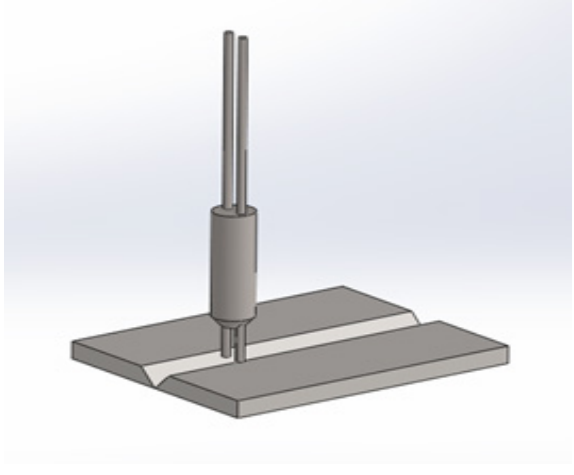
Bu yöntemde, esas metal ile kaynak telinin karışım oranlarının kontrol edilmesi mümkün hâle gelir. Bu özelliğinden dolayı doldurma ve sert metalle yüzey kaplama işlerinde yoğun bir şekilde tercih edilir. Yöntemin adından da anlaşıldığı üzere arklar seri bağlanır ve yöntemde iki ayrı kaynak kafası kullanılır. Akım üretecinin her bir ucu, bir elektroda bağlanmıştır ve parçada ayrıca bir bağlantı yoktur. Böylece iki elektrot arasında meydana gelen arkın etkisiyle parçadaki ergime çok az olur. Bu yöntemin sağladığı avantajlar ise şunlardır:

- Tek telle yapılan kaynağa nazaran ergime gücü daha yüksektir.
- Toz sarfiyatı azdır.
- Giriş (nüfuziyet) az olduğundan ince sacların ve kaplı sacların kaynağı için uygundur.

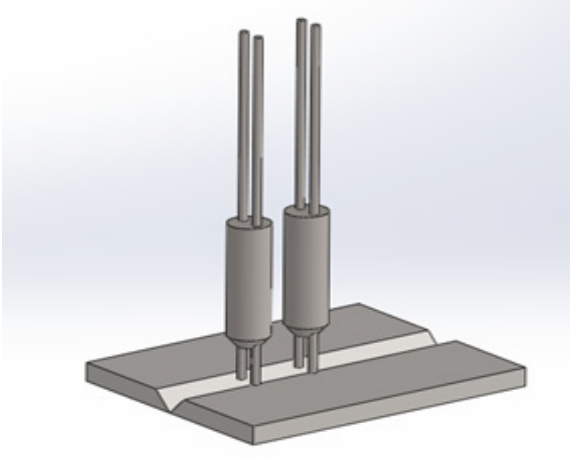
» Paralel Tozaltı Kaynak Yöntemi

İki tel, aynı hizada kaynak dikişine dik bir düzlemdedir ve aynı kafaya bağlıdır, beraberce hareket eder (Şekil 5.4 a, b). Bu yöntemin sağladığı avantajlar şu şekilde sıralanabilir:

- Nüfuziyet kontrol altına alınabilir.
- Kaynak banyosunun parçayı delip akma tehlikesi yoktur.
- İki parça arasında köprü kurabilme sınırı daha yüksektir. İki parça arasındaki aralık 1,5 milimetreye kadar çıkabilir.
- Dikiş yüksekliği ve nüfuziyet oranını değiştirme ihtimali vardır. Bu husus, dolgu kaynaklarında büyük öneme sahiptir.



a) Paralel iki elektrotlu tozaltı ark kaynak yöntemi

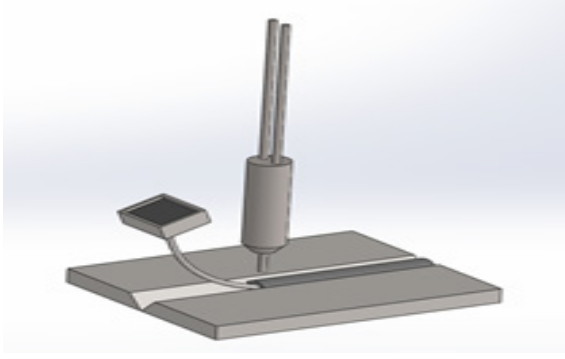


b) Tandem iki elektrotlu tozaltı ark kaynak yöntemi

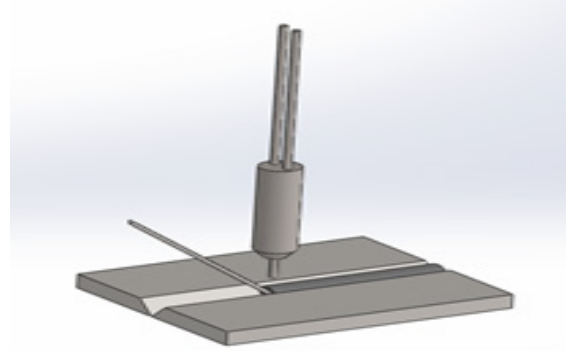
Şekil 5.4: Paralel tozaltı kaynak yöntemleri

» Kızgın Tel Tozaltı Kaynak Yöntemi

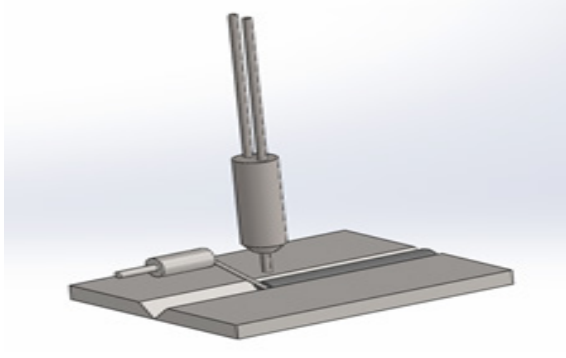
Bu kaynak yöntemi, tandem kaynak yönteminin bir alternatifidir. Burada tellerden bir tanesi, elektrik direnci ile ısıtılarak kaynak banyosuna sevk edilir ve bu şekilde elektrik enerjisinden tasarruf sağlanır. Demir tozu ilavesiyle tozaltı kaynağında sabit kaynak parametrelerinde kaynak depozitosu büyük ölçüde artırılabilir. Ayrıca depozito oranını artırmak için dışarıdan ilave bir sistemle soğuk tel elektrot veya önceden ısıtılmış sıcak tel elektrot kaynak bölgesine gönderilebilir (Şekil 5.5 a, b, c, d).



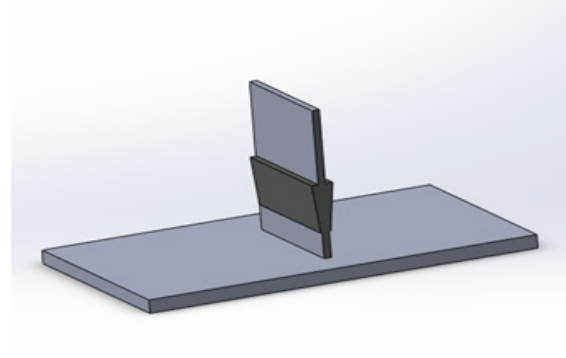
a) Demir tozu ilavesiyle tozaltı ark kaynak yöntemi



b) Soğuk elektrotla tozaltı ark kaynak yöntemi



c) Sıcak elektrotla tozaltı ark kaynak yöntemi



d) Bant elektrotla tozaltı kaynak yöntemi

Şekil 5.5: Kızgın tel tozaltı kaynak yöntemi

5.3. UYGUN POZİSYON VE AÇIYLA KAYNAK DİKİŞİNİ ÇEKME

Tozaltı kaynak tekniğinde, kaynak ağızlarının hazırlanmasında ve dikiş formunun seçiminde şu faktörler göz önünde bulundurulur:

a) Esas metalin cinsi ve erime şekli

b) Parça kalınlığı

c) Kaynak pozisyonu

ç) Tek veya çift taraflı kaynak yapabilme imkânı

d) Paso sayısı

e) Elde mevcut olan kaynak makinesinin verdiği akım cinsi ve gücü

Tozaltı kaynak usulünde kullanılan ağız hazırlama şekilleri iki ana gruba ayrılır:

a) Yardımcı altlıklı ağız hazırlama

b) Yardımcı altlık kullanmadan ağız hazırlama

16 mm sac kalınlığına kadar bir paso ile kaynak yapılabilir. Daha kalın parçaları bir pasoda kaynak yapmak mümkün değildir. Bu takdirde birkaç pasolu kaynak uygulanır ve iki taraflı kaynak yapılır.

5.3.1. Yardımcı Altlıkla Kaynak

Bütün kaynak kesitini eritecek doğru bir kaynak banyosu sağlamak için bazı yardımcı altlıklardan istifade edilir. Bu altlıklar yardımıyla kaynak yapılabilecek azami kalınlık 16 mm'dir. Kullanılan altlıklar üç farklı tiptir.

- ★ Bakır altlık
- ★ Toz altlık
- ★ Sac şerit altlık

5.3.2. Kaynak Ağzı Hazırlama

Genel olarak 11 mm'den kalın saclar iki tarafından kaynak yapılır. İki taraftan yapılan kaynakta sac kalınlığının asgari sınırı 4 mm'dir. Yardımcı herhangi bir vasıta gerekmeden yapılan kaynaklarda kullanılan başlıca ağız şekilleri şunlardır:

a) I kaynak ağzı

b) V kaynak ağzı

I kaynak ağzı, 4-18 mm arasındaki kalınlıklar için kullanılır. Kaynak her iki taraftan yapılır. Her iki taraftan yapılan kaynağın, kesitin yarısından fazlasını eritmesi gerekir. Burada iki parça arasındaki aralığın oranı da önemlidir. 10 mm sac kalınlığına kadar bu aralık, azami 0,5 mm; 18 mm kalınlığa kadar ise azami 1 mm olarak alınır.

Çift taraflı kaynak yapmak üzere hazırlanan Y ağızları 16-30 mm arasındaki sac kalınlıklarına tatbik edilir.

Simetrik çift Y dikişleri, normal ark kaynağındaki X ağızlarına benzer. Tozaltı kaynağında 18-60 mm arasındaki sac kalınlıklarına uygulanır.

Simetrik olmayan çift taraflı Y ağızları, 40-70 mm arasındaki sac kalınlıklarına tatbik edilir. Birinci paso, düşük akım şiddetiyle çekildikten sonra diğer taraftan yüksek akım şiddetiyle ikinci paso çekilir.

Tozaltı kaynağında iç köşe birleştirmeleri, oluk pozisyonunda veya normal yatay pozisyonda yapılabilir fakat mümkün olduğu takdirde (parçanın durumu uygunsa) oluk pozisyonu tercih edilmelidir.

Oluk pozisyonunda, tel ekseni ile dikişin simetri ekseni aynı kalınlıkta olan parçaların kaynağında asimetrik pozisyondan faydalanılır.

İç köşe dikişlerinde, kaynak edilen parça yüksek akım şiddeti uygulanmasına müsait ise 12 mm'ye kadar parçalar bir pasoda kaynak edilebilir. Bu bağlantılarda dikkat edilmesi gereken diğer bir husus, iki parça arasındaki aralıktır. Bu aralığın 1 mm'yi geçmesine dikkat edilmelidir. Aksi hâlde erimiş banyo, bağlantının diğer tarafına akabilir.

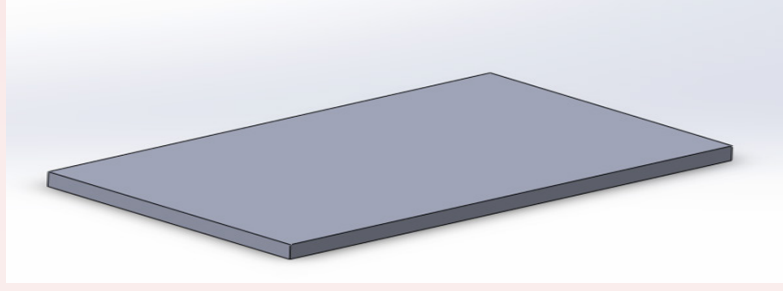
5.1. UYGULAMA

Tozaltı Kaynak Uygulamasıyla Yatayda Küt Ek Kaynağı

Amaç: Tozaltı kaynak uygulamasıyla uygun kaynak parametrelerini kullanarak yatayda küt ek kaynağı yapmak.

Görev

Atölyenizde atıl durumda bulunan ve geri dönüşümü bekleyen sac parçalar (Şekil 5.6) üzerine tozaltı kaynak uygulamasıyla yatayda küt ek kaynağı çekiniz. Malzeme kalınlıklarına göre kaynak yönünü belirleyiniz.



Şekil 5.6: Sac parçası

İşlem Basamakları

1. Koruyucu iş güvenliği giysi ve ekipmanlarını giyerek diğer her türlü iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. İş parçası üzerinde ölçü alıp markalama yapınız.
3. Uygun gördüğünüz kesme makinesi ile kesme yapınız.
4. Eğe veya zımpara taşı ile çapak alma işlemini yapınız.
5. Kaynak yüzeyini boya, pas, kir vb. atıklardan temizleyiniz.
6. 10 mm'den kalın parçalara kaynak ağzı açınız.
7. İş parçasına uygun tozaltı teli seçiniz.
8. İş parçasının kalınlığına uygun doğru amper, toz ve tel sürme hızı ayarlarını yapınız.
9. Düz birleştirmelerde elektrot açısını 90 dereceye ayarlayınız.
10. 4 mm'den ince olan parçalara altlık yerleştirerek elektrodu pozitif kutba ayarlayınız.
11. Koruyucu ekipmanlarınızı ve çevrenizi iş güvenliği açısından tekrar kontrol ediniz.
12. Akım çeşidine göre arkı oluşturunuz.
13. İş resmine uygun pozisyon ve açıyla kaynak dikişini çekme lamasını yapınız.
14. Cürufu kırarak dikişini kontrol ediniz.

Değerlendirme: Tozaltı kaynak uygulamasıyla yatayda küt ek kaynağı uygulamasında değerlendirme yapmak için 5.1. Uygulama Derecelendirme Ölçeği kullanılacaktır. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

5.1. UYGULAMA DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı-Soyadı:	Öğretmenin Adı-Soyadı:
Sınıf-No:	Değerlendirme Puanı:

Yetersiz: 1 Geliştirilebilir: 2 Orta: 3 İyi: 4 Çok iyi: 5

ÖLÇÜTLER	DERECE				
	1	2	3	4	5
1. İş güvenliği tedbirlerini eksiksiz aldı.					
2. Ölçüyü doğru aldı.					
3. Markalamayı doğru yaptı.					
4. Kesimi doğru yaptı. Çapakları eksiksiz temizledi.					
5. 10 mm'den kalın parçalara kaynak ağzı açtı.					
6. Malzeme cinsi ve kalınlığına göre amper ayarını doğru yaptı.					
7. Düz birleştirmelerde elektrot açısını 90 dereceye ve 4 mm'den ince olan parçalara altlık yerleştirerek elektrodu pozitif kutba ayarladı.					
8. Amper ayarına göre tel hızını doğru ayarladı.					
9. Akım çeşidine göre arkı oluşturdu.					
10. Çalışma sistemine göre elektroda hareket vererek kaynak dikişini çekti.					
11. Cürufu kırarak dikişi kontrol etti.					
ÖLÇEK PUANI					

Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Tablodan alınabilecek en yüksek puan, her bir ölçüt için 5 puandır. Tabloda toplam 11 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek ölçek puanı 11 X 5 = 55'tir.

DEĞERLENDİRME PUANI = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek en yüksek ölçek puanı]

Değerlendirme: Bu ölçekten 100 üzerinden 70 ve üzeri puan almanız, başarılı bir performans gösterdiğiniz anlamına gelmektedir. 69 veya altında puan almışsanız ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.



6. ÖĞRENME BİRİMİ

TIG KAYNAĞI

KONULAR

6.1. TIG KAYNAĞINDA KULLANILAN EKİPMANLAR
6.2. TIG KAYNAĞINDA KULLANILAN KAYNAK TELLERİ
6.3. AMPER VE GAZ BASINCI AYARLARI
6.4. UYGUN POZİSYON VE AÇIYLA KAYNAK DİKİŞİNİ ÇEKME

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ ?

★ Uygun tel seçme
★ Doğru amper, gaz basıncı ve tel sürme hızı ayarlarını yapma
★ Uygun pozisyon ve açıyla kaynak dikişini çekme

ANAHTAR KAVRAMLAR

Inert
Nozul
TIG
Torç
Tungsten

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Atölyenizde bulunan TIG kaynağı makine ve ekipmanlarını inceleyiniz.
2. Atölyenizde bulunan kaynak makine ve ekipmanlarını birbirleriyle kıyaslayarak gördüğünüz farklılıklarla ilgili düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

BİLGİ KÜPÜ

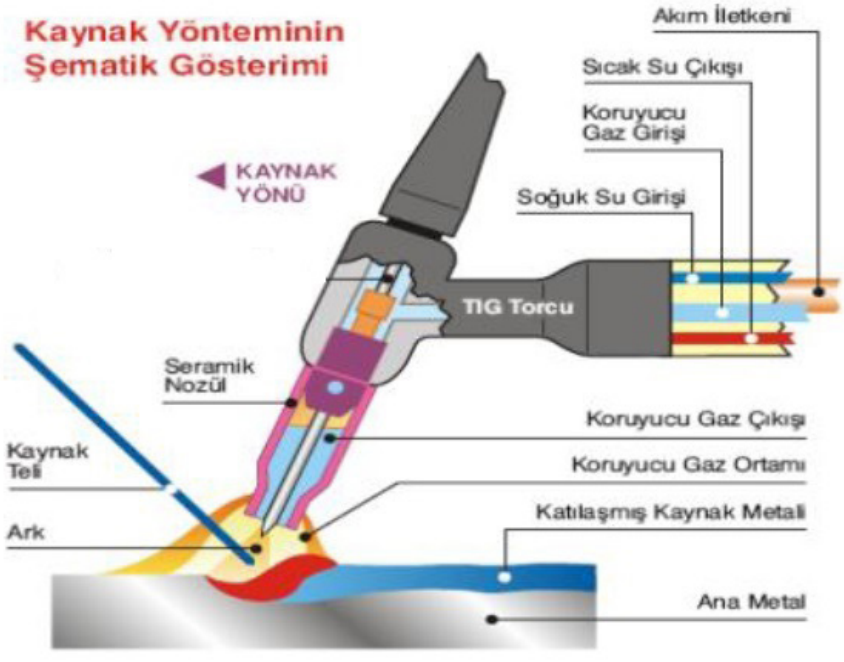
TIG kaynak yöntemi, savunma ve havacılık sanayisinde özellikle hafif olması sebebiyle kullanılan alüminyum ve magnezyum gibi metallerin kaynağında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

6. TIG KAYNAĞI

TIG kaynağı bir ark kaynak yöntemidir. Özellikle alüminyum, magnezyum, titanyum gibi hafif metallerin kaynağı için uygundur. 1940-1960 yılları arasında geliştirilen bu yöntem, günümüzde önemli bir kaynak yöntemi olarak geçerli hâle gelmiştir.

TIG kaynağı, adını Tungsten Inert Gaz kelimelerinin baş harflerinden almaktadır. Almancada tungsten metaline volfram denildiğinden tungsten metali, WIG olarak da anılmaktadır. Yöntem yaygın olarak TIG adıyla bilinmektedir. TIG kaynağı, elektrik ark kaynak yönteminin daha ileri bir aşamasıdır. Bu kısaltmada tungsten kelimesi, elektrik akımını iletmeyi sağlayan erimeyen elektrodu ifade etmektedir. İnert gaz (aktif olmayan gaz) başka elementlerle karışmayan gazdır. Inert, diğer elementlerle kimyasal olarak birleşmeyen bir gazı; gaz kelimesi ise erimiş banyo ve arkı örten, kaynak bölgesini çevreleyen havayı uzak tutan malzemeyi simgelemektedir. Bu kaynak yöntemi, Heliarc (Heliark) veya Argonarc (Arganark) olarak da anılmaktadır. TIG yöntemiyle genellikle diğer kaynak yöntemleriyle oluşturulan kaynaklara göre daha üstün özellikte dikişler elde edilmektedir.

TIG kaynağında ark, tungsten elektrot ile parça arasında serbestçe yanar. Koruyucu gaz; argon, helyum veya bunların karışımından oluşur. Şekil 6.1'de TIG kaynağının prensip şeması görülmektedir. Enerji üretecinin bir kutbu tungsten elektroda, diğer kutbu ise parçaya bağlıdır.



Şekil 6.1: TIG kaynağının prensip şeması

Ark, sadece bir elektrik iletkeni ve ark taşıyıcısı olan tungsten elektrot (sürekli elektrot) ile parça arasında yanar. İlave kaynak teline akım yüklenmemiştir. İlave kaynak teli; kaynak bölgesine yandan veya önden ya elle sevk edilen çubuk ya da ayrı bir sevk aparatından sevk edilen tel formundadır.

Tungsten elektrot ile erimiş banyo ve ilave metalin erimiş hâldeki ucu, elektrodun bulunduğu bir koruyucu gaz memesinden elektrotla eş eksenli olarak beslenen bir inert koruyucu gaz ile atmosferden korunur.

TIG kaynağında en yaygın koruyucu gaz olarak argon kullanılır. Elektrodun tatminkâr şekilde korunabilmesi için koruyucu gazın saflık derecesi en az %99,95 olmalıdır. Kural olarak 200 bar basınç altındaki 10 Nm3'lük çelik tüplerde üretilir. Hafif metallerde geniş ve derin nüfuziyet nedeniyle son yıllarda argon-helyum karışımları kullanılır.

TIG kaynak ekipmanının temel elemanları Görsel 6.1'de gösterilmektedir.



Görsel 6.1: TIG kaynak ekipmanının temel elemanları

TIG Kaynağının Uygulama Alanları

TIG kaynağı, genellikle yüksek kalitede kaynak sonuçları istenen işlemler için kullanılmaktadır:

- ★ Gemi inşa sanayisi
- ★ Birleşik ısı ve güç alanları
- ★ Petrokimya sanayisi
- ★ Gıda sanayisi
- ★ Kimya sanayisi
- ★ Nükleer sanayi

TIG Kaynağının Avantajları

TIG kaynak işlemi, sahip olduğu avantajlara bağlı olarak birçok uygulama şekline sahiptir:

- Kaynak parçasına konsantre ısıtma sağlar.
- İnert koruma gazı sayesinde kaynak havuzuna efektif koruma sağlar.

- Dolgu malzemesinden bağımsız olabilir.
- Alaşım doğru seçilmişse dolgu malzemeleri iyi hazırlanmış olmak zorunda değildir.
- Cüruf ya da çapak oluşumu olmadığı için kaynak parçasını yeniden temizlemeye ihtiyaç yoktur.
- Ulaşılması zor olan bölgeler bile rahatça kaynaklanabilir.

TIG Kaynağı Uygulanan Malzemeler

TIG kaynağının en önemli uygulama alanları şunlardır:

- Paslanmaz çelik ve ince çelik malzemeler
- Alüminyum
- Nikel
- Nikel alaşımlar

Kaynak kalitesine olan talebin artması; TIG kaynak makinelerini alaşımlı ya da alaşımsız, ağır plakalarla yapılan kaynaklar ve küçük tüp kaynağında daha popüler hâle getirmiştir.

6.1. TIG KAYNAĞINDA KULLANILAN EKİPMANLAR

TIG kaynağı için gerekli ekipman ve malzemeler şunlardır:

- Torç: İçinden gaz geçen ve koruyucu gazı ark çevresine yönlendiren bir nozul ile erimeyen bir tungsten elektrot içeren bir elektrot tutucusu
- Koruyucu gaz
- Basınç düşürme manometresi (basınç regülatörü) ve akışölçer (debimetre)
- Elektrik akımı üreteci

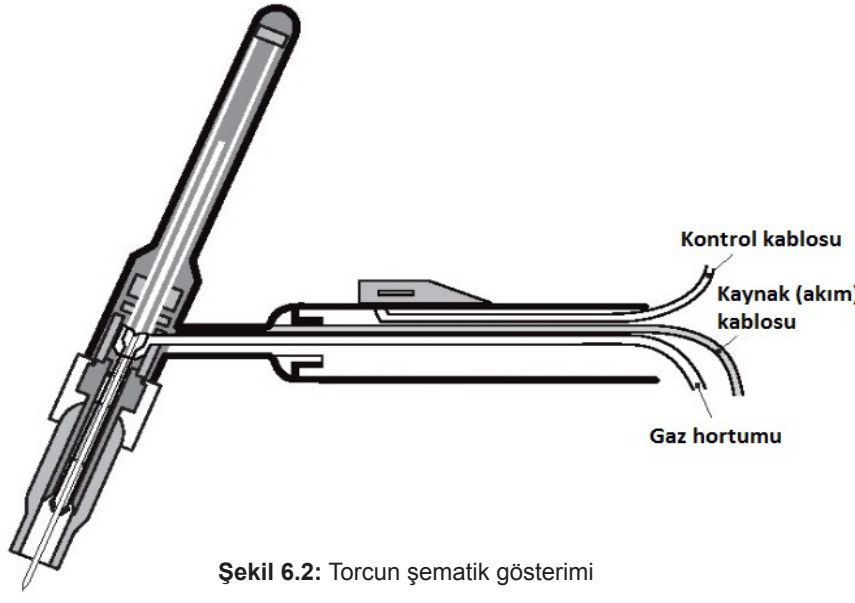
6.1.1. TIG Torcu

Bir TIG torcu (Görsel 6.2), özel olarak tasarlanmış bir elektrot tutucusudur. Torç, çeşitli boyutlarda tungsten elektrotları kolaylıkla kullanabilecek tarzda imal edilmiştir ve koruyucu gazın akışını yönlendirecek, değiştirilebilen bir gaz memesi ile donatılmıştır. Torçların bazıları hava soğutmalıdır ancak su soğutmalı torçlar daha yaygın şekilde kullanılmaktadır.



Görsel 6.2: TIG torcu

TIG torcunun ana görevi, kaynak akımını ve koruma gazını kaynak bölgesine taşımaktır. TIG torçları ihtiyaç olan maksimum akım yüklerine ve istenilen sonuçlara göre farklı ebatlarda ve dizaynlarda üretilmektedir. Şekil 6.2'de torcun şematik gösterimi verilmiştir.



Şekil 6.2: Torcun şematik gösterimi

» Tungsten Elektrotları

TIG kaynağı için kullanılan elektrotlar (Görsel 6.3), TS EN 26848'de standartlaştırılmıştır. Bu elektrotlar genellikle silindirik çubuklar olup, tungsten metalinin yüksek erime sıcaklığı (3390 °C) nedeniyle döküm yöntemiyle değil sinterlenerek ve bağlayıcı ile birleştirilerek imal edilir. Standartlaştırılmış çaplar; Ø0,5; Ø1,0; Ø1,6; (Ø2,0); Ø2,4; (Ø3,0), Ø3,2; Ø4,0; (Ø5-Ø0); (Ø6,0); Ø6,4; Ø8,0 milimetredir. Yuvarlak en kesitli elektrotların dışında dikdörtgen en kesitli elektrotlar da mevcuttur. Bu elektrotlar özel elektrot olarak standartlaştırılmıştır. Bu elektrotların standart boyları 50, 75, 150 ve 175 milimetredir.



Görsel 6.3: TIG kaynağı için kullanılan elektrotlar

Aşağıdaki tabloda (Tablo 6.1) tungsten elektrotların kullanımında seçilecek akım değerleri ve uç açıları gösterilmiştir.

Tablo 6.1: Tungsten Elektrot Uç Şekilleri ve Akım Değerleri

TUNGSTEN ELEKTROT UÇ ŞEKİLLERİ VE AKIM DEĞERLERİ						
ELEKTROT ÇAPI		UÇTAKİ ÇAP		UÇ AÇISI	AKIM ARALIĞI	DARBELİ AKIM ARALIĞI
Millimeters	Inches	Millimeters	Inches			
Ø1.0 mm	.040”	.125 mm	.005”	12°	2-15 amps	2-25 amps
Ø1.0 mm	.040”	.250 mm	.010”	20°	5-30 amps	5-60 amps
Ø1.6 mm	1/16”	.500 mm	.020”	25°	8-50 amps	8-100 amps
Ø1.6 mm	1/16”	.800 mm	.030”	30°	10-70 amps	10-140 amps
Ø2.4 mm	3/32”	.800 mm	.030”	35°	12-90 amps	12-180 amps
Ø2.4 mm	3/32”	.1100 mm	.045”	45°	15-150 amps	15-250 amps
Ø3.2 mm	1/8”	.1100 mm	.045”	60°	20-200 amps	20-300 amps
Ø3.2 mm	1/8”	.1500 mm	.060”	90°	25-250 amps	25-350 amps

Tungsten elektrotlarında kullanılan renk kodlarının kimyasal bilişimleri Tablo 6.2’de gösterilmiştir.

Tablo 6.2: Tungsten Elektrot İçin Renk Kodları

TUNGSTEN ELEKTROT İÇİN RENK KODLARI					
Standart Gösterim		Kimyasal Bileşenler		UÇ RENKLERİ	
ISO 6848	AWS A5.12	OKSİT İLAVESİ	TUNGSTEN		
WT20	EWTh-2	ThO_2:1.70-2.20%	2% THORIATED	Kırmızı	
WP	EWP		SAF	Yeşil	
WL15	EWLa-1.5	LaO_2:1.30-1.70%	1.5% LANTHANATED	Altın	
WC20	EWCe-2	CeO_2:1.80-2.20%	2% CERIATED	Gri	
WL20	EWLa-2	La_20_3:1.80-2.20%	2% LANTHANATED	Mavi	
WZ8	EWZr-8	ZrO_2:0.70-0.90%	0.8% ZIRCONIATED	Beyaz	
LaYZr™	EWG	$La0_2$:1.3-1.7%; Y_20_3:0.06-0.10%; ZrO_2:0.6-1.0%	1.5% LANTHANATED 0.8% YTTRIATED 0.8% ZIRCONIATED	Açık Yeşil	

TIG kaynağında kullanılan tungsten elektrotların renk kodlarının karakteristik özellikleri Tablo 6.3'te gösterilmiştir.

Tablo 6.3: Tungsten Elektrotların Karakteristik Özellikleri

TUNGSTEN ELEKTROTLARIN KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ		
Tungsten	**Renk Kodu**	**Karakteristik Özellik**
Saf	Yeşil	AC akımda kaynakta iyi ark kararlılığı sağlar. Kirlenmeye karşı direnci iyidir. Daha düşük akım değerleri yüklenebilir. Genellikle küreselleşmiş uç şeklinde kullanılır. Sadece AC akımda kullanılır.
%2 Seryumlu	Gri	Toryumlu tungstene benzer özellikler gösterir. Ark başlaması kolay, iyi ark kararlılığı sağlar ve uzun ömürlüdür. Toryumlu elektrot yerine kullanılabilir.
%2 Toryumlu	Kırmızı	Ark daha kolay başlar. Daha yüksek akım değerinde çalışır. Ark kararlılığı yüksektir. Kaynak kavuzundan kirlenmeye karşı direnci yüksektir. AC akımda küreselleşmiş ucu sürdürmek zordur.
%1,5 Lantan %2 Lantan	Altın Mavi	Toryumlu tungstene benzer performans gösterir. Ark başlaması kolay, iyi ark kararlılığı sağlar, uzun ömürlüdür ve yüksek akım değerlerinde çalışabilir. %1.5 olan toryumlu tungsten ile %2 olan saf tungstenin yerine kullanılır.
%0,8 Zirkonyumlu	Beyaz	İyi ark başlangıcı, kirlenmeye karşı yüksek direnç ve küreselleşmiş ucu koruduğundan dolayı AC akımda kaynak için mükemmel bir seçim olabilir. Kaynakta tungsten kirlenmesi olduğu zaman tercih edilebilir. Saf tungsten yerine kullanılabilir.
LaYZr	Açık Yeşil	Otomatik veya robotik uygulamalar için en iyi seçimdir. Uzun ömürlü %2 toryumlu elektrottan daha verimlidir (Daha soğuktur). Düşük-orta amper aralığında çalışır.

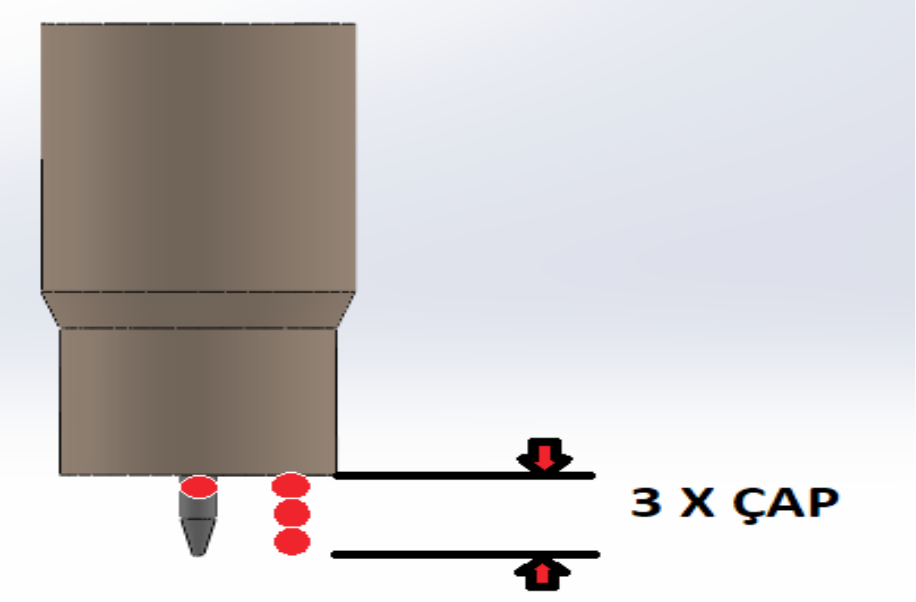
» Nozul

Gaz nozulünün görevi, koruma gazını kaynak alanına iletip atmosferik havanın kaybolmasını sağlamaktır. Gaz nozulü (Görsel 6.4), TIG torcuna vidalanmıştır; böylece gerektiğinde değiştirilmesi mümkündür. Genellikle seramik bir malzemeden yapılmıştır ve ısıya da dayanıklıdır. Gaz nozulünün ebadı genelde iç çapı ile belirtilir.



Görsel 6.4: Gaz nozulü

Tungten elektrodun nozulden çıkış miktarı Şekil 6.3'te gösterilmiştir.



Şekil 6.3: Tungsten elektrodun nozulden çıkış miktarı

6.1.2. Koruyucu Gaz Türleri

Koruma gazının birçok fonksiyonu vardır. Bunlardan biri atmosferik havayı ortadan kaldırmak, böylece kaynak havuzuyla temasını engellemek ve tungsten elektrodun akkor hâline gelmesini önlemektir. Bunun yanı sıra koruma gazı, arktaki akım ve ısı transferinde de önemli rol oynar.

TIG kaynak için iki inert gaz kullanılır. Bunlar argon (Ar) ve helyum (He) olup argon daha sık kullanılmaktadır. İki inaktif koruma gazı birbiriyle karışabilir veya her biri azaltıcı etkisi olan başka bir gazla karışabilir. Gazın azalması demek oksijenle birleşmesi demektir. TIG kaynakla bağlantılı olarak iki azaltıcı gaz hidrojen (H2) ve nitrojen (N2) kullanılır.

Tablo 6.4'te koruma gazının kaynaklanacak malzemenin cinsine göre seçimi verilmiştir.

Tablo 6.4: Koruyucu Gaz Seçimi

	Alaşımsız / Az Alaşımlı Çelikler	Paslanmaz Çelikler	Nikel Alaşımlı	Bakır Alaşımlı	Aluminyum Alaşımlı
Ar	✓	✓	✓	✓	✓
Ar/H2		✓	✓		
Ar/He			✓	✓	✓
He				✓	✓

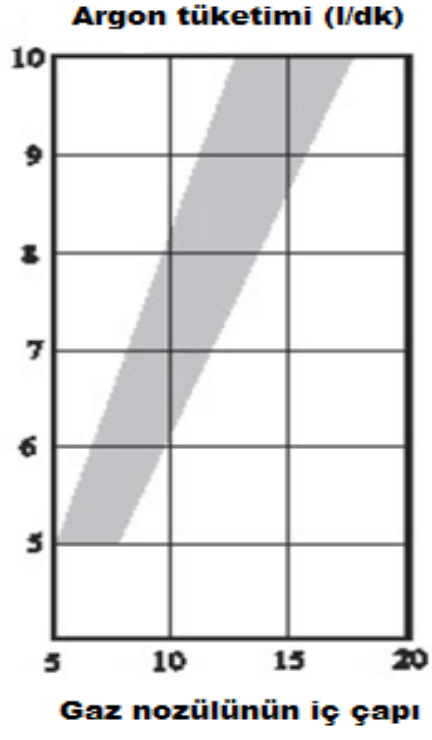
6.1.3. Basınç Düşürme Manometresi

Tüplerdeki basınç 200-300 bar arasındadır. Bu yüksek basınç, uygun çalışma basıncına kadar azaltılmalıdır (Görsel 6.5).



Görsel 6.5: Basınç düşürücü manometre

Koruma gazının miktarı gaz nozulünün iç çapına bağlıdır. Şekil 6.4'te gaz nozulüne göre seçilmesi gereken gaz miktarları verilmiştir.



Şekil 6.4: Koruma gazının miktarı

6.1.4. Elektrik Akımı Üreteci

TIG kaynak yönteminde kullanılan güç kaynakları (Görsel 6.6), genellikle 70-80 V açık devre voltajına sahiptir.



Görsel 6.6: TIG kaynak yönteminde kullanılan güç kaynakları

Doğru akım ile kaynak yapmak için 400 V şebeke voltajının alternatif akımını TIG işlemi için uygun bir çıkışa doğrultan ve aynı zamanda akım yoğunluğunu kaynakçının makine üzerinden ayarladığı değerlere göre değiştiren bir güç kaynağı kullanılır. Modern kaynak makineleri, DC modunda hatta hem AC hem DC modunda kaynak yapma yeteneğine sahiptir.

TIG ekipmanının kontrol sistemi, farklı fonksiyonlarla çok basit ya da gelişmiş olabilir. En basit versiyonunda sadece akım kontrol edilebilir ve koruma gazı, TIG torcu üzerindeki küçük bir valften açılıp kapanabilir. Daha gelişmiş TIG makineleri, koruma gazını da kontrol edebilir; böylece ark, tutuşmadan önce kaynak alanına gönderilir ve kaynak akımı bitmeden önce koruma gazının etkilenmesini önler.

6.2. TIG KAYNAĞINDA KULLANILAN İLAVE TELLER

Her tür metal ve alaşımın kaynağına uygulanabilen TIG yöntemi için çok geniş bir çeşitliliğe sahip kaynak telleri (Görsel 6.7) üretilmiştir.



Görsel 6.7: TIG kaynağında kullanılan ilave teller

TIG yönteminde kullanılan kaynak alaşımları, döküm ile elde edilmiş sert dolgu metalleri dışındakiler çekilerek üretilmiş 1 metre boyunda çeşitli çaplarda tellerdir. Bunların çapları DIN 8556'ya göre Ø1, Ø1.2, Ø1.6, Ø2, Ø2.4, Ø3, Ø3.2, Ø4 ve Ø5 mm'dir.

Otomatik ve tel sürme tertibatlı sistemlerde kaynak telleri tıpkı MİG kaynak yönteminde kullanılanlar gibi kangal hâlinde üretilmiştir. Kaynak teli üreticileri, kaynak tellerini yüzeyleri gayet temiz olarak kutu veya özel ambalajlarda pazara sunar; bunların işletmelerde uygun olmayan koşullarda depolanması özelliklerinin bozulmasına neden olur. Nemli yerlerde depolanan bazı tür tellerin yüzeylerinde oksit tabakası oluşabilir. Yağlı elle tutulan veya yağlı (gresli) maddelerle temas eden teller ile açıkta ambalajı açılmış olarak depolanan tellerin yüzeyinde gerek rutubetin gerekse de ortamdaki tozların çökelmesi sonucu kir tabakası oluşur; bütün bunlar, kaynak sırasında banyoya geçerek bağlantının beklenen kalitede olmamasına neden olur.

Kaynak ilave malzemeleri, elle kaynakta çubuk formundadır; mekanize kaynakta ise ayrı bir tel ilerletme aparatından sürekli şekilde beslenen bir kaynak teli formundadır.

6.2.1. Uygun Tel Seçme

İlave metal seçiminde göz önüne alınması gereken özellikler şunlardır:

- Malzeme cinsi
- Malzeme kalınlığı
- Birleşme dizaynı
- Kaynaktan istenen özellikler

Bazı durumlarda ilave metale ihtiyaç duyulmayabilir. İlave metal, ana malzeme ile benzer kimyasal özelliklerde ve kaynak banyosunda aynı özellikleri sağlayacak şekilde olmalıdır. Bu nedenle kaynak teli seçiminde üretici firmaların katalogları iyi incelenmeli, kaynak yapılacak malzemeye uygun kaynak teli seçilmelidir.

6.3. AMPER VE GAZ BASINCI

TIG kaynağında üç tür kaynak akımı kullanılmaktadır.

- Doğru akım düz kutuplama (DCEN)
- Doğru akım ters kutuplama (DCEP)
- Yüksek frekans stabilizasyonu alternatif akım (ACHF) veya alternatif akım (AC)

Bu akım ve kutuplama türleri, çeşitli avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Akım tiplerinin nüfuziyet üzerinde büyük etkisi vardır.

Tablo 6.5'te elektrot çapına göre nozul (fincan) seçimi, koruyucu gaz oranı ve amper ayarı verilmiştir.

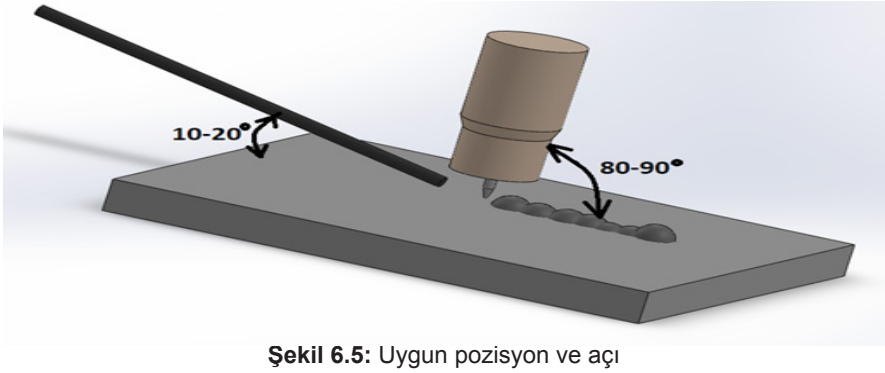
Tablo 6.5: Elektrot Çapına Göre Nozul (Fincan) Seçimi, Koruyucu Gaz Oranı ve Amper Ayarı

KORUYUCU GAZ ORANI, AKIM AYARI VE NOZUL SEÇİMİ									
Elektrot Çap	Fincan Numarası	KAYNAK AKIM DEĞERLERİ (AMPER) Tungsten Tipi			ARGON AKIŞ-DEMİRLİ METALLER			ARGON AKIŞ-ALÜMİNYUM	
		AC Saf	AC Toryumlu	DCEN Saf	DCEN Toryumlu	Standart CFHL/MN	Gaz Lensli CFHL/MN	Standart CFHL/MN	Gaz Lensli CFHL/MN
.020² (0.5mm)	3,4 veya 5	5-15	5-20	5-15	5-20	5-8 (3-4)	5-8 (3-4)	5-8 (3-4)	5-8 (3-4)
.040² (1.0mm)	4 veya 5	10-60	15-80	15-70	20-80	5-10 (3-5)	5-8 (3-4)	5-12 (3-6)	5-10 (3-5)
1/16² (1.6mm)	4,5 veya 6	50-100	70-150	70-130	80-150	7-12 (4-6)	5-10 (3-5)	8-15 (4-7)	7-12 (4-6)
3/32² (2.4mm)	6,7 veya 8	100-160	140-235	150-220	150-250	10-15 (5-7)	8-10 (4-5)	10-20 (5-10)	10-15 (5-7)
1/8² (3.2mm)	7,8 veya 10	150-210	220-325	220-330	240-350	10-18 (5-9)	8-12 (4-6)	12-25 (6-12)	10-20 (5-10)
5/32² (4.0mm)	8 veya10	200-275	300-425	375-475	400-500	15-25 (7-12)	10-15 (5-7)	15-30 (7-14)	12-25 (6-12)
3/16² (4.8mm)	8 veya10	250-350	400-525	475-800	475-800	20-35 (10-17)	12-25 (6-12)	25-40 (12-19)	15-30 (7-14)
1/4² (6.4mm)	10	325-700	500-700	750-1000	700-1000	25-50 (12-24)	20-35 (10-17)	30-55 (14-26)	25-45 (12-21)

6.4. UYGUN POZİSYON VE AÇI

Kaynak sırasında torç, kaynak yönüne 80-90 derecelik dik açıyla yaklaşıyor olmalıdır. Dolgu teli, kaynak yapılan malzemeye 10-20 derecelik bir açıyla sürülmelidir (Şekil 6.5). Kaynak metodu, MİG-MAG kaynağına oldukça benzer olup sol taraftan yapılan küçük dalma hareketleri ile gerçekleştirilir. Kaynak sırasında dolgu telini gaz nozulünden gelen gaz akışı ile aynı hizada tutmak çok önemlidir. Bu durum, erimeyi önler ve hâlâ sıcak olan telin havayla temas ederek oksitlenmesini engeller.

Dolgu telindeki her türlü kirlenme ve oksitlenme kaynak havuzunu kirletir. Kaynakçının kirli, yağlı ya da nemli dolgu telleri kullanmaması çok önemlidir. Yağ ve kir, çoğunlukla kullanılan kirli eldivenlerden bulaşır. Bu nedenle dolgu telini kaynaktan önce aseton gibi bir malzeme ile silmek gerekebilir. Hem dolgu telindeki hem de kaynak alanındaki yağ ve nem, gözenek ve hidrojen çatlakları gibi kaynak hatalarına neden olabilir.



Şekil 6.5: Uygun pozisyon ve açı

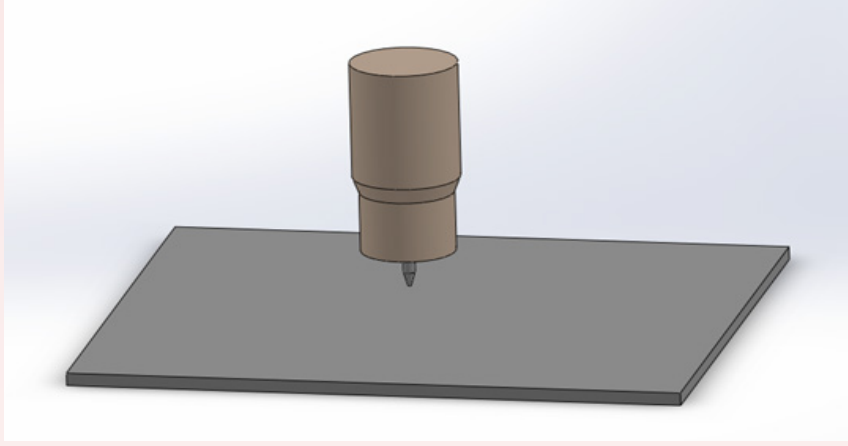
6.1. UYGULAMA

TIG Kaynak Yöntemiyle Telsiz Dikiş Çekme

Amaç: Uygun kaynak parametrelerini kullanarak TIG kaynak uygulamasıyla telsiz dikiş çekmek.

Görev

Atölyenizde atıl durumda bulunan ve geri dönüşümü bekleyen sac parçalar (Şekil 6.6) üzerine TIG kaynak uygulamasıyla telsiz dikiş çekiniz. Malzeme kalınlıklarınıza göre kaynak yönünü belirleyiniz.



Şekil 6.6: TIG kaynak yöntemi ile telsiz dikiş

İşlem Basamakları

1. Koruyucu iş güvenliği giysi ve ekipmanlarını giyerek diğer her türlü iş güvenliği tedbirlerini (Havalandırma sistemi, önlük, eldiven, baş maskesi vb.) alınız.
2. Uygun gördüğünüz kesme makinesi ile iş parçası üzerinde kesme işlemini yapınız.
3. İş parçasının kenarlarında eğe veya zımpara taşı ile çapak alma işlemini yapınız.
4. İş parçası üzerinde ölçü alıp markalama yapınız. Kaynağınızın düz bir şekilde ilerleyebilmesi için iş parçası üzerinde düz bir çizgi markalayınız.
5. Koruyucu ekipmanlarınızı ve çevrenizi iş güvenliği açısından tekrar kontrol ediniz.
6. Sac parçasının yüzeyini temizleyiniz.
7. Gaz tüplerinin ve hortumlarının sızdırmazlık kontrollerini yapınız.
8. Sulu ve kuru güvenlik sistemlerini kontrol ediniz.
9. Argon gaz tüpünü açarak basınçlarını kontrol ediniz.
10. Argon tüpünün basıncını, kullandığınız nozul numarasına göre Tablo 6.6'dan seçerek ayarlayınız.
11. TIG kaynak ünitesinin amper ayarını malzeme kalınlığına göre ayarlayınız.
12. Tungsten elektrodu malzemenin cinsine göre seçerek kaynak torcunu hazırlayınız.

6.1. UYGULAMA (DEVAMI)

13. Kaynak torcuna doğru el hareketini ve açıyı vererek dikiş oluşturunuz.

14. Tüm sınıfınızın kaynak uygulamasının bitmesi durumunda önce argon gaz musluğunu, daha sonra da makinenin güç düğmesini kapatınız.

15. Uygulama esnasında ve sonrasında israftan kaçınınız ve kullandığınız tüm malzemeleri tekrar kullanılmak üzere veya geri dönüşüm için yerlerine (takımhane/depo) götürünüz.

Değerlendirme: TIG kaynak yöntemiyle telsiz dikiş çekme uygulamasında değerlendirme yapmak için 6.1. Uygulama Derecelendirme Ölçeği kullanılacaktır. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

6.1. UYGULAMA DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı-Soyadı:	Öğretmenin Adı-Soyadı:
Sınıf-No:	Değerlendirme Puanı:

Yetersiz: 1 Geliştirilebilir: 2 Orta: 3 İyi: 4 Çok iyi: 5

ÖLÇÜTLER	DERECE				
	1	2	3	4	5
1. İş güvenliği tedbirlerini eksiksiz aldı.					
2. Ölçüyü doğru aldı.					
3. Markalamayı doğru yaptı.					
4. Kesimi doğru yaptı.					
5. Çapakları eksiksiz temizledi.					
6. Gaz basınçlarını doğru ayarladı.					
7. Amper ayarını doğru yaptı.					
8. Tungsten elektrodu doğru seçerek torcu hazırladı.					
9. Kaynak dikişini doğru çekti.					
10. İş güvenliği kurallarına uygun olarak argon tüpünü kapattı.					
11. İş güvenliği kurallarına uygun olarak makineyi kapattı.					
ÖLÇEK PUANI					

Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Tablodan alınabilecek en yüksek puan, her bir ölçüt için 5 puandır. Tabloda toplam 11 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek ölçek puanı 11 X 5 = 55'tir.

DEĞERLENDİRME PUANI = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek en yüksek ölçek puanı]

Değerlendirme: Bu ölçekten 100 üzerinden 70 ve üzeri puan almanız, başarılı bir performans gösterdiğiniz anlamına gelmektedir. 69 veya altında puan almışsanız ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

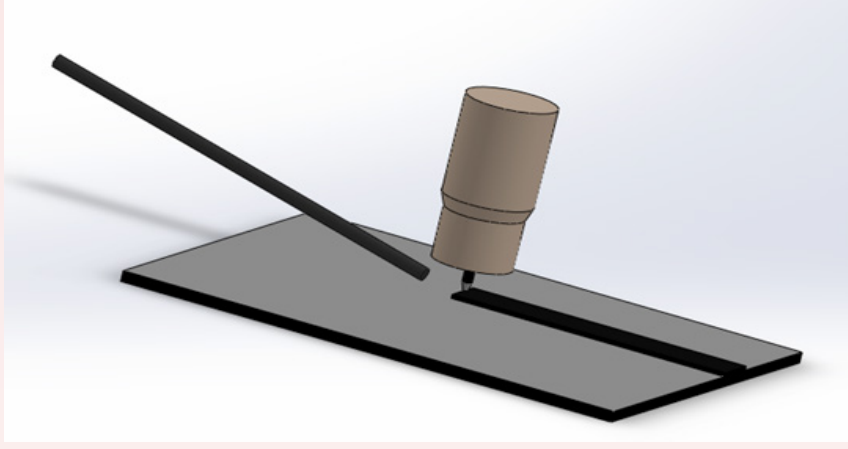
6.2. UYGULAMA

TIG Kaynak Yöntemiyle Telli Dikiş Çekme

Amaç: Uygun kaynak parametrelerini kullanarak TIG kaynak uygulamasıyla telli dikiş çekmek.

Görev

Atölyenizde atıl durumda bulunan ve geri dönüşümü bekleyen sac parçalar (Şekil 6.7) üzerine TIG kaynak uygulamasıyla telli dikiş çekiniz. Malzeme kalınlıklarınıza göre kaynak yönünü belirleyiniz.



Şekil 6.7: TIG kaynak yöntemi ile telli dikiş

İşlem Basamakları

1. Koruyucu iş güvenliği giysi ve ekipmanlarını giyerek diğer her türlü iş güvenliği tedbirlerini (Havalandırma sistemi, önlük, eldiven, baş maskesi vb.) alınız.
2. Uygun gördüğünüz kesme makinesi ile iş parçası üzerinde kesme işlemini yapınız.
3. İş parçasının kenarlarında eğe veya zımpara taşı ile çapak alma işlemini yapınız.
4. İş parçası üzerinde ölçü alıp markalama yapınız. Kaynağınızın düz bir şekilde ilerleyebilmesi için iş parçası üzerinde düz bir çizgi markalayınız.
5. Koruyucu ekipmanlarınızı ve çevrenizi iş güvenliği açısından tekrar kontrol ediniz.
6. Sac parçasının yüzeyini temizleyiniz.
7. Gaz tüplerinin ve hortumlarının sızdırmazlık kontrollerini yapınız.
8. Sulu ve kuru güvenlik sistemlerini kontrol ediniz.
9. İş parçasının cinsine göre ilave tel seçerek elektrodunuzu hazırlayınız.
10. Argon gaz tüpünü açarak basınçlarını kontrol ediniz.
11. Argon tüpünün basıncını kullandığınız nozul numarasına göre Tablo 6.6'dan seçerek ayarlayınız.
12. TIG kaynak ünitesinin amper ayarını malzeme kalınlığına göre ayarlayınız.

6.2. UYGULAMA (DEVAMI)

13. Tungsten elektrodu malzemenin cinsine göre seçerek kaynak torcunu hazırlayınız.

14. Kaynak torcuna doğru el hareketini ve açıyı vererek dikiş oluşturunuz.

15. Tüm sınıfınızın kaynak uygulamasının bitmesi durumunda önce argon gaz musluğunu, daha sonra da makinenin güç düğmesini kapatınız.

16. Uygulama esnasında ve sonrasında israftan kaçınınız ve kullandığınız tüm malzemeleri tekrar kullanılmak üzere veya geri dönüşüm için yerlerine (takımhane/depo) götürünüz

Değerlendirme: TIG kaynak yöntemiyle telli dikiş çekme uygulamasında değerlendirme yapmak için 6.2. Uygulama Derecelendirme Ölçeği kullanılacaktır. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

6.2. UYGULAMA DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı-Soyadı:	Öğretmenin Adı-Soyadı:
Sınıf-No:	Değerlendirme Puanı:

Yetersiz: 1 Geliştirilebilir: 2 Orta: 3 İyi: 4 Çok iyi: 5

ÖLÇÜTLER	DERECE				
	1	2	3	4	5
1. İş güvenliği tedbirlerini eksiksiz aldı.					
2. Ölçüyü doğru aldı.					
3. Markalamayı doğru yaptı.					
4. Kesimi doğru yaptı.					
5. Çapakları eksiksiz temizledi.					
6. Gaz basınçlarını doğru ayarladı.					
7. Amper ayarını doğru yaptı.					
8. İlave tel ve tungsten elektrodu doğru seçerek torcu hazırladı.					
9. Kaynak dikişini doğru çekti.					
10. İş güvenliği kurallarına uygun olarak argon tüpünü ve makineyi kapattı.					
11. İş güvenliği kurallarına uygun olarak makineyi kapattı.					
ÖLÇEK PUANI					

Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Tablodan alınabilecek en yüksek puan, her bir ölçüt için 5 puandır. Tabloda toplam 11 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek ölçek puanı 11 X 5 = 55'tir.

DEĞERLENDİRME PUANI = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek en yüksek ölçek puanı]

Değerlendirme: Bu ölçekten 100 üzerinden 70 ve üzeri puan almanız, başarılı bir performans gösterdiğiniz anlamına gelmektedir. 69 veya altında puan almışsanız ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

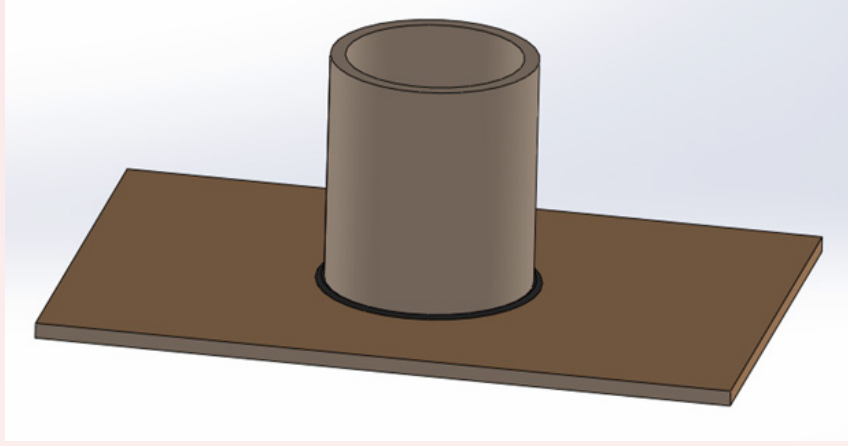
6.3. UYGULAMA

TIG Kaynak Yöntemiyle Flanş Kaynağı Çekme

Amaç: Uygun kaynak parametrelerini kullanarak TIG kaynak yöntemiyle flanş kaynağı çekmek.

Görev

Atölyenizde atıl durumda bulunan ve geri dönüşümü bekleyen sac parça ve boruları kullanarak (Şekil 6.8) TIG kaynak uygulamasıyla flanş kaynağı çekiniz. Malzeme kalınlıklarınıza göre kaynak yönünü belirleyiniz.



Şekil 6.8: TIG kaynak yöntemi ile flanş kaynağı

İşlem Basamakları

1. Koruyucu iş güvenliği giysi ve ekipmanlarını giyerek diğer her türlü iş güvenliği tedbirlerini (havalandırma sistemi, önlük, eldiven, baş maskesi vb.) alınız.
2. Uygun gördüğünüz kesme makinesi ile iş parçalarını kesiniz.
3. İş parçalarının kenarlarında eğe veya zımpara taşı ile çapak alma işlemini yapınız.
4. İş parçası üzerinde ölçü alıp taban sacının merkezine boru parçası gelecek şekilde markalama yapınız.
5. Koruyucu ekipmanlarınızı ve çevrenizi iş güvenliği açısından tekrar kontrol ediniz.
6. Sac parçasının yüzeyini temizleyiniz.
7. Gaz tüplerinin ve hortumlarının sızdırmazlık kontrollerini yapınız.
8. Sulu ve kuru güvenlik sistemlerini kontrol ediniz.
9. İş parçasının cinsine göre ilave tel seçerek elektrodunuzu hazırlayınız.
10. Argon gaz tüpünü açarak basınçlarını kontrol ediniz.
11. Argon tüpünün basıncını, kullandığınız nozul numarasına göre Tablo 6.6'dan seçerek ayarlayınız.
12. TIG kaynak ünitesinin amper ayarını malzeme kalınlığına göre ayarlayınız.
13. Tungsten elektrodu malzemenin cinsine göre seçerek kaynak torcunu hazırlayınız.

6.3. UYGULAMA (DEVAMI)

14. Kaynağa başlamadan önce en az 3-4 yerden puntalama işlemi yapınız.

15. Kaynak torcuna doğru el hareketini ve açıyı vererek dikiş oluşturunuz.

16. Tüm sınıfınızın kaynak uygulamasının bitmesi durumunda önce argon gaz musluğunu, daha sonra da makinenin güç düğmesini kapatınız.

17. Uygulama esnasında ve sonrasında israftan kaçınınız ve kullandığınız tüm malzemeleri tekrar kullanılmak üzere veya geri dönüşüm için yerlerine (takımhane/depo) götürünüz.

Değerlendirme: TIG kaynak yöntemiyle flanş kaynağı çekme uygulamasında değerlendirme yapmak için 6.3. Uygulama Derecelendirme Ölçeği kullanılacaktır. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

6.3. UYGULAMA DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı-Soyadı:	Öğretmenin Adı-Soyadı:
Sınıf-No:	Değerlendirme Puanı:

Yetersiz: 1 **Geliştirilebilir: 2** **Orta: 3** **İyi: 4** **Çok iyi: 5**

ÖLÇÜTLER	DERECE				
	1	2	3	4	5
1. İş güvenliği tedbirlerini eksiksiz aldı.					
2. Ölçüyü doğru aldı.					
3. Markalamayı doğru yaptı.					
4. Kesimi doğru yaptı.					
5. Çapakları eksiksiz temizledi.					
6. Gaz basınçlarını doğru ayarladı.					
7. Amper ayarını doğru yaptı.					
8. İlave tel ve tungsten elektrodu doğru seçerek torcu hazırladı.					
9. Kaynak dikişini doğru çekti.					
10. İş güvenliği kurallarına uygun olarak argon tüpünü ve makineyi kapattı.					
ÖLÇEK PUANI					

Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Tablodan alınabilecek en yüksek puan, her bir ölçüt için 5 puandır. Tabloda toplam 10 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek ölçek puanı 10 X 5 = 50'dir.

DEĞERLENDİRME PUANI = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek en yüksek ölçek puanı]

Değerlendirme: Bu ölçekten 100 üzerinden 70 ve üzeri puan almanız, başarılı bir performans gösterdiğiniz anlamına gelmektedir. 69 veya altında puan almışsanız ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.



7. ÖĞRENME BİRİMİ

OKSİ-GAZ İLE KESME

KONULAR

7.1. OKSİ-GAZ İLE KESME İŞLEMİNDE ÜFLEÇ SEÇİMİ
7.2. OKSİ-GAZ İLE KESME İŞLEMİNDE GAZ BASINÇ AYARLARI
7.3. OKSİ-GAZ İLE KESME İŞLEMİNDE POZİSYON VE AÇI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ ?

★ Uygun üfleç (hamlaç) seçme
★ Doğru gaz basıncı ayarını yapma
★ Uygun pozisyon ve açıyla kesme işlemi yapma

ANAHTAR KAVRAMLAR

Asetilen
Kesme
Oksijen
Tüp
Üfleç

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

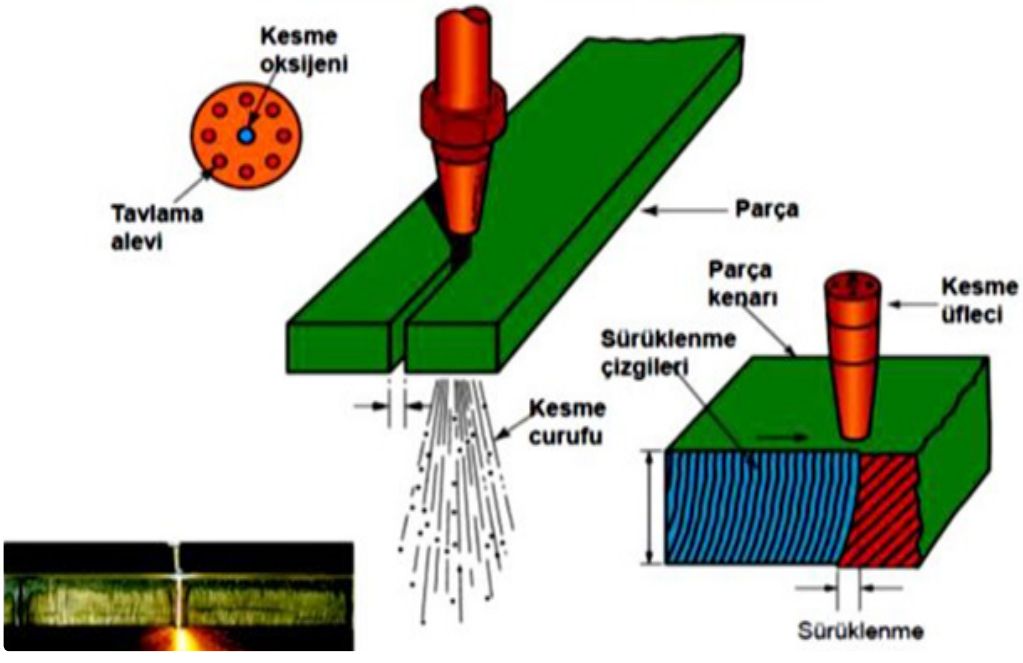
1. Sizce çok kalın metal malzemeler hangi yöntemlerle kesilmektedir?
2. Sizce yanıcı ve yakıcı gaz demek ne demektir?
Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

BİLGİ KÜPÜ

Oksijen, yanıcı bir gaz değildir ama oksijen olmadan hiçbir şey tek başına yanmaz.

7. OKSİ-GAZ İLE KESME

Sert metallerin metalik oksitlenme reaksiyonlarından yararlanılarak oksijen ile kesilmesi mümkündür. Oksijenle kesme, az karbonlu ve düşük alaşımlı çeliklerde kullanılmaktadır. Çelik olmayan metallerin kesilmesinde oksijenden yararlanılmaz. Oksijen ile kesme özel üfleçler yardımıyla sağlanır. Bu nedenle kesici üfleçler, normal üflecin hortum bağlantılarından sökülüp onların yerine takılmasıyla kullanılır. Bazı üfleç donanımlarında bekin sökülmesi yeterli olmaktadır. Çeliğin birçok türü oksijenle kesmeye uygundur. Çelik, 1100 °C'ye kadar ısıtılır ve basınçlı saf oksijen ile temas ettirilirse yanmaya başlar. Oksijenle kesmede çeliğin kısmen ergimesi söz konusudur; parça, yanma ile birbirinden ayrılmaktadır (Şekil 7.1). Alevle kesme işleminde oksijenin iki görevi vardır. Oksijen hem çeliğin yanma sıcaklığına kadar tavlanmasında kullanılan alevde yakıcı gazın yakılmasında hem de yanma sıcaklığına kadar tavlanmış bölgenin yakılmasında kullanılır. Oksijen gazı, her iki kullanımda da farklı basınçlarda kullanılır. Kesme için öncelikle parçanın tavlanması gerekir. Parçanın tavlanmasına kadar kullanılan oksijen basıncına **tavlama basıncı**, parçanın tavlama sıcaklığına ulaşmasından sonra kesme alanına basınçlı oksijen gönderilerek hem ısının artmasında hem de meydana gelen cürufun parçadan uzaklaştırılmasında kullanılan oksijen basıncına da **kesme basıncı** denir. Kesme işleminde oksijenle birlikte kullanılan yanıcı gazlar; içlerinde hidrojen ve karbon atomları bulunduran asetilen, propan gibi gazlardır.

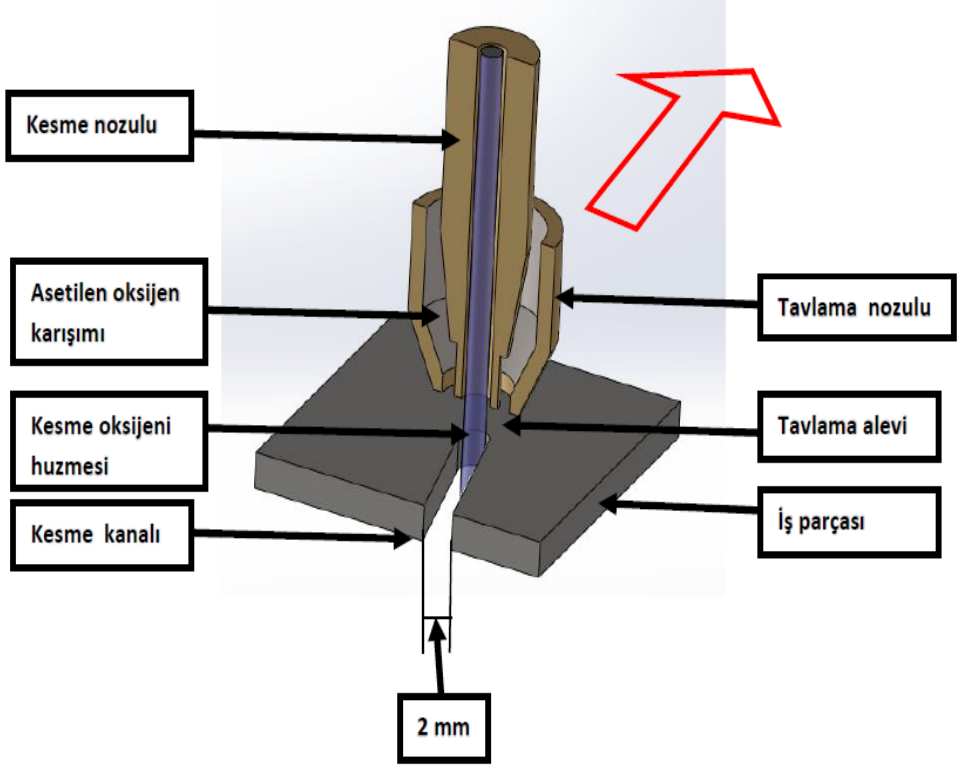


Şekil 7.1: Oksi-gaz ile kesme 1

Oksijenle kesmeye (Şekil 7.2) en uygun malzemeler, düşük alaşımlı ve alaşımsız çeliklerdir. Teorik olarak iç yapısında %2'ye kadar karbon bulunan çelikler, oksijenle kesilmeye uygundur. Ancak uygulamada içindeki karbon oranı %0,4'ü geçen çeliklerin kesme kenarlarında sertleşme meydana gelmektedir. Bundan dolayı kesilecek malzemelerin kesilmeden önce 250 °C ön ısıtmaya ve 630 °C son ısıtmaya ihtiyaçları vardır. Çelik içindeki alaşım elamanının ve karbon oranının artması hâlinde ön tavlama sıcaklığı artırılmalıdır.

Her metal, oksijenle kesilmeye uygun değildir. Bir metalin oksijenle kesilmeye uygun olması için aşağıdaki özelliklere sahip olması gerekir.

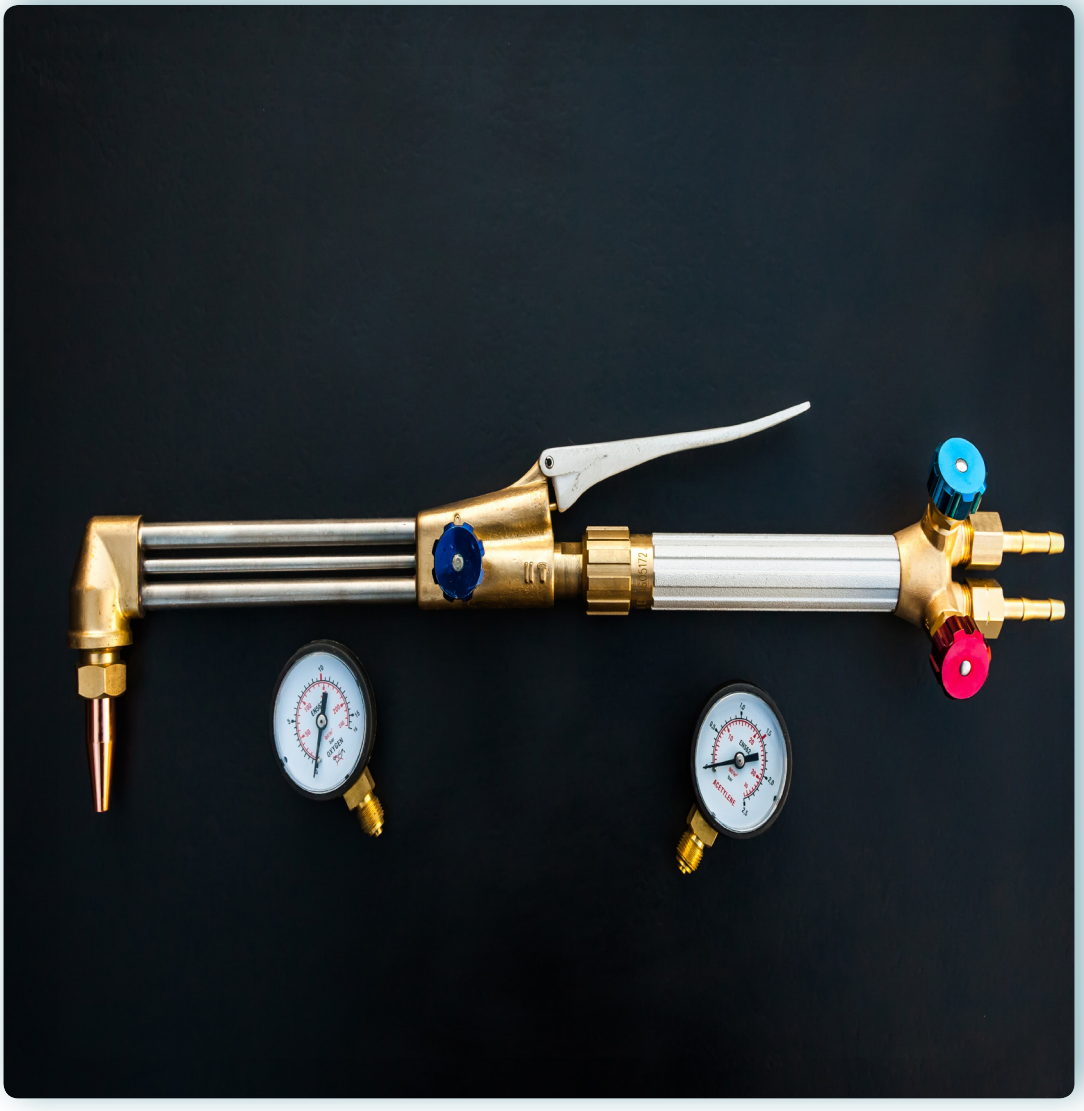
- Kesilecek malzeme, oksijen ile yanmalıdır.
- Yanmaya başlama sıcaklığı, ergime sıcaklığından düşük olmalıdır.
- Metal üzerinde bulunan oksit tabakasının ergime derecesi, metalin ergime derecesinden düşük olmalıdır.
- Yanma sonucu oluşan cüruf, akışkan olmalıdır.
- Kesilecek malzemelerin ısı iletkenliği, düşük olmalıdır.



Şekil 7.2: Oksi-gaz ile kesme 2

7.1. OKSİ-GAZ İLE KESMEDE ÜFLEÇ SEÇİMİ

Oksi-gaz kaynağında kullanılan üfleçlerle kesme yapılmaz. Oksijenle kesme işleminde kullanılan kesme üfleçlerinin kesme alanını tavladıktan sonra basınçlı oksijen de göndermesi gerekir. Bu nedenle kesme üfleçlerinin tümünde kaynak üfleçlerinden farklı olarak basınçlı oksijen gönderme düzeneği mevcuttur (Görsel 7.1).



Görsel 7.1: Oksi-gaz kesme üfleci

Kesme üfleçleri, enjektörlü ve meme karışımlı olarak ikiye ayrılır. Meme karışımlı üfleçlerde gaz karışımı meme bölümünde olduğu için üflecin görevi, sadece yanıcı ve yakıcı gaz karışımını yaparak memeden göndermektir. Oksi-gaz kaynak memelerinde olduğu gibi kesme memeleri de numaralandırma sistemiyle standart hâle getirilmiştir (Görsel 7.2). Kesme memelerini tanımaya yarayan numaralar meme üzerinde bulunur.



Görsel 7.2: Üfleç nozulü (meme)

Kesmede kullanılan meme özellikleri numaralarına göre asetilen ve propan gazları için aşağıdaki tablolarda verilmiştir (Tablo 7.1, 7.2).

Tablo 7.1: Asetilen Gazı İçin Kesme Memeleri

Meme Anma No.	Kesme Kalınlığı (mm)	Kesme Hızı (mm/dk.)	Kesme 02 Basıncı (bar)	Tavlama Oksijen Basıncı (bar)	Asetilen Basıncı (bar)	Kesme Oksijen Tüketimi (l/h)	Tavlama Oksijen Tüketimi (l/h)	Tavlama Asetilen Tüketimi (l/h)
0	3-5	700-500	1,5-2,0	0,7	0,3	600-900	270-390	240-360
1	5-10	660-400	2,5-3,5	0,7	0,35	1680-2100	270-390	240-360
2	10-25	560-300	3,0-4,0	0,7	0,35	1740-2820	390-450	360-420
3	25-40	400-230	3,5-4,5	0,7	0,35	2820-3900	450-540	420-480
4	40-60	380-200	4,0-5,0	1	0,4	3960-4860	450-600	420-480
5	60-100	250-180	4,5-5,5	1	0,4	7740-9000	600-720	540-660
6	100-200	150-110	5,0-6,5	1	0,4	12240-13980	720-930	660-840
7	200-300	125-90	6,5-7,5	1	0,4	18480-21300	930-1080	840-990

Tablo 7.2: Propan Gazı İçin Kesme Memeleri

Meme Anma No.	Kesme Kalınlığı (mm)	Kesme Hızı (mm/dk.)	Kesme 02 Basıncı (bar)	Tavlama Oksijen Basıncı (bar)	Propan Basıncı (bar)	Kesme Oksijen Tüketimi (l/h)	Tavlama Oksijen Tüketimi (l/h)	Tavlama Propan Tüketimi (l/h)
0	3-5	700-500	1,5-2,0	1	0,3	600-900	660-1380	180-360
1	5-10	660-400	2,5-3,5	1	0,3	1680-2100	900-1380	240-360
2	10-25	560-300	3,0-4,0	1	0,3	1740-2820	1080-2460	300-600
3	25-40	400-230	3,5-4,5	1	0,3	2820-3900	1320-2460	360-600
4	40-60	380-200	4,0-5,0	1,5	0,4	3960-4860	1560-2460	420-600
5	60-100	250-180	4,5-5,5	1,5	0,4	7740-9000	1800-2460	480-600
6	100-200	150-110	5,0-6,5	1,5	0,7	12240-13980	2760-3780	720-960
7	200-300	125-90	6,5-7,5	1,5	0,7	18480-21300	2760-4320	720-1080



7.2. OKSİ-GAZ İLE KESME İŞLEMİNDE GAZ BASINÇ AYARLARI

Oksi-gaz ile kesmede kullanılan alev, kaynak alevinden farklıdır. Kesmede kullanılan alevde kaynak alevinden farklı olarak yakmada kullanılan oksijen ayarının parça kalınlığına göre yapılması gerekir. Her üflecin keseceği parça kalınlığı değiştiği gibi harcayacağı oksijen de değişmektedir. Oksi-gaz kaynağında yanıcı ve yakıcı gaz karışımlarının yanmasıyla meydana gelen aleve **kaynak alevi** adı verilir. Teorik açıdan oksi-gaz kaynak alevinin oluşması için gerekli olan 1 birim asetilen için 2,5 birim oksijene ihtiyaç vardır. Ancak oksijen tüpünden alınan oksijen miktarı, bu işlem için 1 birimdir. Alev için gerekli olan ve geriye kalan 1,5 birim oksijen, ortamdaki havadan alınır. Sonuç olarak kaynak için gerekli olan her 1 birim asetilen için 1 birim oksijen, tüpten çıkar. Kesmede kullanılan gaz basınçları, oksi-gaz kaynağında kullanılan gaz basınçlarına göre çok daha yüksektir. Her iki gazın basıncı birbiriyle paralel artış göstermekle birlikte tüpten çıkan gaz miktarı, tamamen kesilecek malzemenin özelliklerine ve kalınlığına bağlıdır. Oksi-gaz ile kesme uygulamasında oksijenle birlikte en çok kullanılan asetilen ve propan gazlarının üstünlükleri aşağıda verilmiştir.

Oksi-Gaz ile Kesme Uygulamasında Asetilen Gazının Avantaj ve Dezavantajları

- ★ Delik açma işleminde oksi-propandan üç kat daha hızlıdır.
- ★ Asetilen, odaklanmış ısı verme kapasitesi en yüksek olan gazdır.
- ★ İnce parçaların kesilmesi için idealdir.
- ★ Küçük boyutlu ve ince parçaların kısa sürede ısıtılmasında avantaj sağlar.
- ★ Odaklı ısıl verimliliği, açık mavi alev konisinin uç kısmından itibaren parçaya olan mesafe 2-5 mm arasındadır.
- ★ İnce parçalar kesilirken kesme yüzeyinin aşırı ısınması sebebiyle malzemede ısıdan etkilenen bölge (ITAB) geniş olmaktadır.
- ★ Kesilen çeliğin karbon miktarının artışına bağlı olarak kesim yüzeyinin alt kısmındaki kenar sertleşmesi propana göre daha yüksektir.
- ★ Açık mavi alev konisi kesilecek parçaya yakın olduğu için alevin geri tepme riski daha çoktur.
- ★ Maliyeti oksi-propandan yüksektir.
- ★ İnce parçaların kesilmesinde kesilen yüzeyin üst kenarı odaklı ısı nedeniyle ergiyerek oluşabilecek kenar yenmesi riski oksi-propandan daha yüksektir.
- ★ Kesme lülesinin ağız kısmında cüruf yapışması oksi-propana göre daha yüksektir.

Oksi-Gaz ile Kesme Uygulamasında Propan Gazının Üstünlükleri

★ Oksi-propan ve oksi-asetilen için kesme hızları yaklaşık olarak benzerdir.

★ Kalın parçaların kesilmesinde avantajlıdır.

★ Kalın ve geniş parçaların tavlanmasında avantajlıdır.

★ Kesilen parça kenarları daha düzgündür (Görsel 7.3).

★ Isıdan etkilenen bölge (ITAB) daha dardır.

★ Açık mavi alev konisi kesilecek parçaya daha uzak olduğu için alevin geri tepme riski düşüktür.

★ Açık mavi alev konisinin uç kısmından itibaren parçaya olan mesafesi 5 mm'den fazladır.

★ Kesilen çeliğin karbon miktarının artışına bağlı olarak kesim yüzeyinin alt kısmındaki kenar sertleşmesi oksi-asetilene göre daha düşüktür.

★ İnce parçaların kesilmesinde kesilen yüzeyin üst kenarı odaklı ısı nedeniyle ergiyerek oluşabilecek kenar yenmesi riski oksi-asetilenden daha düşüktür.

★ Ön ısıtma alevinde kullanılan oksijen miktarı daha fazla olmasına rağmen oksi-propan ile kesmenin maliyeti düşüktür.

★ Kesme lülesinin ağız kısmında cüruf yapışması oksi-asetilene göre daha düşüktür.



Görsel 7.3: Oksi-propan ile düzgün kenarlı kesim

7.3. OKSİ-GAZ İLE KESME İŞLEMİNDE POZİSYON VE AÇI

Oksi-gaz ile kesme işlemi, malzemenin her türlü pozisyonunda mümkündür. Kaynakta olduğu gibi dik ve tavan pozisyonlarında eriyik bölgenin aşağı doğru akması kesme işleminde sorun teşkil etmeyeceğinden malzeme pozisyonu, kesme verimini çok etkilemez. Yine de ergiyen damlacıkların kesimi yapan işçinin üzerine damlaması riski, tavan pozisyonunda sık karşılaşılan bir sorundur. Gemi inşa sektöründe çoğunlukla yatay ve dikey kesimler yapılır. Kaynak alevinin en yüksek sıcaklığa sahip olan kısmı, alev çekirdeğinden yaklaşık 5 mm uzaklıktaki kısımdır. Bu kısımda sıcaklık değerleri, alevin en yüksek sıcaklığına karşılık gelen 3200 °C'ye çıkar. Çekirdek ucundan 2-5 mm arasındaki bölge çalışma bölgesidir. Çünkü alevin en yüksek sıcaklıkları verdiği alan bu bölgededir. Dolayısıyla parça ile çekirdek arasındaki mesafe, 2-5 mm arasında olmalıdır. Kesme işleminde kullanılan üfleç açısı, dik kenar isteniyorsa 90 derecedir. Kesilen kenar açılı olacaksa istenen açıya göre üfleç kesme açısı oluşturulur.

Oksi-gaz ile kesme, gemi inşa sektöründe çok yaygın olarak kullanılır. Gemi inşa sektöründe kullanılan çelikler genellikle kalın malzemeler oldukları için gerek kesme işlemlerinde gerekse kaynak ağızlarının açılmasında oksi-gaz ile kesme uygulamaları önemli yer tutar. Kaynak ağızlarında istenilen açıya göre kesme yapılırken üflece eğim verilir. Örneğin 45 derecelik bir kaynak ağzı açılmak isteniyorsa kesme üflece de 45 derecelik açı verilmelidir. Kesme işlemine genellikle parçanın dış kısmından başlanır. Parçanın bu kısmına ön ısıtma işlemi uygulanarak yanma sıcaklığına kadar tavlanması sağlanır. Bu esnada üfleç, iş parçasına 90 derece açı ile tutulur (Görsel 7.4). Bu açı, kesme sonuna kadar sabit tutularak dik yüzey elde edilmesi sağlanır. Kesme işleminin parçanın kenarından başlaması, kesme noktasının kısa süre içinde yanma sıcaklığına ulaşmasını sağlar. İş parçasının rengine bakılarak kesmenin başlama sıcaklığına ulaşıp ulaşmadığı anlaşılabilir. Kesilecek parçanın yanma sıcaklığına geldiğinden emin olduktan sonra oksijen verilir. Parçanın yanma ısısı ve ısınan kısmın oksijenle teması, kesmenin başlaması için yeterlidir.



Görsel 7.4: Oksi-gaz ile kesmede 90 derecelik dik açı

Oksijenle Kesmede Alınacak Güvenlik Önlemleri

- ★ İş güvenliği giysileri, teçhizat ve donanımları mutlaka kullanılmalıdır.
- ★ Kesme işlemine başlamadan önce tüm donanımda gaz kaçağı kontrolü yapılmalıdır.
- ★ Sistemdeki sulu ve kuru güvenlik elemanları kontrol edilmelidir.
- ★ Yanıcı ve yakıcı gaz ve sıvıların olduğu yerlerde oksijenle kesme yapılmamalıdır.
- ★ Daha önce içinde yanıcı ve parlayıcı gaz ile sıvı depolanan malzemeler, oksijenle kesilmemelidir.
- ★ Kesme yapılan yerin altında kum veya su dolu kaplar bulundurulmalıdır.
- ★ Zemininde ahşap bulunan yerde kesme zorunluluğu varsa zemin ıslatılmalıdır.
- ★ Kesme işleminin yapıldığı yerde kesinlikle yangın söndürme cihazı bulundurulmalıdır.
- ★ Üfleçler her zaman tüplerden uzak tutulmalıdır.
- ★ Tüp basınçları sık sık kontrol edilmelidir.
- ★ Çevrede her türlü iş güvenliği tedbirleri alınmalıdır.

El ile oksi-gaz kesme uygulamaları dışında gemi inşa sektöründe ve diğer endüstri sektörlerinde makine ile oksi-gaz kesme uygulamaları yapılır (Görsel 7.5). Makine ile yapılan kesimler, çok daha düzgün kesimler olup aynı zamanda işçilik ve zaman sarfiyatında da avantaj sağlar.



Görsel 7.5: Makine ile oksi-gaz kesimi

7.1. UYGULAMA

Oksi-Gaz Kesme Yöntemiyle Sac Levhaların Kesimi

Amaç: Oksi-gaz kesme uygulamasıyla uygun kesme parametrelerini kullanarak sac levha kesimi yapmak.

Görev

İş güvenliği tedbirlerini alarak atölyenizde atıl durumda bulunan herhangi bir sac levhayı oksi-gaz kesme uygulamasıyla kesiniz (Görsel 7.6).



Görsel 7.6: Sac levhaların oksi-gaz ile kesimi

İşlem Basamakları

1. Koruyucu iş güvenliği giysi ve ekipmanlarını giyerek diğer her türlü iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Sac parçanın yüzeyini temizleyiniz.
3. Malzeme kalınlığına uygun üfleç ve nozul seçerek hortum bağlantılarını yapınız.
4. Gaz tüplerinin ve hortumlarının sızdırmazlık kontrollerini yapınız.
5. Sulu ve kuru güvenlik sistemlerini kontrol ediniz.
6. Gaz tüplerinizi açarak tüplerin basınçlarını kontrol ediniz.
7. Az miktarda önce oksijen ve daha sonra asetilen musluklarını açınız ve üfleci tutuşturunuz.
8. Alev tipini ayarlayınız.
9. Malzeme kalınlığına göre ön ısıtma yapınız.
10. Üfleci malzemeye 90 derecelik dik bir açıyla tutarak düz kesme işlemini yapınız.
11. Önce asetilen gaz musluğunu, daha sonra da oksijen gaz musluğunu kapatınız.
12. Gaz tüplerinizi kapatınız.
13. Sistemdeki gazları boşaltmak için oksijen ve asetilen musluklarını tekrar açınız ve manometredeki çıkış basıncının sıfıra düşmesiyle birlikte gaz musluklarını yeniden kapatınız.

7.1. UYGULAMA (DEVAMI)

14. Uygulama esnasında ve sonrasında israftan kaçınınız ve kullandığınız tüm malzemeleri tekrar kullanılmak üzere veya geri dönüşüm için yerlerine (takımhane/depo) götürünüz.

Değerlendirme: Oksi-gaz kesme yöntemiyle sac levhaların kesimi uygulamasında değerlendirme yapmak için 7.1. Uygulama Derecelendirme Ölçeği kullanılacaktır. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

7.1. UYGULAMA DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı-Soyadı:	Öğretmenin Adı-Soyadı:
Sınıf-No:	Değerlendirme Puanı:

Yetersiz: 1 Geliştirilebilir: 2 Orta: 3 İyi: 4 Çok iyi: 5

ÖLÇÜTLER	DERECE				
	1	2	3	4	5
1. İş güvenliği tedbirlerini eksiksiz aldı.					
2. Üfleci doğru seçti.					
3. Nozulü doğru seçti.					
4. Gaz basınçlarını doğru ayarladı.					
5. Üfleci doğru tutuşturdu.					
6. Alevi doğru ayarladı.					
7. Kesmeyi doğru yaptı.					
8. İş güvenliği kurallarına uygun olarak vanaları kapattı.					
9. İş güvenliği kurallarına uygun olarak sistemdeki gazı boşalttı.					
ÖLÇEK PUANI					

Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Tablodan alınabilecek en yüksek puan, her bir ölçüt için 5 puandır. Tabloda toplam 9 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek ölçek puanı 9 X 5 = 45'tir.

DEĞERLENDİRME PUANI = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek en yüksek ölçek puanı]

Değerlendirme: Bu ölçekten 100 üzerinden 70 ve üzeri puan almanız, başarılı bir performans gösterdiğiniz anlamına gelmektedir. 69 veya altında puan almışsanız ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

7.2. UYGULAMA

Oksi-Gaz Kesme Yöntemiyle Çelik Boruların Kesimi

Amaç: Oksi-gaz kesme uygulamasıyla uygun kaynak parametrelerini kullanarak çelik boruların kesimini yapmak.

Görev

İş güvenliği tedbirlerini alarak atölyenizde atıl durumdaki çelik borulara oksi-gaz kesme uygulamasıyla kesme işlemi yapınız (Görsel 7.7).



Görsel 7.7: Çelik boruların oksi-gaz yöntemiyle kesilmesi

İşlem Basamakları

1. Koruyucu iş güvenliği giysi ve ekipmanlarını giyerek diğer her türlü iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Çelik boru parçasının yüzeyini temizleyiniz.
3. Malzeme kalınlığına uygun üfleç ve nozul seçerek hortum bağlantılarını yapınız.
4. Gaz tüplerinin ve hortumlarının sızdırmazlık kontrollerini yapınız.
5. Sulu ve kuru güvenlik sistemlerini kontrol ediniz.
6. Gaz tüplerinizi açarak tüplerin basınçlarını kontrol ediniz.
7. Az miktarda önce oksijen ve daha sonra asetilen musluklarını açınız ve üfleci tutuşturunuz.
8. Alev tipini ayarlayınız.
9. Malzeme kalınlığına göre ön ısıtma yapınız.
10. Üfleci malzemeye 90 derecelik dik bir açıyla tutarak düz kesme işlemini yapınız.
11. Önce asetilen gaz musluğunu, daha sonra da oksijen gaz musluğunu kapatınız.
12. Gaz tüplerinizi kapatınız.

7.2. UYGULAMA (DEVAMI)

13. Sistemdeki gazları boşaltmak için oksijen ve asetilen musluklarını tekrar açınız ve manometredeki çıkış basıncının sıfıra düşmesiyle birlikte gaz musluklarını yeniden kapatınız.

14. Uygulama esnasında ve sonrasında israftan kaçınınız ve kullandığınız tüm malzemeleri tekrar kullanılmak üzere veya geri dönüşüm için yerlerine (takımhane/depo) götürünüz.

Değerlendirme: Oksi-gaz kesme yöntemiyle çelik boruların kesimi uygulamasında değerlendirme yapmak için 7.2. Uygulama Derecelendirme Ölçeği kullanılacaktır. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

7.2. UYGULAMA DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı-Soyadı:	Öğretmenin Adı-Soyadı:
Sınıf-No:	Değerlendirme Puanı:

Yetersiz: 1 Geliştirilebilir: 2 Orta: 3 İyi: 4 Çok iyi: 5

ÖLÇÜTLER	DERECE				
	1	2	3	4	5
1. İş güvenliği tedbirlerini eksiksiz aldı.					
2. Üfleci doğru seçti.					
3. Nozulü doğru seçti.					
4. Gaz basınçlarını doğru ayarladı.					
5. Üfleci doğru tutuşturdu.					
6. Alevi doğru ayarladı.					
7. Kesmeyi doğru yaptı.					
8. İş güvenliği kurallarına uygun olarak vanaları kapattı.					
9. İş güvenliği kurallarına uygun olarak sistemdeki gazı boşalttı.					
ÖLÇEK PUANI					

Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Tablodan alınabilecek en yüksek puan, her bir ölçüt için 5 puandır. Tabloda toplam 9 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek ölçek puanı 9 X 5 = 45'tir.

DEĞERLENDİRME PUANI = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek en yüksek ölçek puanı]

Değerlendirme: Bu ölçekten 100 üzerinden 70 ve üzeri puan almanız, başarılı bir performans gösterdiğiniz anlamına gelmektedir. 69 veya altında puan almışsanız ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

7.3. UYGULAMA

Oksi-Gaz Kesme Yöntemiyle Profilleri Kesme

Amaç: Gemi inşa sektöründe kullanılan profilleri oksi-gaz kesme uygulamasında uygun kaynak parametrelerini kullanarak kesmek.

Görev

Atölyenizde bulunan I, U, T veya Hollanda profillerinden (Görsel 7.8) atıl durumda olanları oksi-gaz kesme uygulamasıyla istediğiniz ölçülerden kesiniz.



Görsel 7.8: Kalın profillerin oksi-gaz yöntemiyle kesilmesi

İşlem Basamakları

1. Koruyucu iş güvenliği giysi ve ekipmanlarını giyerek diğer her türlü iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Profil parçasının yüzeyini temizleyiniz.
3. Malzeme kalınlığına uygun üfleç ve nozul seçerek hortum bağlantılarını yapınız.
4. Gaz tüplerinin ve hortumlarının sızdırmazlık kontrollerini yapınız.
5. Sulu ve kuru güvenlik sistemlerini kontrol ediniz.
6. Gaz tüplerinizi açarak tüplerin basınçlarını kontrol ediniz.
7. Az miktarda önce oksijen ve daha sonra asetilen musluklarını açınız ve üfleci tutuşturunuz.
8. Alev tipini ayarlayınız.
9. Malzeme kalınlığına göre ön ısıtma yapınız.
10. Üfleci malzemeye 90 derecelik dik bir açıyla tutarak düz kesme işlemini yapınız.
11. Önce asetilen gaz musluğunu, daha sonra da oksijen gaz musluğunu kapatınız.
12. Gaz tüplerinizi kapatınız.

7.3. UYGULAMA (DEVAMI)

13. Sistemdeki gazları boşaltmak için oksijen ve asetilen musluklarını tekrar açınız ve manometredeki çıkış basıncının sıfıra düşmesiyle birlikte gaz musluklarını yeniden kapatınız.

14. Uygulama esnasında ve sonrasında israftan kaçınınız ve kullandığınız tüm malzemeleri tekrar kullanılmak üzere veya geri dönüşüm için yerlerine (takımhane/depo) götürünüz.

Değerlendirme: Oksi-gaz kesme yöntemiyle profilleri kesme uygulamasında değerlendirme yapmak için 7.3. Uygulama Derecelendirme Ölçeği kullanılacaktır. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

7.3. UYGULAMA DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
Öğrencinin Adı-Soyadı:		Öğretmenin Adı-Soyadı:			
Sınıf-No:		Değerlendirme Puanı:			
Yetersiz: 1 **Geliştirilebilir: 2** **Orta: 3** **İyi: 4** **Çok iyi: 5**					
ÖLÇÜTLER	**DERECE**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş güvenliği tedbirlerini eksiksiz aldı.					
2. Üfleci doğru seçti.					
3. Nozulü doğru seçti.					
4. Gaz basınçlarını doğru ayarladı.					
5. Üfleci doğru tutuşturdu.					
6. Alevi doğru ayarladı.					
7. Kesmeyi doğru yaptı.					
8. İş güvenliği kurallarına uygun olarak vanaları kapattı.					
9. İş güvenliği kurallarına uygun olarak sistemdeki gazı boşalttı.					
ÖLÇEK PUANI					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Tablodan alınabilecek en yüksek puan, her bir ölçüt için 5 puandır. Tabloda toplam 9 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek ölçek puanı 9 X 5 = 45'tir. **DEĞERLENDİRME PUANI = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek en yüksek ölçek puanı]**					
Değerlendirme: Bu ölçekten 100 üzerinden 70 ve üzeri puan almanız, başarılı bir performans gösterdiğiniz anlamına gelmektedir. 69 veya altında puan almışsanız ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.					

7.4. UYGULAMA

Oksi-Gaz Kesme Yöntemiyle Sac Levhaların Dairesel Kesimi

Amaç: Oksi-gaz kesme yöntemiyle uygun kaynak parametrelerini kullanarak sac levhalara dairesel kesim yapmak.

Görev

Atölyenizde atıl durumda bulunan bir sac levha üzerinde oksi-gaz kesme uygulamasıyla dairesel kesim yapınız (Görsel 7.9).



Görsel 7.9: Sac levhaların oksi-gaz yöntemiyle dairesel kesimi

İşlem Basamakları

1. Koruyucu iş güvenliği giysi ve ekipmanlarını giyerek diğer her türlü iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Sac parçasının yüzeyini temizleyiniz ve markalama yapınız.
3. Malzeme kalınlığına uygun üfleç ve nozul seçerek hortum bağlantılarını yapınız.
4. Gaz tüplerinin ve hortumlarının sızdırmazlık kontrollerini yapınız.
5. Sulu ve kuru güvenlik sistemlerini kontrol ediniz.
6. Gaz tüplerinizi açarak tüplerin basınçlarını kontrol ediniz.
7. Az miktarda önce oksijen ve daha sonra asetilen musluklarını açınız ve üfleci tutuşturunuz.
8. Alev tipini ayarlayınız.
9. Malzeme kalınlığına göre ön ısıtma yapınız.
10. Üfleci malzemeye 90 derecelik dik bir açıyla tutarak ve markalama çizgisini takip ederek dairesel kesme işlemini yapınız.
11. Tüm sınıfınızın kaynak uygulamasının bitmesi durumunda önce asetilen gaz musluğunu, daha sonra da oksijen gaz musluğunu kapatınız.

7.4. UYGULAMA (DEVAMI)

12. Gaz tüplerinizi kapatınız.

13. Sistemdeki gazları boşaltmak için oksijen ve asetilen musluklarını tekrar açınız ve manometredeki çıkış basıncının sıfıra düşmesiyle birlikte gaz musluklarını yeniden kapatınız.

14. Uygulama esnasında ve sonrasında israftan kaçınınız ve kullandığınız tüm malzemeleri tekrar kullanılmak üzere veya geri dönüşüm için yerlerine (takımhane/depo) götürünüz.

Değerlendirme: Oksi-gaz kesme yöntemiyle sac levhaların dairesel kesimi uygulamasında değerlendirme yapmak için 7.4. Uygulama Derecelendirme Ölçeği kullanılacaktır. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

7.4. UYGULAMA DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı-Soyadı:	Öğretmenin Adı-Soyadı:
Sınıf-No:	Değerlendirme Puanı:

Yetersiz: 1 Geliştirilebilir: 2 Orta: 3 İyi: 4 Çok iyi: 5

ÖLÇÜTLER	DERECE				
	1	2	3	4	5
1. İş güvenliği tedbirlerini eksiksiz aldı.					
2. Üfleci doğru seçti.					
3. Nozulü doğru seçti.					
4. Gaz basınçlarını doğru ayarladı.					
5. Üfleci doğru tutuşturdu.					
6. Alevi doğru ayarladı.					
7. Kesmeyi doğru yaptı.					
8. İş güvenliği kurallarına uygun olarak vanaları kapattı.					
9. İş güvenliği kurallarına uygun olarak sistemdeki gazı boşalttı.					
ÖLÇEK PUANI					

Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Tablodan alınabilecek en yüksek puan, her bir ölçüt için 5 puandır. Tabloda toplam 9 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek ölçek puanı 9 X 5 = 45'tir.

DEĞERLENDİRME PUANI = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek en yüksek ölçek puanı]

Değerlendirme: Bu ölçekten 100 üzerinden 70 ve üzeri puan almanız, başarılı bir performans gösterdiğiniz anlamına gelmektedir. 69 veya altında puan almışsanız ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

7.5. UYGULAMA

Oksi-Gaz Kesme Yöntemiyle Kaynak Ağzı Açma

Amaç: Oksi-gaz kesme uygulamasıyla uygun kaynak parametrelerini kullanarak gemi borda sacına kaynak ağzı açmak.

Görev

Atölyenizde bulunan en kalın sac levhanın (gemi borda sacına yakın kalınlıkta) bir kenarını oksi-gaz kesme uygulamasıyla 45 derecelik eğim ile keserek (Görsel 7.10) V kaynak ağzının bir tarafını oluşturunuz.



Görsel 7.10: Gemi sacını oksi-gaz yöntemiyle 45 derecelik eğim ile kesme

İşlem Basamakları

1. Koruyucu iş güvenliği giysi ve ekipmanlarını giyerek diğer her türlü iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Sac parçasının yüzeyini temizleyiniz ve markalama yapınız.
3. Malzeme kalınlığına uygun üfleç ve nozul seçerek hortum bağlantılarını yapınız.
4. Gaz tüplerinin ve hortumlarının sızdırmazlık kontrollerini yapınız.
5. Sulu ve kuru güvenlik sistemlerini kontrol ediniz.
6. Gaz tüplerinizi açarak tüplerin basınçlarını kontrol ediniz.
7. Az miktarda önce oksijen ve daha sonra asetilen musluklarını açınız ve üfleci tutuşturunuz.
8. Alev tipini ayarlayınız.
9. Malzeme kalınlığına göre ön ısıtma yapınız.
10. Üfleci malzemeye 45 derecelik dik bir açıyla tutarak ve markalama çizgisini takip ederek kesme işlemini yapınız.
11. Tüm sınıfınızın kaynak uygulamasının bitmesi durumunda önce asetilen gaz musluğunu, daha sonra da oksijen gaz musluğunu kapatınız.

7.5. UYGULAMA (DEVAMI)

12. Gaz tüplerinizi kapatınız.

13. Sistemdeki gazları boşaltmak için oksijen ve asetilen musluklarını tekrar açınız ve manometredeki çıkış basıncının sıfıra düşmesiyle birlikte gaz musluklarını yeniden kapatınız.

14. Uygulama esnasında ve sonrasında israftan kaçınınız ve kullandığınız tüm malzemeleri tekrar kullanılmak üzere veya geri dönüşüm için yerlerine (takımhane/depo) götürünüz

Değerlendirme: Oksi-gaz kesme yöntemiyle kaynak ağzı açma uygulamasında değerlendirme yapmak için 7.5. Uygulama Derecelendirme Ölçeği kullanılacaktır. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

7.5. UYGULAMA DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı-Soyadı:	Öğretmenin Adı-Soyadı:
Sınıf-No:	Değerlendirme Puanı:

Yetersiz: 1 **Geliştirilebilir: 2** **Orta: 3** **İyi: 4** **Çok iyi: 5**

ÖLÇÜTLER	DERECE				
	1	2	3	4	5
1. İş güvenliği tedbirlerini eksiksiz aldı.					
2. Üfleci doğru seçti.					
3. Nozulü doğru seçti.					
4. Gaz basınçlarını doğru ayarladı.					
5. Üfleci doğru tutuşturdu.					
6. Alevi doğru ayarladı.					
7. Kesmeyi 45 derece yaptı.					
8. İş güvenliği kurallarına uygun olarak vanaları kapattı.					
9. İş güvenliği kurallarına uygun olarak sistemdeki gazı boşalttı.					
ÖLÇEK PUANI					

Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Tablodan alınabilecek en yüksek puan, her bir ölçüt için 5 puandır. Tabloda toplam 9 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek ölçek puanı 9 X 5 = 45'tir.

DEĞERLENDİRME PUANI = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek en yüksek ölçek puanı]

Değerlendirme: Bu ölçekten 100 üzerinden 70 ve üzeri puan almanız, başarılı bir performans gösterdiğiniz anlamına gelmektedir. 69 veya altında puan almışsanız ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

KAYNAKÇA

- Anık, S. , Vural, M. *Gazaltı Ark Kaynağı* (TIG • MIG • MAG). İstanbul: Kaynak Teknolojisi Eğitim Araştırma ve Muayene Enstitüsü.
- Anık, S. *Kaynak Tekniği El Kitabı*. İstanbul: Gedik Eğitim Vakfı.
- Anık, S. , Tülbentçi, *K. Kaynak Teknolojisi I Elektrik Ark Kaynağı*. İstanbul: Gedik Kaynak San. Tic. A.Ş.
- Anık, S. (1993). *Özel Kaynak Yöntemleri*. İstanbul.
- Anık S. *Tozaltı Kaynak Tekniği*. İstanbul: Gedik Kaynak San. Tic. A.Ş.
- Anık, S. , Tülbentçi, K. *Tozaltı Kaynak Tekniği*. İstanbul: Gedik Kaynak San. Tic. A.Ş.
- Eryürek, B. (2004). *Çelikler İçin Örtülü Elektrod Seçimi*. İstanbul: ASKAYNAK.
- Kaymaz, Ö. (2014). *Kaynak İşlerinde İş Kazası ve İşe Bağlı Sağlık Problemlerine Neden Olan Faktörler ve KKD Kullanımının Bu Faktörlere Etkileri Üzerine Çevresel ve Teknik Araştırma (Uzmanlık Tezi)*. Ankara.
- Kaynak Prosedürü Şartnamesi (WPS) Hazırlama Süreci (2020). Ege Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir.
- Külahlı, E. (1988). *Kaynak Bilimi*. Sayı 2. İstanbul: Oerlikon.
- Oğuz, B. (1975). *Ark Kaynağı El Kitabı*. İstanbul: Oerlikon.
- Oğuz, B (1984). *Kaynak Bilimi*. İstanbul: Oerlikon.
- Ören, E. (2002). *MAG kaynağında kaynak parametrelerinin içköşe dikiş geometrisine etkileri (Yüksek Lisans Tezi)*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, İstanbul.
- T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü. (2020). Gemi Yapımı Alanı Çerçeve Öğretim Programı. Ankara: MEB.
- TDK (2011). *Türkçe Sözlük*. Ankara: TDK.
- TDK (2021). *Yazım Kılavuzu* (27. Baskının Tıpkıbasımı). Ankara: TDK.
- Tozaltı ve Elektro-Cüruf Bant Kaplama Yöntemleri. İstanbul: Oerlikon.
- Türk Loydu (2015). *Kısım 3 Kaynak Kuralları*. İstanbul.

**Kaynakça, APA6.0 referanslama sistemi kullanılarak oluşturulmuştur.*

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

İNTERNET ADRESİ	ERİŞİM BİLGİLERİ
http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/Elektrik%20Ark%20Kayna%C4%9F%C4%B1.pdf	27.03.2022 15.40
http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Oksi-gaz%20%20Ile%20Kesme.pdf	21.04.2022 12.00
https://web.itu.edu.tr/~ytemel/files/week10.pdf	18.04.2022 19.30
http://www.gmim.yildiz.edu.tr/images/files/WPSSunum(1).pdf	05.03.2022 14.30

GÖRSEL KAYNAKÇASI

1925