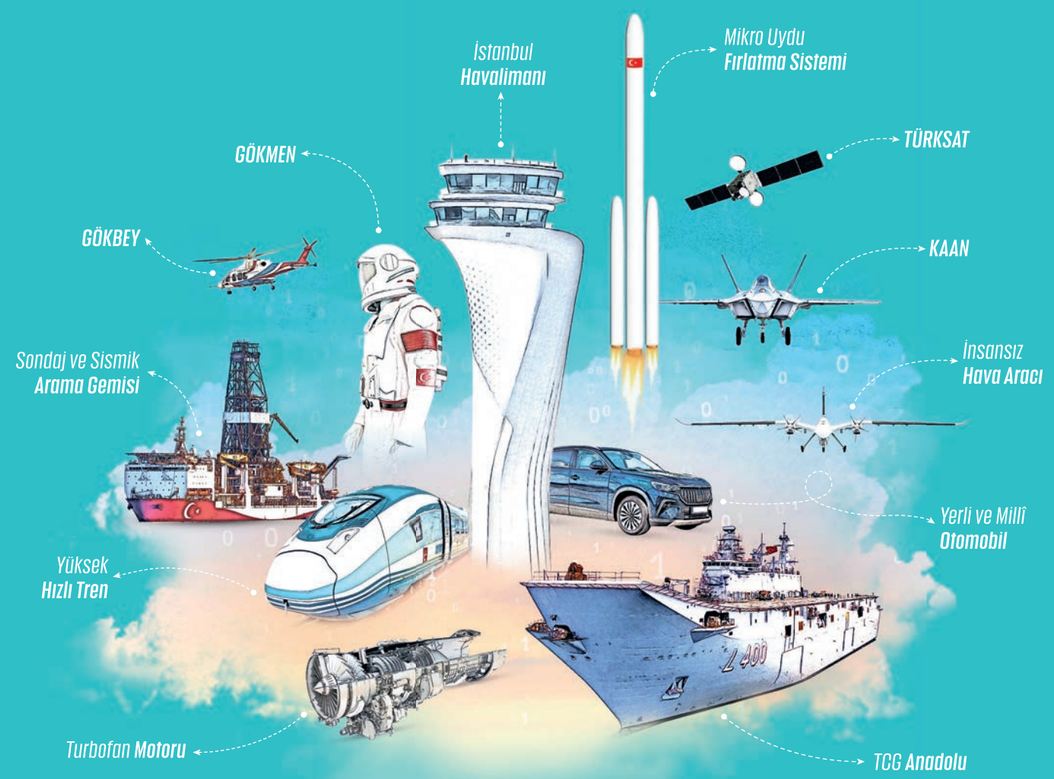
JULY 14, 2025 14:13:12

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: 978-975-11-6322-6

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

METAL TEKNOLOJİSİ ALANI
TEMEL KAYNAK TEKNOLOJİSİ
10 DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

METAL TEKNOLOJİSİ ALANI

TEMEL KAYNAK TEKNOLOJİSİ

10 DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

METAL TEKNOLOJİSİ ALANI

TEMEL KAYNAK TEKNOLOJİSİ
10

DERS KİTABI

YAZARLAR

Murat TAŞOCAK
Rocuvan BİÇİMLİ

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI.....8069
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ.....1997

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

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı	Tekin YILMAZ
Program Geliştirme Uzmanı	Murat DAĞ
Rehberlik Uzmanı	Fatma Gül ARMAĞAN
Görsel Tasarım Uzmanı	Yasin NAR

ISBN: 978-975-11-6322-6

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

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

İSTİKLÂL MARŞI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Mehmet Âkif Ersoy

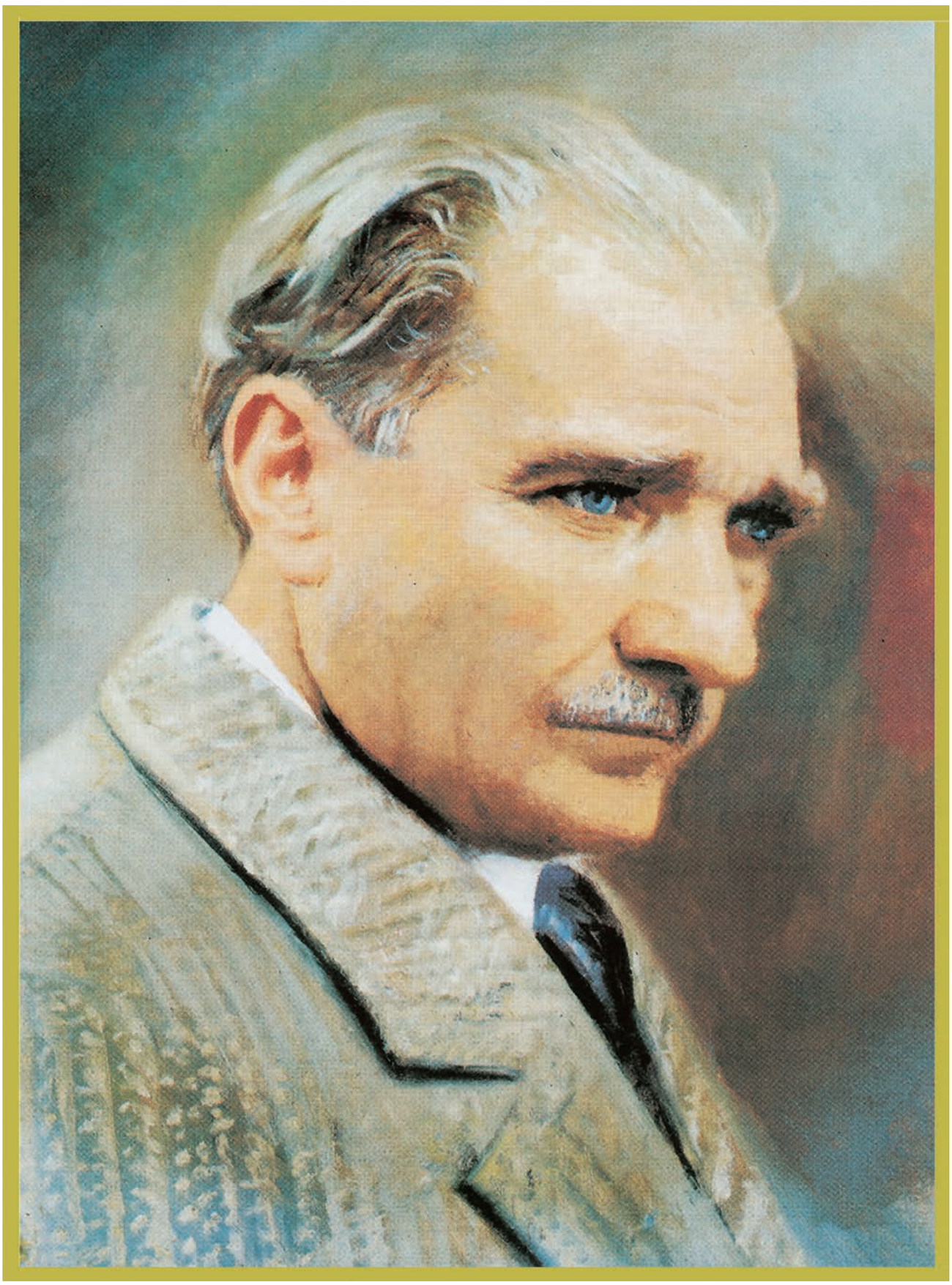
GENÇLİĞE HİTABE

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

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

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

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

DERS MATERYALİNİN TANITIMI 14

1. OKSİ-GAZ İLE KAYNAK 18

1.1. OKSİ-GAZ İLE KAYNAĞA GİRİŞ 18

1.1.1. Endüstrideki İmalat Yöntemleri 18

1.1.1.1. Kaynakçı, Kaynak Teknikeri ve Kaynak Mühendisi 18

1.1.1.2. Metal Kaynağı ve Çeşitleri 19

1.2. OKSİ-GAZ KAYNAĞI 20

1.2.1. Oksi-Gaz Kaynak Donanımları 21

1.2.2. Tüp Çeşitleri, Tüplerin Depolanması ve Güvenliği 21

1.2.3. Hortumların Yapısı ve Renkleri 23

1.2.4. Emniyet Valfleri (Alev Kesiciler) 24

1.2.5. Oksijen ve Asetilen Tüplerini Açıp Kapatma ve Manometre (Regülatör) Ayarı 24

1.3. ÜFLECİN YAKILIP SÖNDÜRÜLMESİ İLE ALEV OLUŞTURMA VE ALEV AYARI 26

1.3.1. Üflecin Yakılıp Söndürülmesi 26

1.3.2. Alev Çeşitleri 31

1.4. YATAYDA TELSİZ DİKİŞ 32

1.4.1. Oksi-Gaz ile Dikiş Çekmek 32

1.4.2. Telsiz Dikiş 33

1.5. YATAYDA TELLİ DİKİŞ 34

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 36

2. OKSİ-GAZ İLE KÜT EK KAYNAĞI 40

2.1. YATAYDA KENET KAYNAĞI 40

2.1.1. Kaynak Öncesi Temizlik ve Kaynak Ağzı Hazırlığı 40

2.1.2. Kenetli Dikiş Kaynağının İlkeleri 41

2.2. YATAYDA SAĞDAN SOLA KÜT EK KAYNAĞI (ALIN KAYNAĞI) 43

2.3. YATAYDA SOLDAN SAĞA KÜT EK KAYNAĞI (ALIN KAYNAĞI) 44

2.4. OKSİ-GAZ KAYNAĞINDA YAPILAN KAYNAK DİKİŞİNİN GÖZ İLE MUAYENE EDİLMESİ 45

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 46

3. OKSİ-GAZ İLE KESME 48

3.1. KESME ÜFLECİNDE ALEV AYARI 48

3.2. KESME ÜFLECİ KULLANILARAK EL İLE DÜZ KESME 49

3.2.1. Malzemelerin Kesilebilme Özellikleri 49

3.2.2. Kesme İşlemi Öncesi Tavlama 49

3.2.3. Kesme İşleminde Kullanılan Üfleçler 50

3.2.4. Yardımcı Ekipmanlar 51

3.2.5. Oksi-Gaz ile Düz Kesme İşleminin Yapılması 52

3.3. KESME ÜFLECİ KULLANILARAK EL İLE DAİRESEL KESME 53

3.3.1. Oksi-Gaz ile Kesme Uygulamalarında Karşılaşılabilecek Hatalar 55

3.3.2. Oksi-Gaz ile Kesimde İş Güvenliği 56

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 57

4. LEHİMLEME 60

4.1. YUMUŞAK LEHİMLEME 61

4.1.1. Yumuşak Lehimlemenin Amacı ve Önemi 61

4.1.2. Yumuşak Lehimlemede Kullanılan Araç Gereç 61

4.1.2.1. Lehim Teli (Lehim Çubuğu) 61

4.1.2.2. Havyalar 61

4.1.2.3. Pasta (Dekapan) 62

4.1.3. Yumuşak Lehimlemede Temizlik 63

4.1.4. Yumuşak Lehimleme Uygulaması 63

4.2. SERT LEHİMLEME 64

4.2.1. Sert Lehimlemenin Amacı ve Önemi 64

4.2.2. Sert Lehimlemenin Kullanıldığı Yerler 65

4.2.3. Sert Lehimlemede Kullanılan Yöntemler 65

4.2.4. Sert Lehimleme İşlem Basamakları 66

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 67

5. ELEKTRİK DİRENÇ KAYNAĞI 70

5.1. SAC PARÇALARIN DİRENÇ KAYNAĞI 70

5.1.1. Elektrik Direnç Kaynağının Önemi 70

5.1.2. Elektrik Direnç Kaynağının Uygulanması 70

5.1.3. Elektrik Direnç Kaynağının Avantaj ve Dezavantajları 71

5.1.4. Elektrik Direnç Kaynağının Çeşitleri 72

5.1.4.1. Direnç Nokta Kaynağı 72

5.1.4.2. Direnç Dikiş Kaynağı 75

5.1.4.3. Direnç Projeksiyon Kaynağı 75

5.1.4.4. Direnç Alın Kaynağı 75

5.1.4.5. Yüksek Frekanslı Direnç Kaynağı 76

5.2. YUVARLAK VE KARE KESİTLİ MALZEMELERİN DİRENÇ KAYNAĞI 76

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 79

6. ELEKTRİK ARKI İLE DÜZ KAYNAK 82

6.1. KAYNAK MAKİNESİNİ KAYNAĞA HAZIRLAMA 82

6.1.1. Elektrik Ark Kaynağı 82

6.1.2. Elektrik Ark Kaynağının İlkeleri 82

6.1.3. Elektrik Ark Kaynağı Yönteminin Avantaj ve Dezavantajları 83

6.1.4. Elektrik Ark Kaynağı Makinesi ve Ekipmanları 84

6.1.5. Elektrik Ark Kaynağı Yönteminde Örtülü Çubuk Elektrotlar 87

6.1.6. Kaynak Pozisyonları 90

6.1.7. Kaynak Yöntem Şartnamesi 91

6.2. YATAYDA DÜZ KAYNAK 92

6.2.1. Parçaların Kaynağa Hazırlanması 92

6.2.2. Kaynak İşlemi 93

6.2.2.1. Kaynak Akımı 93

6.2.2.2. Ark Boyu 94

6.2.2.3. Ark Oluşturma 94

6.2.3. Elektrik Ark Kaynağında İş Güvenliği 94

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 96

7. ELEKTRİK ARK KAYNAĞI İLE YATAYDA KÜT EK VE BİNDİRME KAYNAĞI 98

7.1. YATAYDA KÜT EK KAYNAĞI 98

7.1.1. Punta Yapma..... 98

7.1.2. Yatayda Küt Ek Kaynağı Yapma 99

7.2. YATAYDA BİNDİRME KAYNAĞI 100

7.3. YATAYDA KALINLIKLARI FARKLI PARÇALARIN KAYNAĞI 102

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME..... 104

8. ELEKTRİK ARK KAYNAĞI İLE YATAYDA KÖŞE KAYNAKLARI 106

8.1. YATAYDA İÇ KÖŞE KAYNAĞI 106

8.1.1. Yatayda İç Köşe Kaynağı Uygulamaları..... 106

8.1.2. İç Köşe Kaynağında Elektrot Hareketleri..... 108

8.2. YATAYDA DIŞ KÖŞE KAYNAĞI 109

8.2.1. İki Kenarı Açık Dış Köşe Kaynağı..... 109

8.2.2. Yarı Açık Dış Köşe Kaynağı..... 109

8.2.3. Kapalı Dış Köşe Kaynağı 110

8.2.4. Yatayda Dış Köşe Kaynağı Uygulamaları..... 110

8.3. YATAYDA FLANŞ KAYNAĞI 112

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 113

9. ELEKTRİK ARK KAYNAĞI İLE YATAYDA KÜÇÜK ÇAPLI BORU VE PROFİL KAYNAĞI..... 116

9.1. YATAYDA KÜÇÜK ÇAPLI BORULARIN KÜT EK KAYNAĞI 116

9.1.1. Borular ve Boruların Kullanımı.... 116

9.1.2. Boruların Kaynağa Hazırlanması ve Kaynak Ağzı Uygulaması..116

9.1.3. Boru Kaynaklarında Kullanılan Elektrot Tipleri ve Kaynak Pozisyonları..... 117

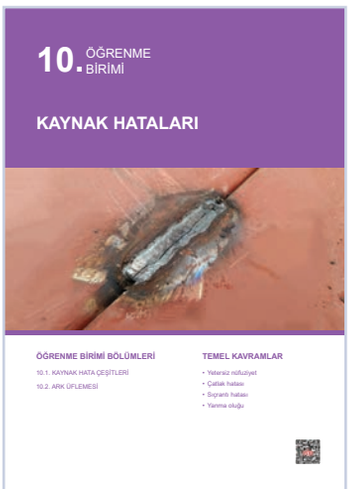
9.1.4. Küt Ek Boru Kaynağı Uygulamaları..... 119

9.2. YATAYDA KÜÇÜK ÇAPLI BORULARIN T KAYNAĞI..... 120

9.3. YATAYDA PROFİL VE BORULARIN ALIN KAYNAĞI..... 121

9.4. YATAYDA PROFİL VE BORULARIN KÖŞE KAYNAĞI 122

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 124



10. KAYNAK HATALARI 128

10.1. KAYNAK HATA ÇEŞİTLERİ 128

10.1.1. Yetersiz Nüfuziyet 128

10.1.2. Çatlaklar 129

10.1.3. Sıçrantılar (Ark Sıçraması) 129

10.1.4. Yanma Oluğu 130

10.1.5. Gözenekler 131

10.1.6. Çarpılma (Şekil Değişimi) 132

10.2. ARK ÜFLEMESİ 132

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 134

11. ELEKTROT VE PLAZMA İLE KESME 138

11.1. KÖMÜR ELEKTROT İLE KESME 138

11.2. METAL ELEKTROT İLE KESME 139

11.3. PLAZMA ARKI İLE KESME 139

11.3.1. Plazma Arkının Oluşumu 140

11.3.2. Plazma Torcunun Bileşenleri 141

11.3.3. Plazma ile Kesme 142

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 143

KAYNAKÇA 145

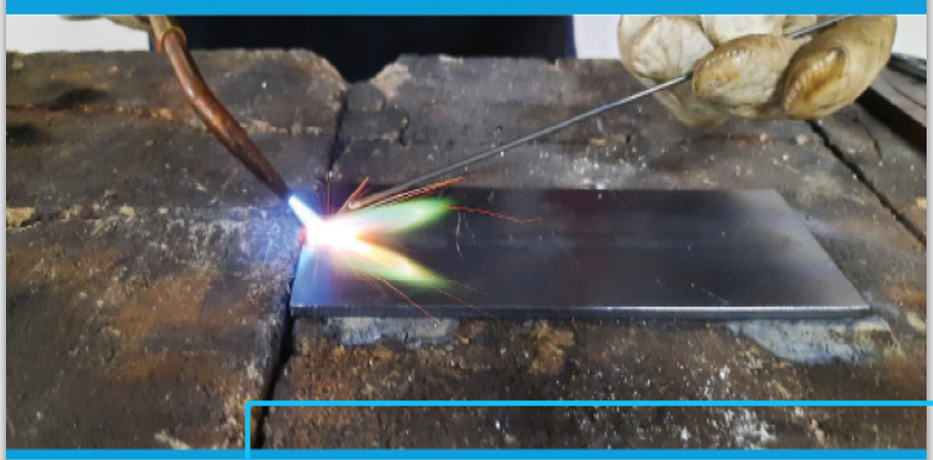
GENEL AĞ KAYNAKÇASI 145

GÖRSEL KAYNAKÇASI 145

CEVAP ANAHTARI 146

1. ÖĞRENME BİRİMİ

OKSİ-GAZ İLE KAYNAK



ÖĞRENME BİRİMİ BÖLÜMLERİ

1.1. OKSİ-GAZ İLE KAYNAĞA GİRİŞ
1.2. OKSİ-GAZ KAYNAĞI
1.3. ÜFLECİN YAKILIP SÖNDÜRÜLMESİ İLE ALEV OLUŞTURMA VE ALEV AYARI
1.4. YATAYDA TELSİZ DİKİŞ
1.5. YATAYDA TELLİ DİKİŞ

TEMEL KAVRAMLAR

- Kaynakçı
- Kaynak mühendisi
- Yanıcı ve yakıcı gazlar
- Üfleç
- Alev çeşitleri
- Oksi-gaz kaynak

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Öğrenme biriminin konularını gösterir.

Öğrenme birimindeki temel kavramları gösterir.

Öğrenme biriminin karekodunu gösterir.

1. ÖĞRENME BİRİMİ

1. OKSİ-GAZ İLE KAYNAK

Yanıcı ve yakıcı gazların karışımı ile yapılan kaynak yöntemidir.

1.1. OKSİ-GAZ İLE KAYNAĞA GİRİŞ

Bu konuda çoğunlukla ergitme kaynaklarına yer verilecektir.

1.1.1. Endüstrideki İmalat Yöntemleri

Görsel 1.2: Talaşsız imalat uygulamaları

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Öğrenme biriminin konu ve alt konu başlıklarını gösterir.

Öğrenme birimindeki görsel numarasını ve adını gösterir.

Öğrenme biriminde avantajları gösterir.

Öğrenme biriminde dezavantajları gösterir.

Öğrenme birimindeki tablo numarasını ve adını gösterir.

Öğrenme biriminde dikkat edilecek yerleri gösterir.

Oksi-Gaz Kaynağının Avantajları

- Yatırım maliyetinin çok düşük olması
- Oluşan kaynak alevinin ayarlanabilir olması
- Elektrik üretecine ihtiyaç duyulmaması ve saha ortamlarında çok rahat uygulanabilir olması
- Oksi-gaz alevinin kaynak bölgesini atmosferin olumsuz etkisinden koruması
- Zorunlu hâllerde tamir bakım kaynaklarının yapılabilmesi
- İlave tel ile doldurma kabiliyetinin yüksek olması

Oksi-Gaz Kaynağının Dezavantajları

- Ergitme gücünün zayıf olması ve ergitmenin zaman alması
- Isıya maruz kalan bölgenin çok geniş olması
- İnce malzemelerde çarpılma, kalın malzemelerde ısıtamama probleminin olması

Oksi-Gaz Kaynağında Kullanılan Gazlar

Tablo 1.1: Yanıcı ve Yakıcı Gazlar

Yanıcı Gazlar	Yakıcı Gaz
Asetilen (C_2H_2)	Oksijen (O_2)
LPG [Propan-Bütan (C_3H_8-C_4H_{10})]	
Doğalgaz [Metan (CH_4)]	
Hidrojen (H_2)	

Asetilen tüpleri ile çalışılırken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

- Asetilen tüplerinin vanalarının acil durum sırasında kapatılabilmesi için yarım tur açılması gerekir.
- Asetilen, 1,5 bar ve 60 derece sıcaklık üzerine çıkıldığında kendi molekül yapısına ayrışarak hacminin 11 katı büyür ve patlamalara sebep olur.

Öğrenme birimindeki uygulama adını gösterir.

Öğrenme birimindeki uygulamada kullanılacak işlem basamaklarını gösterir.

Kitabın sayfa numarasını gösterir.

9.1.2. Boruların Kaynağa Hazırlanması ve Kaynak Ağzı Uygulaması

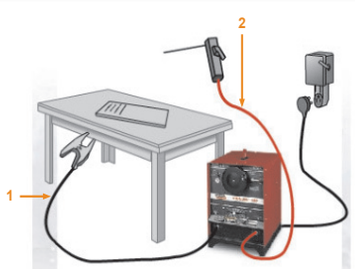
Boruların kaynağa hazırlanmasında çok gerekmedikçe kaynak ağzı uygulanmamaktadır.

Boruların Kaynağa Hazırlanmasında Uygulanacak İşlem Sıraları

1. Borular, öncelikle tasarımcının belirlediği ölçülere uygun hâle getirilir.
2. Borunun kesilmesi gerekiyorsa ilk adım olarak markalama yapılır.

116

Öğrenme birimindeki görsel-de okla gösterilen bileşenleri gösterir.



1. Şase
2. Pens

Görsel 6.5: Güç üreteci, şase ve pens

Öğrenme biriminde nedenleri gösterir.

Öğrenme biriminde yapılması gerekenleri gösterir.

Yanma Oluğu Oluşumunun Nedenleri

- Yüksek amper aralığında çalışmak
- Yanlış elektrot hareketi yapmak
- Yavaş kaynak hızında hareket etmek

Yanma Oluğu Oluşumunu Önleyebilmek İçin Yapılması Gerekenler

- Kaynak akımı düşürülür.
- Elektrot, kaynak orta ekseni boyunca ilerletilir.
- Kaynak hızı arttırılır.

* Bu ders materyalinde ölçü birimlerinin uluslararası kısaltmaları kullanılmıştır.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. **Aşağıdakilerden hangisi asetilen gazı hortumunun rengidir?**
   A) Gri
   B) Kırmızı
   C) Mavi
   D) Siyah
   E) Yeşil
2. **Aşağıdakilerden hangisi oksi-gaz kaynağında kullanılan yakıcı gazdır?**
   A) Asetilen
   B) Azot
   C) Helyum
   D) Oksijen
   E) Propan

Öğrenme birimindeki ölçme ve değerlendirmeyi gösterir.

KAYNAKÇA

Çam, Gürel, Kaynak Bilimi ve Teknolojisi, Nobel Yayınları (1.baskı), Ekim 2020.

Eryürek, İ. Barlas, Kaynak Teknolojisi, Çelikler İçin Elektrod Seçimi (1.baskı), 2006.

Komaç, Erkan, Teknik Eğitim El Kitabı, Askaynak, 2014.

Metal Teknolojisi Alanı Çerçeve Öğretim Programı, Ankara, 2020.

Oksi-Gaz Kesim Eğitim Notları, Oksi-Gaz Hazırlık, Lincoln Electric Company, 2019.

Plazma Ark Kesim Makine Kurulum Notları, Plazma Ark Kesim, Lincoln Electric Company, 2019.

Kitabın yazımında kullanılan kaynakları gösterir.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

https://www.askaynak.com.tr/contents/394/20200910095312_gazekipmanlari.pdf, Askaynak oksi-gaz ekipmanları tanıtım notları (Erişim tarihi: 01.03.2021)

https://www.lincolnelectric.com/assets/us/en/literature/c2410.pdf, Lincoln Electric Örtülü Elektrot Kaynak Rehberi (Erişim tarihi: 01.03.2021)

https://sozluk.gov.tr/

Kitabın yazımında kullanılan internet ağ kaynaklarını gösterir.

GÖRSEL KAYNAKÇASI

http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=1540

Görsel kaynakça karekodu kitabın yazımında kullanılan görsel kaynakları gösterir.

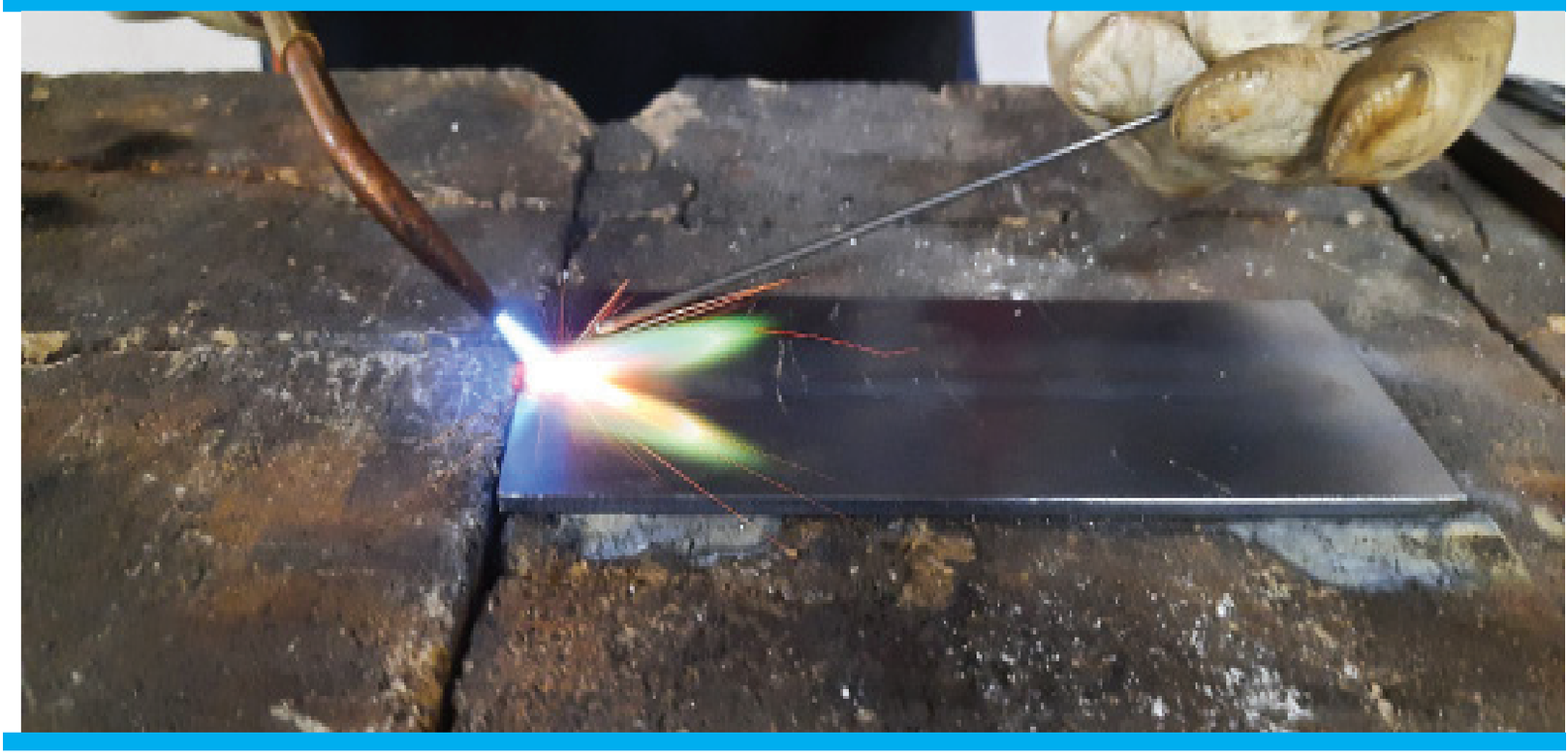
CEVAP ANAHTARI

1.ÖĞRENME BİRİMİ	2.ÖĞRENME BİRİMİ	3.ÖĞRENME BİRİMİ	4.ÖĞRENME BİRİMİ	5.ÖĞRENME BİRİMİ	6.ÖĞRENME BİRİMİ
1. B	1. C	1. B	1. D	1. B	1. A
2. D	2. E	2. D	2. A	2. B	2. C
3. D	3. A	3. C	3. B	3. A	3. D
4. E	4. B	4. E	4. B	4. B	4. E
5. C	5. C	5. C	5. B	5. C	5. B
6. C	6. B	6. B	6. C	6. E	6. D
7. D			7. D	7. D	7. A
8. C			8. C	8. A	8. D
9. D			9. E	9. E	
10. E			10. E		

Ölçme ve değerlendirmelerin cevap anahtarlarını gösterir.

1. ÖĞRENME BİRİMİ

OKSİ-GAZ İLE KAYNAK



ÖĞRENME BİRİMİ BÖLÜMLERİ

1.1. OKSİ-GAZ İLE KAYNAĞA GİRİŞ
1.2. OKSİ-GAZ KAYNAĞI
1.3. ÜFLECİN YAKILIP SÖNDÜRÜLMESİ İLE ALEV OLUŞTURMA VE ALEV AYARI
1.4. YATAYDA TELSİZ DİKİŞ
1.5. YATAYDA TELLİ DİKİŞ

TEMEL KAVRAMLAR

- Kaynakçı
- Kaynak mühendisi
- Yanıcı ve yakıcı gazlar
- Üfleç
- Alev çeşitleri
- Oksi-gaz kaynak

1. OKSİ-GAZ İLE KAYNAK

Yanıcı ve yakıcı gazların karışımı ile yapılan kaynak yöntemidir.

1.1. OKSİ-GAZ İLE KAYNAĞA GİRİŞ

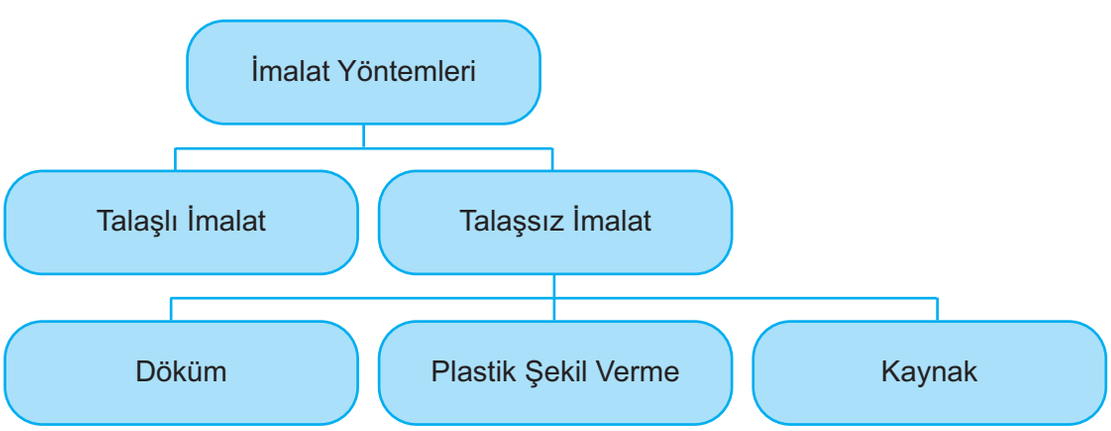
Bu konuda çoğunlukla ergitme kaynaklarına yer verilecektir.

1.1.1. Endüstrideki İmalat Yöntemleri

Günümüzde, üretim tesisindeki bir ürün için tüm operasyonlar genel olarak **talaşlı** ve **talaşsız imalat** olmak üzere iki grupta toplanır. Bu ders kapsamında talaşsız imalat yöntemi olan kaynak uygulamaları ele alınacaktır.

Görsel 1.1: Talaşlı imalat uygulamaları

Görsel 1.2: Talaşsız imalat uygulamaları



Şema 1.1: Üretim yöntemlerinin sınıflandırılması

1.1.1.1. Kaynakçı, Kaynak Teknikeri ve Kaynak Mühendisi

Çeşitli kaynak yöntemlerinden en az birini başarılı bir şekilde uygulayabilen kişiye **kaynakçı** denir. Yapılan kaynakların tahribatlı, tahribatsız ya da görsel muayenesini yapan, kaynağın uygunluğunu yorumlayabilen personele de **kaynak teknikeri** denir.

İmalatı yapılacak bir ürünün kaynaklı imalat kısımlarında proje konusunda teknik yorum yapan, kullanılacak olan kaynak yöntemini belirleyen ve bu yöntemin hangi kaynak parametreleri ile yapılması gerektiğine karar veren kişiye **kaynak mühendisi** denir.

1.1.1.2. Metal Kaynağı ve Çeşitleri

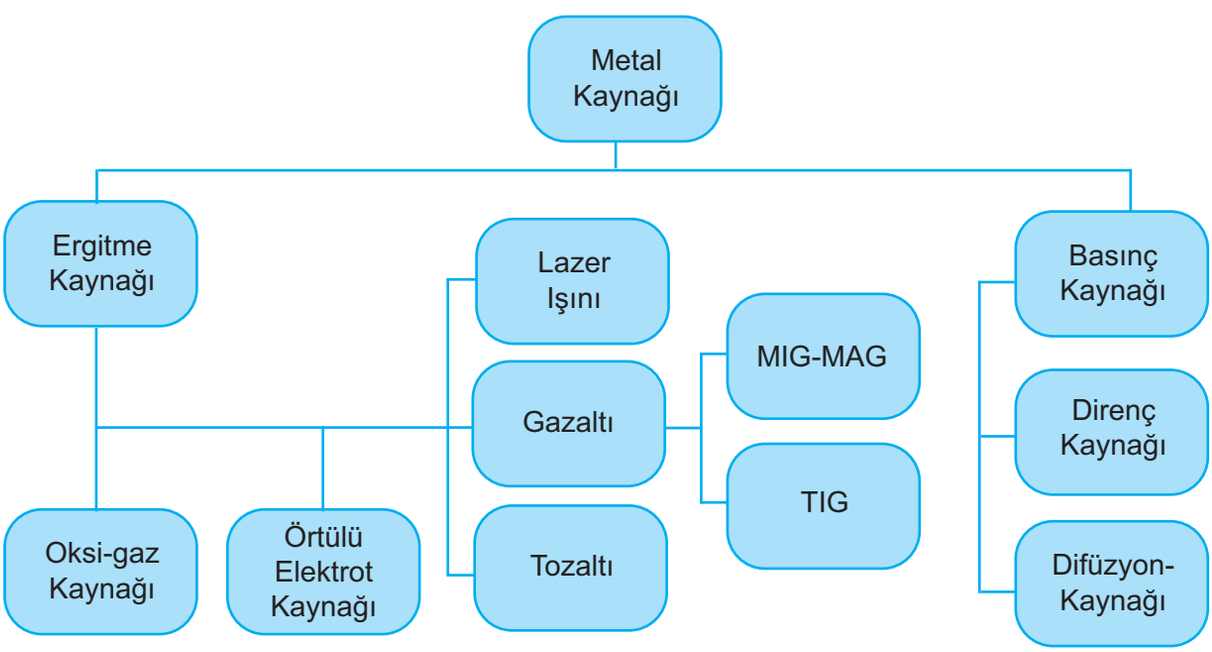
Metal ve alaşımlarının ilave tel verilerek ya da verilmeksizin, bir ısı etkisiyle ergitilerek yapılan birleştirme ya da dolgu işlemine **metal kaynağı** denir. Metal kaynağı yapılırken tercih edilen yönteme göre ısı kaynağına ihtiyaç duyulur. Isı kaynağı olarak bazen elektrik enerjisi bazen de alev kullanılmaktadır.

İnsanoğlunun metal ile etkileşimi yüzyıllar öncesine dayanmaktadır. Yeni buluşlar sayesinde 18. yüzyılda başlayan sanayi devrimi neticesinde kaynaklı imalat ile birleştirme denemeleri başlamıştır. Metalleri birleştirme serüveni, üretim faaliyetlerinin artması ile birlikte 1900'lerin başında hız kazanmıştır. Oksi-asetilen kaynak yöntemi de aynı yıllarda geliştirilmiş ve endüstride ilk olarak 1900'lerin başında kullanılmıştır.

1917 yılı itibariyle Amerika Birleşik Devletleri'nde, gelişmiş ark kaynağı ekipmanı üreticilerinden biri Lincoln Electrik (lingkın elektrik) şirketidir. Lincoln, kaynakla ilgili deneylerine 1902 yılında başlamış ve ilk kaynak makinesini 1912 yılında tanıtmıştır. Bu kaynak makinelerinin kullanılması ile birlikte elektrotların gelişimine ihtiyaç duyulmuştur. Örtülü elektrotların gelişimi de bu ihtiyaç doğrultusunda başlamıştır. Genel anlamda kaynak konusundaki ilk büyük atak Birinci Dünya Savaşı sırasında olmuştur.

Teknolojik devrimlerin birbirini takip etmesi ile birlikte gaz korumalı çeşitli kaynak yöntemleri devreye girmiştir. Bu yöntemler ile birlikte alüminyum, bakır, magnezyum vb. metal alaşımlarına da kaynak yapılabilmesi mümkün olmuştur. Bu sayede kaynaklı imalat faaliyetleri; basınçlı kap, gemi, uçak, otomobil imalatı ve inşaat sektörü gibi değişik alanlarda çok farklı yöntemlerle hızlıca ilerlemiştir.

Metal kaynağı yöntemlerinin sınıflandırılmasında ISO 25901-3 ilgili standardı kullanılmaktadır. Bu standart, kaynak yöntemlerini fiziksel işlemine göre **basınç kaynakları** ve **ergitme kaynakları** olarak ikiye ayırmaktadır. Çoğunlukla ergitme kaynaklarına yer verilecek, basınç kaynaklarında ise sadece direnç kaynağı üzerinde durulacaktır.



Şema 1.2: Metal kaynağı çeşitleri

1.2. OKSİ-GAZ KAYNAĞI

Oksi-gaz kaynağı; yakıcı olarak oksijenin, yanıcı olarak da asetilen, propan vb. gazların etkileşiminden yararlanılarak yapılan kaynak yöntemidir. Yanıcı ve yakıcı gazların oluşturduğu kaynak alevi yardımı ile kaynatılacak metal ergitilebilir. Aynı zamanda bu aleve tel beslenerek birleştirme sağlanabilir.

Bu kaynak yöntemi, teknolojik gelişmeler neticesinde önemini kaybetse de çeşitli avantajları sebebiyle atölye ortamlarında kullanılmaya devam edilmektedir.

Oksi-Gaz Kaynağının Avantajları

- Yatırım maliyetinin çok düşük olması
- Oluşan kaynak alevinin ayarlanabilir olması
- Elektrik üretecine ihtiyaç duyulmaması ve saha ortamlarında çok rahat uygulanabilir olması
- Oksi-gaz alevinin kaynak bölgesini atmosferin olumsuz etkisinden koruması
- Zorunlu hâllerde tamir bakım kaynaklarının yapılabilmesi
- İlave tel ile doldurma kabiliyetinin yüksek olması

Oksi-Gaz Kaynağının Dezavantajları

- Ergitme gücünün zayıf olması ve ergitmenin zaman alması
- Isıya maruz kalan bölgenin çok geniş olması
- İnce malzemelerde çarpılma, kalın malzemelerde ısıtamama probleminin olması

Oksi-Gaz Kaynağında Kullanılan Gazlar

Tablo 1.1: Yanıcı ve Yakıcı Gazlar

Yanıcı Gazlar	Yakıcı Gaz
Asetilen (C_2H_2)	Oksijen (O_2)
LPG [Propan-Bütan (C_3H_8-C_4H_{10})]	
Doğalgaz [Metan (CH_4)]	
Hidrojen (H_2)	

Yakıcı Gaz

Yakıcı gaz olarak tüm uygulamalarda oksijen kullanılmaktadır. Havanın yaklaşık 1/5'i oksijendir. Böyle olmasına rağmen havada bulunan oksijenin ayrıştırılarak tüp hâline getirilmesi gerekmektedir. Oksijen gazı; kokusuz, tatsız ve renksizdir. Kendisi yanmaz ancak tüm yanma olaylarında mutlaka bulunur. Oksijen bulunmadığı takdirde yanma olayı gerçekleşmez. Oksijenin (O_2) yoğunluğu 1,43 g/cm^{3}tür. Bu sebeple havadan ağırdır.

Oksijenin depolanması basınçlı kaplar vasıtası ile yapılmaktadır. Bu nedenle tüm emniyet tertiplerine uyulması zorunludur.

Yanıcı Gazlar

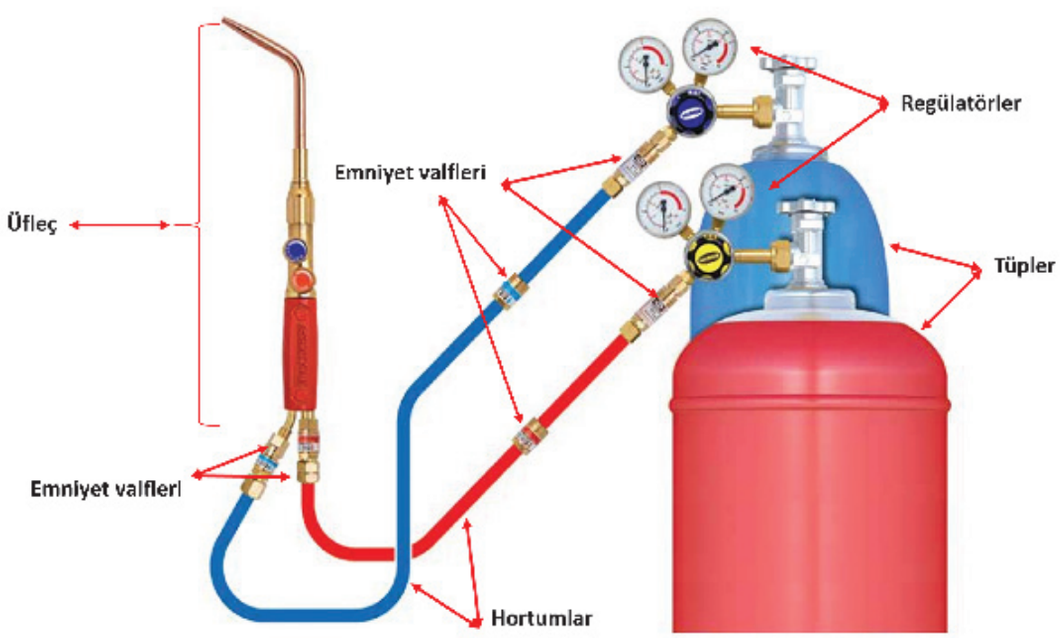
Günümüzde gaz kaynağında yüksek alev sıcaklığı ve yüksek alev gücü gibi avantajlarından dolayı **asetilen** gazı kullanılmaktadır. Renksiz, zehirli olmayan bir gazdır. Saf durumda kokusuzdur ancak piyasada kullanılan tüpler, sarımsak kokusuna benzeyen bir koku veren katkı zerrecikleri içerir. Asetilen havadan hafiftir, bu yüzden yukarıya yükselir. Asetilen, kimyasal olarak $\mathbf{C_2H_2}$ simgesiyle gösterilmektedir.

Normal şartlar altında 1,5 bar üzerindeki sıkıştırma, asetilende patlamaya sebebiyet verir. Aseton ve gözenekli sünger yapılar sayesinde 15 bara kadar basınç altında saklanması mümkün olabilmektedir.

Bu gazların yanı sıra çeşitli kaynak, kesme, tavlama vb. uygulamalarda propan ve metan gazları da kullanılmaktadır. Yoğunluk açısından karşılaştırıldığında asetilen ve doğal gaz atmosferik ortamda yükselir ya da yayılarak hareket eder. Propan gazı ise havadan fazla olan yoğunluğu sebebiyle zemine doğru yoğunlaşır.

1.2.1. Oksi-Gaz Kaynak Donanımları

- **Tüpler:** Yanıcı ve yakıcı gazların depolandığı basınçlı kaplardır. Ayırt edilebilmeleri amacıyla yanıcı ve yakıcı gaz tüplerinin rengi farklılaştırılmıştır.
- **Hortumlar:** Yanıcı ve yakıcı gazları, regülatörden üflecin ucuna getirir. Deforme olmuş ya da yüzeyinde yırtık olan hortumlar kesinlikle kullanılmamalıdır. Hortumlar da gaz tiplerine göre değişik renklere sahiptir.
- **Emniyet Valfleri:** Üflecin ucunda oluşan alevin geri teperek hortumlara ve tüpe ulaşmasını engellemek için kullanılır.
- **Regülatörler:** Tüpün içerisinde bulunan basıncı göstermektedir. Aynı zamanda üflecin ucunda, istenilen çalışma basıncının ayarlanmasına yardımcı olmaktadır.
- **Üfleçler:** Gazları birbirine karıştırarak alevin oluşmasını sağlayan ekipmanlardır. Kesme, kaynak ya da tavlama gibi uygulamalarda değişkenlik gösterir.



Görsel 1.3: Oksi-gaz kaynak donanımları

1.2.2. Tüp Çeşitleri, Tüplerin Depolanması ve Güvenliği

Gaz tüplerine, TSE EN ISO 13769 Gaz tüpleri-Damga işaretleri standardı ile herkes tarafından kabul edilen ortak renklendirme yapılmıştır. Oksi-gaz kaynağında kullanılan yakıcı gaz oksijenin tüpü mavi renktedir. Asetilen tüpüne ait renk genellikle kahverengi, bazı firmaların ürünlerinde ise sarı renktedir. Propan tüpleri de genellikle sanayi tipi ürünler olarak gri renkte kullanılmaktadır. Tüplerin bu şekilde renklendirilmesi, kullanım sırasında ya da depolamada farkındalık oluşturarak olası kazaların önüne geçilmesi amacıyladır.

Asetilen tüpleri ile çalışılırken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

- Asetilen tüplerinin vanalarının acil durum sırasında kapatılabilmesi için yarım tur açılması gerekir.
- Asetilen, 1,5 bar ve 60 derece sıcaklık üzerine çıkıldığında kendi molekül yapısına ayrışarak hacminin 11 katı büyür ve patlamalara sebep olur.
- Güneş ışınlarına maruz kalmamalı, tavlama fırınlarının yanına bırakılmamalıdır.
- Asetilen, bakır ile tepkimeye girerek patlayıcı özellik taşıyacağı için bakır boru tesisatlarında kullanılmamalıdır.
- Kapalı ortamda %2,4 ile %80 oranında asetilen gazı birikmesi şiddetli patlamalara sebebiyet verir.
- Regülatör çıkışına emniyet valfi takılmalıdır.
- Depolanan yerde sabitlenmelidir. Taşıma sırasında devrilmesini engelleyecek tedbirler alınmalıdır.

Oksijen tüpleri ile çalışılırken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

- Oksijen tüpleri, yağ veya gres lekesi olan eldivenler ile açılmamalıdır.
- Oksijen tüplerinin vanası ani açılmamalıdır. Yüksek basınca sahip olan bu tüpler ani açıldığı takdirde, sürtünmeye bağlı patlama riski taşır.
- Taşınma sırasında mutlaka sabitlenerek hareket ettirilmelidir.

Kişisel Koruyucu Donanımlar (KKD) ve İş Güvenliği

Oksi-gaz kaynağı uygulayan bir öğrencinin ya da sahada çalışan bir kaynak operatörünün en çok duyacağı husus, Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) tanımı olacaktır. Kişisel korucuyu donanımlar, kaynak sırasında meydana gelebilecek kazaları en aza indirmek ya da risklerin oluşmasını engellemek amacıyla kullanılmaktadır. Oksi-gaz kaynağında kişisel koruyucu donanımlar kapsamında oksi-gaz gözlüğü, kaynakçı eldiveni, deri önlük, iş kıyafeti ve iş güvenliği ayakkabıları yer almaktadır. Kişisel koruyucu donanımları kullanma disiplininin kazanılması, çalışanı çeşitli iş kazalarından koruyacaktır. KKD kullanılmadığı takdirde uzuv kaybetme ya da hayati risk oluşturan kazaların oluşma ihtimali çok yüksektir.

Görsel 1.4: KKD'yi standartlara göre kullanan kaynak operatörü

KKD'yi eksiksiz bir şekilde tamamlayanlar, kaynak uygulaması sırasında aşağıdaki hususlara dikkat etmek zorundadır.

- Atölye içerisinde dolu ve boş tüpler uygun bir şekilde istiflenmelidir. Tüpler, düşme ihtimaline karşı kapalı bir ortamda bulundurulmalı ya da zincirle bağlanmalıdır.
- Tüplerin taşınması tüp arabası ile yapılmalı, tüpler kesinlikle yuvarlanarak taşınmamalıdır.
- Tüp değişimi yapılmadan önce tüpün ağzında bulunan tozların ya da kirli partiküllerin uzaklaştırılması için tüplere aç-kapa yapılmalıdır. Aksi takdirde regülatör tıkanabilir.
- Kaynak işlemine başlamadan önce gaz kaçak spreyi ile sızdırmazlık kontrolü yapılmalıdır.
- Kullanılan hortumların uzunluğu 5 metreden fazla olmalıdır.
- Tüplere, ateş veya ateş içeren maddeler ile yaklaşılmamalıdır.
- Kıvılcımdan etkilenecek tiner ve boya gibi yanıcı ürünler, kaynak yapılacak sahadan uzaklaştırılmalıdır.
- Regülatör çıkışına, hortum arasına ve üfleç giriş kısmına, alev geri tepme emniyet ventilleri takılmalıdır.
- Yağlı ve kirli eldivenler ile tüplere temas edilmemelidir.

Görsel 1.5: Tüplerin sabitlenme ve taşınma şekli

1.2.3. Hortumların Yapısı ve Renkleri

Oksi-gaz kaynak işleminde kullanılan hortumlar sentetik kauçuktan üretilmektedir. Bu tip kaynak hortumlarında hortum üzerine düşen sıcak iş parçalarına ait kıvılcımlar, hortuma temas ettikleri noktalarda tutunamadan, kayarak aşağıya düşer. Böylece kaynak hortumları, herhangi bir tehlike anında hem patlama riskini en aza indirir hem de tehlikeye karşı gerekli tedbirleri alabilmesi için kaynakçıya zaman kazandırır. Burada kullanılan hortumların standartlara uygun şekilde yanmaz bir hortum olması, iş güvenliği açısından zorunludur.

Kaynak hortumları birbirine yapışık iki hortumdan oluşmaktadır. Bu iki hortumdan bir tanesi, oksijen gazını gösteren mavi renktedir. Diğerinin rengi ise yanıcı gaz türüne göre değişmektedir. Yanıcı gazın hortum rengi propan ve doğal gaz için turuncu, asetilen gazı için kırmızı renktedir.

Görsel 1.6: Asetilen-oksijen ve propan-oksijen hortumları

1.2.4. Emniyet Valfleri (Alev Kesiciler)

Kaynaklı işlem sırasında alevin üfleçte geriye gitmesini önlemek amacıyla emniyet ventilleri kullanılır. Bu ventiller, alev ile temas ettiği takdirde her iki tarafa da akışı engellemektedir. Emniyet valfleri ilk olarak regülatör çıkışlarına bağlanmalıdır. Sonrasında gaz hortum paketlerinin ortasına, hortum arası emniyet valfleri bağlanmalıdır. Son olarak da kullanılan hamlacın arkasına emniyet ventili eklenmelidir. Emniyet valflerinin olmadığı bir düzenek ile kesinlikle kaynak yapılmamalıdır.

Görsel 1.7: Hortum arası ve regülatör girişi emniyet valfleri

1.2.5. Oksijen ve Asetilen Tüplerini Açıp Kapatma ve Manometre (Regülatör) Ayarı

Gaz regülatörleri; kaynak işleminde kullanılan gazlarda bulunan basıncı gösteren, aynı zamanda kullanılmak istenen gazı uygulama basıncına düşüren, üzerinde manometre bulunduran sistemlerdir. Gaz regülatörlerinin rengi, kullanıldığı gaza göre değişkenlik gösterir. Oksijen regülatörleri mavi, propan regülatörleri turuncu ve asetilen tüpüne bağlanan regülatörler kırmızı renktedir. Yapılan kaynak doğrultusunda bu regülatörler vasıtası ile çalışma basıncı ayarlanabilmektedir. Çalışma basıncı, doğru bir alev oluşturma ve başarılı bir kaynak için dikkat edilmesi gereken en önemli unsurlardan biridir.

Oksijen tüpünün açılıp kapatılması aşağıda belirtilen sıra ile yapılmalıdır.

1. Oksijen regülatörü üzerinde bulunan tutamak, saat yönünün tersine çevrilerek gevşek konuma getirilir.
2. Oksijen tüpü üzerinde bulunan vana, yavaşça yarım tur açılır ve biraz beklenir. Sonrasında vana tamamen açılana kadar döndürülür.
3. Oksijen regülatörü üzerinde bulunan tutamak, istenilen çalışma basıncına göre döndürülerek ayarlanır. Çalışma basıncı, manometre üzerinden okunur.
4. Kaynak tamamlandıktan sonra üflecin ucundaki alev söndürülür. Oksijen tüpünün vanası, saat yönünde çevrilerek kapatılır.
5. Üflecin ucunda bulunan oksijen valfi açılarak hortumlardaki oksijen gazı boşaltılır ve valf kapatılır.
6. Oksijen tüpü üzerinde bulunan manometreler kontrol edilerek göstergelerin "0" konumunda olduğu doğrulanmalıdır.

Görsel 1.8: Oksijen tüpünde kullanılan regülatör

Asetilen tüpünün açılıp kapatılması aşağıda belirtilen sıra ile yapılmalıdır.

1. Asetilen regülatörü üzerinde bulunan tutamak, saat yönünün tersine çevrilerek gevşek konuma getirilir.
2. Asetilen tüpü üzerinde bulunan vana, sadece yarım tur açılır.
3. Asetilen regülatörü üzerinde bulunan tutamak, istenilen çalışma basıncına göre döndürülerek ayarlanır. Çalışma basıncı, manometre üzerinden okunur.
4. Kaynak tamamlandıktan sonra üflecin ucundaki alev söndürülür, asetilen tüpünün vanası kapatılır.
5. Üflecin ucunda bulunan asetilen valfi açılarak hortumlardaki asetilen gazı boşaltılır ve valf kapatılır.
6. Asetilen tüpü üzerinde bulunan manometreler kontrol edilerek göstergelerin "0" konumunda olduğu doğrulanmalıdır.

Görsel 1.9: Asetilen tüpünde kullanılan regülatör

Kaynak uygulamasına başlanmadan önce oksi-gaz kaynak sistemlerinde aşağıda belirtilen şekilde kaçak kontrolü yapılmalıdır.

- Açık olan oksijen tüpünde regülatör ile tüpün vanası arasındaki alan, gaz kaçak spreyi sıkılarak gözlemlenir.
- Regülatör ile hortum arasında bulunan emniyet valflerine sprey sıkılır ve gözlemlenir.
- Üflecin arka tarafında bulunan emniyet valflerine sprey sıkılır ve gözlemlenir.
- Açık olan asetilen tüpünde regülatör ile tüpün vanası arasındaki alan, gaz kaçak spreyi sıkılarak gözlemlenir.
- Asetilen tüpü regülatörü ile hortum arasında bulunan emniyet valflerine sprey sıkılır ve gözlemlenir.
- Üflecin arka tarafında bulunan emniyet valflerine sprey sıkılır ve gözlemlenir.

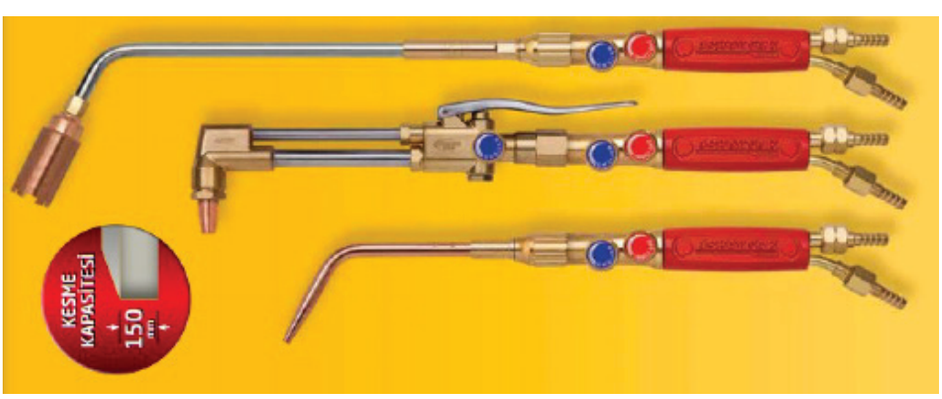
1.3. ÜFLECİN YAKILIP SÖNDÜRÜLMESİ İLE ALEV OLUŞTURMA VE ALEV AYARI

1.3.1. Üflecin Yakılıp Söndürülmesi

Üfleç, oksi-gaz kaynak alevinin oluşmasını ve kontrol altında tutulmasını sağlayan araçtır. Üfleçler aynı zamanda şalama, tutamak, hamlaç ve torç isimleri ile de bilinmektedir. Üfleç üzerinde bulunan iğneli iki kontrol valfi, hortumlarla iletilen oksijen ve asetilenin geçiş miktarını ayarlar. Üfleçler, yapacakları işleme göre farklı tiplere ayrılır.

Üfleç Tipleri

- Tavlama Üfleçleri
- Kesme Üfleçleri
- Kaynak ve Sert Lehimleme Üfleçleri



Görsel 1.10: Üfleç tipleri

Tavlama üfleçleri, malzemenin ısıtılması gerektiğinde; kesme üfleçleri, malzemeyi ayırma uygulamalarında; kaynak ve sert lehimleme üfleçleri ise iki malzemenin birleştirilmesinde kullanılır.

Kaynak üfleci üzerinde bulunan kırmızı valf aracılığı ile asetilen gazının, mavi valf aracılığı ile de oksijen gazının ayarı yapılarak alev oluşturulmaktadır. Üflecin ucunda bulunan lüleler, oksi-gaz uygulaması yapılan malzemenin kalınlığına göre değişkenlik gösterir. Bunun neticesinde uygulamada kullanılması gereken oksijen, propan ya da asetilen gazlarının basıncında da değişkenlik görülür.

Alev oluşturma işlemi, aşağıda belirtilen sıra ile yapılmalıdır.

1. Oksijen regülatörü üzerinde bulunan tutamak çıplak el ile sola çevrilerek tutamağın boşa dönmesi sağlanır.

Görsel 1.11: Oksijen tutamak ayarı

2. Asetilen ya da diğer yanıcı gazların regülatörü üzerinde bulunan tutamak sola çevrilerek tutamağın boşa dönmesi sağlanır.

Görsel 1.12: Asetilen tutamak ayarı

3. Oksijen tüpünün vanası yarım tur sağ tarafa çevrilir, biraz beklenir. Manometrede hareket görüldükten sonra sonuna kadar açılır.

Görsel 1.13: Oksijen vana ayarı

4. Çalışma basıncına göre oksijen regülatörü üzerinde istenilen basınç ayarı yapılır (örnek: 1 bar).

Görsel 1.14: Oksijen çalışma basıncı ayarı

5. Asetilen tüpünün vanası yarım tur açılır.

Görsel 1.15: Asetilen vana ayarı

6. Asetilen regülatörü, çalışma basıncına ayarlanır (örnek: 0,2 bar).

Görsel 1.16: Asetilen çalışma basıncı ayarı

7. Üfleç üzerinde bulunan kırmızı valf çeyrek tur açılır, çakmak ile yakılarak alev oluşturulur.

Görsel 1.17: Asetilen ile alev oluşturma

8. Alev oluşturulduktan sonra üfleç üzerinde bulunan mavi valf açılır. İstenilen çekirdek, valf aracılığı ile oluşturulur.

Görsel 1.18: Oksijen gaz ayarı

Alev söndürme işlemi aşağıda belirtilen sıra ile yapılmalıdır.

1. İlk olarak üfleç üzerinde bulunan mavi valf kapatılır.

Görsel 1.19: Oksijen valf kapatma

2. Üfleç üzerinde bulunan kırmızı valf kapatılır.

Görsel 1.20: Asetilen valf kapatma

3. İş güvenliği açısından kırmızı valf çeyrek tur açılır ve kapatılır. Alev geri tepmesi oluşup oluşmadığı gözlenmelidir.

Görsel 1.21: Alev geri tepme kontrolü

4. Oksijen tüpünün vanası kapatılmalıdır.

Görsel 1.22: Oksijen vanası kapatma

5. Asetilen tüpünün vanası kapatılmalıdır.

Görsel 1.23: Asetilen vanası kapatma

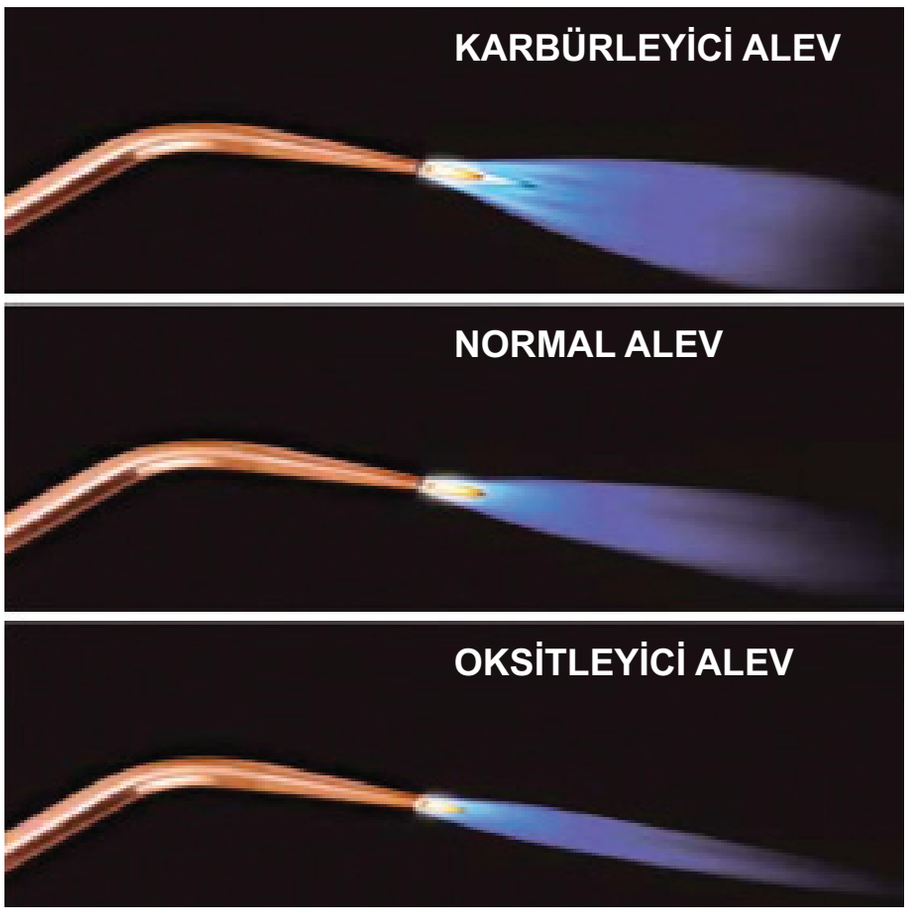
6. Hortumlardaki gazlar, oksijen ve asetilen üflecindeki valfler aracılığı ile boşaltılır. Regülatör üzerindeki vanaların "0"' noktasında olduğu tespit edilir

Görsel 1.24: Regülatörleri kapatma kontrolü

1.3.2. Alev Çeşitleri

Kaynak dikişinin kalitesi, kaynak alevinin uygun şekilde ayarlanmasına bağlıdır. Alevin görevi; kaynak bölgesini havanın zararlı etkilerinden korumak, hızlı bir şekilde bölgenin ısıtılmasını sağlamak, varsa dolgu malzemesinin ergimesini ve kaynak yüzeyinin birleşmesini gerçekleştirmektir. Alevde, yanıcı gaz ve yakıcı gaz bir arada yanar ve ısı üretilir. Oluşan alev; üflecin ucunda 3200 °C, alevin sonunda ise 1200 °C civarındadır.

Uygun yanıcı ve yakıcı gaz oranları sağlandığında oluşan aleve **normal alev** adı verilir. Yanıcı gaz fazla olduğu zaman karbürleyici alev, yakıcı gaz fazla olduğu zaman ise oksitleyici alev adını almaktadır. Karbürleyici alev türünde asetilen miktarı oksijene göre daha fazladır. Karbonlayıcı alev türü ise dökme demir ve alüminyum kaynaklarında, lehimleme operasyonlarında kullanılır. Normal alev uygulamasında oksijen ve asetilen oranları genellikle aynıdır. Bakır alaşımlarında ve çelik malzemelerin kaynağında uygulanabilir. Oksitleyici alev, oksijenin asetilene göre daha fazla olduğu alev türüdür. Bu yöntem sadece pirinç malzemelerin kaynağında kullanılmaktadır.



Görsel 1.25: Alev türleri

1.4. YATAYDA TELSİZ DİKİŞ

1.4.1. Oksi-Gaz ile Dikiş Çekme

Kaynak işleminde en önemli hususlardan biri, dikişi meydana getiren dolgu metalinin kaynatılan ana metal ile aynı özellikte olmasıdır. Bu sağlandığı takdirde kaynak başarısı artar.

Kaynak üflecinin uç kısmında bulunan lüle (bek) seçimi, malzeme kalınlığına göre farklılık göstermektedir.

Tablo 1.2: Lüle ve Parça Kalınlığı Seçimi

Üfleç Grubu	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

Oksijen ve asetilen gazlarının basıncı da malzeme kalınlığına göre değişkenlik göstermektedir.

Tablo 1.3: Parça Kalınlığı ve Gaz Basınçları

Parça Kalınlığı (mm)	Oksijen Gaz Basıncı (bar)	Asetilen Gaz Basıncı (bar)
0,2-0,5 mm arası	0,3-0,8	0,3-0,8
0,5-1 mm arası	0,3-0,8	0,3-0,8
1-2 mm arası	0,3-0,8	0,3-0,8
2-4 mm arası	0,3-0,8	0,3-0,8
4-6 mm arası	0,3-0,8	0,3-0,8
6-9 mm arası	0,3-0,8	0,3-0,8
9-14 mm arası	0,3-0,8	0,3-0,8
14-20 mm arası	0,3-0,8	0,3-0,8
20-30 mm arası	0,3-0,8	0,3-0,8

1.4.2. Telsiz Dikiş

Özellikle ince parçalar, bu yöntem ile başarılı bir şekilde kaynatılır. Bunun için birleşme kenarları, parça kalınlığından 1 mm daha fazla olacak şekilde 90 derece bükülerek, ek tel kullanılmadan da kaynatılabilir.

Telsiz dikiş kaynağı, genellikle 1-2 mm arası levhalarda birleştirme yapmak için uygulanmaktadır. Telsiz dikiş yönteminde üfleci sağa ya da sola hareket ettirerek de birleştirme sağlanabilir. Sağdan sola doğru hareket edildiğinde üflecin zemin ile yaptığı açının 60-70 derece olması beklenmektedir. Bu yöntem ile ana malzemeye ısı girdisi daha azdır. İnce malzemelerde kullanılmaktadır.

Üflecin soldan sağa doğru hareket ettiği yönde, zemin ile yaptığı açının yine 60-70 derece olması beklenir. Burada ana malzemeye uygulanan ısı daha fazla olduğu için diğer yönteme göre daha kalın malzemelerde uygulanmaktadır.

Oksi-gaz ile telsiz dikiş kaynağı aşağıda belirtilen sıra ile uygulanmalıdır.

1. Uygulama yapılacak malzeme pratik kazanılması amacıyla ortasından markalanır.
2. Daha önce belirtildiği şekilde alev oluşturulur.
3. Üfleç, parça ile 60-70 derecelik açı yapacak şekilde tutulur.
4. Üflecin ucu parçaya değdirilmeden ve açı değiştirilmeden üfleç, parça üzerinde soldan sağa doğru hareket ettirilerek bitiş noktasına varılır.

Görsel 1.26: Oksi-gaz kaynağında telsiz dikiş

1.5. YATAYDA TELLİ DİKİŞ

Ek kaynak teli kullanılarak yapılan kaynak uygulamasında dolgu metali ile kaynatılan metalin çok yakın ya da aynı özellikte olması istenir. Bazı uygulamalarda ana metal malzemesinden ince şeritler hâlinde kesilen parçalar, dolgu metali olarak kullanılabilir fakat teknolojik gelişmeler sayesinde yeni tip tamir bakım dolgu metalleri üretilmiştir.

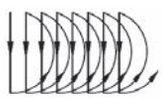
Telli dikiş kaynağında ilave dolgu metalinin kaynak boyunca iki parçanın birleşme noktası üzerinde olması istenir. Eksen kaçıklığı, birleştirmenin doğru yapılmadığını gösterir. Bu kaynak yöntemi ile aşağıdaki salınımları uygulamak mümkündür.

SOLDAN SAĞA (SOLA KAYNAK) SALINIM HAREKETLERİ

Görsel 1.27: Dairesel salınım hareketi

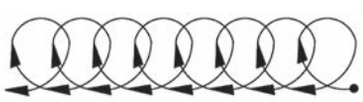
Görsel 1.28: Zikzak salınım hareketi

Görsel 1.29: Yarımay



Görsel 1.30: Kesik yarımay

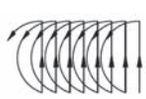
SAĞDAN SOLA (SOLA KAYNAK) SALINIM HAREKETLERİ



Görsel 1.31: Dairesel salınım hareketi

Görsel 1.32: Zikzak salınım hareketi

Görsel 1.33: Yarımay



Görsel 1.34: Kesik yarımay

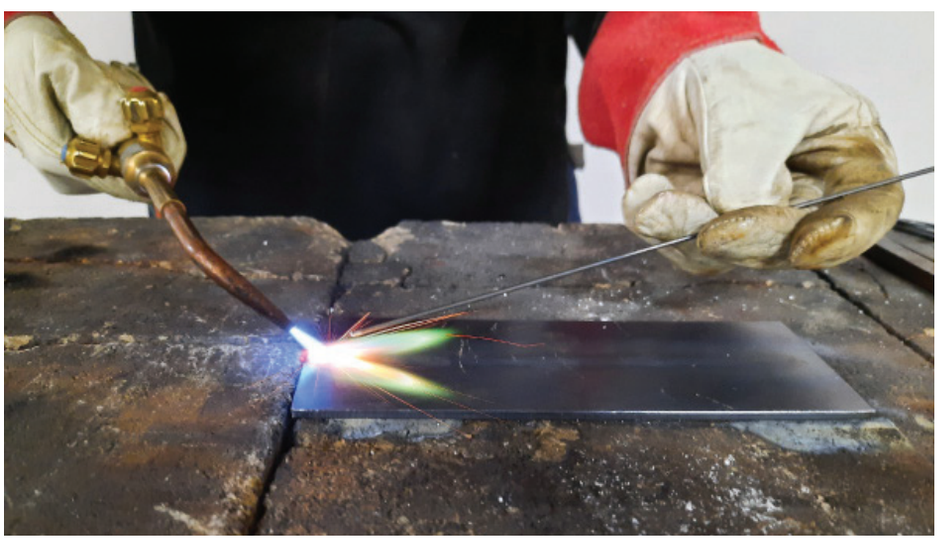
Sola doğru kaynakta üfleç, kaynak ağzında salınım hareketi ile ilerletilir. Malzemeye uygulanan ısı yoğunluğu düşüktür. Bu yüzden 3 mm'den daha düşük kalınlıktaki çelik gibi malzemelerin alın birleştirmelerinde kullanılabilir. Bu kaynak yönteminde üfleç, kaynak yönünde ana malzeme ile 50-60 derecelik açıda tutulmalıdır. Telin malzeme ile yaptığı açı da 30-40 derece arasında olmalıdır.

Görsel 1.35: Telli dikişe başlama

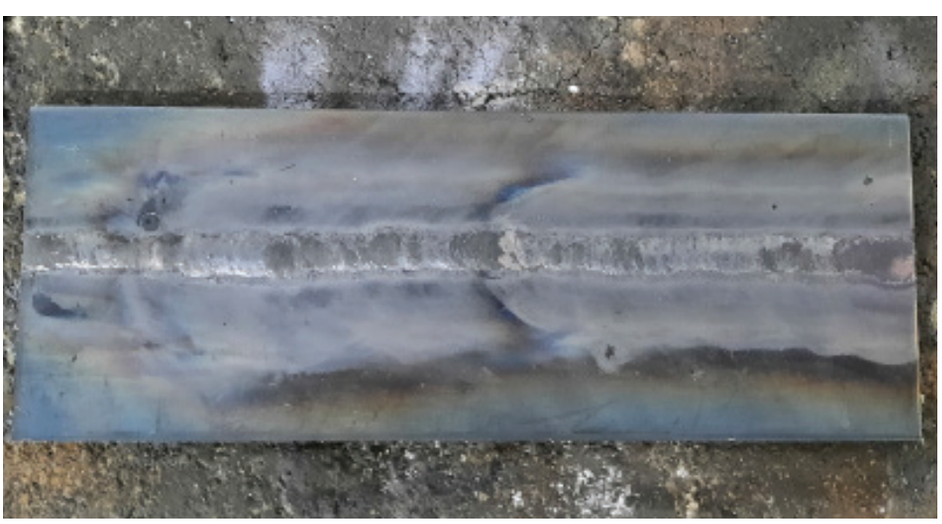
3-7 mm arası kalınlığı olan çeliklerin alın birleştirmeleri, soldan sağa doğru kaynak tekniği ile yapılabilmektedir. Kaynak hareket yönü dikkate alındığında kaynak dolgu metali üflecin gerisinde kalır. Olumsuz sayılabilecek tek yanı, dikiş kaynağı yüzeyinin düzgün gözükmemesidir.

Oksi-gaz ile yatayda telli dikiş kaynağı aşağıda belirtilen sıra ile uygulanmalıdır.

1. Uygulama yapılacak malzeme pratik kazanılması amacıyla ortasından markalanır.
2. Daha önce belirtildiği şekilde alev oluşturulur.
3. Üfleç, parça ile 50-60 derecelik açı yapacak şekilde tutulur.
4. İlave tel, parça ile 30-40 derecelik açı yapacak şekilde tutulur.
5. Üfleç ile parçanın ergimesi sağlanır.
6. Ergime gerçekleştikten sonra tel, alevin merkezine beslenir, geri çekilir.
7. Üfleç hareket ettirilerek ve tel beslenerek kaynak işlemine devam edilir.
8. Üflecin ucu parçaya değdirilmeden ve açı değiştirilmeden üfleç, parça üzerinde soldan sağa doğru hareket ettirilerek bitiş noktasına varılır.



Görsel 1.36: Telli dikiş



Görsel 1.37: Telli dikiş bitirme

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. **Aşağıdakilerden hangisi asetilen gazı hortumunun rengidir?**
   A) Gri
   B) Kırmızı
   C) Mavi
   D) Siyah
   E) Yeşil

2. **Aşağıdakilerden hangisi oksi-gaz kaynağında kullanılan yakıcı gazdır?**
   A) Asetilen
   B) Azot
   C) Helyum
   D) Oksijen
   E) Propan

3. **Aşağıdakilerden hangisi oksijen tüpünün rengidir?**
   A) Gri
   B) Kahverengi
   C) Kırmızı
   D) Mavi
   E) Yeşil

4. **Aşağıdakilerden hangisi normal şartlar altında asetilen gazının patlama sınırının aşıldığını gösteren bar basıncıdır?**
   A) 0,5
   B) 0,8
   C) 1,2
   D) 1,4
   E) 1,5

5. **Aşağıdakilerden hangisi farklı iki gazın tepkimesiyle yapılan kaynak çeşididir?**
   A) Direnç kaynağı
   B) MIG
   C) Oksi-gaz
   D) Örtülü elektrot kaynağı
   E) TIG

6. **Aşağıdakilerden hangisi oksi-gaz kaynak yönteminin avantajlarından biri <u>değildir</u>?**
   A) Ergitme için elektrik ihtiyacı olmaması
   B) İlave tel kullanılabilmesi
   C) İşçilik süresinin kısa olmaması
   D) Tüm metallere uygulanabilmesi
   E) Üretim maliyetinin ucuz olması

7. Aşağıdakilerden hangisi bir üfleç türü <u>değildir</u>?

A) Kaynak
B) Kesme
C) Lehimleme
D) Plazma
E) Tavlama

8. Üfleç üzerinde bulunan asetilen vanasının rengi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Gri
B) Kahverengi
C) Kırmızı
D) Mavi
E) Yeşil

9. Üfleç üzerinde bulunan oksijen vanasının rengi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Gri
B) Kahverengi
C) Kırmızı
D) Mavi
E) Turuncu

10. Pirinç malzemelerin kaynağında aşağıdaki alev türlerinden hangisi kullanılmaktadır?

A) Asetilen fazlası
B) Asitleyici
C) Karbürleyici
D) Normal
E) Oksitleyici

11. Alev oluşturma işleminde aşağıdakilerden hangisi <u>yapılmamalıdır</u>?

A) Alev oluşturma anında tüpler sabit olur.
B) Asetilen tüpünün vanası sonuna kadar açılır.
C) Oksijen tüpünün vanası ilk anda yarım tur çevrilir.
D) Oksijen vanası; yağsız, temiz el ile açılır.
E) Oksijen ve asetilen çalışma basıncına göre ayarlanır.

12. Telsiz dikiş kaynağının uygulandığı parça kalınlık aralığı aşağıdakilerden hangisidir?

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

13. 3 mm kalınlıktaki malzeme kaynağında kullanılan lüle grubu aşağıdakilerden hangisidir?

A) 2-4
B) 4-6
C) 6-9
D) 9-14
E) 14-20

14. Aşağıdakilerden hangisi oksi-gaz kaynak uygulamasında kullanılan oksijen basıncıdır?

A) 0,1-0,15

B) 0,15-0,20

C) 0,3-0,8

D) 1,4-1,5

E) 1,5-1,8

15. Aşağıdakilerden hangisi oksi-gaz kaynak uygulamasında kullanılan asetilen basıncıdır?

A) 0,1-0,15

B) 0,15-0,20

C) 0,20-0,25

D) 0,25-0,30

E) 0,30-0,80

16. Aşağıdakilerden hangisi sağdan sola doğru telli dikiş kaynağının uygulandığı parça kalınlığıdır?

A) 1-3 mm

B) 3-5 mm

C) 5-7 mm

D) 7-9 mm

E) 9-11 mm

17. Aşağıdakilerden hangisi ilave telin kaynatılacak parça ile yaptığı açıdır?

A) 20 derece-10 derece

B) 30 derece-40 derece

C) 50 derece-60 derece

D) 60 derece-70 derece

E) 90 derece-80 derece

18. Aşağıdakilerden hangisi soldan sağa doğru telli dikiş kaynağının uygulandığı parça kalınlığıdır?

A) 0,5-1 mm

B) 1-1,5 mm

C) 1,5-2 mm

D) 2-2,5 mm

E) 3-7 mm

2. ÖĞRENME BİRİMİ

OKSİ-GAZ İLE KÜT EK KAYNAĞI

ÖĞRENME BİRİMİ BÖLÜMLERİ

2.1. YATAYDA KENET KAYNAĞI

2.2. YATAYDA SAĞDAN SOLA KÜT EK KAYNAĞI (ALIN KAYNAĞI)

2.3. YATAYDA SOLDAN SAĞA KÜT EK KAYNAĞI (ALIN KAYNAĞI)

2.4. OKSİ-GAZ KAYNAĞINDA YAPILAN KAYNAK DİKİŞİNİN GÖZ İLE MUAYENE EDİLMESİ

TEMEL KAVRAMLAR

- Kenet
- Kaynak ağzı
- Küt ek
- Tahribatlı muayene
- Tahribatsız muayene
- Görsel muayene

2. OKSİ-GAZ İLE KÜT EK KAYNAĞI

Oksi-gaz kaynağı ile değişik konumlarda kaynak yapmak mümkündür.

2.1. YATAYDA KENET KAYNAĞI

İş parçasına yatay, dik, yan ve tavan konumlarında kaynak yapılabilir. Ayrıca her bir kaynak konumu, birleştirme şekillerine göre de gruplandırılabilir. Küt ek kaynağı bu birleştirme şekillerinden biridir. Bu kaynak şekli, günümüzde daha çok alın kaynağı olarak adlandırılmaktadır.

Alın kaynağı uygulamalarında kenet eki kullanılarak telsiz birleştirme yapılması mümkündür. Daha kalın parçalarda ise ilave dolgu metali kullanılarak alın kaynağı birleştirmesi yapılabilir.

Görsel 2.1: Kenet eki hazırlanmış iş parçası

2.1.1. Kaynak Öncesi Temizlik ve Kaynak Ağzı Hazırlığı

Kaynak işleminin başarılı bir şekilde sonuçlanması için kaynatılacak malzemenin yüzeyi; kir, pas ve oksit tabakalarından arındırılmalıdır. Kirli ve paslı yüzeylerde kaynak yapıldığı takdirde kir tabakası, kaynaklı bölgenin içine girerek mekanik özelliklere zarar vermektedir. Böylece malzemenin kullanım ömrü kısalmaktadır.

Oksit tabakaları çok yüksek sıcaklıklarda ergiyebilmektedir. Bunları ergitmek için harcanan ısı nedeniyle malzemede çarpılmalar görülebilir ya da kaynaklı bölgenin içinde ergimemiş bölgeler ortaya çıkabilir. Bu durum, kaynak yapılan parçanın ömrünü kısaltmaktadır.

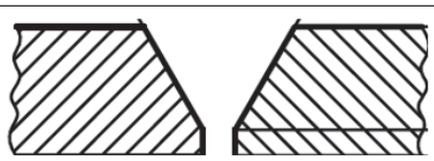
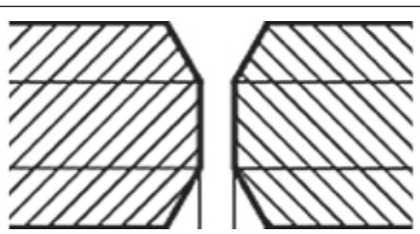
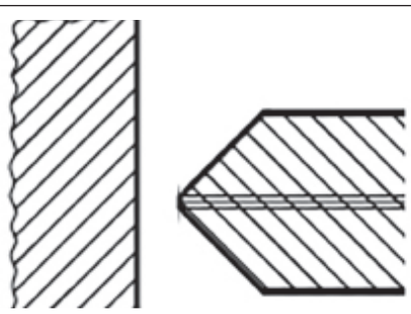
Kaynak işlemi öncesinde kaynak bölgesi flap disk zımpara ile temizlenerek oksit tabakalarının kaldırılması gerekmektedir. Bu işlemi yaparken kullanılan zımparalar, ana malzemeye uygun nitelikte olmalıdır. Kullanılan zımparanın çeşidi, alüminyum ya da demir alaşımlarına göre farklılık gösterebilir.

Görsel 2.2: Çelik malzemeler için uygun zımpara

Kaynaklı imalat uygulamalarında kaynak ağzı, dolgu ilave metalinin kaynaklı parçaya tam nüfuz etmesi amacıyla yapılmaktadır. İnce parçaların alın kaynağında kaynak ağzı açılmasına gerek yoktur. Eğer parça kalınlığı 4 mm'den fazla ise kaynak ağzı açılması gerekir.

Kaynak ağzı hazırlama işlemi, yapılan kaynak yöntemine ve kaynatılan malzemenin cinsine göre farklılık gösterebilir. Çeşitli kullanımları olan kaynak ağzı görüntüleri aşağıda yer almaktadır.

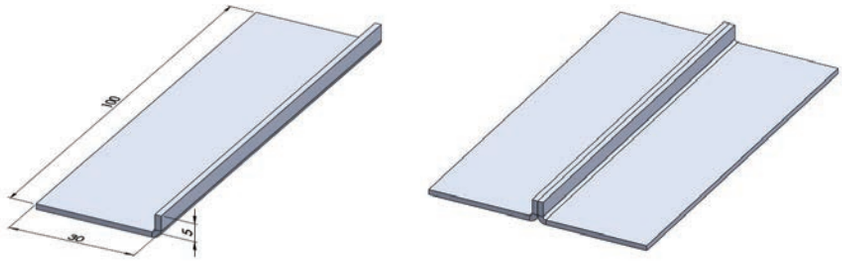
Tablo 2.1: Kaynak Ağzı Formları ve Kaynak Ağzı İsimleri

Kaynak Ağzı Formları	Kaynak Ağzı İsimleri
	Kenet Ağzı
	Alın Alına
	V Kaynak Ağzı
	Y Kaynak Ağzı
	X Kaynak Ağzı
	K Kaynak Ağzı

2.1.2. Kenetli Dikiş Kaynağının İlkeleri

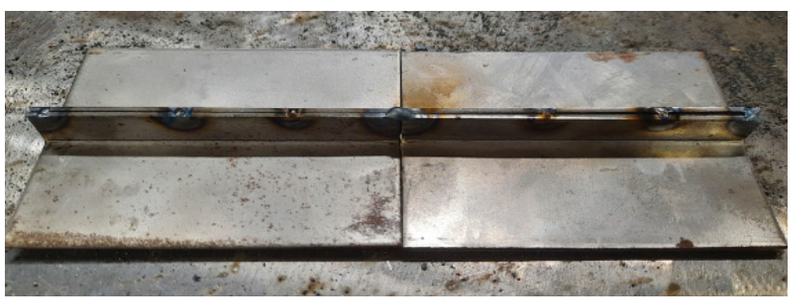
İlave dolgu metali kullanılmadan, ana metalin bükülerek birleştirilmesi ve bu bükümün ergitilmesi ile yapılan birleştirme kaynağıdır.

Bu uygulamada, ana malzemeler birleştirilecekleri kenarlardan 90 derece bükülerek kaynak payı hazırlanır. Bükme yüksekliği (kenet payı), ana malzemenin kalınlığı kadar veya ana malzeme kalınlığından en az 1 mm fazla olmalıdır. Örneğin 1mm'lik ana malzemenin kenetli dikiş uygulaması ile birleştirilmesi sırasında, kenet payı en az 2 mm olmalıdır.



Görsel 2.3: Kenet eki katı model resmi

Kalınlıkları 1-2 mm'ye kadar olan uygulamalarda kenet eki oluşturularak telsiz birleştirme yapılması mümkündür. Bu tarz birleştirmelerde ana malzemeler 25 mm aralıklar ile puntalanarak kaynağa hazır hâle getirilir.

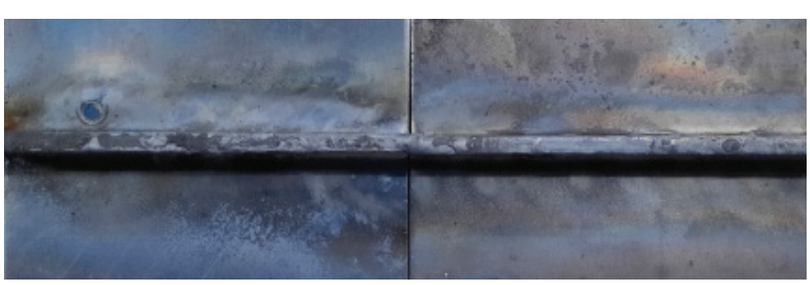


Görsel 2.4: 25 mm aralıkla puntalı kenetli dikiş kaynağı

Kenet, kenetli telsiz dikiş kaynağında ısının etkisi ile ergitilerek birleştirilir. Kaynak yönü sağdan sola doğrudur. Üflecin ucu, kaynak yönüne göre 45, iş parçalarının yüzeyine ise 90 derece açıda bulunmalıdır. Kaynak işlemi sırasında üfleç hareketleri dairesel ya da zikzak şeklinde olmalıdır.

Yatayda Kenet Kaynağında Uygulanacak İşlem Sıraları

1. Belirli kalınlıktaki çelik levha seçilir.
2. İş parçasının kaynak yüzeyi, uygun zımpara ile temizlenip markalanır.
3. Kenet eki boyunun uzunluğu parça kalınlığından en az 1 mm fazla olacak şekilde ayarlanır.
4. İki iş parçası da markalanan bölgeden, abkant veya kenet yardımı ile bükülür.
5. İş parçalarının kenetleri, alın alına gelecek şekilde birleştirilir.
6. Belirli aralıklar ile puntalama işlemi gerçekleştirilir.
7. Üflecin ucu; kaynak yönüne göre 45, iş parçalarının yüzeyine ise 90 derece açıda olacak şekilde sağdan sola doğru hareket ettirilerek kaynak işlemi uygulanır.



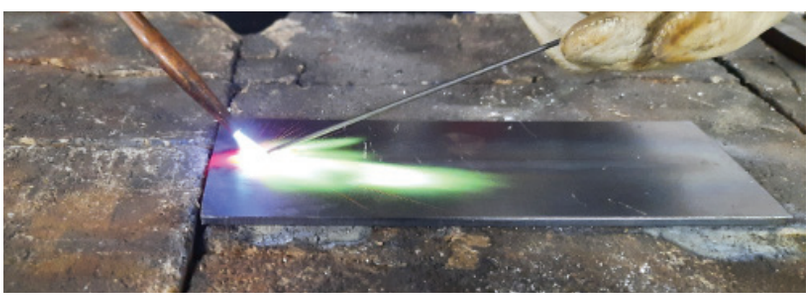
Görsel 2.5: Kenetli dikişi tamamlanmış kaynak

2.2. YATAYDA SAĞDAN SOLA KÜT EK KAYNAĞI (ALIN KAYNAĞI)

İlave dolgu metali kullanılarak iş parçalarının alın alına getirilmesi ile yapılan birleştirme kaynağına **küt ek kaynağı (alın kaynağı)** denir. Kaynak uygulamasının başarılı olması için parça kalınlığının yarısı kadar boşluk bırakılarak kaynak yapılmalıdır. Alın kaynağı, yatay pozisyonda yapılabildiği gibi yan, dik ve tavan pozisyonlarında da yapılabilmektedir.

Sağdan sola kaynak uygulamasında alev ve tel önde gitmektedir. Bu sayede ana malzemeye ısı girdisi daha az olmaktadır. Böylece ısıya bağlı şekil bozukluklarının oluşması engellenmektedir. Bu kaynak türü, kalınlığı 3 mm'ye kadar olan parçalarda uygulanmaktadır.

Oksi-gaz ile sağdan sola alın alına kaynak uygulamasında üfleç, kaynak yapılacak parçaya 60-70 derece açı ile tutulmalıdır. Bu yöntemde üfleç, ilerleme yönünde daire çizecek veya zikzak yapacak şekilde hareket ettirilmelidir. İlave dolgu metalinin iş parçasına yaptığı açı, 30 ile 40 derece arasında olmalıdır.



Görsel 2.6: Yatayda sağdan sola telli dikiş kaynağı

Yatayda Sağdan Sola Alın Kaynağında Uygulanacak İşlem Sıraları

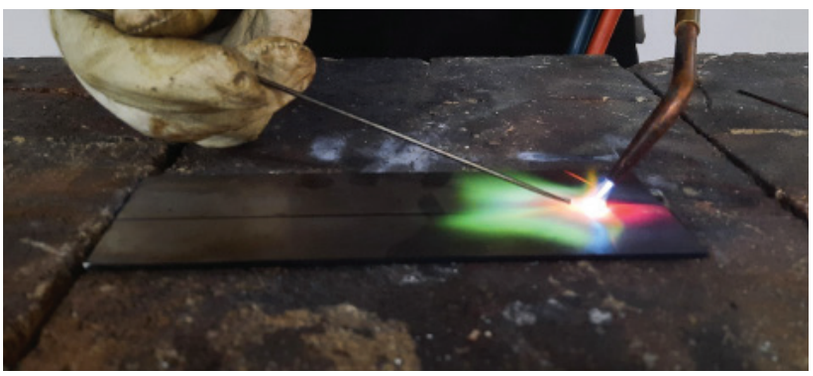
1. Belirli kalınlıkta sac seçilir.
2. Sacların alın yüzeyleri zımpara ile temizlenir.
3. Her iki sacın arasında kalınlığın yarısı kadar mesafe kalacak şekilde saclar birbirine puntalanır.
4. Oksi-gaz üfleci ile uygun alev oluşması sağlanır.
5. Kaynak yönü sağdan sola olacak şekilde hazırlık yapılır. Üflecin iş parçasına açısı, 60-70 derece arasında olmalıdır.
6. İlave dolgu metali, iş parçasına 30-40 derecelik açılar yapacak şekilde hazır hâle getirilir.
7. Salınım hareketlerinden biri tercih edilerek kaynak işlemi gerçekleştirilir.

Görsel 2.7: Yatayda sağdan sola tamamlanmış telli dikiş kaynağı

2.3. YATAYDA SOLDAN SAĞA KÜT EK KAYNAĞI (ALIN KAYNAĞI)

Soldan sağa kaynak uygulamasında alev ve tel, üflece göre arkadan gelmektedir. Bu yöntem ile yapılan kaynaklarda malzemeye aşırı ısı verilmektedir. Bu kaynak uygulaması, aşırı ısı durumunu avantaja çevirerek kalın kesitli parçaların birleştirilmesinde kullanılır. Kaynak başarısı oldukça iyi olmasına rağmen dikiş görüntüsü çok iyi olmayabilir.

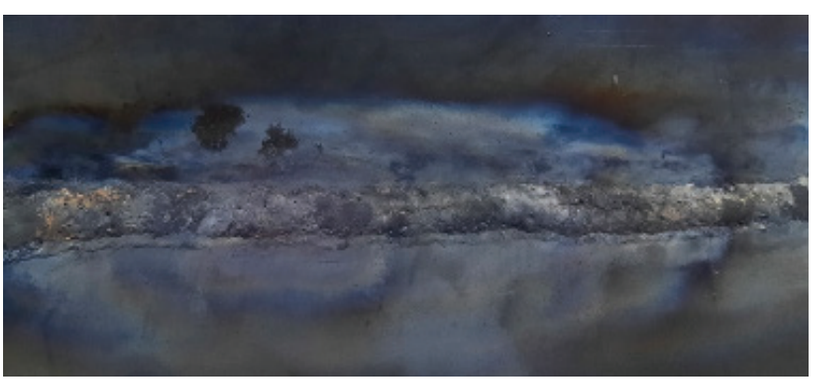
Oksi-gaz ile yatayda soldan sağa küt ek kaynağında üfleç, kaynak yapılacak parçaya 50 derece açı ile tutulmalıdır. Üflece, ilerleme yönünde kavis hareketlerinden biri verilmelidir. İlave telin iş parçasına yaptığı açı ise 30 derece olmalıdır. İlave tele de aynı şekilde kavis hareketlerinden veya dairesel hareketlerden biri uygulanmalıdır.



Görsel 2.8: Yatayda soldan sağa telli dikiş kaynağı

Yatayda Soldan Sağa Alın Kaynağında Uygulanacak İşlem Sıraları

1. Belirli kalınlıkta sac seçilir.
2. Sacların alın yüzeyleri zımpara ile temizlenir.
3. Her iki sacın kalınlığının yarısı kadar mesafe kalacak şekilde saclar birbirine puntalanır.
4. Oksi-gaz üfleci ile uygun alev oluşması sağlanır.
5. Kaynak yönü soldan sağa olacak şekilde hazırlık yapılır. Üflecin iş parçasına açısı 60-70 derece arasında olmalıdır.
6. İlave dolgu metali, iş parçasına 30-40 derecelik açılar yapacak şekilde hazır hâle getirilir.
7. Salınım hareketlerinden biri tercih edilerek kaynak işlemi gerçekleştirilir.



Görsel 2.9: Yatayda soldan sağa tamamlanmış telli dikiş kaynağı

2.4. OKSİ-GAZ KAYNAĞINDA YAPILAN KAYNAK DİKİŞİNİN GÖZ İLE MUAYENE EDİLMESİ

Kaynak uygulaması sonrasında ortaya çıkan kaynak dikişi, genel olarak tahribatlı ya da tahribatsız testler ile muayene edilmektedir. Tahribatlı testler genellikle mekanik özelliklerin belirlendiği; çekme, eğme, sertlik gibi testleri kapsamaktadır. Tahribatsız testler ise malzemenin cinsine göre göz ile muayene, penetrasyon, ultrasonik, radyografi, manyetik parçacık ve akustik emisyon testi gibi muayene yöntemlerini kapsamaktadır.

Görsel 2.10: Tahribatlı test yöntemleri

Görsel 2.11: Tahribatsız test yöntemleri

Tahribatsız muayene yöntemlerinden biri olan görsel muayene, kaynak dikişinin göz ile kontrol edilmesine dayalıdır. Bu yöntem ile muayene uygulaması sırasında kaynak dikişinin uygun bir aydınlatıcı ile çok net bir şekilde aydınlatılması gerekmektedir. Muayene sırasında kaynak dikişinin yüksekliğini ölçmek amacıyla kaynak kumpası kullanılabilmektedir.

Görsel 2.12: Kaynak kumpası ve el feneri ile kontrol

Görsel muayene yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Yapılan kaynak işleminin birleşme çizgisi üzerinde düz bir eksende ilerleyip ilerlemediği
- Kaynak işleminde parçanın diğer tarafına nüfuz edip etmediği
- Kaynaklı parçanın bütününde, ısının etkisiyle çarpılmaların olup olmadığı
- Kaynaklı parça üzerinde, aşırı ısıya bağlı yanmaların olup olmadığı
- Kaynak üzerinde yükseklik farkı ya da kaynakta çatlak olup olmadığı
- Kaynak başlangıç ve bitiş noktalarında görsel kusurların olup olmadığı
- Kaynak dikiş genişliğinin aynı ölçülerde olup olmadığı

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi saclara uygulanan kaynak ağzı form şekillerinden biridir?

A) C kaynak birleştirme
B) H kaynak birleştirme
C) Kenet ağzı birleştirme
D) S kaynak birleştirme
E) Z kaynak birleştirme

2. Aşağıdakilerden hangisi 2 mm kalınlıktaki sac için uygulanması gereken en az kenet eki ölçüsüdür?

A) 0,5 mm
B) 1 mm
C) 1,5 mm
D) 2 mm
E) 3 mm

3. Yatayda sağdan sola alın kaynağında uygulanması gereken en fazla sac kalınlığı aşağıdakilerden hangisidir?

A) 3 mm
B) 4 mm
C) 5 mm
D) 6 mm
E) 7 mm

4. Aşağıdakilerden hangisi iş parçasının alın alına birleştirilmesinde kullanılan aralıktır?

A) İş parçasının kalınlığının tamamı kadar
B) İş parçasının kalınlığının yarısı kadar
C) İş parçasının kalınlığının 2 katı kadar
D) İş parçasının kalınlığının 3 katı kadar
E) İş parçasının kalınlığının 4 katı kadar

5. Aşağıdakilerden hangisi tahribatsız muayene yöntemlerinden biridir?

A) Çekme testi
B) Eğme testi
C) Görsel muayene
D) Kırma testi
E) Sertlik testi

6. Aşağıdakilerden hangisi tahribatlı muayene yöntemlerinden biridir?

A) Akustik emisyon testi
B) Çekme testi
C) Manyetik parçacık testi
D) Radyografik muayene
E) Ultrasonik muayene

3. ÖĞRENME BİRİMİ

OKSİ-GAZ İLE KESME

ÖĞRENME BİRİMİ BÖLÜMLERİ

3.1. KESME ÜFLECİNDE ALEV AYARI

3.2. KESME ÜFLECİ KULLANILARAK EL İLE DÜZ KESME

3.3. KESME ÜFLECİ KULLANILARAK EL İLE DAİRESEL KESME

TEMEL KAVRAMLAR

- Oksi-gaz ile kesme
- Üfleç
- Dairesel kesme
- Lüle
- Alev ayarı

3. OKSİ-GAZ İLE KESME

İmalat sırasında ihtiyaca göre malzemelere oksi-gaz ile kesme işlemi uygulanmaktadır.

3.1. KESME ÜFLECİNDE ALEV AYARI

Oksi-gaz ile kesme işlemi en eski yöntemlerden biridir. Yanıcı gaz olarak asetilen veya propan, yakıcı gaz olarak da oksijen kullanılmaktadır.

Görsel 3.1: Oksi-gaz ile kesme

Oksi-gaz ile kaynak yönteminden farklı olarak burada kullanılan üfleçteki ekipmanlar da değişkenlik göstermektedir. Üflece bağlı olarak asetilen ve oksijen basınçları, kaynatılacak malzemenin kalınlığına ve üflecin ucunda bulunan lüle çapına göre ayarlanmalıdır.

Kaliteli bir kesim işlemi için gazların basıncı, kullanılan ekipmanın üreticisi tarafından tavsiye edilen değerlerde olmalıdır. Yanıcı gaz olarak asetilenin kullanıldığı 10-50 mm aralığındaki bir levhanın kesiminde kullanılması gereken basınç 0,3 bar olmalıdır. Kullanılan oksijenin çalışma basıncı ise 1,5-2,5 bar arasındadır.

Oksi-gaz alevi ile kesme genellikle kalınlığı 3-500 mm arasında bulunan alaşımsız ve düşük alaşımlı çeliklere uygulanmaktadır. Bazı özel ekipman ya da makineler ile birlikte 3000 mm kalınlıktaki malzemelere de uygulanabilmektedir. Bu yöntem ile kesim yapılabilmesi için ana malzemenin oksijen ile yanabilmesi gerekmektedir. Diğer bir husus ise ana malzemenin tutuşma sıcaklığı, ergime sıcaklığının altında olmalıdır.

Sac kalınlığı (mm)	Oksijen basıncı (bar)	Asetilen basıncı [Eşit basınç (bar)]
0-10	1,0-1,5	0,2
10-50	1,5-2,5	0,3
50-100	3,0-4,5	0,5
100-125	5,0-5,5	0,7
125-150	5,5-6,0	0,7
150-200	6,0-6,5	0,7
200-300	7,0-9,0	1,0

Asetilen kesme lülesi

Sac kalınlığı (mm)	Oksijen basıncı (bar)	Asetilen basıncı [Eşit basınç (bar)]
0-10	1,5-2,0	0,2
10-25	2,0-2,5	0,4
25-50	2,0-3,0	0,4
50-75	2,5-3,0	0,4
75-100	3,0-4,0	0,5
100-200	3,0-5,0	0,5
200-300	5,0-7,0	0,6
300-400	6,0-7,0	0,7
400-500	7,0-8,0	0,8

Propan kesme lülesi

Görsel 3.2: Asetilen ve propan kesme lülesi

Diğer yöntemlerde olduğu gibi bu yöntemin de avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır.

Oksi-Gaz ile Kesme İşleminin Avantajları

- Kesme işlemi için elektrik ihtiyacı yoktur.
- Ekipmanlar taşınabilir olduğu için her ortamda yapılabilmesi mümkündür.
- Ekipman maliyeti çok düşüktür.
- Tüm pozisyonlarda kalın ve ince malzemelere uygulanabilir.

Oksi-Gaz ile Kesme İşleminin Dezavantajları

- Yüksek alaşımlı demir çelik malzemelerin kesimine uygun değildir.
- Yüksek basınçta oksijen gazı kullanılmakta ve yanıcı gaz sarfiyatı olmaktadır.
- Çok fazla kıvılcım meydana geldiği için yanma gibi iş kazalarına sebebiyet verebilir.
- Kesme işlemi öncesinde malzemeye tavlama uygulanması gerekebilir.

3.2. KESME ÜFLECİ KULLANILARAK EL İLE DÜZ KESME

3.2.1. Malzemelerin Kesilebilme Özellikleri

Metal ve alaşımlarının tümü oksi-gaz ile kesme işlemine uygun değildir. Oksi-gaz ile kesim işleminin gerçekleşebilmesi için ana malzemenin belli özelliklere sahip olması gerekmektedir.

Ana malzemenin kesime uygun olduğu durumlar şunlardır:

- Kesilen malzeme, oksijen ile yanabilmelidir.
- Yanma sıcaklığı, ergime sıcaklığının altında olmalıdır.
- Kesilen malzemenin üzerinde bulunan oksitli bileşenlerin ergime sıcaklığı, malzemenin ergime sıcaklığından düşük olmalıdır.
- Yanan cüruf akışkan olmalıdır.
- Kesilen malzemenin ısıl iletkenliği zayıf olmalıdır.
- Alaşımsız, düşük alaşımlı ve çelik dökümler kesim için uygundur.

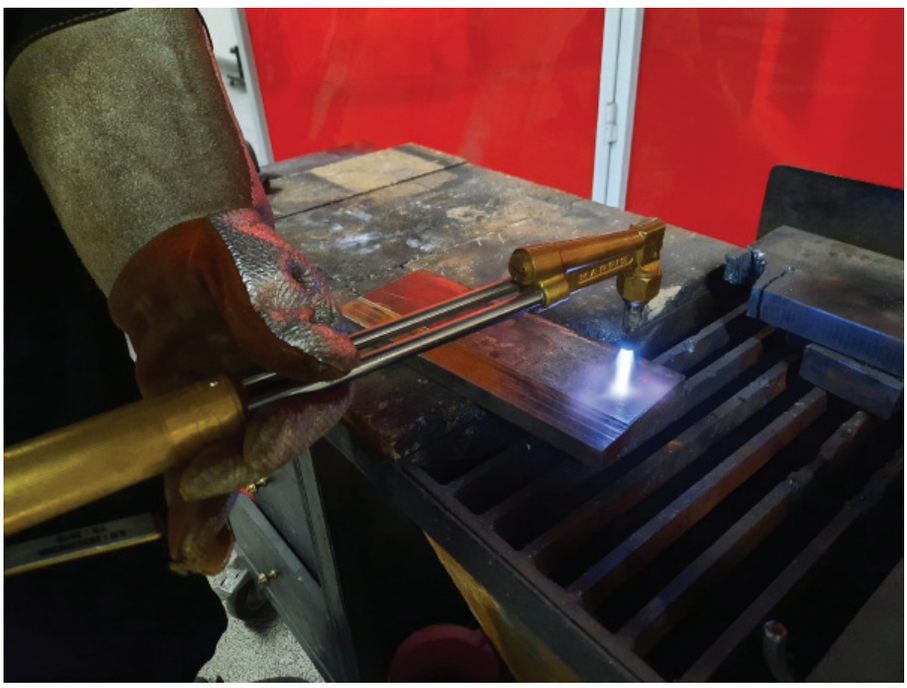
Ana malzemenin kesime uygun olmadığı durumlar şunlardır:

- Alüminyum malzemelerin bu yöntem ile kesimi uygun değildir. Yüzeyinde bulunan oksit tabakası, alüminyumdan sonra ergimektedir.
- Yüksek alaşımlı çeliklerin cürufu akışkan olmadığından kesilemez.
- Bakırın ısıl iletkenliği çok yüksek olduğundan kesime uygun değildir.
- Dökme demirler, oksijen akımı ile yanmaması sonucu kesilemez.

3.2.2. Kesme İşlemi Öncesi Tavlama

Çelik alaşımlarından max. %1,6 C'a kadar bünyesinde bulunduran malzemelerde oksi-gaz ile kesme işlemi uygulanmaktadır. Bazı malzemelerin kalınlığına ve kimyasal kompozisyonuna göre ön tavlama işlemine ihtiyaç duyulmaktadır. Malzeme kalınlığı 50 mm'den fazla olan ve kimyasal kompozisyonundaki karbon miktarı %0,2'nin üzerinde bulunan demir alaşımlarında ön ısıtma ile tavlama uygulanmaktadır. Tavlama sıcaklığı, malzemenin kalınlığına bağlı olarak 100-500 °C arasında değişkenlik gösterebilmektedir.

Oksijen gazı, kesme işlemi öncesi malzemenin farklı bir basınç altında tavlanması için kullanılır. Ana malzemenin tavlanması için kullanılan oksijen basıncına **tavlama basıncı** denir. Tavlama sıcaklığına ulaşılınca, oksijen basıncı arttırılarak oluşan cürufun parçadan uzaklaştırılması sağlanır ve kesme işlemi yapılır. Kesme işleminde kullanılan oksijen basıncına **kesme basıncı** denir.



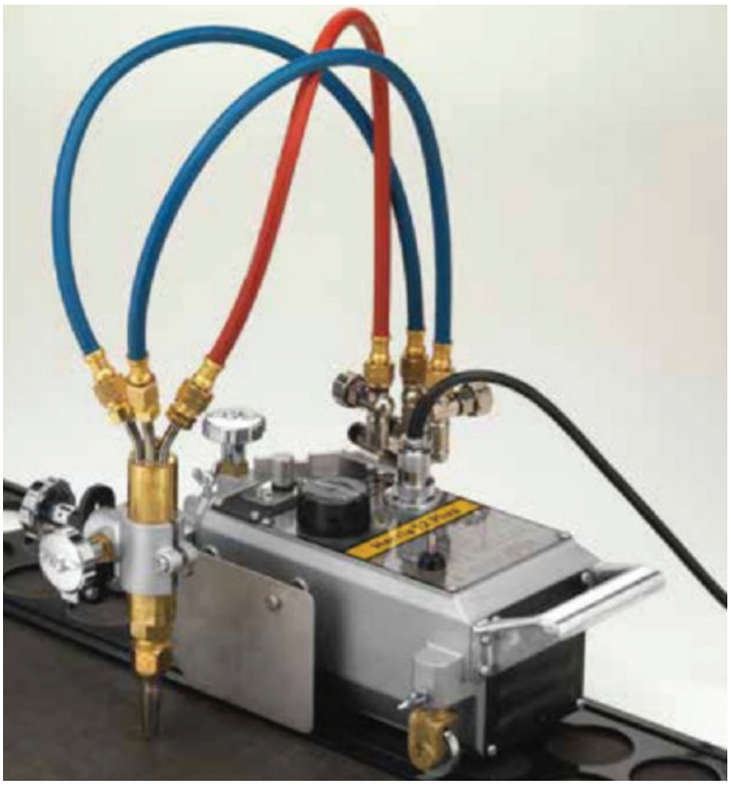
Görsel 3.3: Oksi-gaz ile kesme öncesi tavlama

3.2.3. Kesme İşleminde Kullanılan Üfleçler

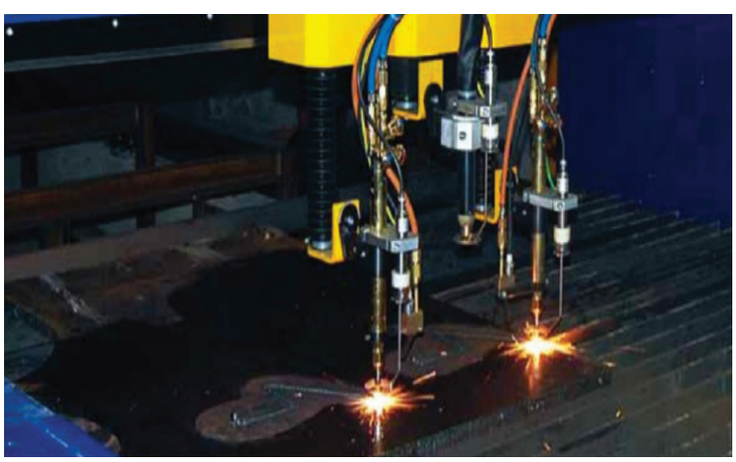
Oksi-gaz ile yapılan kaynaklarda kullanılan üfleçlere göre kesme işleminde kullanılan üfleçler farklılık göstermektedir. Kesme üfleçlerinde oksijen basıncını lülenin ucuna ileten aparat (mandal) mevcuttur. Asetilen ya da propan kullanımına bağlı olarak kesme lüleleri değişiklik göstermektedir.

Görsel 3.4: Oksi-gaz ile kesme üfleci

Uygulama sırasında ihtiyaca göre el tipi, otomatik raylı ve makine ile oksi-gaz uygulaması yapılması mümkündür. Teknolojik gelişmeler ile birlikte kesim kalitesinin arttırılabilmesi ve daha kalın parçalara uygulama yapılabilmesi mümkün hâle gelmiştir. Kesim işlemi aynı zamanda otomatik ray ve makine ile yapılabilmektedir.



Görsel 3.5: Otomatik raylı ekipman ile yapılan oksi-gaz kesimi



Görsel 3.6: Makine ile yapılan oksi-gaz kesimi

3.2.4. Yardımcı Ekipmanlar

Uygulamanın başarılı ve güvenli bir şekilde tamamlanması için çeşitli yardımcı ekipmanlar kullanılmaktadır. Bunlar; tüplerin sıkılmasında kullanılan somun sıkma anahtarı, lüle temizleyici, tekerlekli düz ve dairesel kesme aparatı, oksi-gaz çakmağı gibi ekipmanlardır. Bu ekipmanları atölye ortamında bulundurmak gerekmektedir.

Görsel 3.7: Lüle temizleyici

Görsel 3.8: Dairesel kesim aparatı

Görsel 3.9: Alev çakmağı

3.2.5. Oksi-Gaz ile Düz Kesme İşleminin Yapılması

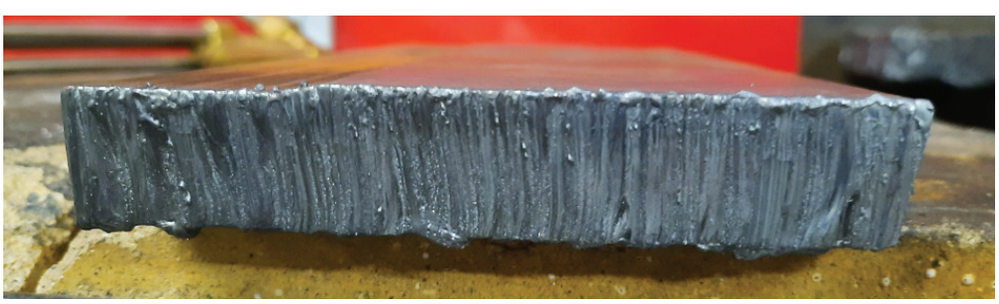
Kesim yapılacak ana malzemede tavlama işlemi tamamlandıktan sonra basınçlı oksijenin parçaya gönderilmesi ile kesme işlemi başlar. Kesme işlemi başladıktan sonra kesme üflecinin kesme yönünde birim zamanda ilerlemesine **kesme hızı** denir. Kesme hızı malzemenin kalınlığına göre değişkenlik göstermektedir. 3-5 mm kalınlığa sahip ana malzemenin kesme hızı ortalama 600 mm/dk., 200-300 mm kalınlığa sahip malzemenin kesme hızı ise yaklaşık olarak 100 mm/dk.dır.

Kesme hızı düşük olduğu takdirde kesme gerçekleşememektedir. Kesme hızının yüksek olduğu durumlarda ise ani cüruf birikmesi oluşabilmektedir. Kesme işleminde genellikle 90 derecelik açı uygulanmaktadır. Açılı kesme istenilen bazı uygulamalarda çeşitli aparatlardan faydalanılmaktadır.

Görsel 3.10: Oksi-gaz ile kesim uygulaması

Oksi-gaz ile düz kesme işlemi aşağıda belirtilen sıra ile uygulanmalıdır.

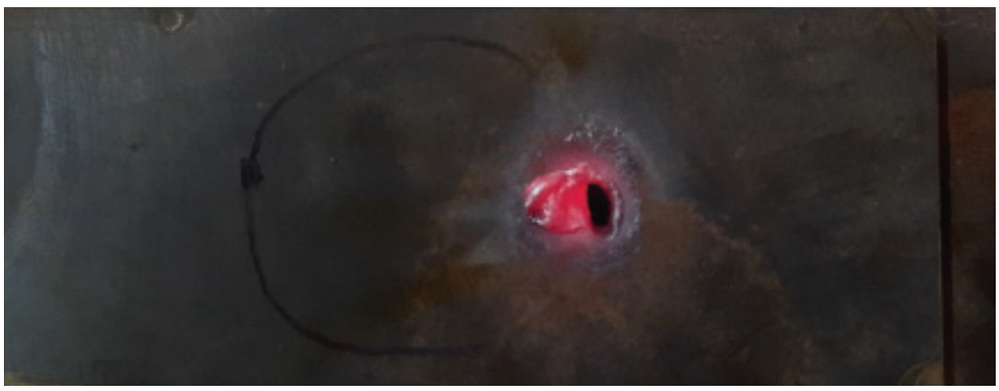
1. İş parçasının kalınlığına ve çalışma basıncına göre uygun oksijen ve asetilen alevi oluşturulur.
2. Alev vasıtası ile ön ısıtma yapılarak iş parçası tavlanır.
3. Üflecin mandalına basılarak alev kesime uygun hâle getirilir.
4. Üfleç, iş parçasına yaklaştırılarak parçanın ergitilmesine başlanır.
5. İş parçası ergidikçe, üfleç hareket ettirilerek kesim tamamlanır.
6. Alev söndürülür.
7. İş parçasının kesim yüzeyi kontrol edilir.



Görsel 3.11: Oksi-gaz ile kesilmiş parça yüzeyi

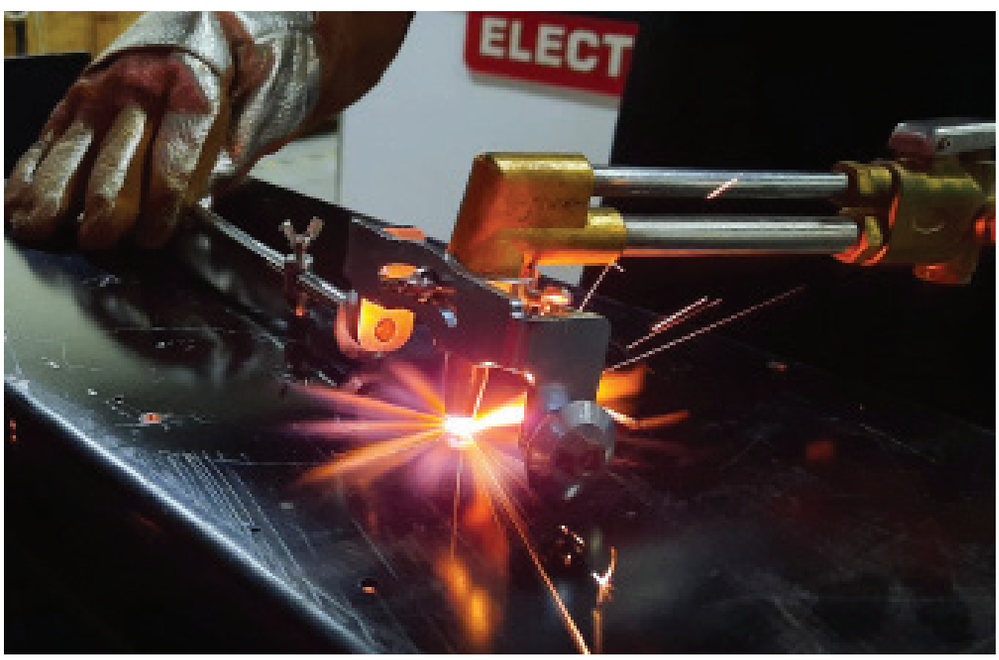
3.3. KESME ÜFLECİ KULLANILARAK EL İLE DAİRESEL KESME

Bazı kesim işlemlerinde ana parçanın ortasında boşaltma yapılarak kesme gerçekleştirmek gerekebilir. Bu gibi durumlarda dairenin içinde ya da dairenin dış çevresinin tam üstünde kesme üfleci ile boşluk oluşturulur. Bu boşluktan yola çıkılarak daire tamamlanır.



Görsel 3.12: Oksi-gaz ile içeriden boşluk bırakılarak patlatma

Ana malzemeler üzerinde kesme işlemi yapabilmek için kesme üfleçlerine takılan yardımcı ekipmanlara ihtiyaç olabilir.



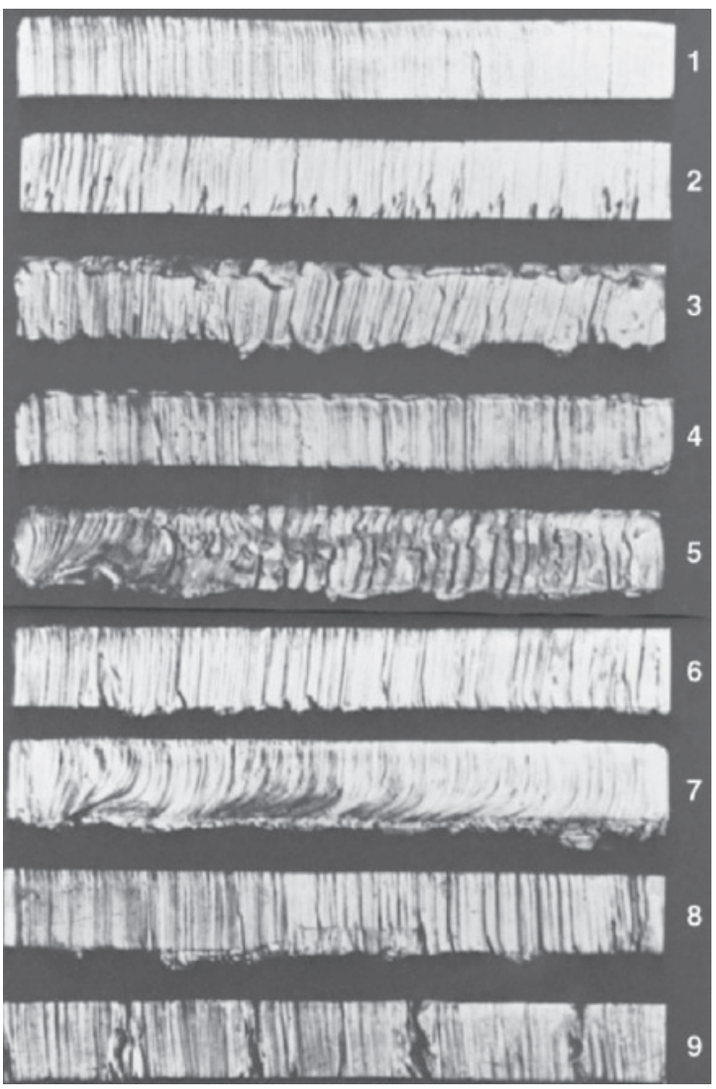
Görsel 3.13: Oksi-gaz ile dairesel kesme

Oksi-gaz ile dairesel kesme işlemi aşağıda belirtilen sıra ile uygulanmalıdır.

1. İş parçasının kalınlığına ve çalışma basıncına göre uygun oksijen ve asetilen alevi oluşturulur.
2. Alev vasıtası ile ön ısıtma yapılarak iş parçası tavlanır.
3. Üfleç aracılığı ile dairenin içinden veya dışından boşluk bırakılarak patlatılır.
4. Üflecin mandalına basılarak boşluktan kesime başlanır.
5. Üfleç, iş parçası üzerinde dairesel hareket ettirilerek kesime devam edilir.
6. İş parçası eridikçe, üfleç hareket ettirilerek kesim tamamlanır.
7. Alev söndürülür.
8. İş parçasının kesim yüzeyi kontrol edilir.

3.3.1. Oksi-Gaz ile Kesme Uygulamalarında Karşılaşılabilecek Hatalar

Oksi-gaz uygulamalarında yanlış ya da eksik yapılan bazı işlemler neticesinde çeşitli hatalar ile karşılaşılabilir. Bu hatalar doğrultusunda malzeme yüzeyinde oluşan görüntüler Görsel 3.14'te yer almaktadır.



Görsel 3.14: Oksi-gaz kesim hataları

- 1 no.lu parçada 25 mm'lik numune başarılı bir şekilde kesilmiştir. Kesim kenarları dikey ve çok belirgin değildir.
- 2 no.lu parçada ön ısıtma yeterli değildir. Parça kesme hızının yavaş olması sebebiyle malzemenin alt kısmında kötü bir görünüm oluşmuştur.
- 3 no.lu parçada tavlama sıcaklığının çok fazla olması parçanın üstünde ergimeye neden olmuştur. Kesilen parça düzgün olmadığından dolayı kesim çizgileri aşırı belirgindir.
- 4 no.lu parçada oksijen basıncının çok düşük olması kesme hızını yavaşlatmış, bu sebeple parça üstünde yanma olmuştur.
- 5 no.lu parçada oksijen basıncı çok yüksek, nozul boyutu çok küçük olduğu için kesim kontrolü kaybedilmiştir.

- 6 no.lu parçada kesme hızı çok yavaş olduğu için kesim çizgileri düzensizdir.
- 7 no.lu parçada kesme hızının çok yüksek olması kesim çizgilerinde kırılma ve düzensizliklere yol açmıştır.
- 8 no.lu parçada torç hareketi düzenli olmadığı için kesim kenarında dalga oluşmuştur.
- 9 no.lu parçada çeşitli sebepler ile duruş yaşanmış ve başlangıçları uygun şekilde yapılmamıştır.

3.3.2. Oksi-Gaz ile Kesimde İş Güvenliği

- İş sağlığı ve güvenliğine göre kişisel koruyucu donanımlar kullanılarak kesime başlanır.
- Oksi-gaz ekipmanları kullanılmadan önce gaz kaçak kontrolü yapılmalıdır.
- Kesim yapılmış parçanın düşme tehlikesine karşı gerekli tedbirler alınmalıdır.
- Yeni kesim yapılmış iş parçasına dokunulmamalıdır.
- Kesme üflecinde alevin geri tepme kontrolü için aç-kapa yapılmalıdır.
- Kesim sırasında oluşan çapaklar hortumun üzerine gelmeyecek şekilde çalışılmalıdır.
- Standartlara uygun malzemeden üretilmiş hortumlar seçilmelidir.
- Emniyet valfleri kullanılmalıdır.
- Kesim yapılan ortamda boya gibi yanıcı maddeler bulundurulmamalıdır.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. **Asetilen gazının kullanıldığı 10-50 mm aralığındaki parçalar kesilirken kullanılması gereken oksijen gazı basınç aralığı aşağıdakilerden hangisidir?**

   A) 0,5-1,5 bar
   B) 1,5-2,5 bar
   C) 2,5-3,5 bar
   D) 3,5-4,5 bar
   E) 4,5-5,5 bar

2. **Aşağıdakilerden hangisi oksijen ile kesme yapılabilmesi için malzemenin taşıması gereken ilk koşuldur?**

   A) Alüminyum alaşımlı olması
   B) Elektrik iletkenliğinin düşük olması
   C) İnce taneli bir yapıya sahip olması
   D) Oksijen ile yanabiliyor olması
   E) Yüksek ısıl iletkenliğe sahip olması

3. **Aşağıdakilerden hangisi kesme işlemi öncesi tavlama yapılması gereken malzemelerin özelliğidir?**

   A) Kalınlığı 30 mm'den fazla ve karbon oranı %1,2'den yüksek
   B) Kalınlığı 40 mm'den az ve karbon oranı %0,2'den yüksek
   C) Kalınlığı 50 mm'den fazla ve karbon oranı %0,2'den yüksek
   D) Kalınlığı 60 mm'den fazla ve karbon oranı %2,0'den yüksek
   E) Kalınlığı 70 mm'den fazla ve karbon oranı %2,0'den yüksek

4. **Aşağıdakilerden hangisi oksi-gaz ile kesmede kullanılan yardımcı ekipmanlardan <u>değildir</u>?**

   A) Alev çakmağı
   B) Kesim aparatı
   C) Kesme üfleci
   D) Lüle temizleyici
   E) Somun sıkma anahtarı

5. **Aşağıdakilerden hangisi oksijen ile kesmede 3-5 mm kalınlığındaki malzemeler için ortalama kesme hızıdır?**

   A) 400 mm/dk.
   B) 500 mm/dk.
   C) 600 mm/dk.
   D) 700 mm/dk.
   E) 800 mm/dk.

6. Aşağıdakilerden hangisi oksi-gaz ekipmanları kullanılmaya başlanmadan önce iş güvenliği için ilk yapılması gereken işlemdir?

A) Alevin gözle kontrolü
B) Gaz kaçak kontrolü
C) Geri tepme kontrolü
D) Kesim yüzeyi kontrolü
E) Parçanın doğru konumda yerleştirilmesi

Ülkemizde farklı acil yardım çağrıları için kullanılan 7 kuruma ait acil çağrı numaralarının (İtfaiye: 110, Jandarma: 156, Polis: 155, Sağlık: 112, Orman: 177, Sahil Güvenlik: 158, AFAD: 122) tek numara (112) altında toplanması amacıyla geliştirilmiştir.

4. ÖĞRENME BİRİMİ

LEHİMLEME

ÖĞRENME BİRİMİ BÖLÜMLERİ

4.1. YUMUŞAK LEHİMLEME

4.2. SERT LEHİMLEME

TEMEL KAVRAMLAR

- Yumuşak lehimleme
- Sert lehimleme
- Havyalar
- Dekapanlar

4. LEHİMLEME

Metallerin ergime derecelerinin altındaki bir sıcaklıkta, ilave dolgu metalinin ergiyip, ana malzemeyi ıslatarak sardığı birleştirme yöntemine **lehimleme** denir.

Oksi-gaz kaynağında alevin etkisi ile dolgu metali ergitilerek birleştirilme yapılmaktadır. Bu yöntemde kullanılan ana malzemelerin yüksek ergime dereceleri yöntemi kullanılabilir kılmaktadır fakat bazı metal alaşımları, çeliklerdeki gibi 1500 derece civarındaki sıcaklıklarda değil de 200-500 derece sıcaklıklar arasında ergimektedir. Bu tarz malzemelerin kaynaklı birleştirilmesinde oksi-gaz kaynağı çözüm olamamaktadır.

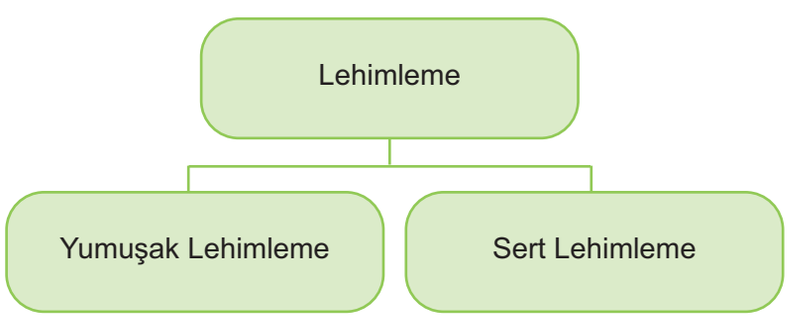
Endüstrinin ihtiyaçları doğrultusunda farklı tipteki ya da düşük ergime derecelerine sahip malzemelerin kimyasal veya fiziksel yapılarında bir değişim olmadan birleştirilmesine her zaman gereksinim duyulmuştur.

Ana malzemeler bu uygulamada ergitilemez. Uygulama yapılırken dekapan, pasta veya koruyucu bir ortam kullanılabilir.

Lehimler, yumuşak ve sert olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

- Sert lehimde, 450 derecenin üstündeki sıcaklıklarda ergiyen dolgu metali uygulanmaktadır.
- Yumuşak lehimde ise 450 derecenin altındaki sıcaklıklarda ergiyen dolgu metali kullanılmaktadır.

Görsel 4.1: Lehimleme



Şema 4.1: Lehimleme çeşitleri

4.1. YUMUŞAK LEHİMLEME

Metallerin düşük sıcaklıklarda ve yüksek dayanım gerektirmeyen birleştirmelerinde yapılan kaynak işlemidir.

4.1.1.Yumuşak Lehimlemenin Amacı ve Önemi

Metallerin 450 derecenin altındaki sıcaklıklarda ergiyen dolgu metali ile birleştirilmesine **yumuşak lehimleme** denir.

Yüksek dayanım gerektiren uygulamalarda genellikle yumuşak lehimleme yapılması önerilmez. Çünkü yumuşak lehimleme birleştirmelerinin dayanımı yeterli değildir. Bunun yanı sıra yumuşak lehimleme yapılmış bir malzemenin çalışma sıcaklığının lehimleme sıcaklığına yakın olması istenmez. Bu durum, dayanım özelliklerinin düşmesine yol açmaktadır. Yumuşak lehimleme elektronik sektöründe bakır ve alüminyum alaşımlarının, galvaniz ve teneke sacların birleştirilmesinde kullanılır.

4.1.2. Yumuşak Lehimlemede Kullanılan Araç Gereç

4.1.2.1. Lehim Teli (Lehim Çubuğu)

Yumuşak lehim teli (çubuk) genellikle kalay (Sn) ve kurşun (Pb) alaşımlarından elde edilir. Alaşımın oranlarına göre yumuşak lehim telinin özellikleri farklılık gösterir. Bu özellikler, lehimin kullanıldığı yerlere ve birleştirmelere göre de değişmektedir.

Tablo 4.1: Yumuşak Lehim Tel Çeşitleri

YUMUŞAK LEHİM ÇUBUKLARININ BİLEŞİMLERİ					
Gösterilişi	Lehim Çubuk Bileşimi %			İşlem Sıcaklığı °C	Kullanıldığı Yerler
	Sembol	Kalay (Sn)	Kurşun (Pb)		
Kurşun lehimi 98,5	LPb 98,5	Kalan	98,5	320	Yük ve kuvvet istenmeyen yerler
Kalay lehimi 25	LSn 25	25	Kalan	257	Alev ile lehim yapılan yerler
Kalay lehimi 35	LSn 35	35	Kalan	237	Su oluklarının lehimi
Kalay lehimi 40	LSn 40	40	Kalan	223	Hassas parçalar
Kalay lehimi 60	LSn 60	60	Kalan	185	Elektrik kablolarının lehimi
Kalay lehimi 90	LSn 90	90	Kalan	219	Gıda maddeleri aletlerinin lehimi
Özel lehim		63	37	183	Düşük sıcaklıklardaki hassas parçalar
Diğer lehimler				60-100	Yangın güvenliği tesisatları

4.1.2.2. Havyalar

Hızlı ısıtma sağlayabilen ve malzemeleri birbirine lehimleme kaynağı ile birleştiren el aletine **havya** denir. Havyalar genellikle iki farklı yöntem ile çalışır.

- Gaz ısıtmalı havyalar
- Elektrik ısıtmalı havyalar

Gaz ısıtmalı havyalar, genellikle çakmaklarda kullanılan gazların havya içine doldurulması ile çalışmaktadır. İçinde bulunan gaz ile 45 dakika kadar aralıksız çalışabilir.

Elektrik ısıtmalı havyaların en büyük avantajı ısılarının ayarlanabilir olmasıdır. Lehimlenmek istenen gereçlerin erimesini ya da zarar görmesini önler. Kullanımları gaz ısıtmalı havyalara göre daha pratiktir.

4.1.2.3. Pasta (Dekapan)

Görsel 4.2: Gaz ısıtmalı hayva

Pastalar; macun, toz, pasta ve sıvı formlarında imal edilebilir. Başarılı bir lehimleme için uygun pasta seçimi çok önemlidir. Dekapanlar, ilave dolgu metalinden 50-100 derece daha erken ergimeye başlar.

Görsel 4.3: Elektrik ısıtmalı hayva

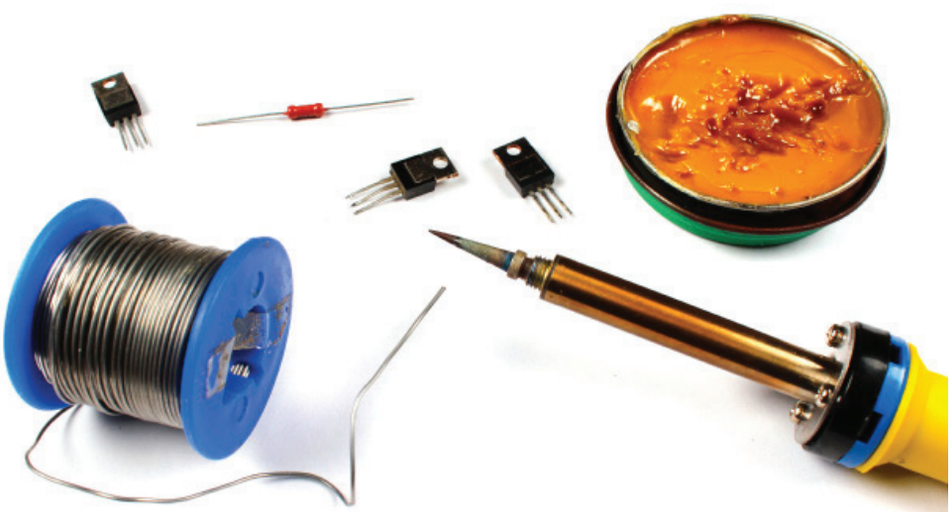
Dekapanların lehimleme işlemindeki görevleri şunlardır:

- Yüzeyin oksitlenmesini engeller.
- Bazı oksitleri redükleyerek ortamdan uzaklaştırır.
- Lehimin ıslatma kabiliyetini arttırır.
- Akışkanlığı arttırır.
- Ergimeye erkenden başlaması operatöre uyarıcı bir görev yapar.

4.1.3. Yumuşak Lehimlemede Temizlik

Kaynaklı imalat uygulamalarında olduğu gibi lehimleme öncesinde de temizlik işlemine dikkat edilmelidir. Başarılı bir lehimleme için ilk adım temizlik yapmaktır. Temizlik iki farklı yöntem ile yapılabilir.

- Mekanik temizleme
- Kimyasal temizleme



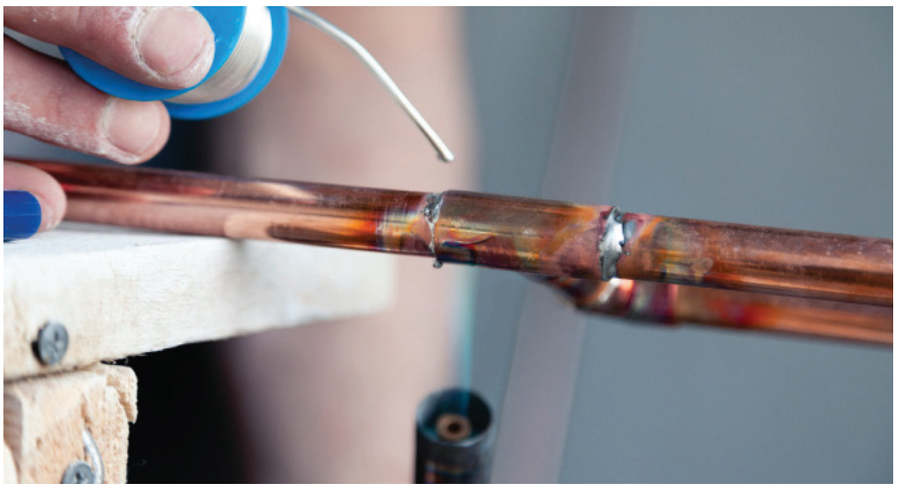
Görsel 4.4: Lehimleme ekipmanları ve pasta

Mekanik temizleme, lehimlenecek malzemenin yüzeyinin tel fırça ya da bir eğe yardımı ile temizlenmesidir. Lehim havyasının ucunda bulunan oksit tabakası yine bu araç gereç yardımı ile kaldırılmalıdır.

Kimyasal temizleme, lehim pastası ya da sıvısı kullanılarak yapılır. Her ikisi de malzeme yüzeyinde bulunan oksit tabakasının giderilmesinde kullanılmaktadır. Genellikle elektronik parçalarda tercih edilmektedir.

4.1.4. Yumuşak Lehimleme Uygulaması

Yumuşak lehimleme işlemi, ilave telin eritildiği fakat iş parçasının erimediği uygulamalardır. Bu nedenle eritilen telin birleştirme bölgesine çok iyi tatbik edilmesi gerekmektedir. İş parçasına herhangi bir zarar verilmemesi gerekir.



Görsel 4.5: Yumuşak lehimleme uygulaması

Yumuşak lehimleme aşağıda belirtilen sıra ile uygulanmalıdır.

1. İş parçasına uygun lehim teli ve pastası (lehim sıvısı) seçilir.
2. Birleştirme yöntemine karar verilir, üst üste uygulamalarda 0,05-0,25 mm aralık bırakılır.
3. Dijital göstergeli lehim havyalarında istenilen sıcaklığa kadar havya ısıtılır.
4. Lehim yapılacak bölgeye pasta ilavesi yapılır.
5. Pasta ilavesinden sonra lehim teli havyaya değdirilerek ergitme işlemi yapılır ve lehimin iş parçasının üstünü sarması beklenir.

4.2. SERT LEHİMLEME

Lehimleme işleminde, ilave dolgu metalinin 450 derecenin üstünde ergime gerçekleştirmesine **sert lehim** denir.

4.2.1. Sert Lehimlemenin Amacı ve Önemi

Sert lehimleme ile birleştirilen parçaların dayanımı yüksektir. Bu sayede uzun süreli kullanımda bile parçaların mekanik özellerinde kayıp olmamaktadır.

Bu yöntem ile farklı kalınlıkta ve tipteki malzemeleri, difüzyon mekanizması ile birbirine sert lehimleme yapmak mümkündür. Sızdırmazlık istenilen uygulamalarda tercih edilebilir. Birleşim bölgesinin estetik görüntüsü iyidir.

Sert lehim öncesi malzeme yüzeyi mekanik olarak temizlenmeli ve kaynak yüzeyine dekapan (boraks) uygulanmalıdır. İş parçasına ve ilave dolgu metaline uygun dekapan seçilmelidir. Borat, klorür ve florür gibi kimyasal içeriğe sahip dekapanlar kullanılmalıdır.

Dekapanların sert lehimlemedeki görevleri aşağıdaki gibidir.

- Yüzeyin oksitlenmesini sağlayarak hava ile temasını engeller.
- Yüzeyin çok hızlı soğumasını engeller.
- Birleşme kabiliyetini arttırır.
- Akışkanlığı arttırır.

- Dekapanlar genellikle ilave metalden 50-100 derece daha düşük sıcaklıkta ergirler. Kaynak operatörü için bu durum bir avantajdır. Kaynakçıya lehimin başlatılması için bir ipucu verir.

4.2.2. Sert Lehimlemenin Kullanıldığı Yerler

Sert lehimleme yapılan uygulamalar diğer yöntemlere göre ekonomiktir. Uygulama sonrası yüzeyde ekstra temizliğe ihtiyaç duyulmamaktadır. İş parçası erimediği için ana malzeme üzerinde şekil değişikliği ya da ana malzemenin mekanik özelliklerinde kayıp yaşanması beklenmez. Bu yöntem ile metal malzemelerin yanı sıra, plastik, seramik ve kompozit malzemelerin birleştirilmesi de mümkündür.

Sert lehim uygulaması üretim alanındaki birçok farklı malzemede kullanılmaktadır. Bu malzemeler şunlardır:

- Düşük karbonlu çelik
- Dökme demir
- Paslanmaz çelik
- Bakır
- Alüminyum

Tablo 4.2: Sert Lehimleme Tel Çeşitleri

Sert Lehimleme İlave Dolgu Metalleri	Ergime Sıcaklığı °C	İlave Dolgu Metali ile İlgili Problemler
75Pb-25Pd	454	Yorulma mukavemeti düşüktür, gevrektir.
56Ag-44Sb	485	Uçucudur, gevrektir.
58Au-42In	495	Fiyatı yüksektir, gevrektir.
68Al-27Cu-5Si	524	Temizlenmesi zordur, gevrektir.
23Ag-53Cd-24Cu	525	Kanserojen duman çıkarır, uçucudur, gevrektir.
24Cu-76Sb	526	Uçucudur, gevrektir.
62Cd-38Cu	549	Kanserojen duman çıkarır, uçucudur, gevrektir.

4.2.3. Sert Lehimlemede Kullanılan Yöntemler

Sert lehimleme uygulaması parçanın ebadına, tasarımına ve miktarına göre farklı araç gereç ile yapılabilir.

Sert lehimlemede kullanılan yöntemler şunlardır:

- Üfleç ile sert lehimleme
- Fırın ile sert lehimleme
- İndüksiyon ile sert lehimleme

Üfleç ile Sert Lehimleme: En çok kullanılan lehimleme türüdür. Bu yöntemde oksi-gaz kaynak uygulamasında kullanılan araç gereç kullanılmaktadır. Yanıcı ve yakıcı gazın aracılığı ile üflecin ucunda alev oluşturulur. Alev vasıtası ile iş parçasına ilave tel ergitilerek lehimleme gerçekleştirilir.

Fırın ile Sert Lehimleme: Seri üretim gerektiren bir uygulamadır. İş parçası fırına gönderilmeden önce ilave dolgu metali koyulur ve sabitlenmesi sağlanır. Fırın içerisi atmosferden korunmuyor ise birleştirme bölgesine dekapan sürülmelidir.

İndüksiyon ile Sert Lehimleme: Bakır borudan imal edilmiş bobinler kullanılmaktadır. Bobinlerin tasarımı iş parçasının şekline göre değişiklik göstermektedir. Bobinlerin iş parçasını sarması beklenir. Elektrik enerjisinin ısı enerjisine dönüştürülmesiyle yapılan birleştirme yöntemidir.

4.2.4. Sert Lehimleme İşlem Basamakları

Sert lehimleme aşağıda belirtilen sıra ile uygulanmalıdır.

1. İş parçasına uygun lehim teli ve pastası seçilir.
2. İş parçasının şekline göre uygun yöntem belirlenir. Genellikle üfleç ile lehimleme yapılmaktadır.
3. Lehim yapılacak bölgeye pasta ilavesi yapılır.
4. Pasta ilavesinden sonra ilave tel, üfleç yardımı ile ısıtılan parçaya tatbik edilerek lehimleme uygulanır.

Sert lehimleme işlemi, yumuşak lehimleme uygulamasına göre daha yüksek sıcaklıklarda uygulanmaktadır. Başarılı bir sert lehimleme uygulanması için iş parçası, ilave dolgu metali ve dekapanın birbiri ile uygun olması gerekmektedir. Bu uygulamada çoğunlukla oksi-gaz kaynak araç gereci tercih edilmektedir.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. "Metallerin ergime derecelerinin altında bir sıcaklıkta, ilave dolgu metalinin ergiyip, ana malzemeyi ıslatarak sardığı birleştirme yöntemine denir."

Yukarıdaki cümlede tanımı yapılan kaynak yöntemi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Direnç kaynağı
B) Elektrik ark kaynağı
C) Elektrik gaz altı kaynağı
D) Lehimleme kaynağı
E) Oksi-gaz kaynağı

2. Aşağıdakilerden hangisi lehimleme kaynağının en önemli tercih nedenlerinden biridir?

A) Birleştirme yapılacak ana malzemede kimyasal değişimin olmaması
B) İlave dolgu metalinin kullanılması
C) Kaynakta alevin etkisi ile dolgu metalinin ergitilerek birleştirme yapılması
D) Kaynak işleminden sonra parçaların yüzeyinde temizliğe ihtiyaç olmaması
E) Toplam işlem süresinin bir saniyeden daha az olması

3. Aşağıdakilerden hangisi yumuşak lehimlemede kullanılan ek telinin (çubuk) alaşım maddeleridir?

A) Çinko (Zn) -Bakır (Cu)
B) Kalay (Pb) -Kurşun (Sn)
C) Karbondioksit (CO2) -Argon (Ar)
D) Oksijen (O) -Asetilen (C2H2)
E) Oksijen (O) -Bakır (Cu)

4. Aşağıdakilerden hangisi yumuşak lehimlemenin yapıldığı kaynağın ısı derecesidir?

A) 100 -200 derece
B) 200 -450 derece
C) 500 -700 derece
D) 700 -900 derece
E) 900-1000 derece

5. "Hızlı ısıtma sağlayabilen ve malzemeleri birbirine lehimleme kaynağı ile birleştiren el aletine denir."

Yukarıdaki cümlede tanımı yapılan lehimleme aleti aşağıdakilerden hangisidir?

A) Ek teli (çubuk)
B) Havya
C) Lehim sıvısı
D) Lehim teli
E) Pasta

6. Aşağıdakilerden hangisi kalay 35 olarak gösterilen ek telinin yumuşak lehimlemede kullanıldığı işlerdir?

A) Elektrik elektronik işleri
B) Gıda üretimi işleri
C) Su olukları işleri
D) Tarım işleri
E) Yangın güvenliği işleri

7. "Lehimleme işleminde, ilave dolgu metalinin 450 derecenin üstünde ergime gerçekleştirmesine denir."

Yukarıdaki cümlede tanımı yapılan kaynak yöntemi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Elektrik ark kaynağı
B) Elektrik gaz altı kaynağı
C) Oksi-gaz kaynağı
D) Sert lehimleme kaynağı
E) Yumuşak lehimleme kaynağı

8. Aşağıdakilerden hangisi sert lehimlemede kullanılan dekapanın (boraks) kullanılma nedenlerinden biri <u>değildir?</u>

A) Akışkanlığı arttırması
B) Birleşme kabiliyetini arttırması
C) Kaynak işleminden sonra parça yüzeyinde temizliğe ihtiyaç duyulmaması
D) Yüzeyin çok hızlı soğumasını engellemesi
E) Yüzeyin oksitlenmesini engellemesi

9. Aşağıdakilerden hangisi sert lehimleme kaynak yönteminin kullanılma nedenlerinden biri <u>değildir?</u>

A) Birleşim bölgesinin estetik görüntüsünün iyi olması
B) Birleştirilen parçaların dayanımının yüksek olması
C) Darbe dayanımında kayıp olmaması
D) Mekanik özelliklerinde kayıp olmaması
E) Sızdırmazlık istenilen uygulamalarda tercih edilmemesi

10. Aşağıdakilerden hangisi sert lehimleme kaynak uygulamasının kullanıldığı malzemelerden biri <u>değildir?</u>

A) Alüminyum
B) Bakır
C) Dökme demir
D) Paslanmaz çelik
E) Sert PVC malzemeleri

5. ÖĞRENME BİRİMİ

ELEKTRİK DİRENÇ KAYNAĞI

ÖĞRENME BİRİMİ BÖLÜMLERİ

5.1. SAC PARÇALARIN DİRENÇ KAYNAĞI

5.2. YUVARLAK VE KARE KESİTLİ MALZEMELERİN DİRENÇ KAYNAĞI

TEMEL KAVRAMLAR

- Direnç kaynağı
- Nokta kaynağı
- Dikiş kaynağı
- Projeksiyon kaynağı
- Alın kaynağı

5. ELEKTRİK DİRENÇ KAYNAĞI

Teknolojik gelişmeler ve yüksek üretim hızının talep edilmesi sebebiyle bu kaynak yöntemi tercih edilmektedir.

5.1. SAC PARÇALARIN DİRENÇ KAYNAĞI

İlave dolgu metali kullanılmadan ince sac parçalarına yapılan kaynaklı birleştirme yöntemidir.

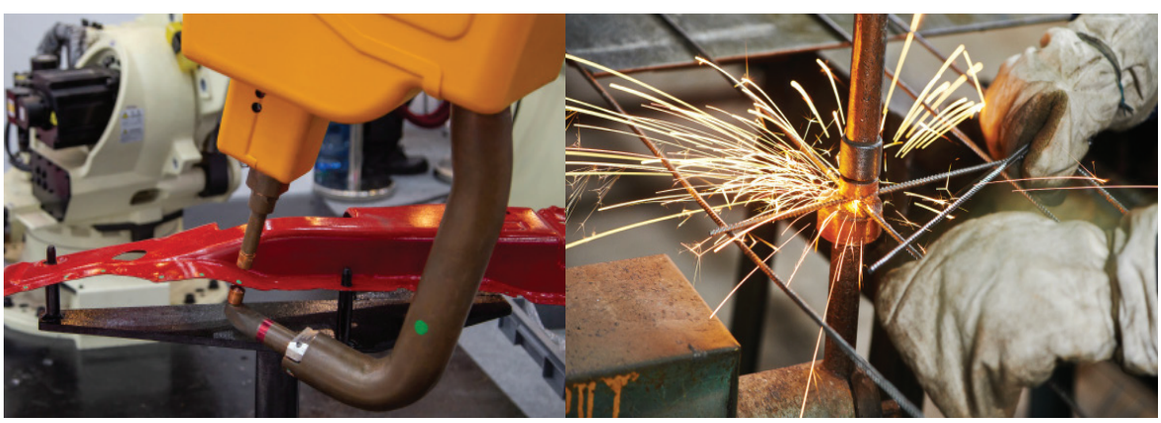
5.1.1. Elektrik Direnç Kaynağının Önemi

İki parça arasından geçen elektrik akımına karşı iş parçalarının oluşturduğu dirençten sağlanan ısı ve aynı zamanda basınç uygulanması ile meydana gelen kaynak yöntemine **elektrik direnç kaynağı** denir.

TSE EN ISO 25901-3'e göre kaynak yöntemleri, ergitme ve basınç kaynağı olarak ikiye ayrılır.

Elektrik direnç kaynağı, basınç ile yapılan kaynak yöntemleri grubuna girmektedir. Basınç ile kaynaklı birleştirme yapılan yöntemlerde, elektrik direnci ile birlikte kuvvet uygulanmaktadır. Elektrik direncinin etkisi ile ergime davranışı sergileyen ana malzemeler, basıncın etkisi ile birlikte yüzeysel birleştirme gerçekleştirir.

Bu yöntemde ısı, kaynak yapılacak parçanın ara yüzeyinde elektrik akımına karşı oluşan dirençten dolayı açığa çıkar. Elektrik akımının meydana getirdiği ısının dışında herhangi bir ısı uygulanmamaktadır. İlave olarak basınç uygulanması da söz konusudur. Isı, kaynak yapılacak kısımlarda meydana gelir; basınç ise kaynak makinesindeki elektrotlar veya çeneler aracılığı ile uygulanır.



Görsel 5.1: Elektrik direnç kaynağının otomatik ve el ile uygulamaları

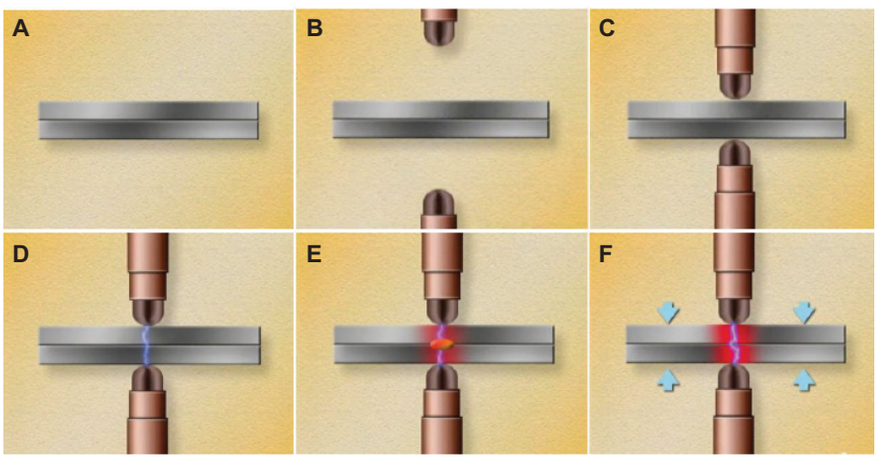
5.1.2. Elektrik Direnç Kaynağının Uygulanması

Elektrik akımı yoluyla bir iletkende elektron hareketi oluşmaktadır. Bu elektronların hareketini kısıtlayıcı durum, direnç oluşumuna neden olur. Bu direnç sayesinde iletken üzerinde ısı enerjisi oluşur. Oluşan bu ısı, uygun aletler ile kaynak birleştirme işleminde kullanılır. Metalik malzemelerin iyi bir iletken olması bu yöntemin uygulanabileceği alanlar yaratmaktadır.

Elektrik Direnç Kaynağında Uygulanacak İşlem Sıraları

1. İş parçaları markalanır sonra parçaların konumları üst üste getirilerek hizalanır.
2. Malzemelerin özelliklerine göre amper ayarı yapılır.

3. Bakır elektrotlar iş parçalarına değecek şekilde temas ettirilir.
4. Temas sağlandıktan sonra elektrotlara elektrik verilir.
5. Verilen elektrik akımına karşı malzemede bir direnç oluşur.
6. Elektrik direncinin etkisi ile malzeme yüzeysel olarak ısınmaya başlar.
7. Isının etkisi ile yüzeysel ergime gerçekleşir.
8. Bakır elektrotları tutan pistonlu çeneler vasıtası ile iş parçalarına kuvvet uygulanır.
9. Bu sayede yüzeyde oluşan ergimeye basınç uygulanarak kaynaklı birleştirme sağlanır.



A) İş parçalarının konumu
B) Elektrotların yaklaştırılması
C) İş parçalarının tutulması
D) Elektrotlardan enerji verilmesi
E) Isı oluşması
F) Elektrotlara baskı uygulanması

Görsel 5.2: Elektrik direnç kaynağının uygulama aşamaları

Bakır elektrotlar, başlangıçta iş parçalarını bir arada tutacak kadar kuvvet uygulamaktadır. Elektrik direnci ile birlikte uygun sıcaklığa erişildiği takdirde basınç arttırılarak bağ oluşumu gerçekleştirilir. Basınç kullanıldığı için kaynak işlemi düşük sıcaklıklarda yapılabilir ve ara yüzeydeki hava dışarı atıldığından koruyucu gaza ihtiyaç yoktur.

Elektrik direnç kaynağında, tükenmeyen bakır elektrotlar kullanılır. Bu elektrotlar üzerinde herhangi bir ergime gerçekleşmez. Bu kaynak yönteminde kullanılan üreteçler alternatif akım üreteçleridir.

5.1.3. Elektrik Direnç Kaynağının Avantaj ve Dezavantajları

Her kaynak yönteminde olduğu gibi elektrik direnç kaynağının da avantaj ve dezavantajları söz konusudur.

Elektrik Direnç Kaynağının Avantajları

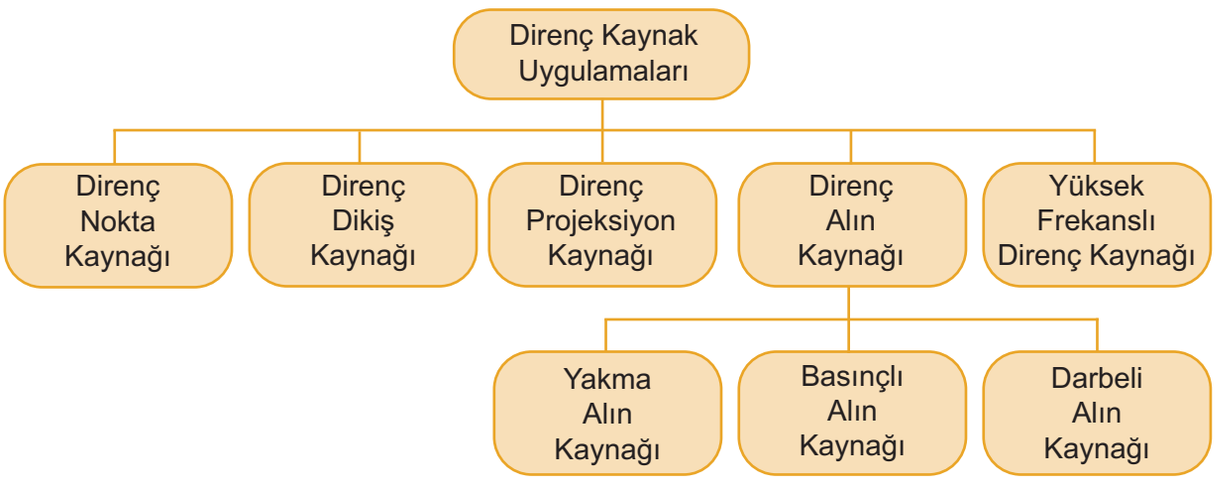
- İlave dolgu metaline, atmosferden koruyucu gaza ve cüruf yapıcı malzemeye ihtiyacı yoktur.
- Yüksek üretim hızları mümkündür.
- Otomasyona yönelik uygulanabilir.
- Çalışanın el becerisine ya da teknik bilgisine ihtiyaç duyulmaz.
- Güvenilir bir kaynak yöntemidir.
- Sarf malzeme ihtiyacı yoktur (kontak meme, nozul vb.).
- Düşük sıcaklık girdisinden dolayı iş parçasında şekil değiştirme çok az olabilir.
- Mekanik özellik kayıpları ısı girdisinin az olmasından dolayı en az seviyededir.

Elektrik Direnç Kaynağının Dezavantajları

- İlk satın alma maliyetleri çok yüksektir.
- Kaynaklı birleştirme yöntemleri bindirme kaynağı ile sınırlıdır.

5.1.4. Elektrik Direnç Kaynağının Çeşitleri

Elektrik direnç kaynağı, uygulama yöntemlerine göre farklılık göstermektedir. Uygulamalar değişkenlik gösterse de başarılı bir sonuç için uygun akım ve zaman aralığında çalışmak gerekmektedir.



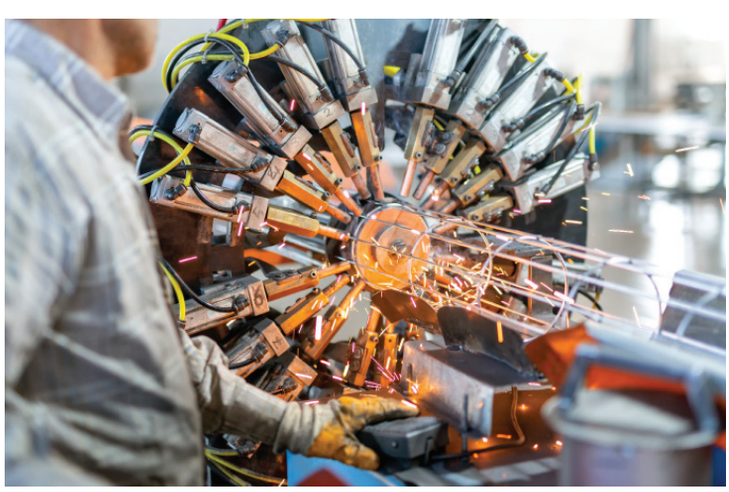
Şema 5.1: Elektrik direnç kaynağı çeşitleri

5.1.4.1. Direnç Nokta Kaynağı

Direnç nokta kaynağı aynı zamanda punta kaynağı olarak da anılmaktadır. Elektrik direnç kaynağının en yaygın uygulamasıdır.

Bir otomobil gövdesinde binin üzerinde nokta kaynağı uygulaması bulunabilir. Türkiye'de 2020 yılında 1,5 milyon adede yakın araç üretildiği göz önünde bulundurulursa bu kaynak yönteminin ekonomik önemi daha iyi anlaşılabilir.

Silindirik elektrot kullanılarak bindirme pozisyonunda hazırlanmış iki levhanın temas yüzeylerinden ergitilmesi ile yapılan işleme **direnç nokta kaynağı** denir. Sızdırmazlık talep edilmeyen uygulamalarda 3 mm kalınlığında veya daha ince sac metal parçalarının birden çok nokta kaynağı ile birleştirilmesinde kullanılır.

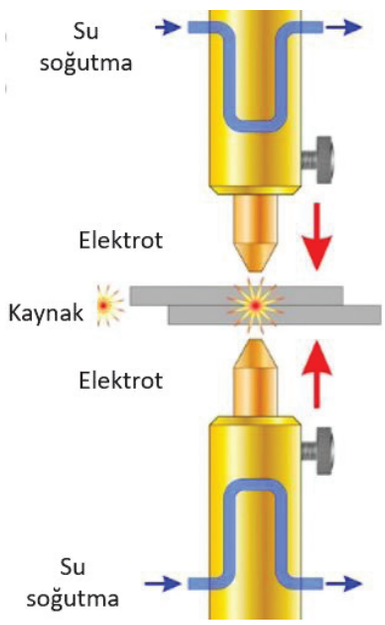


Görsel 5.3: Elektrik direnç nokta kaynağı uygulaması

Direnç nokta kaynağından sonra oluşan kaynak görüntüsü, elektrot ucunun şekli ve büyüklüğüne göre değişkenlik gösterir. Kare ya da dikdörtgen uçlar kullanılabilse de genellikle yuvarlak elektrot uçları tercih edilmektedir. Bu yöntemde yapılan kaynağın görüntüsü genellikle nokta şeklinde olduğundan bu kaynak çeşidi nokta kaynağı adıyla da anılmaktadır.

Direnç nokta kaynağında oluşturulan ergimiş bölgeye **kaynak çekirdeği** denilmektedir. Kaynak çekirdeğinin çapı genellikle 5-10 mm arasında değişir. Bu çekirdeğin etrafında ısıdan etkilenen bir bölge bulunur. Kaynak, uygun bir şekilde yapıldığı takdirde, kaynak çekirdeğini çevreleyen esas metale yakın mukavemet gösterir.

Direnç nokta kaynağı genellikle otomobil, araç gereç, metal mobilya ve sac metalden yapılan ürünlerin seri imalatında kullanılır. Bu yöntem sayesinde çok hızlı üretim yapılabilmektedir. Nokta kaynağında kullanılan akım şiddeti, kaynak yapılacak malzemenin cinsine ve sac kalınlığına bağlı olarak **3.000-40.000 amper** arasında değişir.



Şema 5.2: Elektrik nokta direnç kaynağı

Direnç Nokta Kaynağında Uygulanacak İşlem Sıraları

1. Kaynaklanacak sac veya levhalar üst üste yerleştirilir.
2. Levhaları birbirine bastırmak için düşük basınç uygulanır.
3. Ara yüzeyde yeterli ısı elde edilinceye kadar düşük basınç altındaki levhalara akım verilir.
4. Yeterli ısınma sağlandığında akım kesilerek basınç arttırılır, bir süre uygulanır ve kesilir.
5. Toplam işlem süresi oldukça kısa olup bir saniyeden daha az sürer.
6. Kaynak işleminden sonra parça yüzeylerinde hafif bir elektrot izi kalır.

Direnç nokta kaynağında kullanılan elektrot malzemeleri genellikle bakır esaslı alaşımlardır. Seri imalat olmaları, nokta kaynağında kullanılan elektrotların zamanla aşınmasına yol açar. Eğer mümkünse elektrotlar için de su soğutma kanalları tasarlanmalıdır. Genel olarak nokta kaynağı makinelerinde su soğutma sistemi mevcuttur.

Direnç Nokta Kaynağı Makine Çeşitleri

Yöntemin geniş çaplı endüstriyel kullanımından dolayı nokta kaynağı yapmak için geliştirilmiş değişik makineler ve metotlar bulunmaktadır. Bunlar; kollu nokta kaynağı makinesi ve taşınabilir nokta kaynağı tabancalarıdır.

Kollu Nokta Kaynağı Makinesi: Alt elektrodun sabit, üst elektrodun hareketli olduğu kaynak makinesidir. Üst elektrot, iş parçasına basınç uygulamada kullanılır. Üst elektrodu kontrol etmeye yardımcı olan ayak pedalı bulunmaktadır. Bu makinelerde kullanılan çeşitli elektronik devreler vasıtası ile tekraren kaynak parametresi hazırlama ihtiyacı yoktur. İlk parça ile son parçayı aynı parametre ile kaynatmak mümkündür.

Görsel 5.4: Kollu nokta kaynağı makinesi

Taşınabilir Nokta Kaynağı Tabancaları: Kullanıldıkları ekipmanlar küçük hacimlidir. Seri üretim ihtiyacı olmayan malzemelerde ya da tamir işlerinde kullanılmaktadır.

Görsel 5.5: Taşınabilir nokta kaynağı makinesi

5.1.4.2 Direnç Dikiş Kaynağı

Çeşitli disk ya da merdane şeklindeki bakır elektrotların kullanıldığı, yan yana nokta kaynaklarının oluşturduğu yönteme **direnç dikiş kaynağı** denir. Bu direnç kaynağı türü daha çok sızdırmazlık istenen parçaların bindirme kaynağında kullanılır.

Otomobil sektöründe yakıt tankları, egzoz susturucuları gibi parçaların birleştirilmesinde kullanılabilir. Aynı zamanda farklı sac metallerin imalat yöntemi olarak da tercih edilebilir. Dikiş kaynağı işlemi, kesintili değil sürekli uygulanmalıdır. Sürekli uygulandığı takdirde kesintisiz dikiş görüntüsü oluşturur.

Bu kaynak işleminin gerçekleştirilmesi için fikstür gibi ekipmanlara ihtiyaç duyulur. Fikstürler hem kaynak işleminin gerçekleşmesine yardımcı olur hem de ısıya bağlı şekil değişimlerini önler.

5.1.4.3. Direnç Projeksiyon Kaynağı

Direnç projeksiyon kaynağı aynı zamanda kabartı kaynağı olarak da anılmaktadır. İş parçaları üzerindeki bir veya birden fazla küçük temas noktasında ergimenin ve birleşmenin olduğu bir yöntemdir. Bindirme kaynağı yapılacak parçalardan biri üzerinde, akım yoğunluğunu arttırmak için bir veya birden fazla projeksiyon (yapay çıkıntılar) oluşturulur.

5.1.4.4. Direnç Alın Kaynağı

Direnç alın kaynağı genellikle demir yolu raylarının, içi dolu silindirik veya benzer parçaların alın alına birleştirme işleminde kullanılmaktadır. Parçalar temas hâlindeyken veya temas etmeden önce parçalara akım verilerek uygulanmaktadır.

Direnç alın kaynağı kendi içerisinde **basınçlı**, **yakma** ve **darbeli alın** kaynağı olmak üzere üçe ayrılmaktadır.

- Direnç Alın
  - Basınçlı Alın
  - Yakma Alın
  - Darbeli Alın

Şema 5.3: Direnç alın kaynağı

Basınçlı Alın Kaynağı: Alın birleştirme işlemlerinde kullanılmaktadır.

Basınçlı Alın Kaynağında Uygulanacak İşlem Sıraları

1. Parçalar, çeneler vasıtası ile kuvvetli bir şekilde birbirine bastırılır.
2. Parçaların temas yüzeyinde ergime başlar.
3. Uygulanan basınç ile bir miktar ergimiş metal dışarı atılır.
4. Oluşan çapak, kaynak sonrası talaşlı imalat işlemleri ile giderilir.
5. Birleştirilen parçaların yüzeyinde bulunan yağ, kir veya pas gibi istenmeyen kalıntılar, çapak olarak kaynak dikişinin dışına atıldığı için kaynak öncesi yüzey temizleme zorunlu değildir.
6. Yüzeylerin birbirine paralel olması kaynak işlemi için yeterlidir.

Bu yöntem; tel, boru ve benzer parçaların alın birleştirme işlemlerinde kullanılmaktadır.

Yakma Alın Kaynağı: Basınçlı alın kaynağının bir benzeri olup genellikle alın birleştirme kaynaklarında kullanılır.

Yakma Alın Kaynağında Uygulanacak İşlem Sıraları

1. Birleştirilmek istenen malzemeler birbirine yaklaştırılarak arada çok az bir mesafe bırakılır.
2. Yüzeyleri ergime derecesine kadar ısıtmak için elektrik akımı verilir.

3. Parça yüzeylerinde bulunan pürüzlerin teması ile ark oluşur.
4. Kaynak için gerekli ısı ark tarafından sağlanır.
5. Pürüzlerin temas alanı, kaynaklanacak yüzeylerden çok küçük olduğu için akım yoğunluğu çok yüksek olur.
6. Malzeme yüzeyindeki pürüzler ergiyerek tüm yüzeye yayılır ve yanar. Yöntemin adındaki yakma kelimesi buradan gelmektedir.
7. Bu yüzeyler daha sonra birbirine bastırılarak kaynak oluşturulur.

Darbeli Alın Kaynağı: Kaynak süresinin çok kısa olması dışında yakma alın kaynağına benzer bir yöntemdir.

Darbeli Alın Kaynağının Avantajları

- Bu yöntemdeki kaynak süresi tipik olarak 1 ile 15 sn. arasında değişir.
- İşlemin çok kısa olması, ısı girdisinin daha az olması anlamına gelir.
- Bu avantajından dolayı elektronik devrelerdeki parçaların kaynak işlemleri için cazip görülmektedir.

5.1.4.5. Yüksek Frekanslı Direnç Kaynağı

Yüksek frekanslı direnç kaynağında adından da anlaşılacağı üzere yüksek frekans sağlayacak alternatif akım üreteci kullanılmaktadır. Yöntemde kullanılan frekanslar 10 ile 500 kHz arasındadır ve elektrotlar iş parçası ile kaynaklı birleştirme bölgesinin hemen yanında temas etmektedir. Bu yöntem, dikine alın kaynağı yapmak suretiyle boru imalatında kullanılır.

5.2. YUVARLAK VE KARE KESİTLİ MALZEMELERİN DİRENÇ KAYNAĞI

Elektrik direnç kaynağına ait farklı uygulamaların olması, kaynatılmak istenen malzemenin sac, yuvarlak boru ya da kare kesitli parçalar olmasından kaynaklanmaktadır.

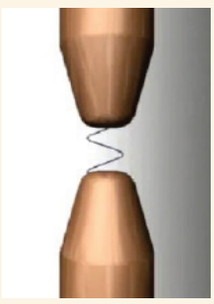
Sac gibi düz malzemelerin kaynak işleminde; nokta, dikiş ve projeksiyon kaynağı yöntemleri uygulanmaktadır.

Direnç alın ve yüksek frekanslı direnç kaynağı ile yuvarlak ve kare kesitli boruların kaynağının yapılması mümkün olmaktadır.

Kaynak yönteminin belirlenmesinden sonra malzemelerin kaynağa hazırlanması gerekir.

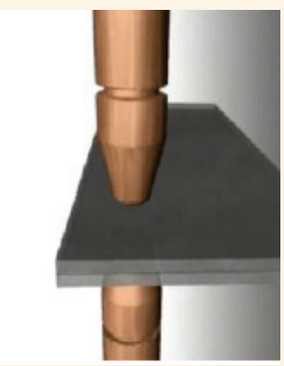
Malzemelerin Kaynağa Hazırlanmasında Uygulanacak İşlem Sıraları

1. Kaynak yapılacak iş parçaları; elektrik akımının geçişini engelleyecek her türlü yağ, kir, boya ve oksitten temizlenir.
2. Bu temizlik işlemi tel fırça veya zımpara ile yapılır.
3. Kaynak makinesi çalıştırılır, kaynatılacak parçaların kalınlığına ve makine türüne göre değişen amper ve zaman ayarı yapılır.
4. Amper ve zaman ayarı için makine üreticisinin verdiği bilgilere başvurulur.
5. Kaynaktan önce elektrot uçlarının bakımı yapılır.



Görsel 5.6: Elektrik direnç kaynağında elektrot uçlarının bakımı

6. Saclar kaynağa hazır hâle getirilerek elektrotların ucuna uygun şekilde yerleştirilir.
7. Elektrotlar iş parçasına doğru yaklaştırılır ve parçalar sıkıştırılır. Böylece saclar birbirine temas ettirilir.



Görsel 5.7: Elektrik direnç kaynağı parçalarının teması

8. Sıkıştırma olarak adlandırılan bu bölümde uygulanan basınç, biraz daha arttırılarak elektrik akımının geçişi otomatik olarak başlatılır.
9. Parça türü ve kalınlığına göre ayarlanan amper ve zaman dâhilinde akım geçişi sürerek parçayı ısıtır.
10. Bu süre genelde bir saniyeden daha azdır.

Görsel 5.8: Elektrik direnç kaynağının basınç uygulama süresi

11. Elektrotlara uygulanan basınç kaldırılarak elektrotların birbirinden uzaklaşması sağlanır.
12. Bu süreçte kaynak işlemi gerçekleştirilmiş olur.
13. Kaynak bölgesinin temizlenmesi isteniyorsa genelde tel fırça veya zımpara kullanılarak kaynak temizliği gerçekleştirilir.

Görsel 5.9: Elektrik direnç kaynağının temizliği

Ülkemizde farklı acil yardım çağrıları için kullanılan 7 kuruma ait acil çağrı numaralarının (İtfaiye: 110, Jandarma: 156, Polis: 155, Sağlık: 112, Orman: 177, Sahil Güvenlik: 158, AFAD: 122) tek numara (112) altında toplanması amacıyla geliştirilmiştir.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. "İki parça arasından geçen elektrik akımına karşı iş parçalarının oluşturduğu dirençten sağlanan ısı ve aynı zamanda basınç uygulanması ile meydana gelen kaynak yöntemine denir."

Yukarıdaki cümlede tanımı yapılan kaynak yöntemi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Elektrik ark kaynağı
B) Elektrik direnç kaynağı
C) Elektrik gaz altı kaynağı
D) Lehim kaynağı
E) Oksi-gaz kaynağı

2. Aşağıdakilerden hangisi direnç nokta kaynağının işlem sıralarından biri <u>değildir?</u>

A) Kaynak işleminden sonra parça yüzeylerinde hafif bir elektrot izi kalır.
B) Kaynaklanacak sac veya levhalar yan yana konulur.
C) Levhaları birbirine bastırmak için düşük basınç uygulanır.
D) Toplam işlem süresi oldukça kısa olup bir saniyeden daha az sürer.
E) Yeterli ısınma sağlandığında akım kesilerek basınç arttırılır.

3. Aşağıdakilerden hangisi direnç alın kaynağı çeşitlerinden biridir?

A) Basınçlı alın kaynağı
B) Darbesiz alın kaynağı
C) Eritme alın kaynağı
D) Kesme alın kaynağı
E) Vurma alın kaynağı

4. Aşağıdakilerden hangisi elektrik direnç kaynağının avantajlarından biri <u>değildir?</u>

A) Çalışanın el becerisine ihtiyaç duyulmaz.
B) Diğer birleştirme yöntemlerinde de kullanılır.
C) Güvenilir bir kaynak yöntemidir.
D) Uygulamalar daha çok otomasyona yöneliktir.
E) Yüksek üretim hızları mümkündür.

5. "Bu yöntem, sızdırmazlık talep edilmeyen uygulamalarda 3 mm kalınlığında veya daha ince sac metal parçalarının birleştirilmesinde kullanılır."

Yukarıdaki cümlede tanımı yapılan direnç kaynak türü aşağıdakilerden hangisidir?

A) Direnç alın kaynağı
B) Direnç dikiş kaynağı
C) Direnç nokta kaynağı
D) Direnç projeksiyon kaynağı
E) Yüksek frekanslı direnç kaynağı

6. "Yüksek frekanslı direnç kaynaklarının da yardımı ile yuvarlak ve kare kesitli boru profil malzemelerin kaynağının yapılması mümkün kılınmaktadır."

Yukarıdaki cümlede tanımı yapılan kaynak çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Direnç alın kaynağı
B) Direnç dikiş kaynağı
C) Direnç nokta kaynağı
D) Direnç projeksiyon kaynağı
E) Yüksek frekanslı direnç kaynağı

7. **Aşağıdakilerden hangisi malzemelerin kaynağa hazırlanmasında uygulanacak işlem sıralarından biri <u>değildir?</u>**

A) Kaynatılacak parçaların kalınlığına göre değişen amper ve zaman ayarı yapılır.
B) Kaynaktan önce elektrot uçlarının bakımı yapılır.
C) Malzeme yüzeyleri; her türlü yağ, kir, boya ve oksitten temizlenir.
D) Saclar birbirine temas ettirilmez.
E) Temizlik işlemi tel fırça veya zımpara yardımı ile yapılır.

8. **Aşağıdakilerden hangisi direnç kaynağı sırasında uygulanan yaklaşık basınç süresidir?**

A) 1 sn.
B) 4 sn.
C) 7 sn.
D) 10 sn.
E) 13 sn.

9. **Aşağıdakilerden hangisi direnç kaynağı yapılacak yüzeyin temizlenmesinde kullanılan araçlardandır?**

A) Bileme taşı
B) Çekiç ve keski
C) Demir testere
D) Pense
E) Tel fırça ve zımpara kâğıdı

6. ÖĞRENME BİRİMİ

ELEKTRİK ARKI İLE DÜZ KAYNAK

ÖĞRENME BİRİMİ BÖLÜMLERİ

6.1. KAYNAK MAKİNESİNİ KAYNAĞA HAZIRLAMA

6.2. YATAYDA DÜZ KAYNAK

TEMEL KAVRAMLAR

- Elektrik ark kaynağı
- Örtülü elektrot
- Yatayda düz kaynak
- Ark oluşturma

6. ELEKTRİK ARKI İLE DÜZ KAYNAK

Üretim endüstrisinde kullanılan en yaygın kaynak yöntemidir.

6.1. KAYNAK MAKİNESİNİ KAYNAĞA HAZIRLAMA

Kaynağa başlanmadan önce makine ayarları mutlaka kontrol edilmelidir.

6.1.1. Elektrik Ark Kaynağı

Bu kaynak yöntemi; küçük ve orta ölçekli işletmelerde, gemi inşaatında, boru hatlarında, şantiyelerde çelik yapıların kurulumunda vb. birçok alanda aktif olarak kullanılmaktadır.

TSE EN ISO 25901-3'e göre metal kaynak çeşitleri sınıflandırılır ve isimlendirilir. Elektrik ark kaynağı bir ergitme kaynağı yöntemidir. Uluslararası platformda elle ark kaynağı olarak isimlendirilir. Üretim sahalarında aynı zamanda örtülü elektrot kaynağı adı ile anılmaktadır.

Uluslararası uygulamalarda aynı kaynak yönteminin anlaşılabilmesini sağlamak amacıyla rakam ile kodlama kullanılmaktadır. Elektrik ark kaynağı da TSE EN ISO 4063 standardına göre 111 kodu ile bilinmektedir.

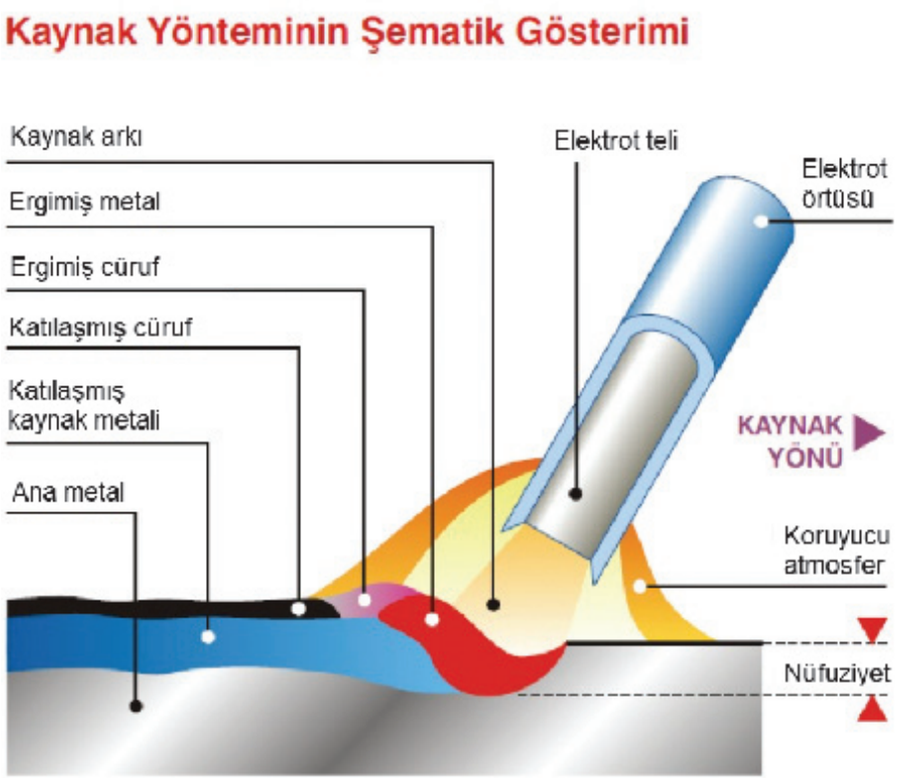
Elektrik ark kaynağı yönteminde kaynak işleminin başarılı bir şekilde yerine getirilmesindeki en büyük pay kaynakçınındır. Kaynakçı, tüm iş güvenliği ekipmanlarını kullanarak başarılı bir kaynak yapabilme becerisine sahip olmalıdır.

Kaynakçı adaylarının daima gelişime açık olması gerekir. Bu sebeple kaynakçı adayları, teknolojik kaynak makinelerini, yeni tip elektrotları ve malzemeleri biliyor ve tanıyor olmalıdır.

Görsel 6.1: Elektrik ark kaynağı ile tadilat yapımı

6.1.2. Elektrik Ark Kaynağının İlkeleri

Elektrik ark kaynağı, ergime için gerekli ısının bir ark yardımı ile sağlandığı ve ilave dolgu telinin kullanıldığı kaynak yöntemidir. Bu yöntemde, kaynak üreteçleri tarafından doğru akım (DC) ya da alternatif akım (AC) üretilerek ısı için gerekli olan ark oluşturulur. Ark bölgesine, ilave verilen dolgu metalinin ergimesine dayanarak kaynak işlemi gerçekleştirilir. Elektrik ark kaynağında bu dolgu metali örtülü elektrot olarak anılmaktadır. Kaynak işlemi sırasında atmosferin zararlı etkisini ortadan kaldırmak amacıyla elektrot telinin etrafındaki örtüden yararlanılır.



Şema 6.1: Kaynak yönteminin şematik gösterimi

Ergiyen örtülü elektrot, ana metalin içine doğru ilerleyerek nüfuziyet oluşturur. Ana metalin dışında kalan kısmı da kaynak kepi olarak adlandırılan kaynak metalini meydana getirir. Bu kaynak yönteminde kaynak metali ilk aşamada doğrudan gözükmemektedir. Bunun sebebi kaynak bölgesinin bir cüruf ile kaplanmış olmasıdır. Bu cüruf, ergimiş metalin yavaş soğumasını sağlayarak olası kaynak hatalarını engeller.

Görsel 6.2: Cüruf kırılma anı

6.1.3. Elektrik Ark Kaynağı Yönteminin Avantaj ve Dezavantajları

Elektrik ark kaynağı yöntemine ait kaynak makinelerinin maliyeti, diğer kaynak makinelerine göre daha düşüktür. Tercih edilmesindeki en büyük etkenlerden biri de maliyetinin düşük olmasıdır. Bu tip kaynak makinelerinin çanta tipi oluşturularak taşınabiliyor olması, diğer kaynak makinelerinin taşınma imkânı olmayan yapılara erişimini kolaylaştırmaktadır. Elektrik ark kaynağı yöntemi ile tüm pozisyonlarda kaynak yapılabilir.

Görsel 6.3: Farklı pozisyonda yapılan kaynak uygulaması

Elektrik ark kaynağının çeşitli sınırlamaları ya da dezavantajları mevcuttur. Kaynak işlemi sonrasında oluşan cürufun kaynak yüzeyinden temizlenmesi için ekstra zaman harcanmaktadır. Bu zaman kayıpları, yapılan işin geç tamamlanmasına neden olmaktadır. Bu sebeple kaynak operatörünün yetkinliğinin çok iyi seviyede olması gerekir. Yetkinliği zayıf olan bir kaynakçı hem başarılı bir kaynak gerçekleştiremeyecek hem de kaynaklı parçanın hurdaya atılmasına sebep olabilecektir.

Bu kaynak yöntemi, diğer kaynak yöntemlerine göre daha yavaştır. Örtülü elektrotların her bitişinde durup, yenisinin kaynak pensine takılarak kaynağa devam edilmesine ihtiyaç vardır.

6.1.4. Elektrik Ark Kaynağı Makinesi ve Ekipmanları

Elektrik ark kaynağı makinesi; güç üreteci, kaynak pensi ve şase olmak üzere üç farklı parçadan oluşmaktadır. Aynı zamanda kaynak işlemini gerçekleştirmek için kaynak maskesi, kaynak masası, havalandırma, elektrot, keski, tel fırça, avuç içi zımpara gibi ekipmanlara ihtiyaç vardır.

Güç Üreteçleri: Şehir şebekesinden gelen tek fazlı (220 V) ya da üç fazlı (380 V) elektriği kaynak için gerekli olan uygun değerlere dönüştürür. Bu dönüşüm, yüksek voltajdan düşük voltaja ve düşük amperden yüksek ampere olacak şekilde gerçekleşmektedir. Aynı zamanda güç üreteçleri, akımın alternatif ya da doğru akım olarak üretilmesine olanak sağlayan elektronik ekipmanlara sahiptir.

Kaynak makinesi üreteçleri, planlanan kaynak akımının kaynak akım düğmesi ile uygun amper değere getirilmesini sağlar. Üretecin üzerinde negatif (-) ve pozitif (+) bağlantı soketleri mevcuttur. Kaynak pensinin negatif, şasenin pozitif kutba bağlandığı kutuplama yöntemine **düz kutuplama** adı verilir. Kaynak pensinin pozitif, şasenin negatif kutba bağlandığı kutuplama yöntemine ise **ters kutuplama** adı verilir. Kutup seçimi, kaynatılacak malzemeye ve seçilecek olan örtülü elektrodun tipine göre değişiklik gösterebilir. Tercih edilen elektrot paketinin arka kısmında üretici firmanın önerdiği kutuplama tipine göre hareket edilmelidir.

Eski tip makinelerde, kaynak başlangıç anında arkın alev alması ve kaynak boyunca kararlı bir şekilde yanması zaman zaman problem oluşturmaktaydı. Yeni nesil makinelerde bu durum söz konusu değildir. Sıcak başlangıç (hot start) özelliği, örtülü elektrodun kolay yanmasını temin ederek, kaynak kusuruna yol açmadan kaynağa başlanmasını sağlamaktadır. Bu kaynak makinelerinin diğer bir avantajı da ark kuvveti (arc force) özelliği ile oluşturulan arkın dengeli bir şekilde yanmasına yardımcı olmasıdır.

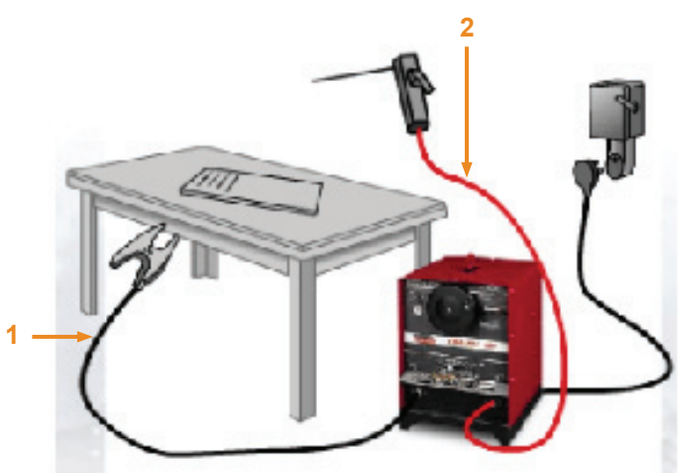
1. Güç gösterge lambası
2. Kaynak akımı ayar düğmesi
3. Dijital ampermetre
4. Negatif (-) bağlantı soketi
5. Aşırı yük ve sıcaklık uyarı lambası
6. Arc force (ark kuvveti)
7. Hot start (sıcak başlangıç)
8. Pozitif (+) bağlantı soketi

Görsel 6.4: Kaynak makinesi paneli

Kaynak Pensleri: Örtülü elektrodun kavranmasını sağlar. Kaynak sırasında örtülü elektrodun farklı açılarda tutulmasını sağlayan kaynak pensinin içinde çeneler vardır. Bu çeneler, 45 ya da 90 derece gibi açılarda elektrodu kavrayarak kaynakçıya uygun pozisyonda kaynak yapabilme imkânı tanır. Kaynak pensesinin kablo uzunluğu genellikle 2,5 metre ile 5 metre arasında değişmektedir.

Kaynak Şaseleri: Elektrik devresinin tamamlanması için kaynak şasesinin bir ucunun ana malzemeye bir ucunun da kutuplama yapılacak bağlantı soketine takılması gerekir. Kullanılan kaynak makinesinin amperi yükseldikçe kablo kesitinin kalınlığının da yükselmesi gerekmektedir.

Doğru bir şase bağlantısı kaynakçının işini kolaylaştırır. Kaynağa başlanacak bölgeye şase bağlantısı yapılması doğru bir hareket değildir.



1. Şase
2. Pens

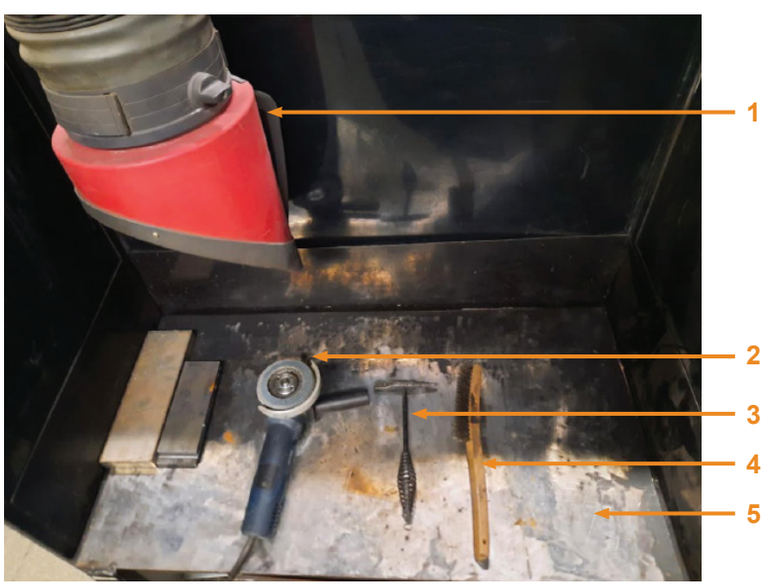
Görsel 6.5: Güç üreteci, şase ve pens

Kaynak Maskesi: Kaynak işlemi sırasında meydana gelen ışınlardan kaynakçının gözünü koruyan ekipmanlardır. Dijital ve el kaynak maskesi olmak üzere iki çeşidi vardır. Dijital olanlar, otomatik olarak kararmaktadır.

Görsel 6.6: Dijital ve el kaynak maskesi

Kaynak Masası, Çekiç, Tel Fırça ve Avuç İçi Zımpara Ekipmanları: Kaynak operatörünün çalışma alanında uygun bir şekilde çalışmasına imkân sağlayan ekipmana **kaynak masası** denir. Kaynak masası, ağaç ve plastik gibi yanma ihtimali olan ekipmanlardan oluşturulmamalıdır.

Kaynak sonrasında meydana gelen cüruf ya da çapak gibi istenmeyen kalıntıların iş parçasından uzaklaştırılmasında çekiç kullanılır. Kaynak yüzeyinin temizliği tel fırça ile yapılır. Kaynak öncesinde malzeme yüzeyinin oksit tabakasından temizlenmesinde avuç içi zımpara makineleri tercih edilir.



Görsel 6.7: Kaynak masası, çekiç, tel fırça ve avuç içi zımpara

1. Havalandırma
2. Avuç içi zımpara makinesi
3. Çekiç
4. Tel fırça
5. Kaynak masası

Havalandırma: Kaynak işleminin sonucunda ortaya çıkan gazların ortamdan uzaklaştırılması gerekmektedir. Genellikle havalandırma için duman emme sistemleri kullanılmaktadır.

Görsel 6.8: Havalandırma sistemi

6.1.5. Elektrik Ark Kaynağı Yönteminde Örtülü Çubuk Elektrotlar

Örtülü çubuk elektrotlar, iç kısmı oluşturan çekirdek ile dış kısmı kaplayan örtüden meydana gelmektedir. Bu elektrotlar; üretim aşamasından sonra 2,5 mm, 3,20 mm, 4 mm ve 5 mm gibi farklı çaplarda piyasaya sunulmaktadır.

Farklı mekanik özellikler sunan çok sayıda örtülü elektrot mevcuttur. Kaynatılacak malzemenin türüne göre elektrot seçimi yapılmalıdır. Aynı elektrot ile her malzeme kaynatılamaz. Örtülü elektrot ve kaynatılacak malzemenin kimyasal özellikleri birbirine yakın tercih edilmelidir.

Örtülü elektrot içerisinde bulunan çekirdek, kaynak makinesinden gelen akımın ark bölgesine iletilmesini ve burada arkın oluşmasını sağlar. Aynı zamanda çekirdek ergiyerek ana malzemeye nüfuz eder ve kaynak üzerinde kep oluşmasını sağlayarak kaynak metalini meydana getirir.

Çubuk elektrotların dış kaplamasında kullanılan örtüler ise arkın düzgün oluşmasını ve kararlı kalmasını sağlar. Kaynak havuzunu atmosferde bulunan oksijen ve azot gibi elementlerden korur. Aynı zamanda kaynak üzerinde oluşturduğu cüruf tabakası ile kaynak metalinin yavaş soğumasını sağlayarak yüksek mekanik dayanımların oluşmasına olanak tanır. Kaynakçıya farklı pozisyonlarda kaynak yapabilme imkânı sunar ve kaynak kepinin düzgün bir görünümde oluşmasını sağlar.

Görsel 6.9: Örtülü çubuk elektrotlar

Örtülü Çubuk Elektrot Çeşitleri

TSE EN ISO 2560 standardına göre alaşımsız çeliklerde kullanılan örtülü elektrot çeşitlerinin bir kısmı aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır.

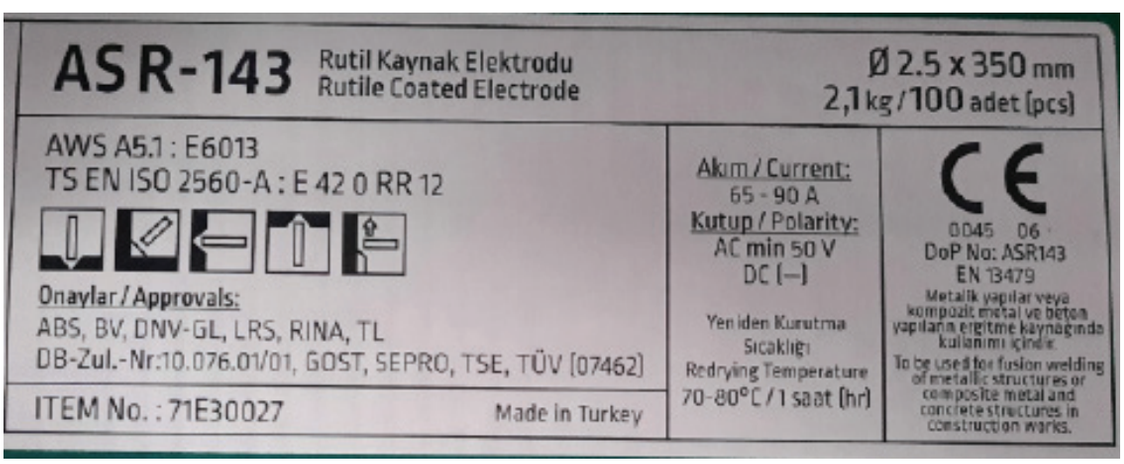
- Rutil Örtülü
- Bazik Örtülü
- Selülozik Örtülü

Rutil Örtülü Elektrotlar: Kaynak öncesinde elektrodun tutuşması ve sonrasında yeniden tutuşması çok kolay olduğu için kaynakçının rahat bir şekilde çalışmasına olanak sağlar. Yüksek kalitede pürüzsüz kaynak sağlayabilir ve cürufu kolayca kalkar. Düşük ve orta karbonlu çeliklerin kaynağında kullanılması mümkündür.

Rutil örtülü elektrot ile aşağıdan yukarıya kaynak pozisyonları hariç tüm kaynak yöntemlerinde kaynak yapılabilir. Kutuplama yöntemi olarak çoğunlukla DC (-) bir kutuplama yapılsa da bazı türlerinde AC kutuplama ile de kaynak yapılması mümkündür.

Makine, köprü konstrüksiyonları ve kazan üretiminde; çelik mobilya ve demir doğrama işlerinde; ince sacların kaynağı ve oto gövde saclarının onarım kaynağında kullanılabilmektedir. Rutil elektrotlar R sembolü ile ifade edilir, kalın tipte olanları ise RR olarak adlandırılır.

Görsel 6.10: Rutil elektrot ile cüruflu ve cürufu kaldırılmış kaynak



Görsel 6.11: Rutil kaynak elektrodu etiketi

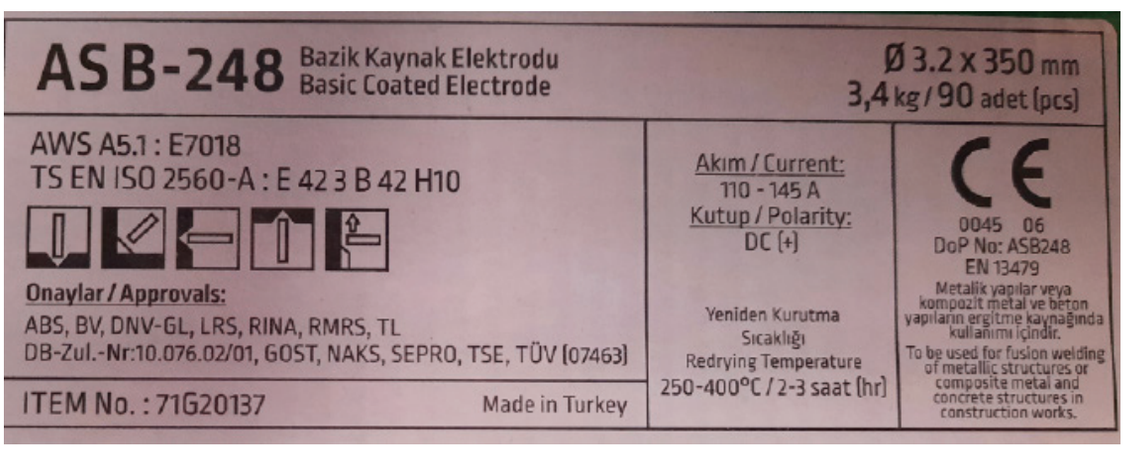
Rutil elektrot paketinden aşağıdaki bilgiler öğrenilebilir.

- Elektrodun çapı ve boyutu (2,5 x 350 mm)
- Tavsiye edilen akım aralığı (65-90 A)
- Kutuplama çeşidi (DC -)
- Yeniden kurutma sıcaklığı ve süresi (70 derece -1 saat)
- Yapılabilecek kaynak pozisyonları
- Farklı standart grupları tarafından gösterilimi (AWS E6013)

Bazik Örtülü Elektrotlar: Çatlamaya karşı yüksek direnç gösterir. Büyük kütleli, kaynak gerilmelerin yaşanabileceği sabit çelik yapıların kaynağında tercih edilir. Cürufu kolay kalkar ve yüksek kalitede kaynak dikişi elde edilir. DC (+) ya da AC kutuplama yapılarak kaynak işlemi gerçekleştirilir.

Özel bazik örtülü elektrot tipleri yukarıdan aşağıya doğru kaynak yapabilmeyi de mümkün kılmaktadır. Bu tip elektrotların atmosferdeki nemden çok fazla etkilenmesi söz konusudur. Genellikle üretimi yapıldıktan sonra paketleme alanında vakum kaplı ambalajlarda saklanır. Bu tip elektrotlar açıkta bekletilmeden 2 saat içinde tüketilmelidir. Bekletildiği takdirde 350-400 derece arasındaki sıcaklıklarda 3 saat yeniden kurutularak kullanıma alınmalıdır. Bazik elektrotlar B sembolü ile tanımlanmaktadır.

Görsel 6.12: Bazik elektrot ile cüruflu ve cürufu kaldırılmış kaynak



Görsel 6.13: Bazik kaynak elektrodu etiketi

Bazik elektrot paketinden aşağıdaki bilgiler öğrenilebilir.

- Elektrodun çapı ve boyutu (3,2 x 350 mm)
- Tavsiye edilen akım aralığı (110-145 A)
- Kutuplama çeşidi (DC +)
- Yeniden kurutma sıcaklığı ve süresi [250-400 derece (2-3 saat)]
- Yapılabilecek kaynak pozisyonları
- Farklı standart grupları tarafından gösterilimi (AWS E7018)

Selülozik Örtülü Elektrotlar: Çoğunlukla yukarıdan aşağıya doğru kaynak yapılması zorunlu alanlarda tercih edilir. Doğal gaz, ham petrol ve benzeri boru hatlarının kaynağında, gemi inşasında, depolama tankları gibi yüksek nüfuziyet istenen kaynak uygulamalarında, kök ve dolgu pasolarının atılmasında ve çelik boruların birleştirilmesinde kullanılır. Cürufu kolayca kalkar. Genellikle kutuplama olarak DC (+) tercih ediliyor olsa da DC (-) uygulamaları da mevcuttur. Selülozik elektrotlar C sembolü ile ifade edilir.

Görsel 6.14: Selülozik elektrot ile cüruflu ve cürufu kaldırılmış kaynak

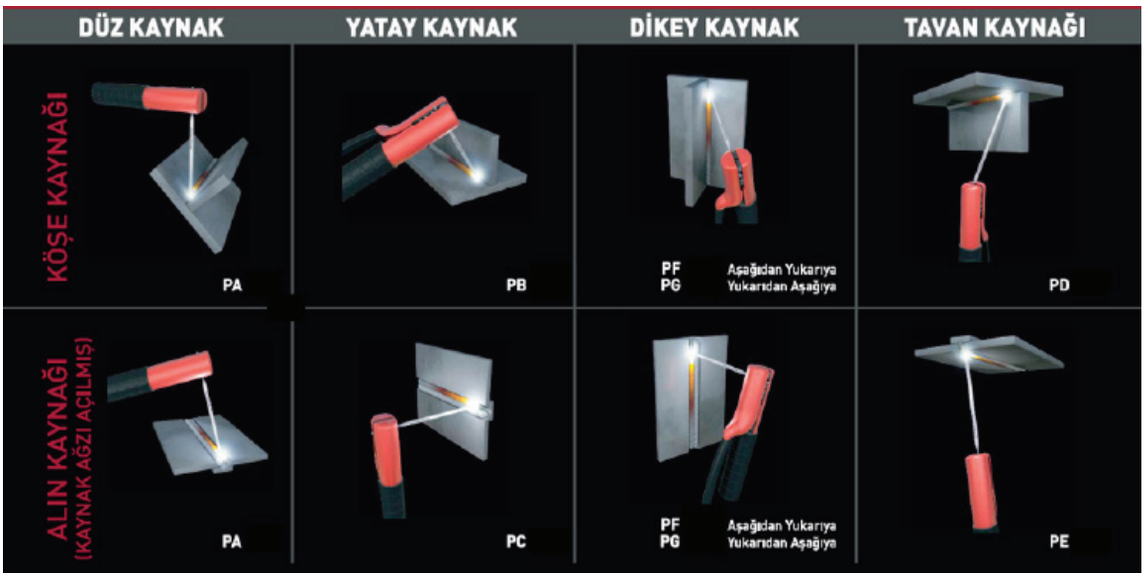
Görsel 6.15: Selülozik kaynak elektrodu etiketi

Selülozik elektrot paketinden aşağıdaki bilgiler öğrenilebilir.

- Elektrodun çapı ve boyutu (2,5 x 350 mm)
- Tavsiye edilen akım aralığı (40-80 A)
- Kutuplama çeşidi (DC +)
- Yapılabilecek kaynak pozisyonları
- Farklı standart grupları tarafından gösterilimi (AWS E6010)
- Kullanım alanları
- Mekanik özellikleri

6.1.6. Kaynak Pozisyonları

İmalat sahasında kaynatılacak ana malzemenin şeklinden dolayı her zaman aynı pozisyonda kaynak yapılamayabilir. Bu sebeple farklı pozisyonlarda kaynak yapılmasına ihtiyaç duyulabilmektedir. EN ISO 6947'ye göre bu farklı kaynak pozisyonları tanımlanmıştır.



Görsel 6.16: Köşe ve alın kaynağı pozisyonları

6.1.7. Kaynak Yöntem Şartnamesi

Üretim tesislerindeki imalat sırasında kaynaklı ürünlerin tamamının aynı kalite ile üretilmesi istenir. Aksi takdirde kaynak operatörünün değişmesi, kaynaklı imalatı gerçekleştirilen parçalarda farklılık gösterebilmektedir. Üretim esnasında operatöre bağlı değişkenler olması istenmez. ISO 15609 standardı ile kaynaklı imalat üretim tesislerinde kaynak yöntem şartnamesi (WPS) hazırlanması ve bunun kaynak operatörüne sunulması istenir. Kaynak operatörü, kaynak yöntem şartnamesinde yer alan kaynak parametrelerine uyarak imalatı gerçekleştirmekten sorumludur.

Kaynak koordinatörü ya da mühendisi tarafından kaynak yöntem şartnamesinin hazırlanması ve bu yöntemin onaylanması için tahribatlı ve tahribatsız testlerin yapılması gerekmektedir. Yapılan testler sonucunda en uygun yöntem belirlenerek kaynak operatörüne bilgi verilmelidir.

Kaynak operatörünün yetkinliği ve başarılı olması, her şeyi bilmesi ve her şeyi kendi bilgisine göre kaynatması anlamına gelmemektedir. Başarılı bir kaynak operatörü, iş güvenliği kurallarına uyan ve kendisine sunulan kaynak yöntem şartnamesine göre kaynak işlemini gerçekleştirebilendir.

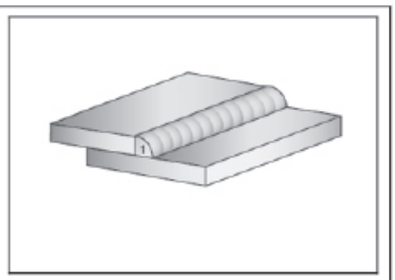
Kaynak yöntem şartnamesi ile aşağıdaki bilgilere ulaşılması mümkündür.

- Kaynaklı işlemde kullanılacak olan kaynak yöntemi
- Kaynatılacak malzemenin cinsi ve kalınlığı
- Kaynak ağzı şekli ve hangi yöntem ile açılması gerektiği
- Kaynak pozisyonu
- Kaynak esnasında kullanılan parametreler (voltaj ve amper, kaynak hızı vb.)
- Kullanılan elektrot ya da tel seçimi ve çapının belirlenmesi
- Koruyucu gaz kullanımı
- Ön ısıtma sıcaklığı
- Pasolar arası sıcaklık bilgisi

Kaynak Yöntem Şartnamesi

Şirket İsmi :	**Kutuplama Şekli :** DC negatif kutup
Kaynak Yöntemi : Elektrik Arkı İle Kaynak	**Ön Isıtma :** Yok
Uygulama Şekli : El ile	**İş Parçası :** ST- 37 çelik
Kaynak Türü : Bindirme Kaynak	**İş Parçası Kalınlık :** 5 mm
Kaynak Pozisyonu : PA	**Örtülü Elektrot :** E 42 0 RR 12
Kaynak Öncesi Temizlik : Avuç içi zımpara ile	**Koruyucu Gaz :** Yok

Paso Sayısı :	Dolgu Metal Çap (mm) :	Kutuplama :	Kaynak Akımı:	Kaynak Hızı :
1.	2,5 mm	DC (-)	80 Amper	19 cm/dk



Görsel 6.17: Kaynak yöntem şartnamesi

6.2. YATAYDA DÜZ KAYNAK

Elektrik ark kaynağında başarılı bir kaynak yapmak için çok fazla pratik yapmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Pratik yapmak için de en uygunu yatayda düz kaynak yapmaktır. Yatay konumda kaynak yaparken öncelikle arkın oluşturulması tecrübe edilmelidir.

Arkın oluşması tecrübe edildikten sonra arkın kararlı kalmasının sağlanması gerekmektedir. Ark boyunun uzaması ya da kısalması kaynak kusurlarına sebep olmaktadır. Yatay konumda kaynak yaparken pratiklik kazanılması amacıyla parça üzerinde tebeşir ile düz bir çizgi çizilebilir. Bu çizgi takip edilerek kaynak pratiği yapılabilir.

Yatayda kaynak esnasında dikkat edilmesi gereken hususlardan biri de kaynak yaptıkça ark boyunu sabit kılmak amacıyla pensi parçaya daha da yaklaştırmaktır. Bunun nedeni, kaynak ile birlikte örtülü elektrodun eriyor olmasıdır. Kaynak operatörü aynı zamanda bir gözü ile de oluşan kaynağı takip etmelidir.

6.2.1. Parçaların Kaynağa Hazırlanması

Kaynak ile üretim yapılacağı zaman öncelikli olarak işin tasarımı yapılır. Bu tasarım işlemi, birçok durumda kaynakçının inisiyatifi dışında gelişir. İş parçaları belirli kurallar doğrultusunda tasarlanmış olarak kaynakçıya teslim edilir. Bundan sonraki aşamalarda kaynakçı, iş parçalarını kaynak işlemine hazırlar.

Kaynaklı birleştirmenin ilk basamağı, parçaların kaynağa hazırlanmasıdır.

Kaynak İşlemi Hazırlama Aşamaları

- Kaynak öncesi markalama ve temizlik
- Amper ayarı ve elektrot seçimi
- Ark oluşturma

Kaynak Öncesi Markalama ve Temizlik

Kaynatılacak parçaların kir, pas ve yağ tabakalarından arındırılmış ve yüzeysel temizliğinin yapılmış olması gerekmektedir. Temizlik işlemi genellikle bir sıvı temizleyici ya da zımpara gibi aşındırıcılar ile yapılmaktadır. Bu bölgelerin temizlenmesi, kaynaklı imalatın başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi için vazgeçilmez bir kuraldır. Yapılacak işin bir an önce yetiştirilmesi adına bu adımların atlanması, ilk etapta kaynakta kusur olarak görülmese de zamanla kaynakta çatlaklara ve ciddi kaynak hatalarına yol açabilir. İşe uygun markalama yapılmalıdır.

6.2.2. Kaynak İşlemi

6.2.2.1. Kaynak Akımı

Kaynak işleminde kullanılan kaynak makineleri, şebeke hattından gelen elektriği kaynak için uygun parametrelere dönüştürmek ile görevlidir. Türkiye'de tek fazlı ve üç fazlı iki elektrik hattı kullanılmaktadır. Tek fazlı elektrik hattı 220 V'tur. Üç fazlı hatlardan gelen elektrik ise 380 V'tur ve sanayi tipi olarak adlandırılmaktadır.

Kaynak değerlerinde değişkenliğin en çok yapıldığı kısım kaynak akımıdır ve birimi amperdir. Genel olarak kaynak uygulamalarında 0,08 amperden 1.000 ampere kadar farklı değerlerde çalışabilen kaynak makineleri mevcuttur. Elektrik ark kaynağı yönteminde kullanılan kaynak makineleri arasında 750 amper değerine kadar ulaşan yeni nesil makineler mevcuttur.

Genel olarak çelik ve alaşımları kaynatılırken ayarlanacak akım değeri, kullanılan elektrodun çapına göre belirlenmelidir. Elektrodun çekirdek kısmının her bir milimetresi için 40 amperlik değer uygundur. Buna göre 3,20 mm çapındaki bir elektrodun kaynaklı birleştirmede kullanılması beklenen amper değeri 130'dur. Bu değer genellikle yatay pozisyonlarda yapılan kaynaklar için kabul görmektedir.

Kaynaklı imalat uygulamalarında akım ayarının yükseltilmesinin nüfuziyete olumlu etkisi vardır. Bunun nedeni, akımın yükselmesi ile birlikte parçanın daha çok ısınması ve elektrodun ergimesinin kolaylaşmasıdır fakat aşırı yüksek akım kullanılması, parçanın delinmesine ya da parçada şekil değişimine sebep olacaktır. Bu nedenle parça için en uygun kaynak akımı tespiti yapılmalıdır. Kaynakta kullanılan akım ayarının azaltılması ise nüfuziyeti olumsuz etkileyecektir. Düşük akımda yapılan kaynaklarda elektrodun erimemesi, kaynaklı parça üzerinde tam nüfuz etmemesi anlamına gelmektedir.

1. Düşük amper ile kaynak
2. Uygun amper ile kaynak
3. Yüksek amper ile kaynak

Görsel 6.18: Düşük, uygun ve yüksek amper ile kaynak uygulaması

6.2.2.2. Ark Boyu

Elektrik ark kaynağında örtülü elektrodun ergimesini sağlayan en büyük unsur "ark"tır. Kaynak işleminde arkın başarılı bir şekilde gerçekleşmesi için sabit ve hep aynı kararlılıkta yanıyor olması gerekmektedir. Arkın kararlı bir şekilde hareket etmesi, kaynak sırasında meydana gelen ark boyu ile alakalıdır. Ark boyunun artması, kaynak üzerinde sıçrantı oluşumuna ve kararsızlığa yol açmaktadır. Ark boyunun kısalması ise arkın sönmesine neden olabilir.

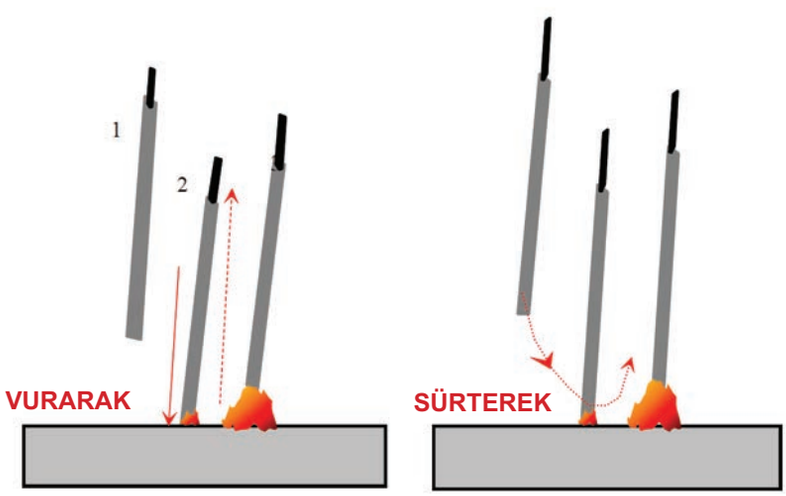
Kaynaklı uygulamalar sırasında ideal ark boyu, elektrodun çekirdek çapı kadar olmalıdır. Kaynak operatörü pratik yaptıkça el alışkanlığı kazanacaktır. Bu sayede ark boyunu standart bir şekilde hareket ettirebilmek için kaynak boyunca penseyi aynı yükseklikte hareket ettirebilme becerisine sahip olacaktır.

Şekil 6.1: Ark boyu

6.2.2.3. Ark Oluşturma

Kaynak işlemi öncesi tüm hazırlıkların tamamlanmış olması gerekmektedir. Kaynak sırasında çalışılması planlanan kaynak amper değeri, güç ünitesinde hazır hâle getirilmelidir. Pense içine takılmış olan örtülü elektrot vasıtası ile ark oluşturulabilir.

Ark oluşturmak için iki farklı yöntem kullanılır. Bunlardan ilki elektrodu vurarak, diğeri ise elektrodu sürterek uygulanmaktadır.



Şekil 6.2: Vurarak ve sürterek tutuşturma şekli

6.2.3. Elektrik Ark Kaynağında İş Güvenliği

Başarılı bir kaynakçı, iş güvenliği ekipmanlarını her koşul altında doğru bir şekilde kullanabilmelidir. Bu nedenle elektrik ark kaynağı yapılırken kişisel koruyucu donanımların eksiksiz bir şekilde giyilmesi gerekir. Aşağıda örnek bir kaynakçıya ait resim mevcuttur. Bu resimde görüldüğü üzere kaynak yapılırken kaynakçı başlığı, kafa maskesi, deri ceket, deri eldiven, yanmaz pantolon ve iş güvenliği ayakkabısı giyilmelidir.

1. Kaynak maskesi
2. Önlük
3. Eldiven
4. İş pantolonu
5. İş ayakkabısı

Görsel 6.19: Kişisel koruyucu donanıma sahip kaynak operatörü

Kaynak sırasında ortamda oluşan dumanın dışarı atılması gerekmektedir. Bu nedenle kaynak dumanının akrobat kolları vasıtası ile duman emme sistemlerine aktarılması icap etmektedir. Bu sayede kaynakçının bu tehlikeli kaynak dumanını soluması engellenmiş olmaktadır. Aynı zamanda yeni tip kaynak maskelerine besleme hava ünitesi ilave edilerek kaynakçının çalışması boyunca temiz hava alması sağlanabilir.

Kaynak güç üreteçlerinin kapakları yetkili servis dışında açılmamalıdır. Kaynak arızalarını tamir etmek amacıyla zaman zaman bu yola başvurulsa da en doğru olanı yetkili servislerden destek alınmasıdır.

Güç üreteci içinde yüksek gerilime bağlı elektrik çarpması riski vardır. Kaynak esnasında hem kaynak pensesine hem de şaseye aynı anda dokunmak, kaynak akımının kaynakçının üzerinden geçmesine yol açar. Bu durum da kaynak makinesinin boşta çalışma geriliminin insan vücudu üzerinden geçmesine sebep olur.

Kaynak işlemi sırasında yanma ihtimali olan kâğıt, odun ya da yanıcı boya gibi kimyasalların çevreden uzaklaştırılması gerekir. Kaynak sırasında oluşan çapaklar sıçrayarak bir başka ortamın yanmasına neden olabilir. Kaynak operatörü, kaynak sahasının tamamından sorumludur.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. **Aşağıdakilerden hangisi elektrik ark kaynağı makinesinin parçalarından biridir?**

   A) Güç üreteci
   B) Kaynak çekici
   C) Kaynak masası
   D) Kaynak maskesi
   E) Örtülü çubuk elektrot

2. **Aşağıdakilerden hangisi rutil elektrot paketinden öğrenilebilecek bilgiler arasında <u>değildir?</u>**

   A) Elektrodun boyu
   B) Elektrodun çapı
   C) Elektrodun rengi
   D) Kutuplama çeşidi
   E) Tavsiye edilen akım aralığı

3. **Aşağıdakilerden hangisi kaynak yöntem şartnamesi ile ulaşılabilecek bilgiler arasında <u>değildir?</u>**

   A) Kaynak pozisyonu
   B) Kaynak yöntemi
   C) Malzemenin cinsi ve kalınlığı
   D) Ortam ısısı
   E) Ön ısıtma sıcaklığı

4. **Aşağıdakilerden hangisi kaynaklı birleştirmenin ilk basamağıdır?**

   A) Ark oluşturma
   B) Elektrot açışı
   C) Elektrot seçimi
   D) Kaynak sonrası temizlik
   E) Parçaların kaynağa hazırlanması

5. **Kaynaklı uygulamalar sırasında ideal ark boyu kaç mm olmalıdır?**

   A) 0 ile 1,5 mm arası
   B) 1,5 ile 3 mm arası
   C) 3 ile 4,5 mm arası
   D) 4,5 ile 6 mm arası
   E) 6 ile 7,5 mm arası

6. **Aşağıdakilerden hangisi elektrik ark kaynağı ile kaynak yapıldığı esnada giyilmesi gereken kişisel koruyucu donanımlardan biri <u>değildir?</u>**

   A) Deri ceket
   B) Kafa maskesi
   C) Kaynakçı başlığı
   D) Kaynak paravanı
   E) Yanmaz pantolon

7. "Ergime için gerekli ısının bir ark yardımı ile sağlandığı ve ilave dolgu telinin kullanıldığı kaynaktır."

   Yukarıdaki cümlede tanımı yapılan kaynak çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?

   A) Elektrik ark kaynağı
   B) Elektrik direnç kaynağı
   C) Direnç nokta kaynağı
   D) Oksi-asetilen kaynağı
   E) Oksi-gaz kaynağı

8. **Aşağıdakilerden hangisi elektrik ark kaynağının avantajlarından biri <u>değildir?</u>**

   A) Kaynak makinelerinin çanta tipi oluşturulabilir.
   B) Kaynak makinelerinin maliyeti diğer makinelere göre daha düşüktür.
   C) Kaynak makineleri taşınabiliyor özelliktedir.
   D) Kaynak operatörünün yetkinliğinin çok iyi seviyelerde olmasına ihtiyaç vardır.
   E) Tüm çelik ve alaşımlarına uygulanabilir.

7. ÖĞRENME BİRİMİ

ELEKTRİK ARK KAYNAĞI İLE YATAYDA KÜT EK VE BİNDİRME KAYNAĞI

ÖĞRENME BİRİMİ BÖLÜMLERİ

7.1. YATAYDA KÜT EK KAYNAĞI

7.2. YATAYDA BİNDİRME KAYNAĞI

7.3. YATAYDA KALINLIKLARI FARKLI PARÇALARIN KAYNAĞI

TEMEL KAVRAMLAR

- Puntalama
- Yatayda küt-ek
- Yatayda bindirme
- Farklı kalınlıkların birleştirilmesi

7. ELEKTRİK ARK KAYNAĞI İLE YATAYDA KÜT EK VE BİNDİRME KAYNAĞI

Elektrik ark kaynağında en çok kullanılan birleştirme işlemidir.

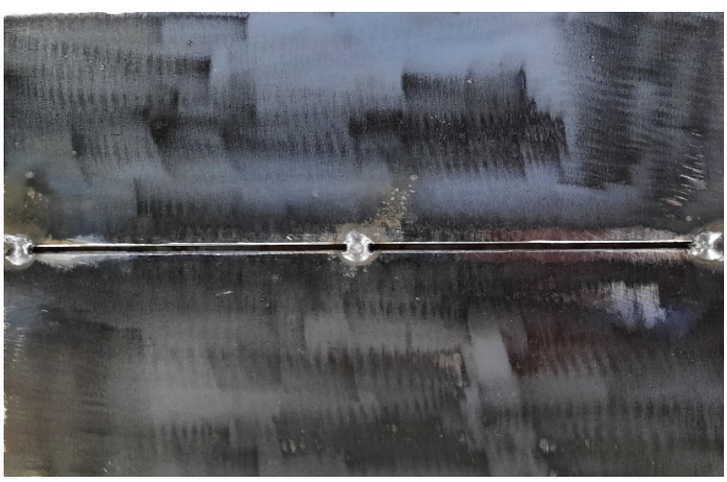
7.1. YATAYDA KÜT EK KAYNAĞI

Parçaların alın alına getirilmesiyle yapılan kaynaklı birleştirme işlemidir.

7.1.1. Punta Yapma

Puntalama, kaynaklı birleştirme yapılacak parçaların belirli aralıklarla ve kısa mesafeli dikişler ile sabitlenmesidir. Kaynak işleminin başarılı bir şekilde uygulanabilmesinin ilk şartı, kaynak öncesi parça temizliğinin yapılmış olmasıdır. İkinci şartı ise puntalamanın başarılı bir şekilde yapılmasıdır.

Puntalamanın amacı, ısı girdisinin sebep olduğu şekil değişimlerini engellemektir. Özellikle ince parçalarda ya da alüminyum gibi malzemelerde daha çok önem arz etmektedir. Başarılı bir şekilde yapılmayan punta kaynak işlemi, kusurlu sonuçlar doğurabilmektedir. Bu gibi durumlarda punta bölgeleri zımpara ile temizlenmelidir.



Görsel 7.1: Temizlik ve puntalama yapılmış iş parçası

Puntalama İşleminde Uyulması Gereken İşlem Sıraları

1. Kaynak öncesi parça temizliği yapılmalıdır.
2. Başarılı bir puntalama işlemi için punta aralıkları belirli mesafelerde olmalıdır.
3. Bunun için aşağıda yer alan ve genel olarak geçerli olan kurallara göre punta atılmalıdır.
4. Punta işleminin malzemenin tasarımına, kaynaklı birleştirme şekline ve malzemeye göre değişkenlik gösterebileceği unutulmamalıdır.
5. Parça kalınlığı;

   5 mm'den az ise Puntalama aralığı = 30 X Parça kalınlığı,

   5 mm'den fazla ise Puntalama aralığı =20 X Parça kalınlığı olmalıdır.

7.1.2. Yatayda Küt Ek Kaynağı Yapma

Yatayda küt ek kaynağı genellikle alın kaynağı olarak bilinmektedir. İki farklı parçanın alın yüzeyleri birbiri ile temas ettirilerek kaynatılır. Parçaların kalınlığına göre alın yüzeyleri bazen aralıklı bazen de aralıksız birleştirilebilir. Bu parçalar, bir plaka olabileceği gibi bir boru da olabilir.

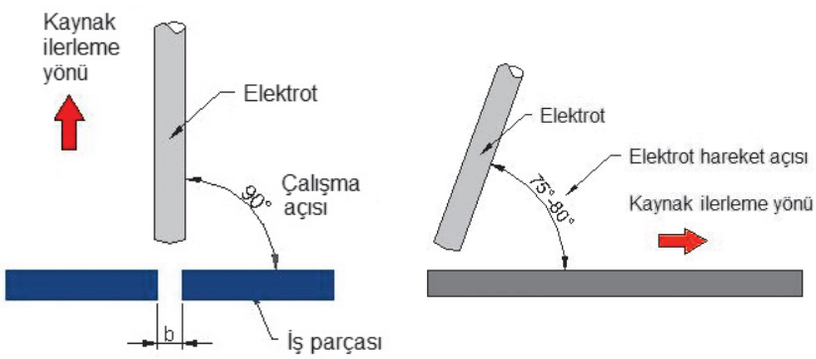
Özellikle 3 ya da 4 mm'den kalın malzemelerin küt ek kaynaklı birleştirmelerinde iş parçasının her iki yüzeyine de kaynak yapılması gerekebilir.

Görsel 7.2: Yatayda küt ek kaynağı uygulaması

4 mm'den kalın bazı parçalarda birden fazla kaynak işlemi uygulanmasına **çok pasolu kaynak** denir. Bunlar; atıldığı konumlara göre kök, sıcak ya da kapak paso gibi farklı isimler alabilir. Özellikle kaynaklı boru imalatında çok pasolu kaynaklı birleştirmeler mümkündür.

Yatayda Küt Ek Kaynağında Uygulanacak İşlem Sıraları

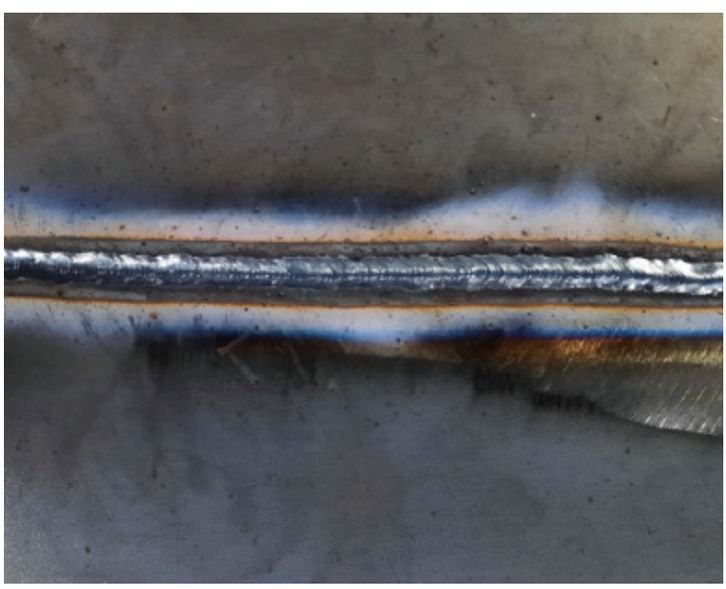
1. Yatayda küt ek kaynağında elektrot hareketi çok önemlidir.
2. Başarılı bir kaynak işlemi için kaynak torcu, birleştirme çizgisi boyunca hareket ettirilmelidir.
3. Kaynak torcu parçaya dik bir pozisyonda olmalı ve kaynak ilerleme yönüne doğru 75-80 derecelik açı ile ilerlemelidir.
4. Kaynak operatörü hem ark bölgesini takip etmeli hem de çıkan kaynak örtüsünden kaynak kalitesini yorumlayabilmelidir. Bunun için de kaynak operatörünün iyi bir tecrübeye sahip olması gerekmektedir.
5. Bu pozisyonda kaynak yapılırken **PA** yatay kaynak pozisyonu uygulanır.
6. **PA** pozisyonunda düz plakanın örtülü elektrot kaynağında salınım yapılmasına ihtiyaç yoktur.



Şekil 7.1: Yatayda küt ek kaynağının şematik görünümü

Yatayda Küt Ek Kaynağından Sonra Uygulanacak İşlem Sıraları

1. Kaynak işleminden sonra oluşan cüruf bir çekiç yardımı ile kırılır.
2. İş güvenliği ekipmanlarından koruyucu gözlük kullanılması çok önemlidir. Çünkü cüruf parçalarının çok keskin olması ciddi yaralanmalara sebebiyet verebilir.
3. İş parçası üzerinde çapak gibi istenemeyen kalıntılar varsa keski, çekiç veya zımpara ile temizlenir.
4. Kaynak parçasının göz ile kaynak kontrolü yapılır.

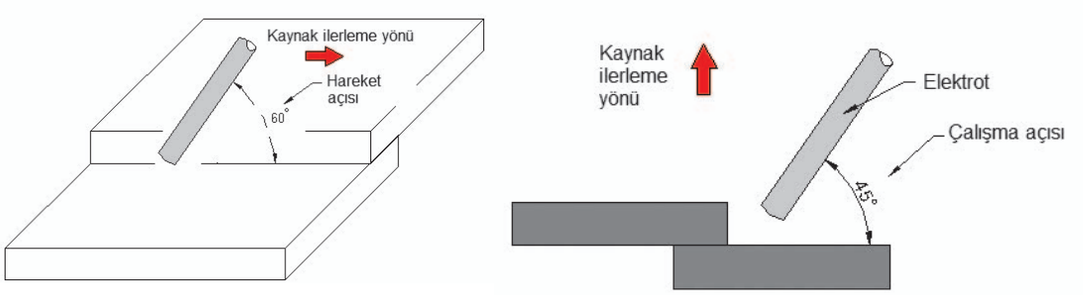


Görsel 7.3: Yatayda tamamlanmış küt ek kaynağı görünümü

7.2. YATAYDA BİNDİRME KAYNAĞI

Bindirme kaynağı, bir iş parçasının başka bir iş parçası üzerine bindirilmesi sonucu oluşan bölgenin kaynatılması ile gerçekleşir. Bindirme kaynağı aynı zamanda bir köşe kaynağıdır.

Görsel 7.4: Yatayda bindirme kaynağı uygulaması



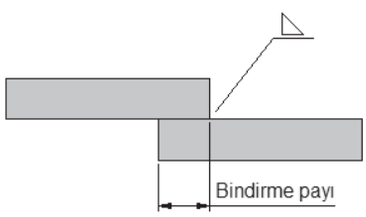
Şekil 7.2: Yatayda bindirme kaynağı şematik görünümü

Bindirme Kaynağında Uyulması Gereken İşlem Sıraları

1. Bu yöntemde, dikiş çekme için çalışma açısı 45 derecedir. İş güvenliği ekipmanlarından koruyucu gözlük kullanılması çok önemlidir.
2. Parçanın hareket yönünde ise 60 derecelik açı ile başlanıp, parçanın sonunda 90-100 derecelik açılara gelinerek işlem tamamlanmalıdır.
3. Özellikle bu kaynak pozisyonunda her iki iş parçasına da nüfuziyet oluşturulması gerekmektedir.
4. Yatay konumda bindirme kaynağı uygulamalarında nüfuziyet, torç ile salınım yapılmadan da sağlanabilir.
5. Salınım hareketleri genellikle kep genişliğinin istendiği durumlarda ve yüksek kalın malzemelerde nüfuziyete katkı sağlanması amacıyla yapılmaktadır.

Görsel 7.5: Yatayda tamamlanmış bindirme kaynağı görünümü

Bindirme payı genellikle tasarımcı çalışan tarafından belirlenmektedir fakat dayanım gücünün arttırılması istendiği takdirde bindirme payı arttırılmalıdır. Bindirme payı, en az, parça kalınlıklarının toplamı kadar olmalıdır.

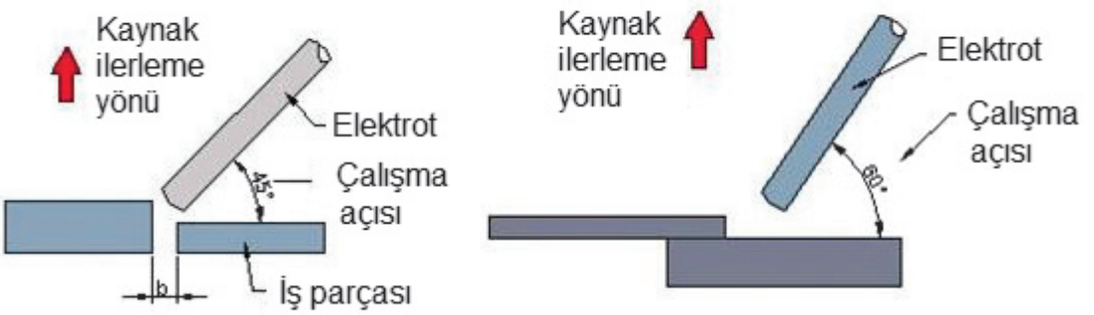


Şekil 7.3: Bindirme payı

7.3. YATAYDA KALINLIKLARI FARKLI PARÇALARIN KAYNAĞI

Kaynaklı imalatı yapılması planlanan iş parçaları her zaman aynı kalınlıkta olmayabilir. Kalınlıkları farklı parçaların birleştirilmesinde nüfuziyetin başarılı bir şekilde gerçekleşmesi için dikkat edilmesi gereken hususlar mevcuttur. Aynı zamanda farklı kalınlıktaki parçaların alın birleştirmeleri köşe kaynağına benzemektedir.

Görsel 7.6: Yatayda kalınlıkları farklı parçaların kaynağının uygulaması



Şema 7.4: Yatayda kalınlıkları farklı parçaların kaynağının şematik görünümü

Yatayda Kalınlıkları Farklı Parçaların Kaynağında Uyulması Gereken İşlem Sıraları

1. 60 derecelik elektrot açısı ile torç hareket ettirilerek kaynak yapılmalıdır.
2. Örtülü elektrot açılarında değişkenlik gösterilerek ark kalın parçaya doğru yönlendirilmelidir.
3. Kalın parçalarda nüfuziyet sağlanabilmelidir.
4. İnce parçalarda, fazla ısı girdisinden dolayı şekil değişimleri söz konusu olabilir.
5. Kalın parçalarda daha fazla nüfuziyet sağlanması amacıyla salınım hareketleri uygulanmalıdır.
6. Farklı kalınlık uygulamalarında kaynak operatörünü zorlayacak en büyük problem nüfuziyet yetersizlikleri olabilir.
7. Nüfuziyetin sağlanması için kaynak operatörü kaynak boyunca arkı iyice izlemeli ve kaynak metalinin parçaya nüfuz ettiğinden emin olmalıdır.

Görsel 7.7: Yatayda kalınlıkları farklı parçaların tamamlanmış kaynak görünümü

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. **Aşağıdakilerden hangisi kaynak işleminin başarılı bir şekilde uygulanabilmesinin ilk şartıdır?**
   A) Amper ayarı yapılmalıdır.
   B) Elektrot açısı ayarlanmalıdır.
   C) Kaynak ağzı açılmalıdır.
   D) Parça temizliği yapılmış olmalıdır.
   E) Punta bölgeleri zımpara ile temizlenmelidir.

2. **Aşağıdakilerden hangisi küt ek kaynağında elektrodun ilerleme yönüne doğru olan açısıdır?**
   A) 45-50 derece
   B) 55-60 derece
   C) 65-70 derece
   D) 75-80 derece
   E) 85-90 derece

3. **Aşağıdakilerden hangisi bindirme kaynağında elektrodun parça ile yaptığı açıdır?**
   A) 20 derece
   B) 30 derece
   C) 45 derece
   D) 60 derece
   E) 70 derece

4. **Aşağıdakilerden hangisi bindirme kaynağında elektrodun gidiş yönüne doğru ilerleme açısıdır?**
   A) 30 derece
   B) 45 derece
   C) 60 derece
   D) 75 derece
   E) 90 derece

5. **Aşağıdakilerden hangisi kalın parçalarda daha fazla nüfuziyet sağlamak için uygulanan işlemdir?**
   A) Köşe hareketi
   B) Parça hareketi
   C) Punta hareketi
   D) Salınım hareketi
   E) Torç hareketi

6. **Aşağıdakilerden hangisi yatayda kalınlıkları farklı parçaların kaynağında elektrodun gidiş yönüne doğru ilerleme açısıdır?**
   A) 10 derece
   B) 20 derece
   C) 30 derece
   D) 40 derece
   E) 60 derece

7. "Kaynaklı birleştirme yapılacak parçaların belirli aralıklarla ve kısa mesafeli dikişler ile sabitlenmesidir."

   Yukarıdaki cümlede tanımı yapılan kaynak çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?
   A) Bindirme kaynağı
   B) Direnç nokta kaynağı
   C) Kaynak ağzı
   D) Küt ek kaynağı
   E) Puntalama yapmak

8. "4 mm'den kalın bazı parçalarda birden fazla kaynak işlemi uygulanmasına denir."

   Yukarıdaki cümlede tanımı yapılan kaynak çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?
   A) Bindirme
   B) Çok pasolu
   C) Direnç nokta
   D) Kaynak ağzı
   E) Puntalama

9. "Bir iş parçasının başka bir iş parçasının üzerine bindirilmesi sonucu oluşan bölgenin kaynatılması ile gerçekleşir."

   Yukarıdaki cümlede tanımı yapılan kaynak çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?
   A) Alın kaynağı
   B) Bindirme kaynağı
   C) Direnç kaynağı
   D) Flanş kaynağı
   E) Küt ek kaynağı

8. ÖĞRENME BİRİMİ

ELEKTRİK ARK KAYNAĞI İLE YATAYDA KÖŞE KAYNAKLARI

ÖĞRENME BİRİMİ BÖLÜMLERİ

8.1. YATAYDA İÇ KÖŞE KAYNAĞI

8.2. YATAYDA DIŞ KÖŞE KAYNAĞI

8.3. YATAYDA FLANŞ KAYNAĞI

TEMEL KAVRAMLAR

- Yatayda iç köşe
- Yatayda dış köşe
- Yatayda flanş
- Salınım hareketleri

8. ELEKTRİK ARK KAYNAĞI İLE YATAYDA KÖŞE KAYNAKLARI

İki iş parçasından birinin yatay, diğerinin dikey olarak birleştirilmesi ile uygulanan köşe kaynağıdır.

8.1. YATAYDA İÇ KÖŞE KAYNAĞI

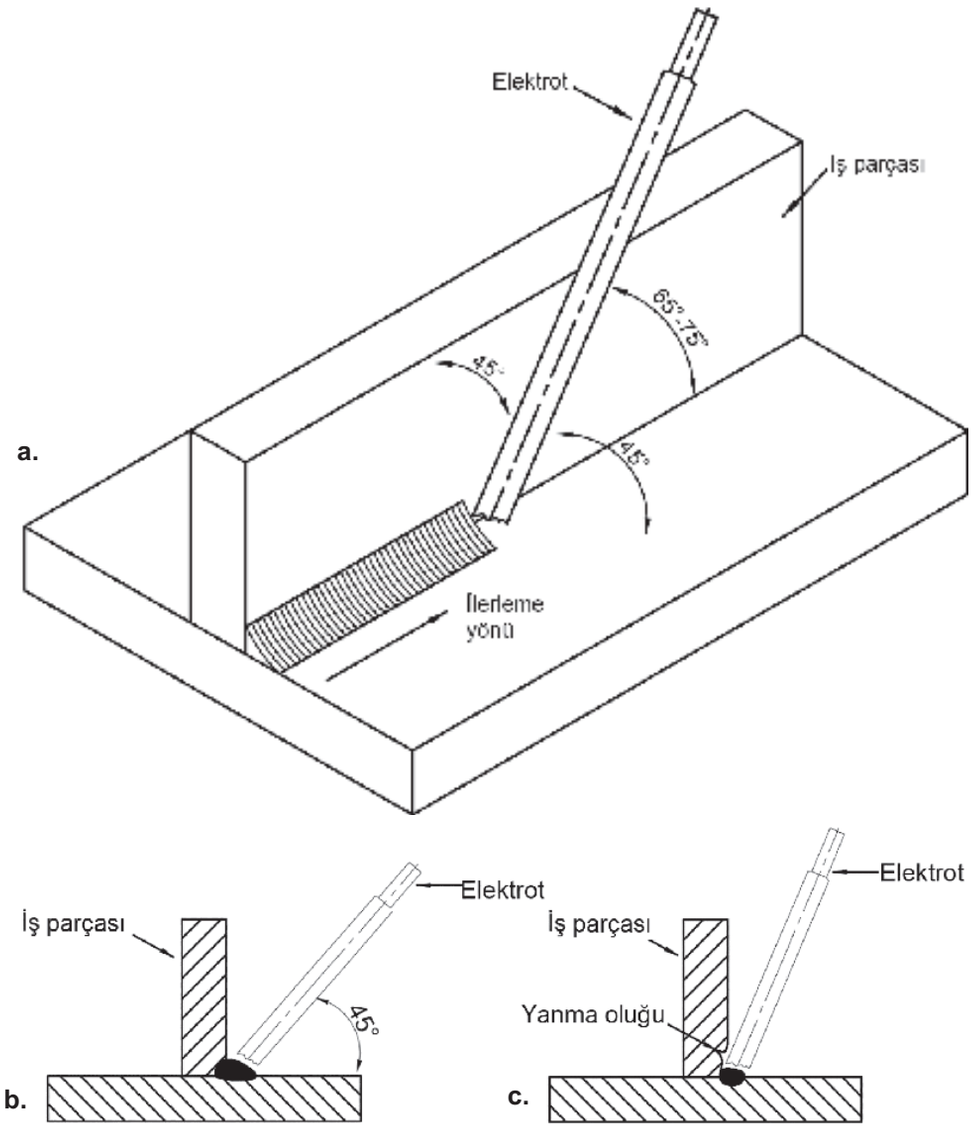
Kaynak operatörlerinin uygulamada en çok karşılaşacakları kaynak pozisyonlarından biridir. Bu pozisyonda yapılan kaynaklarda örtülü elektrodun açısı çok önemlidir.

8.1.1. Yatayda İç Köşe Kaynağı Uygulamaları

Yatayda İç Köşe Kaynağında Uygulanacak İşlem Sıraları

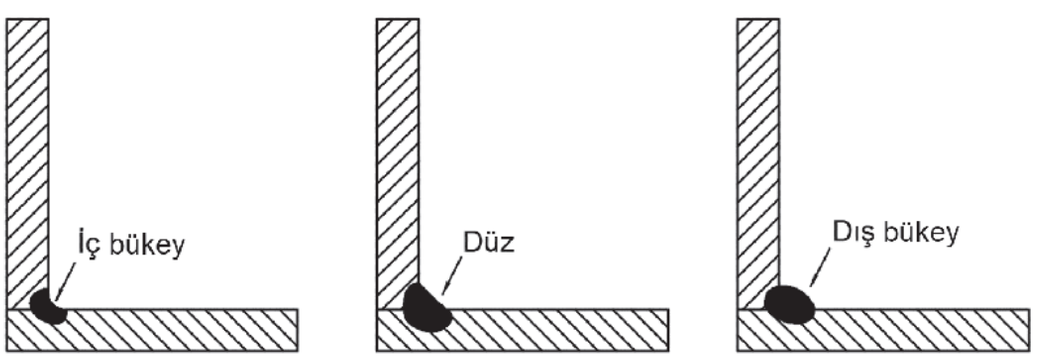
1. Yatayda iç köşe kaynağı yapılırken örtülü elektrot, iş parçası ile 45 derecelik açıda hareket ettirilmelidir.
2. Kaynak yönündeki açı ise 60 derece ile başlamalı ve kaynak bitimine doğru 90-100 derecelik açı ile tamamlanmalıdır.
3. Kaynak çalışanı, kaynak esnasında ortaya çıkan kaynağı gözlemleyerek doğru açılarda kaynak yaptığını takip etmelidir.
4. Bu yöntemde, tespit edilen uygun akım şiddetinde çalışılmalıdır.
5. Akım düşük olduğunda yetersiz nüfuziyet, akım yüksek olduğunda ise parçalar üzerinde yanma oluğu gibi çentik oluşumu söz konusu olur.

Görsel 8.1: Yatayda iç köşe kaynağı uygulaması



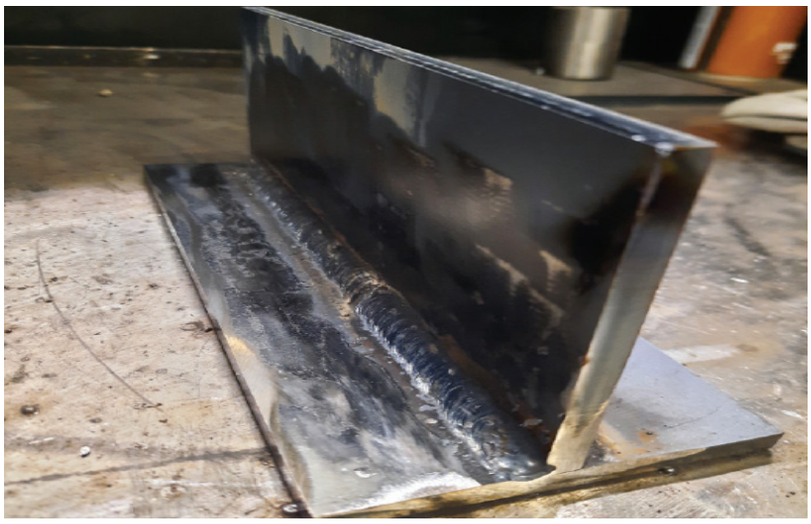
Şekil 8.1: a) Doğru uygulama perspektif görünüm b) Doğru elektrot açısı uygulama c) Hatalı elektrot açısı uygulama

Yapılan kaynak işlemi sonucunda kaynak dikişinin kep yüzeyinde iç, düz ve dış bükey kaynak formları elde edilir. Düz kaynak formu, en uygun kaynak formu olarak tanımlanabilir. Aynı zamanda düz kaynak formunun elektrot tüketimi az olur.



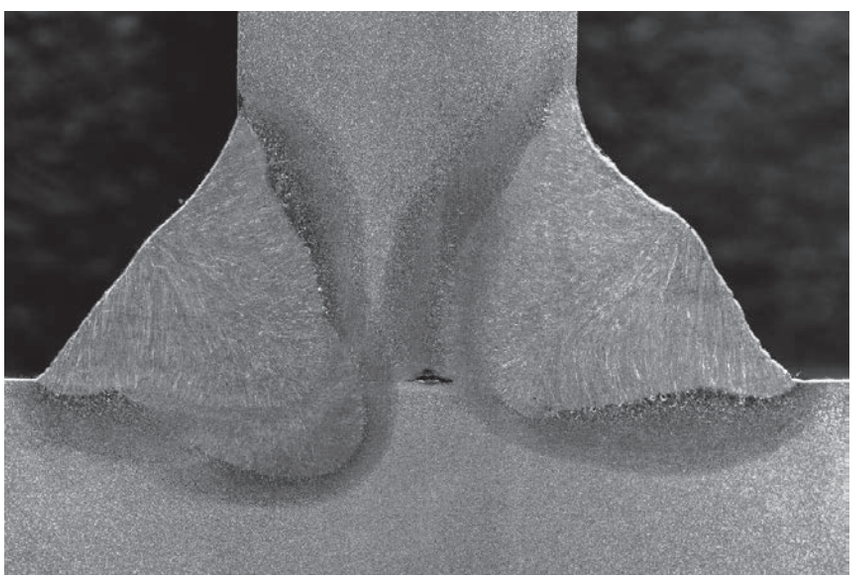
Şekil 8.2: Kaynak formları

Yapılan kaynak işlemi sonrasında kaynak kepi üzerinde oluşan cüruf tabakası kırılarak kaynak sonrası temizlik işlemi yapılmalıdır. Kaynak operatörü, yapmış olduğu kaynakları görsel muayene ederek herhangi bir kusur olmadığından emin olmalıdır.



Görsel 8.2: İç köşe kaynağı görüntüsü

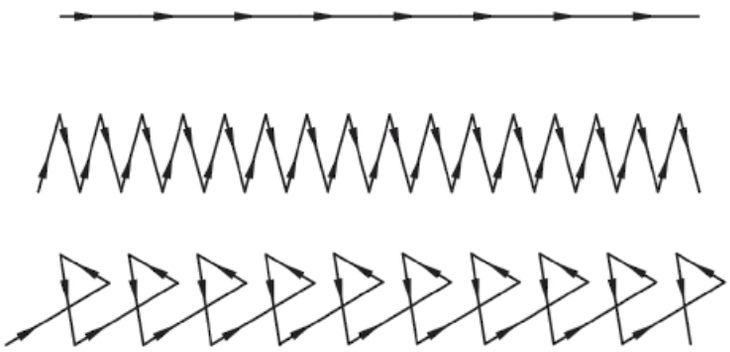
Kaynaklı iş parçasına, görsel muayene yapmak her zaman yeterli olmayabilir. Yapılan kaynak işleminin her iki iş parçasına da nüfuz ettiğinden emin olunmalıdır. Bu yüzden makro test yapılabilir. Makro test için iş parçası uygun yerden kesilir, zımparalama ve parlatma işlemi uygulanır. Bu işlemlerden sonra iş parçasına uygun kimyasal çözelti sürülerek kaynaklı bölgenin belirginleşmesi beklenir. Kaynak dolgusunun iş parçalarına nüfuziyeti kontrol edilir.



Görsel 8.3: Çift taraflı yatayda köşe kaynağına ait makro görüntü

8.1.2. İç Köşe Kaynağında Elektrot Hareketleri

Yatay pozisyonda yapılan kaynaklarda örtülü elektrodun çeşitli salınım hareketleri yapması istenmez. Salınım hareketi, örtünün görevi olan cürufun oluşumuna engel olabilmekte ve atmosferden koruyucu etkisini azaltabilmektedir. Yine de kalın parçalarda ya da çok fazla pasolu iş parçalarında aşağıdaki salınım hareketleri dikkatli bir şekilde uygulanabilir.



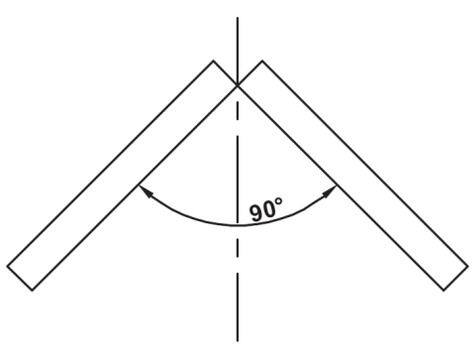
Şekil 8.3: İç köşe kaynağında elektrot hareketleri

8.2. YATAYDA DIŞ KÖŞE KAYNAĞI

Yatayda dış köşe kaynağı genellikle üç farklı şekilde uygulanır.

8.2.1. İki Kenarı Açık Dış Köşe Kaynağı

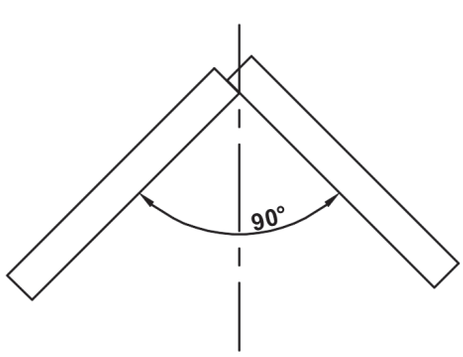
İki kenarı açık tipte yapılacak kaynaklı imalat operasyonunda, 3 mm'den kalın parçalarda çift taraflı kaynak yapılması gerekir.



Şekil 8.4: Dış köşe kaynağında açık köşe bağlama şekli

8.2.2. Yarı Açık Dış Köşe Kaynağı

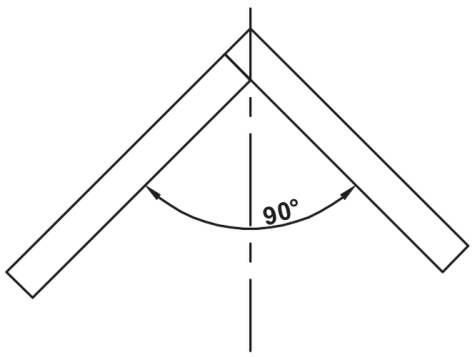
Yarı açık dış köşe kaynağı uygulamalarında nüfuziyetin başarılı bir şekilde gerçekleşmesi için iş parçasının her iki tarafına da kaynak uygulanır.



Şekil 8.5: Dış köşe kaynağında yarı açık köşe bağlama şekli

8.2.3. Kapalı Dış Köşe Kaynağı

Kapalı tip dış köşe kaynağı uygulamalarında dıştan kaynak ağzı açıldıktan sonra iş parçası hem içten hem dıştan kaynatılmalıdır.



Şekil 8.6: Dış köşe kaynağında kapalı köşe bağlama şekli

Kaynak operatörü, teknik resimde yer alan bağlantı türüne göre parçaları birbirine montajlar ve başarılı bir şekilde kaynağını gerçekleştirir.

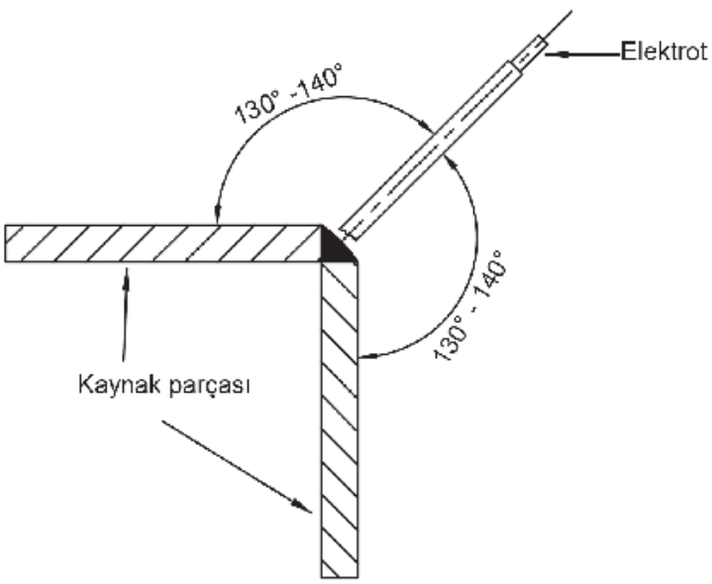
Görsel 8.4: Dış köşe kaynağı uygulaması

8.2.4. Yatayda Dış Köşe Kaynağı Uygulamaları

Yatayda Dış Köşe Kaynağında Uygulanacak İşlem Sıraları

1. Dış köşe kaynaklarında elektrodun açısı her iki iş parçasını ortalayacak şekilde olmalıdır.
2. Elektrot, parçalara 130-140 derecelik açılarda olmalıdır.
3. Bu açılar ile kaynak yapılmasındaki amaç, kaynak metalinin her iki iş parçasına da nüfuz etmesini sağlamaktır.
4. Nüfuziyet gerçekleşmediği takdirde kaynağın mekanik dayanımı yetersiz olur.

5. Dış köşe kaynaklarında genellikle salınım hareketi tercih edilmez.
6. Çok kalın parçalarda salınım hareketi uygulanabilir.
7. Buradaki en önemli husus, nüfuziyetin parçalara eşit bir şekilde dağılmış olmasıdır.



Şekil 8.7: Dış köşe kaynağında kapalı köşe bağlama şekli

Dış köşe kaynaklarında ısının etkisi ile iş parçasının şekil değiştirmesi istenmez. Kaynak sırasında ısı girdisinden kaynaklı şekil değişiminin en aza indirilmesi amacıyla seri imalatlarda kolay sıkmalı ve açmalı mastar (fikstür) ya da kalıp gibi gereçlerden faydalanılır. Seri imalat olmayan uygulamalarda iş parçası profil yardımı ile desteklenebilir. Aynı zamanda, montaj sırasında iş parçasına ters açılar verilerek -şekil değişse de- başarılı bir kaynak yapılması sağlanabilir.

Görsel 8.5: Dış köşe kaynağı görüntüsü

8.3. YATAYDA FLANŞ KAYNAĞI

Flanşlar, genellikle boru tipi malzemelerin ağız kısımlarına kaynatılmaktadır. Borularda bulunan flanşlar vasıtası ile tesisat içerisinde bulunan farklı tipteki boruların birbirine montajının yapılması mümkün olmaktadır. Bu kaynaklı ekipmanlar genellikle sızdırmazlık bağlantı elemanlarında ya da yüksek basınca dayalı sistemlerde kullanılır.

Görsel 8.6: Flanş kaynağı

Yatayda Flanş Kaynağında Uygulanacak İşlem Sıraları

1. Yatayda flanş kaynağında boru ve flanş en az üç farklı yerden puntalanarak kaynağa hazır hâle getirilir.
2. Bu kaynak yöntemi iç köşe kaynağı ile benzerlik gösterir.
3. Parçanın tasarımı uygun olduğu takdirde iki ya da üç seferde parçanın kaynağı tamamlanmalıdır.
4. Bu parçaların kaynağında döner fikstürlerin ve torcun sabit olduğu sistemler de mevcuttur.
5. Yatayda flanş kaynağı yapıldıktan sonra ilk olarak göz ile sonra da sıvı ile kaynak kontrolü yapılmalıdır.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. "İki iş parçasından birinin yatay, diğerinin dikey olarak birleştirilmesi ile uygulanır."
Yukarıdaki cümlede tanımı yapılan kaynak çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Yatayda boru birleştirme kaynağı
B) Yatayda köşe birleştirme kaynağı
C) Yatayda küt ek birleştirme kaynağı
D) Yatayda nokta birleştirme kaynağı
E) Yatayda profil birleştirme kaynağı

2. **Aşağıdakilerden hangisi köşe kaynaklarındaki dikişin kep yüzeyinde elde edilen kaynak formlarından biridir?**
A) Bükey form
B) Daire form
C) Dış bükey form
D) Eğri form
E) Köşe form

3. **Aşağıdakilerden hangisi elektrot tüketimi <u>en az</u> olan kaynak form çeşididir?**
A) Dış bükey form
B) Düz form
C) Eğri form
D) İç bükey form
E) Köşe form

4. **Aşağıdakilerden hangisi yatayda iç köşe kaynağında elektrodun parça ile olan açısıdır?**
A) 10 derece
B) 20 derece
C) 30 derece
D) 45 derece
E) 60 derece

5. **Aşağıdakilerden hangisi salınımlı elektrot hareketlerinin <u>en az</u> yapılması istenen kaynak yöntemidir?**
A) Yatayda boru kaynağı
B) Yatayda dış köşe kaynağı
C) Yatayda iç köşe kaynağı
D) Yatayda küt ek kaynağı
E) Yatayda bindirme kaynağı

6. **Aşağıdakilerden hangisi dış köşe kaynaklarındaki ısı etkisini <u>azaltmak için</u> yapılan işlemdir?**
A) Açık alanda kaynak yapmak
B) En az punta ile kaynak yapmak
C) Kapalı alanda kaynak yapmak
D) Kolay sıkmalı ve açmalı mastar kullanmak
E) Yüksek amperde kaynak yapmak

7. Aşağıdakilerden hangisi 3 mm'den kalın parçalarda çift taraflı kaynak yapılması istenen dış köşe kaynağı uygulamasıdır?

A) Dört kenarı açık dış köşe kaynağı
B) İki kenarı açık dış köşe kaynağı
C) Kapalı dış köşe kaynağı
D) Üç kenarı açık dış köşe kaynağı
E) Yarı açık dış köşe kaynağı

8. Aşağıdakilerden hangisi kaynak ağzı açılan dış köşe kaynağı uygulamasıdır?

A) Dört kenarı açık dış köşe kaynağı
B) İki kenarı açık dış köşe kaynağı
C) Kapalı dış köşe kaynağı
D) Üç kenarı açık dış köşe kaynağı
E) Yarı açık dış köşe kaynağı

9. Aşağıdakilerden hangisi yatayda dış köşe kaynağında elektrodun parça ile olan açısıdır?

A) 30-40 derece
B) 60-70 derece
C) 90-100 derece
D) 130-140 derece
E) 150-160 derece

10. Aşağıdakilerden hangisi yatayda flanş kaynağının kullanıldığı yerlerden biri <u>değildir</u>?

A) Akışkan iletim yerleri
B) Düşük basınç istenen yerler
C) Düz plaka bağlantı yerleri
D) Sızdırmazlık istenmeyen yerler
E) Yüksek basınç istenen yerler

11. Aşağıdakilerden hangisi yatayda flanş kaynağında uygulanacak <u>en az</u> punta sayısıdır?

A) 1
B) 2
C) 3
D) 4
E) 5

12. Aşağıdakilerden hangisi yatayda flanş kaynağının benzerlik gösterdiği kaynak yöntemidir?

A) Yatayda alın kaynağı
B) Yatayda boru kaynağı
C) Yatayda dış köşe kaynağı
D) Yatayda iç köşe kaynağı
E) Yatayda küt ek kaynağı

9. ÖĞRENME BİRİMİ

ELEKTRİK ARK KAYNAĞI İLE YATAYDA KÜÇÜK ÇAPLI BORU VE PROFİL KAYNAĞI

ÖĞRENME BİRİMİ BÖLÜMLERİ

9.1. YATAYDA KÜÇÜK ÇAPLI BORULARIN KÜT EK KAYNAĞI

9.2. YATAYDA KÜÇÜK ÇAPLI BORULARIN T KAYNAĞI

9.3. YATAYDA PROFİL VE BORULARIN ALIN KAYNAĞI

9.4. YATAYDA PROFİL VE BORULARIN KÖŞE KAYNAĞI

TEMEL KAVRAMLAR

- Boru kaynağı
- Küt ek boru
- Profil kaynağı
- PH ve PJ pozisyonları

9. ELEKTRİK ARK KAYNAĞI İLE YATAYDA KÜÇÜK ÇAPLI BORU VE PROFİL KAYNAĞI

Metal sektöründe sıvı ve gazların iletilmesinde kullanılan yuvarlak boru profilleridir.

9.1. YATAYDA KÜÇÜK ÇAPLI BORULARIN KÜT EK KAYNAĞI

Basınçlı hatlarda kullanılan borularda sızdırmazlığın sağlanması amacı ile alın alına kaynak pozisyonu işlemi uygulanır.

9.1.1. Borular ve Boruların Kullanımı

Endüstriyel uygulamalarda bir yerden başka bir yere sıvı, gaz gibi ürünleri aktarmaya yarayan, içi boş, uzun ve silindirik yapılardır. Dikişli, dikişsiz plastik ve metalik olmak üzere iki farklı tipi mevcuttur.

Evlerde kullanılan suyu çeşmeye ulaştıran az basınçlı borular, dikişli metalik galvanizli tesisat borularıdır. Aynı zamanda evlerde doğal gazı taşıyan borular mevcuttur. Bu yönüyle bakıldığında borular günlük hayatın vazgeçilmez bir unsurudur.

Doğal gazın ve petrolün taşınmasında ya da hidrolik sistemlerde dikişsiz boru tipleri büyük bir öneme sahiptir. Sanayi tipi büyük borular vasıtası ile bir ülkeden başka bir ülkeye, denizin altından çeşitli yanıcı gaz ya da sıvılar taşınabilmektedir.

Boru ölçümünde genellikle **parmak (inç)** ifadesi kullanılır. "Ø1/2" (yarım), "Ø3/4" (üççeyrek) ve "Ø1" (bir) parmak anlamına gelmektedir.

Görsel 9.1: Metal boru çap ölçümü

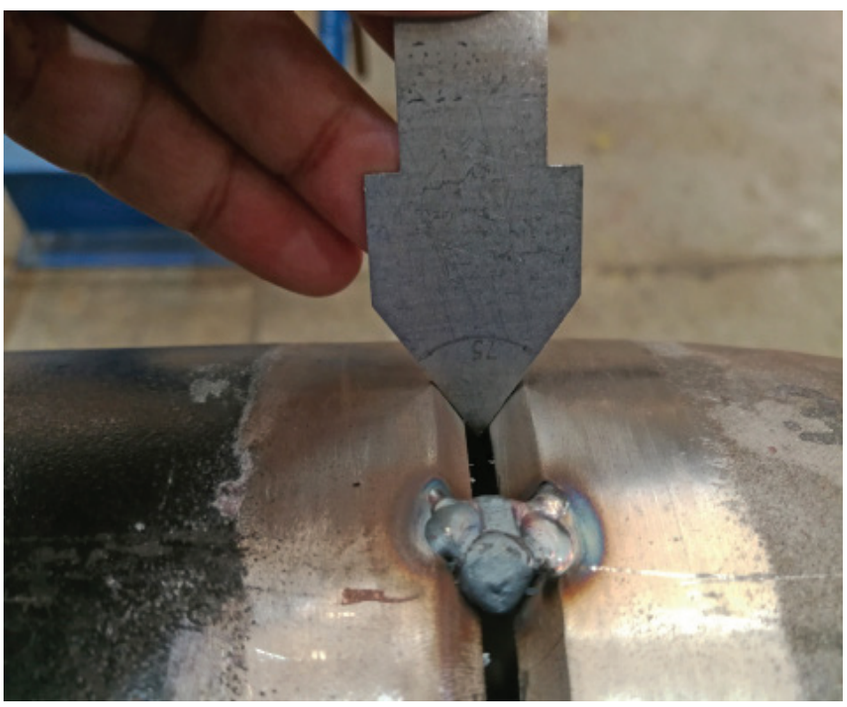
9.1.2. Boruların Kaynağa Hazırlanması ve Kaynak Ağzı Uygulaması

Boruların kaynağa hazırlanmasında çok gerekmedikçe kaynak ağzı uygulanmamaktadır.

Boruların Kaynağa Hazırlanmasında Uygulanacak İşlem Sıraları

1. Borular, öncelikle tasarımcının belirlediği ölçülere uygun hâle getirilir.
2. Borunun kesilmesi gerekiyorsa ilk adım olarak markalama yapılır.

3. Markalama yapıldıktan sonra el testeresi, boru kesme makinesi, oksi-gaz ve plazma gibi kesim türlerinden biri tercih edilir ve kesme işlemi uygulanır.
4. Daha sonra kesim yüzeyi zımpara ile temizlenir.
5. Boru kaynaklarında, 4 mm ve üstü malzemelerde kaynak ağzı açılması gerekebilir.
6. Kaynak ağzı genellikle "V" şeklinde 60 derecelik açı ile yapılmaktadır.
7. Kaynak ağzı, nüfuziyet sağlanması amacıyla uygulanır.



Görsel 9.2: Boru kaynağı öncesi kaynak ağzı hazırlığı

9.1.3. Boru Kaynaklarında Kullanılan Elektrot Tipleri ve Kaynak Pozisyonları

Özellikle boru imalatı için hazırlanmış çeşitli bazik ve selülozik karakterli elektrot tipleri mevcuttur.

Boru Kaynaklarında Kullanılan Elektrotların Özellikleri

- Bazik ve selülozik karakterli elektrotlar, daha düşük amperlerde kaynak yapma imkânı olmasından dolayı kök paso uygulamalarında avantaj sağlamaktadır.
- Yukarıdan aşağıya ya da aşağıdan yukarıya doğru yapılan zor pozisyon kaynaklarında da tercih edilebilir.
- Doğal gaz, ham petrol ve benzeri boru hatlarının kaynağında, kök ve dolgu pasolarını atmak için kullanılır.
- Aynı zamanda elektrodun tutuşması kolaydır.

Görsel 9.3: Boru kaynağı uygulaması

Boruların endüstriyel alanlarda kullanımı nedeniyle birçok kaynak pozisyonunda uygulaması mevcuttur. Bu nedenle kaynak operatörünün hangi pozisyonda kaynak yapması gerektiği de tanımlanmalıdır.

Bazı Endüstriyel Uygulamalarda Kaynak Pozisyonlarının Tanımlamaları

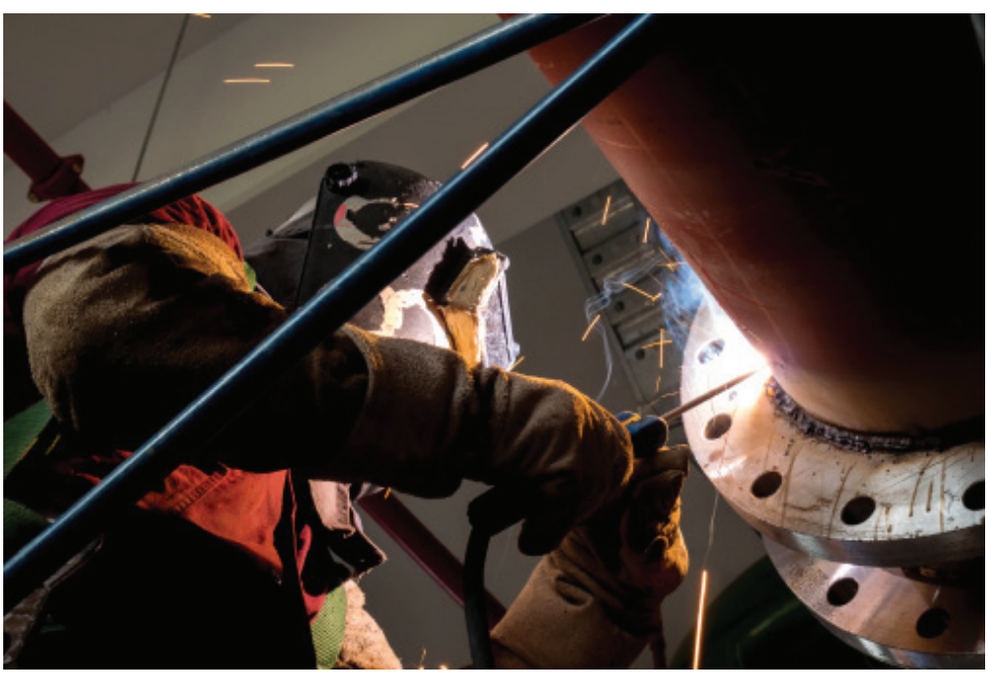
- PA pozisyonu düz kaynak türünde uygulanır. Torcun sabit tutulup boruların döndürülmesi ile kaynak gerçekleştirilir.
- PC pozisyonu ise yatay ya da korniş kaynak türünde uygulanır. Boru sabit olur, operatör hareket ederek kaynağı tamamlar.
- PH pozisyonunda boru sabit durumdayken aşağıdan yukarıya doğru kaynak yapılabilir.
- PJ pozisyonunda boru sabit durumdayken yukarıdan aşağıya doğru kaynak yapılabilir.
- H-L045 pozisyonunda aşağıdan yukarıya doğru kaynak yapılabilir.
- J-L045 pozisyonunda yukarıdan aşağıya doğru borunun 45 derecelik açı ile durduğu kaynak uygulaması yapılabilir.

Görsel 9.4: Farklı pozisyonda tamir kaynağı uygulaması

9.1.4. Küt Ek Boru Kaynağı Uygulamaları

Küt Ek Boruların PH Pozisyonundaki Kaynak Uygulamasında İşlem Sıraları

1. Sabit bir boruya PH pozisyonunda kaynak yapılması istendiğinde elektrodun 70-80 derecelik açılarda tutulması gerekmektedir.
2. Torcun hareketi aşağıdan yukarıya doğru olmalıdır.
3. İlk olarak kök paso uygulaması yapılmalıdır.
4. Kök paso uygulamasında nüfuziyetin yüzde yüz olması ve borunun iç tarafında kök oluşması beklenir.
5. Buralarda yapılan kaynak akım değeri, sıcak paso akım değerlerine göre bir miktar düşük olabilir. Aksi takdirde fazla eriyen elektrot, borunun içine akma gösterebilir. Kök paso başarılı bir şekilde uygulandıktan sonra sıcak paso ile ikinci ya da üçüncü pasolar uygulanabilir. Paso sayısı, parçanın kalınlığına göre değişkenlik gösterir.
6. Salınım hareketleri, kök ve sıcak pasolarda uygulanabilir. Salınımın amacı her iki boru kesitine de yeterli nüfuziyeti sağlamaktır.



Görsel 9.5: PH pozisyonunda kaynak uygulaması

Küt Ek Boruların PJ Pozisyonundaki Kaynak Uygulamasında İşlem Sıraları

1. Sabit bir boruya PJ pozisyonunda kaynak yapılması istendiğinde yukarıdan aşağıya doğru kaynak uygulanabilmektedir.
2. Pozisyonlar değişkenlik gösterdikçe kullanılan kaynak amper değeri de değişkenlik göstermektedir.

3. Kök paso işleminden sonra kaynaklı bölgedeki cüruflar çeşitli el aletleri ile temizlenmelidir.
4. Temizleme işlemi yapılmadan sıcak paso kaynakları uygulanmamalıdır. Aksi takdirde kaynak pasolarının arasında cüruf kalabilir. Bu durum, kaynakta nüfuziyet eksikliğine ve mekanik dayanım kayıplarına yol açmaktadır.

Görsel 9.6: PJ pozisyonunda kaynak uygulaması

Görsel 9.7: Tamamlanmış boru kaynakları

9.2. YATAYDA KÜÇÜK ÇAPLI BORULARIN T KAYNAĞI

Borulardan birinin diğer bir borunun gövdesine kaynatılması ile yapılan birleştirme şeklidir. Birleştirme tamamlandığında "T" harfine benzediğinden **T kaynağı** olarak adlandırılmaktadır.

Görsel 9.8: Boru T kaynağı uygulaması

Küçük Çaplı Boruların Kaynak Uygulamasında İşlem Sıraları

1. İki borunun birbirine alıştırılması ve boruların temas ettiği ara kesit yüzeyinin delinerek alınması gerekir.
2. Delme işlemi matkap ya da panch ile yapılabilir.
3. Borulardan birinin ara kesit yüzeyi çıkartıldıktan sonra kaynaklı bölgeler zımpara ile temizlenir.
4. Zımparalama işleminden sonra her iki boru birbirine alıştırılır ve en az üç farklı yerden puntalanır.
5. Puntalama esnasında boruların ekseninde kaçak olmamasına dikkat edilmelidir.
6. Kaynak sırasında elektrot açısı her noktada farklıdır. Bu nedenle torç, 70-80 derecelik açı yapacak şekilde tutulmalıdır.
7. Ark boyu, elektrot çapı kadar olmalıdır.
8. Dönüş hareketi yapılırken bu ark boyunun sabit kalmasına özen gösterilmelidir.

Bu tip birleştirmelerde kaynak sonrası sızdırmazlık testi yapılabilir. Sızdırmazlık testi, boruların içerisine hava ya da su verilerek belirli basınç altında kaynaklı bölgelerin kontrol edilmesidir. Başarılı bir kaynakta, bu bölgelerden herhangi bir kaçak olmaması gerekir.

9.3. YATAYDA PROFİL VE BORULARIN ALIN KAYNAĞI

Profil borular, piyasada genellikle kare ve dikdörtgen şeklinde bulunmaktadır. 0,7 mm ile 12 mm arasındaki farklı kalınlıklarda üretimi gerçekleştirilmektedir. Standart boyları 6 metredir. Bu tarz profiller çelik konstrüksiyon evlerin, pencere korkuluklarının ve merdivenlerin yapımında çok fazla kullanılmaktadır.

Profil boruların alın alına getirilmesiyle yapılan birleştirmeye **profil boruların alın kaynağı** denir. Profil boru kaynağında genellikle rutil elektrotlar tercih edilir. Rutil elektrot ile kaynaklı birleştirmeler kolayca yapılabilmektedir.

Profil ve Boruların Alın Kaynağı Uygulamasında İşlem Sıraları

1. Profil borular 4 mm'ye kadar kaynak ağzı açılmadan da kaynaklanabilir.
2. Profil borular, yatayda köşebent içinde en az üç yerinden puntalanmalıdır.
3. Profil boruların alın yüzeyleri kaynak öncesinde keskin köşelerden ve oksit tabakalarından temizlenmelidir.
4. Uygulamada kullanılacak olan elektrodun paketinde ya da sertifikasında kullanılması gereken kaynak amper değerleri üretici firma tarafından belirtilmektedir.
5. Pratik olarak da "elektrot çapı × 40 A" olarak hesaplanabilir. 80 derecelik açı ile kaynak yapılması mümkündür.
6. Kaynak başlangıç ve bitiş noktalarında hata oluşturulmaması gerekir.
7. Kaynağı bitirirken başlangıç noktasının 50 mm kadar geçilmesi tavsiye edilir.

Görsel 9.9: Yatayda profil ve boruların kaynağı

9.4. YATAYDA PROFİL VE BORULARIN KÖŞE KAYNAĞI

Profil boruların birbiriyle genellikle 90 derecelik açı ile kaynatılmasında ortaya çıkan birleştirme şeklidir.

Köşe kaynağında uygulanan akım değerleri, profil boruların alın kaynağındaki gibidir. Tasarım gereği köşe birleştirmelere ihtiyaç duyulabilir.

Profil ve Boruların Köşe Kaynağı Uygulamasında İşlem Sıraları

1. Profil boruların uçları genellikle 45 derecelik açı ile kesilerek köşe kaynağına hazırlanır.
2. Profil borular, açılı gönyeler yardımıyla en az üç yerinden puntalanmalıdır.
3. Profil borular, 4 mm'ye kadar kaynak ağzı açılmadan da kaynaklanabilir.
4. Profil boruların köşe yüzeyleri kaynak öncesinde keskin köşelerden ve oksit tabakalarından temizlenmelidir.
5. Uygulamada kullanılacak olan elektrodun paketinde ya da sertifikasında kullanılması gereken kaynak amper değerleri üretici firma tarafından belirtilmektedir.
6. Pratik olarak da "elektrot çapı × 40 A" olarak hesaplanabilir.
7. Köşe kaynağındaki açılara göre kaynak yapılır.

Görsel 9.10: Yatayda profillerin köşe kaynağı uygulaması

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. "Endüstriyel uygulamalarda bir yerden başka bir yere; sıvı, gaz gibi ürünleri aktarmaya yarayan, içi boş, uzun ve silindirik yapılardır."

   Yukarıdaki cümlede tanımı yapılan profil çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?
   A) Borular
   B) Köşebentler
   C) Lamalar
   D) NP (Nervürlü profiller)
   E) Silmeler

2. **Aşağıdakilerden hangisi torcun sabit tutulup boruların döndürülmesi ile yapılan kaynak pozisyonudur?**
   A) PA
   B) PC
   C) PH
   D) PJ
   E) PL

3. **Aşağıdakilerden hangisi boruların kaynak ağzı için sahip olması gereken en az et kalınlığıdır?**
   A) 1 mm
   B) 1,5 mm
   C) 2 mm
   D) 3 mm
   E) 4 mm

4. **Aşağıdakilerden hangisi borunun sabit olup, operatörün aşağıdan yukarıya doğru hareket ederek yaptığı kaynak pozisyonudur?**
   A) PA
   B) PC
   C) PH
   D) PJ
   E) PL

5. **Aşağıdakilerden hangisi boru sabit durumdayken yukarıdan aşağıya yapılan kaynak pozisyonudur?**
   A) PA
   B) PC
   C) PH
   D) PJ
   E) PL

6. Aşağıdakilerden hangisi boruların kaynağa hazırlanmasında kaynak ağzı için gerekli olan "V" ağız açısıdır?

A) 20 derece
B) 45 derece
C) 60 derece
D) 75 derece
E) 90 derece

7. Aşağıdakilerden hangisi yuvarlak boruların kaynağında tercih edilen elektrot tipidir?

A) Bazik tip
B) Bazik ve selülozik tip
C) Dolgu tip
D) Rutil tip
E) Selülozik tip

8. Aşağıdakilerden hangisi küt ek boruların PH pozisyonundaki elektrot tutuş açısıdır?

A) 30-40 derece
B) 50-60 derece
C) 70-80 derece
D) 90-100 derece
E) 110-120 derece

9. Aşağıdakilerden hangisi küt ek boruların PJ kaynak pozisyonu uygulamasındaki işlem sıralarından biri <u>değildir?</u>

A) Pasolar arası cüruflar temizlenir.
B) PJ kaynak pozisyonu yukarıdan aşağıya doğru uygulanır.
C) Pozisyona göre amper ayarı yapılır.
D) Sıcak paso kaynakları temizleme işleminden önce yapılır.
E) Temizleme işlemi yapılır.

10. Aşağıdakilerden hangisi boruların kaynağında tercih edilen elektrot tiplerinin özelliklerinden biri <u>değildir?</u>

A) Daha düşük amperlerde kaynak yapılabilmesi
B) Elektrodun çok ucuz olması
C) Elektrodun tutuşmasının kolay olması
D) Kök ve dolgu pasolarını atmak için kullanılması
E) Zor pozisyon kaynaklarında tercih edilmesi

11. "Yuvarlak borulardan birinin diğer bir borunun gövdesinin ortasına dik olarak kaynatılması ile yapılan birleştirme şeklidir."

Yukarıdaki cümlede tanımı yapılan kaynak yöntemi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Boru alın kaynağı
B) Boru bindirme kaynağı
C) Boru köşe kaynağı
D) Boru küt ek kaynağı
E) Boru T kaynağı

12. Aşağıdakilerden hangisi küçük çaplı boruların kaynağında uygulanacak işlem sıralarından biri <u>değildir?</u>

A) Ark boyu elektrot çapı kadar olmalıdır.
B) Ark boyunun sabit kalmasına özen gösterilmelidir.
C) En az iki farklı yerden puntalanır.
D) Kaynak sırasında elektrot açısı her noktada farklıdır.
E) Kaynaklı bölgeler zımpara ile temizlenir.

13. "Profil boruların alın alına getirilmesiyle yapılan birleştirmeye denir."

Yukarıdaki cümlede tanımı yapılan kaynak yöntemi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Profil boru alın kaynağı
B) Profil boru bindirme kaynağı
C) Profil boru dirsek kaynağı
D) Profil boru köşe kaynağı
E) Profil boru T kaynağı

14. Aşağıdakilerden hangisi köşeli profil boru kaynağında genellikle tercih edilen elektrot tiplerinden biridir?

A) Bazik tip B) Dolgu tip C) Örtüsüz tip D) Rutil tip E) Selülozik tip

15. Aşağıdakilerden hangisi profil boruların standart boy ölçüsüdür?

A) 3 m B) 4 m C) 5 m D) 6 m E) 7 m

16. Aşağıdakilerden hangisi profil boruların kullanıldığı yerlerden biri <u>değildir?</u>

A) Bahçe kapıları
B) İnşaat betonları
C) Kapı doğramaları
D) Merdiven yapımı
E) Pencere korkulukları

17. "Profil boruların birbiriyle genellikle 90 derecelik açı ile kaynatılmasında ortaya çıkan ortakayıt birleştirmeye denir."

Yukarıdaki cümlede tanımı yapılan kaynak çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Profil boru alın kaynağı
B) Profil boru bindirme kaynağı
C) Profil boru dirsek kaynağı
D) Profil boru köşe kaynağı
E) Profil boru T kaynağı

18. Aşağıdakilerden hangisi dirsek yapımında profil boru uçlarının kesilmesinde kullanılan açıdır?

A) 30 derece B) 45 derece C) 60 derece D) 75 derece E) 80 derece

19. Aşağıdakilerden hangisi profil boruların kaynağında pratik olarak kullanılan akım değerlerinin hesaplama yöntemidir?

A) Elektrot çapı × 10 A
B) Elektrot çapı × 20 A
C) Elektrot çapı × 30 A
D) Elektrot çapı × 40 A
E) Elektrot çapı × 50 A

10. ÖĞRENME BİRİMİ

KAYNAK HATALARI

ÖĞRENME BİRİMİ BÖLÜMLERİ

10.1. KAYNAK HATA ÇEŞİTLERİ

10.2. ARK ÜFLEMESİ

TEMEL KAVRAMLAR

- Yetersiz nüfuziyet
- Çatlak hatası
- Sıçrantı hatası
- Yanma oluğu

10. KAYNAK HATALARI

Kaynaklı imalatı yapılmış ürünün mekanik dayanımında kayıplara yol açabilen kusurlara **kaynak hatası** denir.

10.1. KAYNAK HATA ÇEŞİTLERİ

Kaynak operatörünün kaynak hızı, torç tutuşu, uygun kaynak parametresinde çalışmaması gibi etkenler nedeniyle kaynak hatası gerçekleşebilir. Aynı zamanda uygun örtülü elektrot seçilmemesi, doğru pozisyonda kaynak yapılmaması gibi sebeplerden de kaynaklanabilir.

Genel Olarak Kaynak Hata Çeşitleri

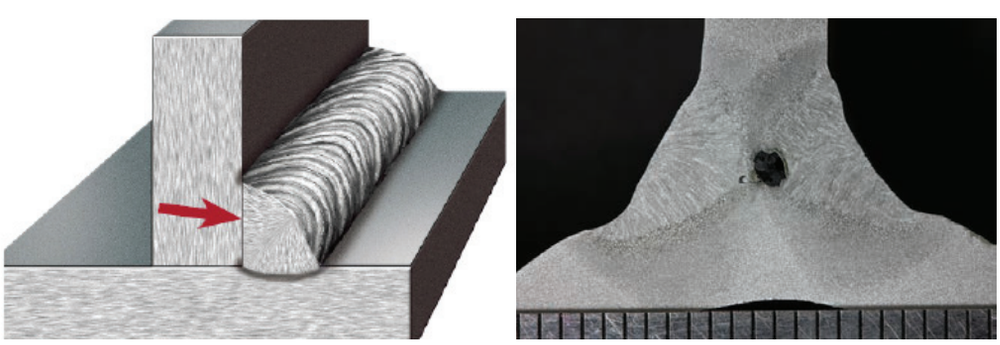
- Yetersiz nüfuziyet
- Çatlaklar
- Sıçrantılar (Ark sıçraması)
- Yanma oluğu
- Gözenekler
- Çarpılma (Şekil değişimi)

10.1.1. Yetersiz Nüfuziyet

Kaynak sırasında ergiyen örtülü elektrodun iş parçası ile tam olarak birleşmemesine **yetersiz nüfuziyet** denir. İş parçasının servis ömrünü çok fazla kısaltan bir hatadır. Bu hata sonucunda iş parçasında çatlak ya da kırılmalar gözlemlenebilir.

Yetersiz Nüfuziyetin Nedenleri

- Örtülü elektrodun iş parçasına uygun seçilmemesi
- Akımın düşük olması
- Kaynak hızının fazla olması
- Dar açılı kaynak ağzı uygulanması
- Elektrot çapının büyük seçilmesi



Görsel 10.1: Yetersiz nüfuziyete ait makro görünüm

Yetersiz Nüfuziyeti Önleyebilmek İçin Yapılması Gerekenler

- Örtülü elektrodun kimyasal kompozisyonu ile iş parçasının kimyasal kompozisyonu aynı ya da yakın tercih edilir.
- Kaynak akımı arttırılarak ergime gücü sağlanır.

- Kaynak hızının yavaşlatılması ile nüfuziyet arttırılır.
- Kaynak ağzı, standartlara uygun seçilir ve ağız açısı 60 dereceye getirilir.
- Elektrot çapı küçük tercih edilir.

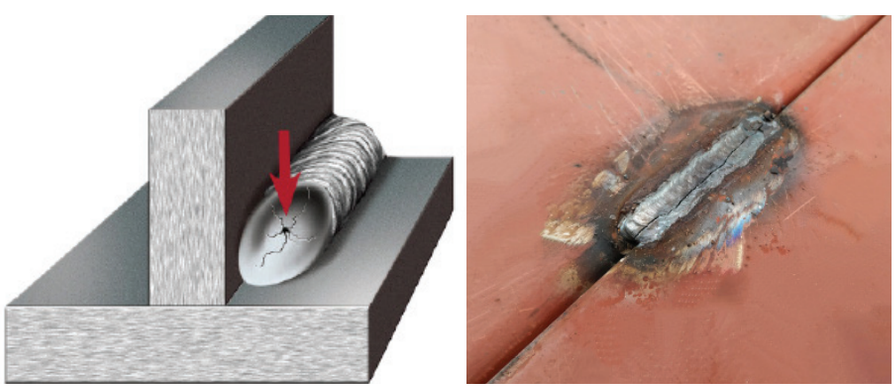
10.1.2. Çatlaklar

Kaynak yüzeyinde ya da içinde oluşan aralıklara **çatlak** denir. Çatlaklar, mekanik yükler altında aralıkların genişlemesi ile kırıklara dönüşebilir. Bu nedenle iş parçasında kesinlikle çatlak istenmez.

Çatlaklar aynı zamanda kaynak başlangıç ve bitiş noktalarında krater çatlakları olarak da görülebilir. Burada görülen çatlaklar hızlı soğuma neticesinde gerçekleşmektedir.

Çatlak Oluşumunun Nedenleri

- Kaynak elektrodunun uygun seçilmemesi, çalışma ortamının ihtiyacı olan mukavemeti karşılayamaması
- Montaj işleminin gergin ve uygun puntalama ile yapılmaması
- Kaynak kep genişliğinin düşük olması, parçayı yeterince saramaması
- Kaynak ağzının yeterli olacak şekilde açılmaması
- İş parçasının hızlı soğuması



Görsel 10.2: Çatlak hatasına ait kaynak görünümü

Çatlak Oluşumunu Önleyebilmek İçin Yapılması Gerekenler

- İş parçasından beklenen mekanik özellikleri karşılayabilecek elektrot seçilir.
- Montaj sırasında aralıklı ve aynı mesafede puntalama işlemi yapılır.
- Kaynak kep genişliği arttırılır.
- Kaynak ağzında bulunan kusurlar giderilir.
- İş parçasının hızlı soğuması engellenir.

10.1.3. Sıçrantılar (Ark Sıçraması)

İş parçası üzerinde, kaynak metali dışında oluşan birikintilere **sıçrantı** denir. Sıçrantılar, malzeme yüzeyinin kirlenmesine ve ergimesi gereken metalde kayıplara yol açmaktadır. Ekstra temizlik yapılarak işçilik bakımından da zaman kayıplarına neden olabilir.

Sıçrantı Oluşumunun Nedenleri

- Kaynak akımının çok yüksek olması
- İş parçasının yüzeyinin paslı ve nemli olması
- Örtülü elektrodun nemli olması
- Ark boyunun yüksek tutulması

Sıçrantı Oluşumunu Önleyebilmek İçin Yapılması Gerekenler

- Uygun kaynak akımı tercih edilir.
- İş parçası üzerinde mekanik temizleme yapılır.
- Örtülü elektrot, kurutma işleminden sonra kullanılır.
- Torç, iş parçasına olan mesafesi sabit tutularak hareket ettirilir.

Görsel 10.3: Sıçrantı hatası

10.1.4. Yanma Oluğu

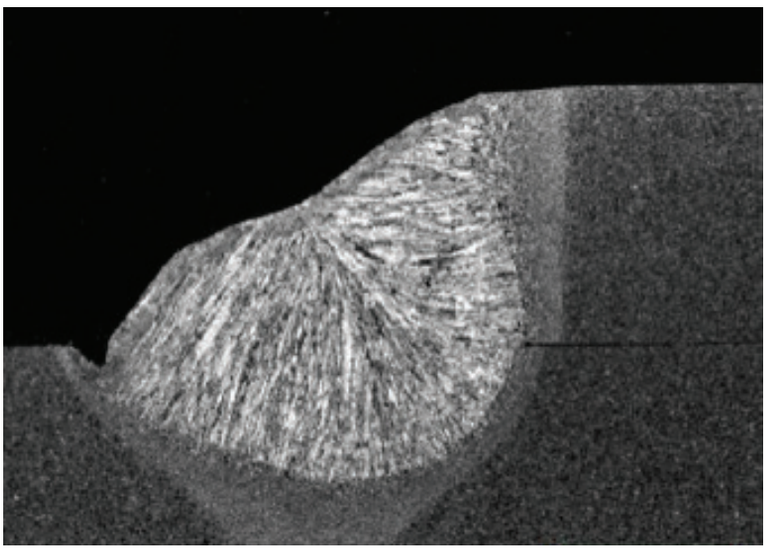
İş parçasının kaynak kenar yüzeylerinde oluşan çukurlara **yanma oluğu** denir. Yanma oluğu, mekanik yüke maruz kalan iş parçası için en tehlikeli bölgedir. Tekrarlayan yükler altında, çatlak oluşumunun bu bölgede meydana gelmesi beklenir.

Yanma Oluğu Oluşumunun Nedenleri

- Yüksek amper aralığında çalışmak
- Yanlış elektrot hareketi yapmak
- Yavaş kaynak hızında hareket etmek

Yanma Oluğu Oluşumunu Önleyebilmek İçin Yapılması Gerekenler

- Kaynak akımı düşürülür.
- Elektrot, kaynak orta ekseni boyunca ilerletilir.
- Kaynak hızı arttırılır.



Görsel 10.4: Yanma oluğu hatası

10.1.5. Gözenekler

Kaynak yüzeyinde ya da içinde meydana gelen boşluklara **gözenek** denir. Gözenekler, iş parçasının ömrünü azaltan kaynak hatalarındandır. Bundan dolayı kaynak operatöründen, gözenek oluşumuna sebebiyet vermeden kaynaklı imalat adımlarını tamamlaması beklenir.

Gözenek Oluşumunun Nedenleri

- İş parçasının yüzeyinin yağlı, paslı ve nemli olması
- Kısa ark boyu ile çalışılması
- Elektrot örtüsünün, kaynaklı bölgeyi atmosferin etkisinden koruyamaması

Gözenek Oluşumunu Önleyebilmek İçin Yapılması Gerekenler

- İş parçasının kaynak yapılacak yüzeyi mekanik olarak temizlenir.
- Ark boyu arttırılarak sabit tutulur.
- Elektrot örtüsü, vakumlu paket seçilir ya da kaynak öncesinde kurutulur.

Görsel 10.5: Paslanmaz iş parçasına ait kaynakta gözenek hataları

10.1.6. Çarpılma (Şekil Değişimi)

Kaynak işlemi sırasında malzemenin bütününde ya da bir kesitinde meydana gelen şekil değişimine **çarpılma** denir. Çarpılmaya maruz kalan bir iş parçasının diğer iş parçaları ile montajı mümkün olmaz. Bu nedenle tekrar ısı verilerek iş parçasının doğrultulmasına ihtiyaç duyulur. Aynı zamanda şekil değişimini ortadan kaldırmak için çekiç ya da balyoz gibi el aletleri ile mekanik hasar oluşturularak parçanın düzeltilmesi gerekebilir.

Çarpılma Oluşumunun Nedenleri

- İş parçalarının uygun montajlanmaması
- Çok fazla pasolu kaynakların yapılması
- Fikstür kullanılmaması
- Kaynak sırasının uygun seçilmemesi

Çarpılma Oluşumunu Önleyebilmek İçin Yapılması Gerekenler

- Montaj sırasında kriko, zincirli vinç (opçuk) vb. germe aletleri kullanılarak gergin montaj yapılmamalıdır.
- Isı girdisini azaltmaya yönelik paso sayıları düşürülür.
- İş parçası için çarpılmayı önleyecek uygun aparat, fikstür tasarlanır ve kullanılır.
- Isı girdisini azaltacak kaynak işlem sıralaması yapılır.

Görsel 10.6: Şekil değişimini engelleyen gönyeli birleştirme uygulaması

10.2. ARK ÜFLEMESİ

Kaynak sırasında, akımın gezdiği bölgelerde manyetik alan oluşur. Oluşan manyetik alanın, arkı belirli bir bölgeye doğru hareket ettirmeye çalışmasına **ark üflemesi** denir.

Örtülü elektrot kaynağında kaynakçıların karşılaşabileceği en büyük problemlerden biri ark üflemesidir. Ark üflemesinin önüne geçmek için şase bağlantısının başarılı bir şekilde yapılması gerekir. Aksi takdirde ark sıçraması, kaynak dikişinin görüntüsünde bozulmaya ve kaynak nüfuziyeti kaybına yol açmaktadır.

Görsel 10.7: Ark üflemesinin görünümü

Ark Üflemesi Oluşumunun Nedenleri

- Şase bağlantısının uygun bir şekilde yapılmaması
- Aynı iş parçası üzerinde, iki kaynakçının birbirine çok yakın çalışması
- Zayıf puntalama uygulanması
- Örtülü elektrot çekirdeğinin tam merkezde üretilmemesi, örtünün kalınlığının bir tarafta fazla olması
- Uzun şase kablosunun rulo yapılarak iş parçasına yakın bir yere koyulması
- Elektrik ekipmanlarının yanında kaynak yapılması

Ark Üflemesi Oluşumunu Önleyebilmek İçin Yapılması Gerekenler

- Kaynak yönü, şaseye yaklaşacak yönde olmamalıdır; şase bağlantısı, kaynak yaptıkça arkada kalacak şekilde yapılır.
- Kaynakçı, şase bağlantısını kendisine en yakın bölgeden yapmalıdır.
- Puntalama işlemi sık ve kalın yapılmalıdır.
- Şase kablosu rulo şeklinde yapıldığı takdirde iş parçasına yaklaştırılmamalıdır.
- Yüksek akım üreten çeşitli fırın ya da indüksiyon ocakları yanında kaynak yapılmamalıdır, bu gibi yerlerde AC tipte elektrot kullanılmalıdır.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. "Kaynaklı imalatı yapılmış ürünün mekanik dayanımında kayıplara yol açabilen kusurlardır."
Yukarıdaki cümlede aşağıdakilerden hangisinin tanımı yapılmıştır?
A) Kaynak elektrodu
B) Kaynak hatası
C) Kaynak imalatı
D) Kaynak makinesi
E) Kaynak pozisyonu

2. "Kaynak sırasında ergiyen örtülü elektrodun iş parçası ile tam olarak birleşmemesidir."
Yukarıdaki cümlede tanımı yapılan kaynak hatası aşağıdakilerden hangisidir?
A) Çatlaklar
B) Gözenekler
C) Sıçrantılar
D) Yanma oluğu
E) Yetersiz nüfuziyet

3. **Aşağıdakilerden hangisi yetersiz nüfuziyetin sebeplerinden biri <u>değildir?</u>**
A) Akımın düşük olması
B) Dar açılı kaynak ağzı uygulanması
C) Elektrot çapının büyük seçilmesi
D) Kaynak ağzının standartlara uygun seçilmesi
E) Kaynak hızının fazla olması

4. "Kaynak yüzeyinde ya da içinde oluşan aralıklardır."
Yukarıdaki cümlede tanımı yapılan kaynak hatası aşağıdakilerden hangisidir?
A) Çatlaklar
B) Gözenekler
C) Sıçrantılar
D) Yanma oluğu
E) Yetersiz nüfuziyet

5. **Aşağıdakilerden hangisi çatlak oluşumunun sebeplerinden biri <u>değildir?</u>**
A) Elektrodun uygun seçilmemesi
B) İş parçasının hızlı soğuması
C) Kaynak ağzının yeterli olacak şekilde açılmaması
D) Kaynak kep genişliğinin arttırılması
E) Uygun puntalama yapılmaması

6. **Aşağıdakilerden hangisi sıçrantı oluşumunun sebeplerinden biri <u>değildir?</u>**
A) Ark boyunun yüksek tutulması
B) Elektrodun nemli olması
C) İş parçasının yüzeyinin nemli olması
D) İş parçasının yüzeyinin paslı olması
E) Uygun kaynak akımının tercih edilmesi

7. "İş parçası üzerinde, kaynak metali dışında oluşan birikintilerdir."
Yukarıdaki cümlede tanımı yapılan kaynak hatası aşağıdakilerden hangisidir?
A) Çatlaklar
B) Gözenekler
C) Sıçrantılar
D) Yanma oluğu
E) Yetersiz nüfuziyet

8. "İş parçasının kaynak kenar yüzeylerinde oluşan çukurlardır."
Yukarıdaki cümlede tanımı yapılan kaynak hatası aşağıdakilerden hangisidir?
A) Çatlaklar
B) Gözenekler
C) Sıçrantılar
D) Yanma oluğu
E) Yetersiz nüfuziyet

9. Aşağıdakilerden hangisi yanma oluğu oluşumunun sebeplerinden biri <u>değildir?</u>
A) Elektrodu kaynak orta ekseni boyunca ilerletmek
B) Farklı ark boyunda hareket etmek
C) Yavaş kaynak hızında hareket etmek
D) Yüksek amper aralığında çalışmak
E) Yüksek voltaj aralığında çalışmak

10. "Kaynak yüzeyinde ya da içinde meydana gelen boşluklardır."
Yukarıdaki cümlede tanımı yapılan kaynak hatası aşağıdakilerden hangisidir?
A) Çatlaklar
B) Gözenekler
C) Sıçrantılar
D) Yanma oluğu
E) Yetersiz nüfuziyet

11. Aşağıdakilerden hangisi gözenek oluşumunun sebeplerinden biri <u>değildir?</u>
A) Ark boyunun arttırılıp sabit tutulması
B) Elektrot örtüsünün kaynaklı bölgeyi koruyamaması
C) İş parçasının yüzeyinin nemli olması
D) İş parçasının yüzeyinin yağlı olması
E) Kaynak ergiyik metalinin hızlı soğuması

12. "Kaynak işlemi sırasında malzemenin bütününde ya da bir kesitinde meydana gelen şekil değişimidir."
Yukarıdaki cümlede tanımı yapılan kaynak hatası aşağıdakilerden hangisidir?
A) Çarpılma
B) Gözenekler
C) Sıçrantılar
D) Yanma oluğu
E) Yetersiz nüfuziyet

13. Aşağıdakilerden hangisi çarpılma oluşumunun sebeplerinden biri <u>değildir?</u>

A) Çok fazla pasolu kaynakların yapılması

B) Fikstür kullanılmaması

C) İş parçalarının uygun montajlanmaması

D) Kaynak sırasının uygun seçilmemesi

E) Paso sayılarının düşürülmesi

14. "Kaynak sırasında oluşan manyetik alanın, arkı belirli bir bölgeye doğru hareket ettirmeye çalışmasıdır."

Yukarıdaki cümlede tanımı yapılan kaynak problemi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Ark üflemesi

B) Gözenekler

C) Sıçrantılar

D) Yanma oluğu

E) Yetersiz nüfuziyet

15. Aşağıdakilerden hangisi ark üflemesinin nedenlerinden biri <u>değildir?</u>

A) Elektrik ekipmanlarının yanında kaynak yapılması

B) Elektrot örtü kalınlığının bir tarafta fazla olması

C) İki kaynakçının birbirine çok yakın çalışması

D) Puntalamanın sık ve kalın yapılması

E) Şase bağlantısının uygun yapılmaması

16. Aşağıdakilerden hangisi ark üflemesini önleyebilmek için yapılması gerekenlerden biridir?

A) AC tipte elektrot kullanılması

B) Elektrik ekipmanlarının yanında kaynak yapılması

C) Elektrot örtü kalınlığının bir tarafta fazla olması

D) Şase bağlantısının uygun yapılmaması

E) Zayıf puntalamanın uygulanması

11. ÖĞRENME BİRİMİ

ELEKTROT VE PLAZMA İLE KESME

ÖĞRENME BİRİMİ BÖLÜMLERİ

11.1. KÖMÜR ELEKTROT İLE KESME

11.2. METAL ELEKTROT İLE KESME

11.3. PLAZMA ARKI İLE KESME

TEMEL KAVRAMLAR

- Kömür elektrot ile kesme
- Metal elektrot ile kesme
- Plazma arkı ile kesme
- Plazma torcu

11. ELEKTROT VE PLAZMA İLE KESME

İmalat sırasında ihtiyaca göre malzemelere elektrot ve plazma ile kesme işlemi uygulanmaktadır.

11.1. KÖMÜR ELEKTROT İLE KESME

Kömür elektrot aynı zamanda grafit ve karbon olarak da adlandırılmaktadır. Piyasada daha çok karbon elektrot adı ile yer almaktadır. Çalışma prensibi, karbon elektrot vasıtası ile oluşturulan arkın hava ile yönlendirilmesine dayalı kesme işlemidir. Elektrodun DC (+) kutba bağlandığı yöntem ile uygulanabilir.

Karbon elektrotların torçları özel olarak yapılmaktadır. Normal torçlardan farklı olarak basınçlı havanın iletilmesini sağlayan hava bağlantısı mevcuttur. Karbon elektrotların boyu yaklaşık 300 mm'dir.

Tablo 11.1: Kaynak Parametreleri

Kaynak Parametreleri (Çap, Amper, Voltaj İlişkisi)			
Çap (mm)	**Boy (mm)**	**Akım (A)**	**Voltaj (V)**
6,84	305	150-350	41-43
8,0	305	200-450	44-48
10,0	305	300-550	46-50

Bu işlem ile karbon çelikleri, dökme demirler, düşük alaşımlı ve paslanmaz çelikler, bakır ve pirinç malzemeler üzerinde kesme yapılabilir ya da kaynak ağzı açılabilir. Karbon elektrot ile yapılan işlemlerden sonra yüzeyde mekanik temizleme yapılmalıdır.

Kömür Elektrot ile Kesme Hareketi

Karbon elektrot ile yapılan kesme ya da kaynak ağzı açma işleminde çok fazla duman ve çapak oluşumu söz konusudur. Bu uygulama, tüm kişisel koruyucu donanımlar kullanılarak uygulanmaktadır.

Karbon elektrot ile kesme işlemi aşağıda belirtildiği gibi uygulanır.

1. Uygun karbon elektrot belirlenir ve elektrot çapına göre tablodan kaynak parametresi seçilir.
2. Elektrot, parça yüzeyine 45 derecelik açı ile hareket ettirilir.
3. Kesim işlemi sırasında salınım hareketi yapılır.
4. Kesim sonrası parça yüzeyine mekanik temizleme işlemi uygulanır.

Görsel 11.1: Karbon elektrot ile kesme hareketi

11.2. METAL ELEKTROT İLE KESME

Oluşan ark sayesinde, hava ile yönlendirmeye ihtiyaç duyulmadan yapılan kesme işlemine **metal elektrot ile kesme** denir. Elektrodun DC (-) kutba bağlanarak işlemin uygulanması mümkündür.

Tablo 11.2: Metal Elektrot Çapı ve Akım Şiddeti İlişkisi

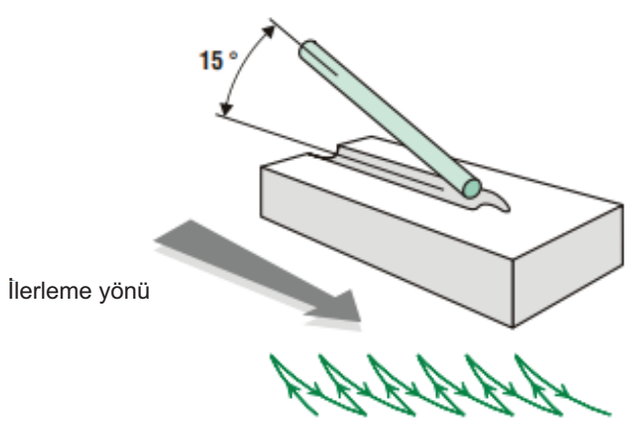
Çap (mm)	Akım (A)
3,25	190-220
4,00	220-280
5,00	260-350

Bu uygulamada özel bir torç tipine ihtiyaç duyulmaz. Standart örtülü elektrot kaynağında kullanılan torçlar kullanılarak kesme işlemi yapılır. Her türlü malzeme üzerinde yapılan oluk açma işleminde, hatalı kaynak dikişlerinin temizlenmesinde, perçin veya cıvata bağlantı elemanlarının parçadan çıkarılmasında kullanılır.

Metal Elektrot ile Kesme Hareketi

Metal elektrot ile kesme aşağıda belirtildiği gibi uygulanır.

1. Üreticinin önerdiği çalışma amper aralığı seçilir.
2. Örtülü elektrot, açısı 15 derece olacak şekilde hareket ettirilir.
3. Kesim işlemi sırasında salınım yapılır.
4. Metal elektrot ile kesme işleminden sonra genellikle mekanik temizlemeye ihtiyaç duyulmaz.

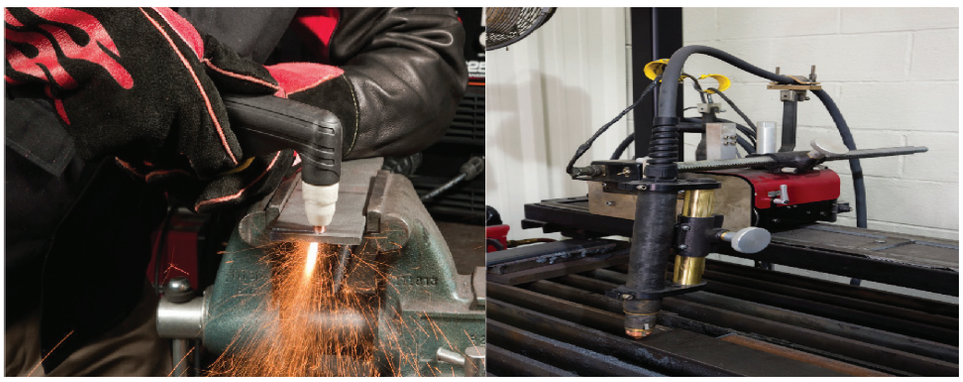


Şekil 11.1. Metal elektrot ile kesme hareketi

11.3. PLAZMA ARKI İLE KESME

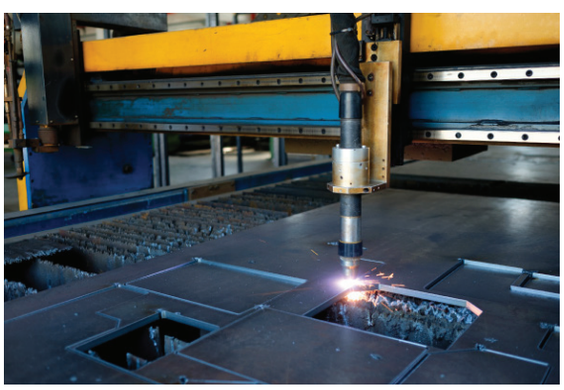
Yüklü parçacıklar ve iyonlardan oluşan maddenin dördüncü hâline **plazma** denir. Maddenin bu hâlinden yararlanılarak çeşitli gazların yardımı ile kaynak ve kesme işlemi yapılmaktadır.

Gazların, elektrik enerjisi ile çok yüksek sıcaklığa çıkarılarak iyonize olmuş hâline **plazma arkı** denir. Plazma arkı ile kesme işleminin hem el hem de otomatik tezgâhlar ile yapılması mümkündür. El ile kesim işlemi genellikle küçük çaptaki malzemeler için kullanılmaktadır. Düz levhaların kesiminde ise otomatik tezgâhlar tercih edilmektedir.



Görsel 11.2: El ve otomatik tezgâh ile plazma kesimi

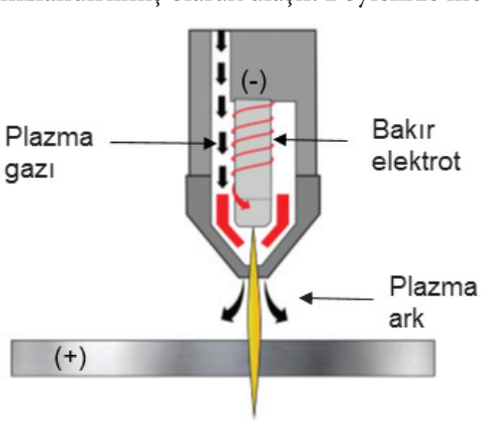
Plazma kesim yöntemi ile elektriksel iletkenliği sağlayabilen malzemelerin kesimi mümkündür. Bu sayede çelik, paslanmaz çelik, alüminyum, bakır ve pirinç gibi metallerin tamamının kesiminde üstün performans sağlanabilmektedir. Bu kesim yöntemi ile 0,5 mm'den 160 mm'ye kadar farklı kalınlıklarda kesim yapılabilir.



Görsel 11.3: Kalın bir iş parçasının plazma ile kesimi

11.3.1. Plazma Arkının Oluşumu

Plazma arkının oluşumu için oksijen, azot, hidrojen, argon ya da çeşitli karışım gazlarının kullanılması mümkündür. Bu yöntemde iş parçası, güç ünitesinin pozitif kutbuna bağlanarak iş parçasının şase olması sağlanır. Plazma torcunun içinde bulunan bakır elektrot ise güç ünitesinin negatif kutbuna bağlanır. Bakır elektrot çevresinden gaz verilerek sistem tamamlanır. Nozul içerisinde bakır elektrot üzerinden gelen elektrik, gazı iyonlaştırarak plazma ark oluşumunu gerçekleştirir. Nozulun yapısı itibari ile oluşan plazma arkı, metalin yüzeyine kararlı ve hızlandırılmış olarak ulaşır. Böylelikle metal, kesime hazır hâle gelir.



Şekil 11.2: Plazma arkı oluşumu

11.3.2. Plazma Torcunun Bileşenleri

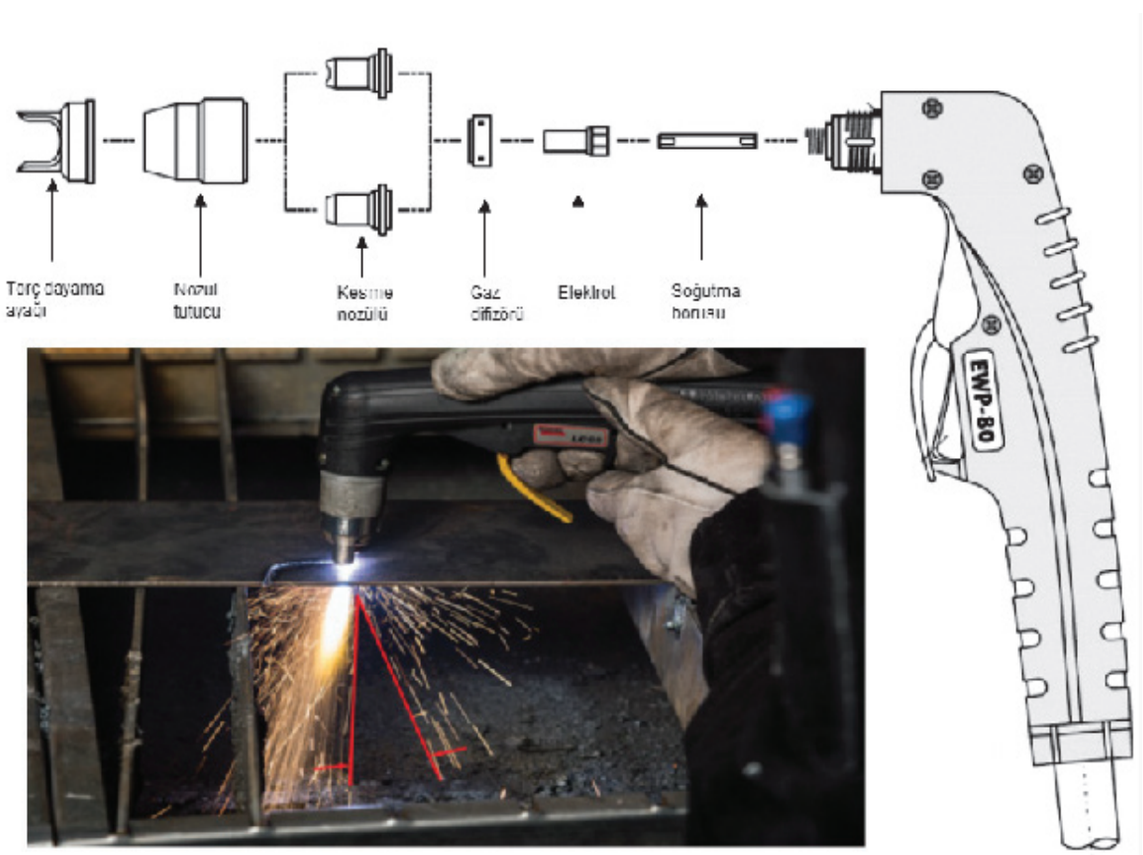
Plazma oluşumunu sağlayan ekipmanlar; güç ünitesi, torç ve gazdır. Önemli bir ekipman olan torcun üzerinde sarf malzemeleri bulunur. Kaynak operatörü, kesim yaptıkça ömrü azalan bu malzemeleri değiştirmek zorundadır.

Torç Üzerinde Bulunan Bileşenler

- Torç dayama ayağı
- Nozul tutucu
- Kesme nozulu
- Gaz difüzörü
- Elektrot
- Soğutma borusu

Bileşenlerin Görevleri

- Torç dayama ayağı, torcun parça ile aynı mesafede kalmasını sağlar.
- Nozul tutucu, kesme nozulunun torç içinde sabit kalmasını sağlar.
- Kesme nozulu, plazma arkını doğrultarak kesime uygun formda tutulmasını sağlar.
- Gaz difüzörü, torcun içindeki gazı dağıtıcı görevi görmektedir.
- Elektrot, kutuplama görevini görerek plazma arkının elektriksel devre oluşumunu sağlar.
- Soğutma borusu, elektrodun ergimesini engelleyerek soğumasına yardımcı olur.



Görsel 11.4: Plazma torcu bileşenleri

11.3.3. Plazma ile Kesme

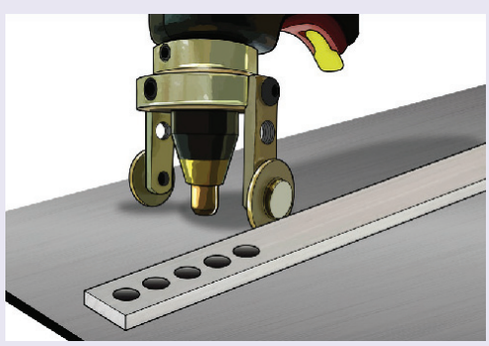
El ile plazma kesme uygulamalarında güç ünitesi, üç fazlı bir şebekeye bağlanır. Kesme makinelerinde plazma oluşumu için genellikle hava kullanılmaktadır. Hava girişi için güç ünitesinin arkasında bulunan giriş kısmına hava bağlantısı sağlanır.

Plazma ile kesme işlemi aşağıda belirtildiği gibi uygulanır.

1. Güç ünitesi, üç fazlı şebekeye bağlanır.
2. Hava hortumu güç ünitesine takılır.
3. Kesilecek olan parça ile şase bağlantısı yapılır.
4. Kesimin düz bir şekilde yapılması için iş parçası markalanır.

Görsel 11.5: Markalama

5. Torç, dayama aparatı vasıtası ile iş parçası üzerine dayanır.



Görsel 11.6: Torcun iş parçasına dayanması

6. Torcun tetiğine basılarak plazma kesim arkı oluşturulur.
7. Örneğin 18 mm kalınlığındaki çelik malzemeye, 1 dakikada 200 mm hızla hareket edilerek 60 amperde kesim yapılır.

Görsel 11.7: Plazma kesim arkı

Görsel 11.8: Kesilmiş parça görüntüsü

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. **Aşağıdakilerden hangisi kömür elektrot ile kesme uygulamasında elektrodun bağlandığı kutuptur?**
   A) AC (+)
   B) AC (-)
   C) AD (-)
   D) DC (+)
   E) DC (-)

2. **Karbon elektrotların uzunluk ölçüsü aşağıdakilerden hangisidir?**
   A) 200 mm
   B) 300 mm
   C) 350 mm
   D) 400 mm
   E) 450 mm

3. **Aşağıdakilerden hangisi kömür elektrot ile kesme uygulamasında elektrodun parçayla yapması gereken açıdır?**
   A) 30 derece
   B) 35 derece
   C) 40 derece
   D) 45 derece
   E) 50 derece

4. **Kömür elektrot ile kesim sonrası parça yüzeyine yapılması gereken işlem aşağıdakilerden hangisidir?**
   A) Çekiçleme
   B) Karbürizasyon
   C) Kimyasal temizleme
   D) Mekanik temizleme
   E) Tavlama

5. **Aşağıdakilerden hangisi metal elektrot ile kesme uygulamasında elektrodun bağlandığı kutuptur?**
   A) AC (+)
   B) AC (-)
   C) AD (-)
   D) DC (+)
   E) DC (-)

6. **Aşağıdakilerden hangisi metal elektrot ile kesme uygulamasında kullanılan torç tipidir?**
   A) Gaz beslemeli
   B) Hava üflemeli
   C) Standart
   D) Su soğutmalı
   E) Tel beslemeli

7. **Aşağıdakilerden hangisi metal elektrot ile kesme uygulamasında elektrodun parçayla yapması gereken açıdır?**
   A) 15 derece
   B) 30 derece
   C) 45 derece
   D) 60 derece
   E) 75 derece

8. **Metal elektrot ile kesme uygulamasında yapılması gereken ilk işlem aşağıdakilerden hangisidir?**
   A) Amper ayarı
   B) Elektrot açısını ayarlama
   C) Kimyasal temizleme
   D) Mekanik temizleme
   E) Torç salınımı

9. **Plazma arkı ile kesim yapabilmek için aşağıdaki malzeme özelliklerinden hangisi gereklidir?**
   A) Elektrik iletkenliği
   B) Gaz geçirgenliği
   C) Isı iletkenliği
   D) Işık geçirgenliği
   E) Oksitlenebilme

10. **Plazma arkı ile kesim yapabilmek için azami malzeme kalınlığı aşağıdakilerden hangisidir?**
   A) 100 mm
   B) 120 mm
   C) 140 mm
   D) 160 mm
   E) 170 mm

11. **Plazma arkı ile kesme işleminde iş parçasının bağlandığı güç ünitesi kutbu aşağıdakilerden hangisidir?**
   A) AC (+)
   B) AC (-)
   C) AD (-)
   D) DC (+)
   E) DC (-)

12. **Aşağıdakilerden hangisi plazma oluşumunu sağlayan ekipmanlardan biri <u>değildir</u>?**
   A) Gaz
   B) Güç ünitesi
   C) Nozul
   D) Tel
   E) Torç

13. **Aşağıdakilerden hangisi torcun parça ile aynı mesafede kalmasını sağlayan torç bileşenidir?**
   A) Elektrot
   B) Gaz difüzörü
   C) Kesme nozulu
   D) Nozul tutucu
   E) Torç dayama ayağı

KAYNAKÇA

Çam, Gürel, Kaynak Bilimi ve Teknolojisi, Nobel Yayınları (1.baskı), Ekim 2020.

Eryürek, İ. Barlas, Kaynak Teknolojisi, Çelikler İçin Elektrod Seçimi (1.baskı), 2006.

Komaç, Erkan, Teknik Eğitim El Kitabı, Askaynak, 2014.

Metal Teknolojisi Alanı Çerçeve Öğretim Programı, Ankara, 2020.

Oksi-Gaz Kesim Eğitim Notları, Oksi-Gaz Hazırlık, Lincoln Electric Company, 2019.

Plazma Ark Kesim Makine Kurulum Notları, Plazma Ark Kesim, Lincoln Electric Company, 2019.

Sanal Gerçeklik Ark Kaynağı, Örtülü Elektrot Versiyonu, Lincoln Electric Company, 2020.

Uzun, Hüseyin, Sert Lehimleme Prensipleri, Değişim Yayınları (1.baskı), Eylül 2020.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

https://www.askaynak.com.tr/contents/394/20200910095312_gazekipmanlari.pdf, Askaynak oksi-gaz ekipmanları tanıtım notları (Erişim tarihi: 01.03.2021)

https://www.lincolnelectric.com/assets/us/en/literature/c2410.pdf, Lincoln Electric Örtülü Elektrot Kaynak Rehberi (Erişim tarihi: 01.03.2021)

https://sozluk.gov.tr/

https://www.tdk.gov.tr/

https://www.eba.gov.tr/c?q=EBA8798

GÖRSEL KAYNAKÇASI

http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=1540

CEVAP ANAHTARI

1.ÖĞRENME BİRİMİ	2.ÖĞRENME BİRİMİ	3.ÖĞRENME BİRİMİ	4.ÖĞRENME BİRİMİ	5.ÖĞRENME BİRİMİ	6.ÖĞRENME BİRİMİ
1. B	1. C	1. B	1. D	1. B	1. A
2. D	2. E	2. D	2. A	2. B	2. C
3. D	3. A	3. C	3. B	3. A	3. D
4. E	4. B	4. E	4. B	4. B	4. E
5. C	5. C	5. C	5. B	5. C	5. B
6. C	6. B	6. B	6. C	6. E	6. D
7. D			7. D	7. D	7. A
8. C			8. C	8. A	8. D
9. D			9. E	9. E	
10. E			10. E		
11. B					
12. A					
13. A					
14. C					
15. E					
16. A					
17. B					
18. E					

7.ÖĞRENME BİRİMİ	8.ÖĞRENME BİRİMİ	9.ÖĞRENME BİRİMİ	10.ÖĞRENME BİRİMİ	11.ÖĞRENME BİRİMİ
1. D	1. B	1. A	1. B	1. D
2. D	2. C	2. A	2. E	2. B
3. C	3. D	3. E	3. D	3. D
4. C	4. D	4. C	4. A	4. D
5. D	5. C	5. D	5. D	5. E
6. E	6. D	6. C	6. E	6. B
7. E	7. B	7. B	7. C	7. A
8. B	8. C	8. C	8. D	8. A
9. B	9. D	9. D	9. A	9. A
	10. C	10. B	10. B	10. D
	11. C	11. E	11. E	11. E
	12. D	12. C	12. A	12. D
		13. A	13. E	13. E
		14. D	14. A	
		15. D	15. D	
		16. B	16. A	
		17. E		
		18. B		
		19. D		