ELECTRIC ARC WELDING

içindekiler

1. ARKA KAYNAK TEKNİKLERİ 3
2. 1.1. Yatay Pozisyonda Kalın Parçaların Kenar Açılması 3
3. 1.2. Yatay Pozisyonda V Kaynağı 7
4. 1.3. Yatay Pozisyonda K Kaynağı 12
5. DOLGULU KAYNAK 14
6. 2.1. Dolgu Kaynak Türleri 14
7. 2.2. Yüzey Dolgu Kaynağı 17
8. 2.3. Şaft Dolgu Kaynağı 18
9. DİKEY KAYNAK 20
10. 3.1. Dikey Kaynak Pozisyonları 20
11. 3.2. Üstten Alta Doğru Kör Dikiş Kaynağı 22
12. 3.3. Alttan Üste Kör Dikiş Kaynağı 23
13. 3.4. Alttan Üste V-Oyuk Kaynağı 23
14. 3.5. Alttan Üste Köşe Kaynağı (Fillet) 23
15. 3.6. Üstten Alta Köşe Kaynağı (Fillet) 25
16. 3.7. Üstten Alta Dış Köşe Kaynağı 26
17. PERDE VE TAVAN KAYNAKLARI 27
18. 4.1. Kaynak Pozisyonları 27
19. 4.2. Yan (Perde/Duvar) Kör Dikiş Kaynağı 28
20. 4.3. Yan V-Oyuk Kaynağı 29
21. 4.4. Yan Köşe Kaynağı (Fillet) 30
22. 4.5. Tavan Kör Dikiş Kaynağı 31
23. 4.6. Tavan V-Oyuk Kaynağı 32
24. SELÜLOZ VE BAZİK ELEKTROT KAYNAĞI 34
25. 5.1. Selülozik Elektrot ile Kör Dikiş Kaynağı 35
26. 5.2. Bazik Elektrot ile Kör Dikiş Kaynağı 37
27. DÖKME DEMİR KAYNAĞI 40
28. 6.1. Dökme Demir Kaynak Yöntemleri 40
29. 6.2. Kırık Parçaların Onarımı 42
30. FERRO DIŞI METALLERİN KAYNAĞI 53
31. 7.1. Bakır Kaynağı 53
32. 7.2. Pirinç Kaynağı 55
33. 7.3. Alüminyum ve Alaşımlarının Kaynağı 57
34. ALAŞIMLI ÇELİKLERİN KAYNAĞI 70
35. 8.1. Alaşımlı Çeliklerin Kaynağı 70
36. 8.2. Paslanmaz Çeliklerin Kaynağı 72
37. 8.3. Takım Çeliklerinin Kaynağı 74
38. BÜYÜK ÇAPLI BORULARIN KAYNAĞI 78
39. 9.1. Giriş 78
40. 9.2. Boru Kör Dikiş Kaynağı 81
41. 9.3. Flanş Kaynağı 85
42. 9.4. T Kaynağı 87
43. 9.5. L Kaynağı 92

PREPARED BY
Innoweld

ARC WELDING TECHNIQUES

1. LEARNING UNIT

1.1.Yatay pozisyonda kalın parçaların pah açılması

1.2. Yatay pozisyonda V kaynağı

1.3. Yatay pozisyonda K kaynağı

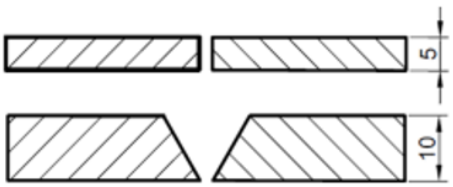
1.1. YATAY POZİSYONDA KALIN PARÇALARIN AĞIZ AÇMA (BEVELING) İŞLEMİ

Kaynak metalinin derin nüfuziyetini sağlamak ve güçlü bir birleştirme oluşturmak, yalnızca kaynak akımını veya elektrot çapını ayarlayarak her zaman mümkün değildir. Ayrıca, kaynak yapılacak parçaların kesitlerinde değişiklikler yapılarak bir kaynak ağzı (kaynak oluğu) oluşturulmalıdır. Hazırlığın kolay olması için uygulamada genellikle V tipi oluk tercih edilir. Bunun yanı sıra, U, X ve J tipi oluklar da alın kaynaklarında tek taraflı veya çift taraflı olarak uygulanabilir. Bu tür kaynak ağızları daha fazla hazırlık süresi ve ek işçilik gerektirdiğinden, genellikle özel uygulamalarda veya otomasyona dayalı işlerde tercih edilir.

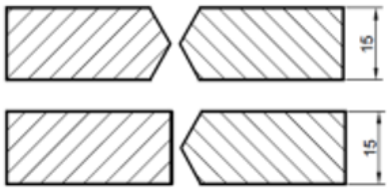
1.1.1. Ağız Açmanın Önemi

Kalın parçaların elektrik ark kaynağı ile birleştirilmesinde istenen mukavemet düzeyinin sağlanması, temel bir ön koşuldur. Bir kaynak birleştirmesinin sağlamlığını belirleyen birkaç faktör vardır:

- Ağız açma işlemi, kaynak metalinin ana malzemeye %100 nüfuziyetini sağlamak amacıyla yapılır.
- Kaynak metali ana malzemeye nüfuz ettiğinde, malzemenin kullanım ömrü ve mekanik dayanımı artar.
- Her kalınlık için ağız açma gerekli değildir.
- Ağız açma kalınlığı ve şekline ilişkin standartlar TS 3473 EN ISO 9692-1 tarafından belirlenmiştir.
- Her iki tarafından kaynak yapılan 8 mm'ye kadar olan parçalar için ağız açma gerekmez.
- 10 mm'den kalın parçalar için ise çift taraflı ağız açma yapılmalıdır; bu işlemler çift V, çift U veya X tipi olukları içerebilir.



Şekil 1.1: Ağız Açmasız Alın Kaynağı ve V Oluklu Ağız Açma.



Şekil 1.2: Çift Taraflı V Oluk ve Tek Taraflı K Oluklu Ağız Açma.

1.1.2. Ağız Açma Yöntemleri

Ağız açma işlemi; yakma, eritme veya talaş kaldırma yöntemleriyle yapılabilir. Seçilen yöntemin ekonomik, hızlı ve ana malzemenin kimyasal veya fiziksel özelliklerini değiştirmeyecek nitelikte olması gerekir. Bu nedenle, kullanılacak ağız açma yöntemi kaynak yapılacak malzemenin türüne göre belirlenmelidir.

1.1.3.1. Oksi-Gaz Kesme ile Ağız Açma

Termal ağız açma yöntemlerinden biri, oksi-gaz üfleci ile kesme yöntemidir. Birçok metal parça, oksijenle kesilip ağız açılabilir; ancak bazı malzemelerde bu yöntem sınırlamalara sahiptir. Aşırı ısı girişi ve yüksek oksijen tüketimi, kullanılabilecek malzeme türlerini kısıtlar.

Örneğin, paslanmaz çeliklerin ve pirincin oksijenle kesilmesi önerilmez.

Figure 1.3: Oxy-Gas Cutting

1.1.3.2. Taşlama Diskleri ile Ağız Açma

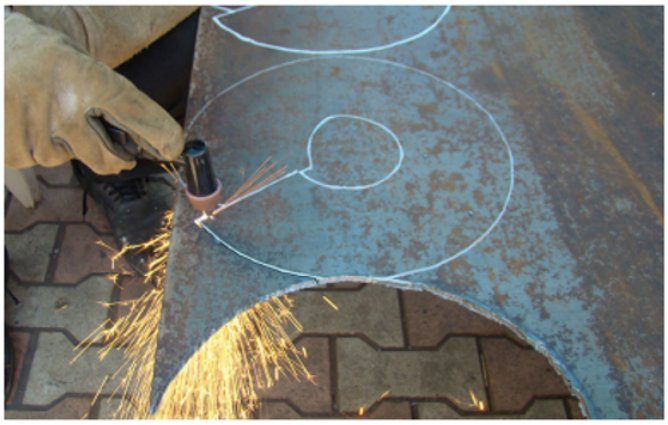
Talaşlı imalat uygulamalarında, ağız açma işlemi manuel veya otomasyonla yapılabilir. Manuel uygulamalarda, ağız açma için taşlama diski kullanılabilir. Taşlama disklerinin çoğu metal atölyesinde bulunması ve işlemin hızlı bir şekilde yapılabilmesi, bu yöntemi ek yatırım gerektirmeyen projeler için uygun kılar.

Ağız açmada kullanılan taşlama disklerinin, işlemi hızlandırmak için iri taneli olması gerekir.

Figure 1.4 Grinfing Wheels

1.1.3.3. Plazma Kesme ile Ağız Açma

Bu yöntem, düz sac metal üzerinde ağız açma işlemleri için, otomasyon ile uyumluluğu nedeniyle tercih edilir. Plazma kesme, oksi-gaz kesmeye uygun olmayan metallerin ağız açma ve şekillendirilmesini sağlar.



Şekil 1.5: Plazma Kesme

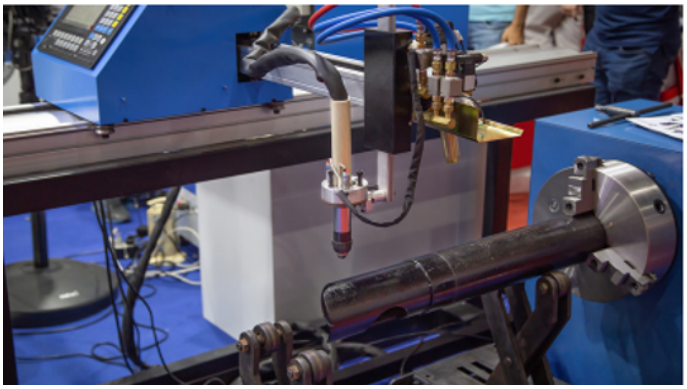
1.1.3.4. Karbon Ark Kesme ile Ağız Açma

Bu yöntem, karbon elektrot ve basınçlı hava kullanılarak gerçekleştirilir. İşlem, elektrik ark kaynağına benzer bir ark oluşturma prensibine dayanır. Bu yöntem, gemi yapımı ve basınçlı kap üretiminde yaygın olarak kullanılır.

Erimeye dayalı bir kesme yöntemi olduğundan, termal yöntemlerle kesilemeyen metaller için uygundur. Sistem, iki ana bileşenden oluşur:

- Erime ortamını oluşturan karbon elektrot,
- Basınçlı hava sistemi.

Ayrıca, karbon ark kesme, kanal açma işlemleri (gouging) için de kullanılır. Ağız açmada freze, torna ve kalıp tezgahları gibi talaşlı imalat makineleri de kullanılabilir. Özellikle kalın alüminyum parçalar ve benzeri metaller, iyi donatılmış atölyelerde bu makinelerle işlenebilir. Seri üretim için yapılan ağız açma işlemleri ise torna veya CNC makinelerinde gerçekleştirilebilir.



Şekil 1.6: Borular İçin Ağız Açma Makinesi

1.1.5. Kaynak Sırasında Alınacak Önlemler

Belirli önlemler alınarak, kaynaklı birleştirmelerde oluşabilecek deformasyonların olumsuz etkileri minimize edilebilir. Kaynak sırasında deformasyonları önlemeye yönelik önlemler iki grupta toplanır:

Tasarım Sırasında:

- Tasarım, uygulanacak kaynak tekniğine uygun olmalıdır.
- Kaynak dikişleri simetrik olmalıdır.
- Kaynak dikişleri birbirine çok yakın yerleştirilmemelidir.
- Mümkün olduğunda alın kaynakları tercih edilmelidir.
- İş parçası, kaynak sırasında doğal büzülmeyi sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.

Kaynak Sırasında:

- Uygun bir kaynak sırası izlenmelidir.
- Elektrot çapı ve akım ayarları, iş parçası kalınlığına uygun olmalıdır. Büyük çaplı elektrotlar nedeniyle aşırı ısı girişi önlenmelidir.
- Açısal deformasyonları önlemek için, kaynak olukları kalın kaynak dikişleri ile doldurulmalıdır.
- Mümkünse, atlayarak ve geri adımlı kaynak teknikleri ile kısa dikişler uygulanmalıdır. Destekler mümkün olduğunda en son kaynaklanmalıdır.
- Yanma (burn-through) çentikleri, gerilme yoğunlaşmalarına yol açtığından, oluşumları engellenmelidir.
- Enine büzülmeyi önlemek için, parçalar kaynak öncesi sıkıca mengene ile tutulmalı veya geçici kaynak ile sabitlenmelidir.

Şekil 1.7: Bağlama Aparatı Kullanarak Kaynakta Büzülmenin Önlenmesi

1.2. YATAY POZİSYONDA V KAYNAĞI

Kaynak yapılacak parçanın kalınlığı 10 mm'yi aştığında, bir V tipi oluk açılır ve kaynak dikişi uygulanır. Oluğun hazırlanma maliyeti birçok uygulamada dikkate alınmalıdır; ancak oksi-gaz kesme kullanıldığında bu maliyet azalır.

Sadece V kaynağı, daha fazla elektrot tüketimine yol açar. Örneğin, bir X kaynağına göre daha fazla kaynak metali gerekir. Alın kaynaklarında olduğu gibi, kaynak dikişinin kökü, bükülme ve burulmaya karşı çok dayanıklı değildir.

Bazı uygulamalarda, V oluğun tek geçişle doldurulması mümkün olmayabilir. Bu durumlarda, köklü geçiş (root pass) yapılması gerekir.

1.2.1. V Kaynaklar İçin Standart Ölçüler ve Açılar

Tek taraflı kaynakta tam nüfuziyet sağlamak için V tipi oluk açılır.

- 6-12 mm kalınlığındaki parçalar, genellikle 60 derece açıyla V tipi oluk ile ağız açılır.
- α (alfa): Açının değeri, kaynak yöntemi, kaynak pozisyonu ve arka kaynak yapılabilirliği durumuna bağlıdır.
- c: Kök yüksekliği, α açısı ve kaynak pozisyonuna bağlıdır.
- b: Kök boşluğu, α açısı, kaynak yöntemi ve pozisyonuna bağlıdır

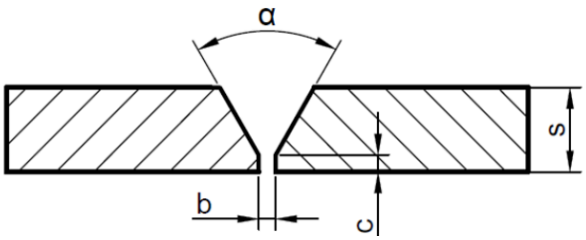
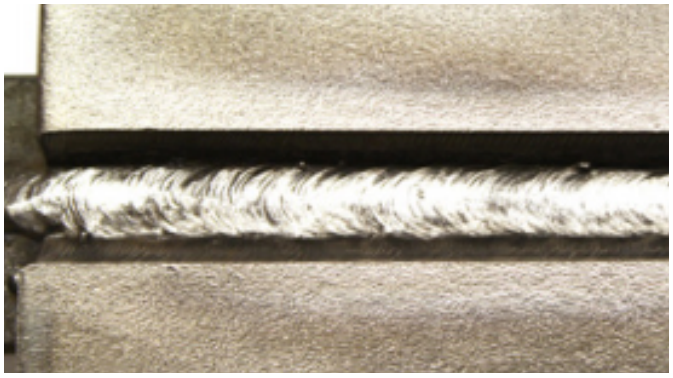


Figure 1.8: V-Groove Weld Dimensions

1.2.2. Kök Geçişinin Önemi

Kök boşluğu, elektrotun kaynak dikişinin altına veya kök kısmına ulaşmasını sağlar.

- Kök boşluğu çok dar ise, tam kaynaşma sağlamak zorlaşır ve daha küçük elektrot gerekir; bu da işlemi yavaşlatır.
- Kök boşluğu çok geniş ise, daha fazla kaynak metali kullanılır, bu da maliyetleri ve deformasyonları artırır.



Şekil 1.9: Kök Geçişi Kaynağı ld)

1.2.3. V Eklem Hazırlığı İçin Nokta Kaynak (Tack Welding)

Kaynak sırasında parçaların yerinde tutulması için nokta kaynaklar (tack welds) uygulanabilir. Her nokta kaynağın uzunluğu ve aralığı, imalat çiziminde, kaynak prosedür spesifikasyonunda veya ilgili başka bir belgede belirtilmelidir. Tam mekanize veya otomatik kaynak işlemlerinde, nokta kaynak birikim koşulları spesifikasyonda tanımlanmalıdır. Nokta kaynaklar, deformasyonu en aza indirmek ve doğru montajı sağlamak için dengeli bir sırayla uygulanmalıdır.

- 12 mm'den ince malzemelerde, nokta kaynak aralığı malzeme kalınlığının en az dört katı olmalıdır.
- Nokta kaynak nihai kaynak içinde bırakılacaksa, nihai kaynak profilini karşılamalı ve yalnızca sertifikalı kaynakçılar tarafından yapılmalıdır.
- Nokta kaynaklarda, kaynak metalinde çatlak veya kabul edilemez süreksizlikler bulunmamalı ve nihai kaynaktan önce tamamen temizlenmelidir.
- Çatlak, soğuk birleşme (cold lap) veya krater çatlağı gibi kusurlar içeren nokta kaynaklar, kaynak işleminden önce temizlenmeli veya çıkarılmalıdır.
- Nihai kaynağa dahil edilmeyecek nokta kaynaklar talaşlı imalat ile kaldırılmalıdır.

1.2.4. Kök Geçişinin (Root Pass) Yapılması

Kaynak akımıyla oluşan ark, iş parçasının yüzeyinde ısıdan etkilenen bölgeyi (HAZ) eritir. Arkın başlangıcında, yüksek sıcaklık nedeniyle kaynak metali sıvı hale gelir ve kaynak havuzu (weld pool) oluşur.

- Elektrot bir noktada tutulursa, kaynak havuzu genişler ve yayılır.
- Elektrot ilerletilirse, kaynak havuzu aynı yönde hareket eder.

Kaynakçı, elektrotun temas noktalarını iş parçası pozisyonu, ağız şekli ve malzeme kalınlığına göre ayarlayabilir. Bu ayarlamalar, elektrot hareketi olarak bilinir ve kaynak havuzunun şekli, yatırılan kaynak metali miktarı ve diğer parametreleri etkiler.

- Önemli faktörlerden biri kaynak hızıdır; bu hız hem nüfuziyet derinliğini hem de kaynak dikişinin şeklini etkiler.

a) b)

Şekil 1.10: Farklı Hızlarda Kaynak Dikişi Görünümü
a) Normal hız
b) Normal hızdan daha yüksek hız

Şekil 1.11: Kaynak Dikişinin Koruyucu Kaplaması

Kaynak Havuzunun Anlık Katılaşması İstenmez
Anlık katılaşmayı önlemede en önemli faktör, elektrot kaplama malzemesidir. Ayrıca, kaplama malzemesi, kaynak dikişini olumsuz atmosfer etkilerinden koruyabilmek ve diğer görevlerini yerine getirebilmek için kaynak metalini sürekli ve düzgün bir şekilde kaplamalıdır.
Kaynakçı, elektrotu belirli bir açıyla tutarak kaplama malzemesinin kaynak metalinin yüzeyini kaplamasına yardımcı olmalıdır. Kaynağın başında elektrot, iş parçasına dik tutulur.
Kaynak ilerledikçe, elektrot önceden belirlenmiş açılarla kaynak yönüne doğru kademeli olarak eğilir, iş parçası yüzeyi ile bir açı oluşturur. Bu açı, elektrot hareket açısı olarak adlandırılır.

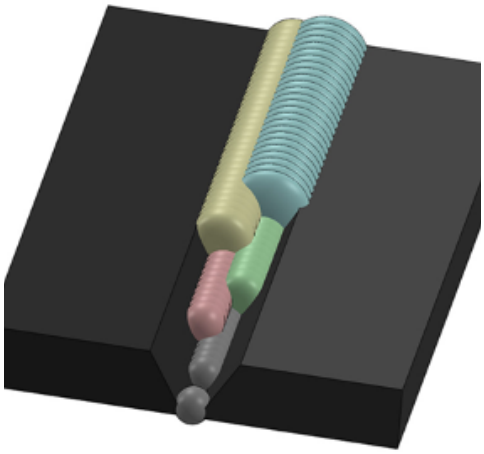
- Elektrot ucu kaynak yönüne doğru yönlendirilirse, açı negatif olarak adlandırılır.
- Elektrot ucu ters yöne yönlendirilirse, açı pozitif olarak adlandırılır.

Buna ek olarak, çalışma açısı (working angle) vardır; bu, elektrotun kaynak dikişi kenarlarına göre aldığı açıyı ifade eder. Bu açılar, iş parçasının pozisyonuna bağlı olarak değişir.
Kaynak işlemi ilerledikçe bu adımlar tekrarlanır ve iş parçası üzerinde kaynak metali birikimi oluşur. Kaynak metalinin yapılandırılmış birikimine kaynak dikişi (weld bead) denir.

1.2.5. V-Oluk Kaynağı Yapma Adımları

1. Kaynak yapılacak parçalar nokta kaynaklarla sabitlenir ve nokta kaynaklardan oluşan cüruflar temizlenir.
2. Kök geçişi (root pass) genellikle Ø 2,5 mm elektrot ile yapılır ve kök geçişi temizlenir.
3. Kök geçişinin dar çalışma alanı ve kusurları en aza indirmek için Ø 2,5 mm elektrot kullanılması önerilir.

- İkinci ve Sonraki Kaynak Geçişleri
- İkinci ve sonraki geçişler, daha kalın elektrotlar kullanılarak yapılır.
- Daha kalın elektrot kullanımı, daha fazla kaynak metali biriktirilmesini sağlar ve zaman ile işçilikten tasarruf sağlar.
- Her kaynak geçişinden sonra uygun temizlik yapılmalıdır.
- Her geçiş sonrası temizlik yapılmazsa, cüruf dahil olmaları (slag inclusions) meydana gelebilir.
- Kök geçişi (root pass) ve ikinci geçiş, iş parçasına uygulanır.
- Eğer oluk iki geçişle tamamen doldurulamıyorsa, kaynak işlemi oluğun tamamen dolana kadar devam ettirilir.
-



Şekil 1.12: V Oluk Kaynağında Kaynak Geçişleri

1.2.6. Kaynak Dikişi Temizliği

Kök geçişi tamamlandıktan sonra, cüruflar (slag) çekiçle kırılarak temizlenmelidir. Kök geçişi dar bir alanda yapıldığından, cüruf temizliği zor olabilir. Kaynak çok hızlı yapıldıysa, cüruf ince ve oluğa sıkıca yapışmış olabilir, bu da temizlemeyi güçleştirir.

- **Cüruf çekiçle kaldırılamıyorsa, kök geçişinin yüzeyine ulaşabilecek keski (chisel) kullanılmalıdır.**
- **Bunu takiben, tel fırça (wire brush) ile kaynak dikişi temizlenmelidir.**
- **Keski ve tel fırça cürufu yeterince temizleyemezse, alan taşlama makinesi (grinder) ile iyice taşlanmalıdır.**
- **Aksi takdirde, kalan cüruf sonraki kaynak geçişlerinin altına sıkışarak kusurlara yol açabilir.**

.

1.3. YATAY POZİSYONDA K KAYNAĞI

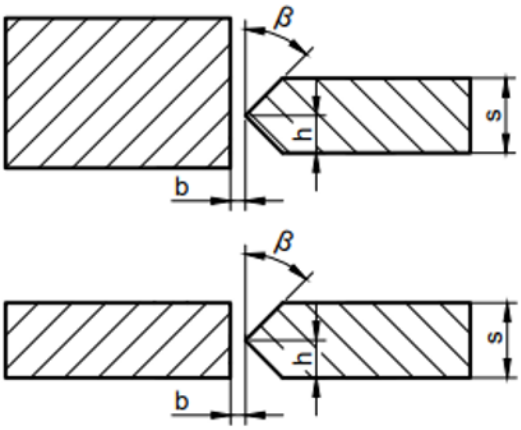
K-oluk kaynağı, çift V tipi olukun bir iş parçasının kenarlarında oluşturulduğu ve diğer iş parçasının kaynak bağlantısı için 90 derece açıyla konumlandırıldığı bir kaynağı ifade eder.

1.3.1. K-Oluk Kaynağı İçin Standart Ölçüler ve Açılar

- **K-oluk kaynağı, 15–40 mm kalınlığındaki parçalara uygulanabilir.**
- **Oluk açısı, 45–60 derece arasında değişebilir.**

K-oluk kaynağındaki terimler ve anlamları:

- **β (beta): Açının değeri, kaynak yöntemi, kaynak pozisyonu ve arka kaynak yapılabilirliğine bağlıdır.**
- **s: İş parçası kalınlığını gösterir.**
- **h: Oluk açılımının kenardan uzaklığını temsil eder.**
- **b: Kök boşluğu (root gap), α açısı, kaynak yöntemi ve pozisyona bağlıdır.**



Şekil 1.13: K-Oluk Kaynağı Kesit Görünümü

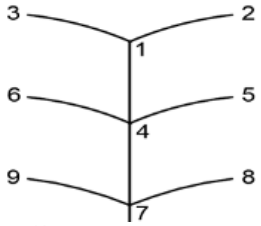
1.3.2. K Kaynağı Yapma Adımları

- Nokta kaynağı (tack welding), uygulanacak kaynak yöntemine göre gerçekleştirilir.

Şekil 1.14: K-Oluk Kaynağında Nokta Kaynağı

Geniş kaynak geçişleri yapılırken, uygun elektrot hareketi uygulanmalıdır.

.



Şekil 1.15: K-Oluk Kaynağında Kök Geçişi İçin Elektrot Hareketi

- Elektrot, oluğun her yüzeyinde kısa süre duraklamalı ve böylece doğru kaynaşma sağlanmalıdır.
- Oluğun üst kenarının tamamen kaynaşmasını sağlamak için, son geçişlerde elektrot hafifçe sallanabilir (oscillation).
- Bu, en yaygın kullanılan tekniktir; ancak bazı durumlarda, ısı girişini kontrol etmek için sınırlı sallama ve dar geçişler gerekebilir.
- Kaynak dikişi genişliği, elektrotun çekirdek çapının 3–4 katı olmalıdır.
- Kaynak dikişleri, elektrotun toplam uzunluğunun üçte biri ile yarısı arasında değişen uzunlukta olmalıdır.
- Elektrot hareketi, cürufu (slag) geriye doğru hafifçe eğerek itmelidir.
- Elektrot kaplamasının kalınlığı nedeniyle, cüruf birikimi artar ve temizliği zorlaşır; bu nedenle, geriye doğru hareket hafifçe vurgulanmalıdır.
- Aynı akım şiddetinde, geniş kaynak dikişi, dar olandan daha fazla ısı üretir ve böylece daha derin nüfuziyet sağlar.
- Cüruf, noktalı çekiç veya fırça ile dikkatlice temizlenmelidir. Bunlar yeterli değilse, dikkatlice keski ve çekiç kullanılabilir.
- Cürufun temel amaçlarından biri, kaynak dikişinin soğuma hızını yavaşlatmak ve ani soğumayı önlemektir; bu nedenle, temizlik çok erken başlamamalıdır.

Şekil 1.16: Dolgu Geçişleri İçin Önerilen Elektrot Hareketleri

PREPARED BY
Innoweld

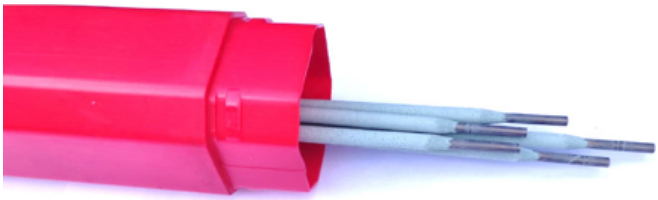
DOLGU KAYNAĞI

2. ÖĞRENME BİRİMİ

2.1. YIĞMA (BİRİKTİRME) KAYNAĞI TÜRLERİ
2.2. YÜZEY YIĞMA KAYNAĞI
2.3. MİL YIĞMA KAYNAĞI

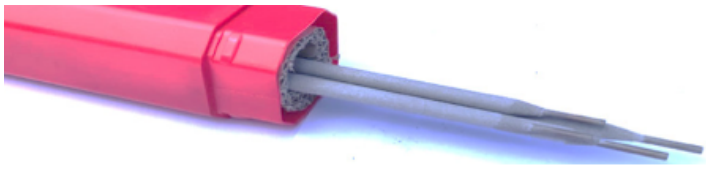
- **2.1. YIĞMA KAYNAĞI TÜRLERİ**
- **Makinelerdeki bazı parçalar, örneğin miller, dişliler, tarım aletlerinin toprakla temas eden yüzeyleri, iş makinelerinin kenarları, kesici bıçaklar, değirmen kırıcılar, sürtünmeye dayalı diskler ve sertleştirilmiş yüzeyler, zamanla sürtünme nedeniyle aşınmaya maruz kalır.**
- **Aşınmış, kırılmış veya çatlamış parçaların tamir edilmesi veya değiştirilmesi bazen mümkün veya ekonomik olmayabilir. Bu nedenle, yığma kaynağı (build-up welding) kullanılarak parçalar eski hallerine getirilir.**
- **Yığma Kaynağı Nedir?**
- **Yığma kaynağı, aşınmış makine parçalarının orijinal boyutlarına geri kazandırılması amacıyla, kaynak dikişlerinin tek geçişle veya üst üste bindirilerek birikim yapılması işlemidir.**
- **Sert Yüzey Yığma Kaynağında Kullanılan Elektrotlar**
- **Sert yüzey yığma kaynağında, öncelikle bazik kaplamalı elektrotlar, bazen ise rutil kaplamalı elektrotlar kullanılır. Bu elektrotlar şu şekilde sınıflandırılabilir:**
- **Bazik kaplamalı elektrotlar: Yığma kaynağında kullanıldığında, kullanımdan önce 250–300°C'de iki saat kurutulmaları daha iyi sonuç verir.**
- **Çok Sert Yüzey Elektrotları: Bu elektrotlar tungsten karbür malzemeden yapılır. Son derece sert yapıları nedeniyle, bu elektrotlarla yapılan kaynak dikişi iş parçasını aynı derecede sertleştirir. Genellikle kesici bıçaklar, diskler ve bıçakların yığma kaynağında kullanılır.**

.



Şekil 2.1: Sert Yüzey Elektrotları

Normal Aşınma ve Darbe Elektrotları: Bu elektrotlar yüksek karbon içeriğine sahiptir ve sert ve yoğun bir kaynak dikişi oluşturur. Yüzey yığma kaynağı için uygundur.



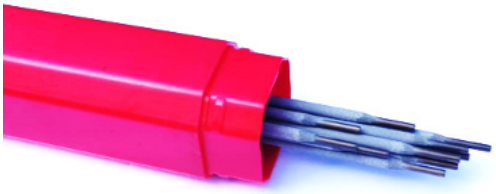
Şekil 2.2: Normal Aşınma ve Darbe Elektrotları

:

Orta Sert ve Darbe Dayanımlı Elektrotlar: Zincir konveyörler, pimler, rulmanlar ve taş kırıcılar gibi uygulamalarda kullanılır.

Şekil 2.3: Orta Sert ve Darbe Dayanımlı Elektrotlar

Krom-Nikel Elektrotlar: Öncelikle gıda sektöründeki paslanmaz çelik ekipmanların yığma kaynağı için kullanılır.

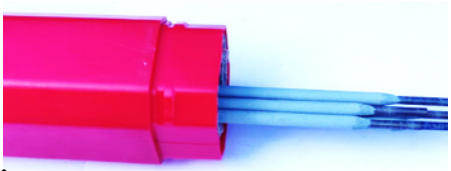


Şekil 2.4: Krom-Nikel Elektrotlar

Manganez Elektrotlar: İş makinelerindeki kazıcı dişleri, matkap uçları, kazıyıcılar ve riperler ile haddehane silindirleri gibi parçaların yığma kaynağında kullanılır.

Şekil 2.5: Manganez Elektrotlar

İşlem Sertleşen Elektrotlar (Work-Hardening Electrodes): Bu elektrotlar, kaynak işleminden sonra talaşlı imalat ile işlenebilir, ancak kullanım sırasında sertleşir.



Şekil 2.6: İşlem Sertleşen Elektrotlar

Isıl İşlemle Sertleştirilebilen Elektrotlar (Heat-Treatable Hardening Electrodes): Bu elektrotlar, yığma kaynağı işleminden sonra ısıl işlem ile sertleştirilebilir.

Şekil 2.7: Isıl İşlemle Sertleştirilebilen Elektrotlar

Şekil 2.8: İşlenebilir Yığma Elektrotlar

Sert Çekirdek Tel Elektrotlar (Hard-Core Wire Electrodes): Bu elektrotlar, öncelikle MIG-MAG ve TIG-WIG kaynak işlemlerinde dolgu teli olarak kullanılır. Çelik, bakır, alüminyum veya pirinç malzemelerden üretilebilirler.

Şekil 2.9: Sert Çekirdek Tel Elektrotlar

2.2. YÜZEY YIĞMA KAYNAĞI

Yüzey yığma kaynağı türleri şunlardır:

- Tek geçişli yüzey yığma kaynağı (Single-pass surface build-up welding)
- Katmanlı yığma kaynağı / Overlay (multi-layer) build-up welding

Yüzey yığma kaynağının genel amaçları şunlardır:

- Aşınmış yüzeyleri, aşınmadan önceki orijinal boyutlarına geri kazandırmak
- Kırılmış parçaları yeniden birleştirerek işlevsel hâle getirmek
- Deforme olmuş yüzeyleri, hasar öncesi orijinal şekline geri getirmek

2.2.1. Tek Geçişli Yüzey Yığma Kaynağı

Tek geçişli yüzey yığma kaynağı, genellikle aşırı aşınmaya uğramamış makine parçalarına uygulanır.

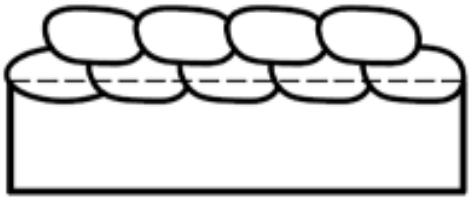
- Kaynak yapılan yüzeylerden yüksek hassasiyet gerektirenler, dönme (turning), frezeleme (milling), kalıp şekillendirme (shaping) veya taşlama (honing) gibi talaşlı imalat teknikleri ile işlenir ve sonra kullanıma alınır.
- Ancak, uygulama ince işçilik gerektirmiyorsa (örneğin tarım aletleri, kepçe çeneleri), kaynaklı yüzey ek işleme yapılmadan kullanılabilir.

a)Yanlış **b)Doğru**

Şekil 2.10: Tek Geçişli Yüzey Yığma Kaynağı

2.2.2. Katmanlı (Overlay / Multi-Layer) Yığma Kaynağı

Katmanlı yığma kaynağı, aşırı aşınmış veya hasar görmüş kanallar (keyways), kırılmış veya çatlamış makine parçaları ve yüksek mukavemet gerektiren elemanların kenarları üzerinde uygulanır.



Şekil 2.11: Katmanlı (Overlay / Multi-Layer) Yığma Kaynağı

22.3. MİL YIĞMA KAYNAĞI

Mil yığma kaynağı, millerin yalnızca aşınmış bölümlerinin kaynak yöntemleri ile doldurulması işlemini ifade eder.

2.3.1. Millere ve Göbeklere Uygulamalar

- **Miller, dönerek güç ve hareket iletmek için makinelerde kullanılır ve dişliler, kavramalar, kasnaklar ve volanlar gibi bileşenleri taşır.**
- **Aşınma, deformasyon ve yük altında bükülmeye maruz kalan silindirik makine parçalarında bulunur.**

a) b) c) d)

Şekil 2.12: Deforme Olmuş Bir Yüzeyin Onarım Adımları

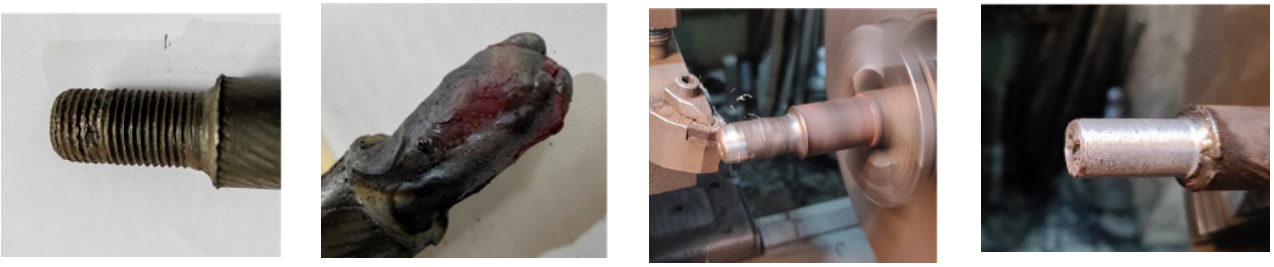
- a) Deforme olmuş mil
- b) Yığma kaynağı uygulaması
- c) Talaşlı imalat işlemi
- d) Orijinal hâline geri getirme

2.3.2. Mil Yığma Kaynağının Amacı

Miller, dönen makine parçaları olduğundan, aşağıdaki nedenlerle aşınmaya eğilimlidir:

- Yüksek hızlı çalışma
- Bağlı bileşenlerin dönmesinden kaynaklanan salınımlar
- Düzensiz yağlama
- Aşırı ısınma

Aşınmış miller, düzgün ve dengeli bir dönüş sağlayamaz; bu da gürültülü çalışmaya ve bağlı makineye potansiyel hasara yol açar. Sonuç olarak, onarılmaz arızalara neden olabilir.



a) b) c) d)

Şekil 2.13: Mil Üzerindeki Dişli Bölümlerin Onarım Adımları

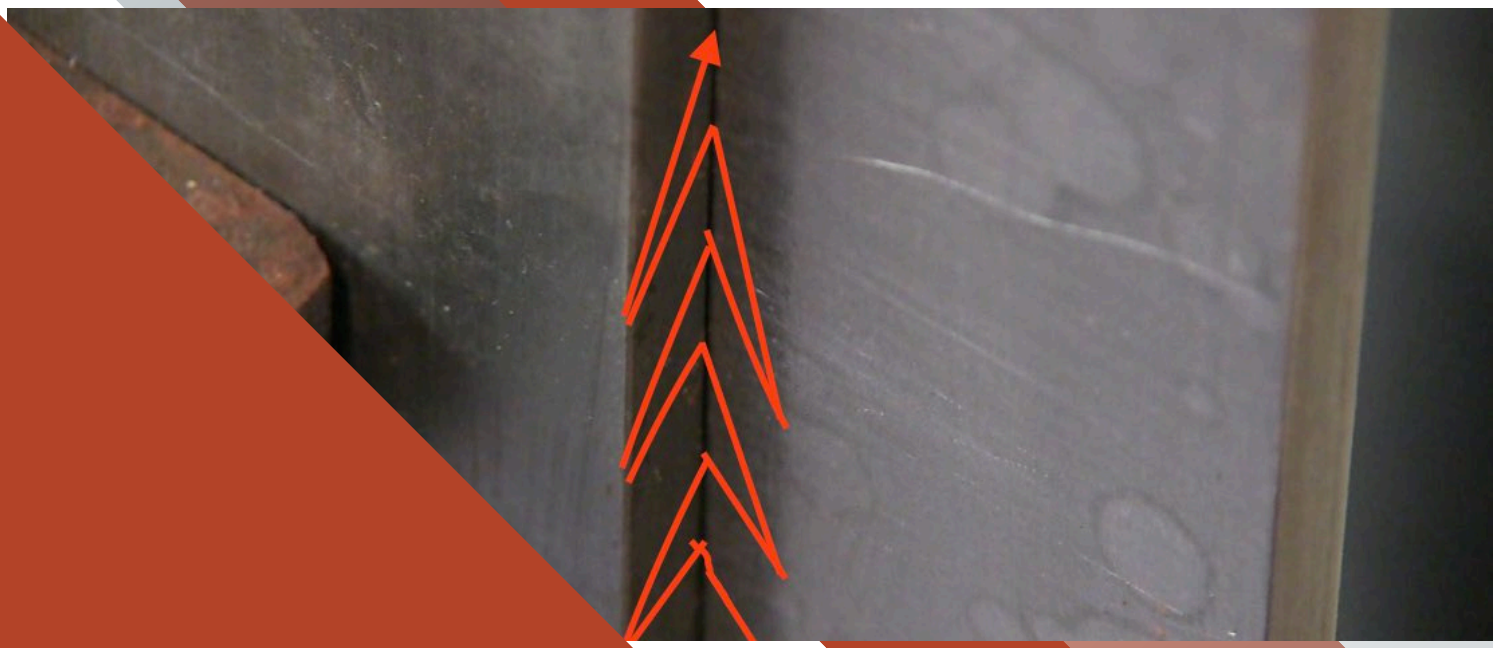
- a) Aşınmış ve hasar görmüş dişler
- b) Yığma kaynağı uygulanması
- c) Talaşlı imalat işlemi
- d) Orijinal hâline geri getirme

Bazı durumlarda, aşınmış millerin değiştirilmesi mümkün olmayabilir. Tornada manuel olarak yeniden üretmek çok fazla işçilik gerektirir, bu da zaman kaybı ve maliyet artışına yol açar. Bunun yerine, sadece milin aşınmış bölümleri kaynak metali ile doldurulabilir, işlenebilir ve verimli bir şekilde tekrar kullanılabilir.

PREPARED BY
Innoweld

DİKEY KAYNAK

3. ÖĞRENME BİRİMİ



3.1. Dikey Kaynak Pozisyonları
3.2. Yukarıdan Aşağıya Alın Kaynağı
3.3. Aşağıdan Yukarıya Alın Kaynağı
3.4. Aşağıdan Yukarıya V-Oluk Kaynağı
3.5. Aşağıdan Yukarıya Köşe Kaynağı
3.6. Yukarıdan Aşağıya Köşe Kaynağı
3.7. Yukarıdan Aşağıya Dış Köşe Kaynağı

3.1. DİKEY KAYNAK POZİSYONLARI

Hareketli kaynakta, kaynak dikişlerini şekillendirmek için en rahat ve kontrollü pozisyon yatay pozisyondur. İş parçası yere paralel olduğundan, bu kaynak türüne yatay kaynak denir.

Ancak, eğitimli bir kaynakçı için yalnızca yatay pozisyonda kaynak yapabilmek yeterli değildir, çünkü üretimde karşılaşılan iş parçaları her zaman bu pozisyonda olmayabilir. Bu nedenle, bir kaynakçının çeşitli pozisyonlarda kaynak yapabilmesi ve her pozisyon için gereken teknikleri anlayabilmesi gerekir.

Genel olarak, kaynak pozisyonları Türk Standardları Enstitüsü (TSE) tarafından harflerle sınıflandırılır:

- Yatay (Flat)
- Dikey (Yukarıdan aşağıya / Aşağıdan yukarıya)
- Yan (Duvar pozisyonu)
- Tavan (Overhead / Tavan pozisyonu)
- Tavan pozisyonunda iç ve dış köşe

Kaynak akımı ile oluşturulan ark, iş parçasının yüzeyindeki ısıdan etkilenen bölgeyi (HAZ) eritir. Elektrot eridikçe, elektrotun çekirdek metali, iş parçasının erimiş bölgesiyle birleşir.

Elektrot çekirdek metali, bu kaynaşmada kritik rol oynar ve kaynak metalini oluşturur. Kaynak metalinin çoğu, elektrotun çekirdek metalinden oluşur.

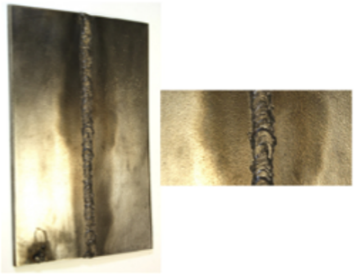
Buna göre:

- İnce malzemeleri birleştirmek için ince elektrotlar kullanılır.
- Daha kalın malzemeleri birleştirmek için, çekirdek çapı daha büyük kalın elektrotlar kullanılır.
- Bu, parçalar arasındaki boşluğu dolduracak gerekli kaynak metalinin sağlanmasını garanti eder.

Yukarıdan aşağıya ve aşağıdan yukarıya kaynakta, erimiş kaynak metalinin ağırlığı nedeniyle metal akışı meydana gelir. Metal akışının miktarı ve davranışı, kaynak yöntemi, elektrot hareketi ve kaynak açılarına bağlı olarak değişir.

3.2. YUKARIDAN AŞAĞIYA ALIN KAYNAĞI

Yukarıdan aşağıya alın kaynağı yöntemi, sac metal kaynak uygulamaları için en yaygın tercih edilen yöntemdir.



Şekil 3.1: Yukarıdan Aşağıya Kaynak Yapılmış Sac Metal Parça

3.2.1. Yukarıdan Aşağıya Dikey Alın Kaynağı Uygulaması

Dikey kaynakta, diğer adıyla aşağı yönlü alın kaynağında, iş parçası yatay düzleme 90 derece açıyla konumlandırılır.

Yatay kaynak ile diğer pozisyonlardaki kaynaklar arasındaki en önemli fark, kullanılan elektrot türüdür:

- Yatay kaynakta her türlü elektrot kullanılabilir.
- Dikey ve diğer pozisyon kaynaklarında, elektrotun uygunluğu önceden kontrol edilmelidir.

Elektrot kaplama malzemesi:

- Düşük akışkanlığa sahip olmalı
- Hızlı katılaşmalıdır

Bu özelliklere sahip olmayan kaplama malzemesi, kaynak sırasında akacak ve yeterli koruma sağlayamayacaktır.

Kaynak metalinin aşırı akışkanlığını önlemek için, yüksek sıcaklıklardan kaçınılmalıdır.

Bu nedenle, kaynak akımı mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır.

Şekil 3.2: Elektrik Arkı ile Dikey Kaynak

3.2.2. Uygulama Alanları

- Genellikle, tek geçişle kaynak yapılması planlanan iş parçaları için kullanılır.
- Bu yöntem, daha zayıf bir kaynak dikişi oluşturduğundan, yüksek mukavemet ve dayanıklılık gerektiren bağlantılar için önerilmez.

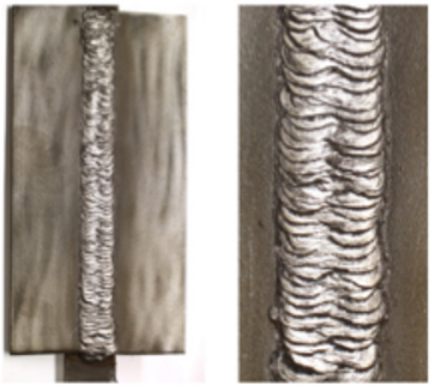
3.3. AŞAĞIDAN YUKARIYA ALIN KAYNAĞI

3.3.1. Aşağıdan Yukarıya Dikey Alın Kaynağı Uygulaması

Bu kaynak yönteminde, kaynak yapılacak iş parçaları kenar kenara birleştirilir.

Kaynak, alttan başlayarak yukarıya doğru, elektrot yukarı doğru hareket ettikçe ilerler.

Yukarıdan aşağıya kaynağa kıyasla, bu pozisyon daha derin nüfuziyet ve yüksek mukavemet sağlar.



Şekil 3.3: Aşağıdan Yukarıya Kaynak Uygulaması

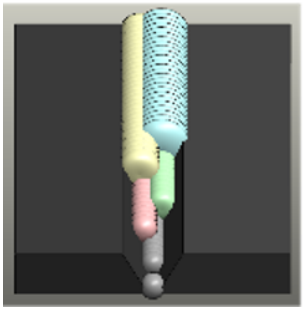
3.3.2. Uygulama Alanları

- Aşağıdan yukarıya dikey kaynaklar genellikle yüksek ısı girişi içerir ve bu da bölgesel olarak ciddi ısı artışına yol açar.
- Bu nedenle, çok kısa kaynaklar dışında, bu yöntem 4 mm'den ince malzemeler için önerilmez.

3.4. AŞAĞIDAN YUKARIYA V-OLUK KAYNAĞI (BOTTOM-TO-TOP V-GROOVE WELDING)

Aşağıdan yukarıya dikey kaynakta, kaynak işlemi eklemin altından başlar ve ark yukarı doğru hareket eder.

3.4.1. Aşağıdan Yukarıya V-Oluk Kaynağı Uygulaması

- Bu yöntem genellikle daha kalın malzemeler için kullanılır ve oluk hazırlığı gerektirir.
- İş parçasına kaynak öncesinde V-oluk açılırsa ve kaynak alttan yukarıya doğru ilerlerse, buna aşağıdan yukarıya V-oluk kaynağı denir.
- 

Şekil 3.3: Aşağıdan Yukarıya Kaynak Uygulaması

3.4.2. Uygulama Alanları

- Aşağıdan yukarıya kaynaklar yüksek ısı girişi oluşturur ve bu da bölgesel olarak ciddi ısı artışına yol açar.
- Bu nedenle, çok kısa geçişler dışında, bu yöntem 4 mm'den ince malzemeler için önerilmez.
- Aşağıdan yukarıya V-oluk kaynağı, 10–20 mm kalınlığındaki malzemeler için uygundur.
- 20 mm'den daha kalın malzemeler için, çift taraflı kaynak yapılacaksa X ve K-oluk hazırlıkları gereklidir.

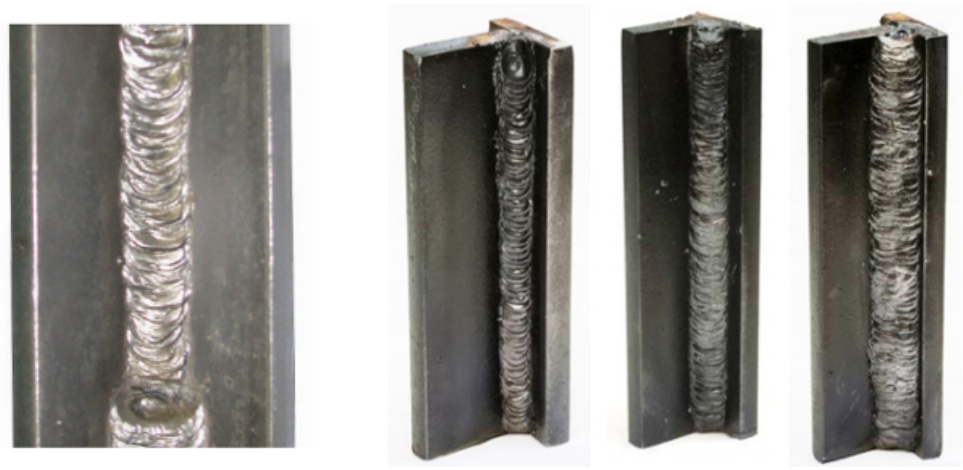
3.5. AŞAĞIDAN YUKARIYA KÖŞE KAYNAĞI (BOTTOM-TO-TOP FILLET WELDING)

- Aşağıdan yukarıya kaynağa, eklemin altından başlanır ve yukarıya doğru ilerler.
- Bu teknik, dikey köşe kaynaklarında yaygın olarak kullanılır ve aşağıdan yukarıya dikey köşe kaynağı olarak adlandırılır.

3.5.1. Aşağıdan Yukarıya Köşe Kaynağı Uygulaması

- Köşe kaynakları, imalat ve üretimde en yaygın kullanılan kaynak eklem türlerinden biridir.
- Aşağıdan yukarıya köşe kaynağı, gerekli mukavemete bağlı olarak tek veya çift taraflı uygulanabilir.
- Alın kaynaklarının aksine, köşe kaynakları için oluk hazırlığı gerekmez, ancak kaynak dikişi oluşumunda ekstra dikkat gereklidir.
- Yerçekimi, erimiş kaynak metalinin sarkmasına neden olur; bu nedenle düzgün ve güçlü bir kaynak elde etmek için uygun ısı kontrolü şarttır.
-

Şekil 3.4: Tamamlanmış Aşağıdan Yukarıya Köşe Kaynağı
a) Birinci geçiş b) İkinci geçiş c) Üçüncü geçiş



a) b) c)

33.5.2. Uygulama Alanları

- Aşağıdan yukarıya köşe kaynağı çoğunlukla daha kalın malzemelere uygulanır ve inşaat projelerinde geniş bir kullanım alanı vardır.
- Kaynaklı imalat (veya tasarım), günümüz üretim yöntemlerinde önemli bir yer tutar. Sadece kaynak işleminin iyi yapılması değil, aynı zamanda uygun ve hesaplı şekilde uygulanması, parçaların kaynak sürecinin gereksinimlerine göre şekillendirilmesi de önemlidir.
- Özellikle dinamik yük koşullarında, en güvenli kaynak bağlantısı köşe kaynağıdır. Bu nedenle köşe kaynaklarında aşırı güvenlik beklentisi olmamalıdır.
- İnce sac yapı durumlarında, mümkün olduğunca sürekli köşe kaynaklarından kaçınılmalıdır.
- Kaynak kesiti ve kalınlığı aşırı olmamalıdır. Köşe kaynaklarında, kaynak kalınlığı arttıkça üretim maliyetleri de artar.
- Kaynak hacmi küçük tutulursa, mevcut gerilmeler, bükülmeler ve sonraki düzeltme ihtiyacı da minimize edilir.

3.6. AŞAĞIDAN YUKARIYA KÖŞE KAYNAĞI (BOTTOM-TO-TOP FILLET WELDING)

- Aşağıdan yukarıya köşe kaynağında, kaynak ekleminde birden fazla geçiş yapılabilir.

3.6.1. Aşağıdan Yukarıya Köşe Kaynağı Uygulaması

- Bu kaynak yönteminde, ikinci geçiş, kök geçişini örtmek için tek adımda yapılmaz; bu, yukarıdan aşağıya kaynağa göre farklıdır.
- Bunun nedeni, yukarıdan aşağıya kaynağın geniş dikişler oluşturamamasıdır.

Şekil 3.5: Yukarıdan Aşağıya Köşe Kaynakları

3.6.2. Uygulama Alanları

- Bu kaynak yöntemi, güvenliğin öncelikli olduğu kaynaklarda önerilmez.
- Estetik kaynakların istendiği, mukavemetin ikinci planda olduğu kaynaklar için önerilir.
- 8 mm veya daha ince parçalar için uygulanır.
- 8 mm'den kalın parçalar için temel (basic) elektrotlar tavsiye edilir.

3.7. YUKARIDAN AŞAĞIYA DIŞ KÖŞE KAYNAĞI (TOP-DOWN OUTER CORNER WELDING)

3.7.1. Yukarıdan Aşağıya Dış Köşe Kaynağı Uygulaması

- Bu kaynak yönteminde, parçaların farklı dış köşe pozisyonları vardır.
- Dış köşeler üç tipe ayrılır: açık, yarı-açık ve kapalı.
- Kapalı dış köşe kaynağında, kaynak hızı diğer iki tipe göre daha yüksektir.

3.7.2. Uygulama Alanları

- Genellikle, 8 mm kalınlığındaki veya daha ince parçalar için uygulanır.
- 8 mm'den kalın parçalar için temel elektrotlar önerilir.
- Endüstride, dikey pozisyondaki açısal parçaların dış kısımlarını kaynağa almak için kullanılır.

PREPARED BY
Innoweld

KORNIŞ VE TAVAN KAYNAKLARI

4. ÖĞRENME BIRIMI

4.1.Korniş ve Tavan Kaynak Pozisyonları
4.2. Yan (Korniş/Duvar) Alın Birleştirme Kaynağı
4.3. Yan V-Oyuk Kaynağı
4.4.Yan Köşe Kaynağı
4.5. Baş Üstü Alın Birleştirme Kaynağı
4.6.Baş Üstü V-Oyuk Kaynağı

4.1. KORNIŞ VE TAVAN KAYNAK POZİSYONLARI

Kaynak sırasında, iş parçasının ideal pozisyonu, erimiş kaynak havuzunun yerçekimi nedeniyle akmasını önlemeli ve sabit kalmasını sağlamalıdır.

Yatay kaynak pozisyonu, kaynakçı için en iyi koşulları sunar; çünkü kaynak havuzu üzerinde daha iyi kontrol sağlar.

Bu pozisyonda, daha yüksek kaynak akım değerleri kullanılır ve bu, daha hızlı bir kaynak işlemi sağlar.

Tüm kaynakları yatay pozisyonda gerçekleştirebilmek için, iş parçası kolayca döndürülebilir veya manevra yapılabilir olmalıdır.

Ancak, birçok üretim sürecinde iş parçaları uygun şekilde konumlandırılamaz.

Bu nedenle, çoğu endüstriyel kaynak uygulaması üç ana pozisyonda yapılır:

- Yatay
- Dikey
- Baş Üstü (Tavan pozisyonu)

Toplu üretim fabrikalarında, yetenekli kaynakçılar mümkün olduğunca çok kaynağı yatay pozisyonda yapmaya çalışır.

Ancak, çelik yapılar, tanklar ve boru sistemleri gibi inşaat sahalarında bu pratik değildir.

Böyle durumlarda:

- Çalışma pozisyonuna uygun özel elektrotlar kullanılır.
- Kaynak parametreleri ve çalışma koşulları, uygun bir kaynak dikişi sağlamak için dikkatle ayarlanır.

4.2. YAN (KORNIŞ/DUVAR) ALIN KAYNAĞI

Bu kaynak pozisyonuna yan, korniş veya duvar pozisyonu da denir.

İş parçaları dikey olarak konumlandırılır, ancak kaynak dikişi yatay eksene paralel olarak atılır.

İş parçaları uç uca (alın kaynağı) birleştirilir.

Kaynakçı kaynak sırasında soldan sağa veya sağdan sola hareket eder.

İstersen ben aynı şekilde 4.3, 4.4... başlıklarını da birebir çevirebilirim.

Şekil 4.1: Yan Alın Kaynağı

4.2.1. Yan Alın Kaynağı Yapma

Yatay pozisyon dışındaki tüm kaynak pozisyonlarında, erimiş kaynak havuzu yerçekimi nedeniyle birleşim noktasından dışarı doğru akma eğilimindedir.

Bu zorluk, uygun kaynak teknikleri kullanılarak aşılır, örneğin:

- **Kaynak hızı ve elektrot açısının kontrol edilmesi.**
- **Kaynak metalinin birleşim noktasından akmasını önlemeye yardımcı katkılar içeren uygun kaplamalı elektrotların kullanılması.**

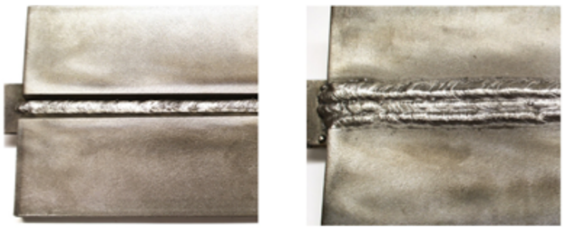
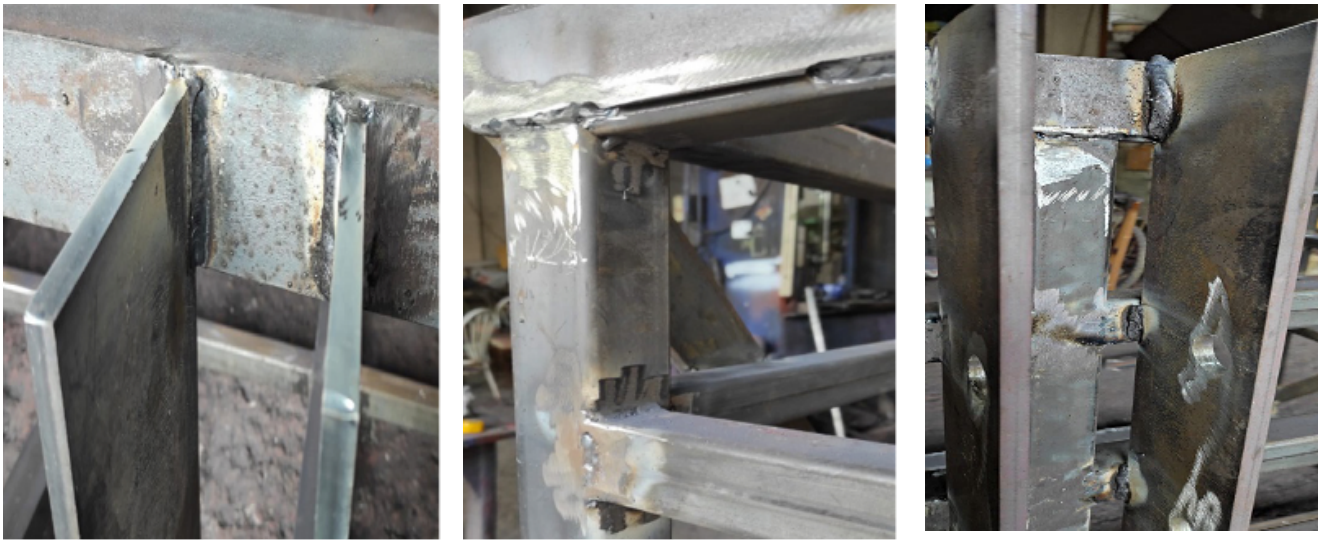


Figure 4.2: Side Butt Joint Welding Application

Kaynakçı, erimiş kaynak havuzu üzerindeki kontrolü artırmak ve akışkanlığı azaltmak için kaynak sırasında ısı girişini azaltmayı hedeflemelidir.

Kaynak havuzunun optimal pozisyonunu korumak için, elektrot ekseni ile kaynak yüzeyi arasındaki açı ayarlanmalıdır.

- Yatay kaynakta 350 amperlik akım değerleri kolayca kullanılabilirken, diğer pozisyonlarda aşırı metal akışını önlemek ve daha iyi kaynak kalitesi sağlamak için kaynak akımı daha düşük tutulmalıdır.



Şekil 4.3: Farklı Pozisyonlardaki Kaynaklı Birleşimler

Yan Alın Kaynağı İçin Temel Hususlar

Başlangıç noktası ve kaynak yönü hariç, işlem standart soldan sağa kaynak özelliklerini takip eder.

Ulaşılması zor alanlarla karşılaşıldığında, uygulanabilirliğe bağlı olarak iki kaynak yönünden biri (soldan sağa veya sağdan sola) seçilir.

4.3. YAN V-OYUK KAYNAĞI

Yan V-oyuk kaynağı, iş parçalarına V-oyuk hazırlığı uygulandıktan sonra yan (duvar) pozisyonunda gerçekleştirilen bir kaynak yöntemidir.

Figure 4.5: Side V-Groove Welding

4.3.1. Yan V-Oyuk Kaynağı Yapma

Korniş (duvar) kaynağında, 10 mm'den daha kalın malzemeler için kaynaktan önce oyuk hazırlığı gereklidir.

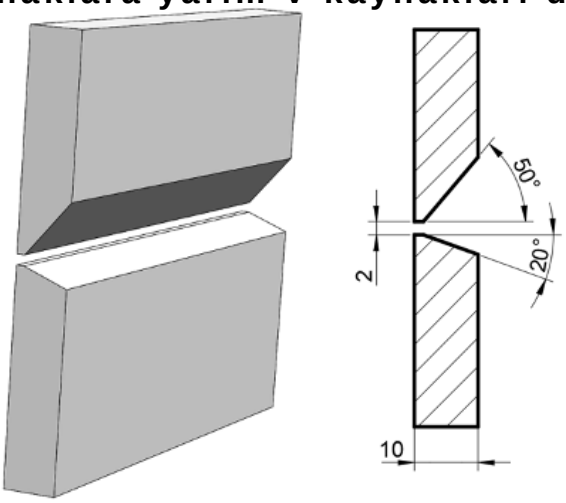
10–20 mm kalınlığındaki malzemeler için tek taraflı V-oyuk uygulanır.

20 mm'den kalın malzemeler için çift taraflı X- veya K-oyuk kullanılır.

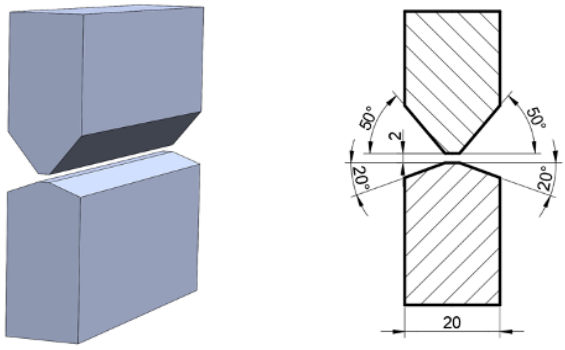
Oyuk açıları şunlar olmalıdır:

- Üst parça için 50°
- Alt parça için 20°

Tek taraflı V-oyuk kaynaklara yarım V kaynakları da denir.



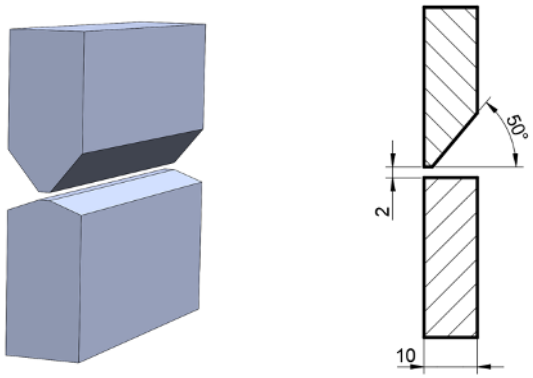
Şekil 4.5: Yan Alın V-Oyuk Kaynak Açıları



Şekil 4.5: Yan Alın X-Oyuk Kaynak Açıları

Korniş (duvar) pozisyonunda, yerçekiminin etkisi kaynak havuzunun dışa doğru akmasına neden olur ve bu durum kaynak oyuklarının önemini ortaya çıkarır.

Yarım V kaynak oyuğu, yan kaynakta en sık kullanılan oyuktur.



Şekil 4.6: Tek Taraflı Yan Alın V Kaynak Oyuğu (Yarım V) Açıları

Yerçekiminin korniş pozisyonunda neden olduğu akışı en aza indirmek için, destek kullanımı tercih edilir.

4.3.2. Yan V Kaynağı Uygulamaları

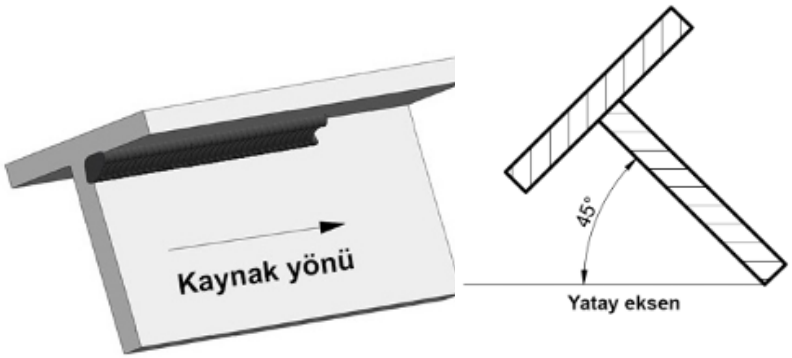
- Genellikle 10 mm'den kalın parçalar için kullanılır
- Çelik kazan imalatı
- Çelik çatı montajı
- Gemi yapım endüstrisi
- Boru hattı kurulumu
- Çelik yapı birleşimleri

4.4. YAN KÖŞE KAYNAĞI

Bu, parçaların yan pozisyonda uygulanmasına yönelik köşe kaynağı yöntemidir.

4.4.1. Yan Köşe Kaynağı Yapımı

Bu kaynak pozisyonunda, parçalar 90 derecelik açıyla (T veya L şekli) tespit kaynağı yapılır ve birleştirilen köşeleri merkeze alarak 45 derece döndürülür.



Şekil 4.7: Yan Köşe Kaynağı

Parça ile yatay eksen arasındaki açı 80–90 derece ise, bu baş üstü köşe kaynağı olarak sınıflandırılır; daha düşük açılar için ise korniş köşe kaynağı olarak kabul edilir.

4.4.2. Yan Köşe Kaynağı Uygulamaları

Yan köşe kaynağı, büyük inşaat projeleri ve makine imalatında yaygın olarak kullanılan pozisyon kaynak yöntemlerinden biridir.

10 mm kalınlığa kadar parçalar için tek geçişli kaynak uygulanırken, daha kalın parçalar için konstrüksiyon gereksinimlerine bağlı olarak birden fazla kaynak geçişi gerekebilir.

4.5. BAŞ ÜSTÜ ALIN KAYNAĞI

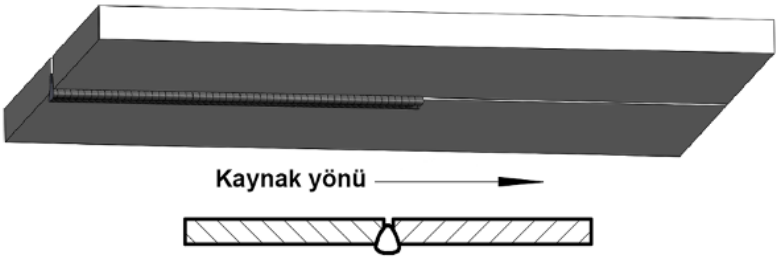
Baş üstü alın kaynağı, baş üstü pozisyon kaynağı olarak da bilinir.

Bu yöntem genellikle döndürülemeyen kalın ve büyük parçalar için uygulanır.

4.5.1. Baş Üstü Alın Kaynağı Yapımı

Kaynak sırasında, cüruf damlamalarını önlemek için kaynak havuzu sürekli izlenmelidir.

Sürekli baş üstü kaynak yapılması gerekiyorsa, daha ince kaynak kabloları seçilmesi önerilir.



Şekil 4.8: Baş Üstü Alın Kaynağı Yönü

Baş üstü kaynak pozisyonunun fiziksel olarak zorlayıcı doğası nedeniyle, kaynak kablolarının ağırlığını azaltmak önemlidir.

Bu nedenle, baş üstü kaynak için 35 mm² kesitli bir kablo yeterlidir.

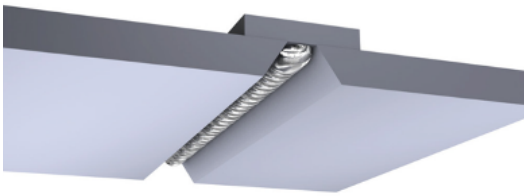
Bu, kaynakçının kolundaki yükü azaltır ve aşırı yorgunluk olmadan daha uzun kaynak seansları yapılmasına olanak sağlar.

Şekil 4.9: Baş Üstü Alın Kaynağı

4.5.2. Baş Üstü Alın Kaynağı Uygulamaları

- Çelik çatı montajı
- Çelik köprü inşaatı
- Gemi yapım endüstrisi
- Çelik yapı işleri

4.6. BAŞ ÜSTÜ V KAYNAĞI



Şekil 4.10: Baş Üstü V Kaynağı

Baş üstü V kaynağı, kaynakçının başının üzerinde konumlandırılan kaynak ile uygulanır.

4.6.1. Baş Üstü V Kaynağı Yapımı

Bu kaynak yöntemi, 10 mm'den kalın malzemeler için, toplam 60 derece oyuk açısı hazırlanarak uygulanır (her parçada 30 derece).

Yan kaynakların aksine, kaynak dikişleri kapak benzeri bir yapı oluşturmak yerine yan yana yerleştirilmelidir.

Daha dar bir kaynak dikişi, birleşimin dayanıklılığını artırır.

4.6.2. Baş Üstü V Kaynağı Uygulamaları

- Büyük, sabit ve döndürülemeyen inşaat projeleri ile kalın malzemeler (Şekil 4.11)
- Çelik çatı montajı
- Çelik köprü inşaatı
- Gemi yapım endüstrisi
- Çelik yapı işleri
-

Şekil 4.11: Baş Üstü V Kaynağı Uygulamaları

PREPARED BY
Innoweld

SELÜLOZLU VE BAZİK ELEKTROT KAYNAĞI

5. ÖĞRENME BİRİMİ

5.1. SELÜLOZLU ELEKTROTLA ALIN KAYNAĞI
5.2. BAZİK ELEKTROTLA ALIN KAYNAĞI

5.1. SELÜLOZLU ELEKTROTLA ALIN KAYNAĞI

Elektrot üretim şirketleri, tüm türde endüstriyel elektrot ihtiyaçlarını karşılamak için elektrotlar geliştirmiştir.

Elektrot çeşitliliği, sanayi talepleri doğrultusunda artmıştır. Farklı ihtiyaçları karşılamak üzere tasarlanmış elektrotların en iyi örneklerinden biri selülozlu elektrottur.

5.1.1. Selülozlu Elektrotların Sanayideki Rolü ve Önemi

Selülozlu elektrotların kaplama formülünün yaklaşık %30'u selüloz ve diğer organik maddelerden oluşur.

Bu maddeler ark içinde yandığında CO ve CO_2 koruyucu gazları oluşturur.

Selülozlu elektrotların arkı güçlüdür ve nüfuziyeti diğer elektrotlara göre daha yüksektir.

Organik maddelerin tam yanması için nem gereklidir. Bu nedenle, selülozlu elektrotların kaplaması %5'e kadar nem içerir.

Bu nem ihtiyacı, depolama sırasında avantaj sağlar; çünkü elektrotun fırında kurutulmasına gerek yoktur.

Şekil 5.1: Selülozlu Elektrotla Alın Kaynağı

Selülozlu elektrotların güçlü arkı nedeniyle, dikey aşağı kaynak dahil tüm pozisyonlarda kaynak kolayca yapılabilir.

Bu, derin nüfuziyetli ve güçlü bir kaynak dikişi oluşmasını sağlar.

Bu nedenle, selülozlu elektrotlar genellikle aşağıdaki alanlarda kullanılır:

- Doğal gaz ve petrol boru hatları
- Su ve atık su boruları
- Depolama tankları ve kazan imalatı
- Gemi yapım endüstrisi
- Çelik köprü inşaatı
- Derin nüfuziyet kaynağı gerektiren çelik yapılar

Şekil 5.2: Sanayide Kullanılan Örnek Selülozlu Elektrotlar

5.1.2. Rutile ve Selülozlu Elektrotlar Arasındaki Farklar

Rutil Kaplamalı Elektrotların Özellikleri

- %50'ye kadar titanyum oksit içerir.
- Kullanımı kolaydır.
- Çok stabil bir ark oluşturur.
- Orta miktarda oksijen içerir (kaynak dikişi profilleri düzgündür).
- Cüruf kolayca çıkarılır.
- 20 mm'den kalın parçaların soğuk kaynağı için uygun değildir (yüksek hidrojen ve oksijen içeriği nedeniyle darbe dayanımı düşüktür ve çatlama riski yüksektir).
- Yüksek mukavemetli çelikler için uygun değildir.
- Genellikle DC akımı (negatif - polarite) ve AC akımı ile kullanılır.

Selülozlu Kaplamalı Elektrotların Özellikleri

- Selüloz içerir.
- Ark atmosferinde hidrojen bulunması nedeniyle, nüfuziyeti diğer elektrotlardan %70 daha fazladır.
- Kaynak dikişi profili konvekstir.
- Özellikle dikey-aşağı ve baş üstü kaynak için uygundur.
- Stabil bir arkı vardır, çok az cüruf üretir ve temizlemesi kolaydır.
- Genellikle DC akımı (pozitif + polarite) ile kullanılır.
- Röntgen kontrolü gereken kaynaklarda tercih edilir.

5.1.3. Selülozlu Elektrotla Alın Kaynağı Prosedürü

Selülozlu elektrotla kaynağa başlamadan önce uygun hazırlıklar yapılmalıdır. Bu hazırlıklar şunları içerir:

- Kaynak sırasında selülozlu elektrotların fazla sıçrama ve duman ürettiği için koruyucu giysi giyilmesi.
- Kapalı alanlarda kaynak yapılacaksa, egzoz sistemi kullanılması.

- İş parçalarının, kalınlıklarına göre uygun oyuk açıları açılarak hazırlanması ve kaynak makinesinin amperajının elektrot çapına göre ayarlanması (elektrot ambalajında belirtildiği gibi).
- Kaynak yapmadan önce iş parçalarının doğru pozisyonda tespit edilmesi (tack).
- Elektrot açısı ve hareketi, rutil elektrotlarda kullanılan tekniklerle aynı şekilde uygulanmalıdır. Daha az cüruf oluştuğundan, erimiş havuz daha kolay kontrol edilir ve her pozisyonda kaynak yapılabilir.
- Selülozlu elektrot kaynağında amperaj ayarı ve akım tipi, elektrot çapına göre değişir:
- Selülozlu elektrotlar genellikle DC akımı ve pozitif (+) polarite ile kullanılır.
- Kaynak parametreleri, elektrot çapı ve akım değerlerine göre ayarlanmalıdır.

5.2. Bazik Elektrotla Alın Kaynağı

- Düşük hidrojen kaplamaya sahip bazik elektrotlar, mükemmel dayanıklılık ve süneklik sağlayan kaynak dikişleri üretmek için kullanılır.

Şekil 5.3: Bazik Elektrotla Kaynak Uygulaması

- **5.2.1. Bazik Elektrotların Özellikleri**
- **Elektrot kaplaması kalsiyum bileşikleri içerir.**
- **Yüksek mukavemetli çelikler ve kalın kesitli parçalar için güvenle kullanılır.**
- **Soğuk ortamda kullanılabilir.**
- **Sıcak ve soğuk çatlamaya karşı dayanıklıdır.**
- **Nüfuziyeti düşüktür ve kaynak dikişi profili konvekstir.**
- **Kalın kaplama nedeniyle, damla transferi orta boy damlacıklar halinde gerçekleşir.**

5.2.2. Bazik Elektrotların Sanayideki Rolü ve Önemi

- Kaynak metali çatlamaya karşı yüksek dayanıklılığa sahiptir.
- Bazik elektrotlar tüm kaynak pozisyonlarında kullanılabilir ve mükemmel boşluk doldurma yeteneğine sahiptir.
- Ayrıca, bazik elektrotlar, diğer elektrot türlerinin genellikle başarısız olduğu 0°C'nin altındaki çalışma sıcaklığına sahip kaynak makinelerinde çok etkilidir.
- Modern teknolojide en büyük zorluklardan biri gevrek kırılmadır, ve bazik elektrotlar bu soruna karşı en dayanıklı kaynak dikişlerini üretmek için kullanılır.

Bazik Elektrotların Yaygın Uygulamaları:

- Gemi yapım endüstrisi
- Kazanlar ve basınçlı kaplar
- Ağır makine ve ekipman endüstrisi
- Bilinmeyen bileşimli karbon ve düşük alaşımlı çeliklerin kaynağı
- Yüksek karbon, kükürt, fosfor ve azot içeren çeliklerin kaynağı
- Farklı karbon içeriklerine sahip çeliklerin birleştirilmesi
- Dökme demir ve çeliklerin kaynağı
- Dinamik yüke maruz kalan bileşenlerin kaynağı
- Kalın kesitli parçaların kaynağı, çatlama riskini azaltmak için
- 0°C'nin altındaki sıcaklıklarda çalışan makine, ekipman ve yapıların kaynağı

5.2.3. Kaynak Öncesi Elektrot Kurutma

- Bazik elektrotlar, kaplama bileşimi nedeniyle yüksek nem emme eğilimine sahiptir, bu yüzden dikkatli depolanmalıdır.
- Nem emmiş elektrotlar, kaynak öncesi en az 30 dakika 250°C'de kurutulmalıdır.
- Aksi takdirde, kaplamadaki nem kaynakta gözenekliliğe neden olur ve hidrojen gevrekleşmesine yol açar.

Bazik ve Alaşımlı Elektrotların Depolanması ve Kurutulması

- Elektrotlar doğru şekilde depolanmış ve ambalajdan çıkarıldıktan kısa süre sonra kullanılmışsa, kurutma gerekli değildir.

Önerilen Kurutma Parametreleri:

- Genel uygulamalar için:
  - Alaşımsız elektrotlar, havaya 4 saatten fazla maruz kalırsa, 250–400°C'de 2–3 saat kurutulmalıdır.
  - Alaşımlı elektrotlar, havaya 2 saatten fazla maruz kalırsa, 250–400°C'de 2–3 saat kurutulmalıdır.

Kritik uygulamalar için:

- Alaşımsız elektrotlar, havaya 2 saatten fazla maruz kalırsa,
- Düşük alaşımlı elektrotlar, havaya 1 saatten fazla maruz kalırsa,
- Yüksek mukavemetli elektrotlar, havaya 30 dakikadan fazla maruz kalırsa, 360–420°C'de 2–3 saat kurutulmalıdır.

Önemli hususlar:

- Maksimum sıcaklık aşılmamalıdır, ancak kurutma ünitesinin bu sıcaklığa ulaşması için gereken süre dikkate alınmalıdır.
- Kurutma ünitesi soğuk ve elektrotlarla dolu ise, gerekli sıcaklığa ulaşması 8 saate kadar sürebilir.
- Kurutma ünitesindeki elektrot sayısı, kurutma verimliliği için kritiktir.
- Ünitedeki elektrotların dağılımı, sonucu önemli ölçüde etkiler.
- Demetin ortasındaki elektrot, ünitenin genel sıcaklığına göre hedef sıcaklığa daha geç ulaşacaktır.

5.2.4. Bazik Elektrotla Alın Kaynağı Prosedürü

- Bazik elektrotlar genellikle DC akımı ve pozitif (+) polarite ile kullanılır.
- Kaynak parametreleri, elektrot çapı ve akım değerlerine göre ayarlanmalıdır.
- Bazik elektrotlar, kaynağa başlamadan önce 250–300°C'de 2–3 saat kurutulmalıdır.
- Bazik elektrotların kalın kaplaması, yüksek akım yoğunluklarında çalışmaya olanak sağlar. Ancak yüksek akımlar elektrotun hızlıca aşırı ısınmasına neden olabilir; bu yüzden kaynak işlemi kesintisiz tamamlanmalıdır.
- Elektrot açısı 80–90 derece olmalıdır.
- Ark uzunluğu kısa tutulmalıdır; elektrot ile iş parçası arasındaki boşluk, çekirdek tel çapının yarısı kadar olmalıdır.
- Kaynak hızı, rutil elektrotlardan daha düşük olmalıdır; aksi takdirde, cüruf erimiş metali yeterince kaplamaz ve kaynak kalitesi düşer.
- Kaynak havuzunun cüruf ile kaplanması kaynak hızıyla doğrudan ilişkilidir (Şekil 5.4).
-

a) Yavaş **b) Hızlı**

Şekil 5.4: Kaynak Hızına Bağlı Olarak Kaynak Havuzunun Cüruf Kapsaması

- Arkı başlatmak, özellikle daha önce kaynatılmış bir dikiş üzerinde mevcut bir kaynak çukuru ile kaynak yaparken özel dikkat gerektirir.
- Böyle durumlarda, ark asla doğrudan çukur üzerinde başlatılmamalıdır. Aksi takdirde, önceki kaynak çukurunda gözeneklilik oluşur.
- Bu nedenle, elektrot kaynak yapılmamış bir bölümde ateşlenmeli ve ardından çukurdan kaynak yapmaya devam etmek için geriye doğru hareket ettirilmelidir.
- Elektrot, vurularak değil, iş parçasına sürtülerek başlatılmalıdır.
- Elektrotun ucunda uygun bir kaynak çukuru oluşmalıdır.
- Elektrot uzunluğunun yaklaşık 40–50 mm kaldığında, kaynakçı kaynak dikişi boyunca 15–20 mm geri hareket ederek güçlü bir bitiş oluşturmalıdır. Bu işlem çok hızlı yapılmamalıdır, böylece kaynak havuzu sıvı kalır.
- Elektrot birkaç saniye sabit tutulmalı ve ardından uygun bir çukur oluşturmak için iş parçasından çıkarılmalıdır.
- Bazik elektrotlarda cüruf temizleme daha zordur ve bu süreç kaynak hızıyla doğrudan ilişkilidir.
- İş parçalarının tutkal kaynağı (tacking) tercihen bir rutil elektrot kullanılarak yapılır.
- Elektrot ucu yatay pozisyonda çukurun merkezine yönlendirilmelidir.
- Sallanma hareketleri minimize edilmeli, ancak gerekirse çekirdek tel çapının 2–3 katı kadar hafif salınımlar uygulanabilir.

PREPARED BY
Innoweld

DÖKME DEMİR KAYNAĞI

6. ÖĞRENME BİRİMİ

6.1. TYPES OF CAST IRON WELDING
6.2. WELDING OF CRACKED CAST IRON
6.3. WELDING OF BROKEN CAST IRON

6.1. DÖKME DEMİR KAYNAĞI

Dökme demirler, %2,1 ile %6,67 arasında karbon içeren demir-karbon alaşımlarıdır.

Ayrıca fosfor, kükürt, silisyum ve mangan gibi ek elementler de içerebilirler.

Yüksek karbon içerikleri nedeniyle dökme demirler şu özellikleri gösterir:

- Yüksek aşınma direnci
- Yüksek basma dayanımı
- Düşük ergime sıcaklığı
- İyi dökülebilirlik

Ancak, dökme demirin yüksek karbon içeriği, kaynak işlemi sırasında kaynak bölgesinde hızlı ısınmaya ve kaynak sonrası hızlı soğumaya neden olur.

Bu durum, malzeme içinde iç gerilmeler oluşturur.

Hızlı soğuma sırasında karbon, Fe_3C (sementit) yapısında kalır ve etkilenen bölge daha sert ve kırılgan hale gelir.

Ana metal ile kaynak bölgesi arasındaki karbon dağılımı farkı, ek gerilmelere yol açar.

Sonuç olarak, kaynak bölgesinde veya yakınında çatlama ve kırılma riski önemli ölçüde artar.

6.2. ÇATLAK DÖKME DEMİRİN KAYNAĞI

Modern endüstride dökme demir yaygın olarak kullanılır ve bu malzemelerde çatlaklar ve kırıklar meydana gelebilir.

Dökme demir kaynağının amaçları şunlardır:

- Döküm sırasında oluşan kusurları onarmak
- Karmaşık parçaları tek bir bütün olarak üretmek
- Kırılmış veya aşınmış parçaları onarmak

Beyaz dökme demir dışında, tüm dökme demir türleri kaynak yapılabilir, ancak çeliklere kıyasla kaynak kabiliyetleri daha düşüktür.

Bununla birlikte, uygun kaynak teknikleriyle güçlü bir bağ elde edilebilir.

Dökme demir kaynağının yapılma nedenleri:

- Düşük maliyet
- Kullanım kolaylığı
- Basit ekipman gereksinimleri
- Geniş teknolojik bilgi gerektirmemesi

Şekil 5.4: Kaynak Hızına Bağlı Olarak Kaynak Banyosunun Cürufla Kaplanması

İşte verdiğin İngilizce metnin birebir Türkçe çevirisi:
Dökme demirin içerdiği karbon, kaynak işlemi sırasında kaynak bölgesinde hızlı ısınmaya ve kaynak sonrası hızlı soğumaya neden olur.
Bu durum, malzeme içinde iç gerilmelerin oluşmasına yol açar.
Hızlı soğuma sırasında karbon, Fe_3C (sementit) yapısında kalır ve etkilenen bölgeyi daha sert ve daha kırılgan hale getirir.
Ana metal ile kaynak bölgesi arasındaki karbon dağılımı farkı, ek gerilmelere neden olur.
Sonuç olarak, kaynak bölgesinde veya yakınında çatlama ve kırılma riski önemli ölçüde artar.

6.2. ÇATLAK DÖKME DEMİRİN KAYNAĞI

Modern endüstride dökme demir yaygın olarak kullanılır ve bu malzemelerde çatlaklar ve kırılmalar meydana gelebilir.
Dökme demir kaynağının amaçları şunlardır:

- Döküm sırasında oluşan kusurları onarmak
- Karmaşık parçaları tek bir bütün olarak üretmek
- Kırılmış veya aşınmış parçaları onarmak

Beyaz dökme demir dışında, tüm dökme demir türleri kaynak yapılabilir; ancak çeliklerle karşılaştırıldığında kaynak kabiliyetleri daha düşüktür.
Buna rağmen, uygun kaynak teknikleriyle güçlü bir bağ elde edilebilir.
Dökme demir kaynağının yapılma nedenleri:

- Düşük maliyet
- Kullanım kolaylığı
- Basit ekipman gereksinimleri
- Geniş teknolojik bilgi gerektirmemesi

İstersen bu çeviriyi biraz daha akıcı, ders kitabı veya rapor diliyle düzenleyebilirim (anlamı değiştirmeden). İster misin o şekilde uyarlayayım?

6.2.1. Dökme Demir Kaynağında Kullanılan Döküm Elektrotları

Soğuk ve tavlanmış dökme demirin (maksimum 300°C'ye kadar) kaynağında, yüksek karbonlu dökme demir elektrotlarının yanı sıra, saf nikel çekirdek telli elektrotlar da kullanılır (Şekil 6.1).

Saf Nikel Çekirdek Telli Döküm Elektrotlarının Kullanılma Amaçları:

- **Gri dökme demir, beyaz sünek dökme demir ve küresel grafitli dökme demirin, ayrıca bunların çelikle yapılan kaynaklarında kullanılır.**
- **Özellikle kırılmış veya aşınmış dökme demir parçaların birleştirme ve tamir kaynaklarında kullanılır.**

Şekil 6.1: Döküm Elektrodu ve Bilgi Etiketi
a) Döküm Elektrodu b) Elektrot Bilgi Etiketi

- Kaynak yoluyla döküm kusurlarının onarımında mükemmel sonuçlar sağlar.
- Düşük akımda bile ana metali iyi kaplar ve ana malzeme ile karışım oranını azaltır.
- Bu durum, özellikle kalın kesitli parçaların tavlamasız olarak kaynak yapılmasına imkân verir ve çatlama riskini en aza indirir.
- Kaynak gerilmelerini azaltmak için kaynak dikişleri 30 mm'den kısa olmalıdır.
- Kaynak soğumadan önce dövülürse, kaynak gerilmeleri azaltılabilir.
- Dökme demir yüksek miktarda karbon içerdiğinden kırılgan ve sert hale gelir, bu nedenle soğukken dövülmemelidir.
- Monel (Nikel-Bakır) Çekirdekli Döküm Elektrotlarının Kullanılma Amaçları:
- Gri dökme demir, sünek dökme demir ve küresel (sfero) dökme demirin soğuk ve yarı sıcak (300°C) kaynaklarında kullanılır.
- Gri dökme demirin çelik ile kaynağında kullanılır.
- Kırılmış veya aşınmış dökme demir parçaların birleştirme ve tamir kaynaklarında kullanılır.
- Döküm veya talaşlı imalat kusurlarının kaynakla onarımında kullanılır.
- Geçiş bölgesinde sertlik problemi oluşmaz; bu da çatlak ve gözenek içermeyen bir kaynak dikişi sağlar.
- Kaynak dikişi soğumadan önce hafifçe dövülürse, kaynak gerilmeleri azalır.
- Nikel-Demir Çekirdekli Döküm Elektrotlarının Kullanılma Amaçları:
- Düzgün bir ergime ve kaynaşma sağlar.
- Sakin ve kararlı bir ark yapısına sahiptir.
- Pozisyon kaynağı için uygundur.
- Dinamik kuvvetlere maruz kalan parçaların soğuk ve sıcak kaynağında kullanılır.
- Kaynak metalinin ısıl genleşmesi düşük olduğundan, kaynak sonrası büzülme minimum düzeydedir.
- Saf nikel elektrotlara göre daha yüksek mukavemete sahiptir.
- Bu nedenle sünek dökme demir, sünekleştirilmiş dökme demir, gri dökme demir ve bunların çelik, bakır ve nikel malzemelerle yapılan kaynakları için oldukça uygundur.
- Ark başlatması ve yeniden tutuşturması kolaydır; kararlı bir ark sağlar.
- Düzgün bir kaynak dikişi elde edilmesini sağlar.

Şekil 6.2: Döküm Elektrodu ve Bilgi Etiketi

6.2.2. Dökme Demir Kaynağında Ters Polarite

Elektrot tutucu doğru akımda (DC) negatif (-) kutba bağlandığında, ısının çoğu iş parçasında oluşur.

Elektrot tutucu pozitif (+) kutba bağlandığında, yaklaşık %66 ısı elektrot üzerinde yoğunlaşır ve iş parçasındaki termal etki azalır.

6.2.3. Çatlakların Başlangıç ve Bitiş Noktalarında Delik Açma

Malzeme içinde başlayan ve biten çatlaklar için, çatlağın her iki ucunda delik açılmalıdır.

Dökme demir kaynağında, delik açmayı kolaylaştırmak ve kaynak sırasında çatlak yayılmasını önlemek için tavlama önerilir.

Kaynak dikişi ile ana metal arasındaki sıcaklık farkını ortadan kaldırmak için ana metal, kaynak sıcaklığında tutulmalıdır.

Bu özellikle büyük hacimli parçalar için kritik öneme sahiptir.

Dolayısıyla, kaynaktan önce ana metalin önceden ısıtılması gereklidir.

Ön Isıtma Gereksinimleri:

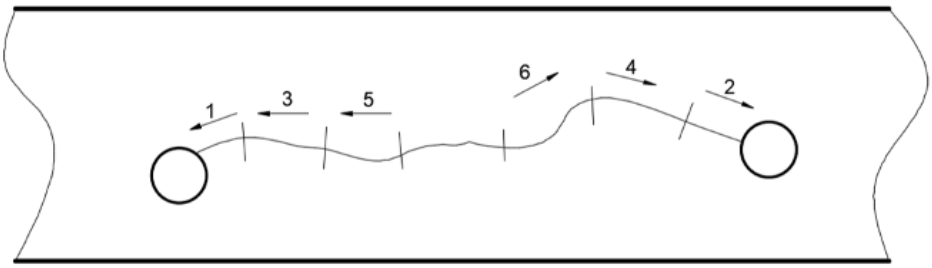
- Isının daha iyi dağılması için mümkün olduğunda büyük bir ısıtma meşalesi kullanılmalıdır.
- Isı kaybını azaltmak için iş parçası bir tuğla üzerinde yerleştirilmelidir.
- İş parçasının eğrilmesini ve deformasyonunu önlemek için destek kullanılmalıdır.
- Eğer iş parçası fırında ısıtılıyorsa, iş parçası fırına yerleştirilmeden önce fırın hedef sıcaklığa getirilmelidir.

Şekil 6.3: Ön Isıtma İşlemleri

PEklem Alanlarının Hazırlanması

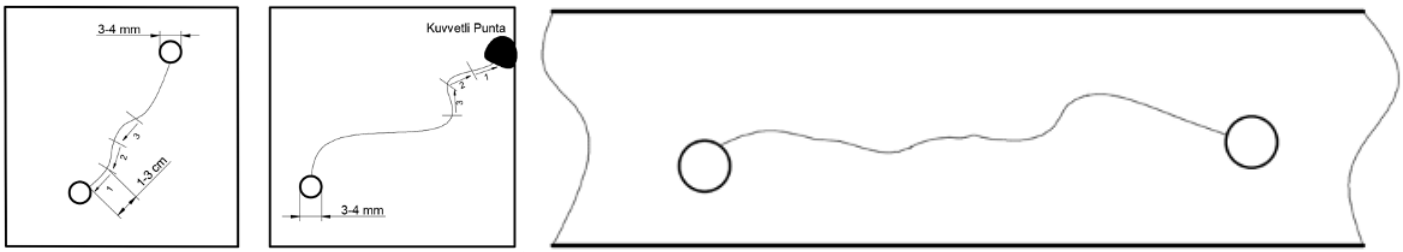
Eklem alanları hazırlanırken aşağıdaki adımlar izlenmelidir:

- Çatlağın tam başlangıç ve bitiş noktalarının belirlenmesi çok önemlidir. Eğer kaynak, çatlağın gerçek bitiş noktasına ulaşmadan tamamlanırsa, çatlak kaynak sonrası yayılmaya devam edecektir.
- Çatlak parçanın kenarına kadar uzanıyorsa, başka herhangi bir işleme başlamadan önce kenarda güçlü bir tutucu (tack) kaynak uygulanmalıdır.
- Çatlağın tam bitiş noktası belirlenmelidir. Bunun için, genellikle tahribatsız muayene (NDT) yöntemlerinde kullanılan nüfuz edici sıvı çatlağa uygulanmalı ve yerleşmesi için beklenmelidir (bu amaçla iyot çözeltisi de kullanılabilir).
- İyot yüzeyden buharlaşır, ancak çatlağın en ince noktasına kadar leke bırakır.
- Çatlağın son görünür noktası büyüteçle belirlenmeli ve bir nokta ile işaretlenmelidir.
- İşaretlenen noktada çatlağın kaynak sırasında ve sonrasında yayılmasını önlemek için 3-4 mm çapında bir delik açılmalıdır. Aksi halde çatlak yayılmaya devam eder.
- Çatlak parçanın dış kenarına ulaşırsa, açık uç başka bir işleme başlamadan önce güçlü bir tutucu kaynakla güvence altına alınmalıdır.
- Kaynak sırasında tutucu kaynak kırılırsa, kalan tutucu kaynak malzemesi keski veya taşlama tekerleği ile temizlenmeli ve yeni güçlü bir tutucu kaynak uygulanmalıdır.
- Kenar açıkken kaynak asla devam ettirilmemelidir. Aksi halde parçanın deformasyonu kaçınılmaz olur.
- Parça içinde başlayan ve biten çatlaklar için çatlağın her iki ucunda 3-4 mm delik açılmalıdır.
- Parça büyük ve çatlak 50 cm'den uzun ise ve kaynak ucunun biri diğer ucunu termal olarak etkilemiyorsa, önce bir uçtan kısa kaynak geçişleri yapılmalı, ardından diğer uçtan devam edilmelidir.
- Ancak üçüncü geçişe başlamadan önce, birinci geçişin dokunulduğunda soğumasına izin verilmelidir.
- Ayrıca, iki taraf kaynak merkezine yaklaştıkça, her iki uçta kaynak duraklatılmalı ve kaynak yalnızca tek bir taraftan devam etmelidir.



Şekil 6.4: Ön Isıtma İşlemleri

- Yüksek fosfor ve kükürt içeriği, gri dökme demirin kırılganlığını ve çatlama eğilimini artırır.
- Yağ veya gres emmiş dökme demir, kaynaktan önce birkaç saat boyunca 250°C'ye kadar ısıtılmalıdır.
- Bazı durumlarda, yağı veya gresini gidermek için yüksek sıcaklıktaki elektrik arkına maruz bırakılmalıdır.
- Bunun için önce, kaynak bölgesine bir dolgu tabakası uygulamak amacıyla rutile elektrot kullanılmalı ve ardından temizlenmelidir.
- Soğuma sırasında oksitlenen ve elektrot metalinin ana metale doğru şekilde yapışmasını engelleyen döküm kabuğu, kaynaktan önce taşlanmalıdır.
- Taşlama, kaynak bölgesinin her iki tarafında, en az 10 mm genişliğinde ve 1 mm derinliğinde yapılmalıdır.
- Keskin kenarlar törpü ile giderilmelidir.
- Aksi halde, ince ve keskin parçalar kaynak sırasında yanabilir ve oksitler olarak kaynak dikişine karışabilir.
- 50 cm'den uzun çatlaklar için kaynak, uçlardan başlayarak kısa geçişler halinde yapılmalıdır.
- Üçüncü geçiş, yalnızca birinci geçiş dokunulduğunda soğuduktan sonra uygulanmalıdır (Şekil 6.5).
- Kaynak geçişleri çatlak merkezine yaklaştıkça, son geçişe devam etmeden önce kaynak duraklatılmalıdır.



Şekil 6.5: Çatlak Dökümlerde Kaynak Geçiş Sıraları
a) Parça içindeki çatlakta geçişler
b) Parça kenarına kadar uzanan çatlakta geçişler
) 50 cm'den uzun çatlaklar için geçiş sırası

6.2.4. Kalın Kesitli Çatlak Dökme Demirin Kaynağı İçin Oluk Hazırlamanın Önemi

Kaynak oluğu, kesit kalınlığına uygun olarak hazırlanmalıdır.
Oluğun yeterince açılmaması durumunda iki temel sorun ortaya çıkabilir:

- Kaynak sırasında çatlağın daha fazla açılma riski artar.
- Kaynaklı kesitte yeterli mukavemet oluşmaz ve kısa süre içinde onarılamaz hale gelebilecek yeni bir çatlak oluşur.

Çatlak Dökme Demir Parçalarda Oluk Hazırlama Adımları:

- Açılmış kaynak oluğunun her iki tarafı, oksit tabakalarını gidermek için en az 10 mm genişlikte ve 1 mm derinlikte taşlanmalıdır.
- Kaynak oluğu, çatlak uçlarında delik açıldıktan sonra açılmalıdır.
- Kaynak oluğu şekli, kesit kalınlığına göre tasarlanmalıdır:
  - Kalınlığa bağlı olarak U veya çift U şekli olmalıdır.
  - Oluğun dibinde 2 mm boşluk bırakılmalıdır.

Şekil 6.6: a) Kaynak Oluğu Kesit Görünümü b) Kaynak Oluğu

Şekil 6.7: Kaynak Dikişinin Dövülmesi

arça, elle dokunulabilecek bir sıcaklığa soğuduğunda, 1-3 cm uzunluğunda bir kaynak uygulanmalıdır.

Kaynak asla uçtan başlanmamalı, her zaman içten başlayarak çatlak ucuna doğru ilerlemelidir.

Bir sonraki 1-3 cm'lik kaynağa başlamadan önce, önceki kaynak geçişinin ucu taşlama tekerleği veya keski ile temizlenmelidir.

Çok geçişli kaynakta, ilk geçiş sonraki geçişlerden daha hızlı tamamlanmalıdır.

6.2.5. Çatlak Dökme Demirin Kaynak Prosedürü

Dökme demir kaynak yaparken, dökme demir içindeki karbon kümelerinin yağ ve diğer sıvıları emebileceğini unutmamak önemlidir.

Bu sıvılar kaynak öncesinde giderilmezse, kaynakta gözenekliliğe neden olabilir.

Kaynaktan Önce Dikkate Alınması Gereken Önemli Noktalar:

- Kaynak alanı, tüm yabancı maddelerden (yağ, gres, pas) temizlenmelidir.
- Dökme demir türü belirlenmelidir.
- Elektrot, döküm malzemesine uygun olarak seçilmelidir.

Dökme Demir Kaynağı:

- Ana metal ile geçiş bölgesinde sertleşmeyi önlemek ve büzülme gerilmelerini azaltmak için tüm iş parçası yaklaşık 200-300°C'ye kadar ısıtılmalıdır.
- Dolgu malzemesi olarak nikel veya nikel bazlı alaşımlar kullanılmalıdır.
- Tüm elektrot bir kerede tüketilebilir, ancak kaynak dikişi kaynaktan hemen sonra dövülmelidir.
- İş parçası 600°C'nin üzerine ısıtılmışsa, kaynak ana metal bileşimine uygun dolgu metali ile yapılmalıdır.
- Dökme demir kaynağı yüksek hassasiyet ve deneyim gerektirdiği için, uygun tekniklerin uygulanması şarttır.
- Gri dökme demir, sünek dökme demir ve sünekleştirilmiş dökme demir gibi farklı dökme demir türleri için özel kaynak prosedürleri gereklidir.
- Bazı dökme demir parçalar, çalışma koşulları gibi dış etkenlerden dolayı yapısal değişiklikler geçirebilir.
    - Örnek: Uzun süre yüksek basınçlı buhara maruz kalan dökme demir vanalar.
    - Bu malzemeler aşırı kırılgan hale gelir ve mikro boşluklara gaz penetrasyonu mukavemeti düşürür, bu da kaynak yapmayı neredeyse imkânsız hale getirir.
- Doğrudan ateş veya yüksek sıcaklığa uzun süre maruz kalmak, karbon ve silisyumun oksitlenmesine neden olarak malzemenin ergimesini zorlaştırır.

Kaynak Sonrası Soğutma Süreci

Kaynak sonrası, tüm iş parçası kaynak sıcaklığına yakın bir sıcaklığa kadar ısıtılmalıdır.

Parça, hızlı soğuma ve çatlamayı önlemek için asbest malzeme üzerine veya durgun hava ortamında yavaşça soğutulmalıdır.

6.2.6. Kaynak Yönteminin Uygulanması ve Kaynak Sonrası İşlemler

- **Mümkün olan en ince elektrotu (Ø2,5 veya 3,25 mm) kullanın ve arkı kısa tutarak düşük akım şiddeti uygulayın.**
- **Tavsiye edilen maksimum amperaj değerini asla aşmayın.**
- **Kaynak dikişi uzunlukları elektrot çapının 4-5 katı ile sınırlı olmalıdır.**
- **Doğru akım (DC) kaynağı kullanın.**
- **Bir alanda aşırı ısınmayı önlemek için periyodik olarak duraklayın.**
- **Her kaynak, kaynaktan hemen sonra dövülmelidir.**
- **Dövme işlemi, kaynak dikişinin en sıcak kısmından başlayarak geriye doğru yapılmalıdır.**
- **Parça sıcaklığının 70°C'yi geçmemesi için kontrollü duraklamalar yapılmalıdır.**
- **Kaynak gerilmelerini azaltmak için kısa kaynak boncukları uygulanmalıdır.**
- **Kaynaktan sonra, tüm iş parçası kaynak sıcaklığına yakın bir sıcaklığa kadar ısıtılmalı ve asbest veya durgun hava ortamında yavaşça soğutulmalıdır.**

6.3. Kırılmış Dökme Demirin Kaynağı

Dökme demir kaynağında ısı girişi mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır.

Daha yüksek ısı girişi, kaynak bölgesinde veya ısı etkilenmiş bölgede (HAZ) kırılma olasılığını artırır.

Hızlı ısınma ve soğuma dökme demiri daha kırılgan hale getirir.

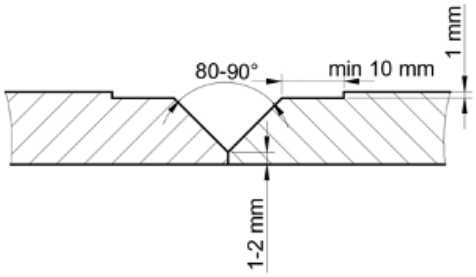
6.3.1. Kalın Kesitli Kırık Dökme Demirin Kaynağı İçin Oluk Hazırlamanın Önemi

Kaynak oluğu yeterince açılmamışsa iki temel sorun ortaya çıkabilir:

- **Kaynak sırasında çatlağın yayılma riski artar.**
- **Yeterli mukavemet oluşmaz ve ileride kullanım sırasında onarılamaz bir çatlak oluşabilir.**

Kırık Dökme Demir Parçalarda Oluk Hazırlama Adımları

- **Kaynak oluğu, kesit kalınlığına uygun olarak açılmalıdır.**
- **Oluk, kalınlığa bağlı olarak 80-90° açı ile V veya X şeklinde olmalıdır.**
- **Oluğun dibinde 2 mm kök boşluğu bırakılmalıdır.**
-



Şekil 6.8: Gelişmiş Kaynak Oluğu Tasarımı

- Kaynak oluğunun her iki tarafındaki keskin kenarlar yuvarlatılmalıdır.
- Her kırık parça, yukarıda belirtilen oluk ile hazırlanmalı ve ardından uygun aralıklarla tutucu kaynak (tack) uygulanmalıdır (Şekil 6.9).
- 6.3.2. Kırık Dökme Demirin Kaynak Süreci
- Kaynak öncesinde aşağıdaki faktörler dikkate alınmalıdır:
- Kaynak yapılacak dökme demir türü belirlenmelidir.
- Döküm malzemesine uygun elektrot seçilmelidir.
- Tüm parçalar yabancı maddelerden (yağ, gres, pas vb.) temizlenmelidir.
- 6.3.3. Kaynak Yönteminin Uygulanması ve Kaynak Sonrası İşlemler
- Çok geçişli kaynakta, ilk geçiş sonraki geçişlerden daha hızlı uygulanmalıdır.
- Ark uzunluğu kısa tutulmalı, elektrot çekirdek çapına yaklaşık eşit olmalıdır.
- Kaynak boncukları her seferinde 1-3 cm ile sınırlı olmalı ve her geçişten sonra hemen dövülüp fırçalanmalıdır.

Şekil 6.9: Kaynak Oluğu Hazırlığı

- Mümkün olan en ince elektrotu (Ø2,5 mm veya 3,25 mm) kullanın ve arkı kısa tutarak düşük akım şiddeti uygulayın.
- Tavsiye edilen maksimum amperaj değerini asla aşmayın.
- Kaynak boncuk uzunlukları, elektrot çapının 4-5 katı ile sınırlı olmalıdır.
- Doğru akım (DC) kaynağı kullanın.
- Aşırı yerel ısı yoğunlaşmasını önlemek için aralıklı olarak duraklayın.
- Her kaynak boncuğu kaynaktan hemen sonra dövülmelidir.
- Dövme işlemi, kaynak dikişinin en sıcak kısmından başlayarak geriye doğru yapılmalıdır.
- Parça sıcaklığını 70°C'nin altında tutmak için periyodik olarak kaynak durdurulmalıdır.
- Kaynak gerilmelerini azaltmak için kısa kaynak geçişleri uygulanmalıdır.
- İç gerilmeleri en aza indirmek için kaynak dikişi soğumadan önce dövülmelidir.
- Kaynaktan sonra, tüm iş parçası uygun bir sıcaklığa kadar ısıtılmalı ve yavaşça soğutulmalıdır.

Şekil 6.10: Kaynak Yapılmış Kırık Dökme Demir

-

PREPARED BY
Innoweld

DEMIR OLMAYAN METALLERİN KAYNAĞI

7. ÖĞRENME BİRİMİ

- 7.1. BAKIR KAYNAĞI
- 7.2. PİRİNÇ KAYNAĞI
- 7.3. ALÜMİNYUM VE ALAŞIMLARININ KAYNAĞI

7.1. BAKIR KAYNAĞI

Ferro olmayan metaller arasında, bakır (Cu), alüminyum (Al) ve pirinç alaşımları en yaygın kullanılan malzemelerdir.

Bakırın erime noktası 1083°C olup, gümüşten (Ag) sonra en iyi ikinci termal ve elektrik iletkenidir.

Oksijene karşı yüksek hassasiyeti, yüzeyinde ince bir oksit tabakası oluşmasına neden olur.

Bu oksit tabakası nedeniyle bakır yüksek korozyon direncine sahiptir.

Zamanla bakır, yüzeyinde insan sağlığı için zararlı olabilecek yeşil renkli bir oksit tabakası oluşturur.

Bu nedenle, gıda endüstrisi ve mutfaklarda kullanılan bakır gereçler kalay ile kaplanır.

Bakır Türleri

Piyasada yaygın olarak bulunan iki bakır türü vardır:

- Saf Bakır (99,9% Cu)
- Elektrolitik Bakır: Saf bakırın elektroliz işlemine tabi tutulmasıyla elde edilir

Ayrıca, bakıra aşağıdaki elementlerin eklenmesiyle farklı özellik ve uygulamalara sahip bakır alaşımları oluşturulur:

- Kalay (Sn)
- Çinko (Zn)
- Nikel (Ni)
- Silisyum (Si)
- Alüminyum (Al)
- Fosfor (P)

Endüstride Bakır Kaynağının Önemi

Çok sayıda bakır ve bakır alaşımı ürünü, çeşitli elektriksel, mekanik ve mimari uygulamalar için tasarlanmıştır.

Her bakır alaşımı eşit derecede kolay kaynak yapılamasa da, tüm bakır ve bakır alaşımları kaynaklanabilir.

TIG ve MIG kaynak yöntemlerinin kullanımının artması, bakır için kaplanmış elektrotlarla yapılan gaz altı metal ark kaynağı (SMAW) kullanımını sınırlamıştır.

Buna rağmen, SMAW basitliği, uygun maliyeti, taşınabilirliği ve yaygın bulunabilirliği nedeniyle hâlâ tercih edilmektedir.

Bakır için kaplanmış elektrotla ark kaynağı (SMAW) esas olarak şunlar için kullanılır:

- Bileşenlerin birleştirilmesi ve onarım kaynağı
- 25 mm'den daha ince parça kalınlıkları
- Şiddetli kimyasal korozyona veya ağır yüklere maruz kalmayan uygulamalar

Şekil 7.1: Bakır Kaynağı

77.1.1. Bakır Kaynağında Ters Polaritenin Önemi

Kaplanmış elektrotlarla bakır ve bakır alaşımları kaynaklanırken, genellikle Doğru Akım Ters Polarite (DCRP) kullanılır.

Bu, ısının üçte ikisinin pozitif (+) kutup yakınında yoğunlaşmasını sağlar.

Bu durumda ark sıcaklığı 3500°C'yi aşar.

Kalan üçte bir ısı ise iş parçasının bağlandığı negatif (-) kutup yakınında yoğunlaşır.

Pozitif (+) kutba bağlı bir elektrot, negatif (-) kutba bağlı bir elektrotta göre daha hızlı eridiğinden, bakırı eritmek için gerekli ısı daha çabuk elde edilir.

Kalın kaplı elektrotlar için uygun yanma sağlamak üzere daha yüksek ısı girişi gerektiğinden, pozitif (+) kutup ile çalışmak daha etkilidir.

7.1.2. Ön Isıtma İşlemi

Bakırın yüksek ısıl iletkenliği, kaynak sırasında ısının çevre malzemeye dağılmasına neden olarak kaynak işlemini zorlaştırır.

Bu sorun, kaynaktan önce malzemenin önceden ısıtılmasıyla çözülebilir.

Genellikle, yaklaşık 200-300°C'de oksiasetilen alevi kullanılarak 2 mm'den kalın parçalara ön ısıtma uygulanır.

6,5 mm'den kalın parçalarda ön ısıtma sıcaklığı 500°C'ye kadar çıkabilir.

7.1.3. Isı Toplayıcı Destek Plakaları

Bakırın benzersiz özellikleri, kaynak yapılabilirliğini önemli ölçüde etkiler.

Bakırın erime noktası çeliğe (1535°C) göre daha düşük olmasına rağmen (1083°C), kaynağı daha zordur.

Bunun nedeni, bakırın çeliğe göre beş kat daha yüksek ısıl iletkenliğe sahip olmasıdır; bu da kaynak sırasında daha fazla ısı girişi gerektirir.

Ayrıca, kaynak sırasında uygulanan ısı çevre malzemeye yayılır ve ısı kaybına yol açar.

Isı kaybını en aza indirmek için şu yöntemler kullanılır:

- Malzemenin önceden ısıtılması
- Bakır veya çelikten yapılmış ısı toplayıcı destek plakalarının kullanılması

7.1: Bakır Kaynağı

7.1.1. Bakır Kaynağında Ters Polaritenin Önemi

Kaplanmış elektrotlarla bakır ve bakır alaşımları kaynaklanırken, genellikle Doğru Akım Ters Polarite (DCRP) kullanılır.

Bu yöntem, ısının üçte ikisinin pozitif (+) kutup yakınında yoğunlaşmasını sağlar.

Bu durumda ark sıcaklığı 3500°C'yi aşar.

Kalan üçte bir ısı, iş parçasının bağlandığı negatif (-) kutup yakınında yoğunlaşır.

Pozitif (+) kutba bağlı bir elektrot, negatif (-) kutba bağlı bir elektrotta göre daha hızlı eridiğinden, bakırı eritmek için gerekli ısı daha çabuk elde edilir.

Kalın kaplı elektrotlar için uygun yanmayı sağlamak üzere daha yüksek ısı girişi gereklidir; bu nedenle pozitif (+) kutup ile çalışmak daha etkilidir.

7.1.2. Ön Isıtma İşlemi

Bakırın yüksek ısıl iletkenliği, kaynak sırasında ısının çevre malzemeye yayılmasına neden olarak kaynak işlemini zorlaştırır.

Bu sorun, kaynaktan önce malzemenin önceden ısıtılmasıyla çözülebilir.

Genellikle, yaklaşık 200-300°C'de oksiasetilen alevi kullanılarak 2 mm'den kalın parçalara ön ısıtma uygulanır.

6,5 mm'den kalın parçalarda ön ısıtma sıcaklığı 500°C'ye kadar çıkabilir.

7.1.3. Isı Toplayıcı Destek Plakaları

Bakırın benzersiz özellikleri, kaynak yapılabilirliğini önemli ölçüde etkiler.

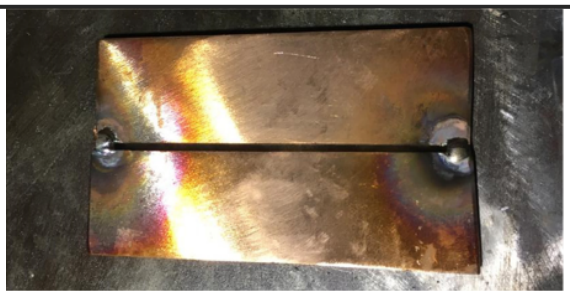
Bakırın erime noktası çeliğe (1535°C) göre daha düşük olmasına rağmen (1083°C), kaynağı daha zordur.

Bunun nedeni, bakırın çeliğe göre beş kat daha yüksek ısıl iletkenliğe sahip olmasıdır; bu da kaynak sırasında daha fazla ısı girişi gerektirir.

Ayrıca, kaynak sırasında uygulanan ısı çevre malzemeye yayılır ve ısı kaybına yol açar.

Isı kaybını en aza indirmek için şu yöntemler kullanılır:

- Malzemenin önceden ısıtılması
- Bakır veya çelikten yapılmış ısı toplayıcı destek plakalarının kullanılması



Şekil 7.2: Bakır Kaynağında Kullanılan Destek Plakası

Bakır kaynağındaki en büyük zorluklardan biri yüksek ısıl genleşmesidir.

Bu özellik nedeniyle, kaynak sırasında uygulanan ısı parçada gözle görülür deformasyona neden olur.

Isı kaldırıldığında, bakır aynı oranda büzülür ve bu da kaynağı daha zor hale getirir.

Bu genleşme ve ardından büzülme, kaynaklı eklemlerde çatlamaya yol açabilir.

Çelik ve alaşımlarına kıyasla bakır kaynağı şunları gerektirir:

- Daha geniş bir oluk açısı ve kök boşluğu
- Daha fazla tutucu kaynak (tack)
- Geçişler arasında daha yüksek ön ısıtma

Ayrıca:

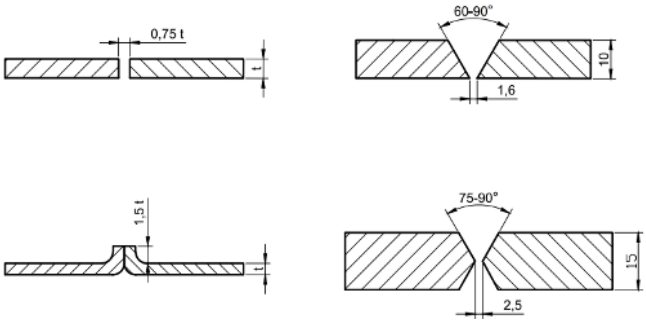
- Malzeme kalınlığına bağlı olarak mümkün olan en büyük elektrot çapı seçilmelidir.
- Mümkün olduğunda, kaynak yatay pozisyonda yapılmalıdır.

7.1.4. Bakır Kaynak İşlemi

Bakır kaynağında, oluk tasarımı ve açıları genellikle çelik için kullanılanlardan önemli ölçüde farklı değildir.

Kaynak Öncesi Hazırlık

- 3,5 mm'ye kadar kalınlıktaki parçalar için kök boşluğu olmadan birleşme kaynağı yapılabilir.
- Daha kalın kesitler için tek V-oluk (60-90°) veya çift V-oluk (70-90°) kullanılmalıdır.
- Kök boşluğu 3,5 mm'yi geçmemelidir.



Şekil 7.3: Bakır Kaynağında Kullanılan Kaynak Oluğu ve Ölçüleri

Kaynak yapılacak parçaların yüzeyindeki yağ, kir ve oksitler, kaynaktan önce tel fırça ve zımpara taşı kullanılarak iyice temizlenmeli ve ardından kurutulmalıdır.

Şekil 7.4: Temizlenmiş Bakır Yüzeyi

Bakır Kaynağında Kullanılan Elektrotlar

Piyasada bulunan bakır ve bakır alaşımlarının farklı kimyasal bileşimleri vardır.

Yüksek kaliteli kaynak sağlamak için kullanılan elektrotların bu kimyasal bileşimlerle uyumlu olması gerekir.

Bu nedenle, farklı kimyasal bileşimlere sahip çeşitli elektrot türleri mevcuttur.

Elektrotlar, Amerikan Kaynak Derneği (AWS) A 5.6 standardına göre sınıflandırılır.

Şekil 7.5: Bakır Elektrotu

- Saf bakır elektrotlar, saf bakırın kaynağı için ve ayrıca dökme demir ve çelik üzerindeki kaplamaların onarım kaynağı için kullanılır.

Silisyum bronz elektrotlar, pirinç, bakır ve bazı demir bazlı alaşımların kaynağı için kullanılır.

Fosfor bronz elektrotlar, pirinç ve fosfor bronz kaynağı için kullanılır.

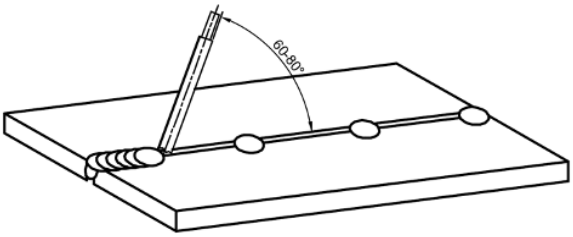
Bakır-nikel alaşım elektrotlar, bakır-nikel alaşımlarının kaynağı ve çelik üzerine bakır-nikel kaplamaların uygulanması için kullanılır.

Alüminyum bronz elektrotlar, alüminyum bronz kaynağı için ve ayrıca bakır alaşımlarının diğer alaşım türleriyle birleştirilmesinde kullanılır.

Ark Uzunluğu, Elektrot Hareketleri ve Amper Ayarı

Bakırın kaplanmış elektrotla ark kaynağında (SMAW), ark uzunluğu (elektrot ile iş parçası arasındaki mesafe) kısa tutulmalı, genellikle yaklaşık 3 mm olmalıdır.

Elektrot, iş parçasına 60-80 derece açıyla tutulmalıdır.



Şekil 7.5: Bakır Kaynağında Elektrot Açısı

- Elektrota hafif bir sallama hareketi verilmelidir, ancak bu hareket elektrot çapının iki katını geçmemelidir.
- Mümkün olduğunda kaynak yatay pozisyonda yapılmalıdır.
- Kaynak makinesindeki akım ayarı, elektrot çapının milimetre başına 50 amper olmalıdır.
- Akım Şiddetinin Hesaplanması Formülü:
- I=50×dI = 50 \times dI=50×dAçıklamalar:
- I = Akım şiddeti (amper)
- 50 = Sabit katsayı
- d = Elektrot çapı (mm)
- 7.1.5. Kaynak Yönteminin Uygulanması ve Kaynak Sonrası İşlemler
- Kaynak Öncesi Hazırlık
- İş parçalarının kenarları yağ, kir ve nemden iyice temizlenmelidir.
- Uygun kök boşluğu bırakılmalı ve kaynak oluğu hazırlanmalıdır.
- Parça Pozisyonlama
- Kök boşluğuna göre, düz veya özel şekilli destek plakaları mengeneyle iş parçalarına sabitlenmelidir.
- Ön Isıtma
- 2 mm'den kalın malzemeler için 200-300°C arasında ön ısıtma uygulanmalıdır.
- Malzemenin kimyasal bileşimiyle uyumlu ve iş parçası kalınlığına yakın bir elektrot seçilmelidir.
- Elektrot pozitif (+) kutba bağlanmalıdır.

4. Kaynak İşlemi
   - Akım, elektrot çapına göre ayarlanmalıdır.
   - Ark uzunluğu kısa tutulmalıdır.
   - Elektrot, iş parçasına 60-80° açıyla tutulmalıdır.
   - Kaynak sırasında hafif bir sallama hareketi uygulanmalıdır.
   - Kaynaktan sonra yavaş soğuma sağlanmalıdır.
5. Kaynak Sonrası Temizlik
   - Kaynaklı eklemden cüruf temizlenmelidir.
   - Kaynak metalinin büzülmesini ve çatlamasını önlemek için hızlı soğumadan kaçınılmalıdır.

Şekil 7.5: Bakır Eklem Kaynağı

7.2. PİRİNÇ KAYNAĞI

Pirinç, bakır (Cu) ve çinkonun (Zn) bir alaşımıdır. Erime sıcaklığı çinko içeriğine bağlı olarak değişir ve yaklaşık 900°C'dir.

Pirinç Alaşımı ve Endüstriyel Uygulamaları

Pirinçler, genellikle çinko içeriği ve alaşım elementlerine göre üç gruba ayrılır.

- Çinko içeriği %20'nin altındaysa düşük çinkolu (kırmızı) pirinç olarak adlandırılır.
- %20'nin üzerinde ise yüksek çinkolu (Muntz metali) pirinç olarak adlandırılır.

Bakır ve çinkoya ek olarak, kompozisyona kalay (Sn), manganez (Mn), alüminyum (Al), demir (Fe) ve fosfor (P) gibi elementler eklenerek düşük alaşımlı pirinçler oluşturulabilir.

Pirinçlerin işlenmeye, soğuk şekillendirmeye ve dış etkilere karşı direnci en önemli özelliklerinden biridir.

- Yüksek yorulma dayanımı, iyi mekanik özellikler ve uygun maliyet, onları savunma sanayi, gemi yapımı, ampul soketleri, müzik aleti parçaları ve vida üretiminde kullanım için uygun kılar.

Endüstride Pirinç Kaynağının Önemi

Pirinç, geniş bir bakır-çinko alaşımı yelpazesine sahiptir ve kurşun, alüminyum, kalay, fosfor, silikon ve manganez eklenmesiyle bu yelpaze daha da genişleyebilir.

Bu durum, farklı kaynak davranışlarının ortaya çıkmasına neden olur.

Kurşun içeren üretim pirinçleri, gözenekli yapılar oluşturma ve yüksek sıcaklıklarda kırılganlaşma eğiliminde olduğundan, kaynak yerine tercihen lehimleme ile birleştirilir. Ayrıca, kaynak sırasında kırılgan bir alüminyum tabakasının oluşması nedeniyle MIG veya TIG kaynak yöntemleri tercih edilir.

Çinko içeriği ve alaşım elementlerine göre doğru elektrot seçimi yapıldığında, kaplanmış elektrotla ark kaynağı (SMAW) kullanılarak yüksek kaliteli kaynaklar elde edilebilir. Ayrıca, bu yöntem yüksek çekme ve yorulma dayanımının gerekli olduğu durumlarda uygulanabilir.

7.2.1. Pirinç Kaynağında Ters Polaritenin Önemi

Pirinç alaşımına uygun bir elektrot seçilir ve pozitif (+) kutba bağlanır.

7.2.2. Ön Isıtma

Kaynak öncesinde pirinç parçalar 200-300°C arasında önceden ısıtılır.

Silisyum içeren pirinçler kırılgan olduğundan, bunlara ön ısıtma uygulanmaz.

Geçişler arası sıcaklık 93°C'yi geçmemelidir.

7.2.3. Çinko Buharlaşmasına Karşı Havalandırmanın Önemi

Pirinçte ana metal bakır olduğundan, pirinç kaynağı bakır kaynağına benzer özellikler gösterir.

Ancak çinko varlığı kaynağı zorlaştırır.

Kaynak sıcaklığı (900°C) çinkonun erime noktasından (420°C) yüksektir ve kaynak ilerledikçe çinko buharlaşmaya başlar (905°C'de), bu da alaşımın kimyasal bileşimini değiştirir.

Uygun havalandırma sağlanmazsa, kaynakçı zararlı çinko oksit dumanına maruz kalabilir. Ayrıca çinko oksit dumanı görüşü engeller, erimiş metal akışını zorlaştırır ve kaynak yüzeyinin doğru ıslanmasını engeller. Aşırı buharlaşma, çinkonun önemli ölçüde kaybına yol açar ve bu da esas metalin fiziksel ve mekanik özelliklerini etkiler.

En iyi sonuçları elde etmek ve çinko buharlaşmasını en aza indirmek için kaynak yatay pozisyonda yapılmalı, mümkün olan en büyük elektrot çapı kullanılmalı ve hızlı kaynak geçişleri uygulanmalıdır.

7.2.4. Pirinç Kaynak İşlemi

Kaynak Öncesi Yüzey Temizliği

Bakır kaynağında olduğu gibi, pirinç malzemelerin yüzeyindeki yağ, kir ve oksitler tel fırça ve taşlama taşı kullanılarak iyice temizlenmelidir.

Bu kirleticiler temizlenmezse, kaynak dayanımı azalır ve kaynak işlemi zorlaşır.

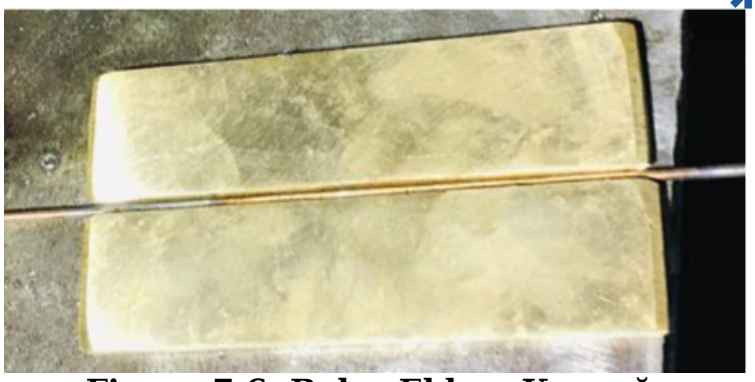


Figure 7.6: Bakır Eklem Kaynağı

Pirinç Kaynağında Kullanılan Elektrotlar

Pirinç kaynağında kullanılan elektrotlar, çinko içeriğine ve kaynak dikişinin istenen özelliklerine göre seçilir.

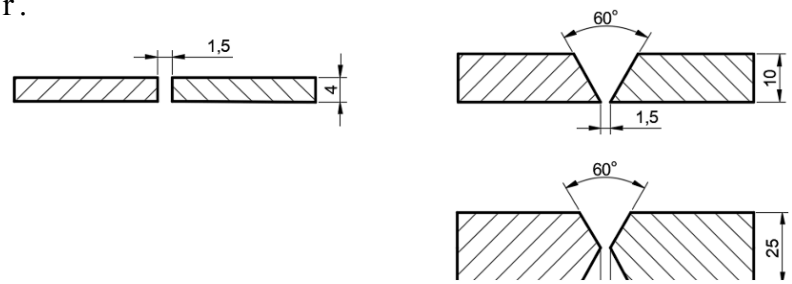
- **Çinko içeriği %20'nin altındaysa, fosfor bronz [(E Cu Sn-A) ve (E Cu Sn-C)] veya silisyum bronz (E Cu Si) elektrotlar kullanılır.**
- **Çinko içeriği %20'nin üzerindeyse, fosfor bronz ve silisyum bronz elektrotların yanı sıra alüminyum bronz (E Cu AlA2) elektrotlar da kullanılabilir.**

Şekil 7.7: Pirinç Elektrotu

Alüminyum bronz elektrotlar, yüksek çekme dayanımı, yorulma direnci ve iyi korozyon direnci gereken durumlarda kullanılır. Orta kalite kaynaklar, silisyum bronz ve alüminyum bronz elektrotlarla elde edilebilir.

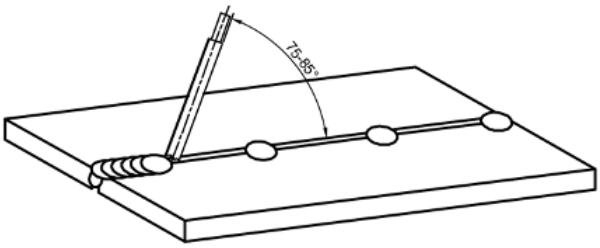
Pirinç Kaynağında Kaynak Oluğu Şekilleri ve Ölçüleri

- 4 mm kalınlığa kadar olan pirinç malzemeler için, birleşme kaynağı (butt welding) uygulanır.
- Daha kalın malzemeler için, 60 derece tek taraflı veya çift taraflı V-oluk oluşturulur.
- Kaynak genellikle yatay pozisyonda yapılır.
- Çelik malzemelere kıyasla, iki malzeme arasında daha geniş bir boşluk bırakılır.



Şekil 7.8: Pirinç Kaynağında Kullanılan Kaynak Oluğu Şekilleri ve Ölçüleri

Elektrot Ark Uzunluğu, Hareketleri ve Amper Ayarı
Pirinç malzemelerin kaynağında, ark uzunluğu kısa tutulmalıdır.
Çinko buharlaşmasını önlemek için kaynak havuzu mümkün olduğunca küçük tutulmalıdır.
Elektrotun aşırı sallama hareketinden kaçınılmalıdır.
Elektrot ile malzeme arasındaki yatay açı 75-85 derece arasında olmalıdır.



Şekil 7.9: Pirinç Kaynağında Elektrota Verilecek Açı

mper ayarı, bakır kaynağında olduğu gibi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır:

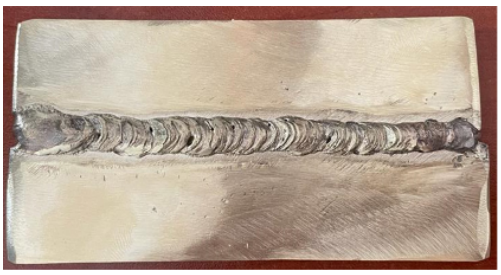
- d: Elektrot çapı
- I: Amper ayarı

I=50×dI = 50 \times dI=50×d7.2.5. Kaynak Yönteminin Uygulanması ve Kaynak Sonrası İşlemler

- Kaynak yapılacak malzemelerin kenarlarındaki yağ ve kir temizlenir.
- 4 mm'den kalın malzemeler için, 60 derece tek veya çift taraflı V-oluk açılır ve çelik malzemelere kıyasla malzemeler arasında daha geniş bir boşluk bırakılır.

Şekil 7.10: Pirinç Kaynağında Kullanılan Kaynak Oluğu Şekilleri ve Ölçüleri

- Elektrot, malzemelere 75-85 derece açıyla tutulur ve kısa ark uzunluğu ile minimum sallama hareketi uygulanarak yatay pozisyonda kaynak yapılır.
- Kaynak sırasında çinko buharlaşması meydana gelebilir ve bu insan sağlığı için zararlıdır. Bu nedenle kaynak ortamı çok iyi havalandırılmalıdır.
- Kaynak yapılan parça yavaşça soğutulur ve kaynak cürufu kırılarak temizlenir.



Şekil 7.11: Pirinç Eklem Kaynağı

7.3. ALÜMİNYUM VE ALAŞIMLARININ KAYNAĞI

Çelikten sonra en çok tüketilen metalik malzeme, alüminyum (Al) ve alaşımlarıdır.

Gümüş renginde bir metaldir ve erime noktası 660°C'dir.

Saf alüminyum yumuşaktır ve çeliğin yaklaşık üçte biri ağırlığındadır.

Oksijene karşı duyarlılığı nedeniyle yüzeyinde güçlü ve ince bir oksit tabakası (Al_2O_3) oluşur; bu tabaka alüminyumu oksidasyona karşı oldukça dayanıklı hale getirir ve dış etkenlerden korur.

Alüminyum, en bol bulunan cevher olan boksitten elde edilir. İçerdiği elementlere bağlı olarak boksit, beyaz boksit, kırmızı boksit, silisli kırmızı boksit ve kahverengi boksit olmak üzere dört gruba ayrılır.

Genel olarak alüminyum alaşımları iki gruba ayrılır: ısı ile sertleştirilebilen alaşımlar ve ısı ile sertleştirilemeyen alaşımlar.

Endüstride Alüminyum Kaynağının Rolü ve Önemi

Hafifliği, iyi ısıl ve elektrik iletkenliği ile korozyon direnci sayesinde alüminyum, gıda sanayi, kimya sanayi, otomotiv ve gemi yapımı, makine ve ekipman üretimi, ayrıca mimari uygulamalar ve inşaat sektöründe yaygın olarak kullanılır.

Günümüzde çeşitli endüstrilerde alüminyum alaşım eklemlerinin yaklaşık %50'si kaynak yöntemi ile birleştirilmektedir.

Alüminyum için kaplanmış elektrotla ark kaynağı (SMAW) yaygın olarak kullanılmaz; çünkü genellikle istenilen koşulları sağlamaz.

7.3.1. Alüminyum ve Alaşım Kaynağında Ters Polaritenin Önemi

Doğru akım (DC) güç kaynaklarıyla kaynak yapıldığında, elektrot pozitif (+) kutba bağlanır.

7.3.2. Kaynak Öncesi Elektrot Kurutma

Amerikan Kaynak Derneği (AWS) A 5.3 standardına göre, alüminyumun elektrik ark kaynağında iki tip elektrot kullanılır: E1100 ve E4043.

- Alaşım 1100 ticari olarak saf (%99) alüminyumdur.
- Alaşım 4043, %95 alüminyum ve %5 silikon içerir ve çoğu genel amaçlı uygulama için uygundur.

Şekil 7.12: Alüminyum Elektrotu

•

Kaynak metali dayanıklılığa sahiptir. Korozyon direnci gerektiğinde, kaynak yapılacak malzemeye benzer özelliklere sahip bir elektrot seçilmelidir. Elektrotlar kuru ortamlarda saklanmalıdır. Nemli elektrotlar kaynak dikişinde gözenekliliğe neden olur. Bu nedenle, tamamen kuru olmayan elektrotlar yaklaşık bir saat boyunca 175-200°C sıcaklıkta fırınlanarak iyice kurutulmalıdır.

7.3.3. Alüminyum ve Alaşımlarının Yüzeylerinin Mekanik ve Kimyasal Çözümlerle Temizlenmesi

Kaynak yapılacak parçalar genellikle kesilip şekillendirildikten sonra kaynakçının istasyonuna gelir. Bu işlemler, malzeme yüzeyinde yağ tabakalarının, tozların ve çapakların oluşmasına neden olur.

Yağ ve greslerde bulunan hidrojen, oksijen ve gözeneklilik, köpük oluşumuna yol açarak kaynak kalitesini düşürür.

Bu nedenle, malzeme yüzeyindeki yağlar kimyasal olarak temizlenirken, kimyasal olarak oluşmuş toz ve çapaklar mekanik olarak temizlenir.

Kaynak eklem alanı paslanmaz çelik tel fırça ile temizlenmeli ve yüzeydeki oksit tabakasını tamamen çıkarmak için alan kazınmalıdır (bkz. Şekil 7.13).

Şekil 7.13: Yüzeyi Temizlenmiş Alüminyum Parça

7.3.4. Alüminyum ve Alaşımlarının Kaynak Süreci

Tüm alüminyum türleri ve ısı ile sertleştirilemeyen alaşımların kaynağı için kaplanmış elektrotlu elektrik ark kaynağı yöntemi kullanılabilir.
Alüminyum, özellikle yüksek sıcaklıklarda oksijen absorbe etme eğilimi gösterir. Yüzeyde oluşan oksit tabakası faydalı olsa da, kaynak işlemi sırasında önemli sorunlara yol açar. Bunun nedeni, oksit tabakasının erime noktası (2100°C) alüminyumun erime noktasından çok daha yüksek olmasıdır. Kaynak sırasında, oksidi eritmek için aşırı ısı gereklidir; bu durum, baz metalin ani erimesine ve çökmesine neden olabilir. Bu sorunu çözmek için, alüminyum yüzeyindeki oksit tabakası kaynak öncesinde temizlenmelidir.
Alüminyum alaşımlarının yüksek çekme gerilmeleri ve birleştirilecek parçaların uygun şekilde sabitlenmemesi, kaynak metalinde sıcak çatlak oluşumuna yol açabilir. Bu çatlaklar, ön ısıtma, eklem tasarımının değiştirilmesi ve daha uygun bir elektrot seçilmesi ile en aza indirilebilir.
Alüminyum malzemeler genellikle gerekmedikçe tutucu kaynak (tack weld) ile birleştirilmez ve tek geçişli kaynak dikişi tercih edilir. Bunun nedeni, alüminyumun ısıya maruz kaldığında hızlı oksitlenmesidir; tutucu kaynak veya çoklu kaynak geçişlerinde sürekli temizleme gerektirir. Bunun yerine alüminyum malzemeler, ağırlıklar ve çeşitli sabitleme elemanları kullanılarak güvence altına alınır.
Tutucu kaynak ve dikiş uygulandıktan sonra, elektrot ucunda bir çukur (crater) oluşur; bu çukur ucu kapatarak ark oluşumunu engeller. Bu nedenle, elektrot ucundaki çukur yan keski ile açılmalıdır.
.

Şekil 7.14: Alüminyum Kaynağında Kullanılan Destek

Alüminyum Kaynağında Kaynak Dikişinin Temizlenmesinin Önemi
Kalın alüminyum malzemeler, birden fazla geçişle kaynaklanmalıdır. Bu nedenle, her geçişten sonra cüruf iyice temizlenmelidir.

Şekil 7.15: Alüminyum Kaynağında Kaynak Dikişi Temizliği
a) Cüruf temizlenmemiş b) Cüruf temizlenmiş

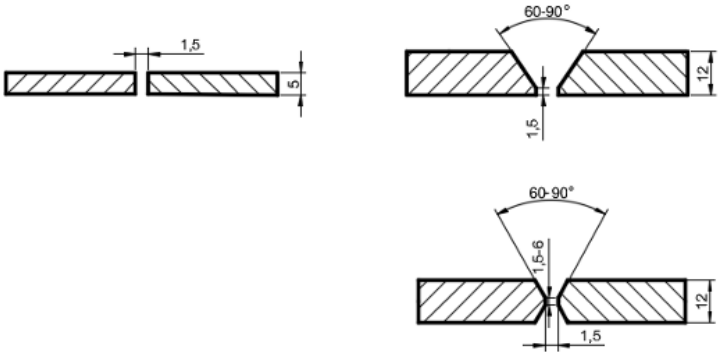
Aksi takdirde, cüruf kalıntıları oluşur ve çatlaklara neden olabilir. Oluşan cüruf, her kaynak dikişinden sonra sivri bir kaynak keski veya tel fırça kullanılarak iyice temizlenmelidir. Ayrıca, kaynak sırasında oluşan oksit tabakasını kaldırmak için kaynak yüzeyi kazınmalıdır. Bu işlemler, kaynağın dayanıklılığı için elzemdir.

Alüminyum Malzemeler İçin Kaynak Ağzı Hazırlığı

Kalınlığı 4,5-5 mm'ye kadar olan malzemeler için kare dikiş (square butt weld) uygulanır. Eğer kenarlar düzgün ve kare şekilde kesilmişse, ek bir hazırlığa gerek yoktur.

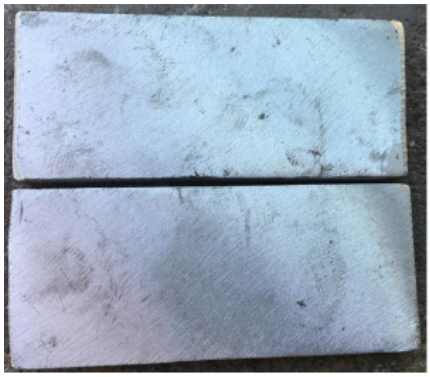
Daha kalın malzemeler için, 60-90° açıyla tek veya çift taraflı V-ağız hazırlanır.

Kalınlığa bağlı olarak, kök yüzeyi 1,5-6 mm arasında, kök boşluğu ise 0,8-1,5 mm arasında ayarlanır.



Şekil 7.16: Alüminyum Kaynağında Kullanılan Kaynak Ağzı Şekilleri ve Ölçüleri

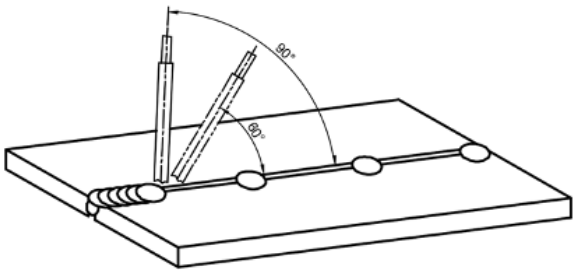
Alüminyum Kaynağında Ön Isıtma
Genellikle, kalınlığı 5 mm'ye kadar olan malzemelere ön ısıtma uygulanmaz.
Kalınlığı 5 mm'den fazla olan alüminyum malzemeler için yaklaşık 200°C ön ısıtma uygulanır.
Bu işlem, oksiasetilen alevi kullanılarak gerçekleştirilebilir.
7.3.5. Kaynak Yönteminin Uygulanması ve Kaynak Sonrası İşlemler
Kaynak yapılacak parçaların kaynak ağızları hazırlanır ve kaynak öncesinde yüzey temizliği gerçekleştirilir.



Şekil 7.17: Yüzeyi Temizlenmiş Alüminyum Parça

Temizlik işlemi tamamlandıktan sonra, kaynak gecikmeden yapılmalıdır.

- İç gerilmeler ve şekil bozulmalarını önlemek için parçalar tutucu kaynak (tack weld) ile birleştirilir veya ağırlıklarla sabitlenir. Tutucu kaynaktan sonra aynı ilk temizleme işlemi tekrarlanır.
- Hem alüminyum elektrot hem de baz metal hızlı bir şekilde eriyip katılaştığı için, elektrotun yapışması sorunu yaşanabilir. Bu nedenle, elektrot baz metal yüzeyine fırçalama hareketi yapılarak tutuşturulmalıdır.
- Elektrot başlangıçta 90° açıda tutulmalı ve kaynak ilerledikçe kaynak dikişi yönünde 60° açıda tutulmalıdır.



Şekil 7.18: Elektrotun başlangıçta 90° açıda ve kaynak ilerledikçe 60° açıda tutulması

- Elektrot çok fazla eğilmemelidir; aksi takdirde gözeneklilik ve sıçrama oluşur.
- Cürufun kaynak havuzunda yüzmesini sağlamak için elektrot kontrolüne özen gösterilmelidir.
- Elektrot yanlara fazla hareket ettirilmemelidir.
- Aşırı erimeyi önlemek için ark uzunluğu kısa tutulmalıdır (3-5 mm).
- Mümkünse, tek geçişli kaynak tercih edilmelidir. Birden fazla geçiş genellikle, kaynak yüzeyinden akı kaplamasının temizlenmesinde zorluklar oluşabileceği için kaçınılır.
- Birden fazla geçiş gerekiyorsa, her geçişten sonra aynı temizleme işlemi uygulanmalıdır.
- Kaynak işlemi sonunda cüruf temizlenmelidir.

Şekil 7.19: Alüminyum Birleştirme Kaynağı

Kaynak işleminin sonunda, kaynak üzerinde oluşan cüruf, tel fırça ve uçlu bir cüruf çekiçi kullanılarak mekanik olarak temizlenir.

• Ayrıca, kaynak dikişi, buhar uygulanarak veya sıcak suyla ovalanarak temizlenir.

• Katlar arasında veya yüzeyde cüruf kalıntılarının varlığı, kaynak bölgesine %5 gümüş nitrat çözeltisi uygulanarak kontrol edilir. Cüruf kalıntısı varsa, köpürerek kendini belli eder.

PREPARED BY
Innoweld

ALAŞIMLI ÇELIKLERIN KAYNAK YÖNTEMI

8. ÖĞRENME BİRİMİ

8.1. Alaşımlı Çeliklerin Kaynağı
8.2. Paslanmaz Çeliklerin Kaynağı
8.3. Takım Çeliklerinin Kaynağı

8.1. Alaşımlı Çeliklerin Kaynağı

Karbon çelikleri üretim açısından ekonomik olmalarına rağmen, tüm gereksinimleri karşılamazlar. Özellikle düşük aşınma direnci ve tokluk özellikleri nedeniyle, çeliğin istenen özelliklerini geliştirmek veya değiştirmek amacıyla alaşım elementi katılması (alaşımlama) işlemi uygulanır.

8.2. Paslanmaz Çeliklerin Kaynağı

%12 veya daha fazla krom içeren çeliklere paslanmaz çelik denir. Bu çeliklerin yüzeyinde çok ince ancak geçirimsiz bir krom oksit (Cr_2O_3) tabakası oluşur ve bu tabaka pasın iç kısımlara ilerlemesini engeller. Çelikte yalnızca nikel alaşım elementi olarak bulunuyorsa, bu durum çeliği korozyona karşı dayanıklı hale getirir. Ancak nikel ile kromun birlikte kullanılmasıyla oluşan sinerjik yapı, çok daha yüksek korozyon direnci sağlar. Molibden de korozyon direncini artıran bir diğer elementtir, ancak maliyeti yüksektir.

Paslanmaz çeliklerin farklı yapı türleri şunlardır:

- Ostenitik paslanmaz çelikler
- Ferritik paslanmaz çelikler
- Martenzitik paslanmaz çelikler
- Dubleks (duplex) paslanmaz çelikler
- Çökelme ile sertleştirilmiş paslanmaz çelikler

Ostenitik Paslanmaz Çeliklerin Ark Kaynağı

Krom-nikel paslanmaz çeliklerin kaynağı, bu çeliklerin diğer çeliklerle veya haddelenmiş paslanmaz çelik ürünlerle birleştirilmesiyle gerçekleştirilir. Paslanmaz çelik parçaların onarımı gerektiğinde de kaynak yöntemi kullanılır.

Ostenitik paslanmaz çeliklerin kaynağında örtülü elektrotla ark kaynağı, ayrıca TIG ve MIG kaynak yöntemleri yaygın olarak kullanılır.

Örtülü elektrotla ark kaynağı, ostenitik paslanmaz çeliklerin kaynağında sıkça uygulanır ve genellikle benzer bileşimde elektrotlar tercih edilir.

Kaynak işlemi sırasında, kaynak gerilmelerini en aza indirmek amacıyla uygun kaynak sırası izlenir.

Kalın kesitlerde, 100–150°C arasında ön tavlama (ön ısıtma) yapılır ve her paso sonrası kaynak dikişi tokmaklanarak (çekiçle düzeltilerek) kaynak gerilmeleri azaltılır.

Karbür çökelmesini ve buna bağlı tane sınırı korozyonunu önlemek için, kaynak bölgesi hızla soğutulmalıdır. Bu yöntem yalnızca %0,06'dan fazla karbon içeren çeliklere uygulanır.

Paslanmaz çelik dökümlerdeki döküm hatalarının onarımı söz konusu olduğunda, kaynak işleminden sonra çözelti ısıl işlemi uygulanmalı ve hızlı soğutma yapılmalıdır. Döküme uygulanan herhangi bir ısıl işlem, onarım sonrasında da aynı şekilde uygulanmalıdır.

Ostenitik Krom-Nikel Paslanmaz Çelikler

Ostenitik krom-nikel paslanmaz çelikler, özellikle örtülü elektrotla ark kaynağı yapıldığında sıcak çatlamaya karşı hassastır.

Bu durumu önlemek için alınması gereken önlemler ve dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Mümkün olan en küçük elektrot çapının seçilmesi,
- En düşük akım şiddetinin uygulanması,
- Elektrotla zigzag hareketlerinden kaçınılması ve ince kaynak pasoları yapılması,
- Çok pasolu kaynaklarda, her pasodan sonra iş parçasının oda sıcaklığına kadar soğutulması,
- Kaynak sonundaki kraterin (kaynak çukurunun) tamamen doldurulması,
- Çatlak tespit edilirse, kaynağa devam etmeden önce taşlanarak giderilmesi.

Bu tür çeliklerde, manganez oranı yüksek dolgu malzemeleri kullanılır.

Yapılan deneyler, %7–10 oranında manganez içeren ostenitik kaynak metallerinin, yüksek sıcaklıklarda sıcak çatlamaya karşı daha yüksek direnç sağladığını göstermiştir.

Ferritik Paslanmaz Çeliklerin Ark Kaynağı

Ferritik paslanmaz çeliklerin kaynağında en uygun yöntemler TIG, MIG ve plazma kaynağı yöntemleridir; çünkü bu yöntemlerde koruyucu gaz kullanılır.

Bu nedenle, ferritik paslanmaz çelikler geleneksel ark kaynağı yöntemiyle kaynak edilmezler.

Martenzitik Paslanmaz Çeliklerin Ark Kaynağı

Bu çeliklerin elle yapılan kaynaklarında çeşitli türlerde elektrotlar kullanılır.

Bu elektrotların bileşimi, esas metalin bileşimiyle aynı olabilir; ancak bazen karbon, manganez ve krom gibi elementlerin oranı, erimiş metaldeki muhtemel kayıplar göz önüne alınarak ayarlanır.

Yüksek karbonlu çeliklerde (C > %0,50), katılaşma sonrası gevrekliği azaltmak amacıyla karbon miktarı düşürülür.

Ayrıca, yüksek ostenit içeriği elde etmek için erimiş metalin bileşimi buna göre düzenlenir. Bu sayede çelik yüksek süneklik (tokluk) kazanır.

Bu tür dolgu metalleri, yüksek karbonlu ve çökelme ile sertleşen çelikler için uygundur; ancak aşındırıcı ortamlarda aşınma direncini olumsuz etkileyebilir.

Genellikle bazik örtülü elektrotlar (+ elektrot) kullanılır ve çok kısa ark boyu korunur.

Zor pozisyonlarda (örneğin dikey veya tavan kaynaklarında) daha düşük akım şiddeti uygulanır.

Tavsiye edilen akım şiddeti, kaynak koşullarına bağlı olarak değişiklik gösterir.

Yüksek Alaşımlı Çeliklerde Birleştirme (Ağız) Hazırlığı
Yüksek alaşımlı çeliklerde birleştirme hazırlığı, normal çeliklerdekiyle benzerdir. 3 mm kalınlığa kadar olan malzemelerde tek paso halinde kaynak yapılabilir; ancak bu durumda destek levhası (arka levha) kullanılması gerekir.
Çok pasolu kaynaklarda, kök pasosunun (ilk paso) tam olarak ergimesi ve sonraki pasoların düzgün yüzey bitişi sağlanmalıdır.
Pasolar arasında oluşan cüruf, paslanmaz çelik tel fırça ve keski kullanılarak dikkatlice temizlenmelidir. Ayrıca, birleştirme bölgesinin sıcaklığı ön tav sıcaklığının altına düşmemelidir.
Paslanmaz Çelik Kaynağında Akım Türleri, Elektrot Hareketleri, Ark Boyu ve Amper Ayarları
Paslanmaz çeliklerin kaynağında kısa ark boyu ve düşük akım şiddeti kullanılmalıdır.
Örtülü elektrot kaynağında, genellikle pozitif kutuplu doğru akım (DC+) veya AC/DC elektrotlar tercih edilir.
Rutil elektrotlar, ince paslanmaz çelik levhaların yatay pozisyonda kaynak edilmesinde tercih edilir.
Ancak, malzeme kalınlığı 2 mm'yi aştığında, bazik elektrotlar kullanılmalıdır.
Teknolojideki gelişmelerle birlikte, yeni elektrot türleri sürekli olarak piyasaya sunulmaktadır.
Kaynak işlemine başlamadan önce, elektrot paketinin üzerindeki bilgiler dikkatlice okunmalı ve iş parçası ile kaynak pozisyonuna uygunluğu kontrol edilmelidir.
Paslanmaz çelik elektrotlar, diğer elektrotlara göre daha fazla duman oluşturduğundan, iş sağlığı ve güvenliği açısından özel önlemler alınmalıdır.
Paslanmaz çelik kaynak işleminden sonra, yüksek ısı nedeniyle kaynak bölgesi çevresinde oksitlenme oluşur; bu da renk değişimi veya kararma şeklinde görülür.
Bu renk değişimini gidermek için özel temizleme macunları (pastalar) kullanılır.
Ancak bu pastalar güçlü kimyasallar içerdiğinden, ciltle doğrudan temas ettirilmemeli ve kullanılmadan önce gerekli koruyucu önlemler alınmalıdır.

Şekil 8.1: Paslanmaz Çelik Kaynak Metalinin Oksitlenmesi

EPaslanmaz Çelik Kaynağında Elektrot Seçimi
Kaynak yapılacak paslanmaz çelik türü, parçanın bilgi etiketinden belirlenir.
Daha sonra, uygun elektrot, elektrotun bilgi etiketi esas alınarak seçilir.
Bilgi etiketlerindeki veriler uyumluysa, kaynak işlemine geçilebilir.
Bu uyumun belirlenmesi aşağıdaki bilgiler doğrultusunda yapılır:
Karbon ve alaşımlı çeliklerin elektrik iletkenlik direnci düşüktür.
Paslanmaz çeliklerde ise bu değer, 4 ila 7 kat daha yüksektir.
Bu nedenle, paslanmaz çelik elektrotlar daha hızlı ısınır, daha kısa üretilir ve normal elektrotlara göre %25 daha düşük akım şiddetiyle kullanılır.

8.2.1. Paslanmaz Çelik Kaynağında İşlem Basamakları

- Kaynak yapılacak bölge, öncelikle boya, vernik ve diğer yabancı maddelerden tamamen arındırılmalıdır.
- Nem, kükürt ve diğer kimyasal maddeler, kaynak kalitesini olumsuz etkiler.
- Yüksek kaliteli bir kaynak elde etmek için, en iyi kalite paslanmaz çelik malzeme ve elektrotlar kullanılmalıdır.
- Kaynak ağzı (kaynak oluğu) uygun şekilde ve doğru açıda hazırlanmalıdır.
- Kaynak cürufu ve sıçrantıların temizlenmesinde, taşlama aleti veya paslanmaz çelik tel fırça kullanılmalıdır.
- Elektrotlar nemden korunmalıdır.
- Kullanılmayan elektrotlar, özel raflarda veya kurutma fırınlarında muhafaza edilmelidir.
- Kaynak ağzındaki nemin uzaklaştırılması için, bölge alevle (şalomeyle) veya kuru hava ile kurutulmalıdır.
- 300 serisi paslanmaz çeliklerde, ön ısıtma ve kaynak sonrası ısıl işlem gerekmez.
- Isı girdisini düşük tutmak için, küçük çaplı elektrotlar kullanılmalıdır.
- Esas alaşımla uyumlu veya aynı grubun bir derece daha yüksek elektrotları tercih edilmelidir.
- 300 serisi paslanmaz çeliklerin kaynağında, soğuma sırasında gerekli önlemler alınmazsa, kaynakta çatlaklar oluşabilir.
- Yatay ve düz kaynak pozisyonlarında, elektrot kaynak yönünde 150° açıyla tutulmalı ve kısa ark boyu korunmalıdır.
- Dikey kaynakta, elektrot plakaya dik tutulmalı ve ilk paso üzerinde hafif salınım hareketiyle ilerlenmelidir.
- Tavan kaynaklarında, kısa ark boyu ile çalışılmalı ve aşırı elektrot hareketlerinden kaçınılmalıdır.

- En İyi Aşınma Direncinin Sağlanması
- En iyi aşınma direnci, düşük amperaj ve doğru akım (DC) düz pozisyon kaynağı ile elde edilir.
- Çok düşük amperaj, kararsız ark, elektrot yapışması, cüruf oluşumu ve temizlemenin zorlaşması gibi sorunlara yol açarak aşınma direncinde kayıplara neden olabilir.
- Çok yüksek amperaj veya uzun ark boyu, kaynak sırasının bozulmasına ve çatlamalara sebep olabilir.
- Cüruf Temizlemenin Zor Olmasının Olası Nedenleri
- Kaynak ağzı kirli veya dar olabilir.
- Kaynak pasoları düzgün değil.
- Elektrot nem çekmiş.
- Kaynak tam olarak soğumamış.
- Paslanmaz Çelik Kaynağında Çatlak Oluşumunun Sebepleri
- Pasoların sonunda krater oluşumu.
- Kaynağın başında ve sonunda uzun ark boyu bırakılması.
- Parçanın aşırı ısınması.
- Hızlı kaynak pasoları.
- Yanlış kaynak ağzı hazırlığı.
- Yanlış elektrot tipi kullanımı.
- Paslanmaz çelik düz ve temiz bir yüzeye sahip olduğundan, derin nüfuziyet gerekmez.
- Son pasolarda tam ergime sağlanması yeterlidir.
- 8.2.2. Paslanmaz Çelik Kaynağının Uygulanması ve Kaynak Sonrası İşlemler
- Kaynak yapılacak bölge, önce boya, vernik ve diğer yabancı maddelerden temizlenir.
- En yüksek kaliteli paslanmaz çelik malzeme ve elektrotlar, yüksek kaliteli kaynak için kullanılır.
- Kaynak ağzı aralığı ayarlanır.
- Kaynak sıçrantı ve cüruf, taşlama aleti veya paslanmaz çelik tel fırça ile temizlenir.
- Elektrotlar kurutma fırınından çıkarılır.
- Ön ısıtma ve kaynak sonrası ısıl işlem uygulanır.
- Yatay ve düz kaynak pozisyonlarında, elektrot kaynak yönünde 150° açıyla tutulur ve kısa ark boyu korunur.
- Elektrot, plakada hafif salınımlarla hareket ettirilir.
- Kaynaktan sonra cüruf temizlenir.

8.3. Takım Çeliklerinin Kaynağı

Takım Çeliklerinin Uygulama Alanları

Takım çelikleri, genellikle matkaplar, derin çekme kalıpları, zımbalar ve tüm kesici bıçak türleri gibi çeşitli iş takımlarının üretiminde kullanılır.

Bu nedenle, özellikle metaller olmak üzere temel malzemelerin işlenmesi ve şekillendirilmesinde öncelikli olarak kullanılırlar.

Takım çeliklerinin kaynak işlemi, tüm profesyonel atölyelerde iki temel nedenle uygulanır:

1. Aşınmış parçaların onarımı ve bakımı
2. Kırılmış araçların birleştirilmesi

Kaynak işleminin gerekli olduğu durumlarda, işleme başlamadan önce uygun kaynak hazırlıkları yapılmalıdır.

8.3.1. Takım Çeliği Kaynak İşlemi

Takım çeliklerinin kaynağı, diğer kaynak yöntemlerinden önemli ölçüde farklı değildir.

En kritik unsur, çeliğe uygun elektrotun seçilmesidir.

Makine sert uçlu takımların kaynağında, elektrotlar sertlik seviyelerine göre seçilmelidir. Bu elektrotlar şunları içerir:

- Karbon ve nikel içeren ostenitik elektrotlar: Minimum aşınmaya maruz alanlar için
- Yüksek manganezli elektrotlar: Orta derecede aşınmaya maruz alanlar için
- Yüksek sertlikli elektrotlar: Aşırı aşınmaya maruz alanlar için

Aşınmış Parçaların Onarımı

- İnşaat makinelerinin veya ekskavatör kepçelerinin kesici dişlerinde kullanılan takım çeliklerinin aşınmış parçaları doldurulurken, her paso önceki pasoya dik (90 derece) olarak uygulanmalıdır.
- Çatlamayı önlemek için, esas metal ile üst katmanlar arasında daha yumuşak bir elektrot tercih edilmelidir.
- Kaynak işlemine başlamadan önce ön ısıtma uygulanmalıdır.
- Kaynak sırasında, önceki pasodan gelen ısı, bir sonraki paso için ön ısıtma görevi görür.

Şekil 8.2: Aşınmış Parçaların Kaynağı

Takım Çeliklerinin Kaynağında Kullanılan Elektrotlar

- **Piyasada çeşitli elektrot türleri mevcuttur.**
- **Elektrotlar, takım çeliğinin özelliklerine göre, elektrot paketinde verilen bilgiler dikkate alınarak seçilmelidir.**

Takım Çeliklerinde Ön Isıtma

- **Takım çeliklerinin kaynağında ön ısıtma, çelik malzeme türüne bağlı olarak 100 ila 400 °C aralığında uygulanır.**

8.3.2. Takım Çeliği Kaynağının Uygulanması ve Kaynak Sonrası İşlemler

1. **Kaynak yapılacak parça, oksit, yağ ve kirden temizlenmelidir.**
2. **Takım çeliğine uygun elektrot seçilmelidir.**
3. **İnce parçalar, boşluk bırakılarak tespit kaynağı (tack welding) yapılmalıdır.**
4. **Ön ısıtma uygulanmalıdır.**
5. **Kısa ark boyu ve kısa kaynak pasoları kullanılmalı; aşırı elektrot hareketlerinden kaçınılmalıdır.**

PREPARED BY
Innoweld

BÜYÜK ÇAPLI BORULARIN KAYNAĞI

9. ÖĞRENME BİRİMİ

9.1. Büyük Çaplı Borular
9.2. Büyük Çaplı Boruların Köşe Kaynağı (Butt Weld)
9.3. Büyük Çaplı Boruların Flanş Kaynağı
9.4. Büyük Çaplı Boruların T Kaynağı
9.5. Büyük Çaplı Boruların L Kaynağı

9.1. Büyük Çaplı Borular

Tarih boyunca, insanlar su taşımak için çeşitli yöntemler kullanmış; kanallar ve su kemerleri inşa etmişlerdir.

Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte, ihtiyaçlar artmış, fabrikalar kurulmuş, şehirler büyümüş ve taşınacak akışkanların çeşitliliği ve miktarı artmıştır.

9.1.1. Büyük Çaplı Boruların Sanayideki Rolü ve Önemi

- **Borular, sıvı, gaz ve küçük granüler katıların (mineraller ve gıda gibi) bir yerden başka bir yere taşınmasında kullanılan malzemelerdir.**
- **Borular, fabrikalar, şehirler hatta ülkeler ve kıtalar arasında, su, kanalizasyon, petrol, doğal gaz ve diğer akışkan maddeleri taşımak için kullanılır.**
- **Ayrıca borular, tünel, bina, çatı, köprü platformları ve diğer yapıların inşasında da kullanılır.**

Şekil 9.1: Büyük Çaplı Boruların Sanayide Kullanımı

Borular, kullanıldıkları yer ve içlerinden geçen akışkanın özelliklerine bağlı olarak farklı malzemelerden üretilir.

Malzemelerine göre boru türleri şunlardır:

- Çelik borular (Kaynaklı ve dikişsiz çelik borular, Şekil 9.2)
- PVC borular
- Beton borular
- Dökme demir borular
- Bakır ve alaşımlarından yapılan borular
- Alüminyum ve alaşımlarından yapılan borular

Şekil 9.2: Boruların Uygulama Alanlarından Biri

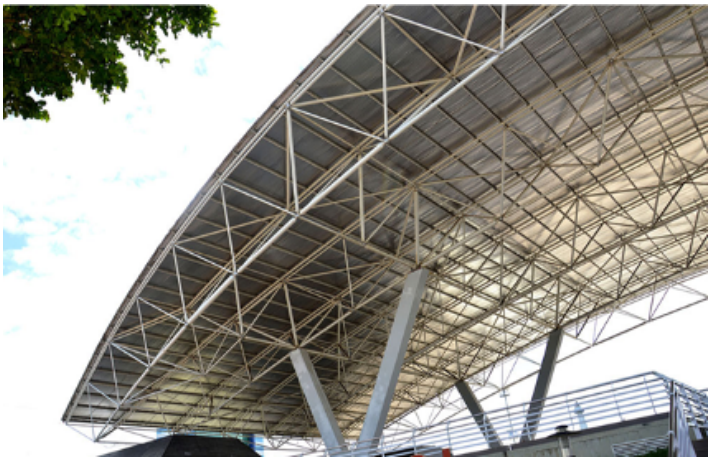
9.1.2. Gaz ve Sıvı Taşımında Kullanılan Büyük Çaplı Borular

- Yuvarlak kesitli borular, genellikle gaz ve sıvı taşımacılığı için kullanılır.
- Borular, taşıdıkları sıvı veya gazın türüne bağlı olarak farklı malzemelerden üretilir ve genellikle uygulama alanlarına göre adlandırılır.
- Bu adlandırmalar şunlardır:
  - Kazanan boruları (Boiler pipes)
  - Su boruları (Water pipes)
  - Doğal gaz boruları (Natural gas pipes)
  - Petrol boru hatları (Oil pipelines)
  - PE kaplı borular (PE-coated pipes)
  - PPRC tesisat boruları (PPRC installation pipes)
  - Yerden ısıtma boruları (Underfloor heating pipes)
  - SRM boruları (SRM pipes)

Şekil 9.3: Petrol Boru Hattı Kurulumu

9.1.3. Çelik Yapılarda Büyük Çaplı Borular

- Yuvarlak, kare ve dikdörtgen kesitli borular, konutlar, ofis binaları, çatılar, köprüler, çelik mobilyalar, otomotiv sektörü, mimari dekorasyon gibi alanlarda kullanılır.
- Bu borular genellikle aşağıdaki isimlerle anılır:
  - Özel borular (Special pipes)
  - Endüstriyel borular (Industrial pipes)
  - Kare ve dikdörtgen profiller (Square and rectangular profiles)
-



Şekil 9.4: Çelik Yapı

9.2. Büyük Çaplı Boruların Ağız Kaynağı (Butt Welding)

- Sıvı ve gaz iletim hatlarında kullanılan borular, ağız kaynağı (butt welding) yöntemiyle birleştirilir.

9.2.1. Büyük Çaplı Borularda Ağız Kaynağı Öncesi Montaj Parçaları

- Kesilmiş ve temizlenmiş borular, kaynak öncesinde birbirine uygun şekilde monte edilmelidir.
- Aksi takdirde, kaynak hatalarında sorunlar oluşabilir.
- Kenarlık hazırlığı ve temizlik için kullanılan araçlar, montaj işlemi sırasında da kullanılabilir.

9.2.2. Büyük Çaplı Borularda Kenar Açma (Beveling)

- Boruların kenar açma işlemi, çapları ve duvar kalınlıklarına göre yapılmalıdır.
- Kenar açma işlemi için farklı kesme yöntemleri uygulanır:

Kesme İşlemleri

- Borular, montaj sahasında gerekli ölçülere ve konuma göre kesilmelidir.
- Yaygın kesme yöntemleri şunlardır:
  - Oksi-gaz kesme (Oxy-gas cutting)
  - Elektrot ile kesme (Cutting with electrodes)
  - Plazma kesme (Plasma cutting)
  - Açılı taşlama ile kesme (Cutting with an angle grinder)
  - Şerit testere ile kesme (Cutting with a band saw)
  - Hidrolik testere ile kesme (Cutting with a hydraulic saw)

Resim 9.5: Montaj ve kenar düzeltme

9.2. Büyük Çaplı Boruların Ağız Kaynağı (Butt Welding)

- Sıvı ve gaz iletim hatlarında kullanılan borular, ağız kaynağı (butt welding) yöntemiyle birleştirilir.

9.2.1. Büyük Çaplı Borularda Ağız Kaynağı Öncesi Montaj Parçaları

- Kesilmiş ve temizlenmiş borular, kaynak öncesinde birbirine uygun şekilde monte edilmelidir.
- Aksi takdirde, kaynak hatalarında kusurlar meydana gelebilir.
- Kenar hazırlığı ve temizlik için kullanılan araçlar, montaj işlemi sırasında da kullanılabilir.

9.2.2. Büyük Çaplı Borularda Kenar Açma (Beveling)

- Boruların kenar açma işlemi, çapları ve duvar kalınlıklarına göre yapılmalıdır.
- Kenar açma işlemi için farklı kesme yöntemleri uygulanır.

Kesme İşlemleri

- Borular, montaj sahasında gerekli ölçülere ve konuma göre kesilmelidir.
- Yaygın kesme yöntemleri şunlardır:
  - Oksi-gaz kesme (Oxy-gas cutting)
  - Elektrot ile kesme (Cutting with electrodes)
  - Plazma kesme (Plasma cutting)
  - Açılı taşlama ile kesme (Cutting with an angle grinder)
  - Şerit testere ile kesme (Cutting with a band saw)
  - Hidrolik testere ile kesme (Cutting with a hydraulic saw)

Resim 9.5: Montaj ve çapak alma

9.2. Büyük Çaplı Boruların Ağız Kaynağı (Butt Welding)

- Sıvı ve gaz iletim hatlarında kullanılan borular, ağız kaynağı (butt welding) yöntemiyle birleştirilir.

9.2.1. Büyük Çaplı Borularda Ağız Kaynağı Öncesi Montaj Parçaları

- Kesilmiş ve temizlenmiş borular, kaynak öncesinde birbirine uygun şekilde monte edilmelidir.
- Aksi takdirde, kaynak hatalarında kusurlar oluşabilir.
- Kenar hazırlığı ve temizlik için kullanılan araçlar, montaj işlemi sırasında da kullanılabilir.

9.2.2. Büyük Çaplı Borularda Kenar Açma (Beveling)

- Boruların kenar açma işlemi, çapları ve duvar kalınlıklarına göre yapılmalıdır.
- Kenar açma için farklı kesme yöntemleri uygulanır.

Kesme İşlemleri

- Borular, montaj sahasında gerekli ölçülere ve konuma göre kesilmelidir.
- Yaygın kesme yöntemleri şunlardır:
  - Oksi-gaz kesme (Oxy-gas cutting)
  - Elektrot ile kesme (Cutting with electrodes)
  - Plazma kesme (Plasma cutting)
  - Açılı taşlama ile kesme (Cutting with an angle grinder)
  - Şerit testere ile kesme (Cutting with a band saw)
  - Hidrolik testere ile kesme (Cutting with a hydraulic saw)

Resim 9.6: Açılı taşlama ile kesme

Temizlik

- Kesme işlemi sırasında, boruların içinde çapaklar (burrs) oluşur.
- Gelecekte oluşabilecek tıkanmaları önlemek için, çapaklar ve yabancı maddeler (yağ, pas, boya) titizlikle temizlenmelidir.
- Bunların giderilmesi için keski, törpü, elde ve sabit taşlama makineleri, tel fırçalar, zımpara ve kimyasal maddeler kullanılır.
- Kaynak mukavemetinin sağlanması için hiçbir yabancı artık kalmamalıdır.

Kaynak için Kesişim ve Kenar Açma (Beveling)

- Borular her zaman uç uca (doğrusal) kaynaklanarak döşenmez.
- Boru tesisatları, farklı yönlerde açısal dönüşler, farklı yönlerden gelen boruların kesişimleri ve farklı çaplarda boruların birleştirilmesini içerebilir.
- Bu gibi durumlarda, kesişim kesimi yapılmalı ve duvar kalınlığı 5 mm'den büyük borular için kaynak için kenar açma uygulanmalıdır.
- Bu durumlarda özel kenar açma teknikleri kullanılır ve kenar açıları 50° ile 90° arasında değişir.

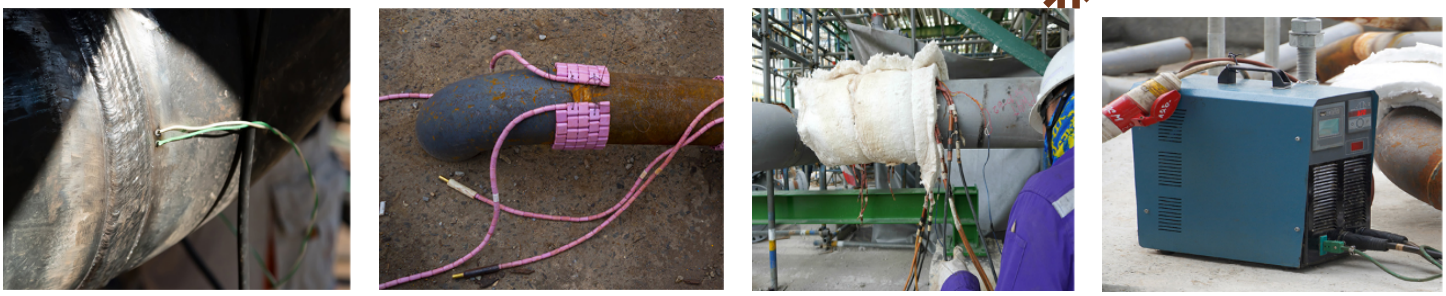
Şekil 9.7: Kesişen Boruların Kesimi

9.2.3. Büyük Çaplı Boruların Ağız Kaynak İşlemi

- Bazı boru kaynak uygulamalarında, borunun malzeme özellikleri ve büyük boyutları, özel hazırlıklar yapılmasını gerektirir.
- Bu hazırlıklar için tavlama (annealing) ve sabitleme (clamping) cihazları kullanılır.

Tavlama (Annealing)

- Parçalar, kaynak öncesi ısıtma ve kaynak sonrası yavaş soğutma işlemine ihtiyaç duyar.
- Bazı durumlarda, tavlama işlemi kaynak sırasında da devam edebilir.
- Ayrıca, gerilme giderimi için kaynak sonrası ısıl işlem uygulanabilir.
- Tavlama, duvar kalınlığı 13 mm'den büyük alaşımlı ve karbon çelik borulara uygulanır.
- Bu uygulamalar, propan ısıtıcılar, elektriksel direnç cihazları ve indüksiyon akım cihazları kullanılarak gerçekleştirilebilir.



a) b) c) d)

Şekil 9.8: Endüksiyonla Isıl İşlem Basamakları

Endüksiyon Isıl İşlem Adımları
a) Kontak termometrenin bağlanması
b) Isıtıcının sarılması
c) Isıtıcının yalıtılması
d) Kontrol panelinden değerlerin ayarlanması

Sıkıştırma Aparatları (Clamping Apparatus)

- Kaynağa başlamadan önce, kaynaklanacak borular tack kaynağı (geçici kaynak) ile birleştirilmelidir.
- Büyük çaplı borular silindirik olduğundan, hizalamak zordur.
- Tack kaynağı sırasında, borular geçici olarak özel kelepçeler, V-yataklar ve sıkıştırma aparatları kullanılarak tutulmalıdır.
- Kaynak ağzının içindeki tack kaynaklar, krater çatlaklarını önleyecek şekilde uygulanmalıdır.
- Boru ek kaynağı sırasında, bu tack kaynaklar gerekirse taşlanarak çıkarılabilir.

Şekil 9.9: Boru Uç Hazırlığı İçin Kullanılan Aparatlar

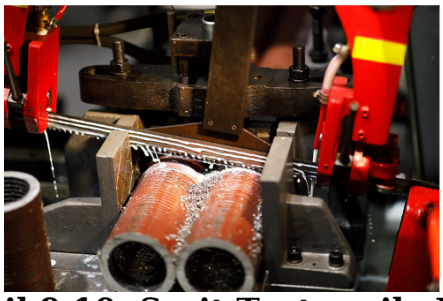
Ağız (Butt Joint) Kaynağında Dikkat Edilecek Hususlar

- **Gerekirse, kaynak yapılacak borular üzerinde uygun bir kaynak kenar açma (bevel) yapılmalıdır.**
- **Borular, doğru ölçülerde ve hassas şekilde kesilmelidir (Şekil 9.12).**
- **Kaynağa başlamadan önce, kaynak kenarının iç ve dış yüzeylerinden en az 20 mm genişliğinde pas, oksit, yağ, boya ve diğer yabancı maddeler temizlenmelidir.**

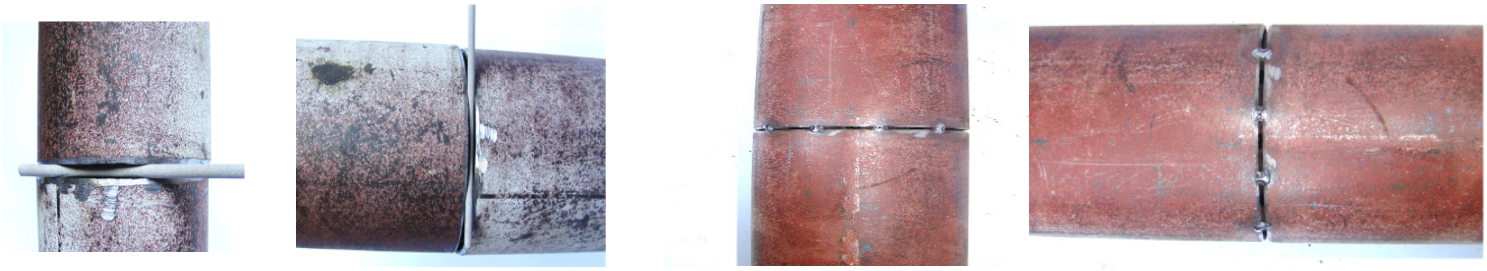
- Birleştirilecek boruların ekseninde herhangi bir kayma olmamasına dikkat edilmelidir.
- Borulardaki ovalite veya kalınlık farklarından kaynaklanan hizalanma bozuklukları önlenmelidir.
- Uygun şekilde monte edilmiş parçalar, sıkıştırma cihazlarında tack kaynağı ile sabitlenmeli ve tack kaynağı sırasında bir ölçüm cihazı (gauge) kullanılmalıdır.
- Kaynak pozisyonu özenle seçilmelidir.
  - Mümkünse, kaynak sırasında parça yatay olarak döndürülmelidir; ancak bu her zaman mümkün olmayabilir.
  - Böyle durumlarda, boru tüm kaynak pozisyonları kullanılarak kaynaklanmalıdır.

9.2.4. Büyük Çaplı Boruların Ağız Kaynağı Uygulaması ve Kaynak Sonrası İşlemler

1. Kesim, temizlik, montaj ve kaynak kenar hazırlığı tamamlandıktan sonra, parçalar V-yatakta uygun aralıklarla tack kaynağı ile sabitlenir.
2. Tack kaynağı sırasında, iki parça arasına bir şablon (template) yerleştirilir.
3. Tack kaynağı yapılmış parçalara, yatay pozisyonda kök dikiş (root pass) uygulanır.
   - Kök dikiş TIG kaynağı ile gerçekleştirilebilir.
4. Kaynaklı parçaların cürufları temizlendikten sonra, ek pasolar yapılır ve kaynak bölgesi temizlenir.



Şekil 9.10: Şerit Testere ile Boru Kesimi



a) b) c) d)

Şekil 9.11: Boru Kaynağında İzlenecek İşlem Sırası

a) Yatay eksende tack kaynağı aralığı
b) Dikey eksende tack kaynağı aralığı
c) Yatay eksende tack kaynağı
d) Dikey eksende tack kaynağı

9.3. Büyük Çaplı Borularda Flanş Kaynağı (Flange Welding)

- Borular, akışkanları bir yerden başka bir yere taşımak için kullanılır.
- Bazı durumlarda, boruların pompalara, kazanlara veya birbirlerine sökülebilir şekilde bağlanması gerekir.
- Kaynak, kalıcı birleşimler oluşturduğundan, sökülebilir olması gereken boru bölümlerine flanşlar kaynaklanır.
- Bu flanşlar daha sonra civatalarla birleştirilir.
- Boru sistemlerinde bakım veya değişim gerektiğinde, flanşlar civataları çözülerek ayrılır ve gerekli işlemler yapılır (Şekil 9.12).

Şekil 9.12: Flanş ile Birleştirilmiş Boru Montajı

9.3.1. Flanş Kaynağında Parçaların Hizalanması

- Flanşlar, sıvı, gaz ve katı maddelerin taşınmasında kritik bir rol oynar.
- Flanşlı bağlantılar, özellikle yüksek dayanıklılık gerektiren alanlarda kullanılır.

9.3.2. Flanşlı Eklemlerde Kenar Açma Hazırlığı (Bevel Preparation)

- Büyük çaplı borular genellikle V-oyuk (V-groove) ile kaynak için hazırlanır.
- Kenar açma işlemi, manuel olarak veya otomatik makinelerle gerçekleştirilir.

9.3.3. Flanş Kaynağının Uygulanması

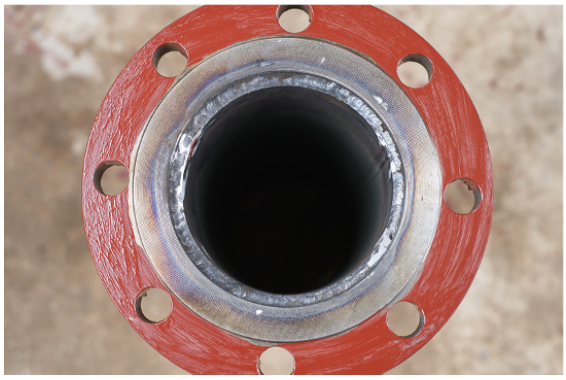
- Bağlantı koşulları ve kullanılan malzemelere göre uygun flanş tipi seçilir (Şekil 9.15):
  - Kör flanşlar (Blind flanges)
  - Dişli flanşlar (Threaded flanges)
  - Sap uç flanşlar (Stub-end flanges)
  - Destek halkalı flanşlar (Backing ring flanges)
  - Slip-on flanşlar (Slip-on flanges)
  - Çelik flanşlar (Steel flanges)
- Civata deliklerinin hizalandığından emin olduktan sonra, flanşlar borulara tack kaynağı ile sabitlenir.
- Sızdırmazlığı sağlamak için gereken conta kalınlığı, uzunluk hesaplamalarına dahil edilir.
- Kaynak sırasında ısıdan kaynaklanan deformasyonlara karşı önlemler alınır.

9.3.4. Flanş Kaynağının Uygulanması ve Kaynak Sonrası İşlemler

- Gerekirse, boru ve flanş üzerinde kenar açma (bevel) hazırlanır ve hizalama yapılır.
- Boru ve flanş, 90° açıyla veya istenilen açıyla eşit aralıklarla tack kaynağı ile sabitlenir (Şekil 9.13).
- Gerektiğinde ön ısıtma (preheating) uygulanır.
- Kaynak pozisyonuna bağlı olarak, iç köşe kaynağı (inside corner weld) yapılır.
- Bazı flanşlar dıştan kaynaklanırken, bazıları içten kaynaklanır (Şekil 9.14 ve 9.15).

9.13: Flanşın Tack Kaynağı

Şekil 9.14: Flanşın Dıştan Kaynağı



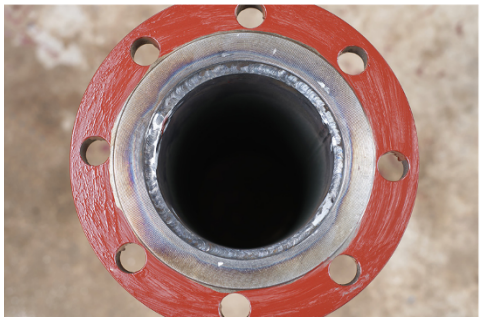
Şekil 9.15: Flanşın Tack Kaynağı

9.3.4. Flanş Kaynağının Uygulanması ve Kaynak Sonrası İşlemler

- **Gerekirse, boru ve flanş üzerinde kenar açma (bevel) hazırlanır ve hizalama yapılır.**
- **Boru ve flanş, 90° açıyla veya istenilen açıyla eşit aralıklarla tack kaynağı ile sabitlenir (Şekil 9.13).**
- **Gerektiğinde ön ısıtma (preheating) uygulanır.**
- **Kaynak pozisyonuna bağlı olarak, iç köşe kaynağı (inside corner weld) yapılır.**
- **Bazı flanşlar dıştan kaynaklanırken, bazıları içten kaynaklanır (Şekil 9.14 ve 9.15).**

Şekil 9.13: Flanşın Tack Kaynağı

Şekil 9.14: Flanşın Dıştan Kaynağı



Şekil 9.15: Flanşın Tack Kaynağı

- Gerekirse, kaynak işleminden sonra ısıl işlem (heat treatment) uygulanır.
- Kaynak işlemi tamamlandıktan sonra, sızdırmazlık ve basınç testi (sealing and pressure test) yapılır.

9.4. Büyük Çaplı Boruların T Kaynağı (T Welding)

- İki veya daha fazla borunun farklı şekillerde birleştirilmesiyle gerçekleştirilir.

9.4.1. T-Kaynağı Yapılacak Boruların Kesitleri

- İki veya daha fazla borunun birleşim noktalarında oluşan kesişimler, kesit (cross-section) olarak adlandırılır.
- Borularda kesiti işaretlemek için:
  - Kesit yöntemleri kullanılarak şablonlar (templates) hazırlanır veya
  - Pratik yöntemlerle doğrudan borular üzerine çizim yapılır.

Şekil 9.16: Kesitleri Kesilmiş ve Kenar Açılmış Borular, Parçalı Dirsek Oluşturacak Şekilde

9.4.3. T Kaynakları İçin Kenar Açma (Beveling for T Joints)

- Kesit geliştirme (cross-section development), T kaynağı hazırlığında en yaygın kullanılan yöntemdir.

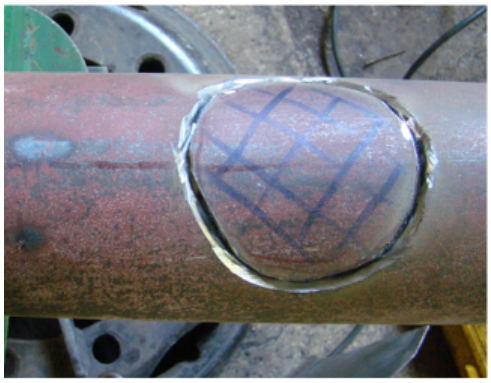
9.4.4. Kesit T Kaynağında Dikkat Edilecek Hususlar (Considerations in Cross-Section T Joint Welding)

- Boruları kesit açma yöntemiyle ayarlarken doğru çizim yöntemi seçilmelidir.
- İşaretleme (marking) doğru ve hassas şekilde yapılmalıdır.
- Kesim ve montajdan sonra, boru içindeki çapaklar (burrs) temizlenmelidir.
- Tack kaynağı sırasında, boru birleştirme ile ilgili gerekli kurallara uyulmalı ve tack kaynağı yapılan alan etrafında eşit aralık bırakılmalıdır.

9.4.5. T Kaynağı Uygulaması ve Kaynak Sonrası İşlemler (Implementation of T Welding and Post-Welding Processes)

- Kesiti çizmek için karton şablonlar boruların etrafına sarılır veya işaretleme doğrudan borular üzerine yapılır.

Şekil 9.17: Kesit İşaretlemesi



Şekil 9.18: Kesit Kesiminin Talaş Alma Makinesi ile Yapılması

Çapaklar temizlendikten ve kaynak kenarları hazırlandıktan sonra, borular hizalanır ve eşit aralıklarla tack kaynağı ile sabitlenir.

Şekil 9.19: Kesilmiş ve Montajı Yapılmış Kesişimlere Sahip Boruların Tack Kaynağı

Kök dikiş (root pass) uygulanır ve ardından kaynak tamamlanır.

Şekil 9.20: Kenar Açılmış (T) Ekli Boruların Kaynağı

- Gerekirse, kaynak işleminden sonra ısıl işlem (heat treatment) uygulanır.
- Kaynak dikişi, sızdırmazlık ve basınç testi ile kontrol edilir.

9.5. Büyük Çaplı Boruların L Kaynağı (L Joints) ile Kaynağı

- Boru hattı döşenirken, yön değiştirme gerekebilir.
- Yön değişikliklerinde köşelerde kullanılan bağlantı elemanlarına dirsek (elbow) denir.
- Dirsekler, açılarına göre adlandırılır (ör. 90° dirsek, 120° dirsek vb.).
- Ayrıca, tek parça veya çok parçalı bileşenler olarak üretilmiş hazır dirsekler de mevcuttur.

.

Şekil 9.21: L Dirseklerin Kullanıldığı Yerler

9.5.1. L Kaynağında Parçaların Montajı (Fitting Parts in L Welding)

- Dar ve geniş açıya sahip parçaların birleştirilmesinde kullanılır.

9.5.2. L Eklerinde Kenar Açma (Beveling in L Joints)

- Köşe ve dirsek borularının kenarlarına, en küçük açı ile kenar açma işlemi uygulanır.

9.5.3. L Kaynağında Dikkat Edilecek Hususlar (Considerations in L Welding)

- Kesim açısı, yapılacak dirseğin açısına göre doğru bir şekilde hesaplanmalıdır.
- Doğru kesim yöntemi seçilmelidir.
- Borular birleştirilmeli ve tack kaynağı yapılmalıdır.
- Kök dikiş (root weld) borunun içinde taşmamalıdır; çünkü zamanla artık birikebilir ve tıkanmalara sebep olabilir.

9.5.4. L Kaynağı Uygulaması ve Kaynak Sonrası İşlemler (Application of L Welding and Post-Welding Processes)

- Borular, çaplarına uygun kesişimleri oluşturmak için uygun bir kesim aracı ile kesilir ve ardından birleştirilir (Şekil 9.22).

Şekil 9.22: Açılı Kesilmiş L Dirsek

Borular, 90° dik açıyla veya istenilen açıyla, eşit aralıklarla birbirine tack kaynağı ile sabitlenir.

Figure 9.23: Tack Welding of L Elbow

- Gerekirse, ön ısıtma (preheating) uygulanır.
- Kaynak dikişi, kaynak pozisyonuna göre elektrot açısı ve hareketi ayarlanarak gerçekleştirilir.

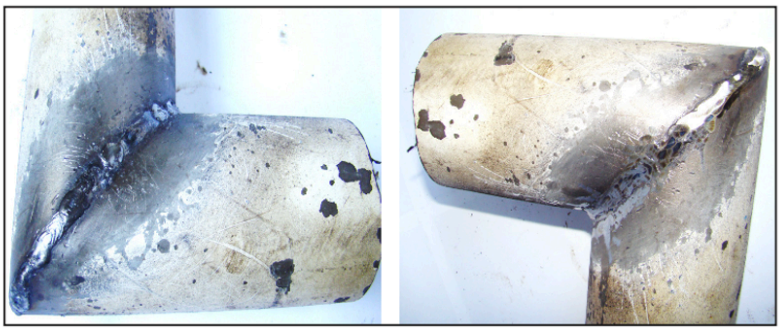


Figure 9.24: Welding of L Elbow

- Gerekirse, kaynak işleminden sonra ısıl işlem (heat treatment) uygulanır.
- Kaynak dikişinin sızdırmazlık ve basınç kontrolü gerçekleştirilir.

Büyük Çaplı Borularda L Kaynağı Sonrası Oluşabilecek Kaynak Hataları

- Çeşitli faktörler (çevresel etkenler ve kaynakçı hataları) kaynak sırasında hatalara yol açabilir.
- Bu hatalar, boruların uygulama alanlarında amaçlanan işlevi yerine getirmesini engelleyebilir ve hatta kazalara sebep olabilir.
- Bu nedenle, bu hataların oluşmasını önlemek için önlemler alınmalıdır.

Başlıca kaynak hataları şunlardır:

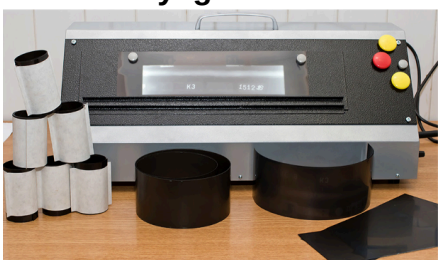
- Gözeneklilik (Porosity)
- Cüruf ve yabancı madde kalıntıları (Slag and foreign material residues)
- Alt Oyma (Undercutting)
- Çatlaklar (Cracks)
- Kaynak başlama ve bitiş noktaları (Welding start and end points)

Büyük Çaplı Borularda L Kaynağı Sonrası Uygulanan Kontrol Yöntemleri

- **Borular, kaynak işleminden sonra mutlaka kontrol edilmelidir.**
- **Borulardan geçen akışkanlarda sızıntı olması durumunda, akışkanın türüne ve basıncına bağlı olarak çeşitli kazalar meydana gelebilir.**
- **Bu nedenle, kaynak dikişinin önemi ve özelliklerine göre uygun bir kontrol yöntemi seçilir ve uygulanır.**
- **Kontrol yöntemleri, yıkıcı (destructive) ve yıkıcı olmayan (non-destructive) testler olarak ikiye ayrılır.**
- **Yıkıcı test uygulanan malzemeler kullanılmaz, yalnızca test amaçlı üretilir.**
- **Kaynaklı borular bir sistemde çalıştırılmadan önce yıkıcı olmayan testler uygulanır.**
- **Test sonuçları olumlu ise, boru sistemleri işletmeye alınır.**

Yıkıcı Olmayan Test Yöntemleri (Non-Destructive Testing Methods)

- **Görsel Muayene (Visual Inspection):**
  - **Kaynak dikişindeki dış kusurlar, görsel inceleme ile tespit edilir.**
  - **Görsel muayeneler, kaynak öncesinde, sırasında ve sonrasında yapılır.**
- **Röntgen (X-ray / Radiographic) Muayene:**
  - **Kaynaklı bölgenin X-ray görüntüsü alınarak incelenmesini içerir.**



Şekil 9.25: Röntgen Filminin İncelenmesi

- Ultrasonik Muayene (Ultrasonic Inspection):
  - Yüksek frekanslı ses dalgaları kullanılarak yapılan bir kaynak kontrol yöntemidir.
  - Özellikle iç kusurların tespitinde kullanılır.

Şekil 9.26: Ultrasonik Muayene Cihazı

Sıvı Penetrant Muayenesi (Dye Penetrant Inspection):

- Yüzey kusurlarını (çukur, çatlak, boşluk vb.) ortaya çıkarmak için özel boyalar kullanılan bir test yöntemidir.

Şekil 9.27: Boya ile Muayene

- Sertlik Testi Muayenesi (Hardness Test Inspection):
  - Kaynak dikişinin istenen sertliğe sahip olup olmadığını ölçmek için kullanılan bir yöntemdir.
  - Sertlik ölçüm yöntemlerinden biri kullanılarak gerçekleştirilir.

Şekil 9.28: Sertlik Ölçüm Test Cihazı

- Manyetik Muayene (Magnetic Inspection):
- Manyetik özellikleri olan kaynaklarda, manyetik parçacıklar kullanılarak kusurların tespit edilmesinde kullanılır.
- Basınç Testi (Pressure Testing):
- Boru kaynak dikişlerinde sızdırmazlığı kontrol etmek ve dikişin dayanımını ölçmek için, basınçlı sıvı veya hava kullanılarak uygulanan bir yöntemdir.

.