

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

METAL TEKNOLOJİSİ

ALAŞIMLI ÇELİKLERİN KAYNAĞI
521MMI239

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. PASLANMAZ ÇELİKLERİN KAYNAĞI	3
1.1. Alaşımli Çelikler	3
1.1.1. Alaşımın Tanımı	3
1.1.2. Alaşımli Çeliklerin Endüstrideki Yeri ve Önemi	3
1.1.3. Alaşım Elementlerinin Çeliklere Kazandırdıkları Bazı Özellikler	4
1.1.4. Alaşımli Çeliklerin Sınıflandırılması	4
1.1.5. Paslanmaz Çelikler	4
1.2. Paslanmaz Çeliklerin Kaynağı	6
1.2.1. Paslanmaz Çeliklerin Kaynağının Endüstrideki Yeri ve Önemi	6
UYGULAMA FAALİYETİ	14
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	17
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	19
2. TAKIM ÇELİKLERİNİN KAYNAĞI	19
2.1. Takım Çeliklerinin Kaynağının Endüstrideki Yeri ve Önemi	19
2.2. Takım Çeliklerinin Kaynağı	19
2.2.1. Takım Çeliklerinin Kaynağında Kullanılan Elektrotlar	20
2.2.2. Takım Çeliklerinin Kaynağında Ön Tavlama	21
2.2.3. Takım Çeliklerinin Kaynağında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	21
UYGULAMA FAALİYETİ	22
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	25
MODÜL DEĞERLENDİRME	26
CEVAP ANAHTARI	27
KAYNAKÇA	28

AÇIKLAMALAR

KOD	521MMI239
ALAN	Metal Teknolojisi
DAL/MESLEK	Kaynakçılık
MODÜLÜN ADI	Alaşımli Çeliklerin Kaynağı
MODÜLÜN TANIMI	Elektrik ark kaynağı ile alaşımli çelikleri kaynatma bilgi ve becerilerinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Çelik Olmayan Metallerin Kaynağı modülünü almış olmak
YETERLİK	Alaşımli çeliklerin kaynağını yapabilmek
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam ve ekipman sağlandığında tekniğe uygun elektrik ark kaynağı ile alaşımli çeliklerin kaynağını yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Tekniğe uygun elektrik ark kaynağı ile paslanmaz çeliklerin kaynağını yapabileceksiniz. 2. Tekniğe uygun elektrik ark kaynağı ile takım çeliklerinin kaynağını yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam. Metal işleri bölümü elektrik ark kaynak atölyesi Donanım: Ark kaynak postası, kaynak yardımcı elemanları, kaynatılacak paslanmaz ya da takım çeliği, uygun elektrot
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığımız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Günümüzde paslanmaz takım çeliklerinin tamirat veya onarım için kaynatılması zorunluluğu bu malzemelerin pahalı olması ve atölye ortamında bulunamamasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle alaşımli çeliklerin kaynağı önem kazanmaktadır.

Bu modülde alaşımli çeliklerden, paslanmaz ve takım çeliklerinin kaynağını öğreneceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Bu öğrenme faaliyeti sonunda gerekli ortam sağlandığında, tekniğine uygun paslanmaz çeliklerin ark kaynağını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Paslanmaz çeliklerin kaynağında kullanılan elektrotları araştırınız.
- Paslanmaz çeliklerin kaynağında meydana gelebilecek kaynak hatalarını araştırınız.

1. PASLANMAZ ÇELİKLERİN KAYNAĞI

1.1. Alaşımli Çelikler

1.1.1. Alaşımın Tanımı

En az biri metal olmak üzere iki ya da daha fazla sayıda kimyasal elementin özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla bir araya getirilmesiyle oluşan maddelere alaşım denir. Saf hâlde sınırlı özelliklere sahip olan metallere, alaşımlandırmayla sertlik ve dayanımlarının artırılması, soğuk biçimlendirme özelliğinin iyileştirilmesi, korozyon dayanımının artırılması gibi birçok özellik kazandırılır.

1.1.2. Alaşımli Çeliklerin Endüstrideki Yeri ve Önemi

Sade karbonlu çeliklerin üretimlerinin ucuz olmasına rağmen bütün mühendislik uygulamalarında her zaman kullanıma uygun değildir. Bu çeliklerde, dayanıklılık kazandırma sürecinde tokluk ve süneklik özelliklerinde kayıplar oluşması, kalın kesitli malzemelerde kesit boyunca tamamen martenzitik yapı oluşturulamaması, düşük sıcaklıklarda darbe dirençlerinin zayıf olması, korozyon dayanımlarının düşük olması ve yüksek sıcaklıklarda çabuk oksitlenme gibi özellikleri nedeniyle bu gibi özellikleri geliştirilmiş alaşımli çeliklere ihtiyaç duyulmaktadır. Maliyetlerinin yüksek olmasına rağmen pek çok kullanım amacı için ekonomiktir.

1.1.3. Alaşım Elementlerinin eliklere Kazandırdıkları Bazı zellikler

- Mekanik zellikleri iyileştirmek
- Korozyon dayanımını artırmak
- Aşınma ve yorulma dayanımlarını artırmak
- Dayanım ve sunecliği koruyarak yüksek temperleme sıcaklığı sağlamak
- Sertleşebilirliği iyileştirmek
- Kaynaklanabilirliği iyileştirmek

1.1.4. Alaşımlı eliklerin Sınıflandırılması

Alaşımlı elikler içerisinde % 50 oranına kadar alaşım elementi bulundurabilir ancak genel olarak alaşım elementleri % 1-4 oranında ilave edilir. Alaşımlı elikleri üretmek için kullanılan elementler, krom, nikel, molibden, vanadyum, silisyum, wolfram, kobalt, kurşun ve bakırdır. Genel olarak alaşımlı elikler ABD'nin AISI – SAE standartları ile tanımlanır.

Alaşımlı elikler içerisine katılan alaşım elementlerinin kazandırdıkları özelliklere göre e ayrılmaktadır. Özellikle karbon miktarının fazla olması perlit yapıyı artırmakla birlikte toklukta azalmaya ve dayanımın artmasına neden olacaktır. Krom ve nikel ilavesi korozyon dayanımını artıracaktır. Isıya dayanıklı çeliklerin üretilmesinde niobyum, titanyum kullanılmaktadır. Takım eliklerinin üretiminde % 0.6 ile 1.40 karbon ve % 0.5 krom kullanılır. Özellikle darbe dayanımı yüksek takım çelikleri için ise karbon, molibden, krom, mangan ve silisyum elementleri kullanılır.

- Az katkılı yapım elikleri
- Az katkılı AISI elikler
- Çok katkılı elikler
 - Takım ve kalıp elikleri
 - Korozyona dayanıklı elikler
 - Isıya dayanıklı elikler
 - Magnetik elikler

1.1.5. Paslanmaz elikler

1.1.5.1. Tanımı

Genel olarak oksidasyona ve korozyona karşı çeliklerin dirençlerini artırmak için çeliğin içeriğine % 12'den fazla miktarda krom katılmasıyla üretilen çeliklere paslanmaz elik denir. Artan krom miktarına bağlı olarak da yüksek sıcaklıklarda oksidasyon dirençleri artmaktadır. Çeliğin içeriğinde yalnız yüksek miktarlarda nikel bulunması da paslanmayı nlerse de krom ile birlikte bulunması özellikle asidik ortamlarda yüksek bir korozyon direnci sağlar. Nikelin yanı sıra molibden katkısı da çeşitli korozyon türlerine karşı çeliği korur. Ancak % 6,5'ten fazla molibden içeren paslanmaz çelikler ekonomik olarak üretilmez.

Günümüzde 170'den fazla türü bulunan paslanmaz çelikler, değişik amaçlar için endüstride oldukça yaygın uygulama alanı bulur.

1.1.5.2. Çeşitleri

Bugün endüstride kullanılan paslanmaz çelikler üç grup altında toplanmaktadır:

- Martenzitik kromlu paslanmaz çelikler
- Ferritik kromlu paslanmaz çelikler
- Ostenitik krom-nikelli paslanmaz çelikler

Çeliklerin sınıflandırılması için kullanılan yaygın bir sistem, Amerikan Demir ve Çelik Enstitüsünün “Karbon ve Alaşımli Çelik Standardının Nümerik Gösterimi (AISI)”dır. Bu AISI gösterim sistemi olarak bilinir ve kökeni Otomotiv Mühendisleri Odasına (SAE) dayandığı için SAE sistemi olarak da bilinir. Bu nümerik sistem içerisinde çeliklerin guruplandırılması, Tablo 1.1’de gösterilmiştir. Son iki basamak, karbon oranının yaklaşık ortalama değerini belirtmek için kullanılır.

Farklı türlerdeki paslanmaz çeliklerin fiziksel özellikleri de birbirinden farklıdır ve bu durumda kaynak işlemlerinde önemli rol oynamaktadır.

Serinin Gösterimi	Tipler ve sınıflar
100xx	Resülfürize edilmemiş karbon çeliği sınıfı
11xx	Resülfürize edilmiş karbon çeliği sınıfı
13xx	%1,75 Manganez
23xx	%3,50 Nikel
25xx	%5,00 Nikel
31xx	%1,25 Nikel - %0,65 veya 0,80 Krom
33xx	%3,50 Nikel - %1,55 Krom
40xx	%0,25 Molibden
41xx	%0,50-0,95 Krom - %0,12 veya 0,20 Molibden
43xx	%1,80 Nikel - %0,50 veya 0,80 Krom - %0,25 Molibden
46xx	%1,55 veya 1,80 nikel - %0,20 veya 0,25 Molibden
47xx	%1,05 Nikel - %0,45 Krom - %0,25 Molibden
48xx	%3,50 Nikel - %0,25 Molibden
50xx	%0,28 veya 0,40 Krom
51xx	%0,80; 0,90; 0,95; 1,00 veya 1,05 Krom
5xxxx	%1,00 Karbon - %0,50; 1,00 veya 1,45 Krom
61xx	%0,80 veya 0,95 Krom - en az %0,10 veya 0,15 Vanadyum
86xx	%0,55 Nikel - %0,50 veya 0,65 Krom - %0,20 Molibden
87xx	%0,55 Nikel - %0,50 Krom - %0,25 Molibden
92xx	%0,85 Manganez - %2,00 Silikon
93xx	%3,25 Nikel - %1,20 Krom - %0,12 Molibden
94xx	%1,00 Manganez - %0,45 Nikel - %0,40 Krom - %0,12 Molibden
97xx	%0,55 Nikel - %0,17 Krom - %0,20 Molibden
98xx	%1,00 Nikel - %0,80 Krom - %0,25 Molibden

Tablo 1.1: Karbon ve alaşımli çeliklerin AISI-SAE nümerik gösterimleri

1.2. Paslanmaz Çeliklerin Kaynağı

1.2.1. Paslanmaz Çeliklerin Kaynağının Endüstrideki Yeri ve Önemi

Paslanmaz çelikler ve ısıya dayanıklı çelikler bazı sınırlamalar hariç, alaşımsız ve düşük alaşımlı çeliklerde kullanılan ergitme ve basınç kaynak yöntemleri ile kaynak yapılabilir. Paslanmaz ve ısıya dayanıklı çeliklerin kaynak işlemi kaynak yapılacak ana metalden beklenen özelliklere, örneğin korozyon ve ısı dayanımına göre değişiklik gösterebilir. Kullanılacak kaynak malzemesi ana metalle aynı kompozisyonda veya bazı uygulamalar için daha yüksek alaşımlı olmalıdır.

Günümüzde üretimi pahalı ve her atölyede bulunması güç olan paslanmaz çeliklerin kaynak edilme ihtiyacı mutlaka olacaktır. Çalışacağı yerde paslanması istenmeyen çelikler kullanılarak çeşitli ürünler elde edilme gereği hasıl olduğunda paslanmaz çeliklerin kaynatılması durumu ortaya çıkacaktır. Bu durumda paslanmaz çeliğin türü tespit edilirse uygun kaynak elektrodu ve kaynak usulü seçilerek kaynaklı birleştirme istenen şekilde kolaylıkla yapılacaktır.



Resim 1.1: Paslanmaz çelik malzemeler

1.2.1.1. Paslanmaz Çeliklerin Kaynağı

Paslanmaz çeliklerin kaynağını olumsuz yönde etkileyen bazı durumlar bulunmaktadır. Bunları iyi bilip gerekli tedbirler alındığında paslanmaz çeliklerin kaynağı daha kolay yapılır ve sonuç daha emniyetli olur.

Paslanmaz çeliklerin başarılı bir şekilde kaynatılması için dikkat edilmesi gereken kurallar aşağıda verilmiştir.

- Kaynak yapılacak yerin her şeyden önce boya, vernik vb. yabancı maddelerden arındırılmış olması gerekir.
- Rutubet, kükürt ve diğer kimyevi maddeler de kaynak kalitesini ters yönde etkiler.
- Kaliteli bir kaynak için en iyi kalite paslanmaz çelik malzeme ve elektrot kullanılmalıdır.
- Kaynak ağzı iyi ve uygun açılmalıdır.
- Kaynak çapak ve cüruflarının temizlenmesinde taş veya paslanmaz çelik tel fırça kullanılmalıdır.
- Elektrotların rutubetten iyi muhafaza edilmesi gerekir. Kullanılmayan elektrotlar özel raf veya kurutma fırınlarında saklanmalıdır.
- Kaynak ağzının rutubetten arındırılması için şalama veya kuru hava ile kurutulması gerekir.
- 300 serisi paslanmaz çeliklerde ön tavlama ve kaynak sonrası tavlama işlemi gerekmez.
- Isı miktarını düşük tutmak için küçük çaplı elektrot kullanılmalıdır.
- Ana alaşıma uygun veya aynı grubun bir üst derecesindeki elektrotlardan kullanılmalıdır.
- 300 serisi çeliklerin kaynağında soğuma esnasında gerekli tedbirler alınmazsa kaynak çatlayabilir.
- Yatay ve düz kaynaklarda elektrot, kaynak yönünde ve 150 derecelik bir açı yapacak şekilde, kaynak arkı kısa tutulmak şartı ile yapılmalıdır.
- Dik kaynak için elektrot levhaya dik tutulmalı, birinci sıranın üzerinde ufak salınımlarla yürütülmelidir.
- Tavan kaynağı, kısa ark ile eli elektroda hareket vermeden yapılmalıdır.
- En iyi korozyon mukavemeti mümkün olan en düşük amper ve doğru akım düz bir kaynakla mümkündür.
- Çok düşük amper; dengesiz ark oluşmasına, elektrot yapışmasına, cüruf oluşumuna, zor temizlenmeye dolayısıyla korozyon mukavemetinden kayıplara yol açar.
- Çok yüksek amper veya uzun bir ark ise kaynak sıralarını bozar, çatlamaya sebep olur.
- Cüruf zor temizleniyorsa kaynak ağzı pis veya dardır, sıralar düzenli değildir, elektrot rutubetlenmiştir veya kaynak tam anlamı ile soğumamıştır.
- Paslanmaz çelik kaynaklarında çatlama, sıralar üzerinde kraterlerin kalmış olması, başlangıç ve bitişlerde uzun ark, parçanın fazla ısıtılması, hızlı paso, yanlış kaynak ağzı ve yanlış elektrot tipi kullanılması yüzünden meydana gelebilir.
- Paslanmaz çelik düz ve temiz olduğundan kaynağın fazla derine nüfuz ettirilmesi gerekmez. Son sıralarda hiç açıklık bırakılmaması yeterlidir.
- Martenzitik paslanmaz çeliklerin ark kaynağı

Bu çeliklerin elle kaynağı için çok çeşitli elektrotlar kullanılır. Bunlar ana metalle aynı bileşimde olabilir ancak ergimiş metalin Cr ve Mn'den yana muhtemel fakirleşme ve

karbondan yana muhtemel bir zenginleşmesini karşılamak üzere C, Mn ve Cr oranları sınırlarında bazen değişikliklere yer verilir (Karbondan yana zenginleşme, alçak karbonlu çeliklerde vaki olur.) veya aşağıdaki gibi bileşimi farklı olabilir.

Yüksek karbonlu ($C > \%0.050$) çeliklerde ergimiş metalin bürüt soğumuş hâlde daha az kırılğan olmasını sağlamak üzere karbon oranı değişik olur.

Ergimiş metal çok yüksek oranda ostenit içerecek şekilde C, Cr ve Ni oranları değişik olur (Ostenit, ergimiş metala büyük süneklik sağlar.). Böyle bir ilave metal yüksek karbonlu ve martenzitik dönüşümden sonra çökme ile sertleşmiş çeliklerin kaynağında kullanılabilir ancak bunun için ergimiş metalin alçak mekanik nitelikleri ile öbür yandan böylece oluşan elektro-şimik çiftin korozyon açısından olumsuz etkisi göze alınacaktır, yani çeliğin kullanılacağı korozif ortam koşullarının çok ağır olmaması gerekir.

Genellikle bazik örtülü elektrot kullanılıp (elektrot +) oldukça kısa bir arka çalışır. Zor pozisyonlarda (dik ya da tavan kaynağı) akım şiddeti daha düşük olacaktır. Aşağıda akım şiddeti için verilmiş sınırlar değişik kaynak koşullarına göre saptanmıştır. Kaynak ağzlarının şekilleri, aşağıda genel olarak yüksek alaşımli çelikleri için verilmiş olanlar gibidir. 3 mm kalınlığına kadar kaynak tek pasoda yapılır ama bu takdirde terste bir mesnet levhası kullanılacaktır.

Çok pasolu kaynaklarda ilk pasonun iyi nüfuz etmiş olmasıyla son pasoların yüzey durumlarına özen gösterilecektir. Her paso arasında cüruf paslanmaz çelikten çekiş ve fırça ile iyice yok edilecek ve birleşme yeri sıcaklığının, ön ısıtma sıcaklığının altına düşmemesine dikkat edilecektir.

ELEKTROT ÇAPI (mm)	AKIM ŞİDDETİ (A)
2	25-60
2,5	40-75
3,25	60-90
4,0	65-120
5,0	120-175

➤ **Ferritik paslanmaz çeliklerin ark kaynağı**

Ferritik paslanmaz çeliklerin kaynağı için kullanılabilen yöntemler daha çok bir koruyucu gaz akımını devreye sokanlar olan TIG, MIG ve plazma kaynaklarıdır. Bu nedenle elektrik arki ile kaynak edilmez.

➤ **Östenitik paslanmaz çeliklerin ark kaynağı**

Krom-nikelli paslanmaz çelikler uygulamada, çeliğin diğer bir çelikte veya hadde ürünü bir paslanmaz çelikte birleştirilmesi veya paslanmaz çeliklerin tamiri hâlinde kaynak

uygulamalarına konu olur. Ostenitik paslanmaz çeliklerin kaynak uygulamalarında genel olarak örtülü elektrot ile elektrik ark kaynağı, TIG ve MIG gibi elektrik ark kaynak yöntemleri yaygın bir uygulama alanına sahiptir.

Genellikle örtülü elektrot ile elektrik ark kaynağının çok sık uygulandığı ostenitik paslanmaz çeliklerin kaynağında benzer bileşimdeki elektrotlar tercih edilir. İşlem sırasında, uygun bir kaynak sırası uygulanarak kaynak gerilmeleri asgariye indirilmeye çalışılır. Kalın kesitler hâlinde 100 ~ 150 °C'lik bir ön tav ile her pasodan sonra kaynak dikişinin çekişlenmesi de kaynak gerilmelerinin azaltılmasında uygulanan klasik bir yöntemdir. Pek çok uygulamadaki benzer bileşimdeki elektrot ile bir tampon tabaka uygulaması sonuçların başarısını artırmaktadır.

Her pasodan hemen sonra, karbür çökmesini ve bunu takiben ortaya çıkan taneler arası korozyonu önlemek için kaynaklı bölgenin hızlı bir biçimde soğutulması sadece % 0,06'dan fazla karbon içeren çeliklere uygulanan bir yöntemdir. Paslanmaz çelik döküm parçalarının döküm hatalarının kaynakla giderilmesi hâlinde, işlem sonrası çözeltiye alma tavı ve ani soğutma, normal olarak ostenitik paslanmaz çelik döküm parçalara uygulanan ısıl işlem bu tamirat sonrası da tekrarlanmalıdır.

Ostenitik krom-nikelli paslanmaz çelikler sıcak çatlamaya karşı duyarlıdır. Bu durum özellikle örtülü elektrotla yapılan elektrik ark kaynağında kendini gösterir. Bu durumda alınması gereken önlemler ve dikkat edilmesi gereken konuları şöyle sıralayabiliriz:

- En küçük elektrot çapı seçilmelidir.
- En düşük akım şiddeti kullanılmadır.
- Elektroda zikzak hareketi verilmemeli ve pasolar ince çekilmez.
- Çok pasolu kaynaklarda her paso çekildikten sonra parça oda sıcaklığına kadar soğutulmalı ve ikinci paso sonra çekilmelidir. Soğuma olanaklar ölçüsünde hızlı bir şekilde gerçekleştirilmelidir.
- Kaynağın bitimindeki krater mutlaka doldurulmalı, kaynak sırasında çatlak saptanırsa taşlanarak yok edilmeli ve sonra kaynatılmalıdır.

Ayrıca bu çeliklerin kaynağı için yüksek oranda manganez ihtiva eden kaynak metali kullanılır. Bütün paslanmaz çelik tiplerinin tamamen ostenitik kaynaklarının % 7 ~ 10 manganez içermeleri hâlinde yüksek sıcaklıkta çatlamaya daha iyi dayandıklarını deneyler göstermiştir.

➤ **Paslanmaz çeliklerde uygulanan kaynak yöntemleri**

Paslanmaz çeliklerin kaynağında pek çok kaynak yöntemi uygulanır. Pratikte en çok kullanılanlar şunlardır:

- Örtülü elektrotlarla yapılan normal elektrik ark kaynağı
- MIG kaynağı
- TIG kaynağı
- Tozaltı kaynağı
- Plazma kaynağı
- Oksi-asetilen kaynağı

➤ **Paslanmaz çeliklerin kaynağında kullanılan elektrotlar**

Karbonlu ve alaşımlı çelikler, düşük elektrik iletme direncine sahiptir. Paslanmaz çeliklerde ise bu değer 4 ile 7 kat daha fazladır. Bu nedenle paslanmaz çelik elektrotlar daha çabuk kızardıklarından, daha kısa üretilir ve normal elektrotlara göre % 25 daha düşük akım şiddetiyle yüklenir.

Paslanmaz çeliklerin kaynağında kullanılan elektrotlar aşağıda sıra ile incelenmekte ve AWS (American Welding Society) standartları ile belirtilmektedir.

➤ **AWS E308L**

%C	% Si	%Mn	%Cr	%Ni
0,03	0,80	0,70	19	10

Düşük karbonlu 18/8 paslanmaz çelik tipinde kaynak metali veren rutif örtülü elektrottur. Kristal yapıdaki ferrit oranı % 6'dır. Bu sebeple çatlama ve kırılma dayanımı yüksektir. Tutuşması ve tekrar tutuşması kolaydır. Kaynak esnasında elektrot yapışması olmaz. Cüruf temizlenmesi kolaydır. A.I.S.I 301, 302 ,304, 304L, 308 stenitik paslanmaz çeliklerle, % 13 Cr içeren kromlu çeliklerin ve niobiyum veya titanyum ile stabilize edilmiş ostenitik paslanmaz çeliklerin kaynağında kullanılır.

➤ **AWS E347**

% C	% Si	% Mn	% Cr	% Ni	% Nb
0,07	1,5	1,5	19,5	9,5	0,2

Nb ve Ti ile stabilize edilmiş bileşimi % 19,5 Cr, % 1 C olan ostenitik paslanmaz çelik tipinde kaynak metali veren rutilit örtülü bir elektrottur. Kaynak metalinin iç yapısında % 6 oranında ferrit bulunması nedeni ile çatlama kırılma ve darbe dayanımı oldukça iyidir. Yüksek sıcaklık stabilitesi ve korozyon direnci fevkalade yüksektir. Elektrot düzgün ve kararlı yanar, hiç sıçrama yapmadığı için kaynak sonu temizliği oldukça kolaydır. Bütün pozisyonlarda kullanılabilir. Elektrotların kuru muhafaza edilmesi gerekir. Doğru ve dalgalı akım da kullanılabilir. 18/8 tipindeki stabilize edilmiş paslanmaz çeliklerin özellikle yüksek sıcaklıkta çalışacakların kaynağında kullanılır.

➤ **AWS E316L**

% C	% Si	% Mn	% Cr	% Ni	% Mo
0,03	0,8	0,7	18,5	12,5	3,0

Bileşimi %18,5 Cr, %12,5 Ni, %3 Mo ve %0,03 C olan paslanmaz çelik tipinde kaynak metali veren rutilit örtülü bir elektrottur. Tutuşturması ve tekrar tutuşturması gayet kolaydır ve kaynak esnasında kısa devre olmaz. 3,25 mm ve daha ince elektrotlar her pozisyonda, 4 ve 5 mm'lik elektrotlar yatay ve benzeri pozisyonlarda kullanılabilir. Cüruf

ayrılması ve dolgu görünüşü gayet kolaydır. Kaynak metali kristal yapısında % 6 oranında ferrit oluşu sebebiyle çatlama kırılma ve darbe dayanımı gayet iyidir. Ostenitik paslanmaz çeliklerde A.I.S.I. 316 ve 316L kullanılır.

➤ **AWS E316**

% C	% Si	% Mn	% Cr	% Ni	% Mo
0,05	0,8	0,06	19,5	11	2,8

Çekirdeği düşük karbonlu, rutil örtülü bir elektrottur. Alaşım elemanları kaynak metaline elektrot örtüsünden geçer. Yüksek kaynak sürati ve yüksek randımanı sebebiyle oldukça ekonomiktir. Korozyona dayanıklı, set yüzeyli aşınmaya mukavim kaynak metali örtüsü istenen yüzeylere tercih edilir. Kullanılışı ve cüruf ayrılması kolaydır. Kaynak dikişinin görüntüsü düzgün ve muntazamdır. 18 Cr/8 Ni (Mo) alaşımlı paslanmaz çeliklerin kaynağında kullanılır.

➤ **AWS 318**

% C	% Si	% Mn	% Cr	% Ni	% Mo	% Nb
0,03	1,0	1,5	18,5	12,5	3,	0,6

Ti veya Nb ile stabilize edilmiş rutil örtülü bir elektrottur. Kaynak metali kristal yapısında % 6 ferrit içerir; bu sebeple kırılma, çatlama ve darbe dayanımı gayet iyidir. Ayrıca kaynak metalinin yüksek sıcaklık stabilitesi ve korozyon rezistansı mükemmeldir. Elektrot bütün pozisyonlarda kullanılabilir. Fakat en iyi netice düz ve yatay pozisyonlarda alınır. Bu elektrotlarla kalın paslanmaz çelik (Nb ve Ti ile stabilize edilmiş 18-8-9 tipi A.I.S.I. 318) levhaların özellikle yüksek karbonluların çok sıra kaynakları, problemsiz olarak yapılır.

➤ **AWS 310**

% C	% Si	% Mn	% cR	% Ni
0,1	0,3	1,7	26	20

% 26 Cr , % 20 Ni bileşiminde yüksek sıcaklıklarda dayanıklı kaynak metali veren bazık örtülü bir elektrottur. Kaynak metali yapısı tamamen ostenitlidir, yapıda ferrit yoktur, bu nedenle çatlama ve kırılmaya karşı daha hassastır. Her pozisyonda kullanılır. Elektrot yanışı sakin ve kararlıdır, hemen hemen hiç sıçrama yoktur. Ostenitik yüksek sıcaklıklara dayanılmaz paslanmaz çeliklerin A.I.S.I. 309 310 ve benzeri çeliklerin kaynağında kullanılır.

➤ **AWS E312**

% C	% Mn	% Si	% Cr	% Ni
0,10	1,5	0,8	29,5	9,5

Kaynak metali bileşimi % 29 Cr % 9 Ni ve % 1,6 Mo olan aşınmaya dayanıklı paslanmaz çelik karakterinde rutil örtülü elektrottur. Kaynak metalinin çatlama direnci yüksek ve aşınmaya dayanıklıdır. Ostenitik paslanmaz çeliklerin kaynağında kullanılır.

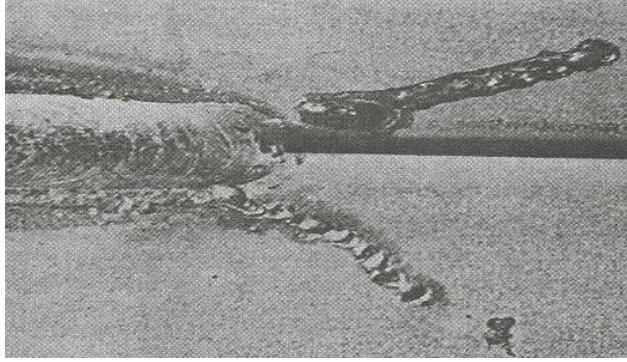
- **Paslanmaz çeliklerin kaynağında kullanılan akım türleri, elektrot ark boyu, hareketleri ve amper ayarı**

Kaynak sırasında kısa ark boyu ve düşük akım şiddeti kullanılmalıdır. Paslanmaz çeliklerin örtülü elektrotlarla kaynağında, çok iyi sonuç veren + (artı) kutba bağlı direkt akıma bağlı DC elektrotlar ya da AC/DC tip elektrotlarda alternatif akım kullanılır. İnce sac malzemelerin düz pozisyonlardaki kaynağında genelde rutil elektrot kullanılabilir. Malzeme kalınlığı 2 mm'den fazla olduğu durumlarda bazik elektrotlar kullanılır.

Ancak teknolojinin gelişmesiyle özellikle elektrotlarda yeni ürünler piyasaya sunulmaktadır. Kaynağa başlanmadan önce elektrot paketi üzerinden gerekli bilgiler alınmalı, iş parçasına ve kaynak pozisyonuna uygun olup olmadığı kontrol edilmelidir.

Paslanmaz çeliklerin kaynağında meydana gelebilecek kaynak hataları:

- Elektrodun yanlış yerde yakılması sonucu çelikte oluşan derin yaralar



Resim 1.2: Elektrodun kaynak alanının dışında yakılması sonucu oluşan yaralar

- Aşırı ısınma sonucu kaynak metalinin tam ortasında oluşan çatlaklar



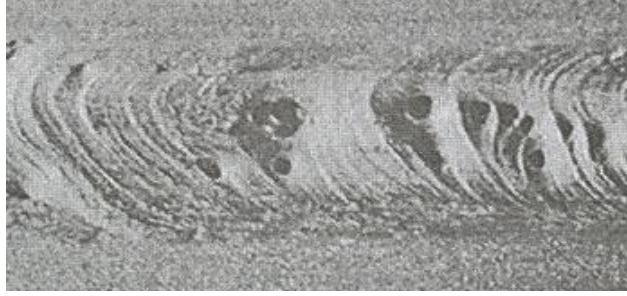
Resim 1.3: Fazla ısınma sonucu kaynak metalinde oluşan çatlaklar

- Yüksek amper ayarı sonucu oluşan tahribatlar



Resim 1.4: Yüksek akım şiddeti sonucu oluşan delik veya oyuk

- Nemli elektrot kullanılması sonucunda oluşan gözenekler

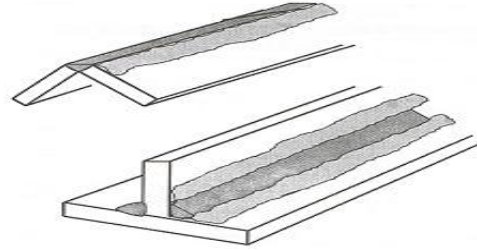


Resim 1.5: Rutubetli elektrotlardan kaynaklanan gözenekler

- Paslanmaz çelik elektrotlar kaynak esnasında diğer elektrotlara oranla daha fazla duman çıkardıkları için sağlık açısından dikkat edilmelidir.

Kaynak sonrası gerecin ek yerindeki ısı sebebi ile meydana gelen kararmaları en aza indirmek için yapılması gereken işlemler:

Paslanmaz çelik malzemeler kaynak sonrası yüksek ısıdan dolayı kaynak metalinin çevresi oksitlenir ve renk değiştirirerek kararır. Bu durumu ortadan kaldırmak için özel pastalar kullanır. Bu sıvılar yakıcı kimyasal sıvılar oldukları için vücuda temas ettirilmemeli, gereken tedbirler alındıktan sonra kullanılmalıdır.



Resim 1.6: Kaynak dikişinin etrafındaki renk değiştirmiş bölge ve ısıdan etkilenmemiş bölgeler

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak elektrik ark kaynak metodu ile paslanmaz çelik malzemeye kaynak işlemini yapınız.

İşlem Basamakları	Tavır ve Öneriler
<p>➤ Kaynak parçasını kir, yağ ve tozdan temizleyiniz.</p>	<p>➤ Yanma olaylarına karşı dikkatli olunuz.</p> <p>➤ Kaynak bölgesinde gerekli tedbirleri alınız.</p> <p>➤ Kaynak maskesi kullanınız.</p> <p>➤ Eldiven takınız ve iş giysisi kullanınız.</p>
<p>➤ İnce parçalarını aralık bırakmadan, 1,5 mm'den kalın parçaları az açıklık bırakarak puntalayınız.</p>	

<ul style="list-style-type: none">➤ Kısa ark boyu ile elektrota hareket vermeden dikiş çekiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Mesleğiniz ile ilgili etik ilkelere uygun davranınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Dikiş etrafındaki kararmaları önlemek için kimyasal ve mekanik temizleme yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Dikiş etrafındaki kararmaları önlemek için kaynak sonrası mekaniksel temizleme yapınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Dikiş etrafındaki kararmaları önlemek için kimyasal temizleme pastaları ile temizleme yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Kimyasal sıvıları vücudunuza temas ettirmeyiniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Kaynak parçasını kir, yağ ve tozdan temizlediniz mi?		
2. İnce parçaları aralık bırakmadan, 1,5 mm'den kalın parçaları az açıklık bırakarak puntaladınız mı?		
3. Kısa ark boyu ile elektroda hareket vermeden dikişi çektiniz mi?		
4. Dikiş etrafındaki kararmaları önlemek için kimyasal ve mekanik temizleme yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () En az biri metal olmak üzere iki ya da daha fazla sayıda kimyasal elementin özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla bir araya getirilmesiyle metalik özellik gösteren maddelere alaşım denir.
2. () Alaşım elementleri, çeliğe çoğunlukla estetik bir görüntü kazandırmak için ilave edilmektedir.
3. () Alaşım elementlerinin ilavesiyle çeliğe yüksek dayanım ve mekanik özellik kazandırılır.
4. () Genel olarak oksidasyona ve korozyona karşı çeliklerin dirençlerini artırmak için çeliğin içeriğine % 12'den fazla krom katılmasıyla üretilen çeliklere paslanmaz çelikler denir.
5. () Nikelin yanı sıra molibden katkısı da çeşitli korozyon türlerine karşı çeliğin direncini düşürür.
6. () Paslanmaz çelikler, ferritik, östenitik ve martenzitik olarak üçe ayrılır.
7. () Paslanmaz çeliklerin kaynağında rutubet, kükürt ve diğer kimyevi maddeler kaynak kalitesini ters yönde etkiler.
8. () Paslanmaz çeliklerin kaynağında çatlama, düşük ısıdan meydana gelir.
9. () Martenzitik paslanmaz çeliklerin ark kaynağında, genellikle bazik örtülü elektrot kullanılır ve (elektrot +) oldukça kısa bir arka çalışır.
10. () Ferritik paslanmaz çeliklerin kaynağı için elektrik ark kaynağı uygundur.
11. () Östenitik paslanmaz çeliklerin kaynak uygulamalarında genel olarak örtülü elektrot ile elektrik ark kaynağı kullanılabilir.
12. () Östenitik krom-nitelli paslanmaz çelikler sıcak çatlama karşı duyarlıdır. Bu durum özellikle örtülü elektrotla yapılan elektrik ark kaynağında kendini gösterir.
13. () Paslanmaz çelik elektrotlar daha çabuk kızardıklarından daha kısa üretilir ve normal elektrotlara göre % 25 daha düşük akım şiddetiyle yüklenir.
14. () İnce sac malzemelerin düz pozisyonlardaki kaynağında genelde bazik elektrot kullanılabilir. Malzeme kalınlığı 2 mm'den fazla olduğu durumlarda rutil elektrotlar kullanılır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Bu öğrenme faaliyeti kapsamında gerekli ortam sağlandığında tekniğine uygun takım çeliklerinin ark kaynağını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Takım çeliklerinin kaynağına neden ihtiyaç duyulur? Araştırınız.
- Takım çeliklerinin kaynağında kullanılan elektrotları araştırınız.
- Takım çeliklerinin kaynağında ön tav neden gereklidir? Araştırınız.

2. TAKIM ÇELİKLERİNİN KAYNAĞI

2.1. Takım Çeliklerinin Kaynağının Endüstrideki Yeri ve Önemi

Takım çeliklerinin uygulama alanları genel olarak deliciler, derin çekme kalıpları, zımbalar, her türlü kesme bıçakları vb. birçok iş takımlarının üretimidir. Bu nedenle özellikle metaller olmak üzere temel malzemelerin işlenmesinde, şekillendirilmesinde kullanılır. Bütün meslek atölyelerinde bulunan takım çelikleri iki nedenle kaynak edilir. Bunlar;

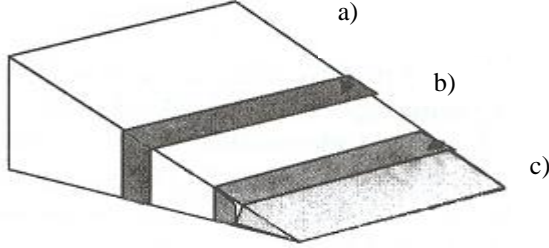
- Aşınmış parçaların tamir ve bakımı,
- Kırılmış takımların birleştirilmesidir.

Zorunlu hâllerde gerekli kaynak hazırlıkları yapıldıktan sonra kaynak edilebilir.

2.2. Takım Çeliklerinin Kaynağı

Takım çeliklerinin kaynağı diğer kaynak metodlarından çok farklı değildir. Önemli olan çeliğe uygun elektrodun seçilmesidir.

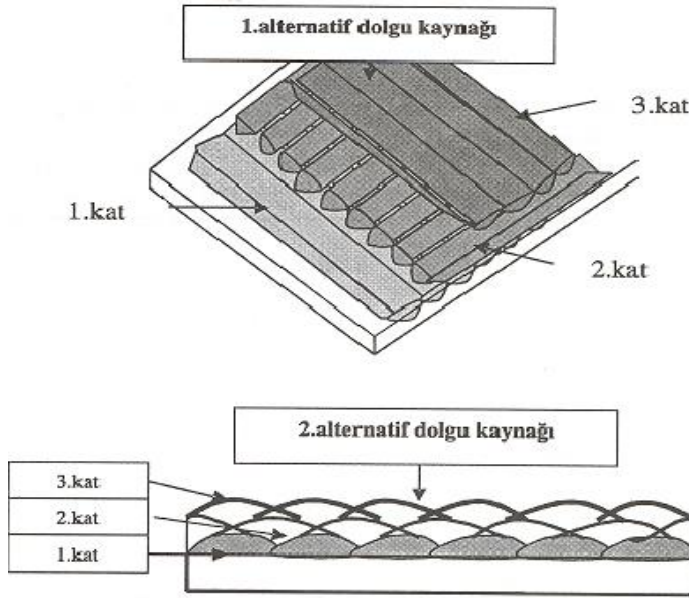
Kırılmış parçaların ya da iki takım çeliğinin kaynağını yapmak:



Şekil 2.1 : a) Az alaşımlı çelik, b) Alaşım sert çelik ,c) Aşınmaya dayanıklı sert çelik malzemelerin birleştirilmesi

İş makinelerinin sert uç takımlarını kaynatırken sertlik derecesine göre uygun elektrotlar seçilmelidir. Aşınmaya en az maruz kalan bölgeye karbon ve nikelli östenitik elektrot, az miktarda aşınmaya maruz kalan bölgeye yüksek manganlı elektrotlar ve aşınmaya en çok maruz kalan bölgeye de yüksek sertlikteki elektrotlar seçilmelidir.

Aşınmış parçaların tamirini yapmak:



Şekil 2.2: Aşınmış parçaların dolgu kaynağı ile tamiri

İş makinelerinin kazıyıcı dişlileri veya kepçelere ait takım çeliklerinin aşınmış kısımlarının doldurulması esnasında her sıra pasonun üstündeki sıra 90° dik olacak şekilde çekilmelidir. Çatlamların oluşmaması için esas metal ile üst dolgular arasında daha yumuşak elektrot tercih edilmelidir. Kaynağa başlamadan önce ön tav uygulanmalı, kaynak esnasında ise bir önceki paso sıcaklığı bir sonraki paso için ön tav olacaktır.

2.2.1.Takım Çeliklerinin Kaynağında Kullanılan Elektrotlar

Genel olarak çok çeşitli üretilmiş elektrotlar bulunmaktadır. Kaynak için takım çeliğinin özelliğine göre elektrot kutusu üzerinden gerekli bilgiler alınarak kullanılmalıdır.

2.2.2.Takım eliklerinin Kaynağında n Tavlama

Takım eliklerinin kaynağında elik malzemenin cinsine göre 100 ile 400°C sıcaklık aralığında bir n tav uygulanır.

2.2.3.Takım eliklerinin Kaynağında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- Kaynak parçası oksit, yağ ve kirlerden temizlenmelidir.
- Takım eliğine uygun elektrot seçilmelidir.
- İnce parçalar açıklık bırakılarak puntalanmalıdır.
- n ısıtma uygulanmalıdır.
- Elektroda hareket vermeden kısa ark boyu ve kısa ark mesafesi ile kaynak çekilmelidir ve her kaynak sonrası hafifçe ekilenmelidir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Atölyenizde uygun takım çeliğine elektrik ark kaynağı ile aşağıdaki işlem basamaklarına göre kaynak işlemini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Kaynak parçasını kir, yağ ve tozdan temizleyiniz, gerekiyorsa kaynak ağzı açınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Yanma olaylarına karşı dikkatli olunuz.➤ Kaynak bölgesinde gerekli tedbirleri alınız.➤ Kaynak maskesi kullanınız.➤ Eldiven takınız ve iş giysisi giyiniz.➤ Mesleğiniz ile ilgili etik ilkelere uygun davranınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Kaynatılacak takım çeliğine göre elektrot tipini seçiniz.➤ İki parça arasında açıklık bırakarak puntalayınız, dolgu yapılacaksa dolgu yöntemini belirleyiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Takım çeliğine uygun tavlama sıcaklığında uygun bek seçimini yaparak tavlamayı yapınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Kaynatılacak malzemenin cinsine	

<p>göre ön tavlama uygulayınız (100-400°C).</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Kısa ark boyu ile elektroda hareket vermeden kısa pasolarla dikiş çekiniz ve her dikiş sonrası dikiş hafifçe çekiçleyiniz.➤ Kaynak sonrası kaynak dikişini temizleyiniz.	
---	--

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Kaynak parçasını kir, yağ ve tozdan temizleyip gerekiyorsa kaynak ağzı açtınız mı?		
2. Kaynatılacak takım çeliğine göre elektrot tipini seçtiniz mi?		
3. İki parça arasında açıklık bırakarak puntalama yapıp dolgu yapılacaksa dolgu yöntemini belirlediniz mi?		
4. Kaynatılacak malzemenin cinsine göre (100-400°C) ön tavlama yaptınız mı?		
5. Kısa ark boyu ile elektrota hareket vermeden kısa pasolarla dikiş çekip her dikiş sonrası dikişi hafifçe çekiçlediniz mi?		
6. Kaynak sonrası kaynak dikişini temizlediniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise **D**, yanlış ise **Y** yazınız.

1. () Takım çeliklerinin kaynağında çelik malzemenin cinsine göre 100 ile 400 °C sıcaklık aralığında bir ön tav uygulanır.
2. () Takım çeliklerinin kaynağında ince parçalar birbirine tam birleştirilerek kaynak edilir.
3. () Takım çeliklerinin kaynağında elektroda hareket vermeden kısa ark boyu ve kısa ark mesafesi ile kaynak çekilmelidir ve her kaynak sonrası hafifçe çekiçlenmelidir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Bu modül kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
A – PASLANMAZ ÇELİKLERİN KAYNAĞI		
1-Kaynak parçasını kir, yağ ve tozdan temizlediniz mi?		
2-İnce parçaları aralık bırakmadan, 1,5 mm' den kalın parçaları az açıklık bırakarak puntaladınız mı?		
3-Kısa ark boyu ile elektroda hareket vermeden dikişi çektiniz mi?		
4-Dikiş etrafındaki kararmaları önlemek için kimyasal ve mekaniksel temizleme yaptınız mı?		
B- TAKIM ÇELİKLERİNİN KAYNAĞI		
5-Kaynak parçasını kir, yağ ve tozdan temizleyerek gerekiyorsa kaynak ağzı açtınız mı?		
6-Kaynatılacak takım çeliğine göre elektrot tipini seçtiniz mi?		
7-İki parça arasında açıklık bırakarak puntalama yapıp dolgu yapılacaksa dolgu yöntemini belirlediniz mi?		
8-Kaynatılacak malzemenin cinsine göre (100-400°C) ön tavlama yaptınız mı?		
9-Kısa ark boyu ile elektroda hareket vermeden kısa pasolarla dikiş çekip her dikiş sonrası dikişi hafifçe çekiçlediniz mi?		
10-Kaynak sonrası kaynak dikişini temizlediniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetlerini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ 1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Doğru
5	Yanlış
6	Doğru
7	Doğru
8	Yanlış
9	Doğru
10	Yanlış
11	Doğru
12	Doğru
13	Doğru
14	Yanlış

ÖĞRENME FAALİYETİ 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru

KAYNAKÇA

KAYNAKÇA

- ERDOĞAN Mehmet, **Çeviri Malzeme Bilimi ve Mühendislik Malzemeleri-Cilt 1**, Ankara, 1998.
- ERDOĞAN Mehmet, **Çeviri Mühendislik Alaşımların Yapı ve Özellikleri-Cilt 1**, Ankara, 2000.
- GÜLENC Behçet, **Demir ve Alaşımlarının Kaynağının Fiziksel Metalürjisi**, Ankara, 1997.
- KARABULUT Hasan, Y. **Lisans Tezi (Mikroalaşımlı Çeliklerde Yaşlanma Sertleşmesinin Mekanik Özelliklere Etkisi**, Karabük, 2004.
- SERFİÇELİ Y. Saip, **Metal İşleri Meslek Teknolojisi-2**, Ankara, 2001.
- SERFİÇELİ Y. Saip, **Metal İşleri Meslek Teknolojisi-3**, Ankara, 1997.
- TEPE H. İbrahim, **Ark Kaynak Tekniği**, Ankara, 2005.